

# Détails des projets de construction de bâtiments

**Exigences  
Contrôles  
Codifications techniques  
Variantes économiques**

---

**Septembre 1997**

---

Jacques Drège

Jacques Putatti

---

**EDITIONS WEKA**

Paris - Kissing - Zurich - Milan - Amsterdam - Vienne - New York

### Avertissement

Malgré le soin extrême apporté à l'établissement de cet ouvrage, nous ne saurions être tenus pour responsables des erreurs ou omissions qu'il pourrait éventuellement comporter.

---

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction de la version française  
par tous procédés réservés pour tous pays

L'article L. 122-5 du Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (article L. 122-4).

Toute représentation, reproduction ou adaptation par quelque procédé que ce soit constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 335-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Cette interdiction recouvre notamment l'utilisation et l'exploitation de l'ouvrage ou des textes le composant par tout procédé tel que saisie, manipulation et stockage dans une banque de données, reproduction ou transmission par quelques moyens ou formes que ce soient tels que électronique, mécanique, photographique, photocomposition, cinématographique, magnétique, informatique, télématique, satellite, ainsi que par tout autre moyen existant ou à créer.

L'insertion d'extraits dans un ouvrage ou dans un document de formation est interdite sauf si elle est associée à une citation de l'ouvrage, tous droits réservés pour tout pays.

---

© 1997 Editions WEKA, 249, rue de Crimée, F-75935 Paris Cedex 19

Tél. : 01 53 35 16 00

Télécopieur : 01 53 35 16 01

Editions WEKA - Paris - Kissing - Zurich - Milan - Amsterdam - Vienne - New York

En Suisse : Editions WEKA SA, 10 avenue de la Gare, Case postale, 1001 Lausanne

Responsable d'édition : Philippe Gil-Garcia

Coordination de la production : Jean-Claude Dassonville

Fabrication : Mathieu Breton

Composition : Compographie - 26200 Montélimar

Corlet Imprimeur SA - F-14110 Condé-sur-Noireau

Reproduction interdite - Tous droits réservés

Imprimé en CEE, 1997

Dépôt légal (ouvrage de base) : 3<sup>e</sup> trimestre 1992

ISBN 2-7337-0063-4



# La lettre de l'éditeur

Cher lecteur,

Vous venez de recevoir « Détails des projets de construction de bâtiments », et nous sommes heureux de vous accueillir parmi nos nouveaux lecteurs.

## Mais, nous connaissez-vous ?

Permettez-moi de vous présenter brièvement les Editions Weka. Filiale française d'un groupe international d'origine allemande, les Editions Weka publient et vendent par correspondance des ouvrages à feuillets mobiles – comme celui que vous venez d'acquérir – dans les secteurs du bâtiment, des industries et techniques, des collectivités locales, des établissements scolaires, des hôpitaux, de la gestion et du management, de la micro-informatique et de l'électronique, etc.

Mais ce n'est pas seulement là que réside notre originalité.

Notre spécialité, notre « plus », c'est notre **service exclusif d'abonnement aux compléments/mises à jour de votre ouvrage**.

## De quoi s'agit-il ?

Tous les deux ou trois mois, vous recevez un complément/mise à jour qui approfondit ou met à jour des sujets déjà abordés, ou encore qui complète votre ouvrage avec des détails de plans complémentaires, des commentaires.

## Pourquoi ce service ?

Nous voulons vous proposer des ouvrages de qualité et des informations d'actualité, en permanence enrichis par des solutions et des exemples concrets et pratiques, directement utilisables. L'envoi de compléments/mises à jour est la seule façon d'atteindre cet objectif.

## Comment fonctionne-t-il ?

C'est très simple : vous n'avez rien à faire. Un complément/mise à jour vous est expédié automatiquement dès parution et est accompagné d'une facture.

Vous avez quinze jours pour le consulter et prendre une décision. Là, vous avez le choix :

- le complément/mise à jour vous intéresse. Vous décidez de le conserver et vous nous réglez la facture. Vous recevez alors automatiquement le complément/mise à jour suivant.
- le complément/mise à jour ne vous intéresse pas. Vous nous le retournez complet dans son emballage d'origine, sans rien nous devoir.

Si vous ne voulez plus bénéficier du service « envoi automatique de complément/mise à jour », écrivez-nous ou téléphonez-nous.

Si vous nous retournez un complément/mise à jour sans nous indiquer de motif, cela entraînera l'arrêt des envois.

## Qui contactez ?

- N'hésitez pas. Contactez-nous !

Vous souhaitez nous faire part de vos remarques sur les sujets traités, nous suggérer des thèmes que vous aimeriez voir développés. Posez vos questions à nos auteurs ou au **service édition** par courrier, à l'aide des cartes-contact lecteur jointes à votre ouvrage dans la partie « Guide de l'utilisateur ». Nous vous répondrons dans les meilleurs délais.

- Vous souhaitez être informé sur les délais de parution de nos nouvelles publications, les titres de notre catalogue et leur prix. Le **service information-produits** est à votre disposition.

Si vous avez un doute sur un paiement, un délai de livraison, si votre colis est parvenu en mauvais état ou incomplet, si vous changez d'adresse, contactez le **service clientèle**.

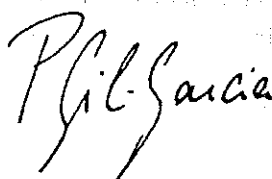
## Vous pouvez nous écrire :

**Editions Weka** Télécopieur : 01 53 35 16 01  
249, rue de Crimée Minitel : 3615 WEKA (2,23 F TTC/min.)  
75935 Paris Cedex 19 Internet : <http://www.weka-fr.com>

**nous téléphoner** au 01 53 35 17 17 du lundi au vendredi de 9 à 12 heures et de 14 à 17 heures, ou tout simplement **venir nous voir** à l'adresse mentionnée ci-dessus (métro Crimée).

Nous ferons le maximum pour vous donner entière satisfaction.

Bien sincèrement,



**Philippe Gil-Garcia**

**Editeur**

# Biographie

## Jacques Drège

Architecte décorateur de formation Arts Déco, il utilise sa connaissance des technologies des métiers d'Arts tels que le vitrail, la mosaïque, la fresque ou la tapisserie en collaborant à la réalisation de projets d'architecture.

Il s'oriente vers la construction, suit les cours de Jean Prouvé en 1964-1965, se spécialise dans les structures métalliques et travaille à la conception de nombreux bâtiments de ce type.

De 1966 à 1968, il collabore avec les services « Architecture » et « Décoration » de la maison de la Radio qui lui confie plusieurs études pour le compte de l'ORTF.

Dans les années soixante-dix, il travaille à la rénovation de maisons et d'immeubles anciens.

C'est en 1986 que les Editions WEKA font appel à lui et lui confient l'élaboration, l'organisation et le suivi d'ouvrages sur le bâtiment :

- *Les Désordres dans les ouvrages du bâtiment ;*
- *Honoraires et gestion de la maîtrise d'œuvre ;*
- *VRD – Espaces verts ;*
- *Détails des projets de construction de bâtiments.*

## Jacques Putatti

Ingénieur ETP (Major de la Promotion TP 48)

Professeur de l'enseignement technique de 1955 à 1991, il a dirigé des bureaux d'études d'entreprises pendant une quinzaine d'années (bâtiment, génie civil) ; puis comme ingénieur en chef au Bureau Véritas pendant quinze ans, il a assuré la direction de la division traitant de l'étanchéité des parois de bâtiment (maçonneries, couvertures, toitures avec étanchéité, ouvrages divers tels que cuvelages, bassins, réservoirs...) puis la direction du département « Techniques nouvelles ».

Pendant toute cette période, il a contribué à l'élaboration de la réglementation technique (Normes – DTU – Règles professionnelles – Avis techniques) et a dirigé de nombreuses enquêtes concernant les techniques nouvelles.

En raison de ses connaissances particulières des conditions climatiques hors métropole, il a été l'auteur principal des « règles Antilles ». Il a en outre assuré des suivis sur de nombreux chantiers dans le monde (Moyen-Orient, Afrique, Canada), où ont été développées des techniques nouvelles.

Il a également été « membre des commissions DTU – couvertures et toitures avec étanchéité » au CSTB, ainsi que du « groupe spécialisé n° 5 » (délivrant les avis techniques), et continue cette activité au titre d'expert individuel.

Il a assuré la rédaction et mise au point du nouveau DTU 20.12 (2<sup>e</sup> édition ; septembre 1993).

Expert français en génie civil (Direction des affaires économiques et internationales – ministère de l'Urbanisme), il a participé à de nombreux congrès internationaux.

Il est également expert judiciaire auprès de la cour d'appel de Paris.

Son activité actuelle s'intéresse à la formation spécialisée et au conseil technique.

Enfin, il a publié un ouvrage sur *La Technologie de la construction des bâtiments, fondations et soutènements* (Eyrolles, 1979).

Par ailleurs, il a participé au titre de professeur dans les domaines des couvertures et ouvrages d'étanchéité au cycle d'enseignement spécialisé : « Mastère de l'enveloppe du bâtiment à l'Ecole centrale de Paris ».

Pour les Editions WEKA, il est auteur de la partie technique de l'ouvrage *Les Désordres dans les ouvrages du bâtiment*.

Dans le présent ouvrage, il assure la rédaction des textes, le choix et la mise au point des dessins de détails.

## **Francis Martin-Lavigne**

Il a été l'élève de Marcel Lods et d'André Hermant à l'Ecole des Beaux-Arts.

Après avoir débuté son activité professionnelle par une collaboration avec un bureau d'étude, il s'installe à Paris et participe à la réalisation de près de 1 million de m<sup>2</sup> de construction, soit plus de 12 000 logements équivalents, principalement en logements sociaux, mais aussi des équipements tels qu'hôtels, restaurants, équipements administratifs, sociaux et sportifs, etc., ainsi que des commerces et bureaux. Il a également réalisé de nombreuses opérations de réhabilitation.

Il a été lauréat de plusieurs concours et consultations, notamment nationales.

Spécialisé dans la construction métallique pour le logement, il a, à ce titre, assumé d'importantes responsabilités au sein de l'association Acier-Logement.

Plusieurs brevets d'invention et marques ont été déposés à son nom, dont l'un concerne un procédé de construction associant une ossature métallique et le béton armé pour des immeubles collectifs et un autre l'utilisation d'une structure métallique pour des pavillons (maisons sèches) ou des façades portées (façades sèches).

Pratiquant l'informatique depuis 1985, il a pris l'habitude de travailler avec des solutions techniques standard préétablies, lui permettant d'élaborer les projets qui lui sont confiés à l'aide de détails de construction prédéterminés.

Dans le présent ouvrage, il participe à la rédaction des textes, au choix et à la mise au point des dessins de détails.

## Ecrivez-nous

Ces cartes vous permettent de joindre les rédacteurs de cet ouvrage pour :

- poser des questions
- faire des suggestions
- émettre des souhaits
- faire des critiques

### Carte de contact lecteur

Expéditeur

Merci d'écrire lisiblement

Nom / Prénom

Profession

N° Rue

Code postal Ville

Code client

Nouvelle adresse ☐ oui ☐ non

### Carte postale

Afranchir  
au tarif  
carte-postale

**Editions WEKA**

*BTP et Technique*

82, rue Curial

75935 PARIS CEDEX 19

(France)

### Carte de contact lecteur

Expéditeur

Merci d'écrire lisiblement

Nom / Prénom

Profession

N° Rue

Code postal Ville

Code client

Nouvelle adresse ☐ oui ☐ non

### Carte postale

Afranchir  
au tarif  
carte-postale

**Editions WEKA**

*BTP et Technique*

82, rue Curial

75935 PARIS CEDEX 19

(France)

### Carte de contact lecteur

Expéditeur

Merci d'écrire lisiblement

Nom / Prénom

Profession

N° Rue

Code postal Ville

Code client

Nouvelle adresse ☐ oui ☐ non

### Carte postale

Afranchir  
au tarif  
carte-postale

**Editions WEKA**

*BTP et Technique*

82, rue Curial

75935 PARIS CEDEX 19

(France)

1

## CARTE - CONTACT

“Détails des projets de construction de bâtiments”

Je me réfère à la partie ..... Chapitre .....  
page ..... à page ..... dessin n° .....  
et désire formuler à ce sujet la remarque suivante :

---

---

---

---

---

---

2

## CARTE - CONTACT

“Détails des projets de construction de bâtiments”

Je me réfère à la partie ..... Chapitre .....  
page ..... à page ..... dessin n° .....  
et désire formuler à ce sujet la remarque suivante :

---

---

---

---

---

---

3

## CARTE - CONTACT

“Détails des projets de construction de bâtiments”

Je me réfère à la partie ..... Chapitre .....  
page ..... à page ..... dessin n° .....  
et désire formuler à ce sujet la remarque suivante :

---

---

---

---

---

---

# 0/1

## Comment est organisé l'ouvrage ?

- Les parties et les intercalaires

- Il est divisé en parties séparées par un intercalaire prédécoupé, sur l'onglet duquel vous pourrez lire, aussi bien au recto qu'au verso, le numéro et le titre de la partie.

- Ainsi pourrez-vous consulter sans difficulté votre ouvrage dans le sens habituel ou revenir en arrière en retrouvant facilement le nom et le numéro des parties précédentes.

- La numérotation

Un ouvrage qui doit être régulièrement développé, enrichi et mis à jour demande naturellement à être classé d'une manière simple, pratique et logique. La plus simple des méthodes de classement est le système normalisé international. C'est celui qui est utilisé ici. Cette numérotation reprend les principales divisions de l'ouvrage en partant de la plus générale qui est, par exemple, la partie : 7/3.5 qui signifie partie 7 « Toitures plates et inclinées » chapitre 3 « Élément porteur en maçonnerie » Section 5 « Toitures-terrasses accessibles ».

Chaque page comporte dans la partie supérieure l'indication du numéro et du chapitre.

*Exemple :*

Maisons à ossatures légères

3/2.2 page 1

Maisons à ossature bois

Partie 3 : Structures verticales légères

La pagination de chaque chapitre ou de chaque section ou sous-section est indépendante.

Ainsi, lorsque l'index alphabétique renvoie à 3/2.2, il vous suffit d'ouvrir l'ouvrage à la partie 3 indiquée sur l'onglet, puis de repérer la référence chiffrée figurant en haut et près du bord extérieur de chaque page.

Les dessins sont numérotés à l'aide, d'une lettre capitale (A - B - C, etc.) suivie d'un indice. A chaque chapitre 1 d'une partie correspond la lettre A. Au chapitre 2 la lettre B, etc.

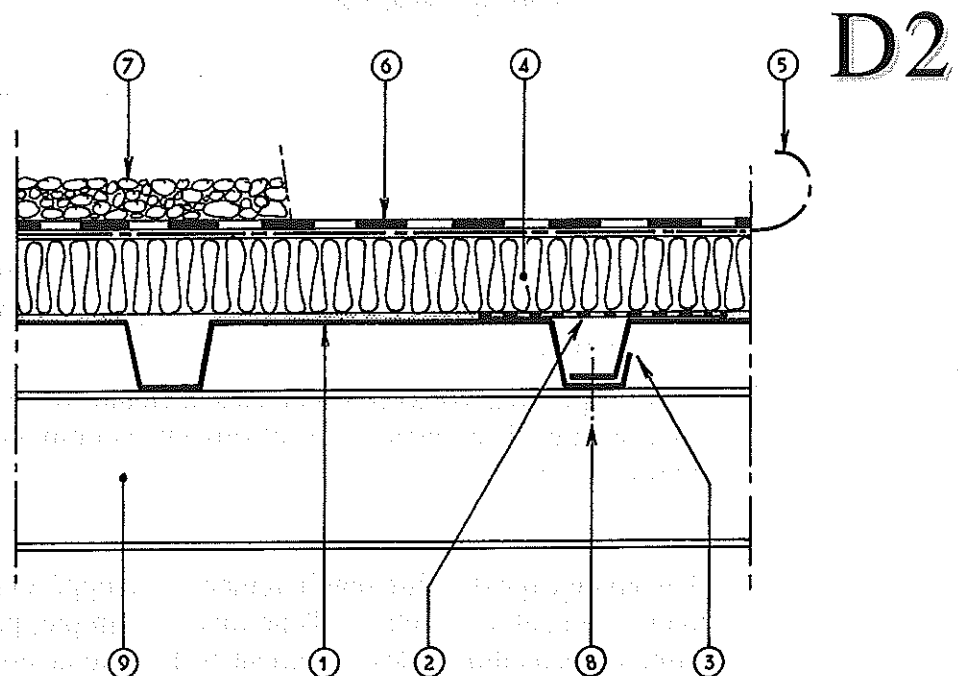
*Exemple :*

Elément porteur métallique

7/4.1

Généralités

Partie 7 : Toitures plates et inclinées : technique étanchéité



Dans la partie 7, la lettre D (4<sup>e</sup> lettre de l'alphabet) correspond au chapitre 4. L'indice 2 indique qu'il s'agit du 2<sup>e</sup> dessin de la série.

### VOS REMARQUES ET SUGGESTIONS

Toujours soucieux d'améliorer la qualité de nos services, nous vous remercions par avance de nous faire part de vos critiques et de vos remarques concernant l'utilisation de cet ouvrage.



# 0/2

## Table des matières générale

---

### 0/2.1

## Table des matières partie 1

---

### 1 Fondations, ouvrages en sous-sol

#### 1/0 Sommaire

#### 1/1 Informations générales

- 1/1.1 Présentation
- 1/1.2 Ouvrages visés
- 1/1.3 Codification technique
- 1/1.4 Matériaux utilisés
- 1/1.5 Principes - Dispositions constructives - Règles de calcul simplifiées
  - 1/1.5.1 Exposé des problèmes
  - 1/1.5.2 Données des problèmes
  - 1/1.5.3 Dispositions constructives

#### 1/2 Fondations superficielles

- 1/2.1 Types - Classement
- 1/2.2 Critères de choix
- 1/2.3 Semelles filantes
- 1/2.4 Semelles isolées carrées
- 1/2.5 Semelles isolées rectangulaires
- 1/2.6 Dallages extérieurs

- 1/3 Fondations par radiers et cuvelages**
  - 1/3.1 Définitions
  - 1/3.2 Cuvelages, radiers
- 1/4 Fondations profondes et semi-profondes**
  - 1/4.1 Définitions
- 1/5 Ouvrages de liaison (massifs, longrines, chaînages)**
  - 1/5.1 Définitions
- 1/6 Maçonneries enterrées**
  - 1/6.1 Généralités
  - 1/6.2 Règles générales (d'après DTU 20.1)
  - 1/6.3 Règles communes à toutes les maçonneries enterrées
    - 1/6.3.1 Maçonneries enterrées en petits éléments
    - 1/6.3.2 Maçonneries enterrées en béton banché
  - 1/6.4 Conception de la partie hors-sol des maçonneries de soubassement (d'après DTU 20.1)
  - 1/6.5 Conception de la partie enterrée des maçonneries de soubassement
  - 1/6.6 Exécution des maçonneries enterrées
    - 1/6.6.1 Généralités - Dispositions communes
    - 1/6.6.2 Parois et murs en maçonneries d'éléments
- 1/7 Dallages intérieurs**
  - 1/7.1 Généralités
  - 1/7.2 Dallages à l'usage d'habitation
  - 1/7.3 Dallages lourds pour usages industriels
  - 1/7.4 Dallages intérieurs enterrés (bâtiments d'habitation ou assimilés)
- 1/8 Ouvrages de soutènement**
  - 1/8.1 Généralités - Présentation
  - 1/8.2 Terminologie - Dimensionnement des murs courants
  - 1/8.3 Dispositions constructives des murs de soutènement
  - 1/8.4 Justifications de la stabilité d'un mur de soutènement
- 1/9 Ouvrages de drainage**
  - 1/9.1 Définitions
  - 1/9.2 Matériaux constitutifs
  - 1/9.3 Solutions types
  - 1/9.4 Dispositions relatives aux réseaux collectifs de drainage
  - 1/9.5 Exemples de situation

## 0/2.2

# Table des matières partie 2

---

## 2 Structures verticales massives

### 2/0 Sommaire

### 2/1 Dispositions générales relatives aux structures massives

- 2/1.1 Présentation
- 2/1.2 Classification – Domaine d'utilisation
  - 2/1.2.1 Classification basée sur la transmission des charges verticales jusqu'au niveau des fondations
  - 2/1.2.2 Domaine d'utilisation
  - 2/1.2.3 Cas particulier : structure mixte
  - 2/1.2.4 Autres classifications des structures massives
- 2/1.3 Codification technique
- 2/1.4 Classification des murs en maçonnerie dans leur fonction paroi
  - 2/1.4.1 Généralités
  - 2/1.4.2 Classification des murs selon la codification technique
  - 2/1.4.3 Le mur manteau – Nouvelle conception hygrothermique du mur dans sa fonction paroi
- 2/1.5 Matériaux utilisés
- 2/1.6 Exigences
- 2/1.7 Exigences hygrothermiques (développement). Exemples
- 2/1.8 Exigences acoustiques des maçonneries de structure
- 2/1.9 Choix du mur de façade en fonction de l'exposition à la pluie

### 2/2 Murs en pierres naturelles

- 2/2.1 Types, nature

### 2/3 Murs en briques de terre cuite

- 2/3.1 Types
- 2/3.2 Briques creuses
- 2/3.3 Blocs perforés
- 2/3.4 Briques pleines
- 2/3.5 Blocs spéciaux à isolation intégrée

### 2/4 Murs en blocs de béton de granulats courants

- 2/4.1 Types
- 2/4.2 Blocs pleins

- 2/4.3 Blocs creux
- 2/4.4 Blocs à isolation intégrée

...

## 2/6 Murs composites en maçonnerie

- 2/6.1 Dispositions générales

## 2/7 Murs doubles

- 2/7.1 Dispositions générales

## 2/8 Murs voiles en béton banché

- 2/8.1 Dispositions générales
- 2/8.2 Dispositions particulières
- 2/8.3 Critères de choix

# 0/2.3

## Table des matières partie 3

---

### 3 Structures verticales légères

#### 3/0 Sommaire

#### 3/1 Informations générales

- 3/1.1 Présentation
- 3/1.2 Domaine d'utilisation
- 3/1.3 Codification technique
- 3/1.4 Principes de construction
- 3/1.5 Exigences
- 3/1.6 Types de parois

#### 3/2 Maisons à ossatures légères

- 3/2.1 Généralités – Classement
- 3/2.2 Maisons à ossature bois
- 3/2.3 Maisons à ossature métallique
- 3/2.4 Ossatures complexes
- 3/2.5 Voiles porteurs

#### 3/3 Façades légères

- 3/3.1 Généralités – Présentation
- 3/3.2 Principes généraux de conception
- 3/3.3 Conception de la façade légère –  
Position par rapport à la structure

#### 3/4 Bardages métalliques

...

- 3/4.2 Principes généraux – Classification – Codification
- 3/4.3 Bardages « simple peau »
- 3/4.4 Bardages « double peau »
- 3/4.5 Panneaux sandwichs

...

- 3/4.7 Bardages rapportés

#### 3/5 Bardages en amiante-ciment

...

- 3/5.3 Bardages « simple peau »



## 0/2.4

## Table des matières partie 4

## 4 Structures horizontales (dalles-planchers)

## 4/0 Sommaire

## 4/1 Présentation - Informations générales

- 4/1.1 Présentation
- 4/1.2 Définitions - Terminologie
- 4/1.3 Exigences générales
- 4/1.4 Classification des planchers
- 4/1.5 Domaine d'utilisation
- 4/1.6 Historique sommaire
- 4/1.7 Codification technique
- 4/1.8 Organisation générale - Principes constructifs

## 4/2 Planchers à dalle pleine en béton armé (coulés en œuvre)

- 4/2.1 Généralités - Définition

## 4/3 Planchers avec prédalles (béton armé ou béton précontraint)

- 4/3.1 Définitions - Principes - Types

...

- 4/3.3 Dispositions communes

...

## 4/5 Planchers en bois

- 4/5.1 Définitions - Principes
- 4/5.2 Eléments constitutifs
  - 4/5.2.1 Eléments porteurs
  - 4/5.2.2 Appuis des planchers - Assemblages
  - 4/5.2.3 Eléments intercalaires ou de remplissage
  - 4/5.2.4 Sols et revêtements
- 4/5.3 Choix des matériaux
- 4/5.4 Organisation générale d'un plancher en bois
- 4/5.5 Dispositions pratiques
- 4/5.6 Codification technique des planchers en bois
- 4/5.7 Applications particulières
- 4/5.8 Problèmes posés par les planchers en bois
- 4/5.9 Améliorations des planchers en bois

**4/6 Planchers métalliques****4/6.1 Définitions - Principes****4/6.2 Éléments constitutifs****4/8 Ouvrages de liaison et d'appuis****4/8.1 Présentation****4/8.2 Chaînages horizontaux****4/8.3 Conditions d'appui des planchers sur les murs extérieurs****4/8.4 Dispositions courantes de liaison planchers-murs en fonction des types de murs**



# 0/2.5

## Table des matières partie 5

---

### 5 Escaliers – Ascenseurs – Monte-charges

#### 5/0 Sommaire

#### 5/1 Présentation – Informations générales

- 5/1.1 Présentation
- 5/1.2 Types d'ouvrages
- 5/1.3 Caractéristiques – Terminologie
- 5/1.4 Escaliers

#### 5/2 Escaliers droits (volées droites)

- 5/2.1 Classification générale
- 5/2.2 Escaliers à une volée droite
- 5/2.3 Escaliers à une volée droite et palier intermédiaire
- 5/2.4 Escaliers à une volée droite et plusieurs paliers intermédiaires
- 5/2.5 Escaliers de type courant
- 5/2.6 Escaliers à deux volées droites et retour sur palier
- 5/2.7 Autres types d'escaliers à volées droites
- 5/2.8 Détails (marches – garde-corps)

#### 5/3 Escaliers semi-circulaires

- 5/3.1 Généralités – Types
- 5/3.2 Principes de tracé
- 5/3.3 Méthodes de balancement

#### 5/4 Escaliers circulaires

- 5/4.1 Généralités – Types
- 5/4.2 Escaliers à marches préfabriquées sur noyau central

...

#### 5/7 Ouvrages associés

- 5/7.1 Généralités – Présentation
- 5/7.2 Garde-corps pour escaliers, paliers, rampes
- 5/7.3 Revêtements

**5/8 Ascenseurs – Monte-charges****5/8.1 Types d'appareils****5/8.2 Réglementation****5/8.3 Dimensions fonctionnelles****5/8.4 Type de traction des ascenseurs****5/8.5 Ascenseurs en bâtiments neufs à usage d'habitation****5/8.6 Ascenseurs en bâtiments autres qu'habitation****5/8.7 Monte-charges**

## 0/2.6

# Table des matières partie 6

---

## 6 Toitures à versants inclinés : technique couverture

### 6/0 Sommaire

#### 6/1 Présentation - Informations générales

- 6/1.1 Présentation
- 6/1.2 Principe des couvertures
- 6/1.3 Classement des couvertures
- 6/1.4 Codification technique
- 6/1.5 Actions – Sollicitations à prendre en compte
  - 6/1.5.1 Actions ne résultant pas des effets de la pesanteur
    - 6/1.5.1.1 Action du vent
    - 6/1.5.1.2 Action de la pluie
    - 6/1.5.1.3 Action combinée vent + pluie (action dite « concomitante »)
    - 6/1.5.1.4 Effets de la grêle
    - 6/1.5.1.5 Action de la neige seule sur les couvertures
    - 6/1.5.1.6 Action combinée vent + neige
  - 6/1.5.2 Effets de la température et des rayonnements
  - 6/1.5.3 Effets de l'environnement animal et végétal et des attaques biologiques
  - 6/1.5.4 Effets de l'environnement industriel et autres
  - 6/1.5.5 Action de l'homme
- 6/1.6 Dispositions particulières adaptées aux exigences

#### 6/2 Charpentes ou structures porteuses

- 6/2.1 Généralités
- 6/2.2 Classifications
- 6/2.3 Charpentes traditionnelles en bois massif

...

#### 6/4 Couvertures par petits éléments

- 6/4.1 Généralités - Principes
- 6/4.2 Couvertures en ardoise naturelle (ardoises de schiste)
  - 6/4.2.1 Généralités - Présentation

- 6/4.2.2 Définition et exigences des supports
- 6/4.2.3 Mise en œuvre des couvertures en ardoises de schiste -  
Prescriptions et dispositions générales
- 6/4.2.3.1 Systèmes de pose (rappel)
- 6/4.2.3.2 Pose classique à pureau entier

## **6/5 Couvertures par plaques**

...

- 6/5.3 Plaques ondulées en amiante-ciment

...

## **6/7 Détails - Éléments incorporés aux couvertures**

...

- 6/7.2 Fenêtres de toit

## 0/2.7

# Table des matières partie 7

---

## 7 Toitures plates et inclinées : technique étanchéité

### 7/0 Sommaire

### 7/1 Présentation – Rappels de base

- 7/1.1 Sommaire
- 7/1.2 Introduction – Présentation
- 7/1.3 Liste des exigences
- 7/1.4 Codification technique

### 7/2 Éléments de conception

- 7/2.1 Généralités – Définitions
- 7/2.2 Classification des toitures

### 7/3 Élément porteur en maçonnerie (béton armé – béton précontraint)

- 7/3.1 Généralités
- 7/3.2 Codification technique
- 7/3.3 Exigences spécifiques
- 7/3.4 Toitures-terrasses inaccessibles
  - 7/3.4.1 Généralités – Présentation
  - 7/3.4.2 Types de terrasses inaccessibles
  - 7/3.4.3 Terrasses inaccessibles : cas courants, dispositions principales
  - 7/3.4.4 Terrasses techniques ou à zones techniques
  - 7/3.4.5 Terrasses-jardins
  - 7/3.4.6 Dispositions particulières au climat de montagne
  - 7/3.4.7 Dispositions particulières pour climats tropicaux ou équatoriaux humides et tropicaux secs
- 7/3.5 Toitures-terrasses accessibles

### 7/4 Élément porteur métallique TAN

- 7/4.1 Généralités
- 7/4.2 Codification technique
- 7/4.3 Exigences générales des toitures à éléments porteurs en TAN avec revêtement d'étanchéité
- 7/4.4 Exigences particulières de la structure porteuse

## 7/4.5 Dispositions générales concernant la collecte et l'évacuation des eaux pluviales

### 7/5 Élément porteur bois et panneaux dérivés

#### 7/5.1 Généralités

#### 7/5.2 Codification technique

#### 7/5.3 Exigences spécifiques

#### 7/5.4 Toitures-terrasses inaccessibles

### 7/6 Autres éléments porteurs

#### 7/6.1 Généralités

#### 7/6.2 Béton cellulaire

### 7/7 Ouvrages particuliers

#### 7/7.1 Généralités

#### 7/7.2 Reliefs

### 7/8 Techniques particulières

#### 7/8.1 Généralités

#### 7/8.2 Nomenclature

#### 7/8.2.1 Toiture inversée

## 0/2.8

# Table des matières partie 8

---

## 8 Menuiseries – Vitrerie – Miroiterie

### 8/0 Sommaire

#### 8/1 Présentation – Informations générales

- 8/1.1 Présentation
- 8/1.2 Domaine d'utilisation
- 8/1.3 Classification
- 8/1.4 Codification technique

#### 8/2 Menuiseries extérieures

- 8/2.1 Généralités
- 8/2.2 Menuiseries bois
- 8/2.3 Menuiseries métalliques
- 8/2.4 Menuiseries mixtes (bois-aluminium)
- 8/2.5 Menuiseries plastiques

#### 8/3 Vitrerie – Miroiterie

- 8/3.1 Généralités

#### 8/4 Menuiseries intérieures

- 8/4.1 Généralités
- 8/4.2 Bâtis fixes ou huisseries
- 8/4.3 Ouvrants ou vantaux
- 8/4.4 Les boîtes aux lettres
  - 8/4.4.1 Bâtiments neufs
  - 8/4.4.2 Bâtiments anciens

Table des matières

Table des matières

Table des matières

Table des matières

Table des matières

Table des matières

Table des matières

Table des matières



## 0/2.9

# Table des matières partie 9

---

## 9 Gaines – Conduits – Canalisations

### 9/0 Sommaire

### 9/1 Présentation – Informations générales

- 9/1.1 Présentation
- 9/1.2 Informations générales
- 9/1.3 Ouvrages traités
- 9/1.4 Codification technique

### 9/2 Conduits de fumée et d'évacuation des gaz brûlés

- 9/2.1 Généralités – Présentation
- 9/2.2 Matériaux utilisés
- 9/2.3 Réglementation – Codification technique des conduits de fumée
  - 9/2.3.1 Généralités
  - 9/2.3.2 Réglementation
  - 9/2.3.3 Codification technique
  - 9/2.3.4 Combustibles utilisés dans les cheminées
- 9/2.4 Conception des conduits de fumée
- 9/2.5 Pathologie des conduits – Les erreurs à éviter

### 9/3 Conduits – Gaines de ventilation (gros œuvre)

- 9/3.1 Dispositions générales

### 9/4 Gaines – Vide-ordures (gros œuvre)

...

- 9/4.3 Raccordement au gros œuvre



## 0/2.10

# Table des matières partie 10

---

## 10 Ouvrages de partition (cloisons-plafonds)

### 10/0 Sommaire

#### 10/1 Présentation – Informations générales

- 10/1.1 Présentation
- 10/1.2 Ouvrages traités
- 10/1.3 Codification technique

#### 10/2 Cloisons de distribution

- 10/2.1 Cloisons de briques plâtrières
- 10/2.2 Cloisons en carreaux de plâtre
- 10/2.3 Cloisons sèches
- 10/2.4 Cloisons démontables
- 10/2.5 Cloisons mobiles, articulées et extensibles
- 10/2.6 Parois en briques de verre

#### 10/3 Cloisons de doublage

- 10/3.1 Doublages en briques plâtrières
- 10/3.2 Doublages en carreaux de plâtre
- 10/3.3 Doublages en plaques de plâtre

#### 10/4 Plafonds suspendus

- 10/4.1 Plafonds en terre cuite
- 10/4.2 Plafonds non visitables
- 10/4.3 Plafonds visitables en panneaux
- 10/4.4 Plafonds-écrans à lames et grilles
- 10/4.5 Plafonds tendus en PVC



## 0/2.11

# Table des matières partie 11

---

## 11 Revêtements horizontaux (sols)

### 11/0 Sommaire

#### 11/1 Présentation – Informations générales

- 11/1.1 Présentation
- 11/1.2 Classification des revêtements de sols
- 11/1.3 Codification technique
- 11/1.4 Principes de pose
- 11/1.5 Exigences



## 0/2.12

# Table des matières partie 12

---

## 12 Revêtements verticaux

### 12/0 Sommaire

#### 12/1 Présentation - Informations générales

- 12/1.1 Présentation
- 12/1.2 Classification - Terminologie
- 12/1.3 Codification technique

#### 12/2 Bardages rapportés sur ossature bois

- 12/2.1 Généralités
- 12/2.2 Règles générales de conception et de mise en œuvre
- 12/2.3 Définitions et exigences des constituants
- 12/2.4 Mise en œuvre des ossatures bois
  - 12/2.4.1 Généralités
  - 12/2.4.2 Pose des pattes
  - 12/2.4.3 Pose de l'isolant
  - 12/2.4.4 Pose des chevrons
  - 12/2.4.5 Aménagement de la lame d'air
  - 12/2.4.6 Pose de la bande de protection
  - 12/2.4.7 Pose des lisses

...

#### 12/5 Bardages rapportés par petits éléments et systèmes dérivés

- 12/5.1 Généralités
- 12/5.2 Exigences
- 12/5.3 Bardages rapportés par petits éléments
  - 12/5.3.1 Généralités - Principes
  - 12/5.3.2 Bardages rapportés en ardoise (ardoise naturelle dite ardoise de schiste)
  - 12/5.3.3 Bardages rapportés en ardoises d'amiante-ciment
  - 12/5.3.4 Bardages rapportés en bardeaux bitumés
  - 12/5.3.5 Bardages rapportés en éléments de terre cuite
  - 12/5.3.6 Bardages rapportés en bois
    - 12/5.3.6.1 Généralités
    - 12/5.3.6.2 Prescriptions relatives aux matériaux
    - 12/5.3.6.3 Exécution des ouvrages
    - 12/5.3.6.4 Dispositions diverses

**12/6 Bardages rapportés par grands éléments**

12/6.1 Généralités - Principes

12/6.2 Bardages par grands éléments plans - Technique traditionnelle sur ossature bois ou métal

12/6.3 Bardages par grands éléments non plans (plaques ondulées ou nervurées)

...

**12/8 Systèmes d'isolation thermique par l'extérieur**

12/8.1 Généralités

12/8.2 Exemples

**12/9 Revêtements intérieurs**

12/9.1 Présentation - Informations générales



# 0/2.13

## Table des matières partie 13

### 13 Formules de base – Abaques – Tableaux

#### 13/0 Sommaire – Présentation

##### Introduction

#### 13/1 Renseignements partie 1

- R1 Renseignements concernant le sol de fondation
- R1<sub>1</sub> Force portante des sols (valeurs forfaitaires)
- R1<sub>2</sub> Calculs des fondations superficielles
- ...
- R4 Calcul des semelles de fondations – Dispositions pratiques
- R4<sub>1</sub> Semelles continues sous murs, non armées transversalement (d'après le DTU 13.12)
- R4<sub>2</sub> Semelles continues non armées sous murs ou voiles
- R4<sub>3</sub> Semelles continues en béton armé (d'après le DTU 13.12)
- R4<sub>4</sub> Semelles carrées : exemples de calcul
- R4<sub>5</sub> Semelles rectangulaires : exemples de calcul
- ...
- A7<sub>1</sub> Abaques pour le calcul des dallages en béton
- R7<sub>2</sub> Règles de calcul des dallages industriels (selon règles BAEL 80)
- R7<sub>3</sub> Règles de calcul des dallages industriels (selon règles professionnelles)

#### 13/2 Renseignements partie 2

- A 2<sub>1</sub> Diagramme de Mollier : diagramme de l'air humide
- T 2<sub>0</sub> Unités en système SI
- T 2<sub>1</sub> Charges de calcul
- T 2<sub>2</sub> Tableaux de valeurs du coefficient  $\lambda$  de conductivité thermique des matériaux de construction
- T 2<sub>3</sub> Classification des locaux en fonction de leur hygrométrie

A = Abaque

C = Carte

F = Formule

R = Renseignement

T = Tableau

- T 2<sub>4</sub> Calculs concernant l'air humide (pour une pression barométrique de 760 mm Hg)
- T 2<sub>5</sub> Calcul des poutres droites à travées indépendantes

...

**13/6 Renseignements partie 6**

- C 6<sub>1</sub> Couverture : zones climatiques

**13/7 Renseignements partie 7**

- T 7<sub>1</sub> - T 7<sub>2</sub> Dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales

...

**13/13 Renseignements généraux**

- 13/13.1 Codification technique

**13/14 Notions fondamentales d'isolation thermique des bâtiments**

- 13/14.1 Généralités – Présentation
- 13/14.2 Théorie générale des échanges de chaleur
- 13/14.3 Analyse des phénomènes
- 13/14.4 Hygrothermique – Condensations
- 13/14.5 Réglementation thermique

**13/15 Notions fondamentales sur l'isolation acoustique des bâtiments**

- 13/15.1 Généralités – Présentation
- 13/15.1.1 Généralités
- 13/15.1.2 Les moyens de lutte contre le bruit (dans les constructions)
- 13/15.1.3 Généralités sur les phénomènes acoustiques

A = Abaque  
 C = Carte  
 F = Formule  
 R = Renseignement  
 T = Tableau

# 1/0

## Sommaire

---

### **1/1 Présentation - Informations générales**

- 1/1.1 Présentation
- 1/1.2 Ouvrages visés
- 1/1.3 Codification technique
- 1/1.4 Matériaux utilisés
- 1/1.5 Principes - Dispositions constructives - Règles de calcul simplifiées
  - 1/1.5.1 Exposé des problèmes
  - 1/1.5.2 Données des problèmes
  - 1/1.5.3 Dispositions constructives

### **1/2 Fondations superficielles**

- 1/2.1 Typés - Classement
- 1/2.2 Critères de choix
- 1/2.3 Semelles filantes
- 1/2.4 Semelles isolées carrées
- 1/2.5 Semelles isolées rectangulaires
- 1/2.6 Dallages extérieurs

### **1/3 Fondations par radiers et cuvelages**

- 1/3.1 Définitions
- 1/3.2 Cuvelages, radiers

### **1/4 Fondations profondes et semi-profondes**

- 1/4.1 Définitions

### **1/5 Ouvrages de liaison (massifs, longrines, chaînages)**

- 1/5.1 Définitions

### **1/6 Maçonneries enterrées**

- 1/6.1 Généralités
- 1/6.2 Règles générales (d'après DTU 20.1)
- 1/6.3 Règles communes à toutes les maçonneries enterrées
  - 1/6.3.1 Maçonneries enterrées en petits éléments
  - 1/6.3.2 Maçonneries enterrées en béton banché
- 1/6.4 Conception de la partie hors-sol des maçonneries de soubassement (d'après DTU 20.1)

1/6.5 Conception de la partie enterrée des maçonneries de soubassement

1/6.6 Exécution des maçonneries enterrées

1/6.6.1 Généralités - Dispositions communes

1/6.6.2 Parois et murs en maçonneries d'éléments

## 1/7 Dallages intérieurs

1/7.1 Généralités

1/7.2 Dallages à usage d'habitation

1/7.3 Dallages lourds pour usages industriels

1/7.4 Dallages intérieurs enterrés (bâtiments d'habitation ou assimilés)

## 1/8 Ouvrages de soutènement

1/8.1 Généralités - Présentation

1/8.1.1 Définitions et types de soutènement

1/8.1.2 Considérations générales d'exécution

1/8.1.3 Constitution du dossier technique et du dossier d'exécution

1/8.2 Terminologie - Dimensionnement des murs courants

1/8.3 Dispositions constructives des murs de soutènement

1/8.4 Justifications de la stabilité d'un mur de soutènement

## 1/9 Ouvrages de drainage

1/9.1 Définitions

1/9.2 Matériaux constitutifs

1/9.3 Solutions types

1/9.4 Dispositions relatives aux réseaux collectifs de drainage

1/9.5 Exemples de situation

# 1/1

## Informations générales

---

### 1/1.1

## Présentation

---

Il paraît logique de commencer le présent ouvrage par la base, c'est-à-dire par les fondations qui correspondent aux ouvrages ou parties de la construction qui reportent les charges ou sollicitations au « sol de fondation » ou ensemble des couches aptes à supporter sans déformations (tassement) ni rupture (effondrement) ces sollicitations.

Les ouvrages de fondations peuvent être superficiels ou profonds selon la situation des couches portantes et selon l'utilisation des parties enterrées (locaux en sous-sol).

Les habitations individuelles ne comportent souvent que des fondations superficielles avec un vide sanitaire (non accessible généralement) ou un sous-sol à usage de garage, caves ou locaux techniques (chaufferie, par exemple).

Les constructions d'immeubles en zone urbaine nécessitent souvent de nombreux sous-sols enterrés (3 et plus) pour permettre le garage des véhicules et les dispositions d'accès (rampes ou monte-voitures).

Les problèmes sont souvent complexes du fait :

- de bâtiments existants fondés moins profond ou différemment ;
- de la présence d'eau souterraine (nappes phréatiques).

En ce qui concerne les locaux enterrés, et selon leurs exigences d'utilisation, des problèmes spécifiques peuvent intervenir :

- isolation thermique des parois et ventilation des locaux ;
- étanchéité des parois, etc.

Ne seront traités ici que :

- les ouvrages de *bâtiment*, à l'exclusion des ouvrages de génie civil ;
- les ouvrages *neufs*, où la conception tenant compte des différentes exigences définies au programme de construction, peut intervenir au niveau du projet.

Les différents problèmes qui peuvent se poser pour chaque cas de figure, seront rappelés sommairement.

Les indications qui figurent dans les différentes fiches ne constituent que des dispositions-types permettant de « dégrossir » les problèmes de construction et de pré-dimensionner les ouvrages.

Elles ne peuvent dispenser le projeteur d'une étude spécialisée faisant appel :

- aux renseignements de base fournis par une « reconnaissance de sol » approfondie (sondages - essais) ;
- à une étude de structure fournissant les sollicitations à transmettre au sol de fondation.

Toute improvisation ou exploitation « non concertée » des éléments donnés par les fiches suivantes pourrait conduire à des désordres ou sinistres graves et difficiles à traiter au niveau des réparations<sup>1)</sup>.

1) Cf. ouvrage WEKA : *Les désordres dans les ouvrages de bâtiment. De la prévention des vices à la résolution des litiges.*

## 1/1.2

# Ouvrages visés

---

Les fiches de détails de construction traitent des ouvrages suivants classés en fonction de leur situation et rôle dans la construction.

### 1. Fondations

Elles se divisent en deux catégories principales :

- fondations superficielles (voir 1/2) ;
- fondations profondes (voir 1/4).

Une catégorie traitée séparément peut à la fois se rattacher aux fondations superficielles et aux fondations profondes : les *radiers*. Ceux-ci sont à traiter en cuvelage avec des règles spécifiques s'ils sont placés dans une nappe phréatique où ils subissent l'effet des sous-pressions et pressions extérieures (voir 1/3).

### 2. Ouvrages enterrés

Ces ouvrages correspondent aux murs ou voiles périmétriques extérieurs (en contact avec le sol) et aux murs ou voiles de refends intérieurs ainsi qu'aux poteaux ou piles de structure.

Le rôle de ces ouvrages consiste à transmettre les sollicitations de la structure aux fondations.

Pour les ouvrages en contact avec l'extérieur, ils jouent le rôle de soutènement des terres et doivent résister à la poussée hydrostatique d'une nappe phréatique éventuelle.

### 3. Cuvelages

Ces ouvrages sont placés dans une nappe phréatique. Ils comportent des ouvrages de fondation :

- radier fondé directement sur le sol ;
- radier fondé sur massifs et pieux ;

et des ouvrages étanches à l'eau (nappe phréatique extérieure).

### 4. Dallages

Il s'agit principalement des ouvrages plans horizontaux posés directement sur le sol et destinés à constituer des aires de circulation, travail, stockage, etc.

Ces ouvrages sont rattachés aux fondations et peuvent dans certains cas (maisons individuelles) constituer les fondations de certains types de constructions légères ou traditionnelles.

### **5. Ouvrages de drainage**

Ces ouvrages traités dans la partie 1 sont des ouvrages enterrés, disposés en périmétrie des murs ou voiles. Ils sont destinés à canaliser les eaux d'infiltrations afin d'éviter qu'elles s'accumulent contre les ouvrages enterrés et qu'elles risquent de pénétrer à l'intérieur des locaux.



## 1/1.3

# Codification technique

---

### 1. Généralités

Chaque type ou nature d'ouvrage fait l'objet de règles techniques ou « règles de l'art » codifiées par des textes. La plupart de ces textes visent la mise en œuvre des ouvrages (Cahier des charges d'exécution, Cahier des clauses techniques ou CCT). D'autres sont des « règles de calcul ». On distingue deux types d'ouvrages.

#### *a) Les ouvrages de « technique courante » (ou traditionnels)*

Les règles de l'art correspondent à des DTU (Documents techniques unifiés). Ces documents deviennent, avec la normalisation européenne, des normes (série P).

Les règles de calcul sont également des documents DTU.

#### *b) Les ouvrages de « technique non courante » (souvent désignés par techniques nouvelles)*

La procédure actuelle est celle de l'Atec (Avis technique) qui a succédé à celle de l'Agrément (arrêté du 2 décembre 1969). Les avis techniques sont formulés par une commission technique spécialisée regroupant des experts et représentants d'une activité du bâtiment (groupe spécialisé).

Ces avis sont délivrés pour une durée de 3 à 5 ans, renouvelables après réexamen du dossier.

Par ailleurs, pour le domaine « traditionnel », les matériaux font l'objet de normes NF qui définissent leurs caractéristiques, tolérances et performances minimales. Pour chaque partie de l'ouvrage « Détails de construction », il sera fait référence aux documents normatifs codifiés (normes - DTU).

En ce qui concerne les Atec, certains procédés ou techniques seront cités mais l'actualisation de tous les Atec paraissant chaque année, dans des domaines divers (14 groupes spécialisés), n'est pas possible au niveau de la présente publication.

## 2. Fondations superficielles

### a) Les travaux de fondations superficielles

Ils sont définis par le DTU 13.11 (P 11-211) (mars 1988) comportant :

- un Cahier des clauses techniques (CCT) ;
- un Cahier des clauses spéciales (CCS).

### b) Les règles de calcul

Elles sont celles du BAEL 91 (P 18-702) « Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites ».

### c) Textes associés

- DTU 11.1 (P 94-201) « Sondage des sols de fondation » (décembre 1968) comportant :

- un cahier des charges ;
- un cahier des clauses spéciales ;
- un mémento.

- DTU 12 (P 11-201) « Terrassement pour le bâtiment » (juin 1964) comportant :

- un cahier des charges ;
- un cahier des clauses spéciales ;
- un mémento.

- DTU 21 (P 18-201) « Exécution des travaux en béton » (septembre 1984) + Additif (janvier 1987).

Cahier des clauses techniques.

### d) Normes NF

Série P 15-000 : pour les liants.

Série P 18-000 : pour les granulats et bétons.

## 3. Fondations profondes

### a) Les travaux de fondations profondes

Ils sont définis par :

- le DTU 13.2 (P 11-212) (septembre 1992)
  - + Cahier des clauses spéciales (juin 1978)
  - + Commentaire CCS (septembre 1982).

### b) Règles de calcul

BAEL 91 (Cf. Fondations superficielles).

*c) Textes associés*

Cf. Fondations superficielles.

*d) Normes NF*

Cf. Fondations superficielles.

**4. Cuvelages***a) Les travaux de cuvelage*

Ils sont définis par le DTU 14. 1 (P 11-221) (octobre 1987). Il comporte un CCT (Cahier des clauses techniques).

*b) Règles de calcul*

BAEL 91.

*c) Textes associés*

Cf. Fondations superficielles.

*d) Normes*

Cf. Fondations superficielles.

*e) Autres textes à consulter*

DTU série 43 pour matériaux d'étanchéité normalisés.

Normes série P 84-300.

**5. Ouvrages de drainage**

Les travaux de drainage sont définis par :

- le DTU 20.1 : « Parois et murs en maçonnerie de petits éléments ». (P 10-202) (septembre 1985) dans l'annexe : « Règles de calcul et dispositions constructives minimales » ;
- les normes NF : série P 98-000 (chaussées et routes).

**6. Dallages**

Actuellement il n'existe pas de DTU pour ce type d'ouvrage.

Par contre, les instances professionnelles ont publié en mars-avril 1990 des règles professionnelles « travaux de dallage » qui ont valeur de DTU<sup>1)</sup>.

1) Publication UNM/SNBATI (Union nationale de la maçonnerie, Syndicat national du béton armé et techniques industrialisées).

## 7. Murs ou voiles enterrés

Les travaux des ouvrages verticaux enterrés relèvent :

*a) du DTU 20.1 (P 10-202) (septembre 1985)*

Pour les parois et murs en maçonnerie de petits éléments comprenant :

- un cahier des clauses techniques ;
- des règles de calcul et dispositions constructives minimales ;
- un guide de choix des types de murs.

*b) du DTU 23.1 (P 18-210) (janvier-février 1990)*

Murs en béton banché comprenant :

- un cahier des clauses techniques ;
- un guide de choix des types de murs (façade) en fonction du site.

*c) de normes NF*

Série P 13-000 – Produits céramique (terre cuite).

Série P 14-000 – Agglomérés (blocs).

Série P 15-000 – Liants.

Série P 18-000 – Bétons - Granulats.

## 8. Murs de soutènement indépendants

Cette catégorie d'ouvrage a été rattachée à la Partie 1 car elle correspond à des ouvrages subissant, comme les parois verticales, les mêmes sollicitations dues à la poussée des terres et pour lesquels les conditions de stabilité et de conception sont fondamentales.

Bien que ce type d'ouvrage soit répandu et considéré comme relevant de techniques traditionnelles, il n'existe, à l'heure actuelle, aucun texte codifié permettant de concevoir et de réaliser un ouvrage stable. Toutefois, dans l'attente d'un hypothétique DTU 13.3, un *Guide pour l'étude et la réalisation des soutènements* a été publié en septembre 1981 par les Editions SEDIMA, 9 rue La Pérouse, 75784 Paris Cedex 16. Les éléments qui seront donnés en Partie 1/1.8 « Ouvrages de soutènement » doivent permettre de combler cette lacune.

Tous ces ouvrages sont considérés comme indépendants des ouvrages voisins au point de vue de leur stabilité (ouvrages autostables).

## 1/1.4

# Matériaux utilisés

---

### 1. Ouvrages de fondations

Les matériaux utilisés pour ce type d'ouvrage sont des gros bétons non armés à dosage réduit pour blocage, couches de propreté, et du béton armé pour les ouvrages proprement dits :

- semelles, longrines, massifs, chaînages, etc. ;
- pieux (armés en totalité ou en partie) ;
- parois moulées (idem).

### 2. Ouvrages de cuvelage

Ces ouvrages sont réalisés uniquement en béton armé.

Les ouvrages complémentaires permettant de réaliser un ouvrage résistant à la pénétration d'eau sous pression relèvent de deux techniques différentes.

#### *a) Revêtements d'imperméabilisation intérieurs*

Ils sont à base de liants hydrauliques, ou à base de résines polymérisables.

#### *b) Revêtements d'étanchéité extérieurs*

Ils sont à base bitumineuse, ou à base synthétique (membranes).

### 3. Ouvrages de drainage

#### *a) Technique courante ou traditionnelle*

Drain constitué de cailloux ou granulats de différentes grosseurs.

Drain poterie ou éléments spéciaux.

#### *b) Technique moderne ou évoluée*

Élément filtrant comprenant gros éléments en cailloux et géotextile enveloppant (non-tissé synthétique).

Plaques drainantes préfabriquées synthétiques, pouvant assurer une protection mécanique des revêtements d'étanchéité appliqués sur maçonnerie.

Drains spéciaux synthétiques (PVC - Polyéthylène...).

#### 4. Ouvrages verticaux (murs, voiles)

Deux techniques sont utilisées :

- murs en maçonnerie d'éléments (moellons, blocs manufacturés, briques de terre cuite, etc.) ;
- voiles banchés armés en béton.

#### 5. Ouvrages de soutènement

On distingue :

- les murs massifs en maçonnerie d'éléments non armés généralement associés à une semelle de fondation en béton armé ;
- les ouvrages en béton armé constitués essentiellement d'un voile vertical et d'une semelle de fondation ;
- les ouvrages mixtes constitués d'un mur en éléments spéciaux ou blocs de béton de granulats courants et d'une semelle en béton armé.

D'autres systèmes à base de métal (palplanches) ou bois (pieux jointifs) peuvent également être utilisés.

Des ouvrages par éléments préfabriqués en béton armé, en béton ou en terre cuite, sont arrivés récemment sur le marché. Leur utilisation est délicate et nécessite généralement une étude préalable.

Des techniques basées sur le principe de la « terre armée », utilisant différents types de matériaux (géotextiles, tirants métalliques, parements béton ou métal), ont donné lieu à des réalisations importantes.

# 1/1.5

## Principes – Dispositions constructives – Règles de calcul simplifiées

---

Les différentes dispositions de la partie 1 traitant des ouvrages de fondations et des ouvrages enterrés (sous-sols) reprennent les principes de construction et les dispositions constructives correspondant aux « règles de l'art ».

Des éléments simplifiés permettant un prédimensionnement de ce type d'ouvrage sont donnés dans les cas courants pour l'établissement de l'avant-projet.

Dans tous les cas, ces éléments doivent être repris au niveau du projet d'exécution :

- en fonction de l'étude d'ensemble de la structure ;
- en utilisant les données fournies par l'étude géotechnique.

### I – ETUDE D'ENSEMBLE DE LA STRUCTURE

Les éléments nécessaires à l'étude du projet de fondation correspondent à la définition de la structure du bâtiment ou de la construction projetée qui transmet les charges verticales principalement et les autres sollicitations (effet du vent, poussées latérales, etc.) au sol de fondation.

La connaissance de ces sollicitations résulte de l'étude statique de la structure et plus simplement d'une opération explicitée en partie 13, appelée « *Descente des charges* ».

Les charges verticales transmises au sol doivent donc être connues au niveau des fondations, dans les cas les plus défavorables de chargement ou de sollicitations (effet de forces horizontales ou obliques, moments de renversement).

### II – ETUDE DU PROJET DE FONDATION

Le sol de fondation constituant l'assise de la construction doit être connu. L'opération « reconnaissance du sol » est nécessaire dans tous les cas, même pour des constructions légères.

Un sol de fondation est rarement homogène en surface et en profondeur. La définition et la connaissance des caractéristiques physiques et mécaniques des différentes couches portantes sont nécessaires pour l'établissement du projet de fondation et en particulier le mode de fondation superficiel ou profond et le dimensionnement des ouvrages proprement dits.

Des éléments concernant :

- la reconnaissance des sols de fondation,
  - les données relatives à la force portante des sols,
  - les calculs de dimensionnement des ouvrages de fondation,
- figurent en partie 13/1.

### **III – APPLICATION DES RÈGLES PARASISMIQUES <sup>1)</sup> AUX OUVRAGES DE FONDATION**

#### **A. Généralités**

La loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à la prévention des risques naturels majeurs impose l'application de règles parasismiques aux ouvrages et installations à réaliser dans les régions sujettes à séismes.

Actuellement, les règles PS 69, qui ont valeur de DTU, ne peuvent résoudre tous les cas de figure. Dans certains cas, elles peuvent être inadaptées.

En page 12 de ce chapitre, il est question des règles simplifiées applicables aux maisons individuelles et bâtiments assimilés ne nécessitant pas de développement de calculs (dispositions constructives). Elles présentent l'avantage, sous forme d'un DTU, de règles simples, récentes et faciles d'application. Le cas général des constructions nécessite des règles techniques mieux adaptées. Actuellement, les « Recommandations AFPS <sup>2)</sup> 90 » sont plus actualisées que les règles PS 69 toujours en vigueur.

#### **B. Recommandations des PS 69 sur l'élaboration des avant-projets**

##### **1. Le parti d'ensemble**

Avantage des conceptions simples, formes aussi régulières que possible en plan et en volume pour la distribution des masses.

##### *a) Formes en plan*

- Respecter la symétrie autant que possible. Les dissymétries importantes amplifient les oscillations de torsion susceptibles de se produire sous l'effet des secousses sismiques.

1) Règles 1969 – Publication octobre 1970 – Addenda 1982.

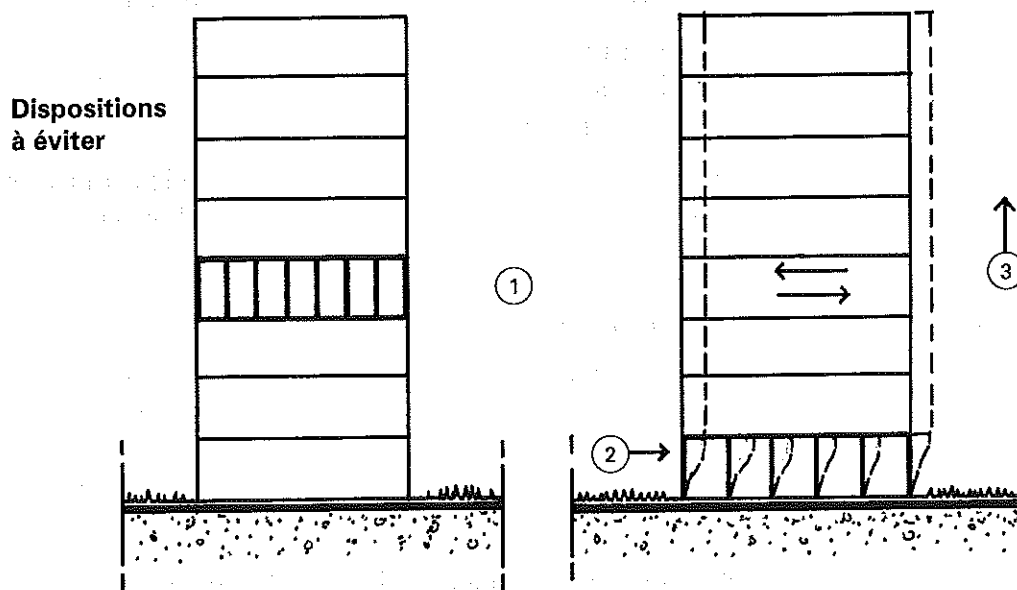
2) AFPS : Association française du génie parasismique.



- Les formes globales en T, L ou U sont à éviter. En effet, dans ce cas, lors des oscillations, les différentes parties de bâtiment, par leur solidarisation, développent des sollicitations dynamiques importantes et mobilisent des efforts internes dangereux. La solution consiste, lorsqu'il n'est pas possible d'éviter ces formes, à décomposer la structure en unités simples à l'aide de joints verticaux.
- Pour les bâtiments de grande hauteur, les oscillations autour des joints pouvant se répercuter sur les blocs voisins exigent des joints de largeur prohibitive.

### b) Distribution des masses en hauteur

- Le centre de gravité doit se trouver le plus bas possible. Les niveaux lourds sont à prévoir en partie basse.
- Eviter les niveaux ajourés ainsi que les constructions avec niveaux bas « transparents ».



- ① Etage « ajouré » nécessitant des renforcements importants des poteaux de structure
- ② Rez-de-chaussée ajouré exigeant des renforcements par portiques et présentant des risques d'oscillation dangereux
- ③ Centre de gravité remonté

### c) Découpage par joints

La position des joints de fractionnement de la structure doit être déterminée dès l'avant-projet. Les joints doivent être plans et francs. Les bâtiments trop longs doivent être recoupés par ces types de joints. Les dispositions constructives résultantes sont à étudier (cas des canalisations d'évacuation traversant les joints). Certaines dispositions conduisent à des impossibilités.

## 2. Les fondations

Les dispositions relatives aux fondations ont une incidence importante sur la tenue des ouvrages en cas de séisme.

### *a) Choix du sol d'assise*

Les fondations sur rocher présentent peu de risques vis-à-vis des secousses sismiques.

En revanche, tous les terrains meubles sont sensibles à ces actions. Ceci tient à l'amplitude des mouvements du sol en terrain meuble et aux déformations que peuvent subir les fondations au cours des mouvements.

Le choix du sol d'assise devra donc retenir : les terrains compacts, non fracturés ; on évitera les éboulis, alluvions récentes, les sols imprégnés d'eau (nappes phréatiques), les sols à indice des vides élevé.

Lorsque le choix du terrain est imposé, une reconnaissance détaillée est nécessaire en profondeur et portant sur les caractéristiques physiques des couches.

Tous les terrains tels que vases, argiles fluantes, dont les propriétés peuvent être modifiées par les vibrations (thixotropie) d'origine sismique, sont à éviter (risque de liquéfaction).

En tout état de cause, les fondations profondes sont préférables aux fondations superficielles, mais les pieux utilisés devront être armés sur toute leur longueur.

### *b) Liaisons au niveau des fondations et de la superstructure*

Les liaisons dépendent de la conception d'ensemble de la structure et des contreventements destinés à rigidifier l'ensemble.

### *c) Raccordements entre réseau des canalisations intérieures et réseau des canalisations extérieures*

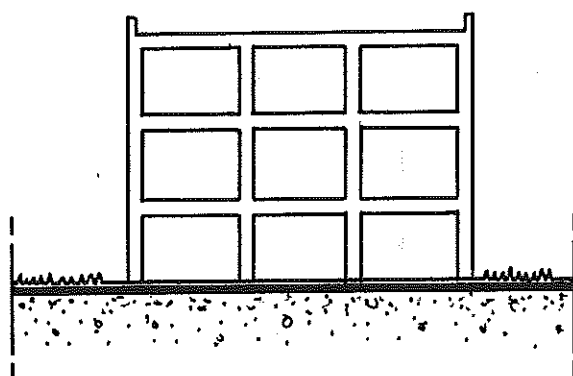
Ce point est d'importance capitale du fait qu'en cas de séisme, les ruptures de canalisations de gaz sont souvent à l'origine d'incendies. Les ruptures de canalisations d'eau empêchent alors de combattre les incendies déclarés. Une étude spécifique est nécessaire.

## 3. Les structures

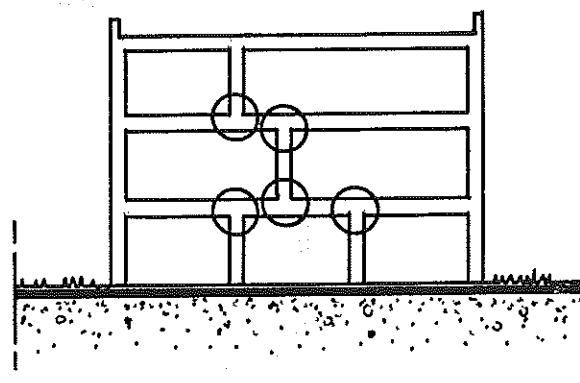
Les éléments qui suivent seront repris en partie 2. Les points principaux sont résumés ci-après.

### *a) Conceptions simples*

Donner la préférence à des structures à mailles régulières non susceptibles de torsion et éviter les reports de charges ;



Disposition favorable



Disposition défavorable

### b) Porte-à-faux

Ils sont :

- tolérés s'ils sont de faible importance ou faiblement chargés ;
- à proscrire à cause des dissymétries qu'ils engendrent (composantes verticales) ;
- très dangereux s'ils sont lourdement chargés (cas des planchers industriels).

### c) Contreventement

Élément essentiel de la protection parasismique, à prévoir dès le début de l'étude en tant que nature et emplacement.

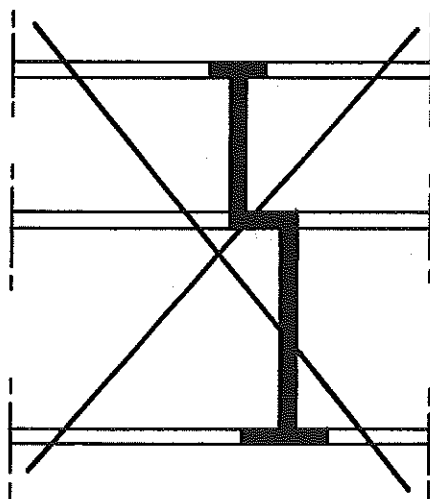
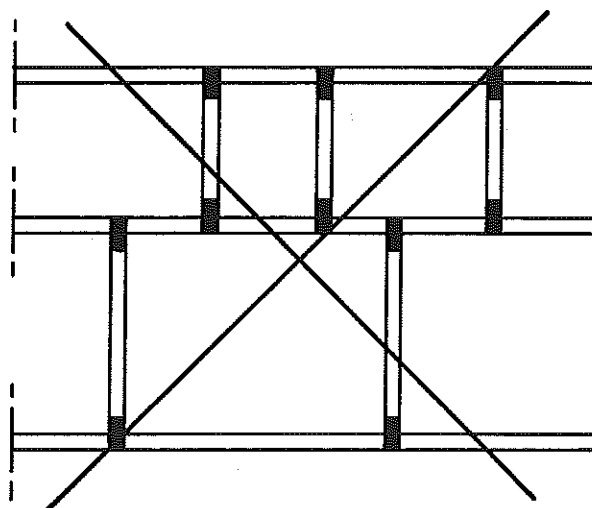
- *Contreventement longitudinal* : contrairement à ce qui se produit pour les effets du vent sur une construction qui interviennent dans le sens transversal, les secousses sismiques présentent la même importance sur les structures vis-à-vis du contreventement transversal.

Dans le cas d'immeubles hauts et élancés pour lesquels le contreventement transversal est déterminé en fonction des effets du vent, le contreventement longitudinal est généralement insuffisant vis-à-vis des séismes.

- Eviter les *contreventements dissymétriques* qui engendrent des oscillations de torsion.

- Les *contreventements plans* sont préférables, plus rationnels et plus économiques car ils évitent les sollicitations parasites ou les renforcements coûteux.

Les contreventements à l'aide de poutres et poteaux décalés sont très défavorables pour équilibrer les efforts de torsion.

**Dispositions à éviter****Contreventements plans****Contreventements par ossature (poteaux + poutres)**

- Le *choix du système* de contreventement doit résulter d'une étude spécifique.
- Les *contreventements par ossature* présentent l'avantage d'une meilleure souplesse, ce qui les rend moins sensibles aux sollicitations d'origine sismique. En revanche, cette souplesse constitue un grave inconvénient pour les remplissages plus vulnérables du fait de la déformabilité de l'ensemble.
- Les *contreventements par voiles* sont, du fait de leur raideur, soumis à des efforts sismiques plus importants que ceux subis par les ossatures.

**d) Incidence des conditions de fondation**

- 1<sup>er</sup> cas : sols rocheux :

Ce type de sol transmet intégralement toute la gamme des fréquences communiquées par les secousses d'origine sismique et en particulier les composantes de haute fréquence (4 à 10 Hertz) qui sont préjudiciables à la tenue des éléments de grande raideur (voiles par exemple).

Sur ce type de sol, il est donc préférable de choisir une structure par ossature avec remplissages plutôt qu'un contreventement par voiles ou murs de maçonnerie.

- 2<sup>e</sup> cas : sols meubles en formations importantes :

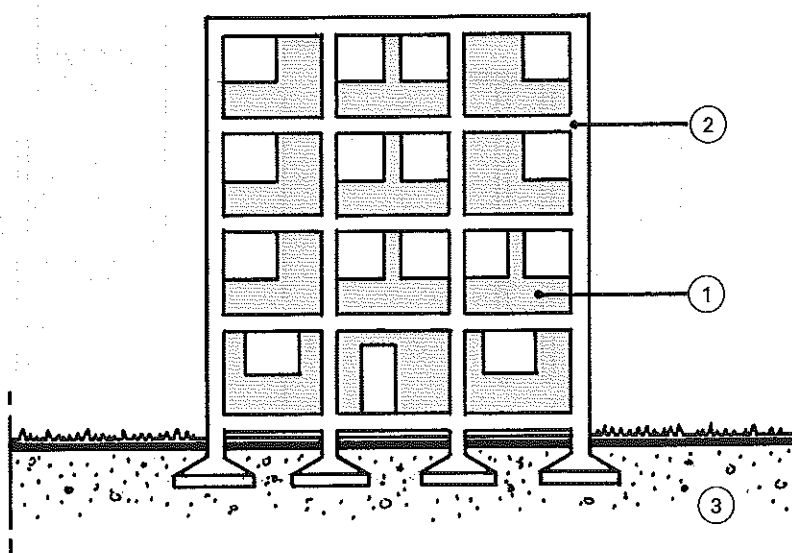
Ce type de sol jouant le rôle de filtre laisse passer les basses fréquences et amortit partiellement les composantes de haute fréquence. Sur ce type de sol, il est possible de choisir des superstructures rigides afin de parer à d'éventuels déplacements relatifs en fondation.

Le contreventement par voiles est particulièrement indiqué, notamment dans le cas de :

- fondations sur pieux flottants ;
- fondations sur des pieux traversant une grande profondeur de mauvais terrains (frottements négatifs) ;
- bâtiments fondés sur radier général sur sol peu consistant et susceptibles de basculer par suite de déformations d'ensemble.

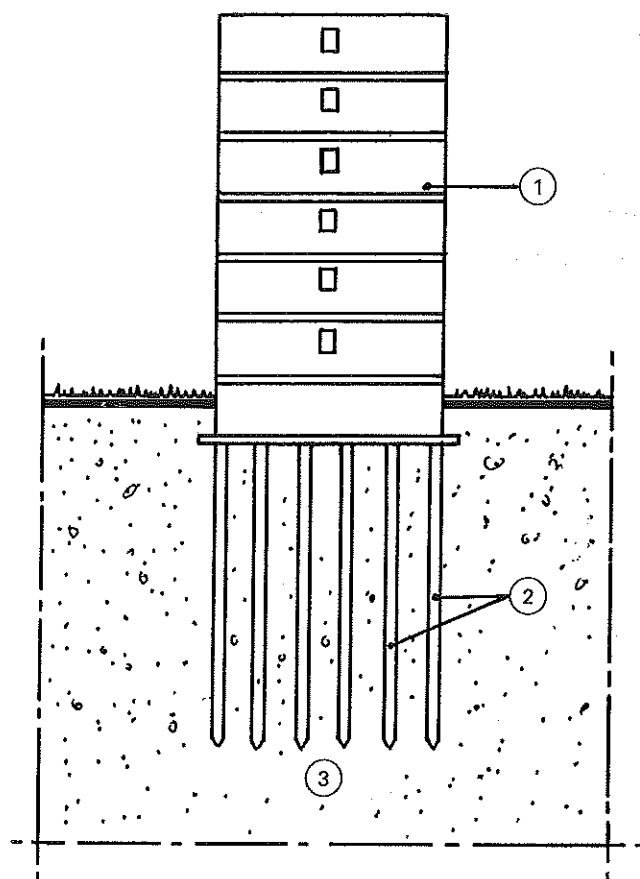
Dispositions favorables vis-à-vis du risque sismique :

- 1<sup>er</sup> cas : sols rocheux :

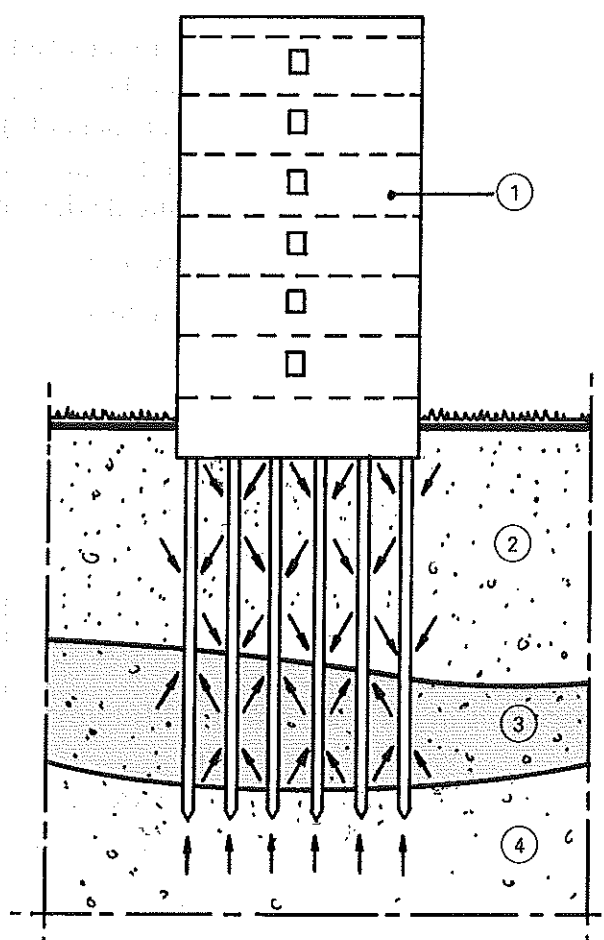


- ① Ossature (poteaux – poutres) en béton armé
- ② Remplissage maçonnerie (fissurations possibles en cas de séismes de forte intensité)
- ③ Sol rocheux

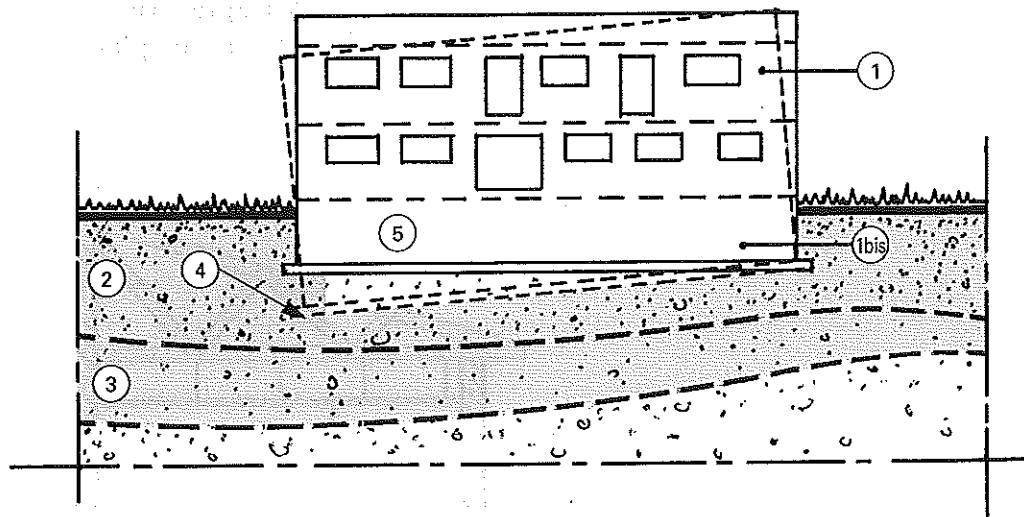
– 2<sup>e</sup> cas : sols meubles :



- ① Structure par voiles transversaux porteurs (contreventements rigides)
- ② Fondations par pieux flottants (équilibrés par frottement)
- ③ Exemple : masse argileuse d'épaisseur indéfinie



- ① Structure par voiles transversaux porteurs (contreventements rigides)
- ② Couche de terrain (remblais récents) développant des frottements négatifs
- ③ Couche de terrain meuble développant des frottements  $> 0$
- ④ Couche d'assise et d'encastrement des pieux (résistance en pointe)



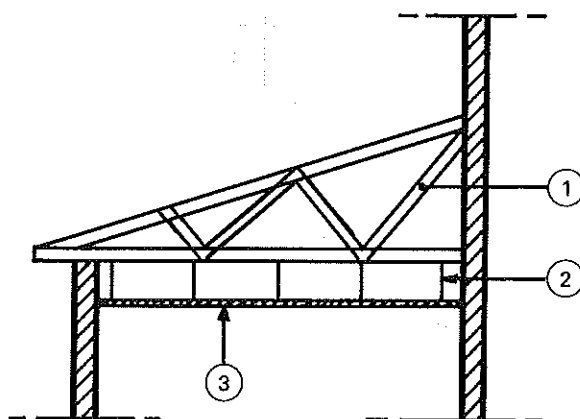
- ① Structure rigide par voiles porteurs
- ①bis Infrastructure formant « caisse » rigide
- ② Couches de faible portance
- ③ Couches de faible portance
- ④ Fondation par radier général
- ⑤ Déplacement d'ensemble par tassement différentiel de faible amplitude suite à un effet sismique

*e) Ouvrages ou types d'ouvrages à éviter vis-à-vis du risque sismique*

– Plancher nervuré en béton armé sans dalle de compression :

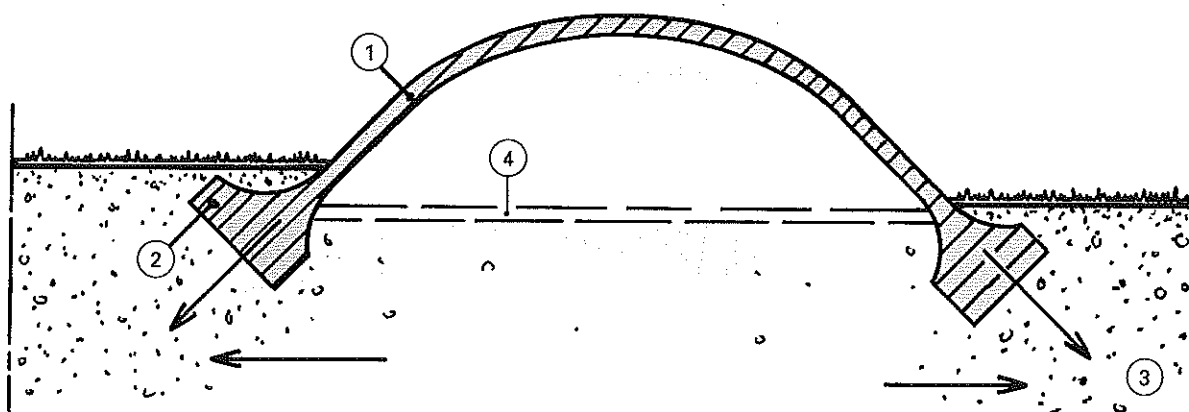


- Plafonds composés de matériaux fragiles (exemple : plaquettes de terre cuite) ou peu résistants (exemple : plaques de plâtre) :



- ① Charpente
- ② Suspentes
- ③ Plafond suspendu en plaques de plâtre

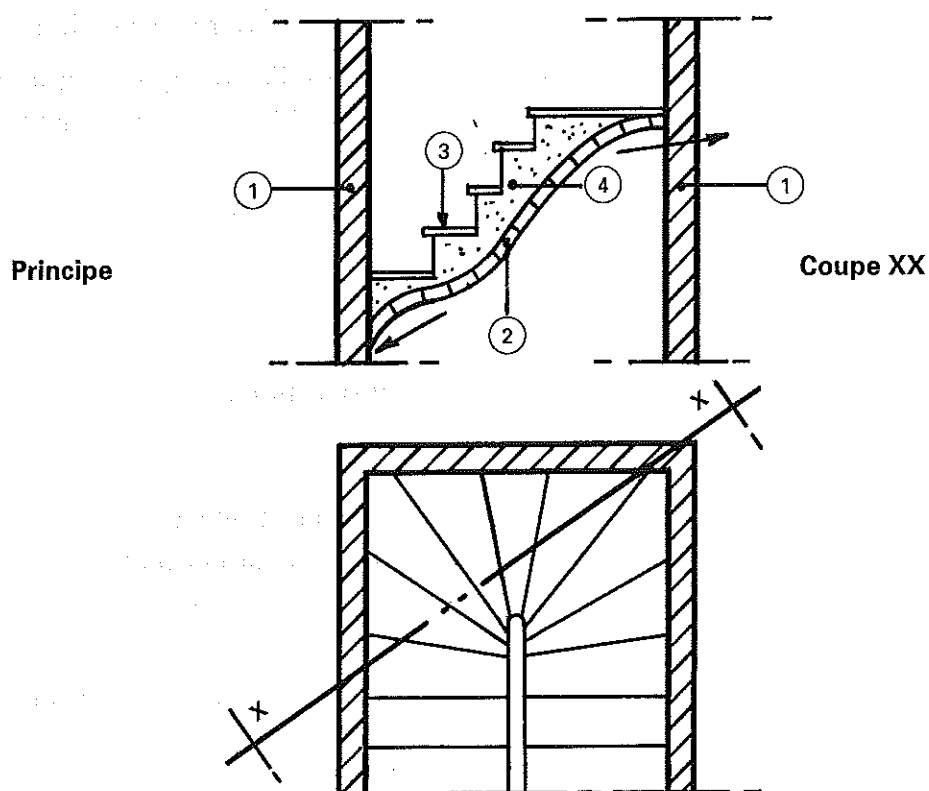
- Voûtes sans tirant utilisant seulement la butée du terrain :



- ① Voûte sans tirant
- ② Massif de butée reprenant les poussées de la voûte
- ③ Déplacement des massifs (non retenus par un tirant)
- ④ Dallage



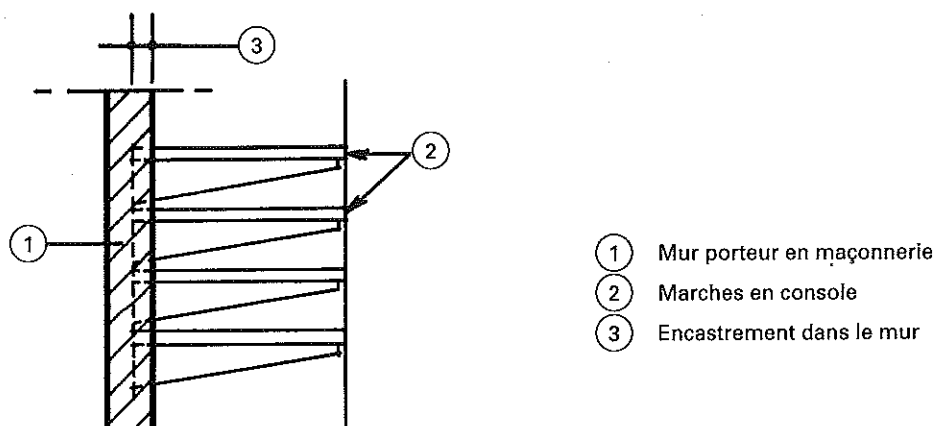
## – Escaliers en « voûtes sarrasines » :



- ① Mur de cage assurant les butées ou appuis pour les poussées de voûtes multiples
- ② Voûte mince gauche constituée d'éléments de terre cuite hourdées au plâtre
- ③ Marches balancées
- ④ Recharges

Ce type d'ouvrage trop sensible aux effets de déplacement ou déformation de murs ou voiles verticaux formant appuis-butées conduit à des effondrements en cas de secousses sismiques, rendant impossible l'évacuation des personnes.

## – Escaliers avec marches en consoles prises dans une maçonnerie :



- ① Mur porteur en maçonnerie
- ② Marches en console
- ③ Encastrement dans le mur

Ce type d'ouvrage soumis à des secousses sismiques pourra subir de très graves désordres du fait de la rupture des encastrement des marches en console, rendant inutilisable l'escalier pour l'évacuation des personnes.

– Eviter d'utiliser des matériaux fragiles (exemple : grandes glaces incorporées dans des bâtis déformables qui éclateront en projetant des débris dangereux).

#### **4. Application des règles PS MI 89 (règles parasismiques aux maisons individuelles et bâtiments assimilés) – Principes généraux**

##### *a) Généralités*

Le bon comportement d'une construction lors d'une secousse sismique dépend de plusieurs facteurs, les principaux étant liés :

- à la nature géologique du site ;
- à l'implantation de la construction sur le site ;
- à l'organisation d'ensemble de la construction ;
- aux dispositions constructives ;
- à la bonne exécution des travaux.

Les trois premiers points sont traités ci-après avec les ouvrages de fondation, du fait que la structure transmet les sollicitations au sol de fondation subissant directement les effets des ondes sismiques.

##### *b) Nature géologique du site*

Les sols de faible capacité porteuse ou à caractéristiques physiques très faibles (vases, tourbes, etc.) ou susceptibles de variations très importantes (liquéfaction, etc.), sont à écarter ou doivent faire l'objet d'une étude particulière.

La consultation des Plans d'exposition au risque sismique (PERS), de cartes géologiques annexées au Plan d'occupation des sols (POS), des cartes ZER-MOS, ou l'étude de constructions voisines tenant compte du risque sismique, peuvent fournir les renseignements nécessaires.

##### *c) Implantation de la construction sur le site*

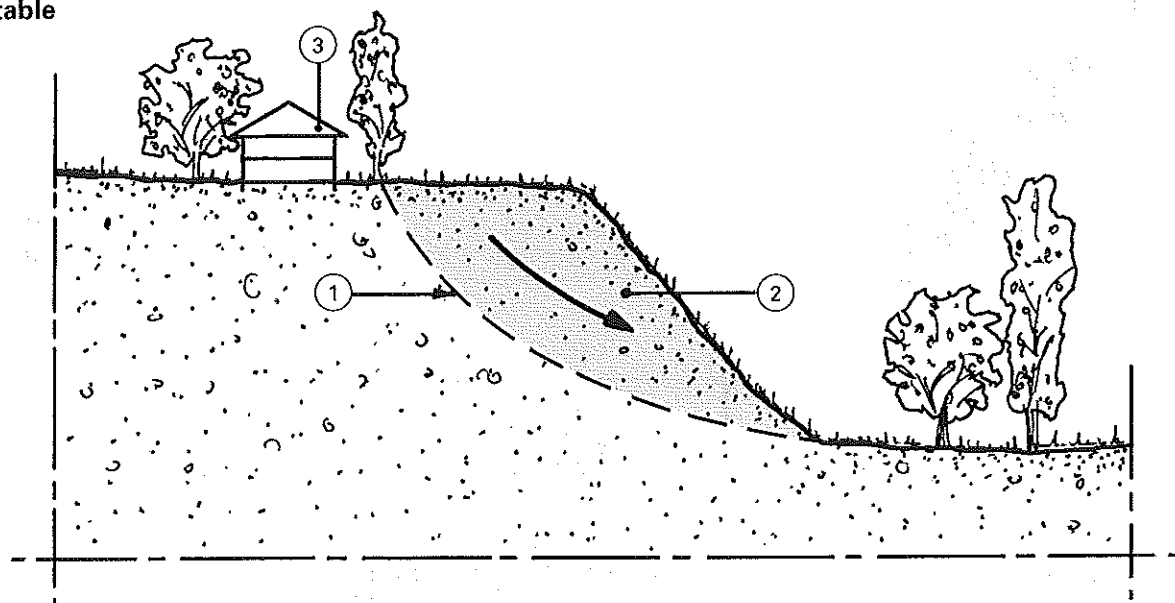
Tenir compte de la topographie du site et des risques induits lors d'une secousse sismique, notamment :

- si la pente naturelle est supérieure à 10 % ;
- si des constructions voisines de type parasismique ou non, peuvent interférer.

Les différents cas suivants permettent de différencier les solutions acceptables ou à éviter.

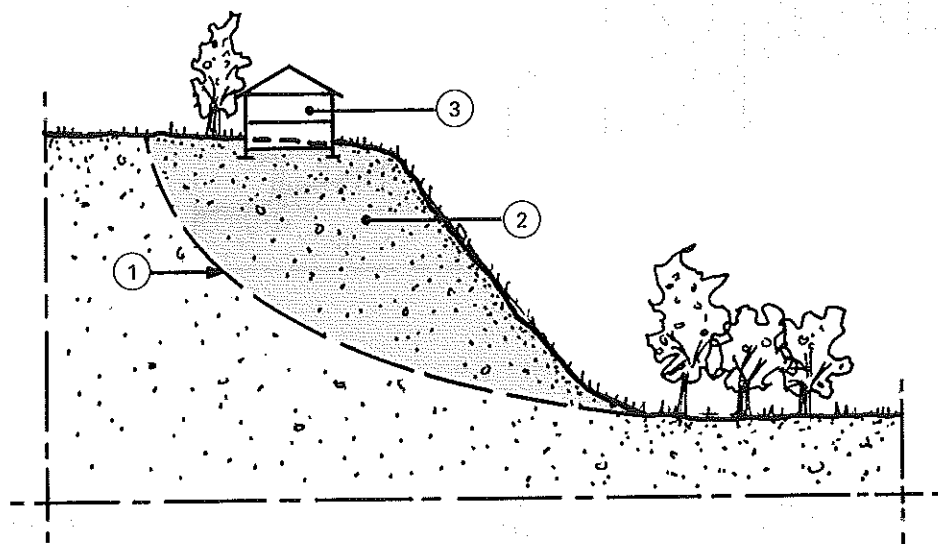
– 1<sup>er</sup> cas : implantation en haut de pente :

**Acceptable**



- ① Surface de glissement
- ② Masse de terrain pouvant glisser
- ③ Construction

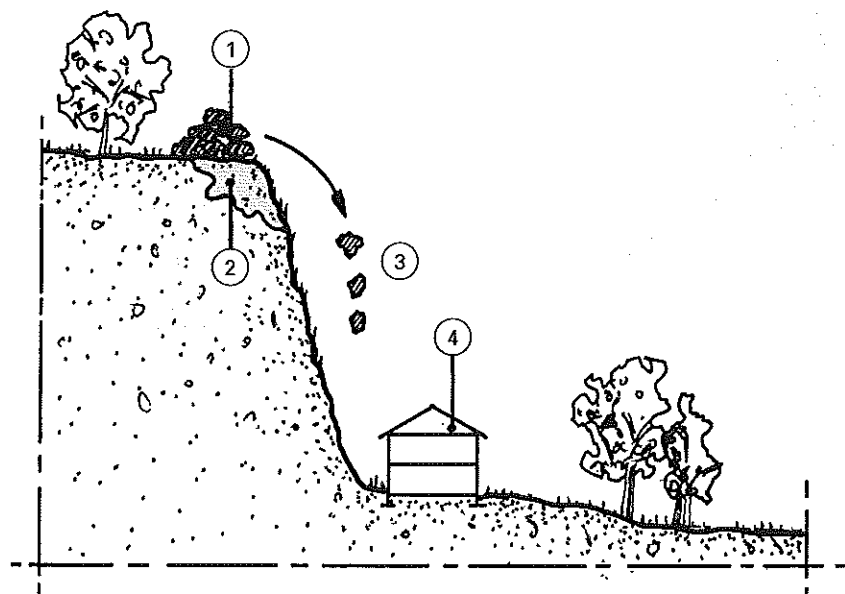
**A éviter**



En cas de secousse, la masse de terrain pouvant glisser entraînera avec elle la construction.

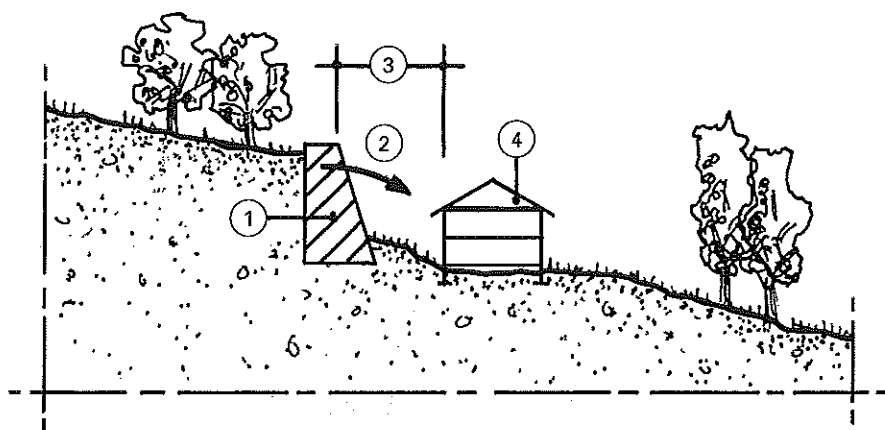
– 2<sup>e</sup> cas : implantation en bas de pente :

A éviter



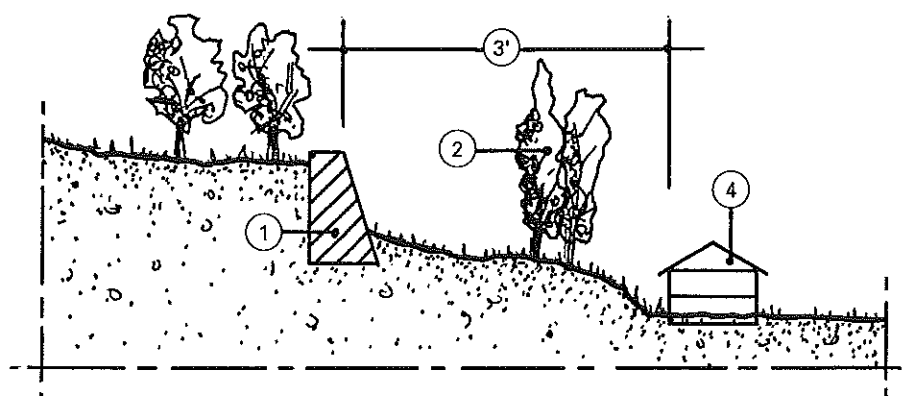
- ① Blocs rocheux
- ② Crête instable
- ③ Chutes de pierres
- ④ Construction

A éviter



- ① Soutènement en maçonnerie
- ② Risque de renversement
- ③ Distance trop faible
- ④ Construction

Acceptable

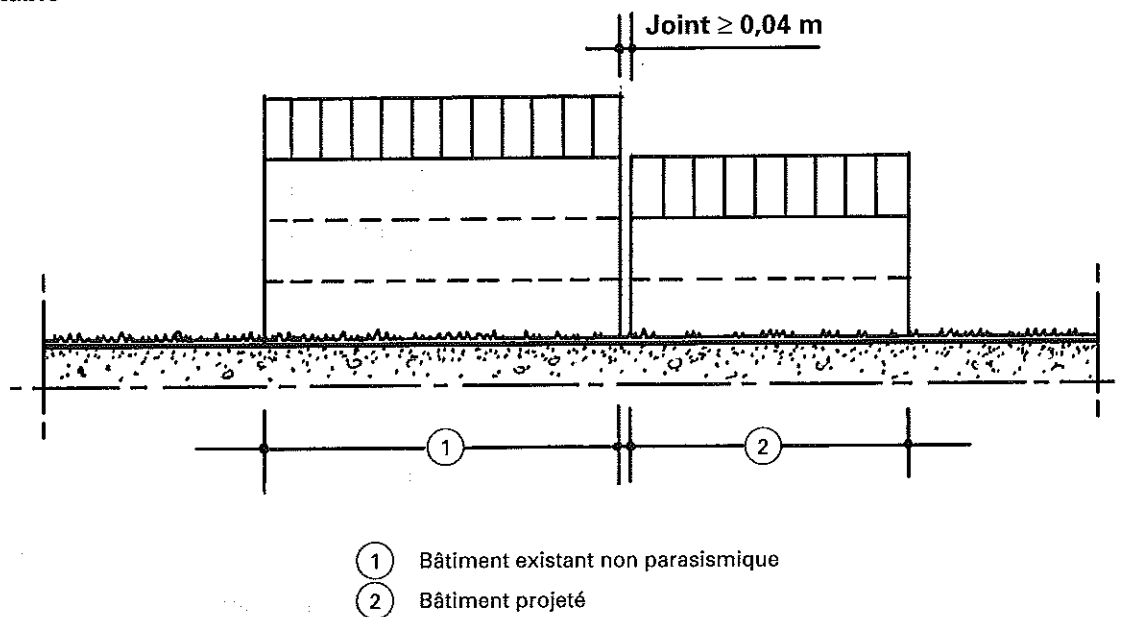


- ① Soutènement en maçonnerie
- ② Plantations
- ③' Distance convenable
- ④ Construction

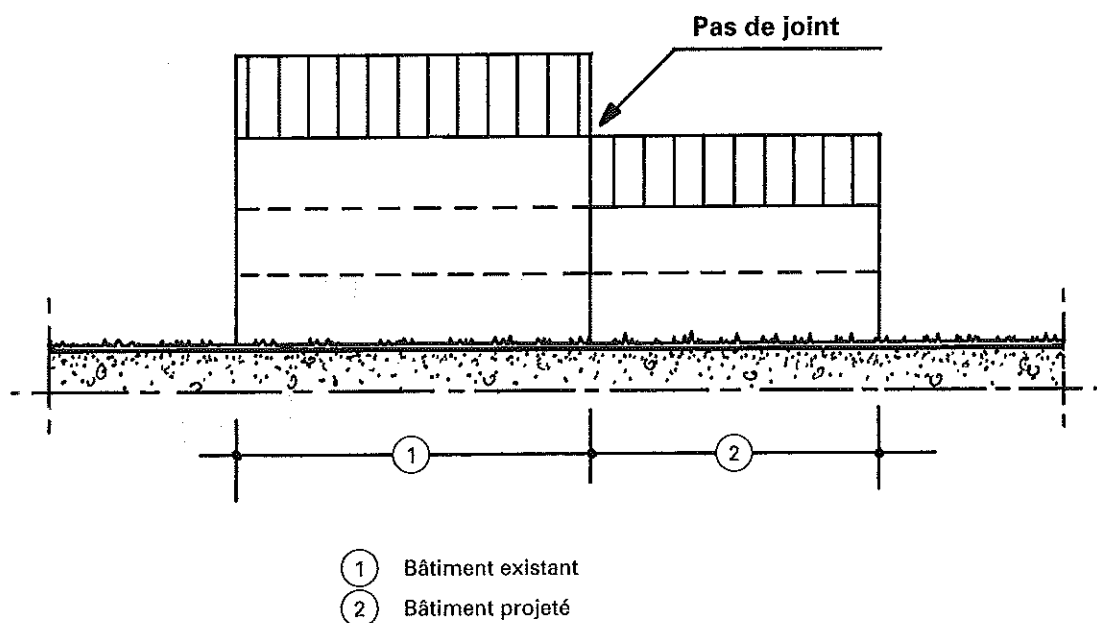
Même en cas de renversement du mur, les désordres seront réduits par l'éloignement de la construction et la présence de végétation éventuelle.

– 3<sup>e</sup> cas : proximité de bâtiments existants de hauteurs voisines :

#### Acceptable



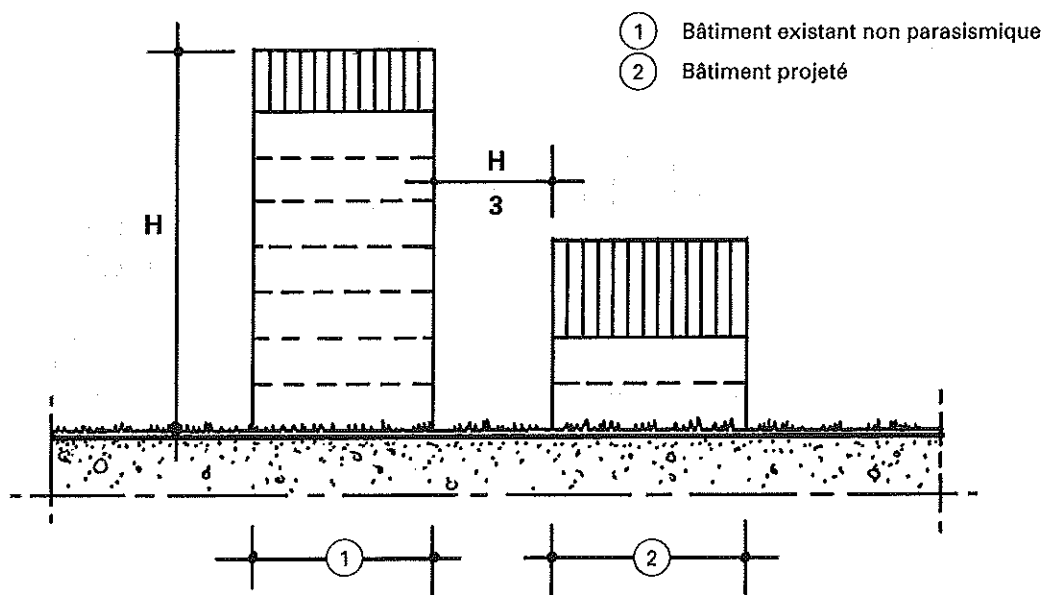
#### Inacceptable



En cas de secousse, les deux constructions se percuteront l'une sur l'autre.

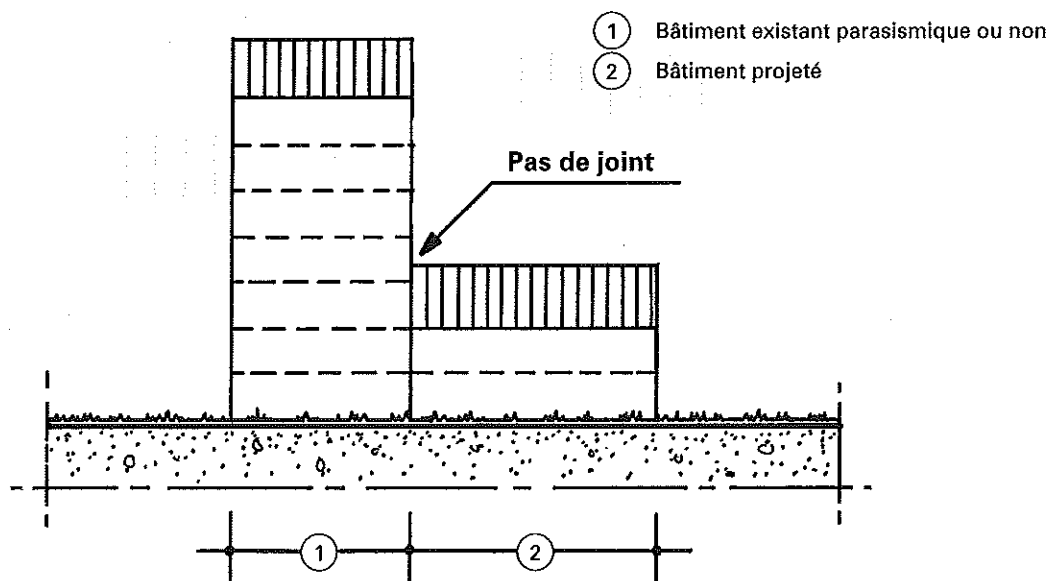
– 4<sup>e</sup> cas : proximité de bâtiments existants de hauteurs très différentes :

**Acceptable**

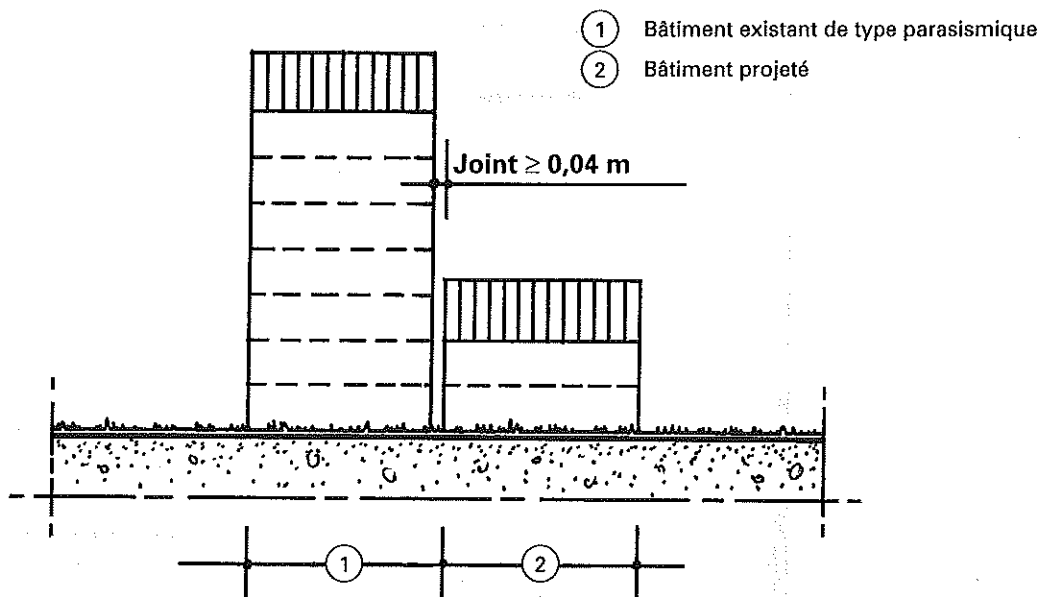


Les deux constructions pourront se comporter indépendamment l'une de l'autre.

**Inacceptable**



En cas de secousse sismique, le bâtiment le plus élevé entraînera des désordres dans le bâtiment contigu.

**Acceptable**

Les deux bâtiments établis sur des normes parasismiques pourront se déformer indépendamment et grâce au joint ne pas se transmettre des efforts anormaux.

*d) Organisation des constructions*

– Formes en plan et en élévation :

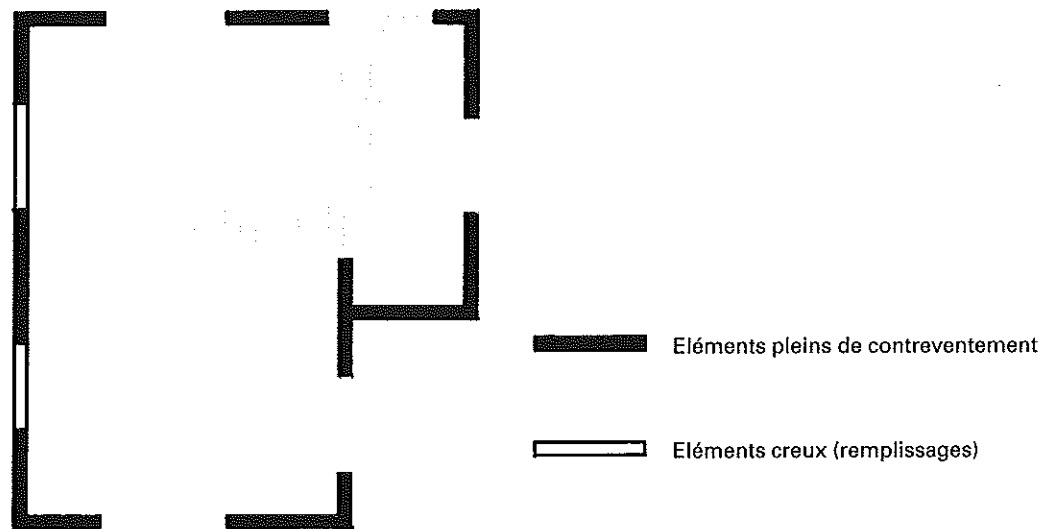
Elles doivent être simples et régulières afin que le cheminement des efforts verticaux et horizontaux jusqu'aux fondations soit le plus direct possible.

– Organisation en plan :

La disposition des façades et des refends doit permettre la réalisation dans deux plans perpendiculaires d'éléments verticaux de contreventement devant être répartis en fonction des surfaces de plancher.

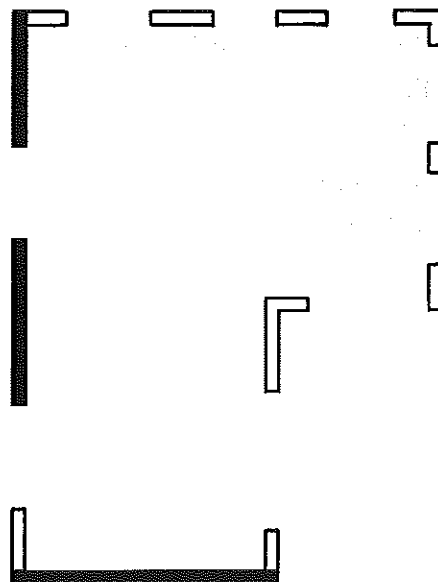
Exemples :

- Disposition acceptable :



Les éléments de contreventement sont de dimensions peu différentes et répartis à proximité des masses. Les murs de refend peuvent participer au contreventement.

- Disposition mauvaise :



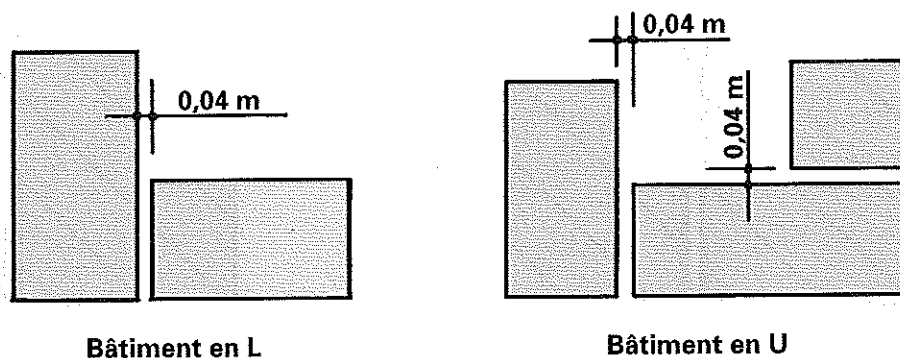
Les éléments de contreventement correspondent aux murs ou voiles de grandes dimensions qui sont situés ici :

- de manière dissymétrique ;
- à l'opposé de la zone de plus grande masse. La dissymétrie ne permet pas d'équilibrer les effets de torsion.

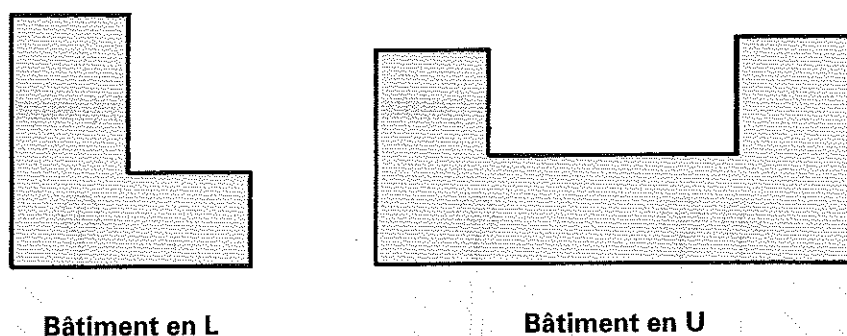


Dans les cas courants, la distribution des masses est sensiblement proportionnelle aux surfaces de plancher.

- Dispositions favorables (vis-à-vis du contreventement) :



- Dispositions défavorables (nécessitant une répartition adéquate des éléments de contreventement) :

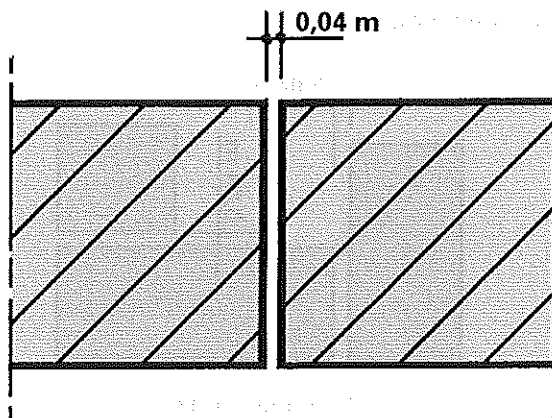


- Joints de fractionnement :

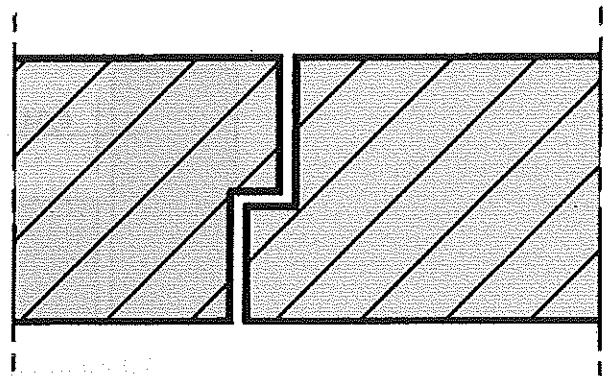
- Les joints de fractionnement doivent être *plans*.
- Leur largeur minimale doit être de 0,04 m.
- Ils doivent être vides de tout matériau (exemple polystyrène expansé).
- Les couvre-joints disposés à titre décoratif (façade) ou pour réaliser l'étanchéité ne doivent pas permettre la transmission d'efforts notables d'un bloc à un autre.
- Dans les cas courants, les joints de fractionnement sont arrêtés au-dessus des fondations ou du plancher sur vide sanitaire ou sur niveau enterré.

Ils doivent constituer des *joints de rupture complets*, donc régner sur la totalité de la construction (infrastructure, superstructure) : en cas de variation de la nature du sol entraînant un principe de fondation différent de part et d'autre du joint ; entre deux blocs quand l'un d'eux seulement comporte un niveau enterré.

Tracé en plan :



Disposition courante

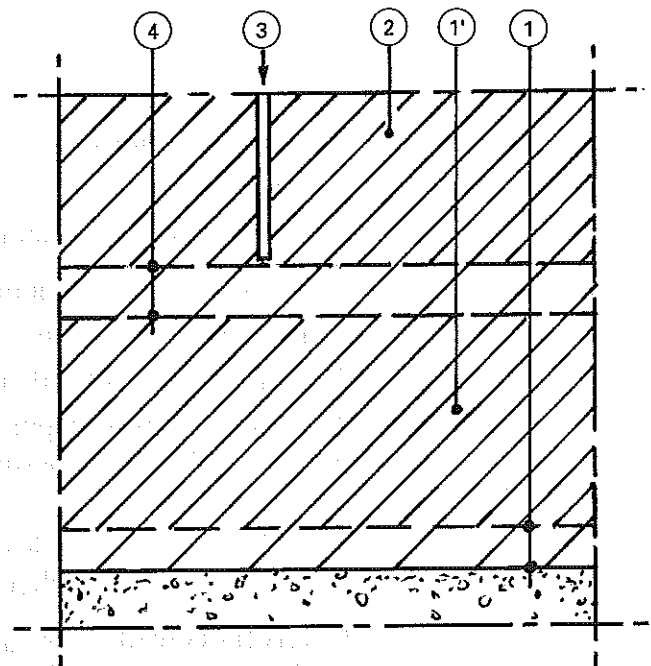
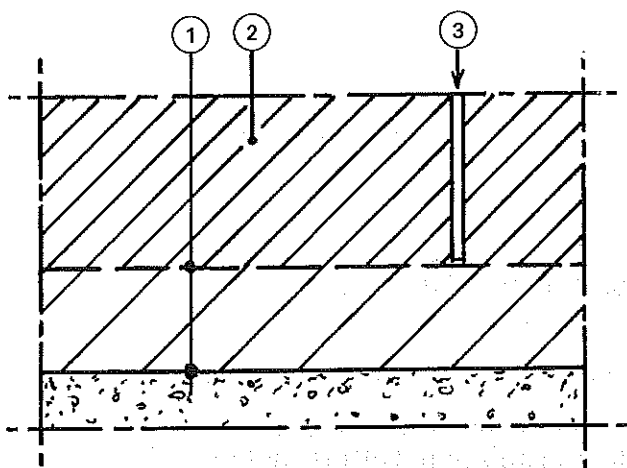


Disposition critique

Joint en « baïonnette » :

- difficile à réaliser ;
- dangereux en cas de déplacement relatif d'un bâtiment par rapport à l'autre.

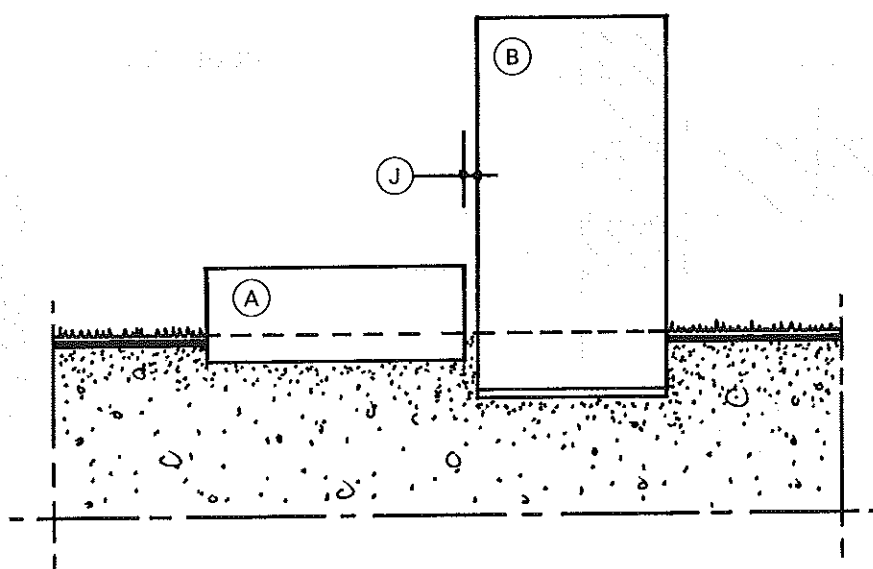
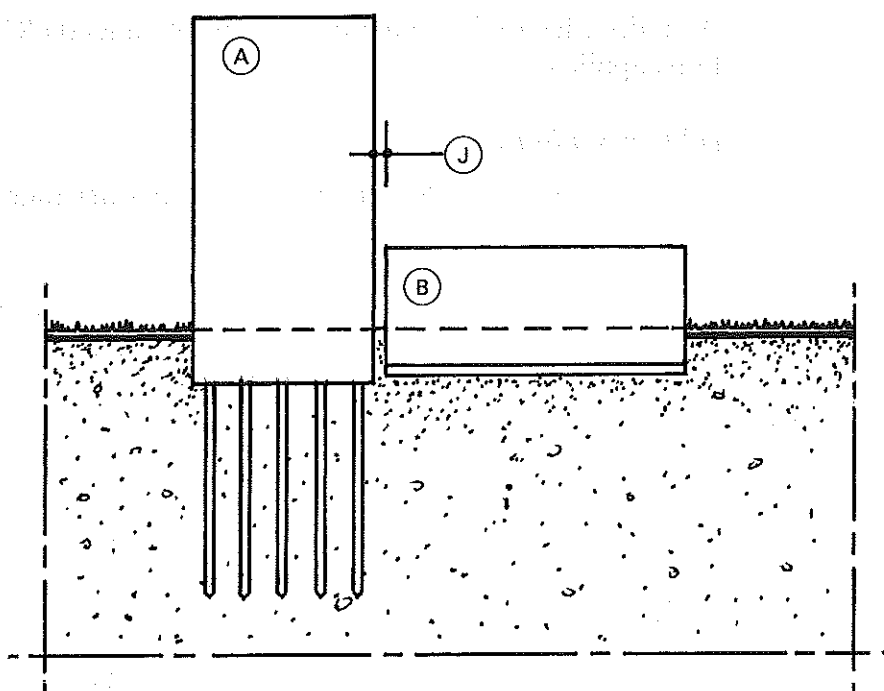
Cas courants (joints de fractionnement) (coupes) :



- ① Fondation
- ①' Infrastructure (partie enterrée)
- ② Superstructure
- ③ Joint de fractionnement
- ④ Plancher sur sous-sol (ou sur vide sanitaire)

### Cas particuliers (joints francs) :

- (A) Bâtiment élevé, lourd, fondé sur pieux
- (B) Bâtiment bas, relativement léger, fondé superficiellement
- (J) Joint franc



- (A) Bâtiment fondé superficiellement sans niveau enterré
- (B) Bâtiment avec un niveau enterré

*e) Ouvrages en élévation*

Les parties en élévation des ouvrages devant répondre aux règles PS MI 89 seront données en partie 2 :

- dispositions générales ;
- dispositions diverses.

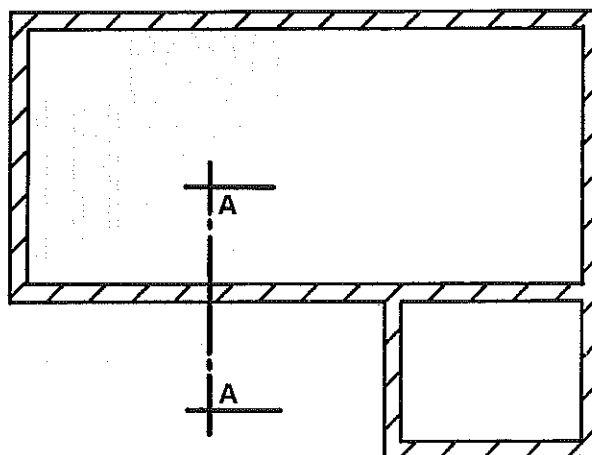
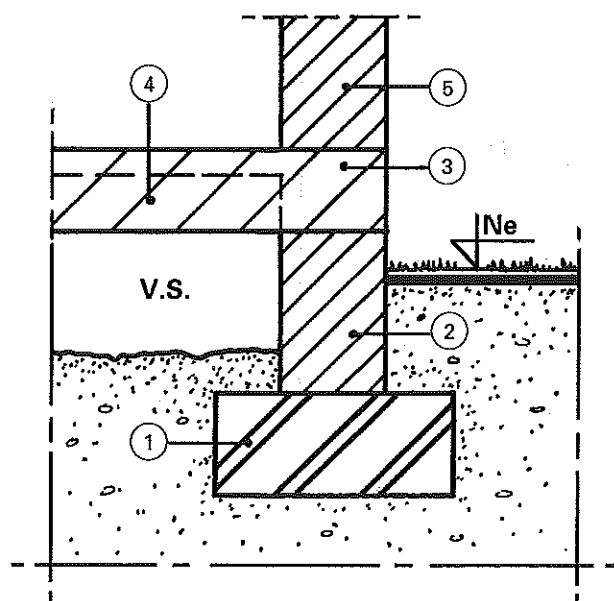
A ce titre, les règles générales PS 69 (et addenda 82) donneront les dispositions applicables.

*f) Vides sanitaires*

Les vides sanitaires doivent être limités par des murs fondés.

**PLAN**

**Disposition correcte**

**COUPE AA**

- ① Fondation (semelle filante)
- ② Mur soubassement
- ③ Chaînage
- ④ Plancher
- ⑤ Mur élévation

V.S. = Vide sanitaire

Ne = Niveau sol extérieur

*g) Niveau enterré*

Excepté en cas de sols de très bonne consistance (marnes compactes, rocher), le niveau enterré doit régner sur toute la surface de la construction.

Dans le cas de sous-sols partiels, les décrochements au niveau des fondations nécessitent des justifications par les règles PS générales.

Lorsque les constructions comportent des joints de fractionnement, le niveau enterré peut être limité au droit de ceux-ci.



## 1/1.5.1

# Exposé des problèmes

### 1. Fondations

Les problèmes se situent :

- au niveau de la position de la couche portante et de ses caractéristiques ;
- par rapport à la présence d'eau dans le sol (nappe phréatique éventuelle) ;
- par rapport à l'agressivité des terrains ou de l'eau contenue, vis-à-vis des ouvrages enterrés (fondations – murs et voiles).

### 2. Ouvrages enterrés

C'est surtout la présence de l'eau en permanence (nappe phréatique) qui va nécessiter des ouvrages de conception spécifique pour tenir compte de la pression exercée sur les parois (radiers – voiles) et adopter la solution « cuvelage ».

L'environnement de la construction, selon que celle-ci est isolée ou au contraire insérée entre des constructions existantes, déterminera le choix du système de cuvelage (par l'extérieur ou par l'intérieur).

Mais ce choix devra être fait au moment de la conception et du calcul des ouvrages.

### 3. Drainage

Sauf dans le cas des cuvelages spécialement conçus pour tenir compte des poussées hydrostatiques de la nappe phréatique, l'eau du sol ne doit pas s'accumuler contre les parois extérieures d'un ouvrage enterré.

Les ouvrages de drainage périmétriques sont à prévoir à chaque fois que cela est nécessaire. L'étude doit tenir compte de l'environnement de la construction et de la configuration du sol et du sous-sol aux abords de la construction.

### 4. Murs ou voiles enterrés

Ces ouvrages, conçus pour transmettre les charges verticales de la structure aux fondations, sont soumis à la poussée des terres et éventuellement à la poussée hydrostatique de la nappe phréatique dont le niveau maximal n'est pas toujours bien déterminé.

La méconnaissance de ces données ou le défaut de prise en compte peut être à l'origine de graves désordres (fissurations, pénétrations d'eau) difficiles à réparer.

## 5. Ouvrages de soutènement

Les problèmes concernent la résistance et la stabilité d'ensemble des ouvrages.

Le mur ne doit pas basculer, se renverser ou se déplacer (glissement) sous l'effet des poussées exercées par le massif contenu par l'ouvrage, et du fait de fondations insuffisantes.

Il ne doit pas non plus se rompre du fait de la résistance insuffisante des maçonneries ou d'armatures mal placées ou de section insuffisante.

La détermination des caractéristiques du mur (dimensionnement) passe par la connaissance des caractéristiques des terres du massif et des sollicitations engendrées par la poussée des terres.

La stabilité d'ensemble correspond à l'étude de l'ensemble des forces intervenant dans les conditions les plus défavorables de l'ouvrage. Sur le plan de la réalisation, les dispositions de drainage des eaux à l'arrière du mur sont fondamentales. Ces eaux doivent être collectées et évacuées, leur maintien à l'arrière de l'ouvrage risquant de modifier les caractéristiques du terrain, en augmentant anormalement les poussées.

Pour tous les ouvrages énoncés ci-dessus, les problèmes se résument à la présence et à l'action de l'eau :

- sur le *terrain* proprement dit (modification des caractéristiques physiques et mécaniques) ;
- sur les *ouvrages* fondés ou enterrés ou encore en contact avec le terrain.

### a) Action sur les ouvrages de fondations

La présence d'eau modifie les caractéristiques du terrain :

- angle de frottement interne ;
- cohésion ;
- masse volumique ;
- portance (Cf. Partie 13/1).

Les variations de teneur en eau par les mouvements de la nappe phréatique avec des alternances de périodes sèches et de périodes humides, ont une influence fondamentale sur les terrains de nature argileuse. Ces modifications sont à l'origine de très nombreux sinistres intervenus ces dernières années.

### b) Actions sur les ouvrages enterrés

Il y a lieu de distinguer la présence d'eau :

- quasi permanente, avec variation éventuelle du niveau, sous la forme de nappes phréatiques qui exercent des pressions hydrostatiques ascendantes (poussée d'Archimède) sur les radiers, dallages ou déjaugage des parties immergées, et horizontales sur les parois verticales ;
- temporaires par suite de l'infiltration des eaux atmosphériques (pluie, fonte des neiges) ou autres (arrosage de plantations, fuites de canalisations) à travers le terrain.



L'accumulation à l'extérieur des ouvrages (parois verticales) dans le terrain par défaut de drainage, peut entraîner des pénétrations d'eau à travers les locaux enterrés.

### *c) Drainage*

Les problèmes de drainage sont liés à la pénétration de l'eau dans le sol et à la nécessité d'évacuer celle-ci en dehors du bâtiment (parois extérieures et fondations).

L'accumulation d'eau dans une tranchée non drainée est toujours préjudiciable à la tenue des ouvrages.

– Fondations : l'excès d'eau ramollit le sol et peut même, dans certains cas, le liquéfier (limite de liquidité d'Atterberg), c'est-à-dire annuler sa portance.

– Parois verticales : le même phénomène peut conduire à modifier les caractéristiques de la poussée active d'un terrain en augmentant considérablement celle-ci (angle  $\varphi \rightarrow 0$ ), avec, pour conséquences, des désordres dans les parois verticales et des pénétrations d'eau dans les locaux.

### *d) Murs – Voiles enterrés*

– Murs de soutènement :

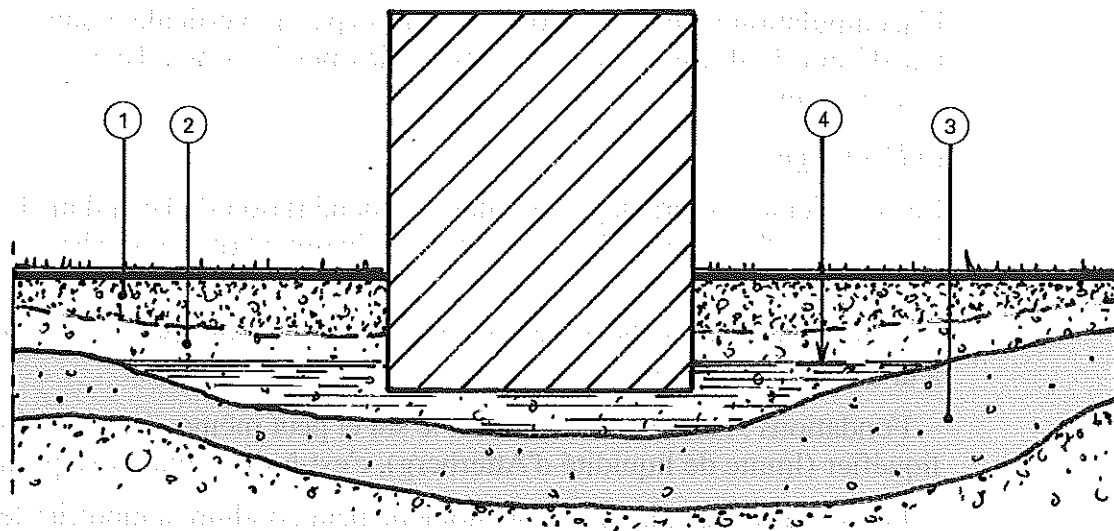
Les ouvrages de drainage doivent être particulièrement étudiés pour éviter les conséquences précédentes qui pourraient provoquer la ruine complète d'ouvrages dans le cas de soutènements réputés « autostables ».

– Origine de l'eau :

- Humidité de la terre : c'est généralement la couche superficielle (terre végétale) qui est soumise aux alternances d'humidité et de sécheresse résultant des conditions climatiques. L'eau de pluie pénètre en profondeur en fonction de la porosité du terrain (rapport du volume des vides au volume total) et par effet de capillarité indépendant de la pesanteur. En profondeur, compte tenu de la protection des couches supérieures contre la dessiccation, la teneur en eau est sensiblement constante, sauf si le terrain est alimenté par une nappe phréatique.

- Eau atmosphérique : cette origine (précipitations de pluie, eaux de fonte des neiges), est très variable et ne dépend que des conditions climatiques.

- Eau tellurique ou eau contenue naturellement dans le sol : cette eau peut avoir une origine proche ou lointaine selon qu'il s'agit d'une nappe phréatique « captive » située sur des couches imperméables et seulement alimentée par les eaux atmosphériques, ou de courants d'eau souterrains résultant de la pente des couches (Cf. dessins ci-après).



#### A. Nappe phréatique « captive »

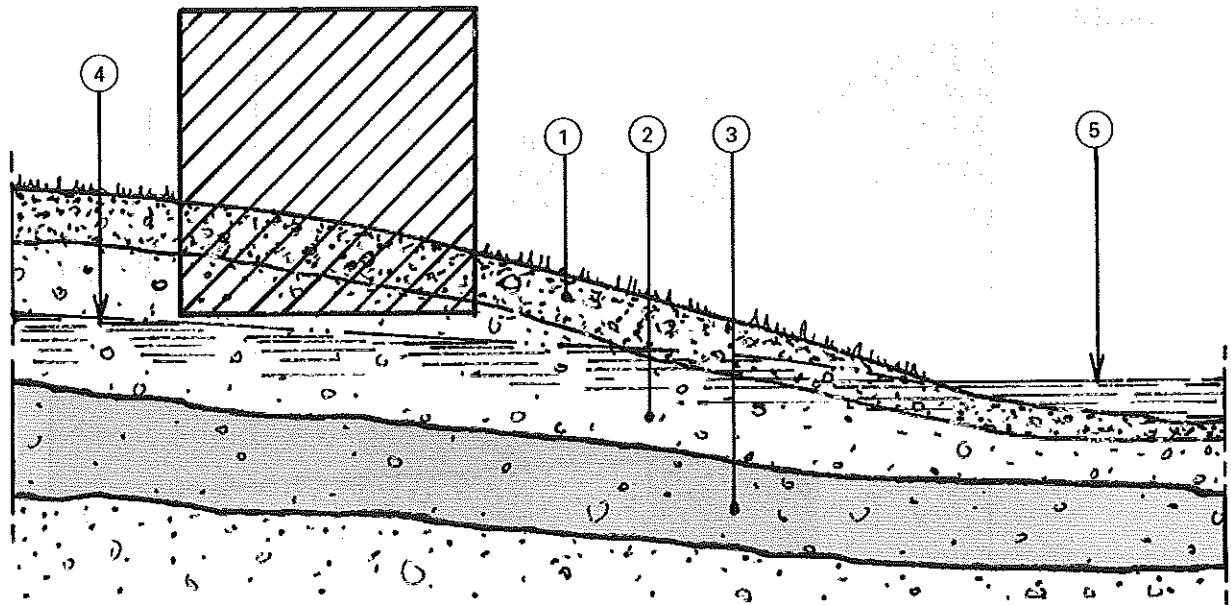
- ① ② Couches de terrain perméables
- ③ Couche de terrain imperméable
- ④ Nappe phréatique captive

Ces courants d'eau obéissent à la loi de Darcy et correspondent à un phénomène de filtration dans les couches perméables.

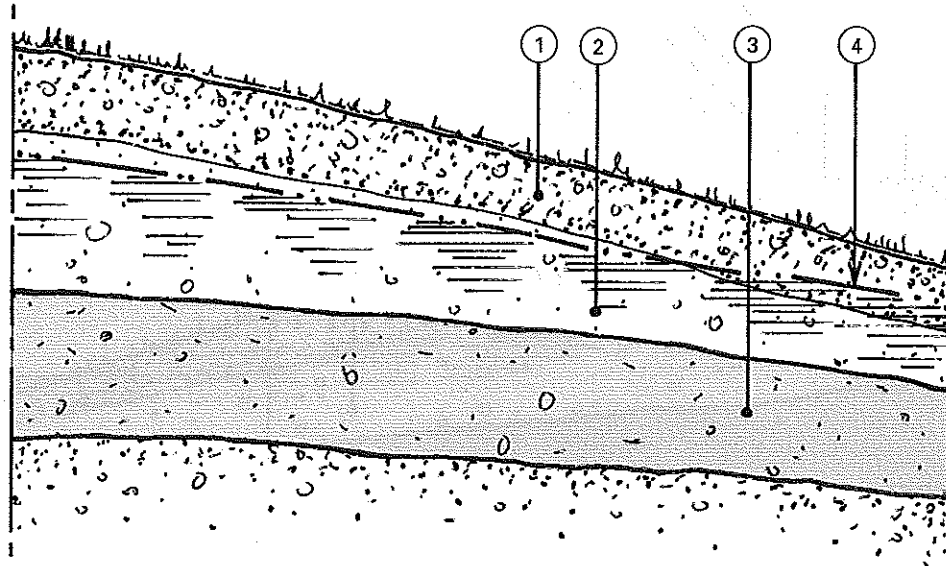
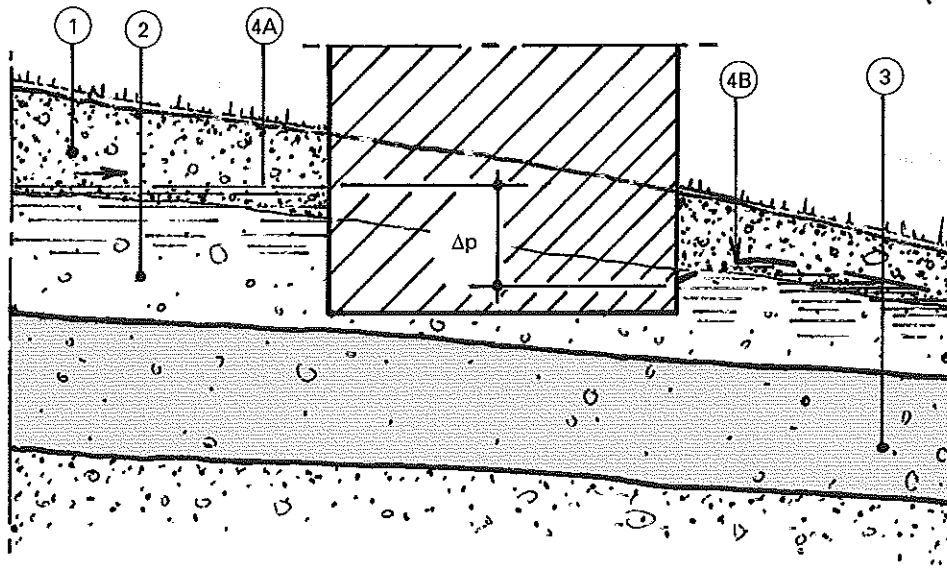
Les vitesses d'écoulement sont très faibles (coefficient de perméabilité).

Toutefois, la nécessité de pomper dans ces nappes pour permettre l'exécution de fouilles ou de fondations doit respecter une vitesse limite afin d'éviter de déplacer des éléments trop fins et de provoquer des affouillements.

Parfois la construction d'un bâtiment dans des terrains comportant une circulation d'eau interne, peut perturber fortement celle-ci en créant un barrage enterré avec pertes de charge et surpression (Cf. dessins). Le bâtiment joue le rôle d'un rabattement localisé de la nappe active.

**B. Nappe phréatique correspondant à une ligne de courant**

- ① ② Couches de terrain perméables
- ③ Couche de terrain imperméable
- ④ Ligne de courant
- ⑤ Etang – Rivière

**A. Etat initial****B. Etat après construction**

- ① ② Couches de terrain perméables
- ③ Couche de terrain imperméable
- ④ Ligne de courant
- ④A Accumulation d'eau en amont par effet « barrage »
- ④B Rabattement niveau à l'aval
- $\Delta p$  Différence de pression hydrostatique (perte de charge)

## 1/1.5.2

# Données des problèmes

---

### 1. Le milieu « sol »

Il doit être parfaitement défini dans la zone de construction pour l'établissement du projet de fondation et le choix du mode de fondation (superficiel ou profond).

La reconnaissance du sol, avec sondages, essais (laboratoire ou *in situ*) est indispensable.

A partir de ces données, le géotechnicien déterminera la solution optimale pour le mode de fondations.

### 2. La présence de l'eau tellurique (nappe phréatique)

Elle doit être décelée et déterminée en ce qui concerne le niveau maximal.

Compte tenu des phénomènes de sécheresse intervenus lors des dernières années et qui ont fortement abaissé le niveau des nappes phréatiques, il y a lieu de se renseigner sur la position de ces nappes dans les périodes antérieures.

### 3. Le drainage

En ce qui concerne le drainage, se renseigner également sur l'environnement des constructions. Une précaution utile consiste à établir un réseau d'évacuation des eaux de toiture, de prévoir des regards de contrôle du drainage et de protéger les abords de la construction de tous les ruissellements en provenance des toitures, façades, etc., par exemple par des dallages ou revêtements continus présentant des pentes vers l'extérieur.



## 1/1.5.3

# Dispositions constructives

## 1. Fondations superficielles sur un terrain en pente

### a) Cas général – Principe

Les sollicitations (charges) transmises par la structure aux ouvrages de fondations sont généralement verticales (action de la pesanteur).

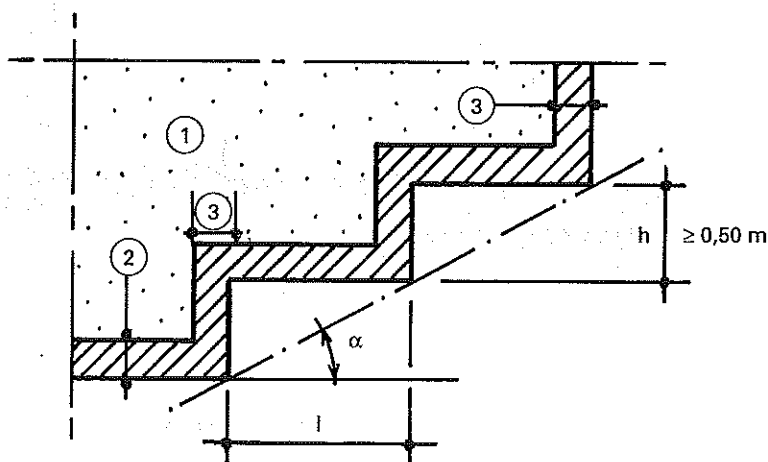
La transmission de ces sollicitations au sol de fondation doit s'effectuer sur un terrain d'assise horizontale.

Si la pente naturelle du terrain n'est pas horizontale, les fondations doivent être établies sur des assises horizontales qui doivent satisfaire aux règles suivantes, adaptées à chaque type de fondation.

### b) Semelles filantes sous murs

Le principe des semelles filantes ou continues est celui de « redans » ou dénivellations successives de manière à suivre la pente du terrain naturel mais en respectant la règle :

$$\frac{h}{l} = \text{Tg } \alpha \leq 2/3$$



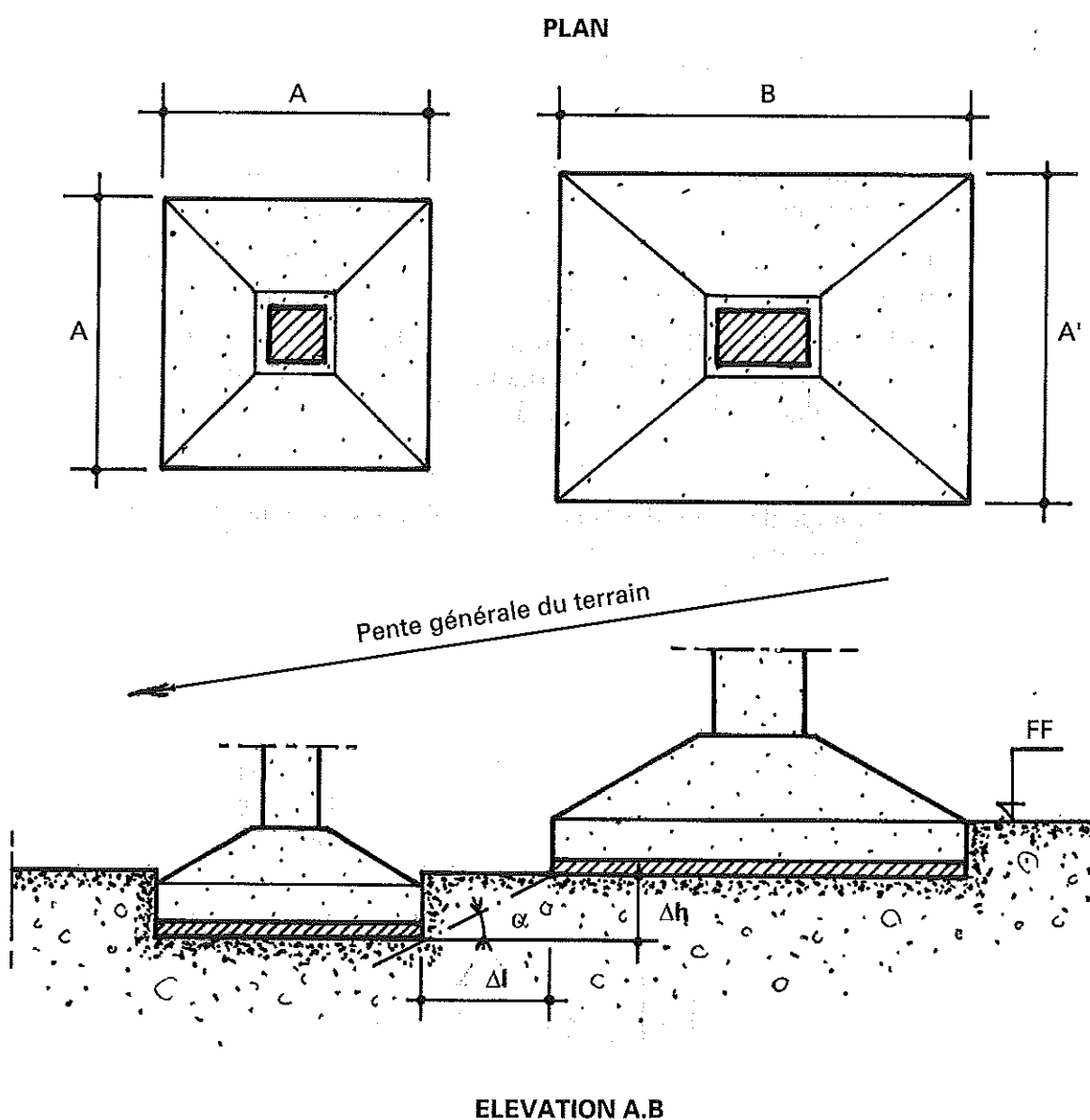
- ① Mur en maçonnerie
- ② Epaisseur semelle
- ③ Epaisseur redans (retour vertical)

Chaque redan ou dénivellation est de l'ordre de 0,50 à 0,60 m.

Les dispositions constructives concernant les armatures sont données en partie 1/2.3.

*c) Semelles isolées*

Le principe est le même entre deux semelles consécutives et s'applique dans les deux sens des semelles.



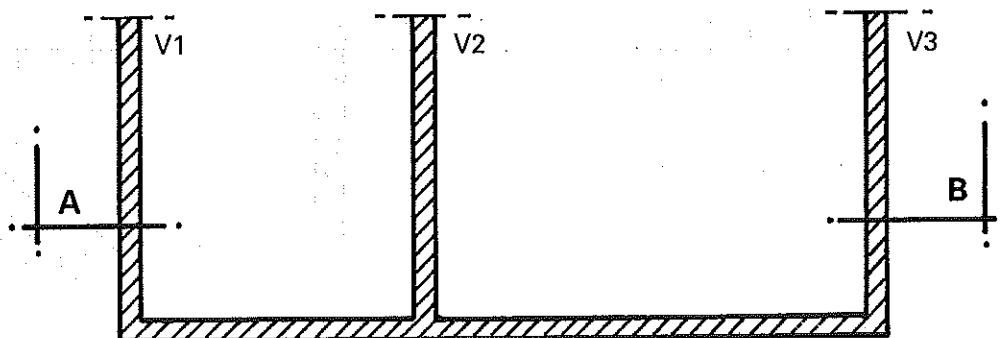
$$\text{Tg } \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta l} \leq 2/3$$

FF = Fond de fouille

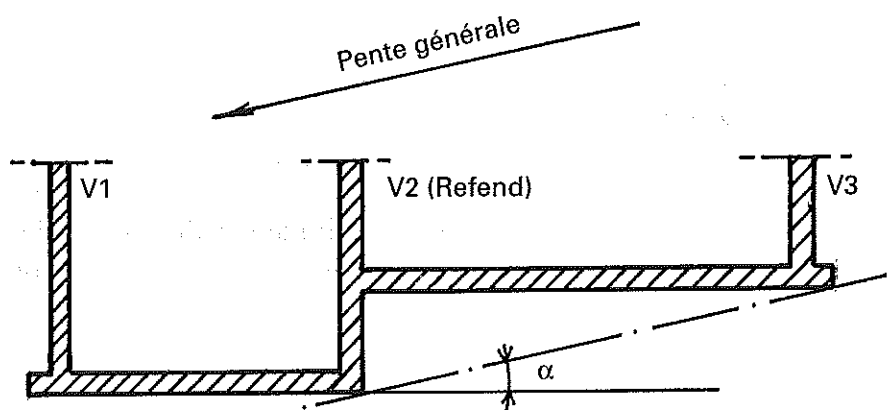


d) *Radiers généraux*

PLAN



COUPE A-B



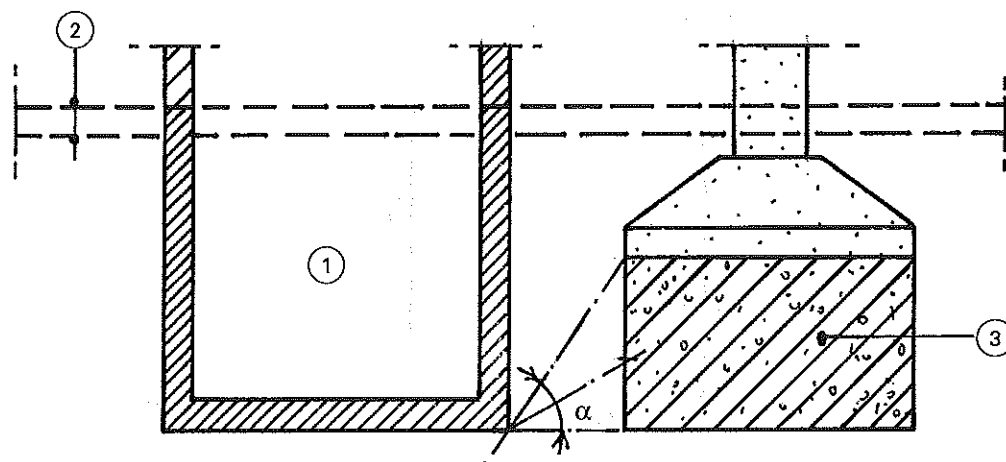
$$\text{Tg } \alpha \leq 2/3$$

Dans ce cas, les décrochements de niveaux s'effectuent généralement au droit des voiles intermédiaires de refends.

e) *Cas particuliers*

– *Les semelles isolées sont très rapprochées les unes des autres* : la solution la plus simple, surtout si le terrain est peu cohérent (exemple : sable ou gravier), consiste à descendre toutes les semelles au fond de fouille.

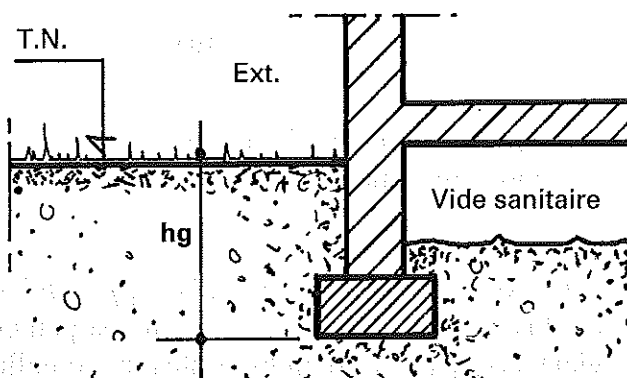
– *Semelle isolée placée près d'une fosse* (exemple : cuvette d'ascenseur) : la fosse constituant un ouvrage ponctuel de profondeur importante par rapport aux semelles, l'application des règles précédentes peut compliquer l'exécution. Le principe consiste à réaliser un massif en gros béton descendu au même niveau que le fond de la fosse.



- (1) Fosse (cuvette ascenseur)
- (2) Dallage
- (3) Massif gros béton sous semelle isolée B.A.

La condition  $T_g \leq 2/3$  ne s'applique pas du fait que la poussée latérale exercée par la fondation la plus haute, est annulée par la présence du massif (3) (ensemble rigide).

## 2. Mise hors gel d'une fondation superficielle



C'est la profondeur minimale à laquelle la fondation doit être descendue pour éviter le gel du sol et ses conséquences (gonflement lors du gel, tassement lors du dégel).

La profondeur est prise par rapport au niveau du terrain extérieur. Elle est indépendante de la profondeur de la couche d'assise et de l'encastrement minimal de la fondation dans la couche porteuse.

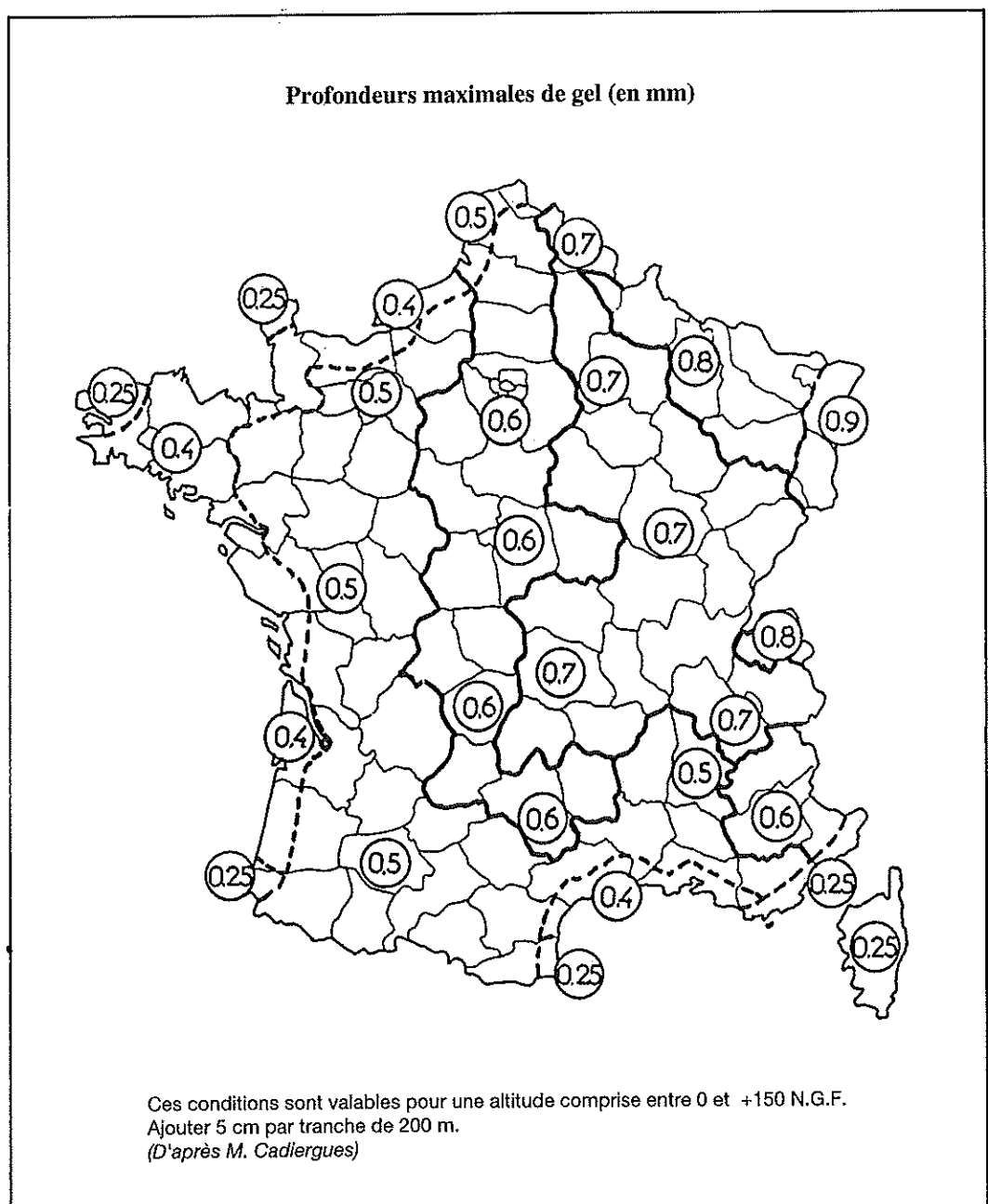
Elle ne dépend que des conditions climatiques et varie de 0,50 m en pays tempéré, à 1,00 m en zone montagneuse<sup>1)</sup>.

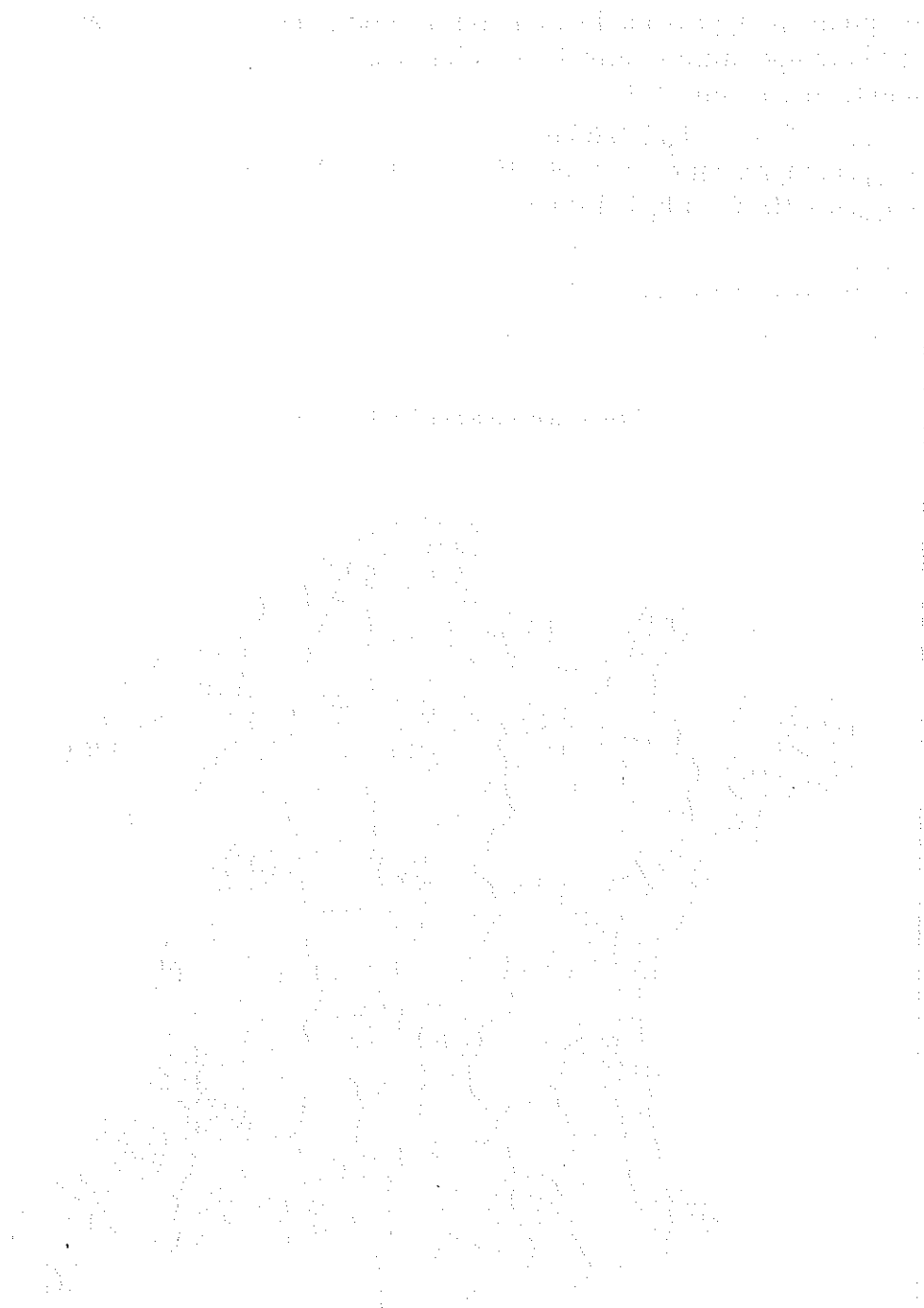
1) D'après le DTU 13.1 (Edition février 1968). Commentaire article 2.261.

En première approximation, on pourra adopter les valeurs suivantes, basées sur la température minimale de référence de calcul des déperditions thermiques des bâtiments  $t_{em}^{1)}$  :

- $t_{em} > -5\text{ °C} \rightarrow h_g \geq 0,60\text{ m}$  ;
- $t_{em}$  compris entre  $-5\text{ °C}$  et  $-10\text{ °C} \rightarrow h_g \geq 0,80\text{ m}$  ;
- $t_{em} < -10\text{ °C} \rightarrow h_g \geq 1,00\text{ m}$ .

1)  $t_{em}$  : température extérieure minimale.





# 1/2

## Fondations superficielles

---

### 1/2.1

## Types – Classement

---

### I – GÉNÉRALITÉS

La définition des fondations « superficielles » correspond à la présence d'un *bon sol*, c'est-à-dire un sol de capacité portante suffisante en surface ou plus exactement, à la base des ouvrages à fonder :

- superstructures dans le cas où il n'existe ni vide sanitaire, ni ouvrages enterrés (sous-sols) ;
- infrastructures dans le cas où des niveaux de sous-sols sont prévus.

La notion de fondation superficielle est donc relative.

Le chapitre 1/4 reprend :

- un critère ancien de classement des fondations en fonction du rapport  $D/d$  avec :

$D$  = profondeur de la fondation prise par rapport au niveau du sol extérieur  
 $d$  = dimension transversale des ouvrages de fondation (Cf. dessin D1, chapitre 1/4.1)

(ce critère de classement reste relatif) ;

- la définition actuelle du DTU 13.11 (fondations superficielles) est :

rapport  $\frac{B}{D} \leq \frac{1}{6}$  et  $D \leq 3$  m

avec :

**B** = largeur de la fondation

**D** = profondeur prise par rapport au niveau du sol extérieur.

En pratique, c'est la profondeur de la couche portante prise en considération avec la partie la plus basse de l'ouvrage à fonder qui intervient pour déterminer le mode de fondation :

- superficiel ;
- profond (ou semi-profond).

## **II – CLASSEMENT DES FONDATIONS SUPERFICIELLES**

### **1. Le classement de ce type d'ouvrage correspond à leur forme en plan**

- Linéaire : semelles filantes sous murs, voiles ou poteaux.
- Ponctuel : semelles isolées, généralement de forme carrée ou rectangulaire.
- Surfacique : radiers généraux couvrant la surface totale disponible correspondant à l'ouvrage à fonder.

### **2. Un autre classement peut être établi en fonction de la nature des ouvrages de fondations**

- Semelles en gros béton, non armé, soit de type filant (sous murs), soit de type isolé (par exemple, sous pile ou pilier). Ce cas est possible sous réserve d'appliquer des règles de dimensionnement (Cf. chapitres 1/2.4 et 1/2.5).
- Semelles en béton armé et radiers de tous types (cas général).

Les dispositions courantes d'armatures sont indiquées pour chaque cas de figure.

Le classement précédent correspond au cas général d'ouvrages soumis à des sollicitations :

- verticales descendantes (effets de la pesanteur) ;
- centrées.

D'autres types de fondations superficielles doivent prendre en considération des sollicitations ou dispositions particulières :

- effet d'un mouvement de renversement ;
- effet de l'excentricité de la charge transmise par la superstructure.

Des ouvrages particuliers permettent de tenir compte de ce type de sollicitations ou de recentrer les charges.

Les dispositions correspondantes sont indiquées pour les cas courants.

### III – TYPES

#### 1. Semelles filantes (ou linéaires)

Les semelles correspondent à l'implantation des murs et voiles de structure à tracé rectiligne ou curviligne, et à la transmission au sol de charges à répartition uniforme.

##### Dessins

Semelle filante courante sous mur maçonnerie (dimensions réduites)	B1
Semelle filante large en béton armé	B2
Semelle filante-longrine en béton armé sous poteaux	B3

#### 2. Semelles isolées (ou ponctuelles)

Elles correspondent à l'implantation de piles ou poteaux de forme quelconque (carrée, rectangulaire, circulaire, etc.) et à la transmission au sol de charges de type ponctuel.

##### Dessins

Semelle carrée de faibles dimensions (épaisseur constante)	B4
Semelle carrée courante en béton armé	B5
Semelle rectangulaire en béton armé	B6

#### 3. Radiers (fondations surfaciques)

Ce type correspond à des fondations superficielles dans le cas de sol à faible portance. Il est souvent associé à un cuvelage lorsque la construction présente une infrastructure située dans une nappe phréatique exerçant une pression hydrostatique sur l'ensemble des ouvrages immergés.

##### Dessins

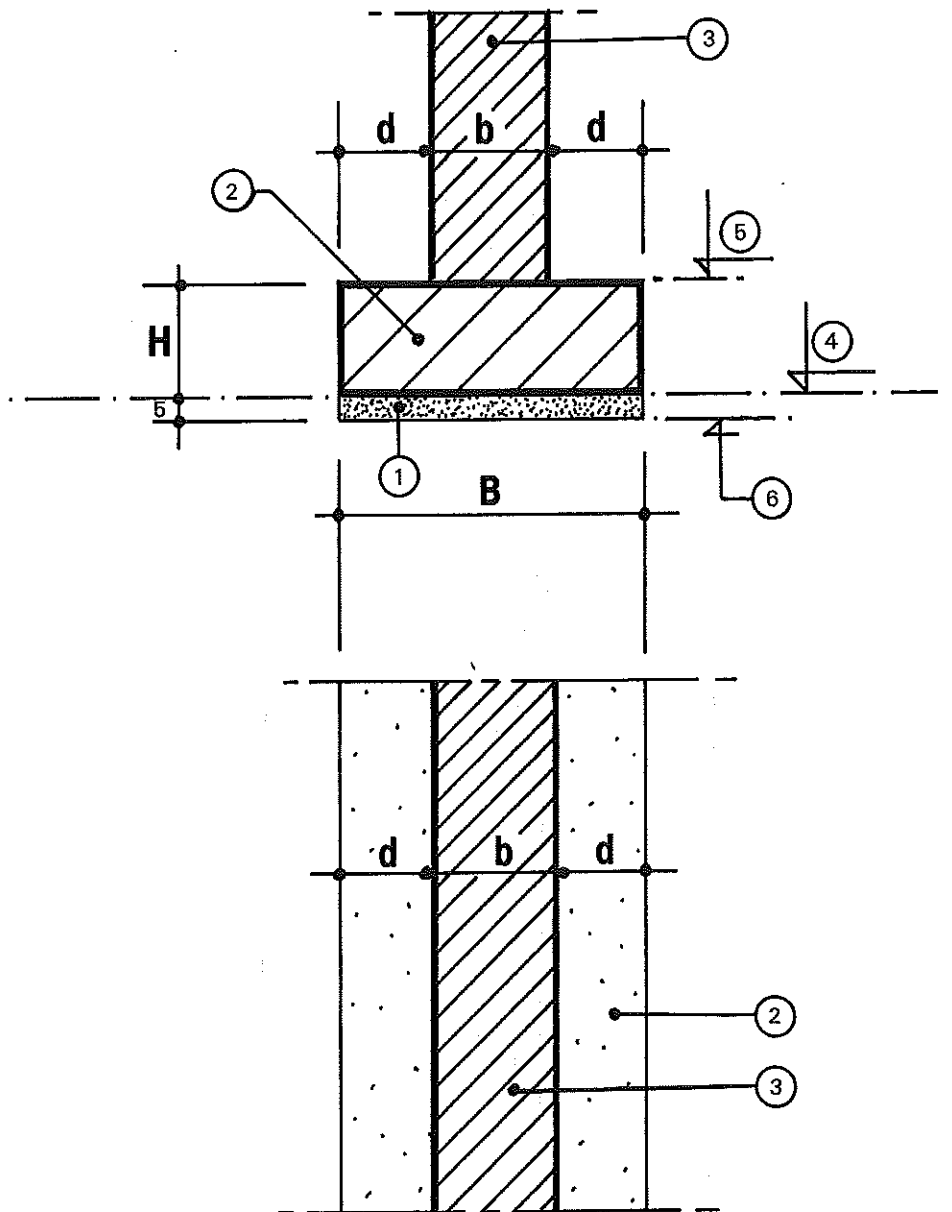
Radier simple type dalle épaisse	B7
Radier avec poteaux intérieurs	B8

Ce dernier type de fondation fait l'objet d'un chapitre spécial (1/3) traitant :

- des problèmes de fondation ;
- des problèmes d'étanchéité d'ouvrages immergés dans une nappe phréatique.





**B1**

- ① Béton de propreté
- ② Semelle filante béton armé
- ③ Mur continu maçonnerie
- ④ Niveau d'assise (bon sol)
- ⑤ Arase de coulage (semelle)
- ⑥ Fond de fouille (terrassement)

B = Largeur d'assise de la semelle

b = Epaisseur du mur

d = Débord latéral de la semelle

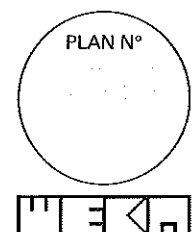
H = Hauteur de la semelle

**Semelle filante en béton armé sous mur maçonnerie**  
 Coupe transversale et plan

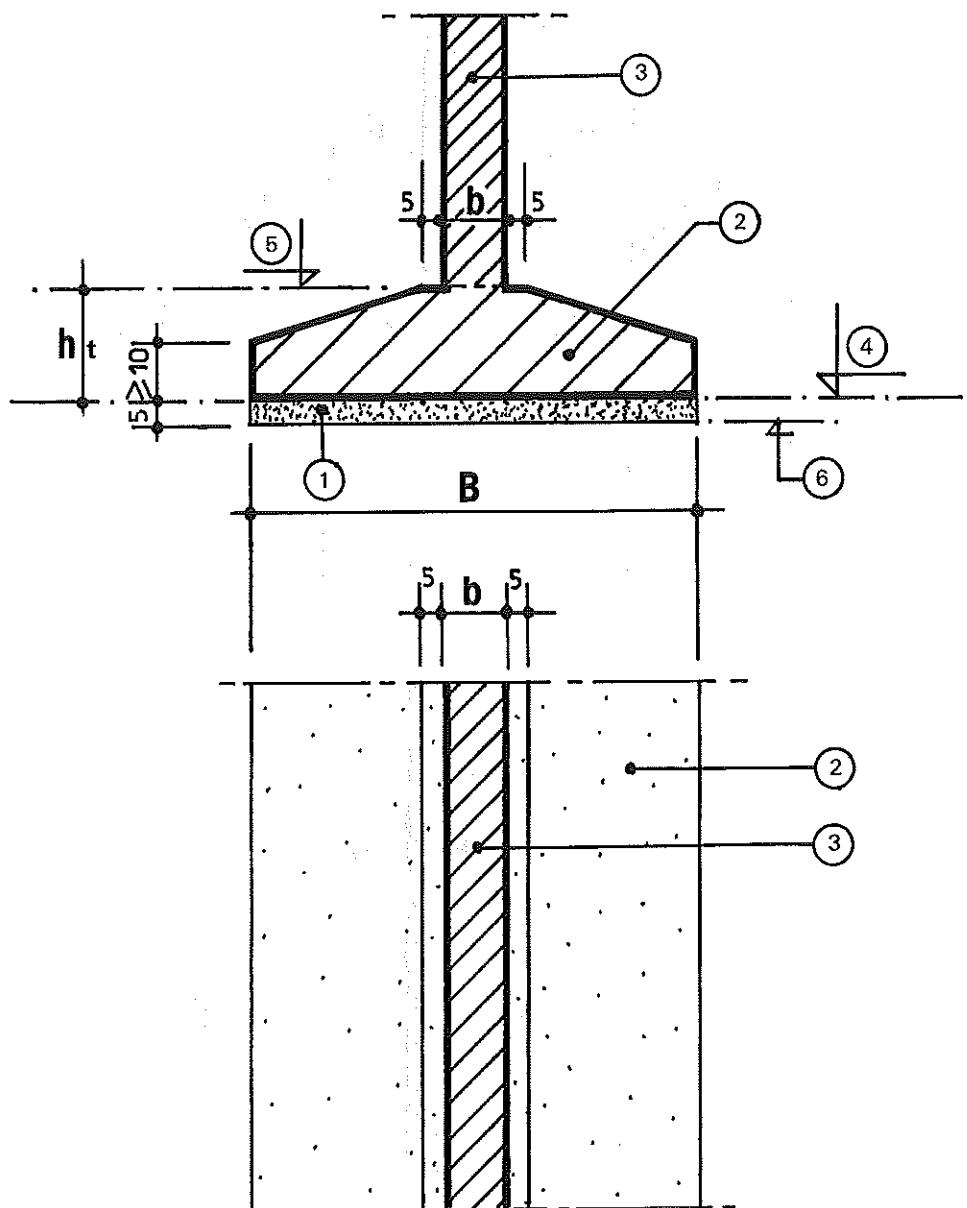
Echelle : —

CABINET

LE



B2



- ① Béton de propreté
- ② Semelle filante béton armé
- ③ Voile B.A. continu
- ④ Niveau d'assise (bon sol)
- ⑤ Arase de coulage (semelle)
- ⑥ Fond de fouille (terrassement)

**B** = Largeur d'assise de la semelle  
**b** = Epaisseur voile B.A.  
**h<sub>t</sub>** = Hauteur totale semelle B.A.

**Semelle filante en béton armé sous voile B.A.**  
**Coupe transversale et plan**

Echelle : —

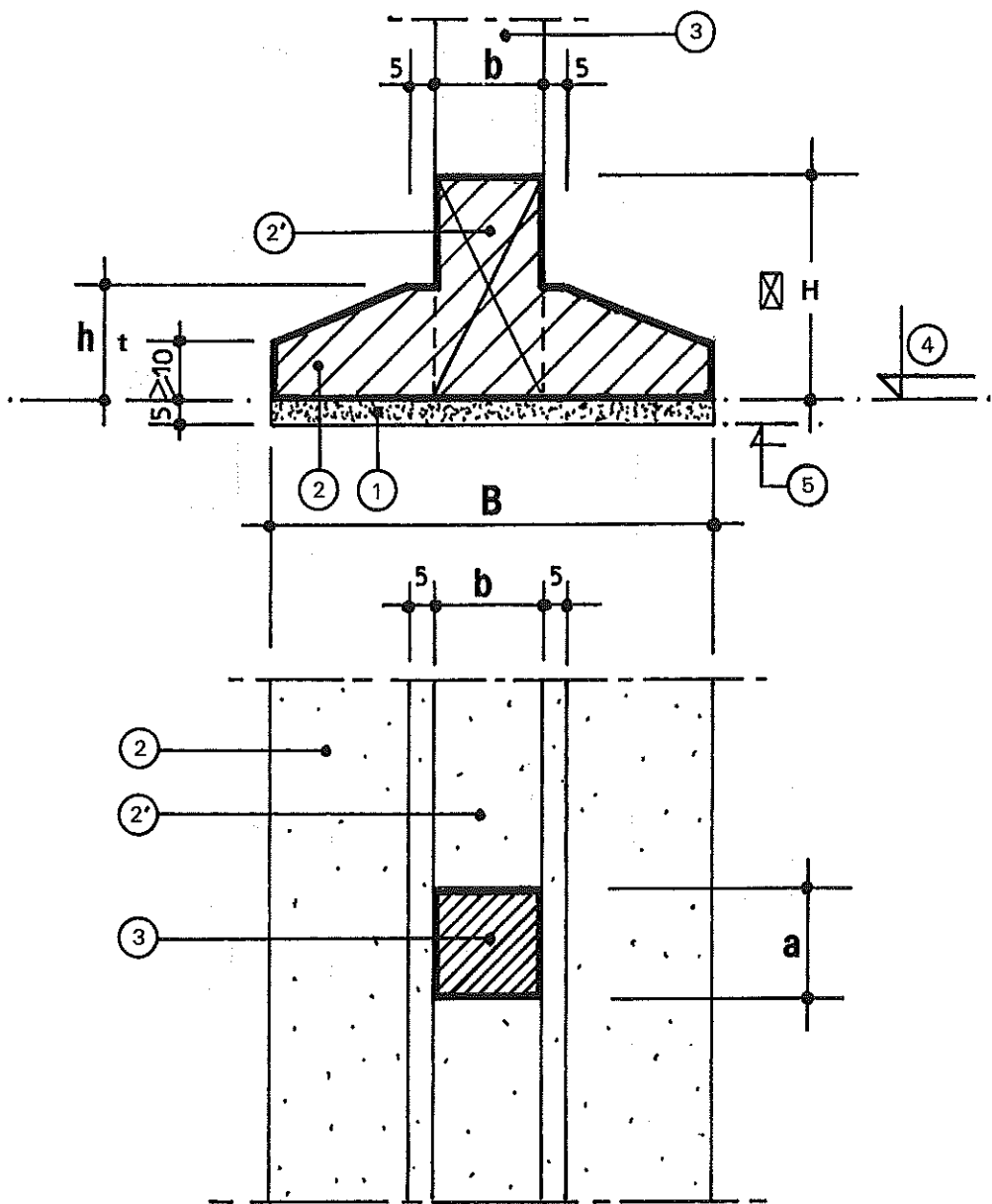
CABINET

LE

PLAN N°



B3



- ① Béton de propreté
- ② Semelle filante béton armé
- ②' Longrine
- ③ Poteau B.A.
- ④ Niveau d'assise (bon sol)
- ⑤ Fond de fouille (terrassement)

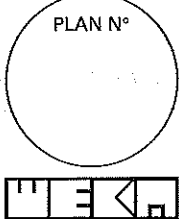
B = Largeur d'assise de la semelle  
b = Largeur de la longrine  
a = Dimension poteau  
 $h_t$  = Hauteur semelle  
H = Hauteur longrine

**Semelle filante béton armé avec longrine en béton armé  
sous poteaux.**  
Coupe transversale et plan

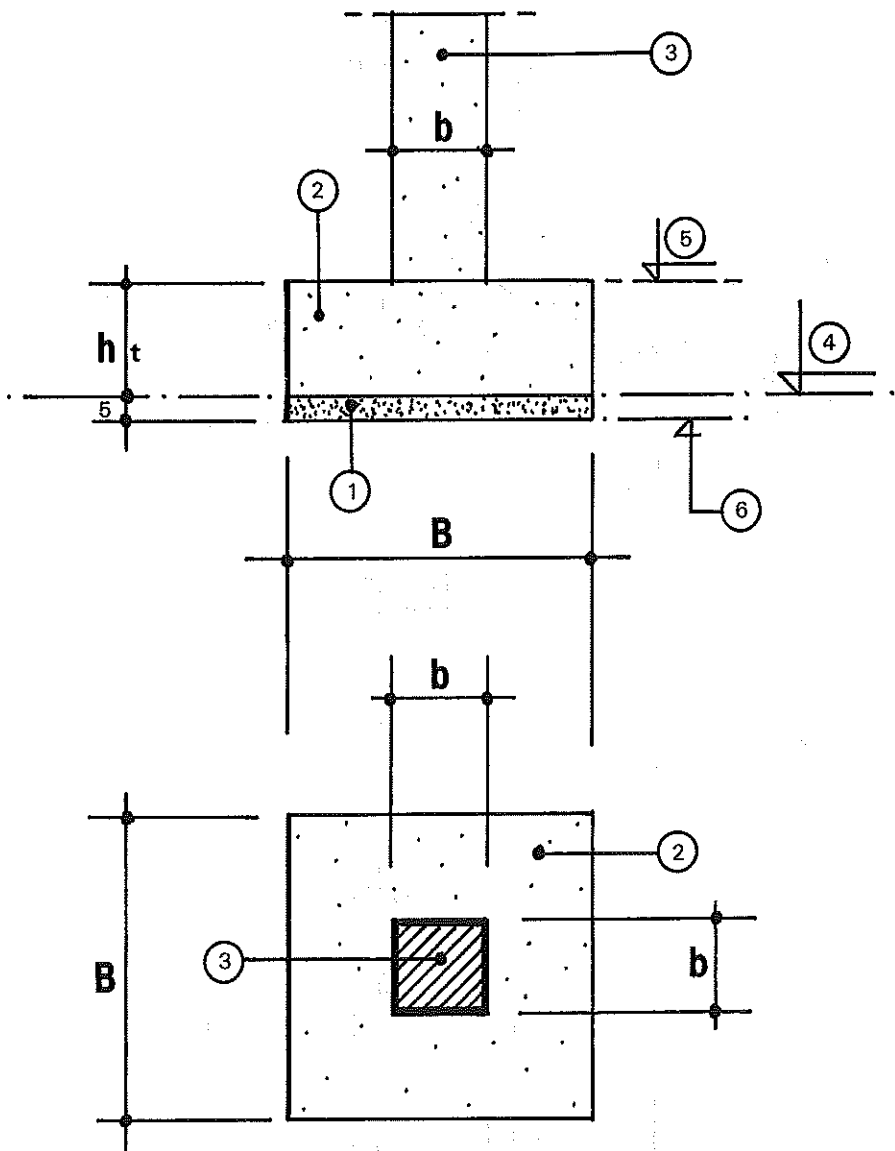
Echelle : —

CABINET

LE



B4

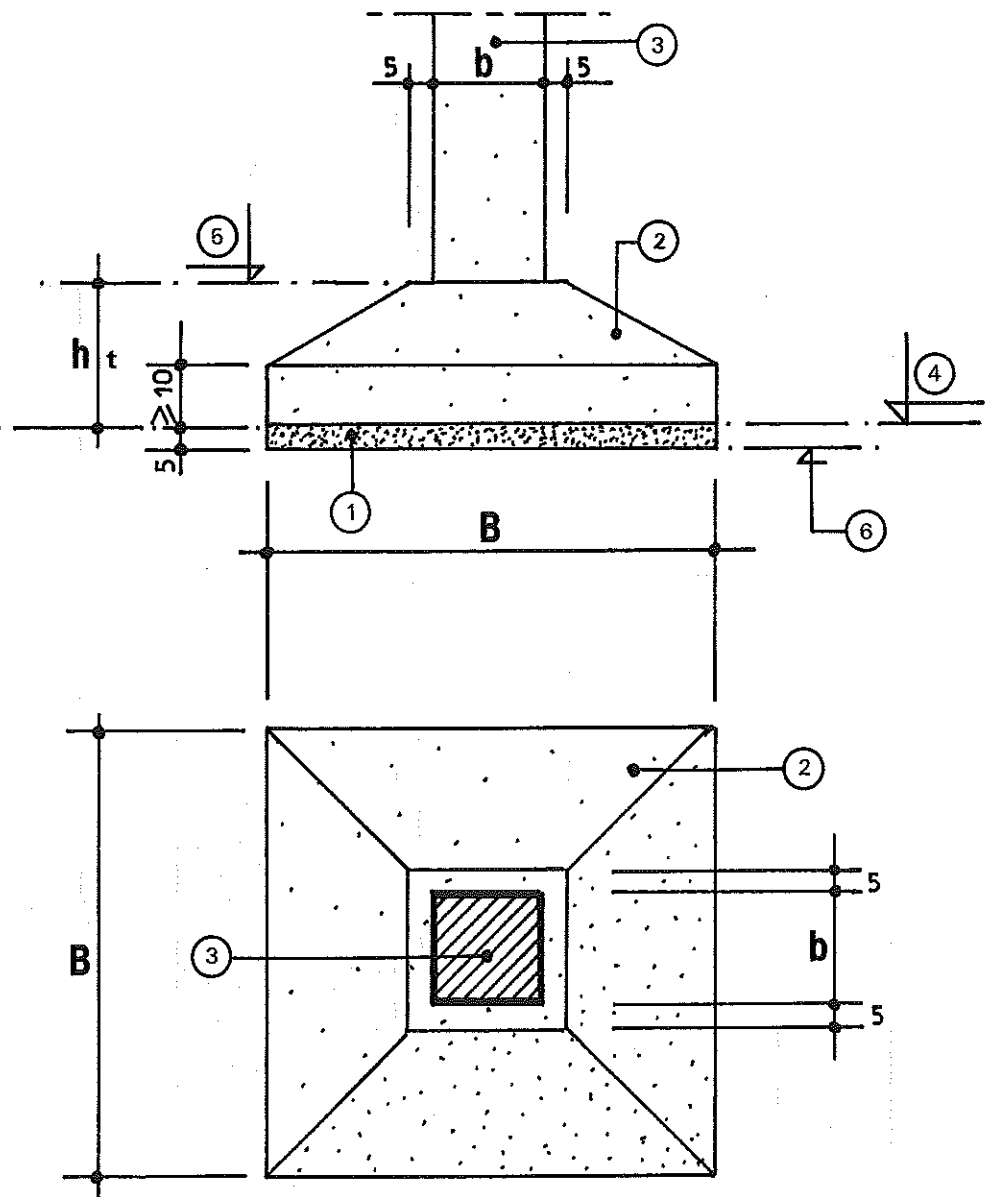


- 1 Béton de propreté
- 2 Béton armé (semelle)
- 3 Poteau B.A.
- 4 Niveau d'assise (bon sol)
- 5 Arase de coulage (semelle)
- 6 Fond de fouille (terrassement)

B = Côté de la semelle  
b = Côté du poteau  
h<sub>t</sub> = Hauteur de la semelle

Petite semelle isolée (carrée) en béton armé	
Coupe transversale et plan	
Echelle : —	
CABINET	LE

PLAN N°

**B5**

- ① Béton de propreté
- ② Béton armé (semelle)
- ③ Poteau B.A.
- ④ Niveau d'assise (bon sol)
- ⑤ Arase de coulage (semelle)
- ⑥ Fond de fouille (terrassement)

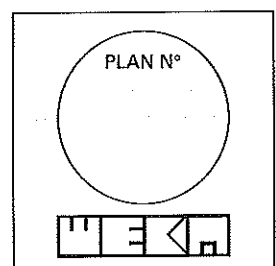
**B** = Côté de la semelle**b** = Côté du poteau**h<sub>t</sub>** = Epaisseur de la semelle

**Semelle isolée, courante, carrée en béton armé**  
**Coupe transversale et plan**

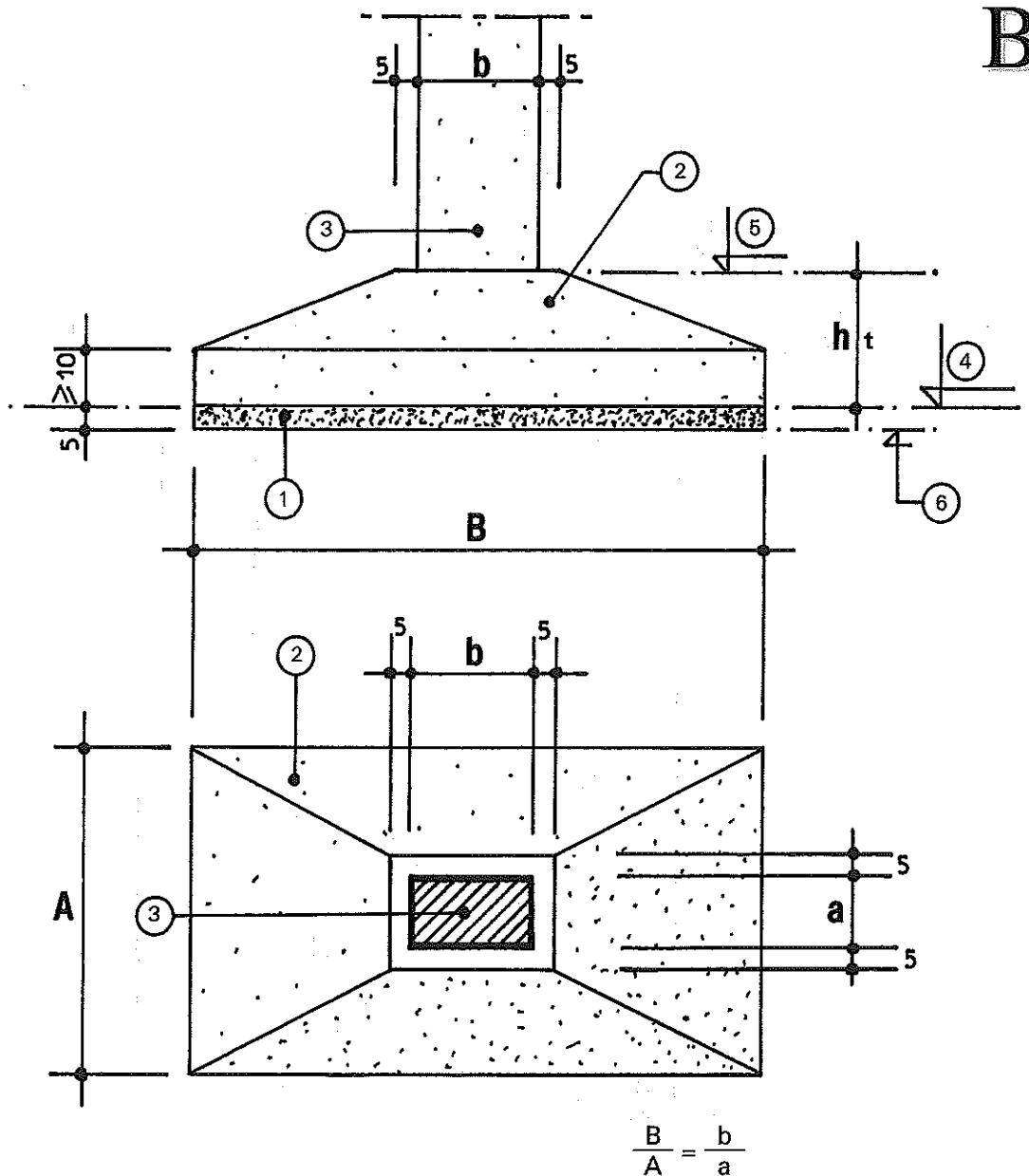
Echelle : —

CABINET

LE



B6



- ① Béton de propreté
- ② Béton armé (semelle)
- ③ Poteau B.A.
- ④ Niveau d'assise (bon sol)
- ⑤ Arase de coulage (semelle)
- ⑥ Fond de fouille (terrassement)

$A$  = Largeur de la semelle  
 $B$  = Longueur de la semelle  
 $a, b$  = Côtés du poteau  
 $h_t$  = Hauteur de la semelle

**Semelle isolée rectangulaire en béton armé**  
**Coupe transversale et plan**

Echelle : —

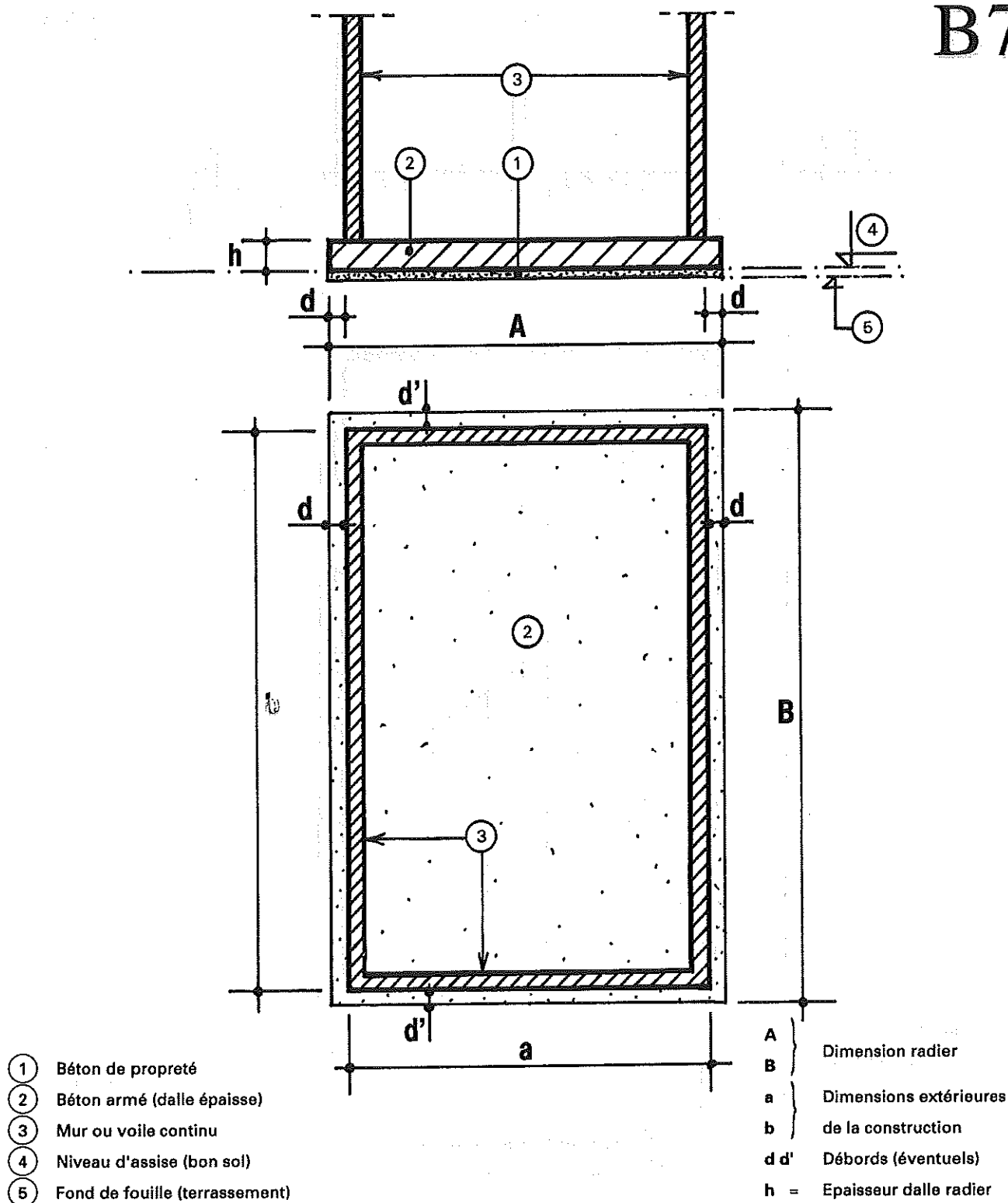
CABINET

LE

PLAN N°



B7

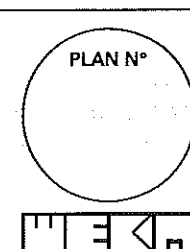


**Radier, cas simplifié**  
**Coupe transversale et plan**

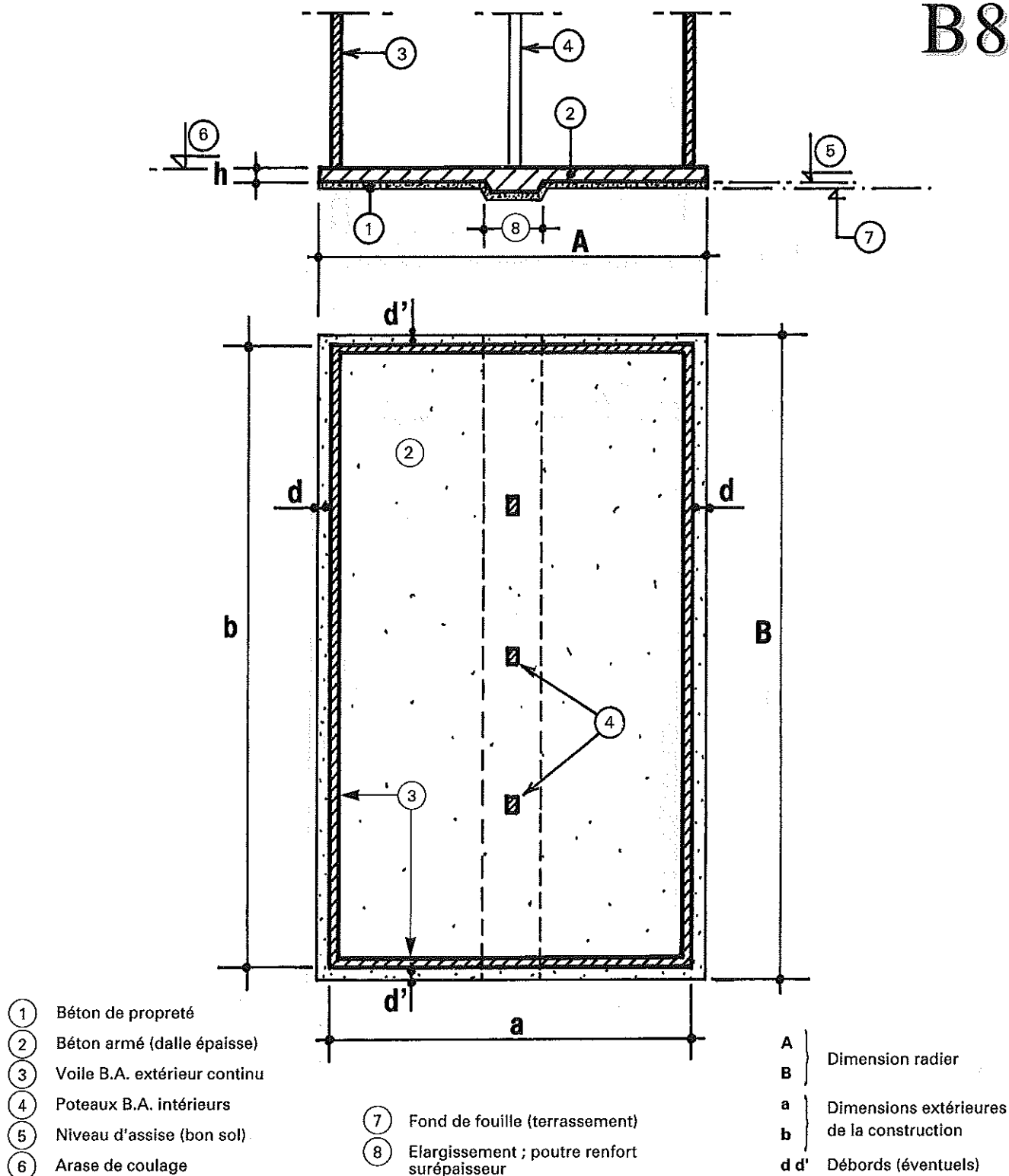
Echelle : -

CABINET

LE



B8

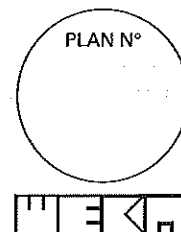


**Radier, cas courant (avec poteaux intérieurs)**  
**Coupe transversale et plan**

Echelle : —

CABINET

LE





## 1/2.2

# Critères de choix

---

### 1. Généralités

La détermination du choix de la solution de fondation d'un bâtiment (ou d'un ouvrage en général) est basée sur les critères suivants :

- position de la couche de portance suffisante :
  - en surface (fondations superficielles) ;
  - en profondeur : fondations semi-profondes et profondes.
- résistance de cette couche portante ou taux de travail admissible ;
- importance et distribution des charges provenant de la superstructure et éventuellement de l'infrastructure (sous-sols enterrés) ;
- importance des déformations (absolues ou différentielles) ;
- présence d'eau dans le sol ;
- présence de constructions existantes ;
- mise en œuvre et coût relatif.

L'ensemble de ces critères correspond aux éléments d'une étude spécifique qui pourra comporter plusieurs solutions chiffrées.

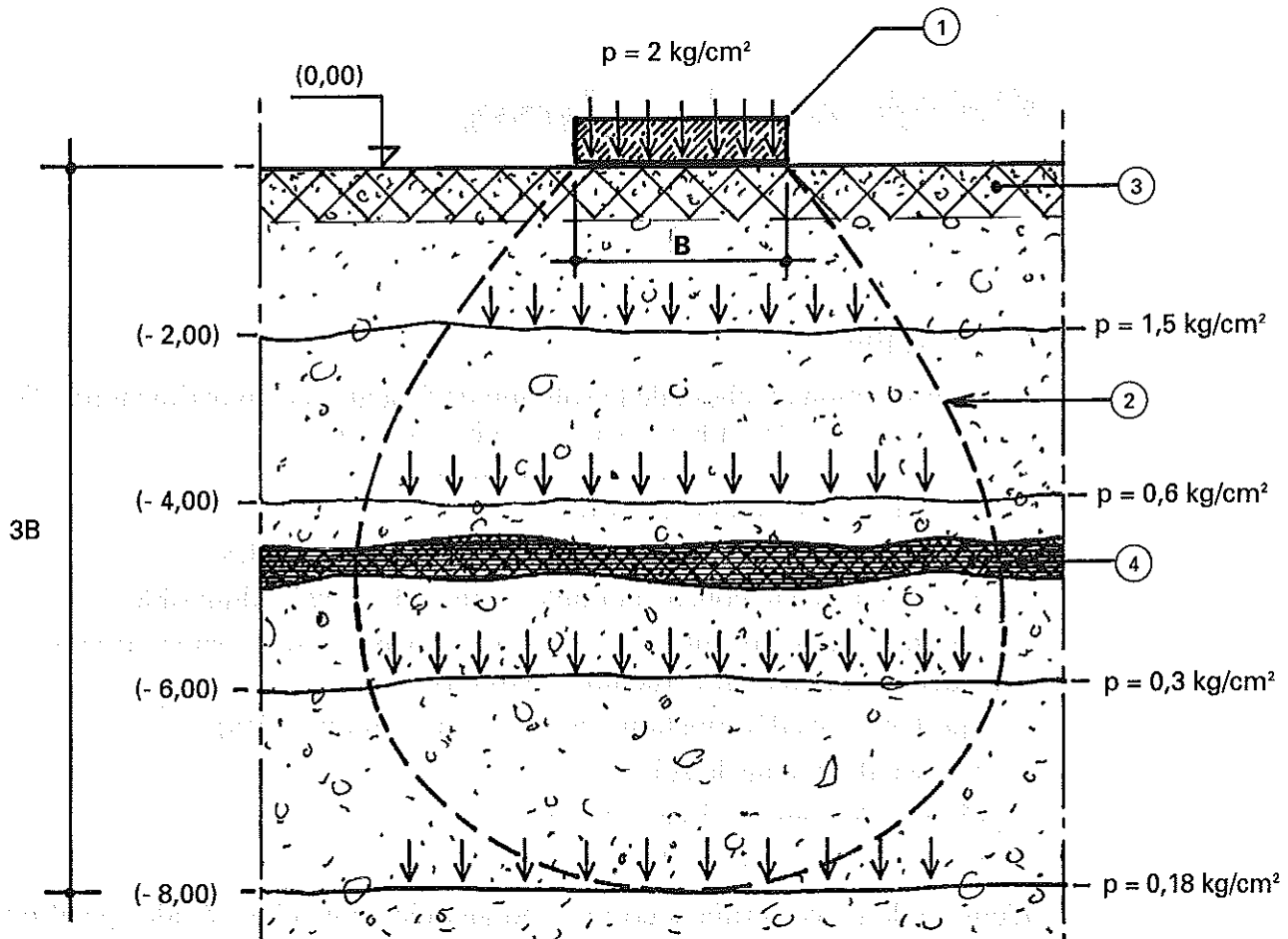
### 2. Examen des critères précédents

#### *a) Position de la couche portante*

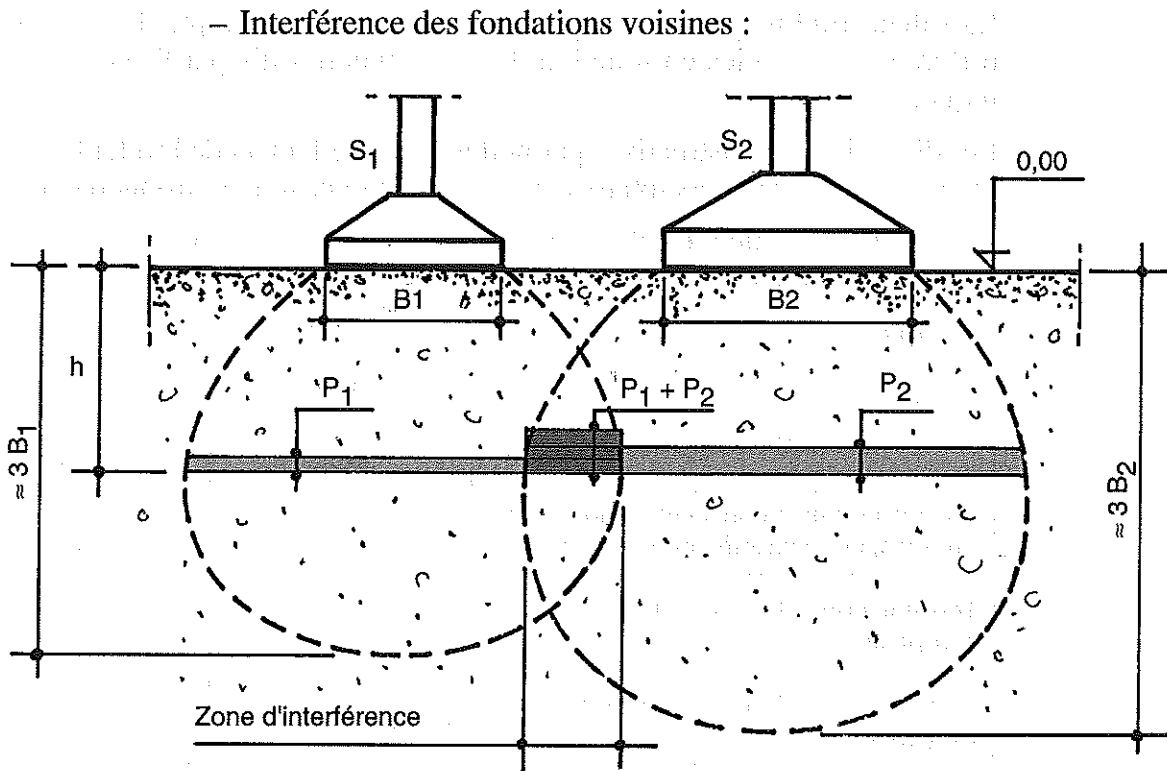
La présence d'une couche de portance suffisante en surface, de nature homogène et d'épaisseur sensiblement constante, correspond généralement à un mode de fondation superficiel. Mais la connaissance du sol en profondeur est nécessaire, par une reconnaissance effectuée par sondages, pour déceler l'éventualité d'une couche de portance moindre.

La vérification de la pression au niveau de cette dernière, en fonction de la répartition en profondeur (bulbe des pressions), permettra ou non de retenir ce mode de fondation superficiel.

Exemple :



- ① Charge répartie (semelle largeur  $B$ )
- ② Courbe de répartition des pressions dans le sol (bulbe des pressions)
- ③ Couche portante à 2 bars ( $2 \text{ kg/cm}^2$ )
- ④ Présence d'une couche très compressible à faible portance ( $0,3 \text{ bar}$ ), pouvant entraîner un tassement de la fondation et des couches supérieures (exemple : tourbe, vase, argile molle, etc.)



A la profondeur  $h$ , les bulbes de pression des semelles  $S_1$  et  $S_2$  se recoupent, ce qui correspond à la superposition des pressions  $P_1 + P_2$ . La contrainte admissible au niveau 0,00 d'assise des fondations doit tenir compte de ces interférences à la profondeur  $h$ .

Si les semelles se trouvent trop rapprochées, il y a lieu d'envisager : soit une solution par radier général, soit une solution par fondations : semi-profondes (puits) ou profondes (pieux).

#### b) Résistance de la couche portante

Cette notion est valable uniquement pour les fondations superficielles, la résistance des fondations profondes étant basée sur d'autres principes.

- Réaction du sol : la réaction du sol sous une structure, définie dans ses grandes lignes, peut être caractérisée par une valeur ultime  $q_u$  qui tient compte :
  - implicitement, des dimensions prévisibles des semelles ;
  - de leurs implantations respectives ;
  - de l'éventuelle alternance compression/décompression du sol ;
  - de l'inclinaison prévisible de la résultante des charges appliquées.

Dans certains cas particuliers, il convient, pour chaque situation de déterminer la valeur ultime  $q_u$ .

La contrainte de calcul  $q$  est la plus petite des deux valeurs suivantes :

- $q_u/2$  ;
- celle qui dispense de tenir compte des tassements différentiels dans la structure.

La valeur  $q_u/2$  ne peut être dépassée et on peut tenir compte des tassements différentiels associés en fonction des éléments fournis par l'étude géotechnique.

Les dispositions constructives permettent habituellement de limiter les conséquences des tassements totaux entre la structure et son environnement.

– contrainte de calcul  $q$  : elle peut être déduite de l'expérience acquise sur des réalisations existantes voisines pour un sol et un ouvrage donnés.

Exemple :

Nature du sol	Valeur de $q$	
	MPa	Bars
Roches peu fissurées saines, non désagrégées, et de stratification favorable	0,75 à 4,5	7,5 à 45
Terrains non cohérents à bonne compacité	0,35 à 0,75	3,5 à 7,5
Terrains non cohérents à compacité moyenne	0,2 à 0,4	2 à 4
Argiles (sauf argiles très plastiques)	0,1 à 3	1 à 3

– contrainte ultime  $q_u$  : la valeur ultime  $q_u$  peut être calculée à partir des résultats d'essais géotechniques du sol de fondation, définissant les paramètres suivants :

$\phi$  = angle de frottement interne ;

$\gamma$  = masse volumique du terrain ;

$C$  = cohésion.

Le détail des calculs est donné en partie 13.

– Autres renseignements : en l'absence de données précises ou de résultats d'essais résultant de sondages, on peut adopter en avant-projet les valeurs forfaitaires mentionnées en partie 13/1 (R1).

#### *c) Importance et distribution des charges*

Selon l'organisation de la structure en ce qui concerne les éléments porteurs et la distribution des charges faites ponctuellement (poteaux, piles, etc.) ou répartie sur des voiles ou murs, l'organisation des fondations (superficielles) pourra être faite par semelles isolées ou par semelles continues filantes (Cf. dessins B9 et B10).

#### *d) Importance des déformations (absolues ou différentielles)*

La distribution non uniforme des charges de type ponctuel (poteaux) peut entraîner des déformations différentielles malgré la présence de chaînages entre semelles.

Les murs ou voiles porteurs disposés en infrastructure constituent des éléments raidisseurs répartissant les charges jusqu'aux fondations qui seront alors de type continu (semelles filantes).

Lorsque, pour des raisons d'exploitation des sous-sols, cette solution ne peut être utilisée (points porteurs isolés, exemple : parcs autos), on peut réaliser une fondation continue par semelle longrine sous poteaux (Cf. dessins B11 et B12).

*e) Présence d'eau dans le sol*

La présence d'une nappe phréatique à niveau variable dans un sol de fondation perméable situé sur des couches argileuses, devra inciter le projeteur à prévoir des fondations profondes ou semi-profondes (pieux, micropieux) de manière à reporter les charges de la construction sur une couche stable non-sujette aux phénomènes de gonflements-retraits générateurs de désordres (voir dessin page suivante).

*f) Présence de constructions existantes (au voisinage des constructions projetées)*

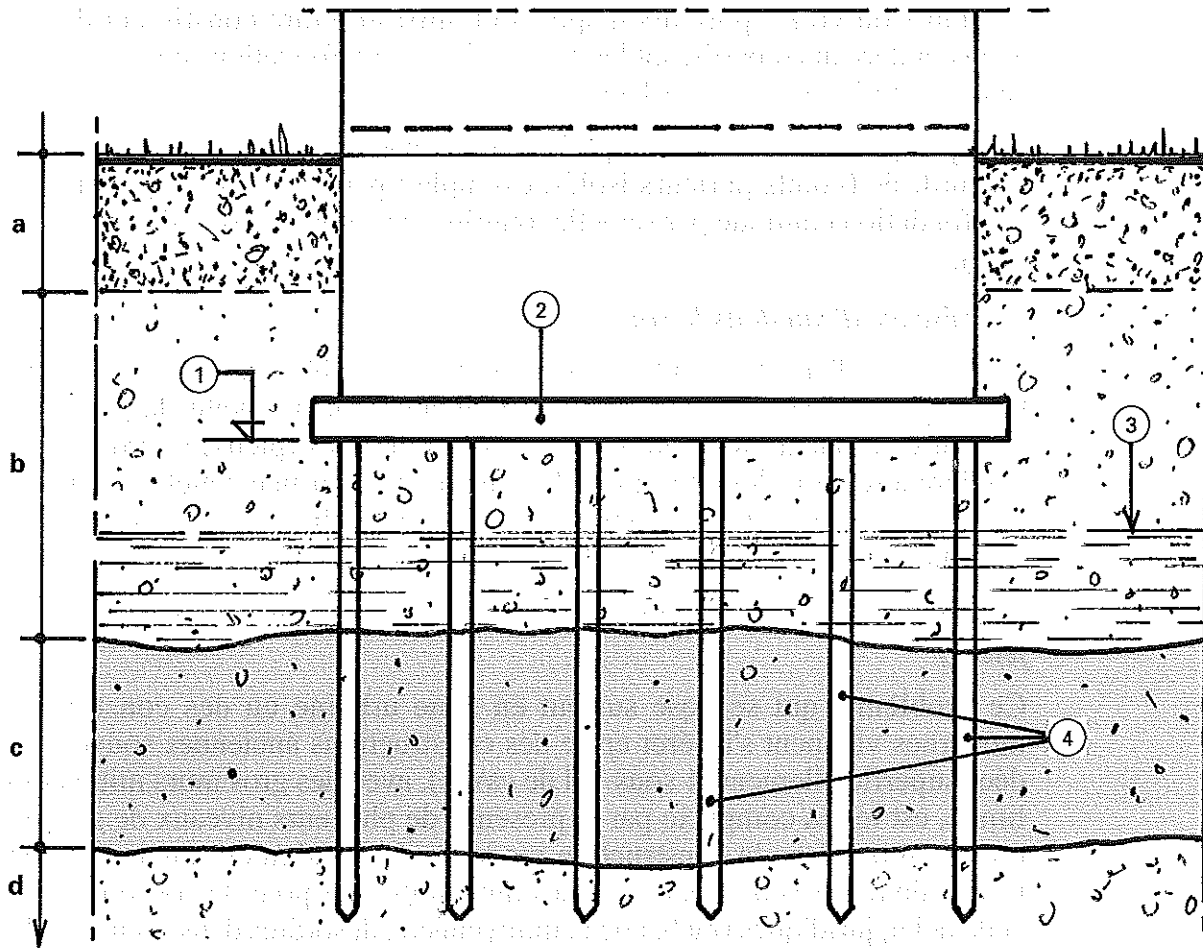
Ce problème, qui se pose surtout en zone urbaine où des constructions modernes viennent s'insérer entre des constructions anciennes souvent fondées superficiellement (1 sous-sol de caves), avec des gros murs mitoyens en limite, est rendu complexe par la présence de plusieurs niveaux de sous-sols (parcs autos) dans la construction moderne. L'abandon des anciennes techniques de reprise en sous-œuvre des murs mitoyens pour des raisons de coût et de délai, juridiques (rachat de la mitoyenneté, désordres dans les immeubles existants), nécessite d'autres techniques spécialisées (Cf. dessin B13).

*g) Mise en œuvre et coût relatif*

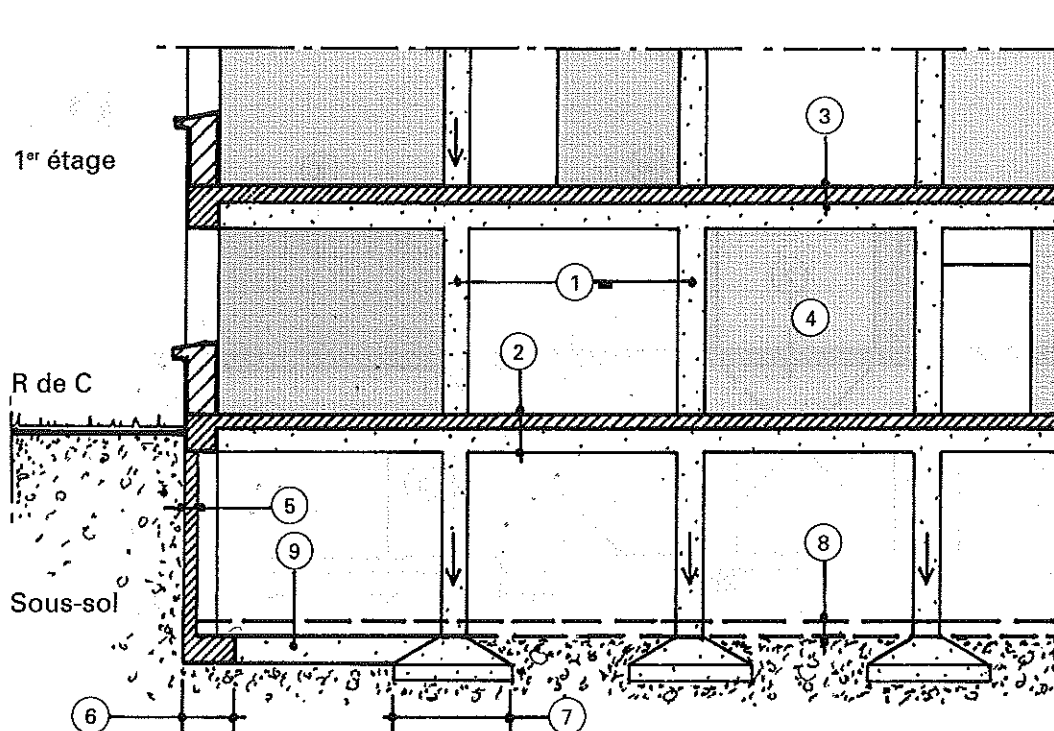
La mise en œuvre de certains types de fondations profondes n'est pas possible en zone urbaine (exemple : pieux à tube battu).

Les différents critères de choix énoncés plus haut et qui sont d'ordre technique, doivent permettre d'établir un choix entre des solutions de fondations superficielles et des solutions de fondations profondes.

Chaque solution devra être chiffrée afin de déterminer celle qui correspondra au meilleur choix technique et au meilleur coût relatif.



- ① Niveau d'assise de l'ouvrage
- ② Semelle de fondation filante
- ③ Niveau (variable) nappe phréatique
- ④ Pieux
- a Terrain superficiel remblai
- b et d Sol stable perméable
- c Couche argile

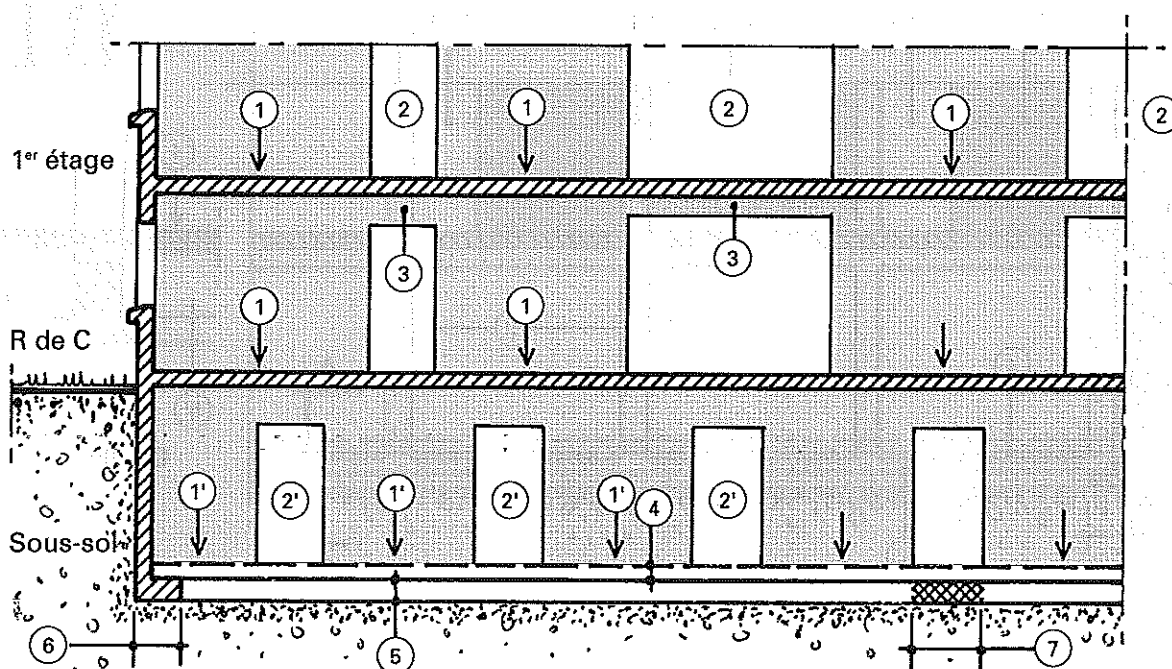


B9

- ① Poteaux
- ② Poutres
- ③ Planchers-dalles
- ④ Maçonneries de remplissage
- ⑤ Voile continu (ou maçonnerie) en sous-sol

- ⑥ Semelle filante excentrée
- ⑦ Semelle isolée sous poteau
- ⑧ Dallage sous-sol
- ⑨ Longrine d'équilibrage

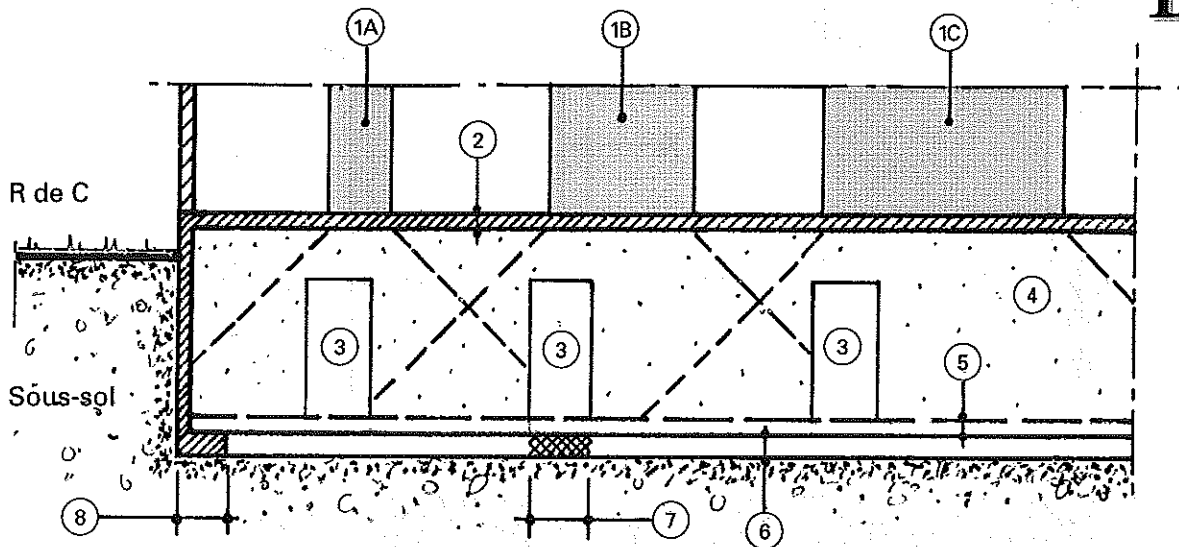
B10



- ① Eléments porteurs d'étages (voiles ou murs)
- ①' Eléments porteurs en sous-sol
- ② Ouvertures en étages (portes – baies, libres...)
- ②' Ouvertures en sous-sol (exemple : portes de caves)
- ③ Linteaux sur ouvertures

- ④ Dallage
- ⑤ Semelle de fondation filante
- ⑥ Semelle filante excentrée
- ⑦ Zone renforcée de la semelle filante au droit de l'ouverture

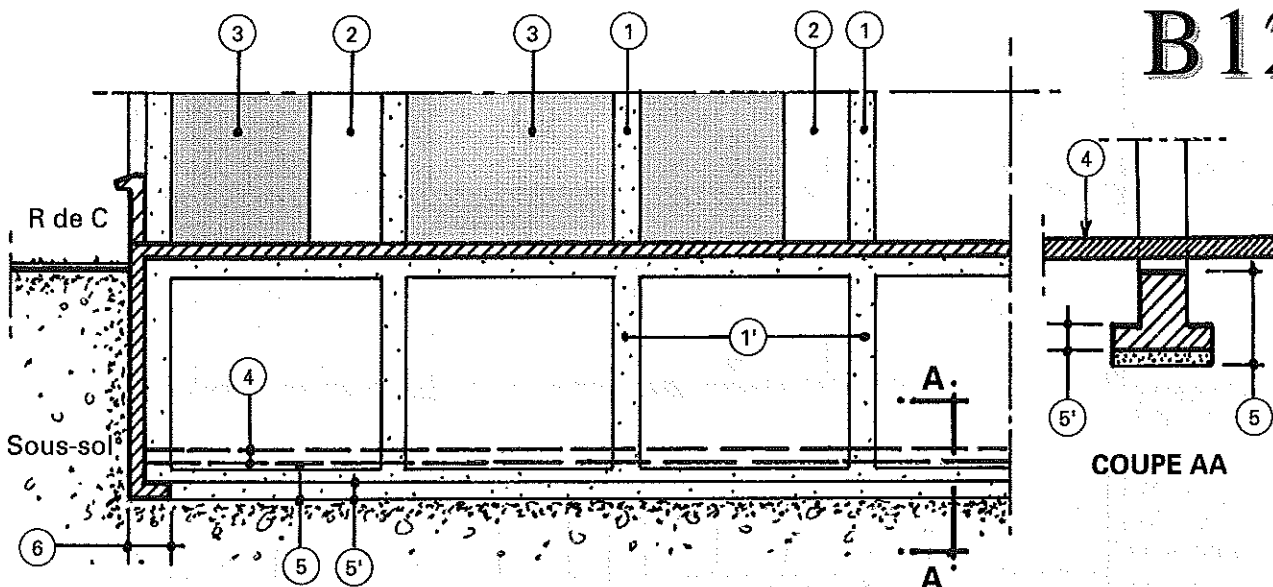
## B11



- (1A) (1B) (1C) Piles ou éléments de voiles porteurs inégalement chargés  
 (2) Plancher - dalle  
 (3) Ouvertures en sous-sol (exemple : portes de caves)  
 (4) Voile sous-sol en béton armé  
 (5) Dallage sous-sol

- (6) Semelle continue sous voile (filante)  
 (7) Zone renforcée (au droit des ouvertures)  
 (8) Semelle filante excentrée  
 (9) Répartition des charges

## B12

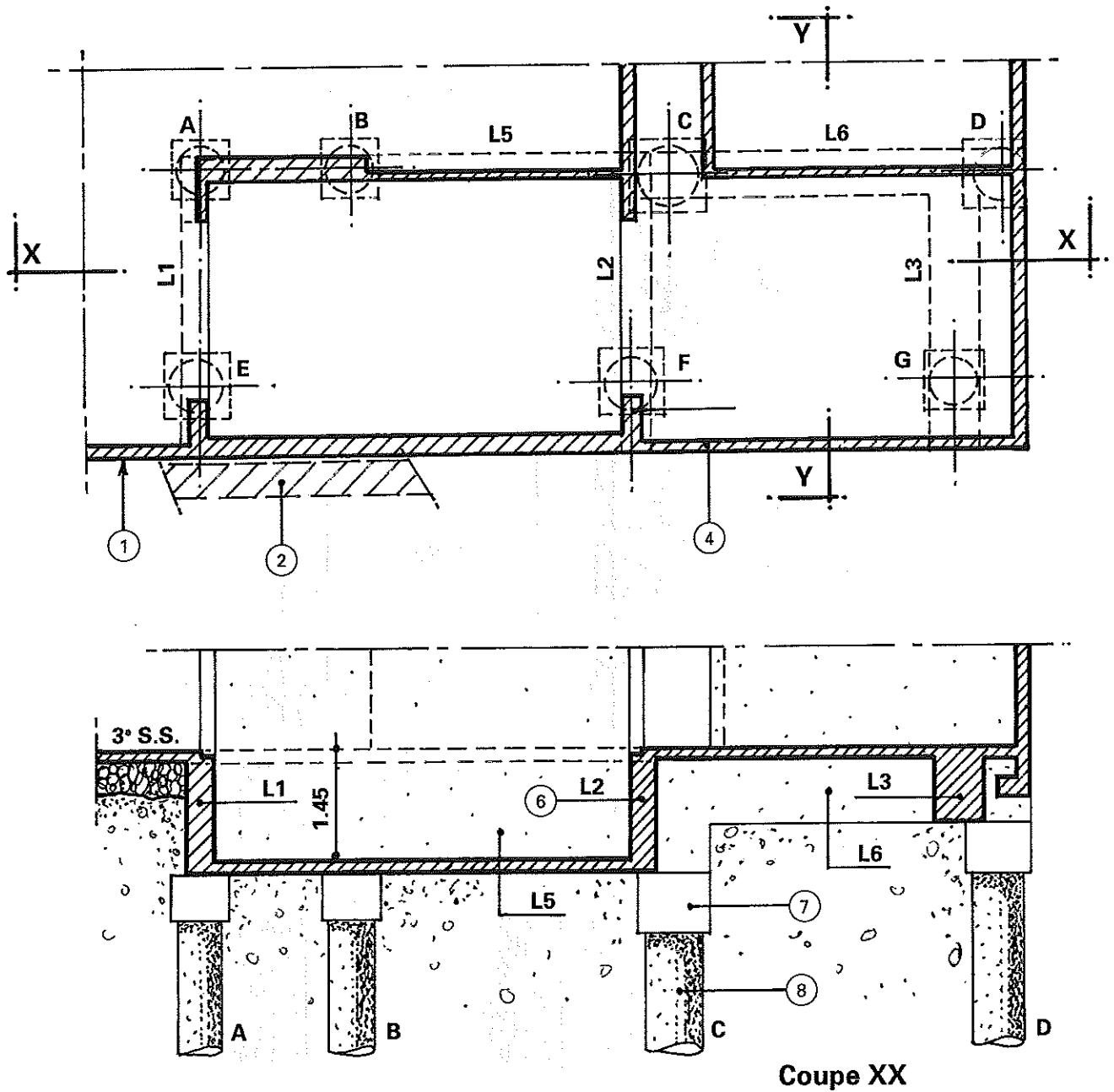


- (1) Points porteurs étages (poteaux)  
 (1') Points porteurs sous-sol (poteaux)  
 (2) Ouvertures  
 (3) Remplissages maçonnerie

- (4) Dallage sous-sol  
 (5) Semelle de répartition filante  
 (5') Longrine raidisseuse  
 (6) Semelle excentrée filante



## B13

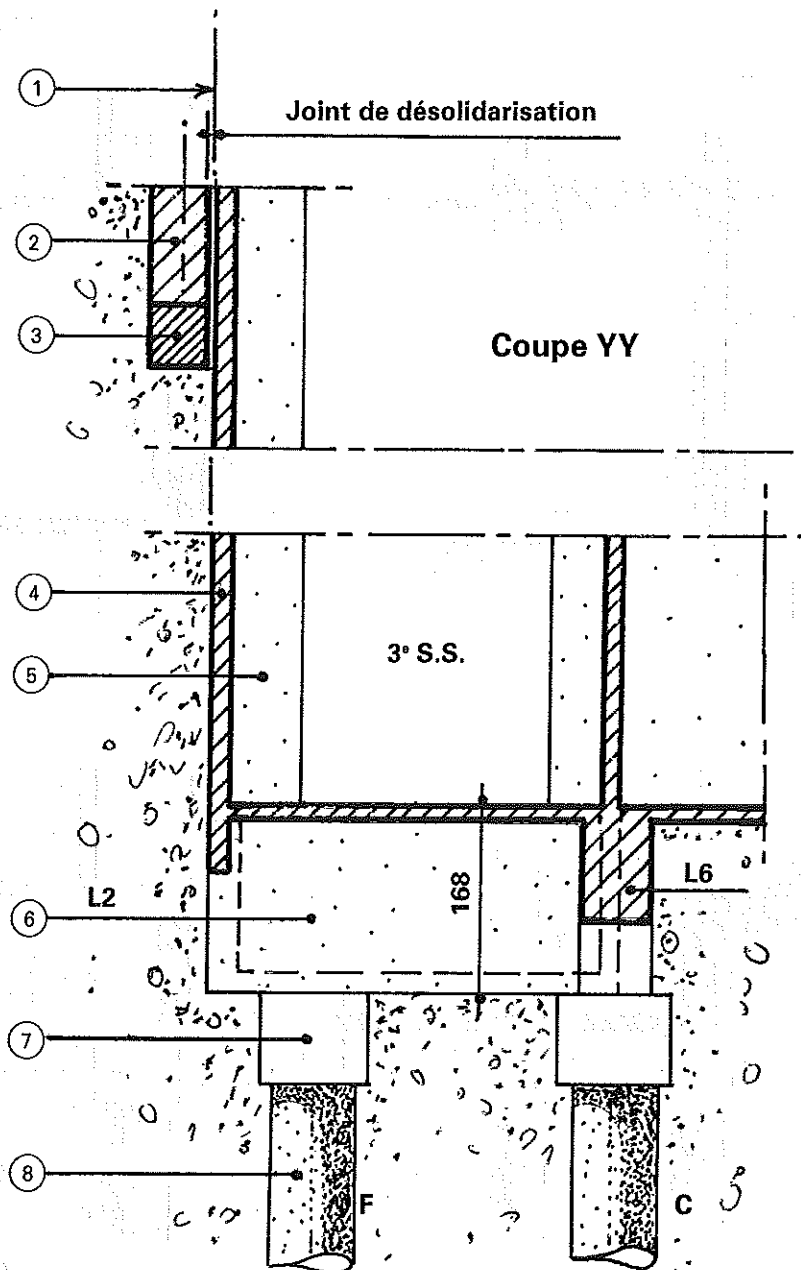


Fondations profondes par pieux et longrines en limite (plan partiel et coupe)

- ① Limite de propriété
- ② Mur mitoyen existant
- ④ Voile BA en limite construction neuve (exécution par puits alternés)
- ⑥ Longrine transversale de reprise
- ⑦ Massif sur pieu
- ⑧ Pieu foré

L1 - L2 - L3, etc. = Longrines

## B13



## Fondations profondes par pieux et longrines en limite (coupe transversale partielle)

- ① Limite de propriété
- ② Mur mitoyen existant
- ③ Arc de décharge en maçonnerie
- ④ Voile BA en limite construction neuve (exécution par puits alternés)
- ⑤ Poteau raidisseur
- ⑥ Longrine transversale de reprise
- ⑦ Massif sur pieu
- ⑧ Pieu foré

L1 - L2 - L3, etc. = Longrines

## 1/2.3

# Semelles filantes

### I – GÉNÉRALITÉS

Les semelles filantes sont des fondations superficielles selon la définition actuelle du DTU 13.11. Elles sont établies sous des murs ou voiles porteurs en maçonnerie d'éléments ou en béton banché armé ou non. Elles correspondent à des charges réparties généralement de manière uniforme dans la hauteur des superstructures (dessin B10, chapitre 1/2.2) ou dans celle des sous-sols (dessin B11, chapitre 1/2.2).

Elles peuvent également être prévues associées à des poutres-longrines établies sous poteaux espacés régulièrement (équidistants) et chargés de manière identique (dessin B12, chapitre 1/2.2). Elles correspondent à une désignation courante : *fondations en rigoles*.

### II – DISPOSITIONS GÉNÉRALES – PRINCIPES – SEMELLES SOUS MURS ET VOILES

**1. La descente de charge** correspondant au mur ou voile porteur, conduit à une charge  $Q$  exprimée par Ml (mètre linéaire).

**2. L'étude de sol** a conduit à déterminer une contrainte de calcul  $q$  tenant compte :

- de la contrainte ultime  $q_u$  ;
- des tassements admissibles (cf. chapitre 1/2.2 page 4) (valeur en MPa ou bars).

**3. Le dimensionnement de la semelle** correspond :

- à la largeur minimale de la semelle filante :

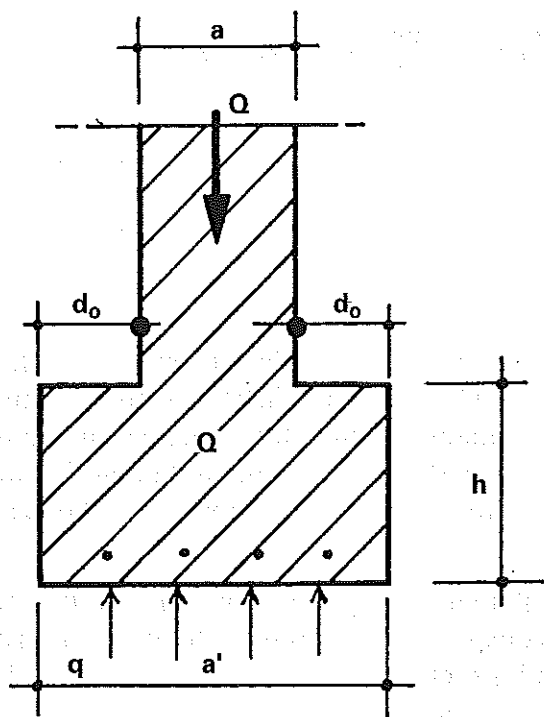
$$a' = \frac{Q}{q \times 100}$$

Unités :  $a' = (\text{cm})$

$Q = (\text{daN/ml}) \quad (1 \text{ daN} \approx 1 \text{ kg})$

$q = (\text{bar}) \quad (1 \text{ bar} \approx 1 \text{ kg/cm}^2)$

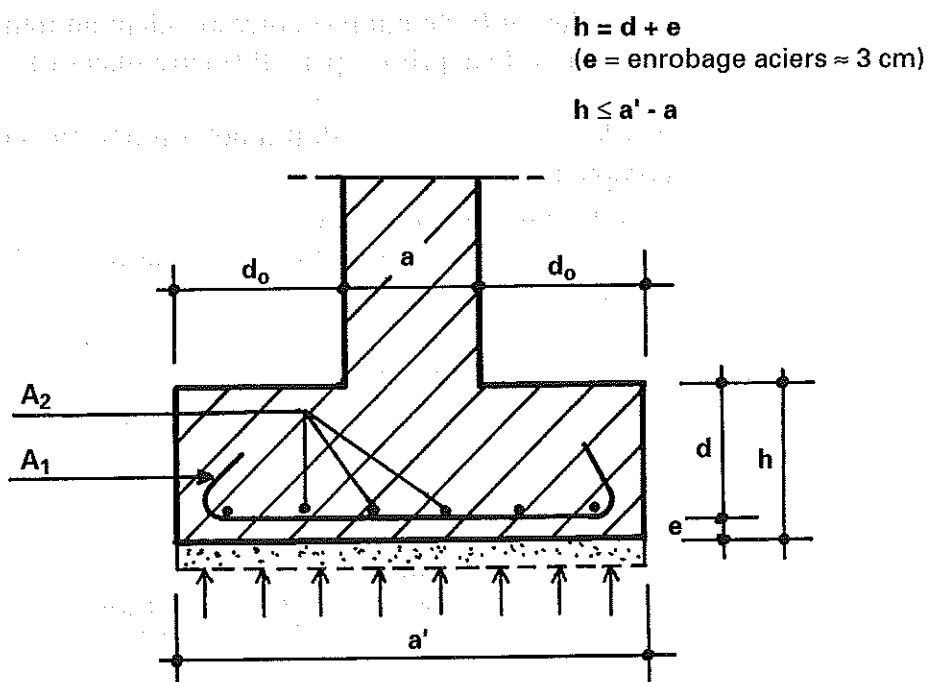
- et à sa hauteur.

a) 1<sup>er</sup> cas : semelle non armée transversalement

$$h \geq 2 d_o$$

$$d_o = \frac{a' - a}{2}$$

- $a$  = Epaisseur du mur ou voile porteur  
 $a'$  = Largeur de la semelle  
 $h$  = Hauteur de la semelle  
 $d_o$  = Débord latéral de la semelle par rapport au mur  
 $Q$  = Charge superstructure  
 $q$  = Contrainte du sol

b) 2<sup>e</sup> cas : semelle armée transversalement (cas simplifié)

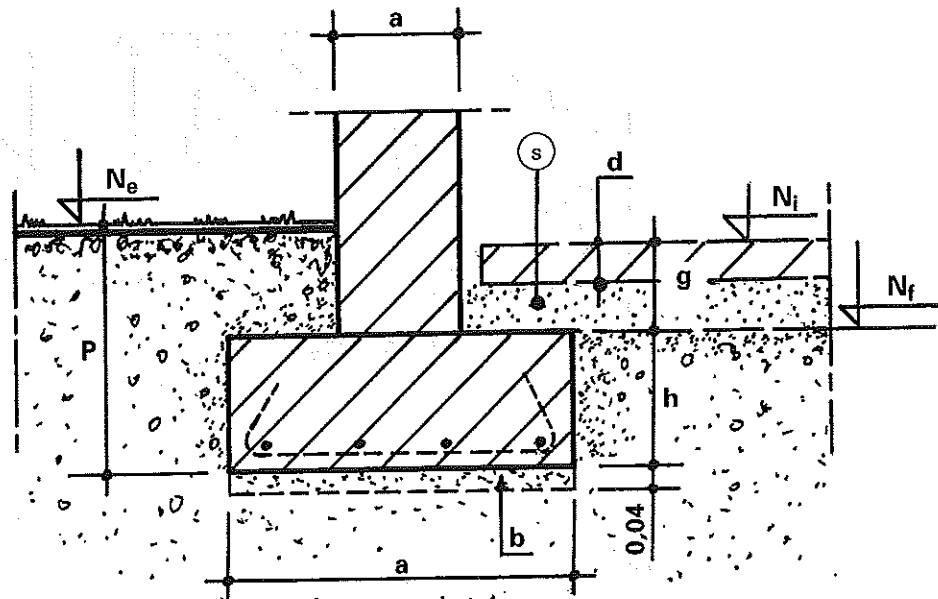
$$h = d + e$$

( $e$  = enrobage aciers  $\approx 3$  cm)

$$h \leq a' - a$$

#### 4. Encastrement dans le terrain

##### a) 1<sup>er</sup> cas : mur ou voile extérieur



**a** = Epaisseur mur ou voile porteur

**a'** = Largeur de la semelle

**h** = Hauteur de la semelle

**p** = Profondeur « hors gel »

**N<sub>e</sub>** = Niveau sol extérieur

**N<sub>i</sub>** = Niveau sol intérieur

**d** = Dallage éventuel

**g** = Garde ou réserve  $\geq 0,15$  m (côté intérieur)

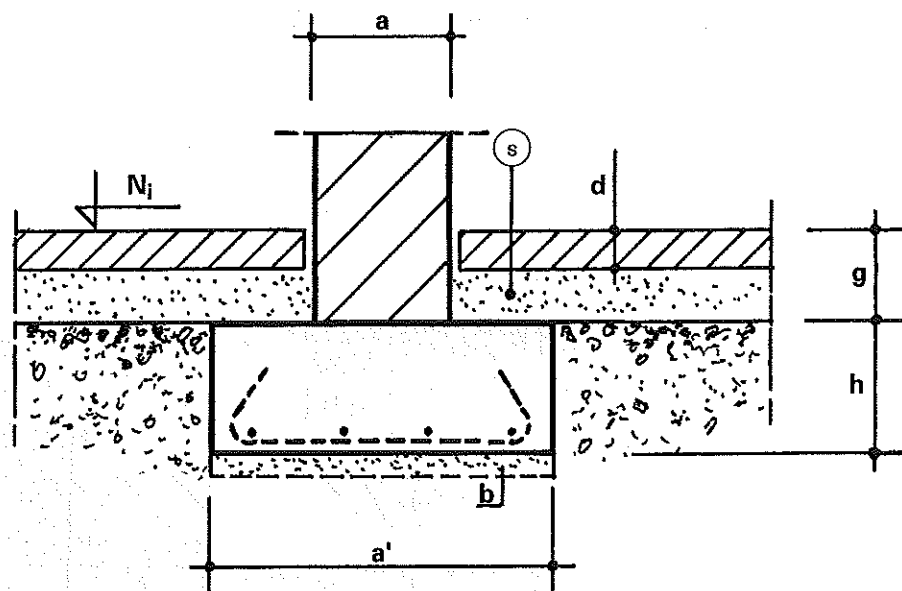
**s** = Couche de sable sous dallage 0,05 m environ (ou hérisson pierres)

**N<sub>f</sub>** = Niveau fond de fouille

**b** = Béton de propreté  $\geq 0,04$  m

Nota :

La semelle filante peut être coulée à pleine fouille (en rigole) avec encastrement sur la hauteur ou à faces coffrées.

b) 2<sup>e</sup> cas : mur ou voile intérieur

**a** = Epaisseur mur ou voile porteur

**a'** = Largeur de la semelle

**h** = Hauteur de la semelle

**N<sub>i</sub>** = Niveau sol intérieur fini

**d** = Dallage éventuel

**g** = Garde ou réserve  $\geq 0,15$  m (côté intérieur)

**s** = Couche de sable sous dallage 0,05 m environ (ou hérisson pierres)

**b** = Béton de propreté  $\geq 0,04$  m

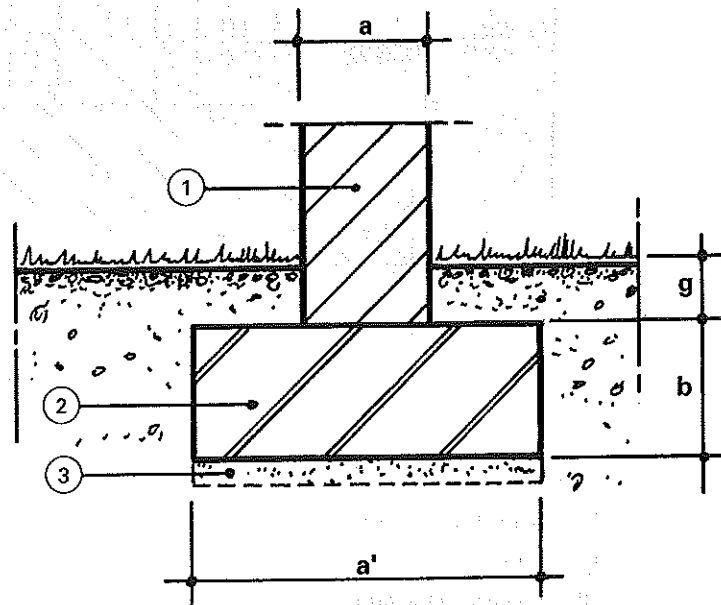
Nota :

La garde **g** devra tenir compte de la présence éventuelle de canalisations sous dallage.

## 5. Formes - Types (section transversale)

### a) Cas courant

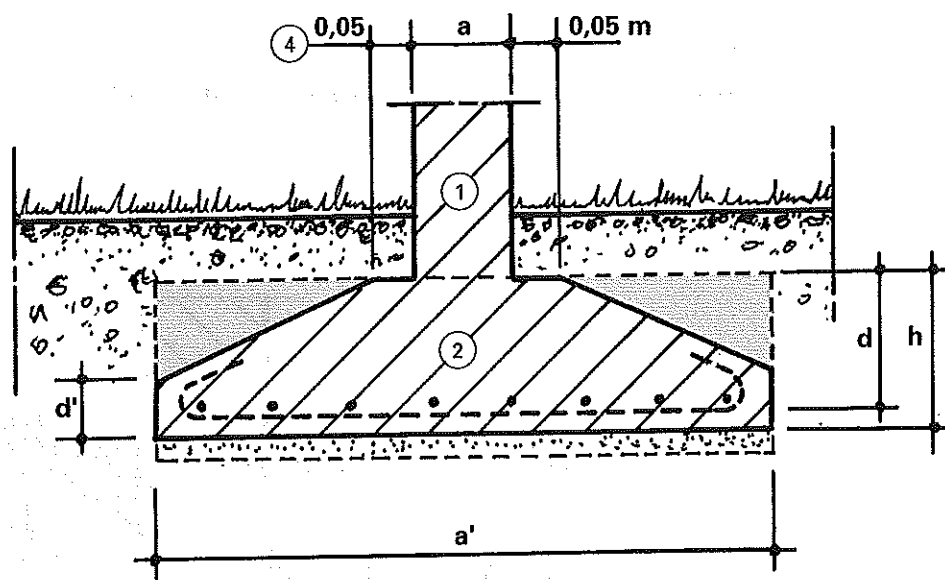
Petites semelles (faibles charges ou sol très résistant), *section rectangulaire*.



- ① Mur ou voile porteur (extérieur ou intérieur)
- ② Semelle béton non armé transversalement ou armé (Cf. règles de dimensionnement)
- ③ Béton de propreté
- $a$  = Epaisseur mur ou voile porteur
- $a'$  = Largeur de la semelle
- $h$  = Hauteur de la semelle
- $g$  = Garde (ou réserve)

### b) Semelles larges : section allégée

- Contrainte réduite sur le sol ;
- charges transmises importantes.



- ① Voile
- ② Semelle béton armé
- ④ Surlargeur pour mise en place coffrage
- $d'$  = Semelle béton armé
- $d$  = Hauteur utile (calcul) de la semelle
- $h$  = Hauteur totale
- $a$  = Largeur du voile ou mur
- $a'$  = Largeur de la semelle

Nota :

Cette forme permet une économie sur le volume du béton coulé (zone tramée).

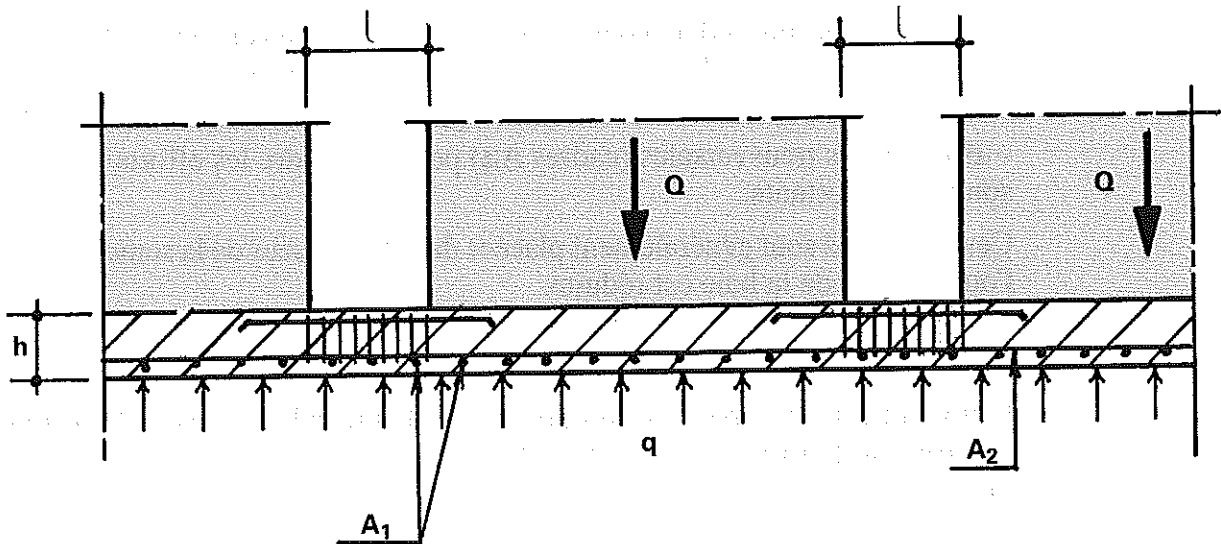
### III – DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

L'élément porteur (mur ou voile) qui transmet les charges à la semelle est rarement continu sur toute sa longueur sauf en ce qui concerne les parois extérieures jouant le rôle de soutènement des terres.

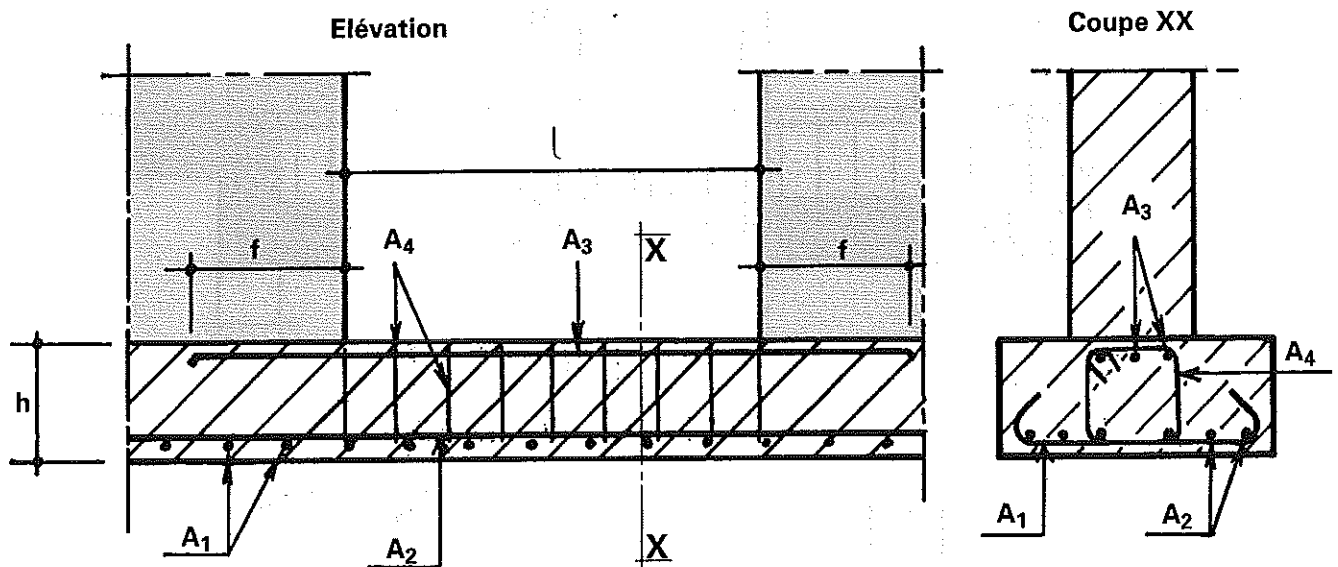
#### 1. Ouvertures

Des ouvertures (portes de cave, passage/couloir d'accès, etc.) sont généralement pratiquées dans les voiles ou maçonneries d'éléments. La semelle filante existe néanmoins au droit de ces ouvertures et participe à la répartition uniforme des charges du sol. Elle réalise également le chaînage longitudinal au niveau de la fondation.





Au droit des ouvertures, la semelle, dans le sens longitudinal, se comporte comme une poutre subissant un moment de flexion sous l'effet des réactions du sol  $q$ . La partie supérieure de la semelle (seuil baie) est tendue et nécessite des armatures de renfort.



- $A_1 - A_2$  = Armatures courantes semelle
- $A_3$  = Aciers renforts/ouverture
- $A_4$  = Cadres renforts (effort tranchant)
- $f$  = Ancrages aciers
- $l$  = Ouvertures
- $h$  = Hauteur de la semelle
- $Q$  = Descente de charge
- $q$  = Contraintes du sol
- Zones pleines porteuses (en élévation)

Ces armatures sont indépendantes des armatures transversales de la semelle. Elles sont placées au droit du mur ou voile et sont constituées :

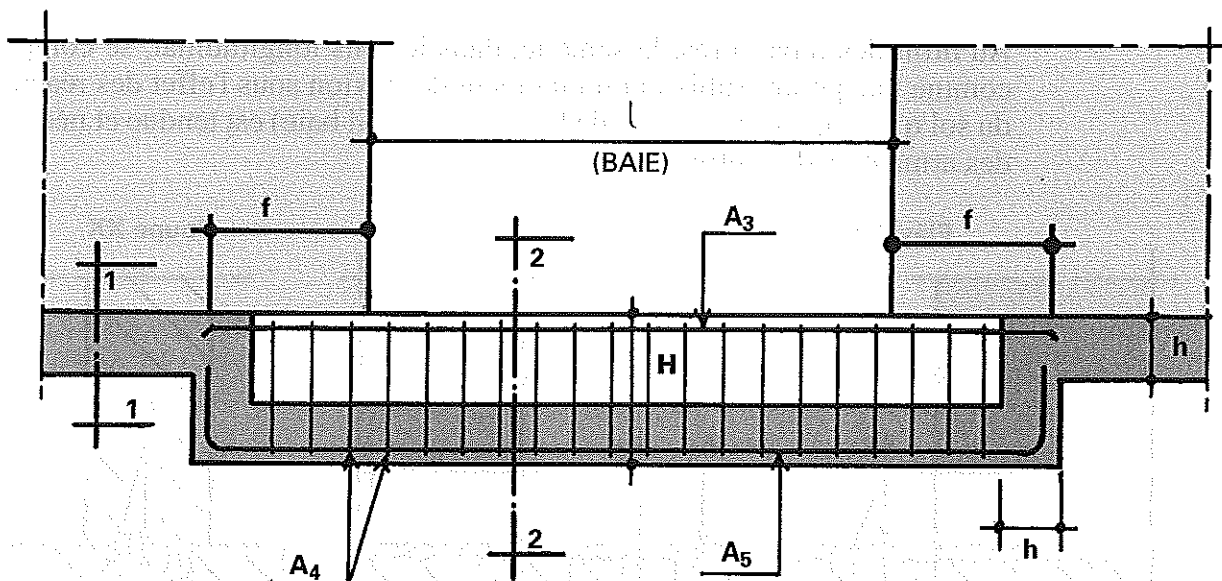
- d'armatures supérieures de flexion ( $A_3$ ) ancrées ( $f$ ) latéralement ;
- d'armatures transversales (cadres  $A_4$ ) pour reprendre les efforts tranchants souvent importants.

Ces armatures sont généralement placées dans l'épaisseur de la semelle lorsque l'ouverture  $l$  de la baie est réduite.

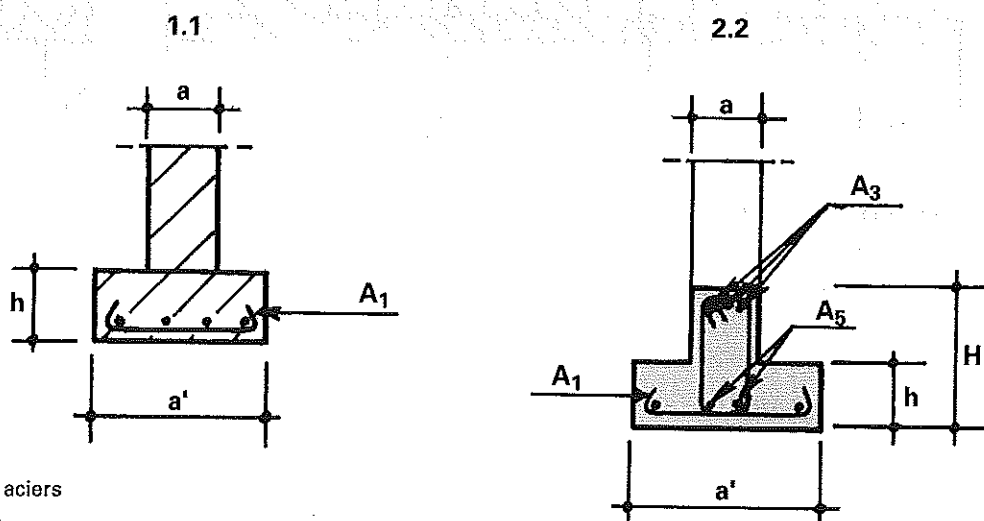
## 2. Cas particulier

L'ouverture  $l$  de la baie est importante. La hauteur  $h$  de la semelle est alors insuffisante (surtout à l'effort tranchant) pour reprendre les efforts ; d'où la disposition suivante :

Elévation



Coupes



$f =$  Ancrages aciers

$A_3 =$  Acier renfort

#### IV – CAS DES SEMELLES FILANTES SOUS POTEAUX

Les dispositions concernant la semelle proprement dite sont analogues à celles de la semelle filante sous mur en voile continu.

Les charges transmises par les poteaux étant ponctuelles et la semelle filante répartissant de manière uniforme ces charges sur le sol, un élément raidisseur (longrine, poutre) doit être associé à la semelle filante.

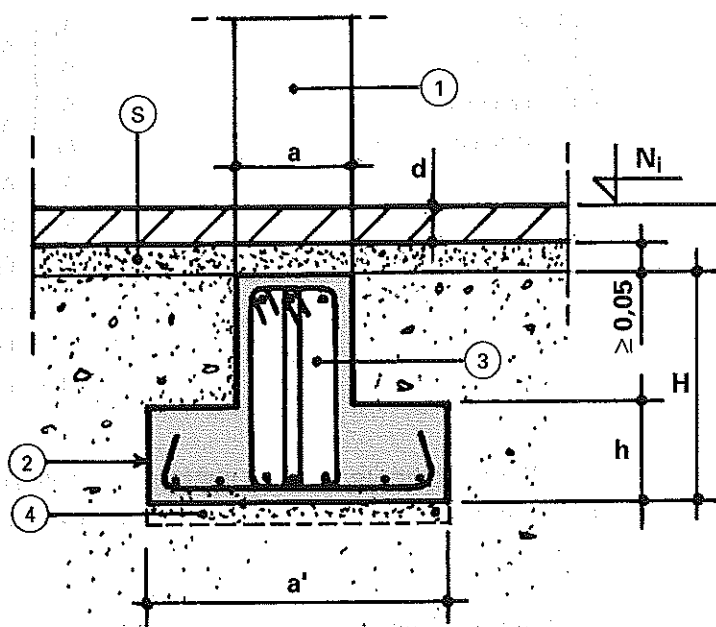
##### 1. Conditions à satisfaire

- Les poteaux doivent être régulièrement espacés ;
- leurs charges doivent être sensiblement voisines.

Ce cas est moins économique que la disposition « semelles isolées sous poteau », mais parfois utilisé en terrain hétérogène ou soumis à des risques de tassements différentiels (franchissement de fontis). (Cf. dessin B12, chapitre 1/2.2).

##### 2. Coupe type

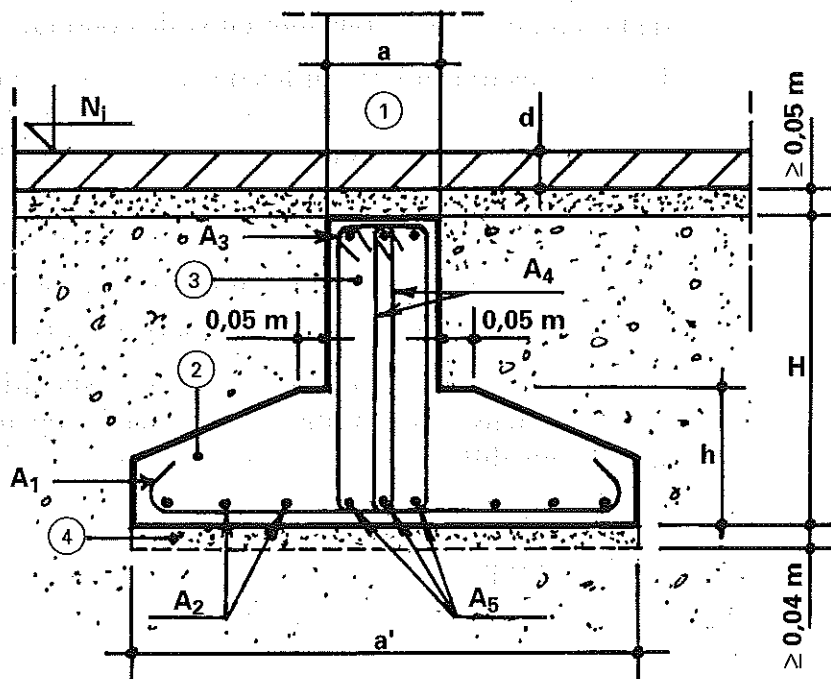
###### a) Petites semelles



- ① Voile
  - ② Semelle
  - ③ Longrine
  - ④ Béton de propreté
- (Armatures données à titre indicatif)

- $a$  = Largeur poteau
- $a'$  = Largeur semelle
- $h$  = Hauteur semelle
- $H$  = Hauteur poutre – longrine
- $d$  = Dallage
- $S$  = Sable
- $N_l$  = Niveau sol fini

**b) Semelles larges**



- |   |                   |         |                                     |
|---|-------------------|---------|-------------------------------------|
| ① | Voile             | $A_1$   | } Armatures courantes semelle       |
| ② | Semelle           | $A_2$   |                                     |
| ③ | Longrine          | $A_3$   | } Armatures longitudinales longrine |
| ④ | Béton de propreté | $A_5$   |                                     |
|   |                   | $A_4$   | Armatures transversales longrine    |
|   |                   | $N_f =$ | Sol fini                            |
|   |                   | $d =$   | Epaisseur dallage                   |
|   |                   | $a =$   | Largeur voile                       |
|   |                   | $a' =$  | Largeur semelle                     |
|   |                   | $H =$   | Hauteur poutre-longrine             |

## V – DISPOSITIONS PARTICULIÈRES EN CONSTRUCTION PARASISMIQUE (CAS DES MAISONS INDIVIDUELLES ET DES BATIMENTS ASSIMILÉS)

### A. Généralités

Les dispositions qui suivent correspondent au DTU « Règles PS MI 89 » publiées en mai 1990.

L'objet de ces règles, dont le détail est donné dans les différentes parties concernées, est de permettre à de *petits bâtiments* de résister de façon satisfaisante, sans avoir recours à des calculs, à des séismes dont le niveau d'intensité est défini dans l'arrêté relatif aux mesures préventives et aux règles de construc-

tion parasismiques applicables aux bâtiments de la catégorie dite « à risque normal » en application de l'article 41 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987.

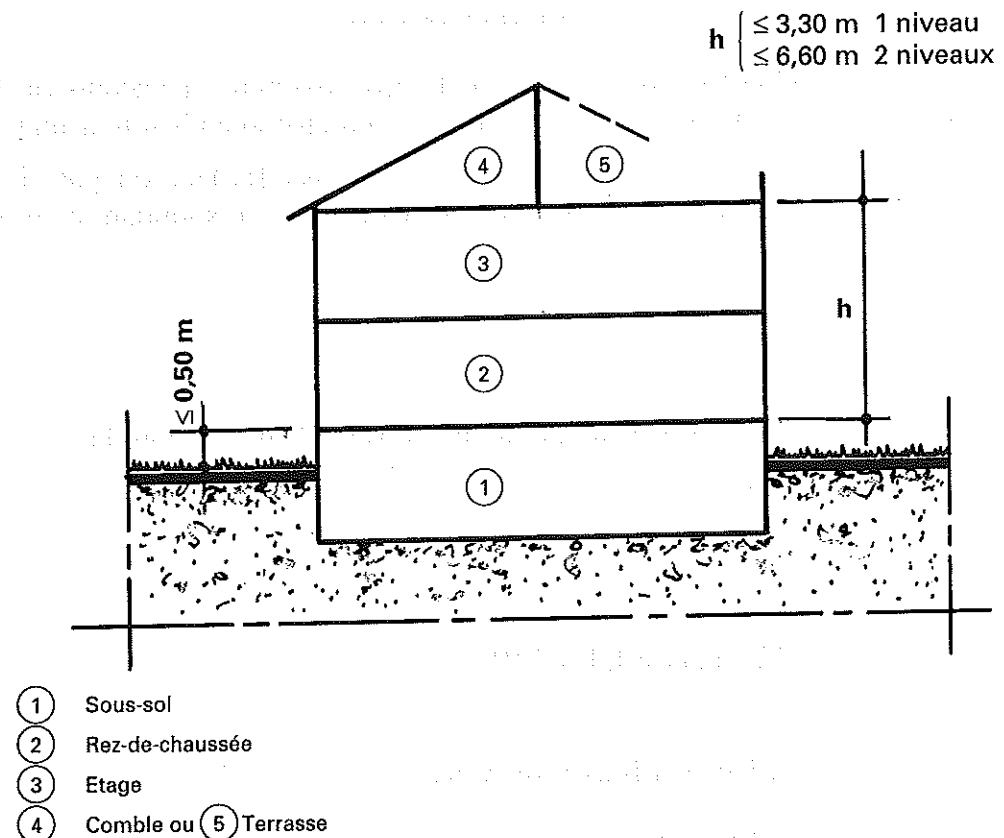
Ces règles se superposent aux règles courantes de construction qu'elles complètent pour le domaine visé.

Les constructions qui n'entrent pas dans le domaine d'application ou qui ne répondent pas aux règles de ce DTU doivent être réalisées selon les règles parasismiques générales en vigueur<sup>1)</sup>.

## B. Types de construction

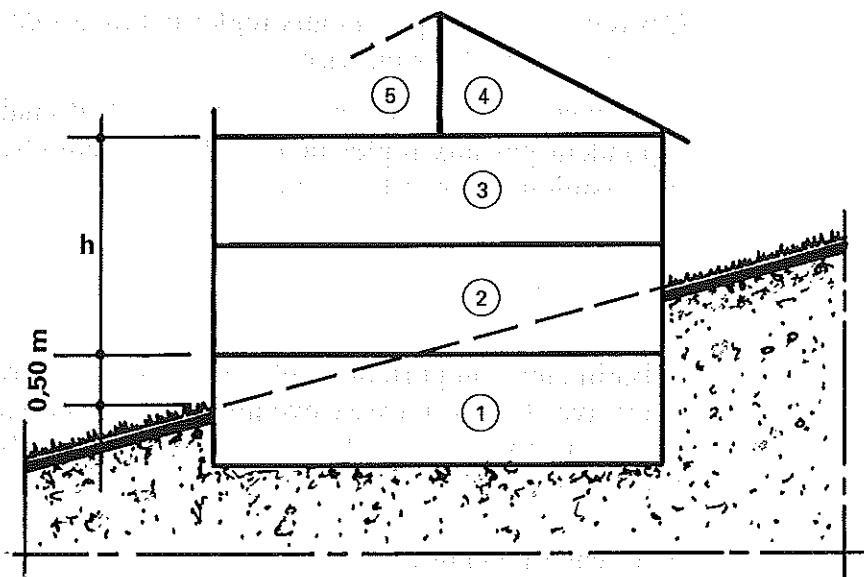
– Bâtiments comportant au plus un niveau enterré, un rez-de-chaussée et un étage avec toiture-terrasse éventuellement accessible ou un comble éventuellement aménageable et destiné à l'habitation, l'hébergement et autres destinations assimilées.

### 1. 1<sup>er</sup> cas : terrain plat



1) Actuellement, règles PS 69 et addenda 82.

## 2. 2<sup>e</sup> cas : terrain en pente



(Mêmes légendes et conditions que le 1<sup>er</sup> cas)

Constructions traditionnelles avec ossature en maçonnerie, béton banché, panneaux préfabriqués de grande dimension en béton ordinaire, bois, acier.

Les procédés non traditionnels (sous ATec) ne sont pas visés (sauf si les ATec respectifs précisent les dispositions correspondant à ce domaine d'application).

### C. Localisation

Zones de séismicité Ia, Ib et II selon le décret pour la prévention du risque sismique (article 41 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987).

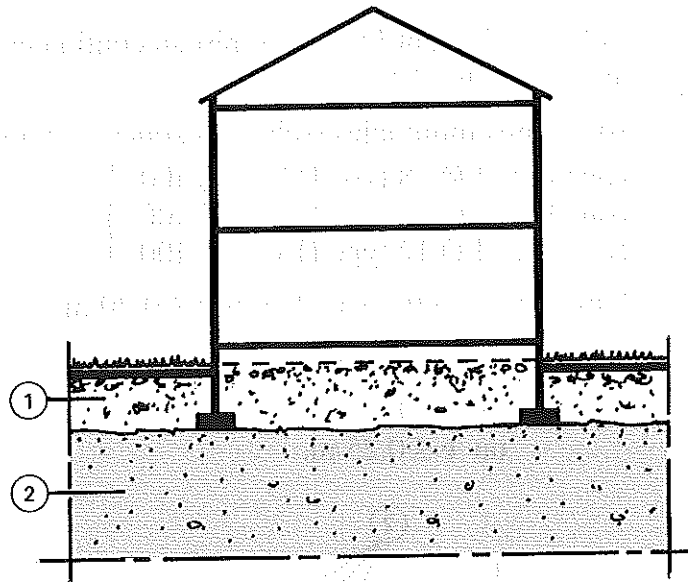
### D. Principes généraux

Cf. chapitre 1/1.5.3 III-4.

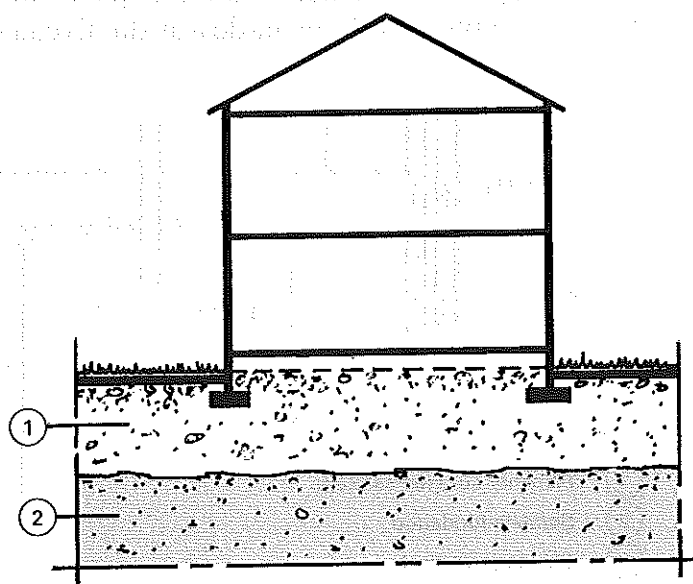
### E. Dispositions relatives aux ouvrages de fondation

#### 1. Dispositions générales

Les dispositions prévues pour les fondations dans les DTU 13.11 et 13.12 sont suffisantes, sauf en cas d'implantation dans l'un des sites à éviter. (Cf. chapitre 1/1.5.3 III-4.).

a) 1<sup>er</sup> cas : cas courant

- ① Couche superficielle
- ② Sol résistant

b) 2<sup>e</sup> cas : nécessite une étude spécifique

- ① Sol à très faibles caractéristiques physiques
- ② Sol résistant

## 2. Liaisons horizontales

### a) 1<sup>er</sup> cas : semelles filantes

Celles-ci doivent former un réseau continu et un chaînage doit être prévu au niveau des fondations.

Armatures minimales (selon les zones sismiques)<sup>1)</sup> :

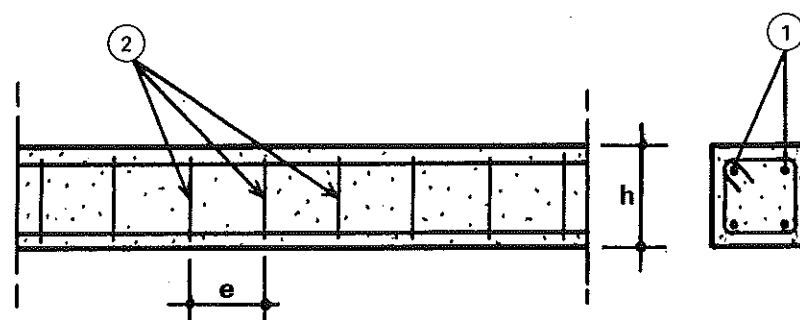
zone Ia : 4 Ø 8 type HA Fe E 400	} <sup>2)</sup>
zone Ib : 4 Ø 10 type HA Fe E 400	
zone II : 4 Ø 12 type HA Fe E 400	

Espacement entre deux barres  $e \leq 0,20$  m.

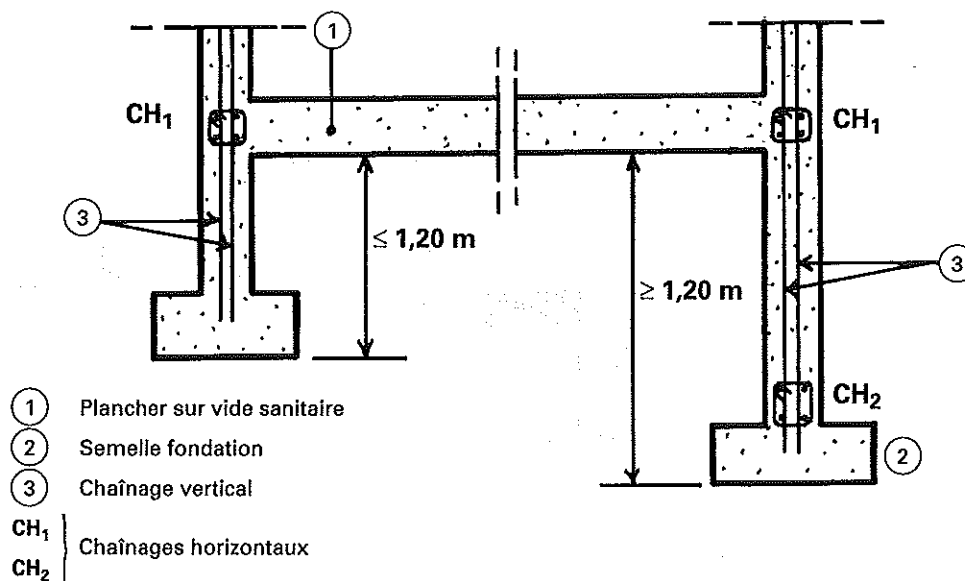
Cadres transversaux (2)

espacement  $e \leq h$

ou  $e \leq 0,25$  m.



Ce chaînage n'est pas nécessaire lorsque celui du plancher sur vide sanitaire est situé au plus à 1,20 m au-dessus du niveau d'assise des fondations.



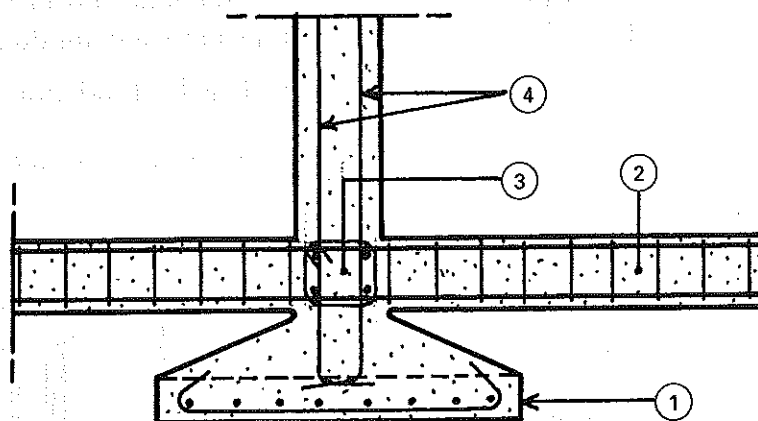
1) Définition des zones : décret prévention risque sismique portant application de l'art. 41 de la loi n° 87.565 du 22.07.1987.

2) Ou section équivalente si l'acier est de nuance différente.



b) 2<sup>e</sup> cas : semelles isolées

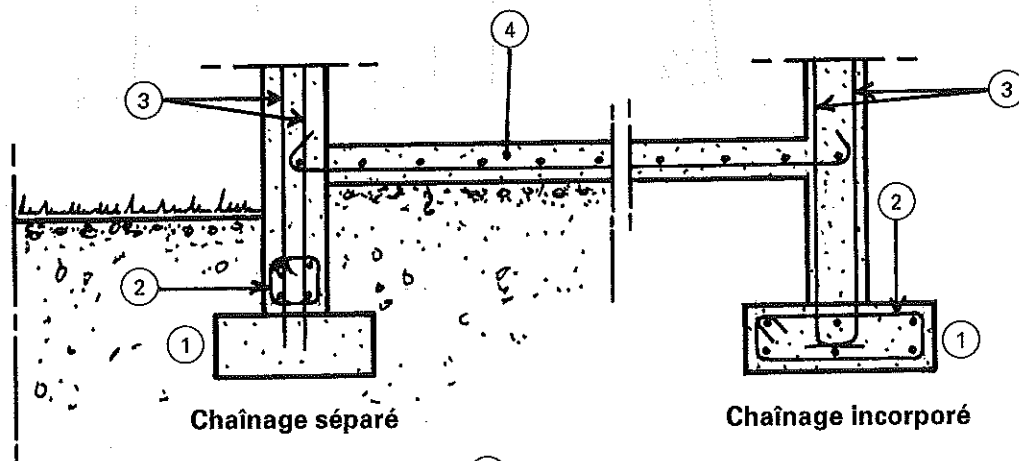
Les semelles isolées sous points d'appui ponctuels doivent être reliées entre elles et aux chaînages sous murs par des longrines en béton armé, disposées dans deux directions perpendiculaires dont les armatures longitudinales et transversales doivent être identiques à celles prévues pour les chaînages des semelles filantes.



- ① Semelle isolée
- ② Longrine sens longitudinal
- ③ Longrine sens transversal
- ④ Poteau-chaînage vertical

c) 3<sup>e</sup> cas : maison individuelle avec dallage sur terre-plein

Sous réserve que le dallage soit lié aux murs et points d'appui ponctuels, il est admis que le réseau de longrines tel que défini ci-dessus ne soit pas réalisé, les armatures correspondantes des longrines étant incorporées dans le dallage, à section équivalente.



- ① Semelle fondation
- ② Chaînage séparé ou incorporé
- ③ Chaînage ou liaisons dans le sens vertical
- ④ Dallage armé relié aux murs

### 3. Liaisons fondations-structures

Les ouvrages de fondation doivent être liaisonnés avec la structure.

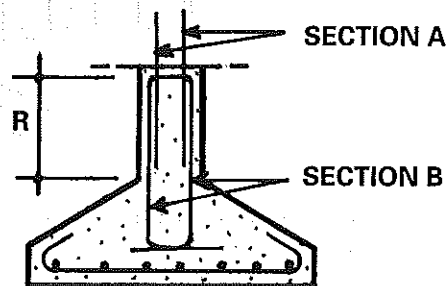
a) 1<sup>er</sup> cas : structure avec chaînages verticaux (angles, intersections façades-refends) ou poteaux

Les armatures doivent être descendues jusqu'en partie basse des fondations si le chaînage horizontal le plus bas est celui du plancher sur vide sanitaire.

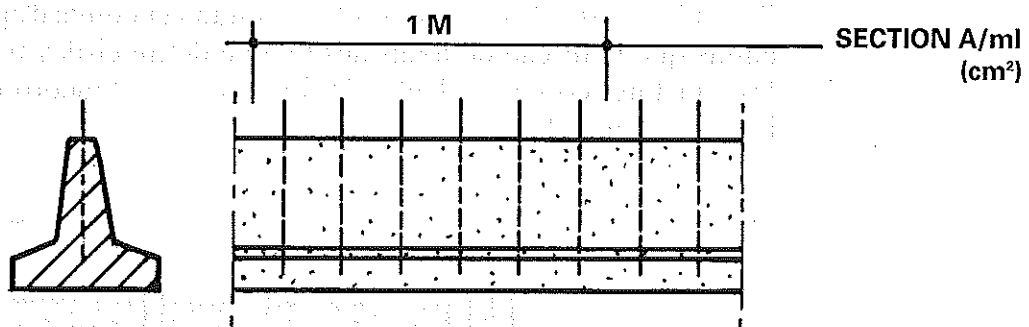
Elles doivent être amenées dans les fondations dans les autres cas.

b) 2<sup>e</sup> cas : ancrages ponctuels d'ossature (aciers Fe E 400 <sup>1)</sup>.)

Zone Ia A = 2 cm<sup>2</sup>  
 Zone Ib A = 3 cm<sup>2</sup>  
 Zone II A = 4,5 cm<sup>2</sup>



c) 3<sup>e</sup> cas : ancrages linéaires d'ossature (exemple : longrines préfabriquées)



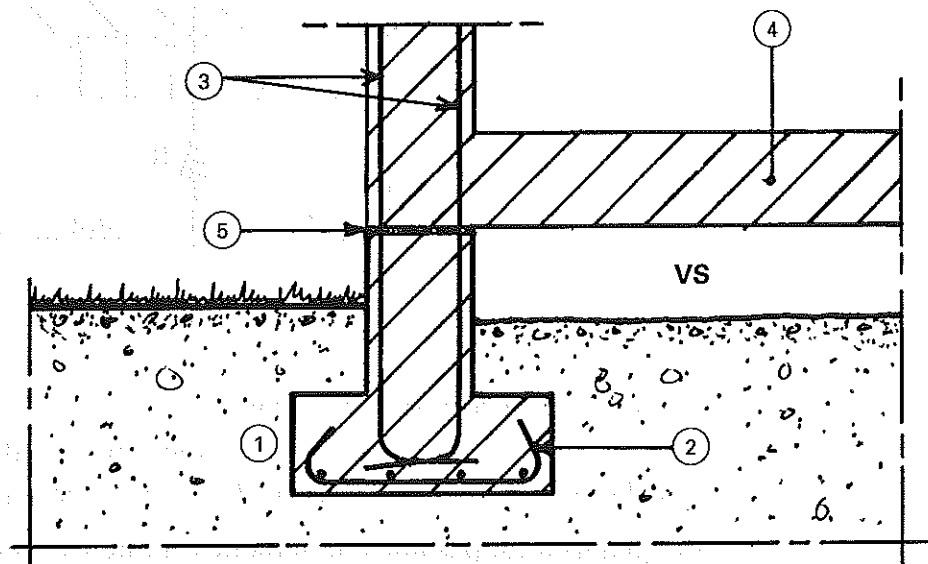
Zone Ia A = 0,4 cm<sup>2</sup>/ml  
 Zone Ib A = 0,6 cm<sup>2</sup>/ml  
 Zone II A = 0,9 cm<sup>2</sup>/ml

1) Si une autre nuance d'acier est utilisée, multiplier les valeurs de A par le facteur  $\frac{400}{F_e}$ .

#### 4. Dispositions diverses – Coupure de capillarité

Les dispositions du DTU 20.1 prévoient de mettre en place une coupure de capillarité (Cf. chapitre 1/6.3).

Du fait des liaisons verticales entre la partie soubassement et la structure, l'utilisation de chapes bitumées ou de feuilles de polyéthylène n'est pas possible. La coupure de capillarité ne peut être réalisée que par une *chape de ciment* à fort dosage, avec incorporation d'hydrofuge.



- ① Semelle
- ② Armatures
- ③ Chaînage vertical. Liaison fondation - structure
- ④ Plancher sur vide sanitaire
- ⑤ Coupure de capillarité (chape mortier de ciment)

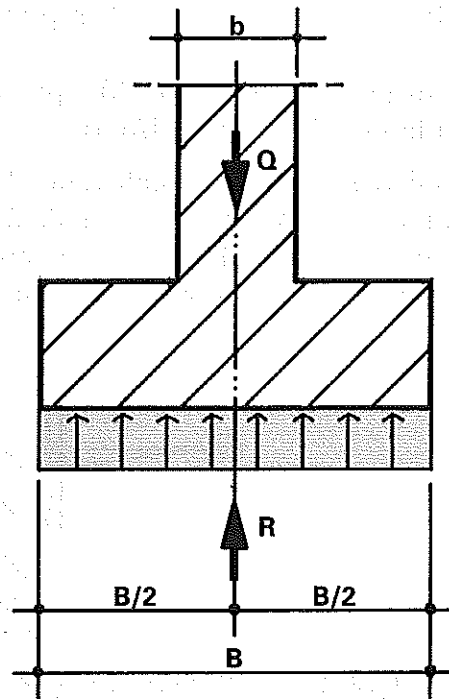
## VI – FONDATIONS FILANTES EXCENTRÉES

### 1. Généralités - Présentation

Le cas général des semelles filantes sous murs ou voiles continus correspond à des charges verticales centrées.

Principe :

La résultante des réactions du sol  $R$  est une force directement opposée à la résultante des charges verticales transmises  $Q$  en considérant que la répartition des pressions sur le sol soit uniforme.

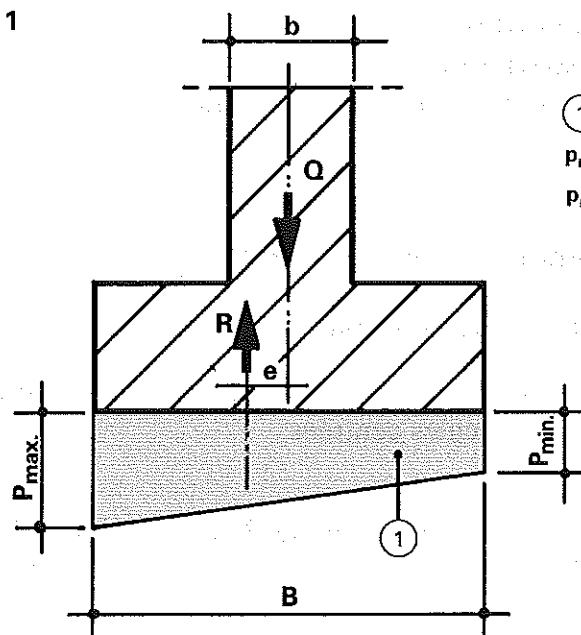


Cette hypothèse correspond au fait :

- que les charges sont centrées sur le mur ou voile de largeur  $b$  ;
- que la semelle filante de largeur  $B$  est axée sur le mur ou voile.

Lorsqu'il n'en est pas ainsi, la semelle est dite « excentrée ». Plusieurs cas de figure peuvent se produire selon l'excentricité ( $e$ ) entre la charge  $Q$  et la résultante  $R$  des réactions sur le sol.

#### Cas 1



① Diagramme des pressions sur le sol

$P_{max.}$  = Valeur maxi

$P_{min.}$  = Valeur mini

$$e < \frac{B}{6}$$

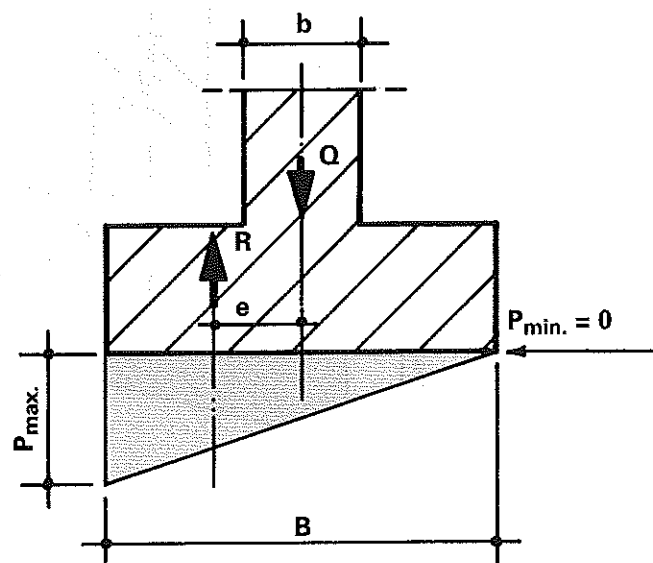
Cette condition entraîne une répartition des pressions non uniformes :

- 1 : de type trapézoïdal ;
- 2 : de type triangulaire sans soulèvement ;
- 3 : de type triangulaire avec soulèvement.

Cas 1 : voir dessin ci-dessus.

Cas 2 : répartition triangulaire sans soulèvement.

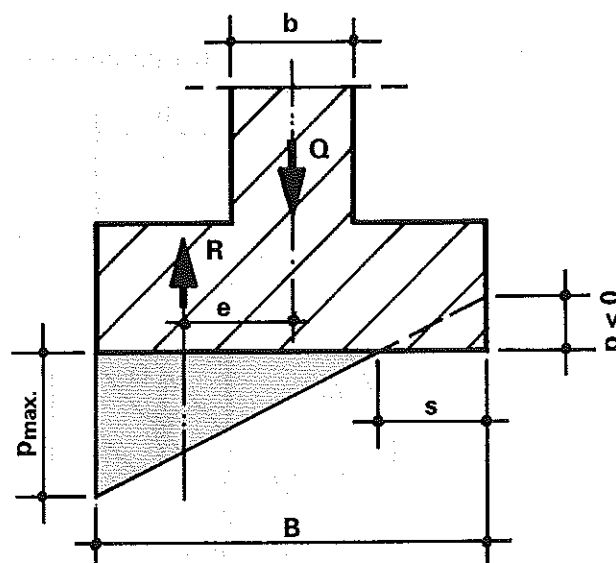
Cas 2



$$e = \frac{B}{6}$$

Cas 3 : répartition triangulaire avec soulèvement.

Cas 3



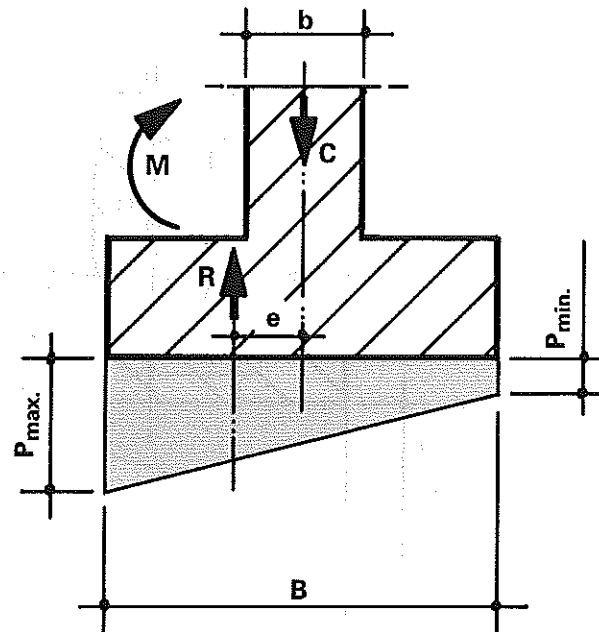
$$e > \frac{B}{6}$$

Il y a appui sur la longueur  $(B - s)$ , non-appui ou soulèvement sur la zone  $s$ .

## 2. Origine de l'excentricité

### a) 1<sup>er</sup> cas

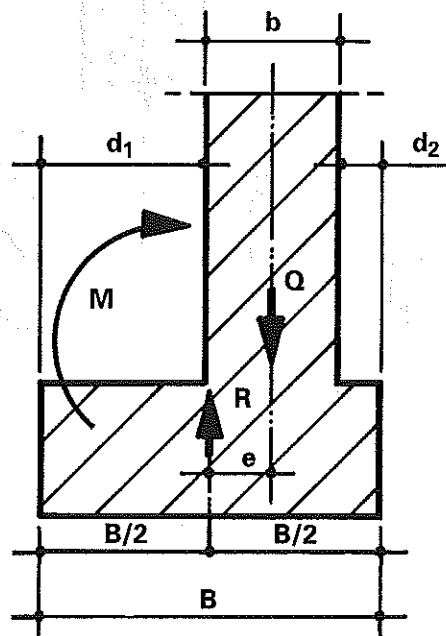
La semelle est centrée sur le mur (ou voile) et la charge transmise est axée mais celle-ci est accompagnée d'un moment de flexion  $M$  dans un sens.



L'excentricité  $e$  est égale à  $e = \frac{M}{Q}$

### b) 2<sup>e</sup> cas

La semelle est excentrée géométriquement (pas de moment complémentaire).



$$M = eQ$$

L'excentricité résulte de la différence des débords latéraux de la semelle par rapport au mur ( $d_1$  et  $d_2$ ).

### 3. Calcul des contraintes sur le sol

Dans tous les cas examinés ci-dessus, l'excentricité entraîne une répartition non uniforme des pressions sur le sol.

L'expression générale de la contrainte est donnée par la relation :

$$p = \frac{Q}{B} \left( 1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$p_{\max} = \frac{Q}{B} \left( 1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$p_{\min} = \frac{Q}{B} \left( 1 - \frac{6e}{B} \right)$$

Discussion = la valeur  $\frac{6e}{B}$  doit être comparée à 1.

$$\text{Si } \frac{6e}{B} < 1 \rightarrow \left( 1 - \frac{6e}{B} \right) > 0 \quad \text{Répartition trapézoïdale } e < \frac{B}{6}$$

$$\text{Si } \frac{6e}{B} = 1 \rightarrow \left( 1 - \frac{6e}{B} \right) = 0 \quad \text{Répartition triangulaire } e = \frac{B}{6}$$

$$\text{Si } \frac{6e}{B} > 1 \rightarrow \left( 1 - \frac{6e}{B} \right) < 0 \quad \text{Répartition triangulaire partielle } e > \frac{B}{6}$$

Soulèvement partiel de la semelle.

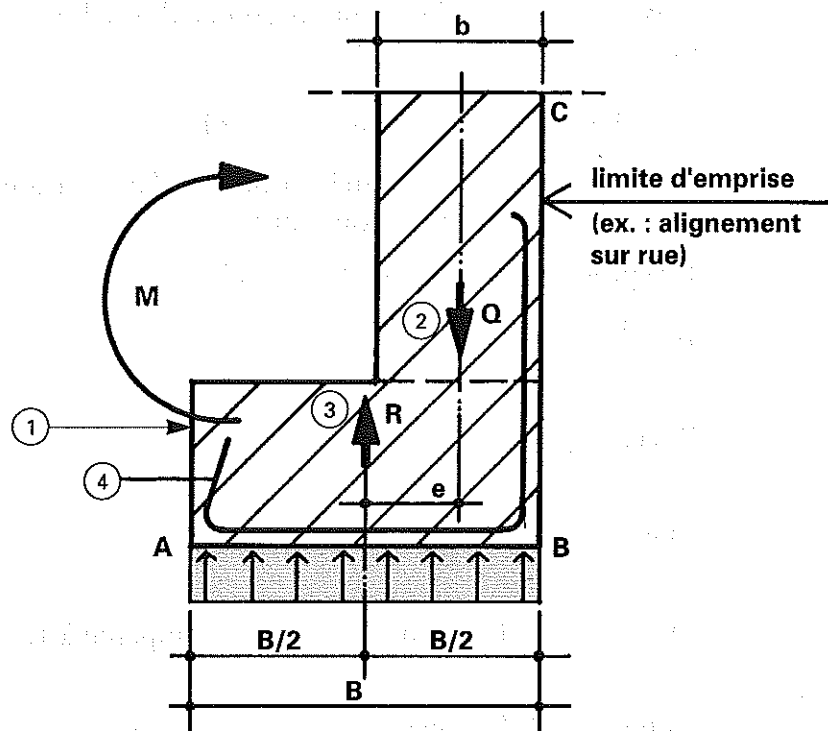
### 4. Remarque

L'existence de l'excentricité  $e$  correspond à un couple de forces égales et opposées  $Q$  et  $R$ .

Ce couple donne le moment  $M = eQ$ .

Il est possible de répartir uniformément les pressions sur le sol à condition d'absorber le moment  $M$  à la liaison mur (ou voile) – semelle.

Le cas type est celui des semelles établies en limite d'emprise.



- ① Semelle excentrée
- ② Charge transmise par le mur ou voile (centrée)
- ③ Réaction du sol centrée sur la semelle
- ④ Armatures pour reprendre les tractions développées dans la base  $AB$  de la semelle avec ancrage dans le voile  $BC$

## 5. Dispositions DTU 13.12

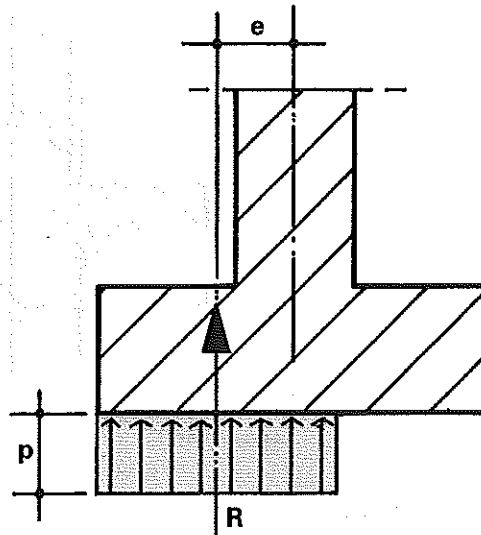
Le DTU 13.12 « Fondations superficielles – Règles de calcul » considère l'état limite ultime de résistance.

« Les sollicitations s'expriment par la résultante générale des forces prises au niveau du plan de contact avec le sol et on en déduit  $p$ , la valeur représentative de la composante normale des contraintes associées. La justification de l'état limite ultime de résistance est satisfaite vis-à-vis du sol par l'inégalité :  $p \leq q$ .

Dans le cas de combinaison d'actions pour lesquelles l'action du vent est l'action variable de base, l'inégalité devient :  $p \leq 1,33 q$ . » La réaction du sol est souvent considérée comme uniforme sous les fondations et axée sur la résultante générale des forces.



a) Schéma 1

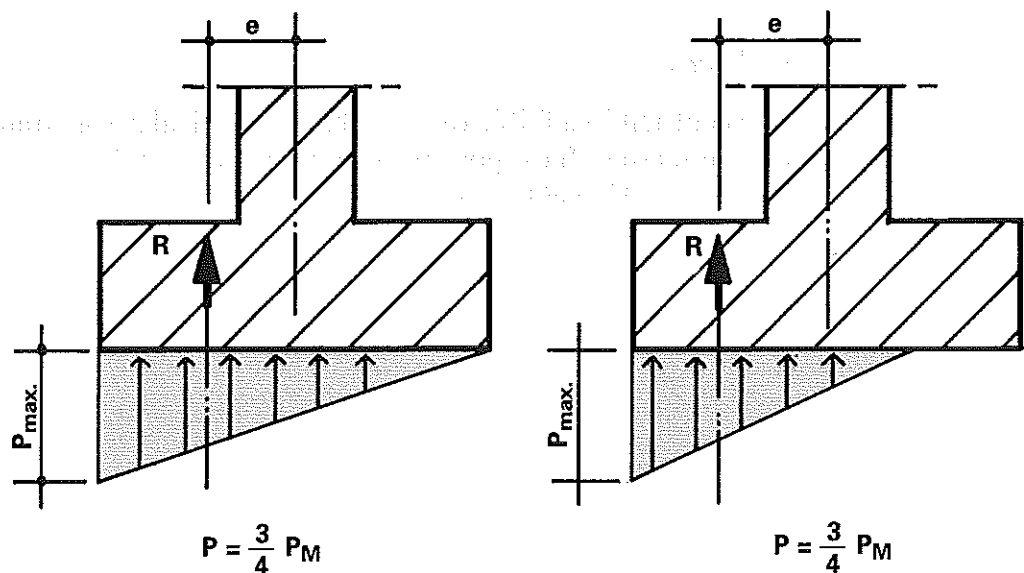


La valeur moyenne de la réaction du sol est  $p$ .

b) Schéma 2

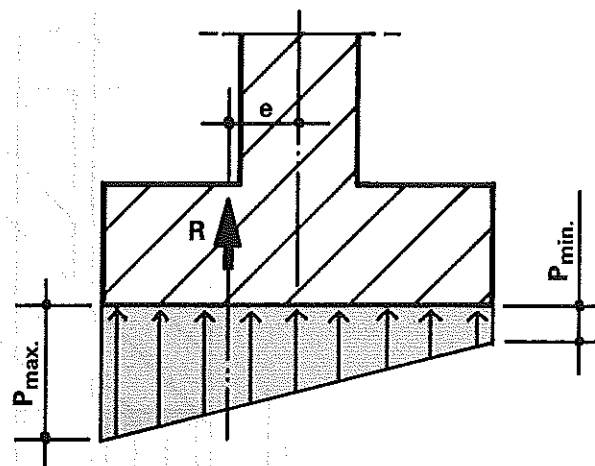
On peut aussi considérer une variation linéaire des contraintes :

— soit de type triangulaire (ensemble ou partiel) :



$P_M$  = Contrainte maximale

– soit de type trapézoïdal :



$$p = \frac{3 P_M + P_m}{4}$$

$P_M$  = contrainte maximale

$P_m$  = contrainte minimale

## 6. Solutions pour semelles filantes excentrées

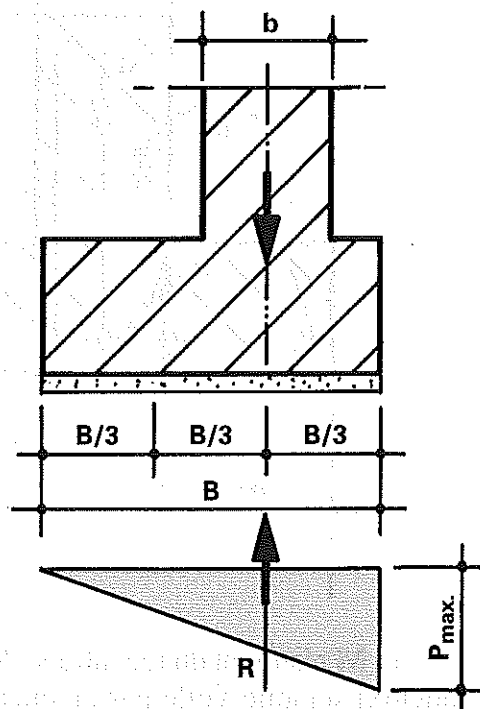
Plusieurs solutions sont utilisables selon l'importance de l'excentricité correspondant soit à une disposition dissymétrique, soit à l'existence d'un moment  $M = eQ$ .

### a) 1<sup>er</sup> cas

L'excentricité est faible ( $e$ ) ; les charges verticales sont transmises par un voile en béton armé. Il est possible d'encastrer la semelle sur le voile et d'absorber le moment  $M = eQ$  par des aciers.

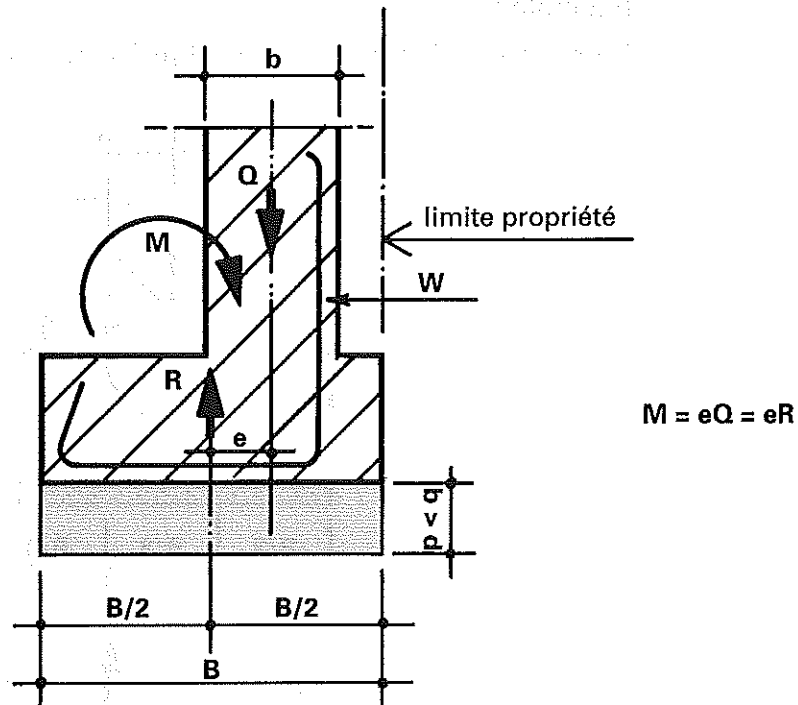
Exemple :

Mur chargé ( $Q$ ) fondé sur un sol résistant situé en limite de propriété.



1) La pression maximale sur le sol  $P_M$  reste voisine de la valeur admissible  $q$ . La répartition est de type triangulaire. Dans ce cas, la semelle est en béton armé et le mur peut être en maçonnerie d'éléments.

2) La pression maximale est supérieure à la valeur admissible  $q$ . Il faut recentrer les réactions du sol pour obtenir un diagramme de pression uniforme.

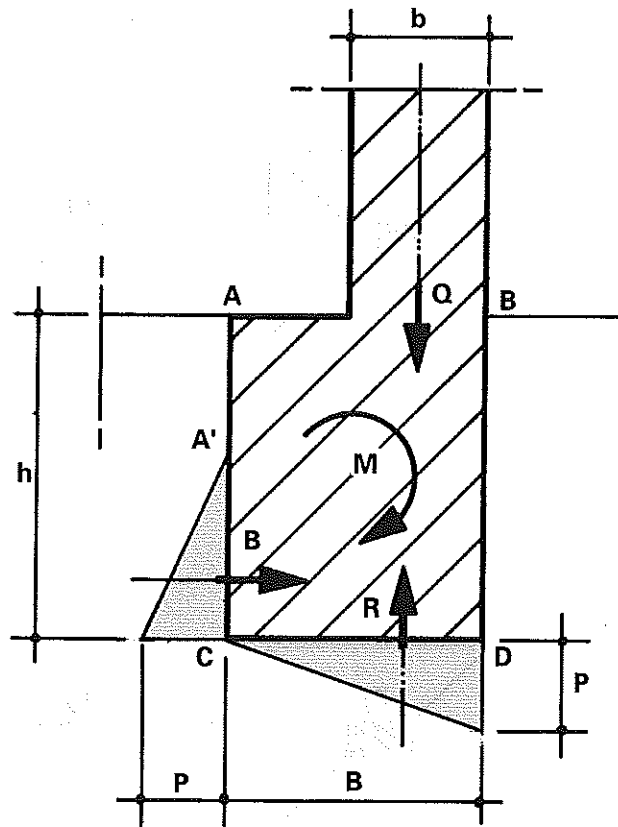


Le moment  $M$  résultant du recentrage de la réaction d'appui  $R$  doit être absorbé à la jonction semelle-voile par un encastrement et une armature tendue dont la section  $W$  est déterminée en fonction de  $M$  et des caractéristiques de la section d'encastrement.

*b) 2<sup>e</sup> cas*

- Faible excentricité  $e$  ;
- sol compact et à forte cohésion pouvant développer des butées non négligeables.

## Solution de la semelle-bêche



Le moment développé par l'excentricité de la charge  $Q$  peut être absorbé :

- en pression sur le sol au niveau d'assise **CD** de la semelle ;
- en butée latérale sur la face interne **AC**.

Les conditions d'équilibre et de calcul sont complexes. Cette solution nécessite :

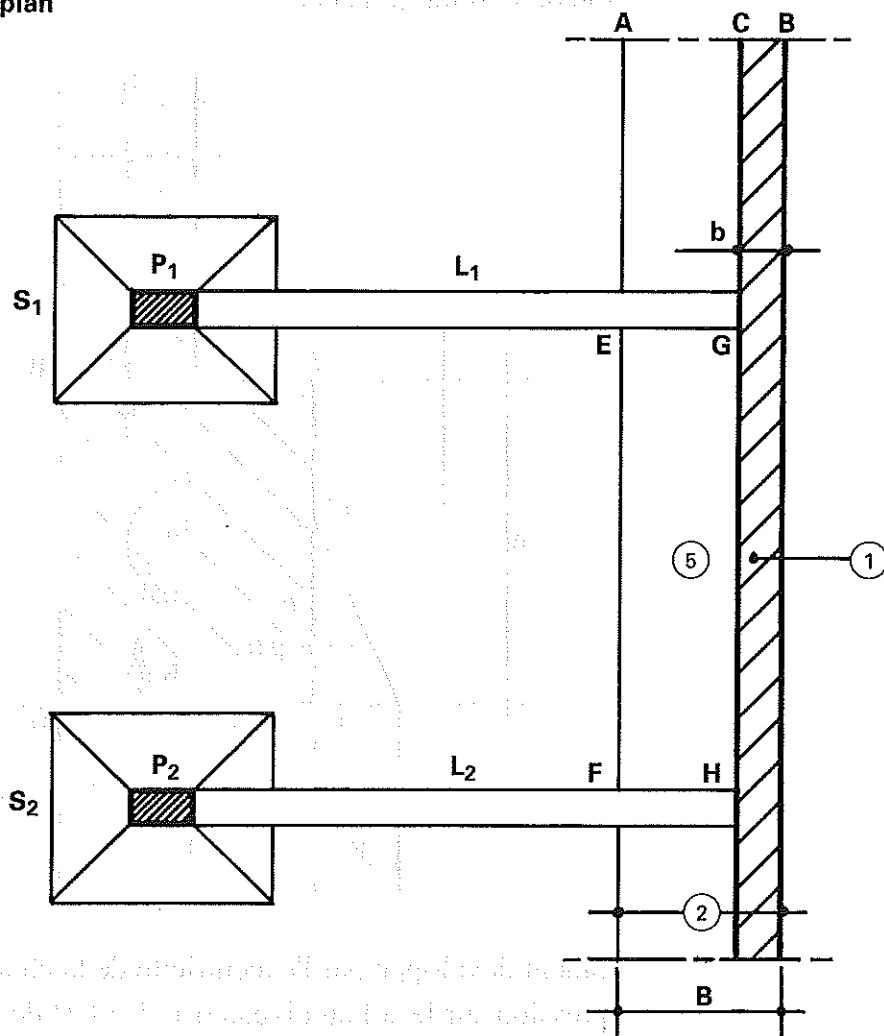
- un coulage « à pleine fouille » afin de mobiliser les butées ;
- de négliger la zone supérieure du terrain (**AA'**) où la butée est faible ou négligeable (risque d'affouillement).

Cette solution est à exclure si une tranchée ultérieure pour canalisation est creusée près de la face **AC**.

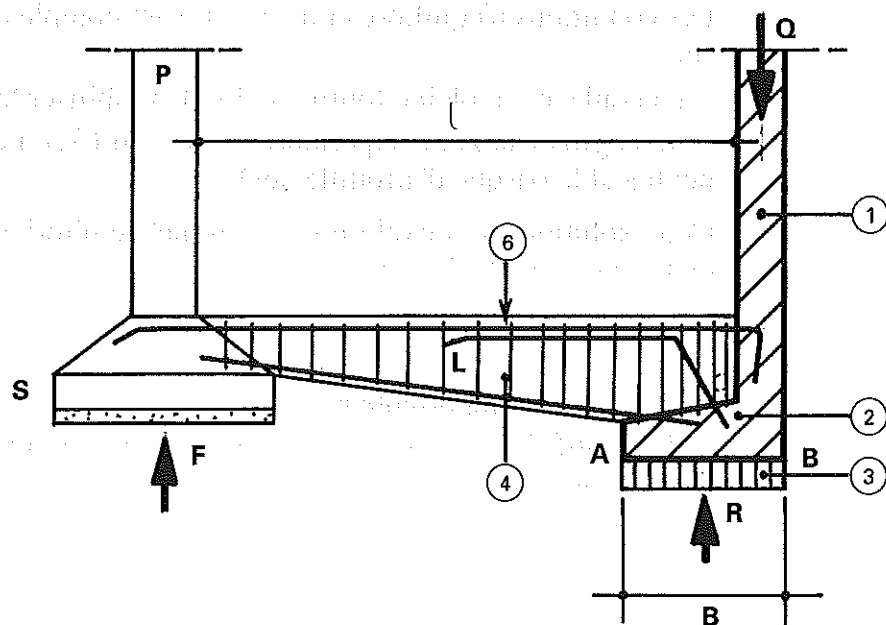
c) 3<sup>e</sup> cas

- Excentricité importante  $e$  ;
- dispositif de recentrage des pressions ou réactions du sol → *longrine de redressement*.

### Vue en plan



## Coupe transversale



Cette disposition est classique pour les fondations de voiles extérieurs situés en limite de propriété.

**Q** = Charge (centrée) du mur-voile ①

② Semelle excentrée filante sous mur

**R** = Réaction (uniforme) du sol, centrée sur la largeur **AB** de la semelle.

Cette force se répartit :

- sur l'épaisseur **CB** du mur ;
- sur le débord intérieur **AC** de la semelle.

Cette partie de réaction est reportée par l'intermédiaire de la zone ⑤ entre deux longrines consécutives ④ sur la zone **AC** de celles-ci.

**L** = Longrine de redressement (ou d'équilibrage) appuyée d'une part sur le mur-voile (en **C**) d'autre part sur un poteau **P** de la file voisine, fondé sur semelle isolée **S**.

⑥ Armatures-types longrines d'équilibrage.

Le chargement de cette longrine **L** par la réaction partielle du sol **R<sub>AC</sub>** produit un soulèvement sur la semelle voisine correspondant au couple développé par l'excentricité des forces. La zone **EF-GH** de la semelle excentrée doit être calculée pour reprendre en flexion entre deux longrines consécutives **L<sub>1</sub>** et **L<sub>2</sub>**, les réactions du sol supposées uniformes.

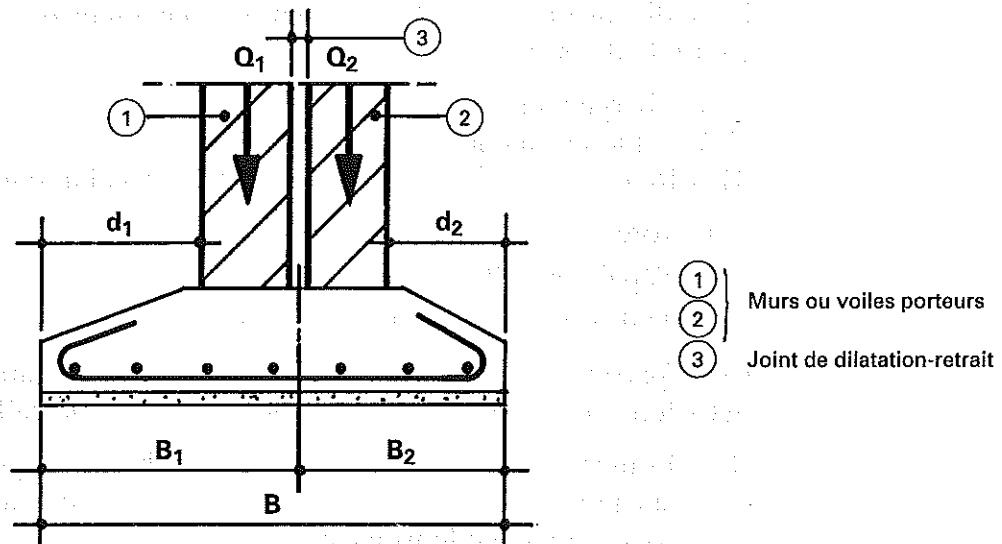
## VII – CAS PARTICULIERS - JOINTS AU NIVEAU DES SEMELLES FILANTES

Il y a lieu de distinguer :

- les joints de dilatation-retrait ;
- les joints de rupture.

### 1. Joints de dilatation-retrait

Ces joints ne nécessitent pas de couper la semelle, c'est-à-dire de prolonger le joint entre murs ou voiles dans la semelle de fondation.



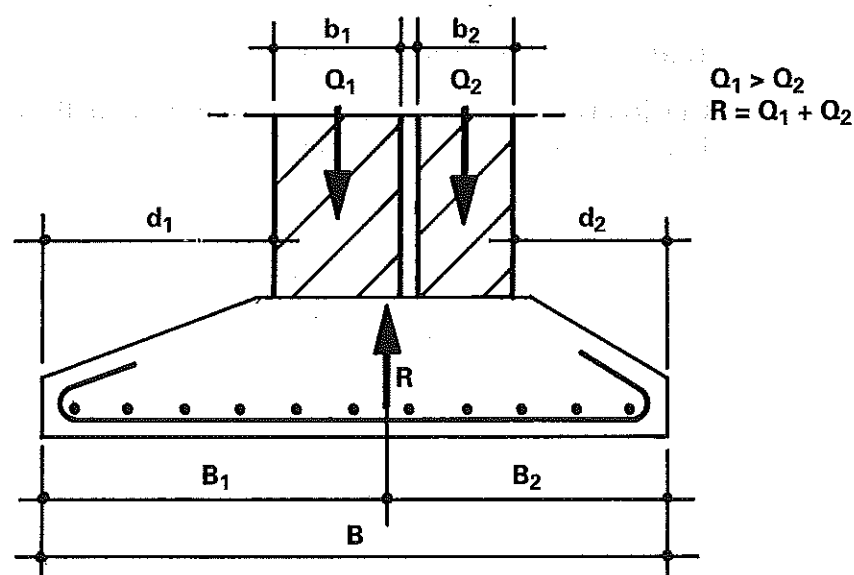
En effet, les variations thermiques portent sur la superstructure sans affecter (généralement) l'infrastructure et les fondations.

Les charges transmises  $Q_1$  et  $Q_2$  par chacun des murs, peuvent être identiques ou voisines.

La résultante est alors centrée sur la semelle et les débords  $d_1$  et  $d_2$  sont identiques.

Si les charges  $Q_1$  et  $Q_2$  sont différentes, la résultante est excentrée et la semelle pourra être recentrée afin d'obtenir une répartition uniforme des pressions.

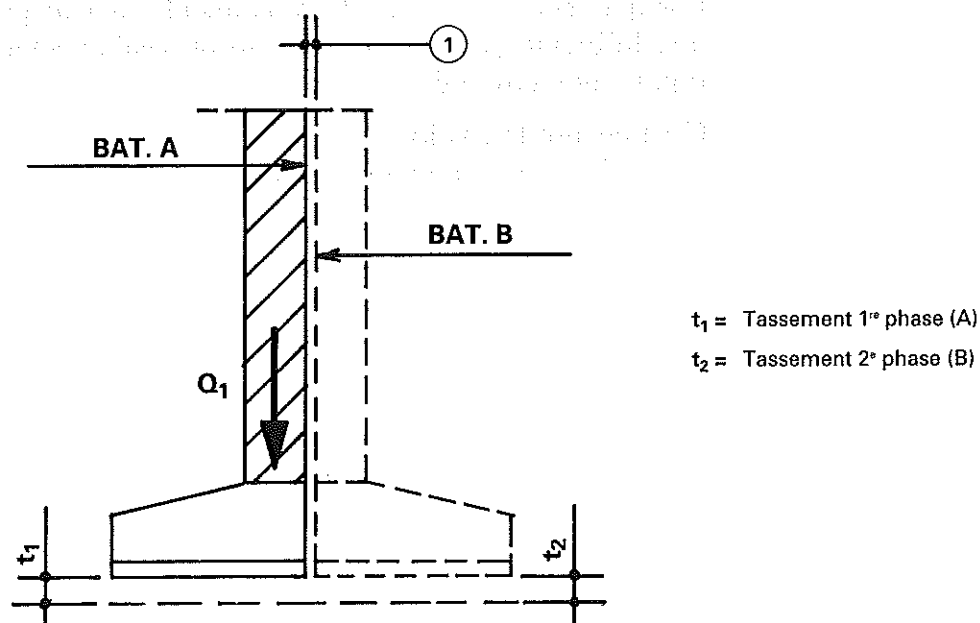
Toutefois, cette disposition est réservée à des charges ne présentant pas de trop grandes différences.





## 2. Joints de rupture (tassement)

Ceux-ci doivent nécessairement *couper la semelle en deux parties* par un *joint franc* susceptible de mouvements relatifs dans le sens vertical pour tenir compte des tassements différentiels. C'est le cas de deux parties de bâtiment construites à des périodes différentes.

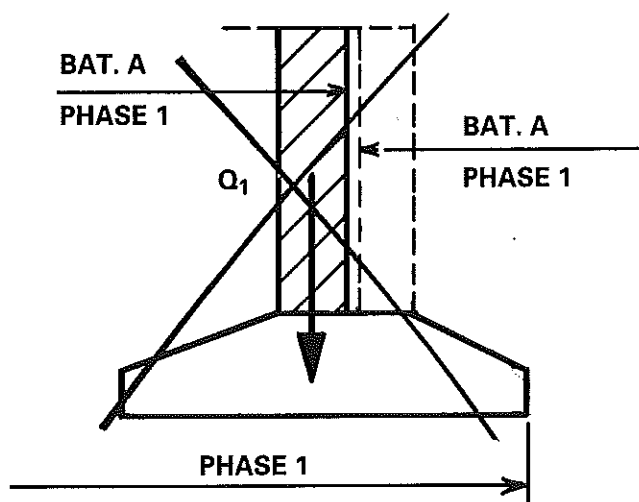


Le bâtiment A construit en première phase effectue son tassement au fur et à mesure de l'exécution du gros œuvre principalement.

Le bâtiment B, séparé du premier, pourra être construit en seconde phase différée.

Le joint franc n'entraînera pas de désordres sur le bâtiment A, chacune des parties ayant effectué son tassement propre.

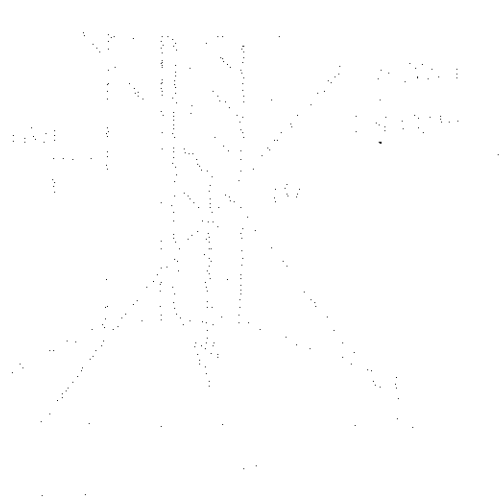
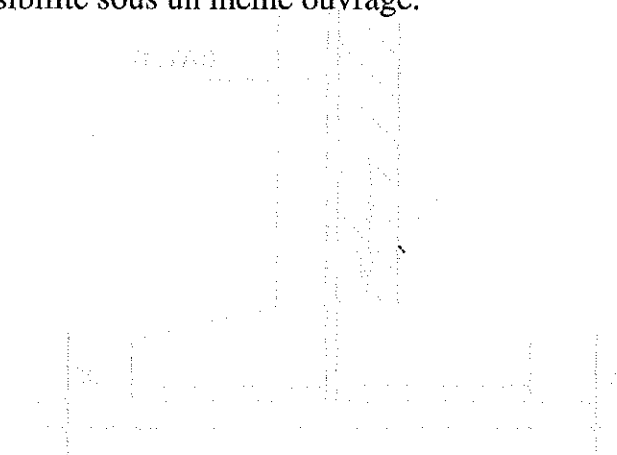
### Disposition à éviter



La solution qui aurait consisté à réaliser en première phase le bâtiment **A** avec une semelle commune prévue pour le bâtiment **B** est susceptible d'apporter des désordres dans le bâtiment **A** par suite de l'incidence des tassements ( $t_2$ ) du bâtiment **B** répercutés sur la phase 1, *a priori* stabilisée. L'inconvénient des joints de rupture en fondations superficielles correspond à des semelles à chargement excentré.

Lorsque les charges entre deux bâtiments ou deux parties de construction sont très différentes, ou si les tassements prévisibles sont très différents, le joint de rupture doit être prévu.

C'est encore le cas lorsque le sol présente un changement brusque de compressibilité sous un même ouvrage.



## 1/2.4

# Semelles isolées carrées

## I – GÉNÉRALITÉS

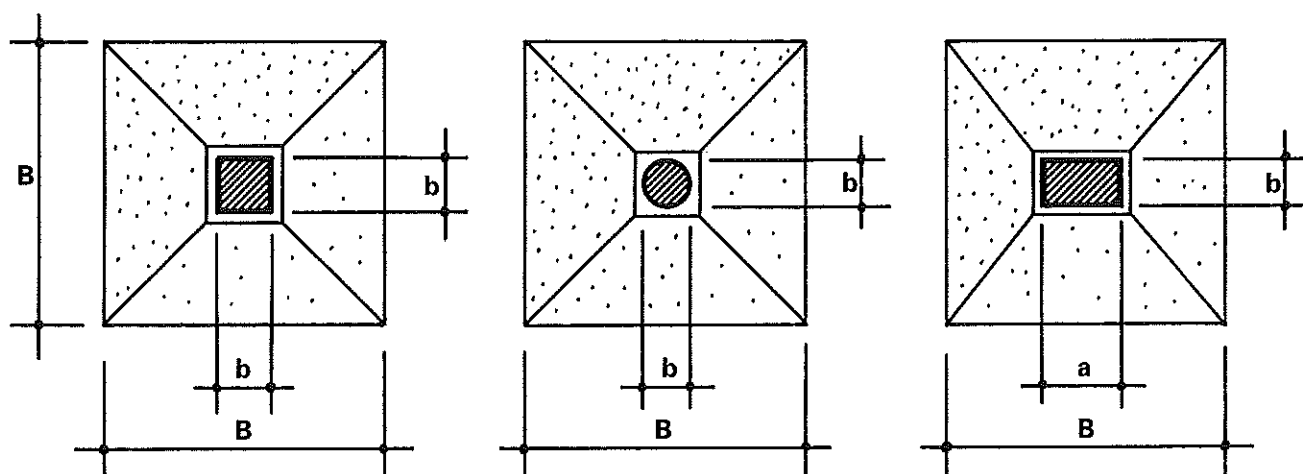
Lorsque les charges transmises par la structure (ou superstructure) sont de type ponctuel (poteaux, piles, etc.), le mode le plus rationnel de fondation superficielle correspond à des semelles isolées de forme carrée.

Les ouvrages de fondation sont réalisés en béton armé. Toutefois, les poteaux transmettant les charges correspondent à la nature de la structure : généralement béton armé, mais également charpente métallique et charpente bois.

## II – DISPOSITIONS GÉNÉRALES

### 1. Forme ou section des poteaux

Les semelles carrées correspondent à des poteaux de section carrée ou circulaire et à des poteaux dont la section rectangulaire est voisine d'un carré.



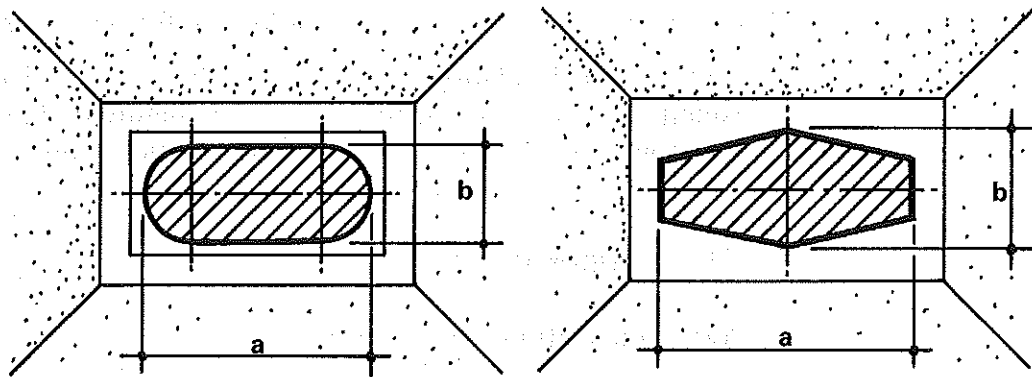
Plus rarement, les sections hexagonales ou octogonales sont susceptibles de reposer sur des semelles de forme carrée.

Les dispositions particulières dans les 2° et 3° cas correspondent aux liaisons entre poteau et semelle. Certains systèmes (Cf. cas particuliers) utilisés en bâtiments industriels emploient des « semelles à encuvement » et permettent d'encastrer des poteaux préfabriqués de structure en béton armé ou en béton précontraint (voir la page 7 de ce chapitre).

## 2. Cas particuliers

Les semelles carrées peuvent encore convenir lorsque les sections de poteaux au niveau de la semelle peuvent s'inscrire dans un rectangle ou un polygone voisin d'un carré.

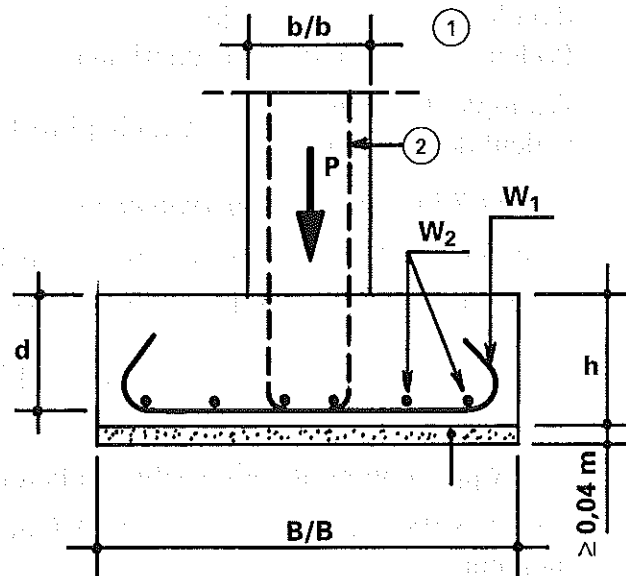
Exemples (détails) :



Ces types de poteaux se rencontrent dans des réalisations où la section du poteau est variable sur la hauteur.

### III – Principes - Dimensionnement - Calcul

#### 1. Semelle d'épaisseur constante



**b** = Côté du poteau

**B** = Côté de la semelle

**h** = Hauteur totale semelle

**d** = Hauteur utile

$W_1$  = Aciers de 1<sup>er</sup> lit  
 $W_2$  = Aciers de 2<sup>e</sup> lit }  $W_1 = W_2$

① Béton de propreté

② Aciers en attente poteau

##### a) Calcul

Surface d'assise minimale :

$$\frac{S}{(m^2)} \geq \frac{P(T)}{q(t/m^2)} = B^2$$

**P** = charge transmise par le poteau (en tonnes).

**q** = contrainte (pression) admissible sur le sol de fondation (en T/m<sup>2</sup>).

Nota :

Pour tenir compte du poids propre de la semelle, la cote **B** est arrondie aux 0,05 m supérieurs.

Hauteur de la semelle :

**d** = hauteur utile (position des aciers inférieurs).

**h** = hauteur totale.

*b) Condition de rigidité*

$$d \geq \frac{B \cdot b}{4} \text{ (cotes en m)} \quad (1)$$

d'où  $h = d + \text{enrobage aciers}$   
(valeur arrondie à 0,05 m supérieur)

Exemple de calcul  
Calcul des armatures } Cf. chapitre 13/1 R44

*c) Condition de non-poinçonnement*

La condition de rigidité est accompagnée d'une condition complémentaire dite de non-poinçonnement qui s'exprime par :

$$d(M) \geq 1,44 \sqrt{\frac{P(T)}{\bar{\sigma}_{bo} \text{ (T/m}^2\text{)}}} \quad (2)$$

avec  $\bar{\sigma}_{bo}$  = contrainte admissible du béton en compression centrée.

Pour la valeur  $\bar{\sigma}'_{bo} = 80 \text{ bars} = 800 \text{ T/m}^2$ , cette relation s'exprime plus simplement :

$$d(M) \geq 0,051 \sqrt{P(T)}$$

*d) Choix à effectuer*

C'est la plus défavorable des conditions (1) ou (2) qui doit être prise en compte pour le dimensionnement de la hauteur de la semelle.

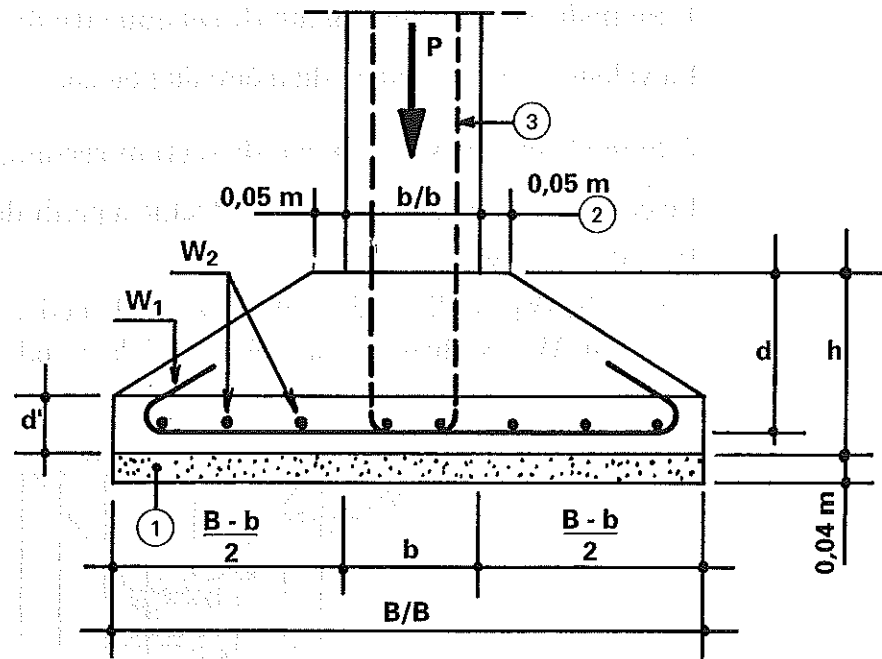
La valeur de calcul de  $d$  est, dans les deux cas, arrondie aux 0,05 m supérieurs.

Remarque :

La condition de non-poinçonnement est généralement prépondérante :

- lorsque la charge  $P$  transmise par le poteau est importante ;
- lorsque la contrainte admissible du sol est élevée (semelle de surface relative réduite) (Cf. exemple chapitre 13/1 R44).

## 2. Semelle d'épaisseur variable



$P$  = Charge transmise par poteau

$b$  = Dimension du poteau (carré)

$B$  = Dimension semelle carrée

$h$  = Hauteur totale

$d$  = Hauteur utile

$d'$  = Epaisseur de la semelle aux extrémités

$W_1$  } Sections d'aciers inférieurs de la semelle (1<sup>er</sup> lit – 2<sup>e</sup> lit)

$W_2$  } →  $W_1 = W_2$

① Béton de propreté

② Débord dessus semelle par rapport section poteau (pour traçage et appui coffrages)

③ Aciers en attente pour poteau

Le dimensionnement s'effectue de la même manière que pour les semelles d'épaisseur constante :

– majorer la charge  $P$  pour tenir compte du poids propre de la semelle et arrondir la cote  $B$  aux 0,05 m supérieurs :

$$S(m^2) \geq \frac{P(T)}{q(T/m^2)} = B^2 \quad (B \text{ en m})$$

– condition de rigidité :

$$d \geq \frac{B - b}{4} \quad (m)$$

Exemple de calcul  
Calcul des armatures } Cf. chapitre 13/1 R45

#### IV – DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

##### 1. Semelle carrée sous poteau de section circulaire

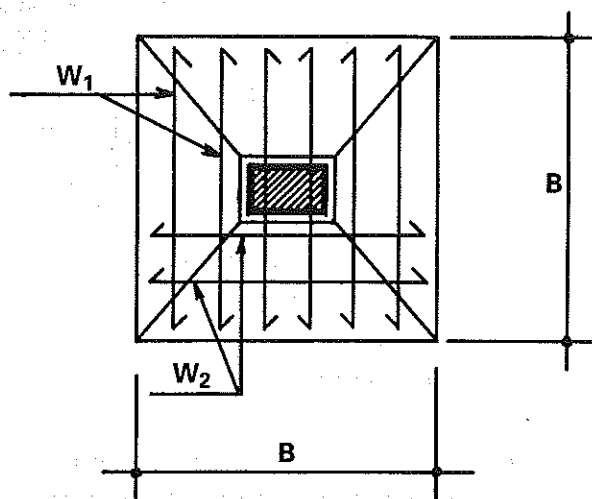
La valeur  $b$  correspond au diamètre du poteau.

##### 2. Semelle carrée sous poteau de section rectangulaire

Le calcul du dimensionnement s'effectue à partir du petit côté  $b$  du poteau.

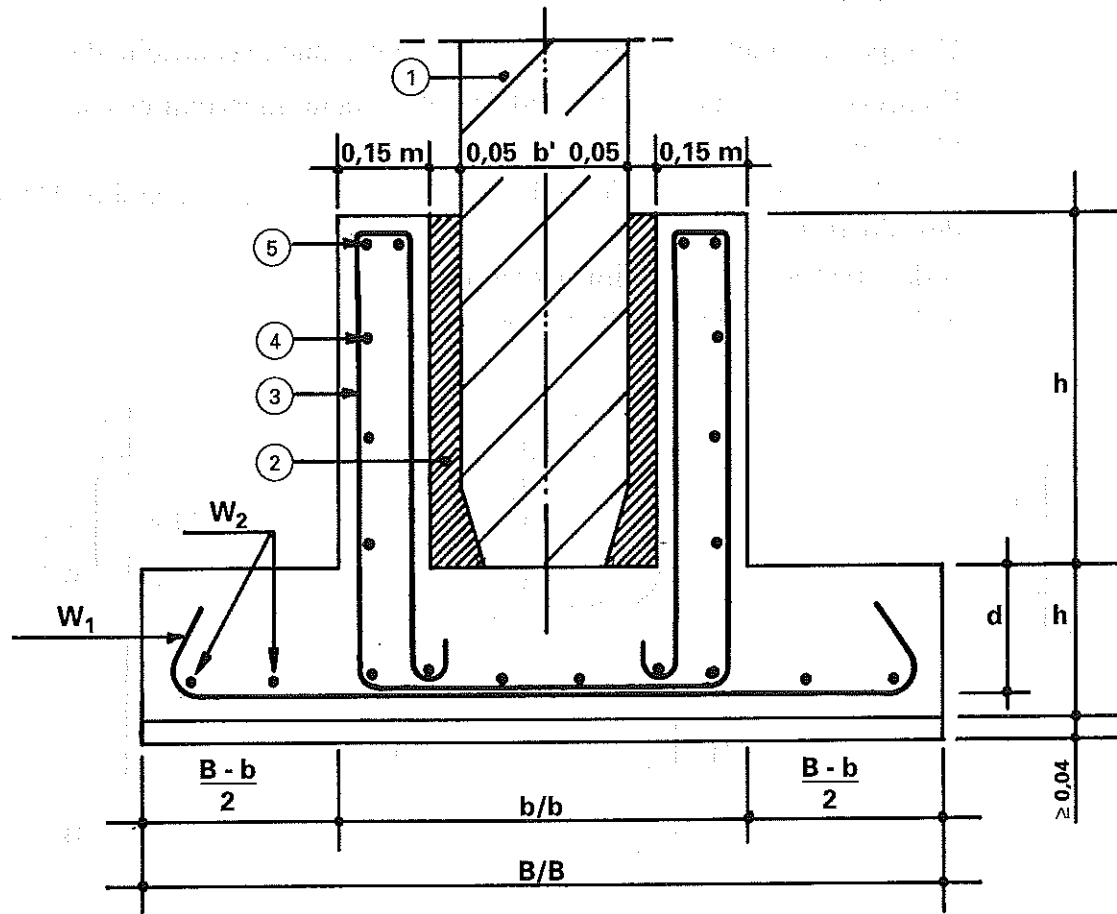
Par ailleurs, pour les aciers :

- le 1<sup>er</sup> lit  $W_1$  est disposé parallèlement à la petite face ( $b$ ) du poteau ;
- le 2<sup>e</sup> lit  $W_2$  est disposé parallèlement à la grande face ( $a$ ) du poteau.





### 3. Semelle carrée dite à « encuvement »



- ① Poteau préfabriqué de structure  $b' \times b'$
  - ② Coulis-mortier remplissage à haute résistance (cette zone peut être éventuellement couturée d'aciers).  
Le dimensionnement de la semelle s'effectue de la même façon (cotes  $B, d, h$ )
  - ③ } Aciers complémentaires du fût  $h$  de pose.
  - ④ }
  - ⑤ }
- $W_1 - W_2$  = Aciers semelle

Nota :

Ce type de semelle peut (ou non) reprendre des moments de renversement du fait d'un encastrement partiel en pied de poteau.

## V – FONDATIONS EXCENTRÉES PAR SEMELLES CARRÉES

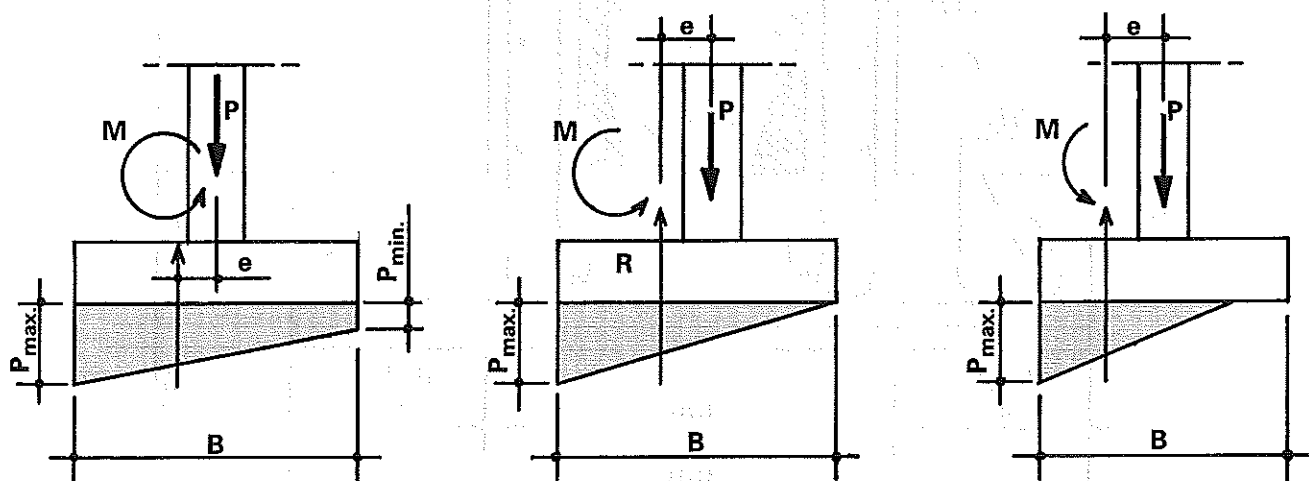
### 1. Généralités

Ce type de semelle se présente rarement avec une excentricité de charge.

En revanche, un moment en pied de poteau peut intervenir en cas d'encastrement partiel sur la semelle.

On retrouve les cas de figure des semelles filantes (Cf. chapitre 1/2.3) avec des répartitions :

- de type trapézoïdal (faible excentricité) ;
- de type triangulaire (total ou partiel).



### 2. Applications

Ce cas peut intervenir lorsque le moment  $M$  s'exerce dans un plan correspondant à l'un des deux axes perpendiculaires de la semelle et lorsque ce moment peut agir dans les deux sens (dextrogyre-sinistroyre).

Il est généralement plus économique d'allonger la semelle dans le sens du plan où s'exerce le moment  $M$ , c'est-à-dire transformer la semelle carrée en surface rectangulaire de surface équivalente (Cf. chapitre 1/2.5).

# 1/2.5

## Semelles isolées rectangulaires

---

### I – GÉNÉRALITÉS

Lorsque les charges transmises par la structure correspondent à des points d'appui (poteaux, piles, éléments de voiles, etc.) de section rectangulaire, la forme des semelles est plus adaptée avec des formes rectangulaires dans les cas les plus courants.

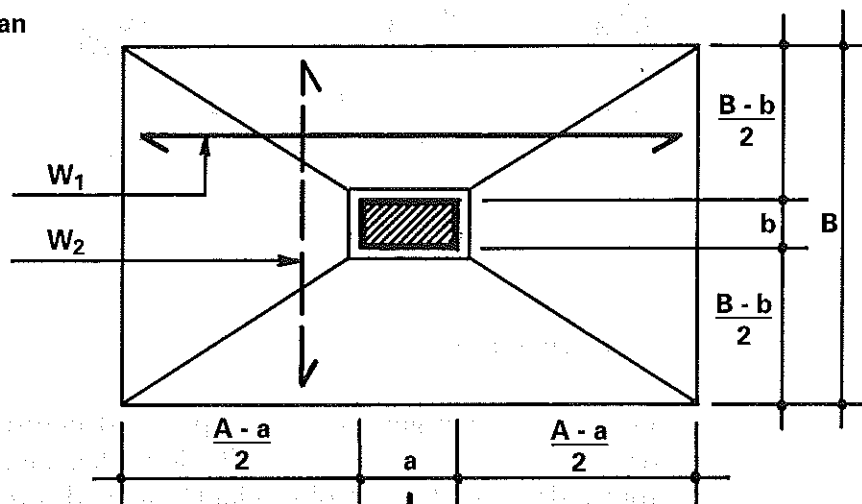
Lorsque le rapport des côtés  $\frac{a}{b}$  est voisin de 1, la semelle carrée est mieux adaptée.

Lorsque ce rapport devient très grand (cas des voiles), on se rapproche de la semelle infinie, c'est-à-dire fonctionnant dans un seul sens (semelle filante).

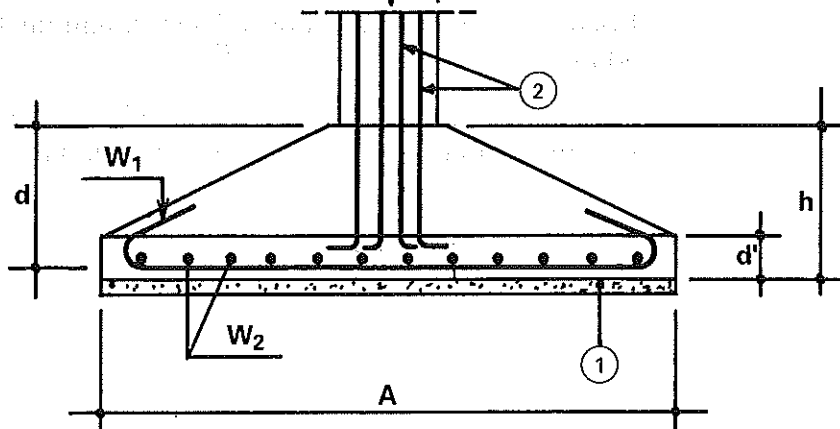
## II – DISPOSITIONS GÉNÉRALES

### 1. Cas général : semelle homothétique à la section du poteau

### Vue en plan



### Elévation



- ① Béton de propreté
- ② Aciers en attente poteau

**W<sub>1</sub> = Armatures 1<sup>er</sup> lit**

**W<sub>2</sub> = Armatures 2º lit**

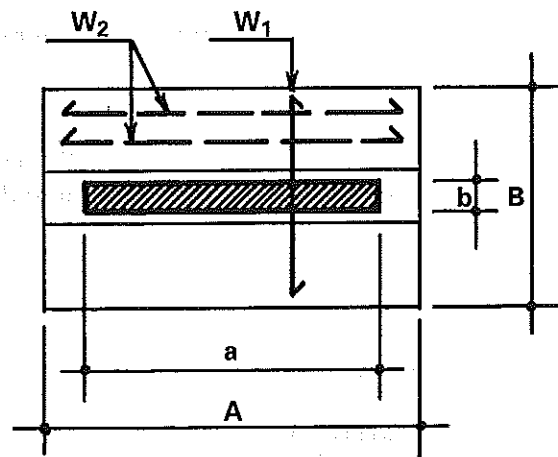
La condition d'homothétie s'exprime par  $\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{b}} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}} = e$

Les dispositions générales des semelles carrées sont applicables aux semelles rectangulaires. Cette forme est plus adaptée aux poteaux de forme allongée ayant à encaisser et à transmettre des moments d'encastrement. Les calculs de ce type de semelle sont issus de la théorie des bielles et s'appliquent aux semelles dont les dimensions sont homothétiques à celles du poteau transmettant la charge.

## 2. Généralisation

Les calculs restent applicables lorsque le rapport d'homothétie  $\frac{a}{A} = \frac{b}{B}$  n'est pas rigoureusement respecté.

Toutefois, le cas particulier suivant n'est pas susceptible de ce mode de calcul.



Ce type de semelle qui correspond à un poteau très allongé (élément de voile) présente des valeurs de débords ( $A - a$ ) et ( $B - b$ ) très différentes.

Il se calcule pratiquement comme un élément de semelle filante. Les armatures principales ( $W_1$ ) sont disposées parallèlement au petit côté  $B$ .

## III – PRINCIPES - DIMENSIONNEMENT - CALCUL

La marche à suivre est analogue à celle des semelles carrées.

### 1. Surface d'assise

$$S(m^2) \geq \frac{P(T)}{q(T/m^2)} = A.B$$

$$\text{si } \frac{a}{b} = \frac{A}{B} = e \rightarrow A = e.B$$

$$S = e.B^2$$

$$\text{d'où } B = \sqrt{\frac{S}{e}}$$

Les deux valeurs  $A$  et  $B$  obtenues sont arrondies aux 0,05 m supérieurs pour tenir compte du poids propre de la semelle.

## 2. Calcul de la hauteur

### a) Condition de rigidité

A vérifier uniquement dans le sens de la longueur

$$\text{soit } d_{(m)} \geq \frac{A - a}{4} \text{ (m)} \quad (1)$$

### b) Condition de non-poinçonnement

$$d_{(m)} \geq 0,051 \sqrt{P_{(T)}} \quad (2)$$

C'est la plus grande des deux valeurs (1) (2) qui est à prendre et qui détermine la hauteur totale  $h$  en tenant compte du fait qu'il y a deux lits d'armatures superposés.

## 3. Calcul des armatures

### a) 1<sup>er</sup> lit (sens A)

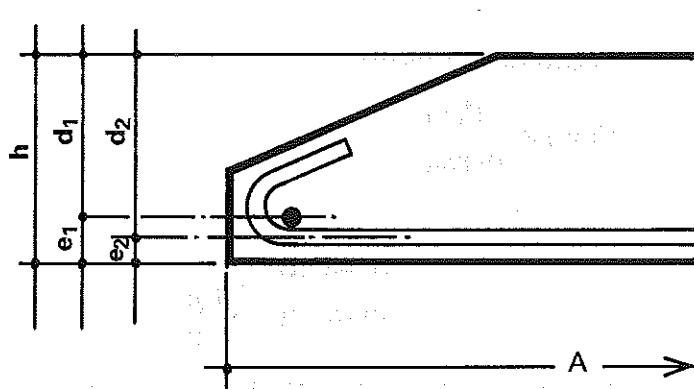
$$F_1 = \frac{P_{(total)}}{8} \cdot \frac{A - a}{d_1}$$

$$W_1 = \frac{F_1}{\sigma_{ac}} \quad (\text{avec } \sigma_{ac} = \text{contrainte admissible des aciers})$$

### b) 2<sup>e</sup> lit (sens B)

$$F_2 = \frac{P_{(total)}}{8} \cdot \frac{B - b}{d_2}$$

$d_1$  et  $d_2$  tiennent compte des positions respectives des lits d'armatures.



$$e_1 = \text{Epaisseur enrobage 1<sup>er</sup> lit} + \frac{\varnothing 1}{2}$$

$$e_2 = \text{Epaisseur enrobage} + \varnothing 1 + \frac{\varnothing 2}{2}$$

$$W_2 = \frac{F_2}{\sigma_{ac}}$$

Exemple de calcul : Cf. chapitre 13/1 R45

## IV – CAS PARTICULIERS

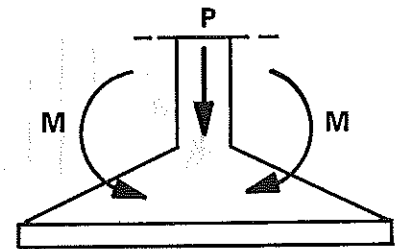
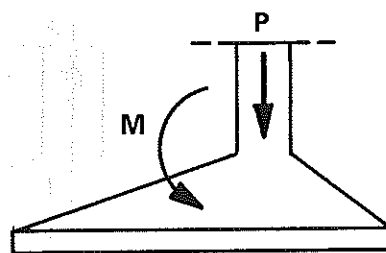
### 1. Semelle à « encuvement »

Les dispositions données pour les semelles carrées sont applicables aux semelles rectangulaires.

### 2. Semelle rectangulaire excentrée

Il s'agit principalement de semelles soumises simultanément :

- à une charge verticale centrée sur le poteau de structure ;
- à un moment transmis par ce même poteau : soit dans un sens, soit dans les deux sens.

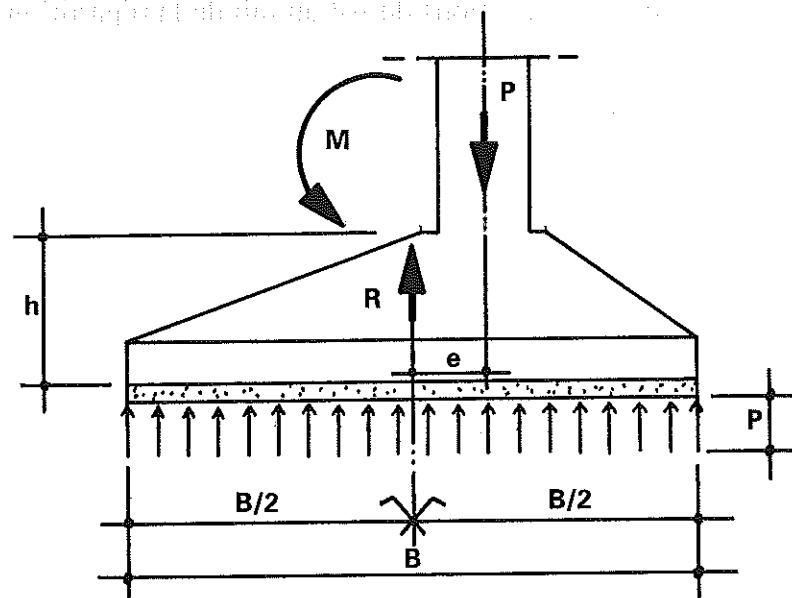


L'origine du moment  $M$  est liée à l'organisation de la structure :

- transmission d'encastrement en pied de poteau ;
- ou prise en compte d'efforts horizontaux simples ou alternatifs.

#### a) 1<sup>er</sup> cas : $M$ agit dans un seul sens

La semelle sera excentrée en fonction de la valeur  $e = M/P$  afin de retrouver une répartition uniforme des pressions (ou réactions du sol) par recentrage de la réaction  $R$ .



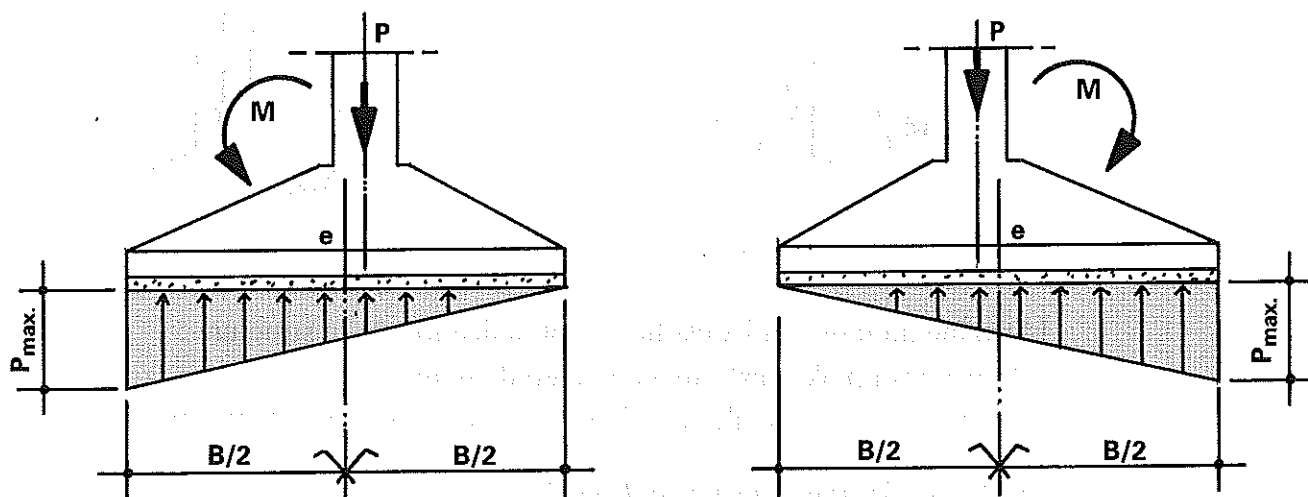
Dans le calcul, c'est la longueur **B** de la semelle qui sera ainsi déterminée en premier lieu.

Les autres dimensions (**h**) sont soumises aux mêmes conditions (rigidité – non-poinçonnement).

*b) 2<sup>e</sup> cas : **M** peut agir dans les deux sens*

La cote **e** intervient de chaque côté de l'axe du poteau et la semelle redevient symétrique avec une longueur **B** importante.

Si l'excentricité reste faible ( $e \leq B/6$ ), on peut admettre une répartition triangulaire à condition que la pression maximale reste inférieure à la pression admissible.



Dans ce cas, les débords étant symétriques dans le sens de la longueur, le calcul des armatures inférieures (1<sup>er</sup> lit – sens **B**) devra tenir compte de la majoration des réactions du sol du fait de la répartition triangulaire.



# 1/2.6

## Dallages extérieurs

---

### I – PRÉSENTATION

Les dallages (extérieurs ou intérieurs) sont considérés comme des ouvrages de *fondations superficielles*.

On distingue :

- les *dallages à usage d'habitation* recevant des charges généralement réparties de faible intensité ;
- les *dallages lourds à usage industriel*.

Les dispositions concernant le dimensionnement et le calcul sont les mêmes pour les ouvrages extérieurs et les ouvrages intérieurs. Toutefois les exigences relatives aux dallages extérieurs sont plus sévères que celles des ouvrages intérieurs du fait de la prise en compte des risques liés au gel des sols de fondation.

Les dallages *intérieurs* sont traités en partie 1/7, et plus particulièrement :

- les dallages à usage d'habitation en 1/7.2 ;
- les dallages lourds à usage industriel au chapitre 1/7.3.

### II – DALLAGES EXTÉRIEURS D'HABITATION

#### A. Généralités

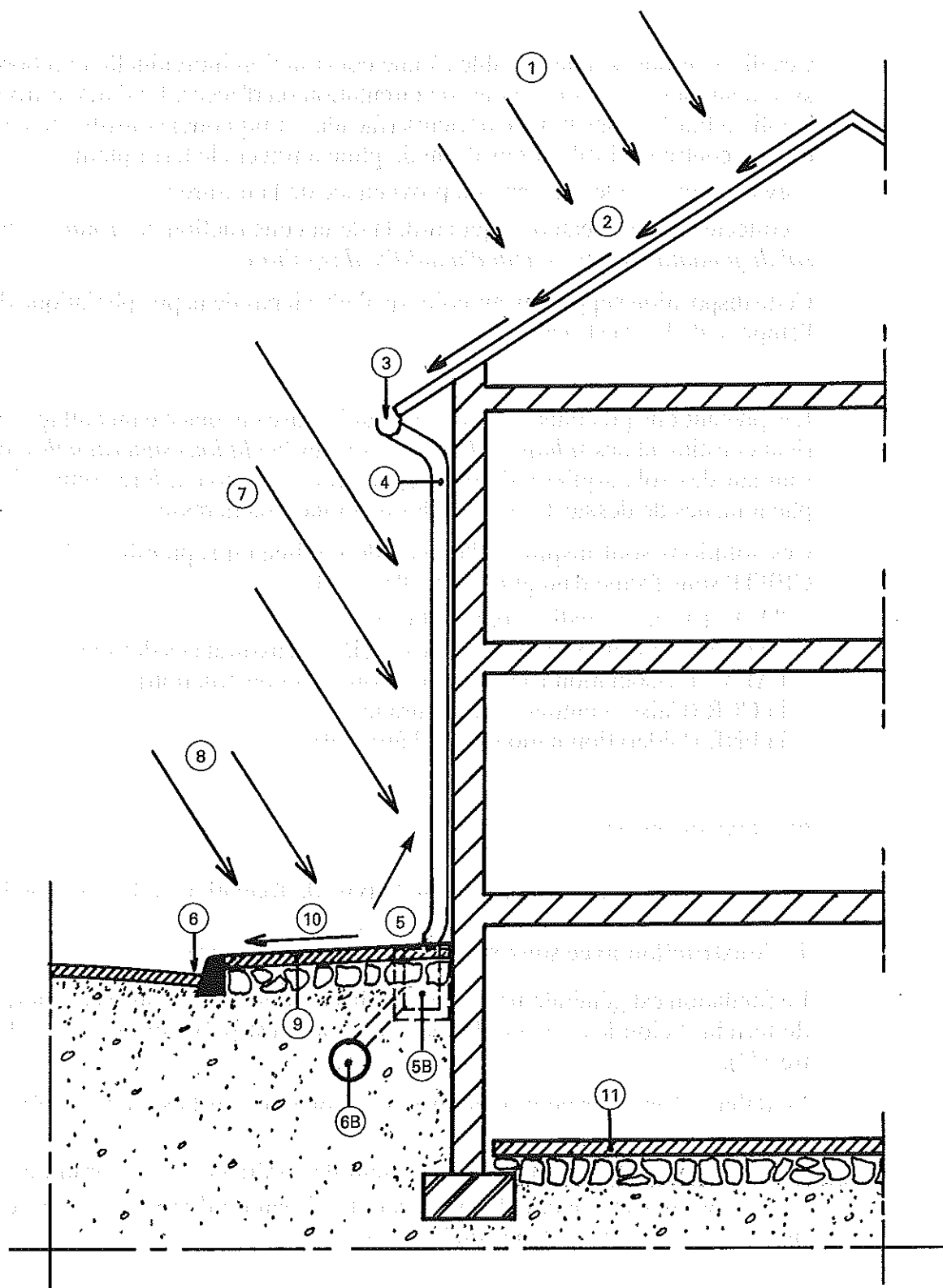
**1. Pour les bâtiments situés en zone urbaine**, en bordure de voies circulées publiques ou privées, les dallages constituent :

- une surface de circulation ou de stationnement pour les piétons ;
- un revêtement rigide relativement étanche ramenant les eaux de ruissellement vers les caniveaux et réseaux d'évacuation ;
- une protection contre les remontées d'humidité dans les constructions et les infiltrations dans les terre-pleins en bordure des constructions.

**2. La désignation de dallage** est ici générale car elle couvre la plupart des types de revêtement utilisés :

- asphalté dans les villes (trottoirs) ;
- pierre dure (dalles) ;
- pavés granit ou pierre dure appareillés ;
- briques ou autres revêtements céramique ou terre cuite dans certains cas.

**B. Les dispositions générales** de ce type d'ouvrage sont résumées dans le dessin suivant.



- |  |  |   |
|--|--|---|
| ① Précipitations – Pluie – Neige – Grêle | ⑤ Rejet sur trottoir vers caniveau ⑥             |   |
| ② Ruissellement sur toiture              | ⑤B Collecte regard et évacuation sur égout ⑥B    | ⑨ Trottoir – Revêtement – Dallage extérieur |
| ③ Collecte par gouttière – Chéneaux      | ⑦ Pluie battante sur façade                      | ⑩ Pente transversale $\geq 0,02$ PM         |
| ④ Evacuation par descente EP             | ⑧ Pluie battante avec rejaillissement sur façade | ⑪ Dallage intérieur (éventuel)              |

Ces dispositions sont applicables à une construction individuelle non bordée systématiquement par des voies de circulation ou d'accès. Le dallage-trottoir établi en bordure des murs extérieurs (façades et pignons) constitue une protection contre les infiltrations d'eau de pluie à travers le terre-plein :

- évacuation rapide des eaux en provenance de la toiture ;
- collecte par caniveau ou rejet au-delà de la construction *pour maintenir le sol de fondation dans un état d'humidité d'équilibre.*

Cette disposition suppose néanmoins qu'il n'y ait pas de nappe phréatique dans l'emprise de la construction.

Remarque :

Les précautions préconisées ci-après pour la mise en place d'un dallage extérieur constituent des *solutions de protection des fondations superficielles* reposant sur des sols argileux de forte épaisseur qui peuvent être soumis à des phénomènes de dessiccation (périodes de grande sécheresse).

Ces solutions sont inspirées d'une étude publiée en septembre 1991 par le CEBTP sous forme d'un guide sous l'égide de :

- l'AQC (Agence qualité-construction) ;
- l'APSAD (Assemblée plénière des sociétés d'assurances dommages) ;
- l'AFAC (Association française des assureurs construction) ;
- la CCR (Caisse centrale de réassurance) ;
- la FNB (Fédération nationale du bâtiment).

### III – CAS COURANTS

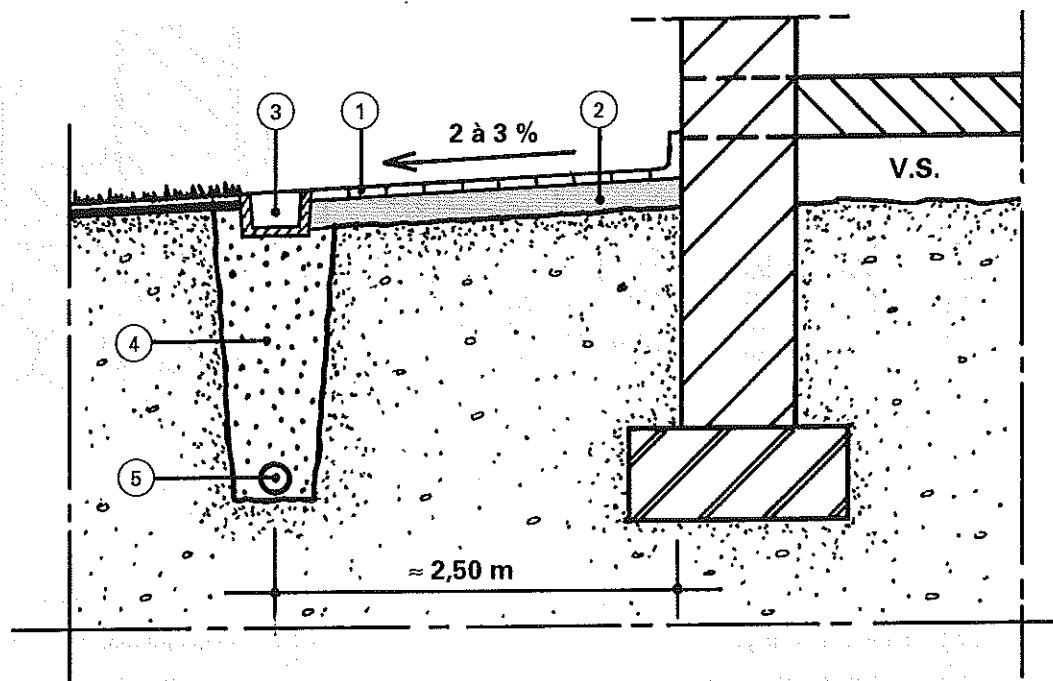
Plusieurs cas sont à distinguer selon le type de fondation de la construction.

#### 1. Construction avec sous-sol enterré ou semi-enterré

La fondation est généralement située à plus de 1,50 m de la surface extérieure du terrain. Selon les cas, un drainage extérieur est prévu ou non (Cf. chapitre 1/9).

Le dallage à prévoir pour assainir le terre-plein en surface et en profondeur (fondations) :

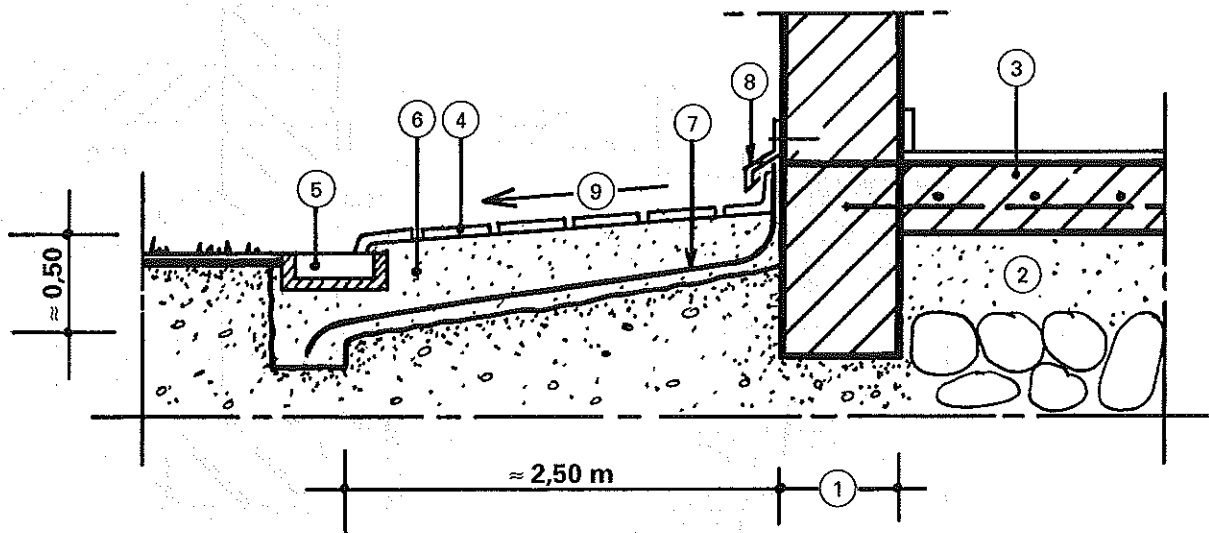
- doit présenter une pente vers l'extérieur de l'ordre de 2 à 3 % minimum ;
- peut évacuer les eaux collectées vers le réseau de drainage si celui-ci est placé à une certaine distance du bâtiment.



- ① Revêtement relativement étanche
- ② Forme ou dallage béton (avec joints bourrés au mastic élastomère tous les 3 m environ)
- ③ Caniveau éventuel (éléments préfabriqués)
- ④ Tranchée drainante (Cf. partie 1/9)
- ⑤ Drain

## 2. Construction avec fondation par dallage sur terre-plein

Les fondations qui sont décrites en détail au chapitre 1/7.3 sont généralement limitées à une poutre-bèche périmétrique pour protection hors gel. La disposition précédente peut être améliorée par la mise en place d'une *géomembrane étanche* rejetant les eaux d'infiltration superficielle à une distance ne portant plus influence aux fondations.



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| ① | Bêche encastrée dans le sol (ouvrage B.A.) | ⑥ | Forme sous revêtement                    |
| ② | Forme du dallage                           | ⑦ | Géomembrane étanche (relevée contre mur) |
| ③ | Dallage sur terre-plein                    | ⑧ | Solin rejet d'eau                        |
| ④ | Dallage ou revêtement extérieur            | ⑨ | Pente $\geq 2$ à 3 %                     |
| ⑤ | Caniveau de collecte (eaux de surface)     |   |  |

#### IV – CAS PARTICULIERS

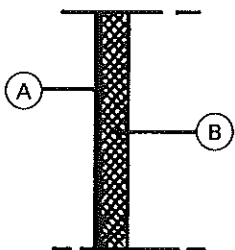
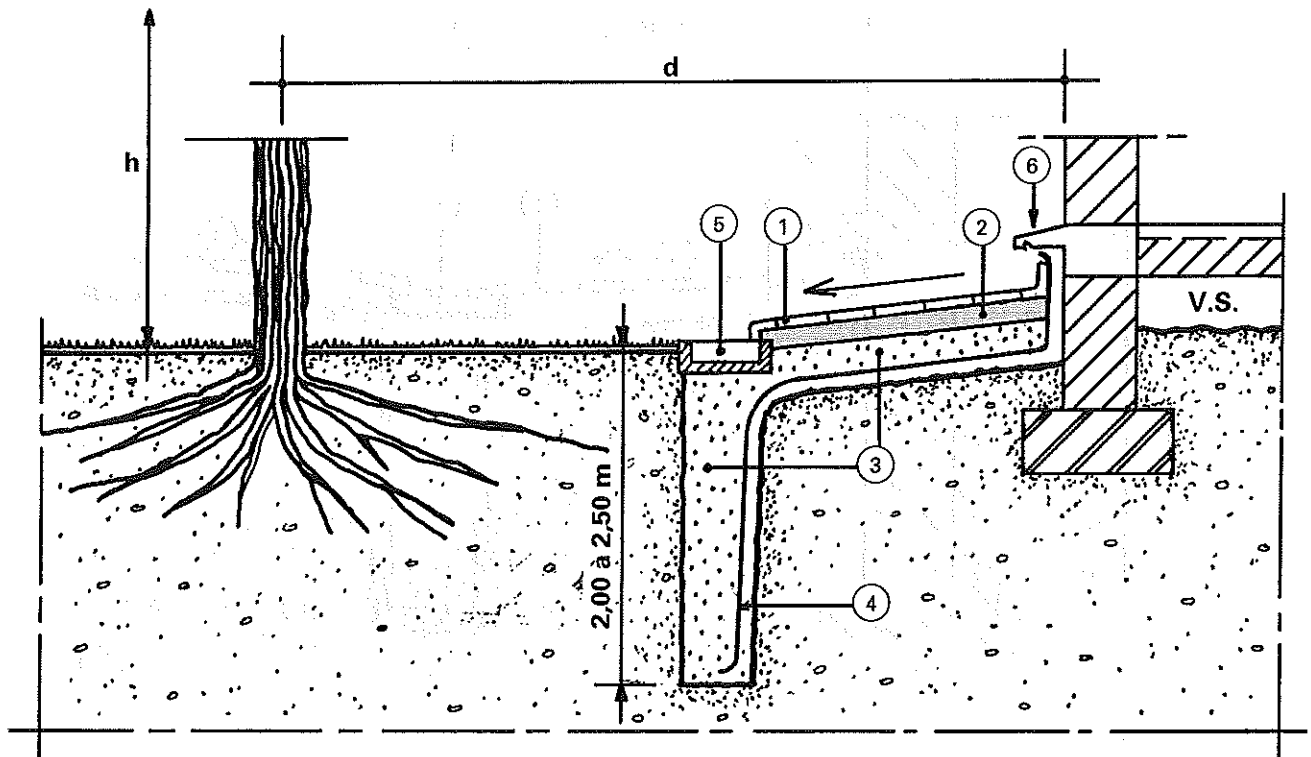
##### 1. Présence de végétation près de la construction

Quel que soit le mode de fondation, les arbres, lorsqu'ils sont trop près d'une construction ou lorsqu'ils ont atteint un développement exagéré, avec un réseau de racines en profondeur pouvant atteindre des ouvrages de fondation (ou le sol avoisinant), présentent un risque pour les constructions. Même dans les terrains sableux à faibles tassements, des précautions doivent être prises.

Les dallages de surface isolant le système racinaire de l'influence des eaux de ruissellement et d'infiltration dans le terre-plein avoisinant, constituent la meilleure protection des ouvrages.

Des protections complémentaires peuvent être proposées dans certains cas de terrains sensibles aux effets d'humidité/sécheresse.

Cas où  $\frac{h}{d} < 2$



Détail géomembrane

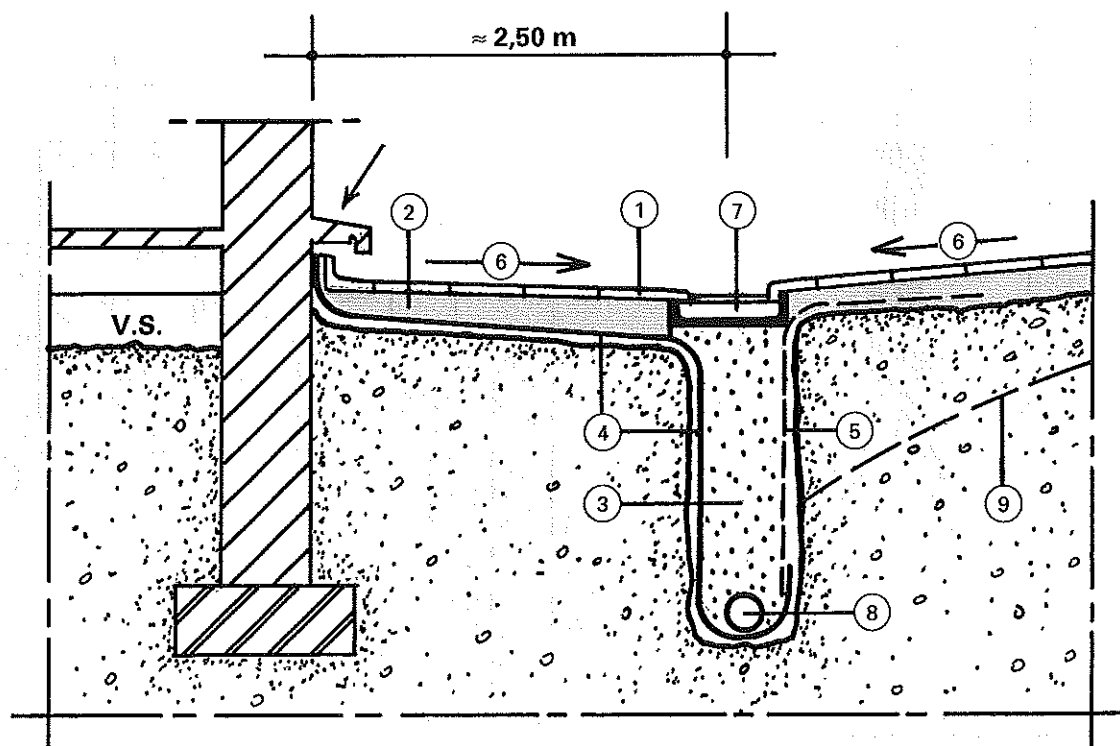
- ① Revêtement – Trottoir de protection
- ② Forme – Support
- ③ Limon sableux peu argileux compacté
- ④ Géomembrane
- ⑤ Caniveau
- ⑥ Bandeau – Solin

V.S. = Vide sanitaire

h = Hauteur de l'arbre

## 2. Présence d'un réseau de drainage

Collecte générale des eaux de ruissellement de surface et des eaux éventuelles de toiture.

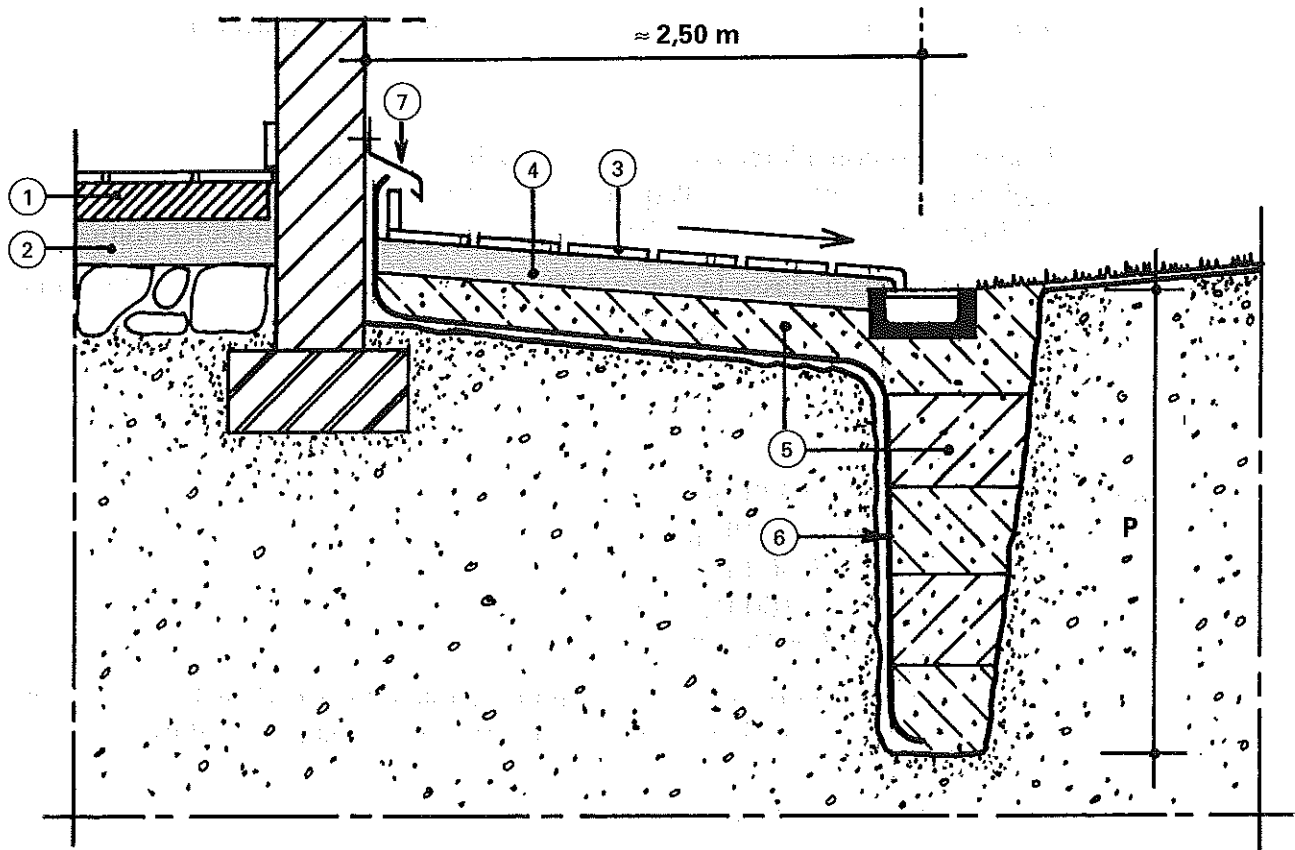


- ① Revêtement de trottoir – Protection
- ② Forme – Support
- ③ Tranchée drainante (matériaux à forte granulométrie) (Cf. chapitre 1/9)
- ④ Géomembrane
- ⑤ Ecran filtrant (non tissé perméable)
- ⑥ Pentes vers caniveau (2 à 3 % minimum)
- ⑦ Caniveau collecte
- ⑧ Drain profond (raccordé à un réseau)
- ⑨ Nappe phréatique éventuelle rabattue vers le drain

V.S. = Vide sanitaire



### 3. Variante : tranchée drainante (sans drain profond)



- ① Dallage intérieur sur terre-plein
- ② Forme – Support
- ③ Dallage trottoir extérieur
- ④ Forme – Support
- ⑤ Sol d'apport compacté (limons sableux – sables limoneux peu argileux restant peu perméables)
- ⑥ Géomembrane
- ⑦ Solin – Rejet d'eau

P ≈ 2,50 m ou profondeur limitée à la traversée des sols argileux

## V – AUTRES OUVRAGES EXTÉRIEURS

### 1. Généralités

Le développement de la maison individuelle a amené à concevoir une voirie spécialisée dite « à faible trafic » réservée aux voitures particulières et exceptionnellement à des véhicules industriels de faible tonnage (camions de ramassage d'ordures, camions de déménagements, camions de livraison, etc.).

Ces ouvrages sont rattachables à un ensemble appelé « V.R.D. » (Voirie – Réseaux divers).

## 2. Conception – Dimensionnement des chaussées en béton de ciment <sup>1)</sup>

### a) Définition

Une voie est considérée à « faible trafic » lorsque le nombre de véhicules qui y circulent est inférieur à l'équivalent de 150 poids-lourds (essieux – types 13 T) par jour, soit environ 1 500 véhicules par jour, tous modèles confondus.

C'est le trafic qui classe la voirie. L'étude doit tenir compte de deux facteurs :

- le trafic ;
- le sol d'assise du dallage – chaussée.

### b) Trafic – Classement

t6	=	de 0 à 10 PL/jour ;
t5	=	de 10 à 25 PL/jour ;
t4	=	de 25 à 50 PL/jour ;
t3 (-)	=	de 50 à 100 PL/jour ;
t3 (+)	=	de 100 à 150 PL/jour.

On devra tenir compte de l'évolution prévisible du trafic dans le temps. Pour le cas développé (voirie secondaire), le trafic local est peu évolutif.

### c) Sols d'assise (ou de fondation)

Cinq catégories (P0 à P5) en éliminant le plus mauvais (P0) qu'il y a lieu de traiter sur place.

La portance est définie par le tableau 1. Le traitement en place d'un sol sur une épaisseur minimale de 0,30 m, par incorporation de ciment et éventuellement de chaux, permet de doubler la portance (exemple : passer de P1 à P3). Cette amélioration diminue l'épaisseur de la dalle.

1) D'après documentation « Béton prêt à l'emploi ».

TABLEAU 1

P	Examen visuel (essieu de 13 t)	Indice portant CBR <sup>1)</sup>	Module de déformation à la plaque EV <sub>2</sub> MPa <sup>2)</sup>	Module de réaction du sol daN/cm <sup>3</sup> K <sup>3)</sup>	Types de sols	
P <sub>0</sub>	Circulation impossible, sol inapte très déformable	CBR ≤ 3	EV <sub>2</sub> ≤ 15	K ≤ 3	Argiles fines saturées, sols tourbeux, faible densité sèche, sols contenant des matières organiques, etc.	
P <sub>1</sub>	Ornières derrière l'essieu de 13 t déformable	3 < CBR ≤ 6	15 < EV <sub>2</sub> ≤ 30	3 < K ≤ 5	Limons plastiques, argileux et argilo-plastiques, argiles à silex, alluvions grossières, etc., très sensibles à l'eau.	
P <sub>2</sub>	Pas d'ornières derrière l'essieu de 13 t	déformable	6 < CBR ≤ 10	30 < EV <sub>2</sub> ≤ 50	5 < K ≤ 6	Sables alluvionnaires argileux ou fins limoneux, graves argileuses ou limoneuses, sols marneux contenant moins de 35 % de fines.
P <sub>3</sub>		peu déformable	10 < CBR ≤ 20	50 < EV <sub>2</sub> ≤ 120	6 < K ≤ 7	Sables alluvionnaires propres avec fines < 5 %, graves argileuses ou limoneuses avec fines < 12 %.
P <sub>4</sub>		très peu déformable	20 < CBR ≤ 50	120 < EV <sub>2</sub> ≤ 250	7 < K ≤ 15	Matériaux insensibles à l'eau, sables et graves propres, matériaux rocheux sains, etc., chaussées anciennes.
P <sub>5</sub>		très peu ou pas déformable	CBR > 50	EV <sub>2</sub> > 250	K > 15	Graves propres et compactées e > 30 cm ou chaussées anciennes, roches.

Pour les essais normalisés (1), (2) et (3), se référer au manuel LCPC (Laboratoire Central Ponts et Chaussées).

1) Californian Bearing Ratio = CBR = Indice portant californien en % (in situ ou en laboratoire, pour sols sensibles à l'eau).

2) EV<sub>2</sub> : module de déformation à la plaque en MPa (mégapascals).

3) K : module de réaction ou de Westergaard en daN/cm<sup>3</sup>.

Note : 1 MPa = 10 bars = 10,19 kg/cm<sup>2</sup>.

*d) Dimensionnement*

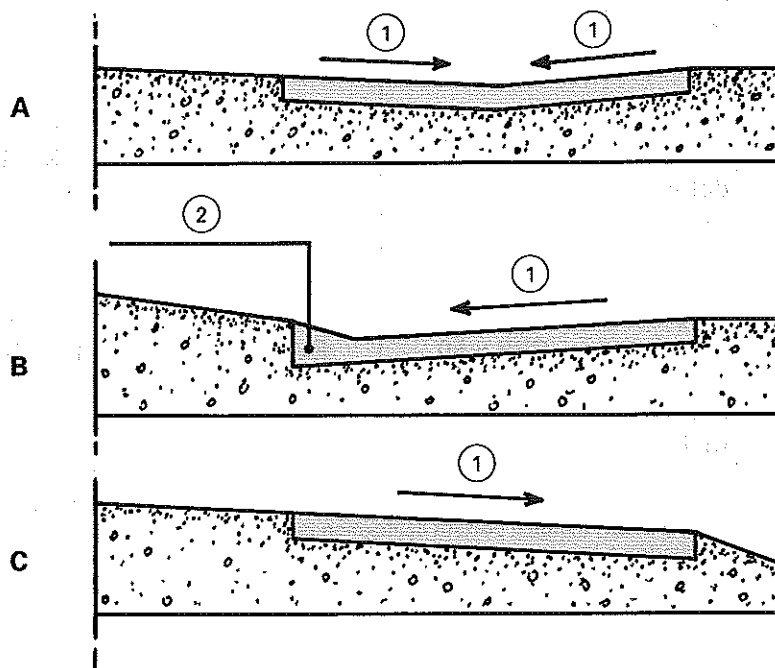
Détermination de l'épaisseur du dallage en béton posé sur le sol nivelé et compacté (Cf. tableau 2).

TABLEAU 2 (Epaisseur du dallage en cm)

Traffics	$t_6$	$t_5$	$t_4$	$t_3$	$t_{3+}$
Sols					
P <sub>0</sub>	Sol à traiter ou à purger				
P <sub>1</sub>	19	20	21	22	23
P <sub>2</sub>	17	18	19	20	21
P <sub>3</sub>	15	16	17	18	19
P <sub>4</sub>	13	14	15	16	17
P <sub>5</sub>	12	13	14	15	16

*e) Profils en travers*

Selon le tracé et la disposition générale de la voie d'accès, plusieurs profils transversaux peuvent être proposés tenant compte chacun des conditions d'écoulement et d'évacuation des eaux superficielles. Dans tous les cas, une pente transversale de 3 % est nécessaire.



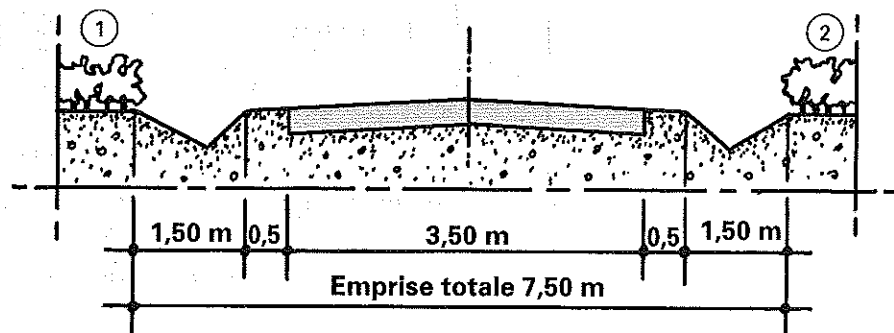
- ① Pente 3 %  
 ② Béton rapporté à la main ou coulé avec la dalle

- A = Ecoulement d'eau central  
 B = Ecoulement d'eau latéral  
 C = Un seul fossé extérieur à la chaussée

f) *Emprise (ensemble)*

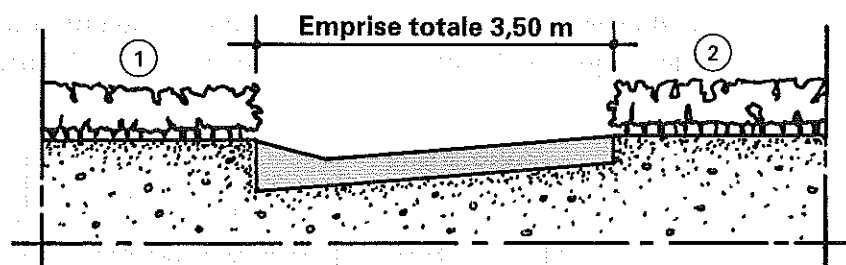
– Exemples :

- 1<sup>er</sup> cas : chaussée classique :



① } Zones cultivables  
② }

- 2<sup>e</sup> cas : chaussée en béton de ciment :



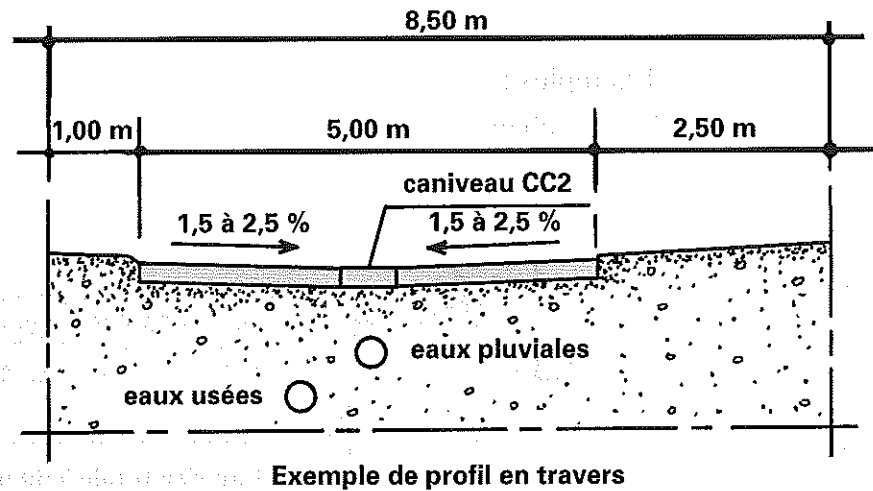
① } Zones cultivables  
② }

## 3. Application – Voirie de lotissement

a) *Largeur de la voie*

La voirie principale (circulation générale) et la voirie secondaire (voies de distribution) doivent pouvoir être rattachées ultérieurement au domaine public (commune).

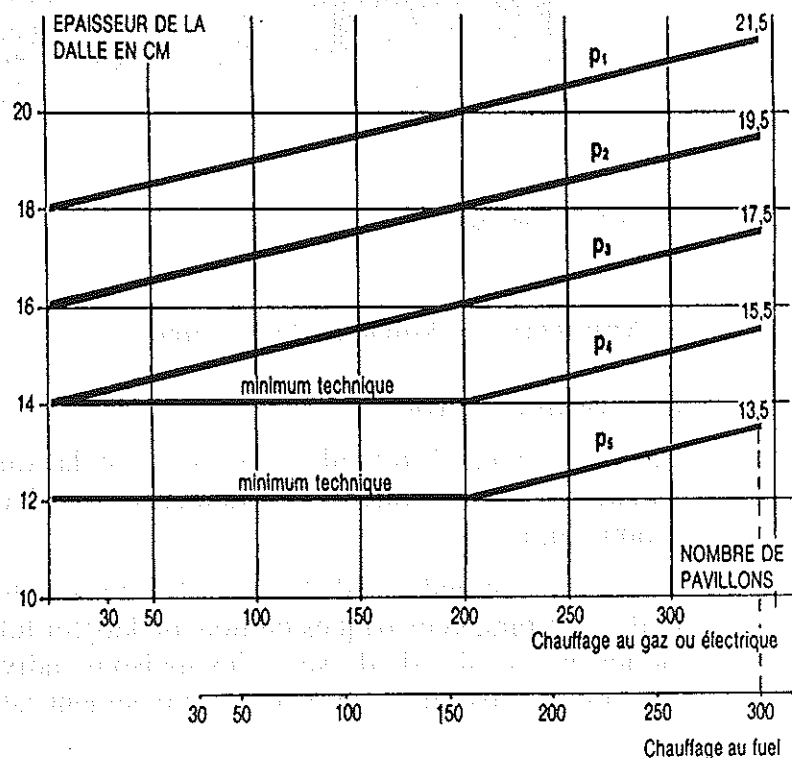
L'emprise minimale est de 8,00 m avec une chaussée de 5,00 m (deux voies) et des trottoirs, symétriques ou non, de largeur totale de 3,00 m. Pour la voirie tertiaire (voies de desserte des maisons individuelles), une chaussée de 3,00 m est suffisante, sauf si un stationnement est prévu.



### b) Dimensionnement

Le diagramme suivant permet de déterminer l'épaisseur du dallage – chaussée (en cm) en fonction :

- du nombre de pavillons à desservir ;
- du type de sol (P1 à P5) ;
- du trafic, voitures particulières en cas de chauffage au gaz ou de chauffage électrique ; véhicules de livraison en cas de chauffage au fuel.



### c) Tracé en plan des chaussées

Le tracé dépend :

- du type de véhicule ayant à circuler sur la chaussée : véhicules particuliers (rayon de braquage, inscription des véhicules dans une bande de largeur donnée), ou véhicules utilitaires ou industriels ;
- du type de matériel de réalisation de la chaussée en béton (exemple : machine à coffrage glissant) ( $R_{\min.} \geq 12,00$  m).

On évitera :

- les tracés complexes avec différentes largeurs de voies ;
- les largeurs variables, etc.

### d) Travaux préparatoires

L'exécution correcte des travaux préparatoires conditionne la qualité des ouvrages définitifs.

- Préparation du fond de forme.
- La surface sur laquelle le béton doit être répandu est nettoyée et débarrassée de toute trace de boues, matières organiques, etc.
- L'entrepreneur est tenu d'assurer en permanence, pendant les travaux, l'évacuation des eaux superficielles du fond de forme.

Lorsqu'un système de drainage est prévu, cet ouvrage doit être réalisé avant la préparation de l'assiette. Le temps d'action du drainage doit être suffisant pour permettre l'exécution des travaux ultérieurs dans de bonnes conditions.

### e) Compactage de l'assiette

Le compactage de l'assiette est obligatoire. L'engin utilisé doit être adapté à la nature du sol en place. Cette opération doit être effectuée immédiatement après l'enlèvement de la terre végétale et avant la pose des coffrages sur une largeur égale à celle du revêtement augmentée de 0,50 m de chaque côté.

La vérification du fond de forme est effectuée avant bétonnage (tolérance de 0,025 m mesurée à la règle de 3,00 m).

### f) Réglage du fond de forme

Après pose des coffrages et contrôle de leur stabilité, le fond de forme est réglé de manière à présenter une surface uniforme et régulière.

Il sera éventuellement recompacté. Le profil en travers doit être également vérifié au gabarit. Si le sol comporte des gros éléments en affleurement, ceux-ci doivent être enlevés avant réglage et compactage. En cas d'impossibilité (blocs trop importants), on procède à la mise en place d'une couche de 0,10 m de grave non traitée afin d'éviter la présence de points durs sous la dalle de roulement.

### g) Finition du fond de forme

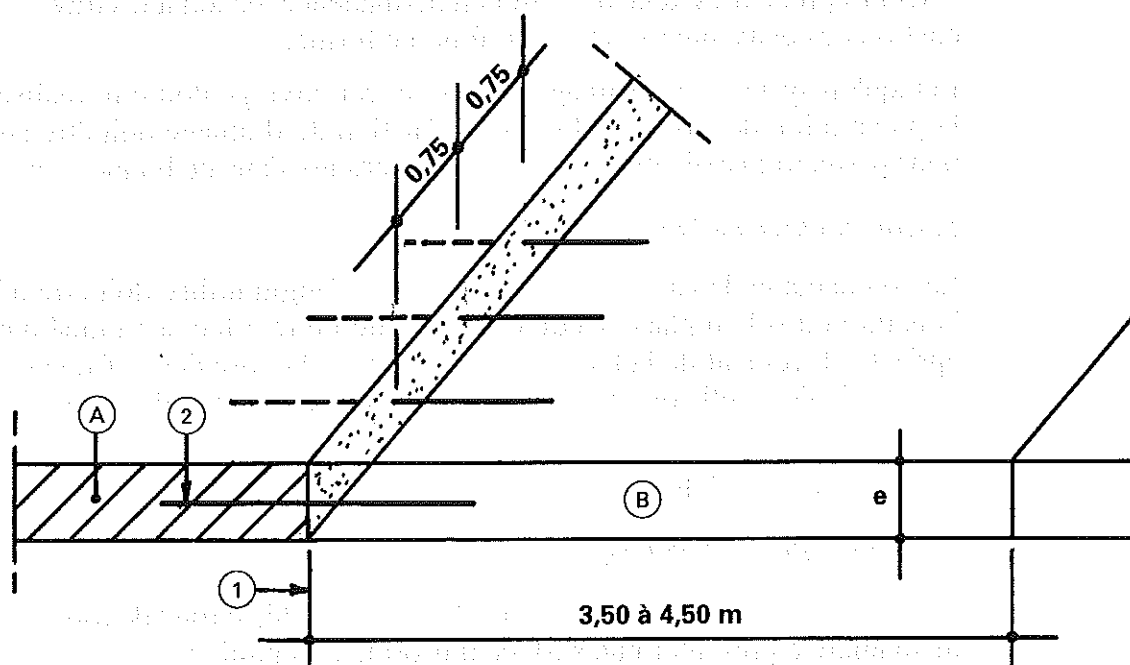
Le bétonnage peut s'effectuer directement sur le sol de l'assiette ou sur la fondation. Si le sol d'assise est susceptible d'absorber une partie de l'eau de constitution du béton, il y a lieu d'arroser, après le compactage et immédiatement avant le bétonnage, mais sans excès.

### h) Bétonnage du dallage

Généralement réalisé à partir de centrales de béton « prêt à l'emploi » sur une formule de béton pour compactage, à granulométrie et dosage adaptés, ou de béton fluide (béton routier classique) mis en œuvre par gravité dans des coffrages ancrés dans le sol. Le réglage et la finition s'effectuent par talochage ou passage d'une règle vibrante légère.

### i) Joints

La mise en place de joints ne peut s'effectuer que si le béton présente une plasticité normale, c'est-à-dire 45 à 50 minutes après bétonnage dans le cas d'incorporation d'un fluidifiant. Les joints sont destinés à localiser les fissurations inévitables dues au retrait.



- (A) Tranches de coulage
- (B) Bord franc
- (1) Bord franc
- (2) Goujon  $\varnothing$  30 mm



- Les joints de reprise transversaux sont à prévoir après chaque arrêt de bétonnage ( $\geq 1/2$  heure en règle générale). La dalle est retaillée à  $90^\circ$  pour obtenir un bord franc. La solidarisation avec la coulée suivante est réalisée à l'aide de goujons  $\varnothing 30$  mm espacés de 0,75 m.

- Joint par moulage dans le béton frais d'une languette en plastique ou en contre-plaqué de 3 à 5 mm d'épaisseur ; profondeur =  $e/5$ .

Après achèvement du joint, la surface du béton doit être rectifiée sur 0,50 m de part et d'autre.

- Joint par sciage du béton durci : cette opération doit être réalisée de 6 heures au minimum après bétonnage (cas de béton de silex en forte épaisseur exposé au vent, au soleil et à une forte variation de température jour/nuit) à 72 heures au maximum (béton de granulats calcaires, sans vent, par temps humide avec de faibles variations de température). Le garnissage des joints n'est pas nécessaire.

#### *j) Finition des bétons frais*

- Striage : pour réaliser les qualités antidérapantes, le striage transversal est réalisé à l'aide d'un balai à poils durs.

- Cure du béton : nécessaire pour éviter la dessiccation trop rapide du béton sous l'effet des agents atmosphériques (vent et soleil).

Cette opération est réalisée par pulvérisation de produits spéciaux (résines solubles).

Le dallage est une dalle en béton armé ou en béton précontraint, reposant sur des fondations superficielles ou profondes, et destinée à supporter des charges verticales et horizontales. Il est généralement réalisé en béton armé, mais peut également être en béton précontraint ou en acier.

Le dallage est une dalle en béton armé ou en béton précontraint, reposant sur des fondations superficielles ou profondes, et destinée à supporter des charges verticales et horizontales. Il est généralement réalisé en béton armé, mais peut également être en béton précontraint ou en acier.

Le dallage est une dalle en béton armé ou en béton précontraint, reposant sur des fondations superficielles ou profondes, et destinée à supporter des charges verticales et horizontales. Il est généralement réalisé en béton armé, mais peut également être en béton précontraint ou en acier.

Le dallage est une dalle en béton armé ou en béton précontraint, reposant sur des fondations superficielles ou profondes, et destinée à supporter des charges verticales et horizontales. Il est généralement réalisé en béton armé, mais peut également être en béton précontraint ou en acier.

Le dallage est une dalle en béton armé ou en béton précontraint, reposant sur des fondations superficielles ou profondes, et destinée à supporter des charges verticales et horizontales. Il est généralement réalisé en béton armé, mais peut également être en béton précontraint ou en acier.

# 1/3

## Fondations par radiers et cuvelages

### 1/3.1

## Définitions

### 1. Radiers

Les radiers sont des fondations superficielles. Lorsqu'ils sont établis dans une nappe phréatique (ouvrages immergés), ils sont associés à un ouvrage de cuvelage qui assure l'étanchéité, c'est-à-dire la protection contre la pénétration des eaux sous pression de la nappe extérieure.

Les radiers peuvent aussi n'être que des ouvrages de fondation établis dans des terrains à faible portance.

### 2. Conditions spécifiques

Lorsque le sol de fondation est de faible capacité portante, les dimensions des semelles isolées sous poteaux, voiles, éléments de voiles ou murs, deviennent très importantes et, à la limite, telles qu'il ne reste pratiquement plus d'intervalles entre elles.

Une méthode rapide et simple permet de déterminer le type de solution adéquat pour une fondation de bâtiment, superficiel ou profond.

Soit :  $P = \Sigma p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots p_n$

la charge totale transmise au sol par les différents éléments porteurs de la structure (poteaux, voiles, murs),

$S_0 \text{ (m}^2\text{)} = A \times B$ , l'emprise de la construction A et B étant les dimensions principales,  
 $q \text{ (T/m}^2\text{)} =$  la contrainte admissible du sol.

La surface minimale totale d'assise des fondations s'exprime par :

$$S \text{ (m}^2\text{)} = \frac{P(T)}{q \text{ (T/m}^2\text{)}}$$

Trois cas peuvent se présenter :

- 1)  $S_0 > S$  : la solution par semelles est possible ;
- 2)  $S_0 \approx S$  : la solution par radier pourra être envisagée (sous réserve d'une condition complémentaire) ;
- 3)  $S_0 < S$  : la solution par fondations superficielles n'est pas possible. On devra recourir à une solution profonde (pieux ou puits).

*Cas du radier :*

– Si S est légèrement  $> S_0$ , le radier est encore possible si des débords peuvent être pris sur l'emprise théorique. Ce cas est rarement possible en zone urbaine.

– La condition précédente (2) correspond à une répartition uniforme des pressions du sol (réactions), ce qui entraîne la condition suivante : « *Le centre de gravité de l'aire du radier doit coïncider avec le point de passage de la résultante des forces* ». En fait, cette coïncidence doit s'effectuer dans une zone voisine du centre de gravité. Par ailleurs, la répartition uniforme des pressions entraîne que le radier et les infrastructures présentent une rigidité généralement obtenue par la présence de voiles extérieurs et intérieurs.

**Remarque :**

La solution « radier » comparée à la solution limite « semelles isolées » est une solution onéreuse de fondation.

En effet, les semelles isolées sont calculées avec la méthode des bielles et sont caractérisées par une épaisseur moyenne de l'ordre de la moitié de la hauteur totale, avec seulement une nappe inférieure d'armatures.

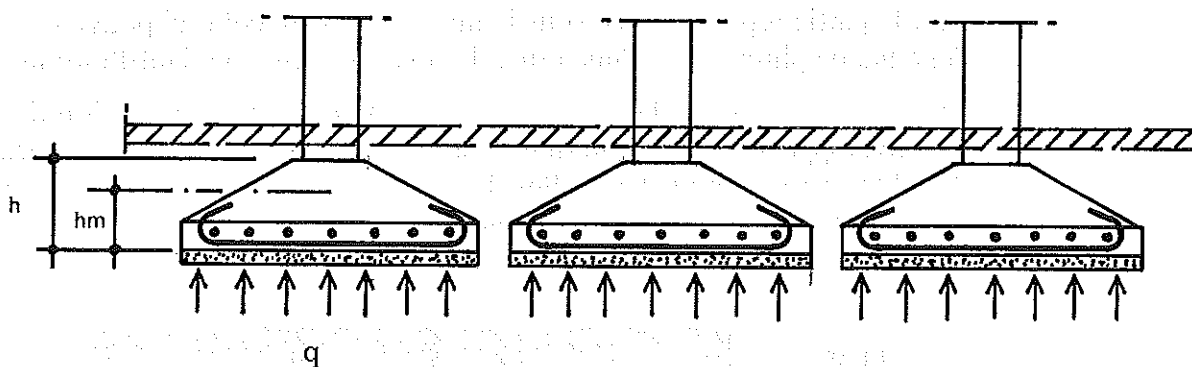
En revanche, les radiers sont calculés comme des planchers renversés soumis aux réactions du sol, et sont constitués par une dalle d'épaisseur constante comportant une nappe d'armatures inférieures et une nappe d'armatures supérieures.

Si les épaisseurs « béton » sont comparables, les quantités d'acier sont beaucoup plus importantes du fait de l'intensité des réactions du sol.

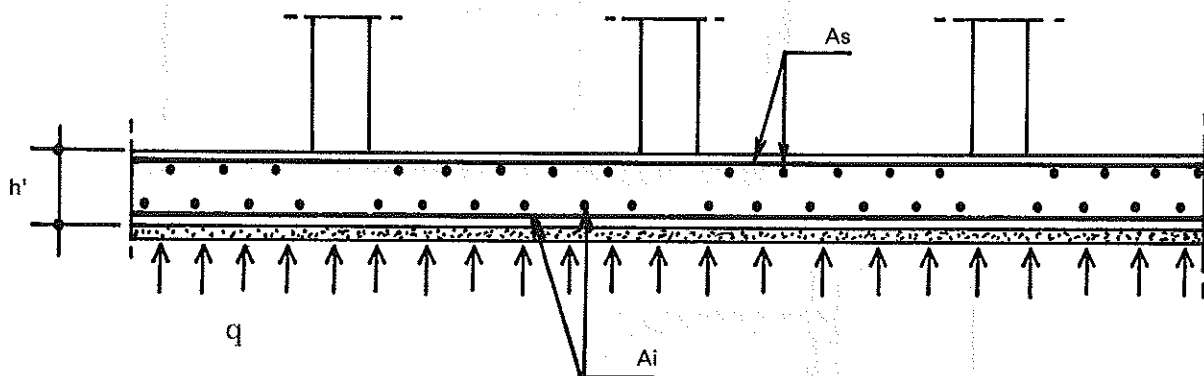
**Exemple :** un radier recevant une réaction de 0,3 bar est en fait un plancher inversé supportant 3 T/m<sup>2</sup>, ce qui correspond à un plancher industriel fortement chargé !

Voir les dessins : comparaison de la solution « semelles isolées » et de la solution « radier ».

### Solution semelles



### Solution radier



As = armatures principales : lits supérieurs  
Ai = armatures chapeaux : lits inférieurs

h = hauteur semelle  
hm = hauteur moyenne  
h' = épaisseur radier

Dans tous les cas, à charges égales transmises sur le même sol pour une capacité portante donnée, la solution « radier » sera une solution chère. Toutefois, cette solution devra s'imposer si le radier doit jouer le rôle d'un cuvelage étanche. Par ailleurs, le radier constituera généralement pour un sol homogène, et à condition de respecter la condition « subsidiaire », une solution plus sûre au niveau des tassements différentiels. Cette solution présente, en outre, lorsque la dalle épaisse est utilisée, l'avantage de supprimer le dallage qui, dans la solution « semelles isolées », constitue un ouvrage rapporté.

### 3. Définition – Terminologie

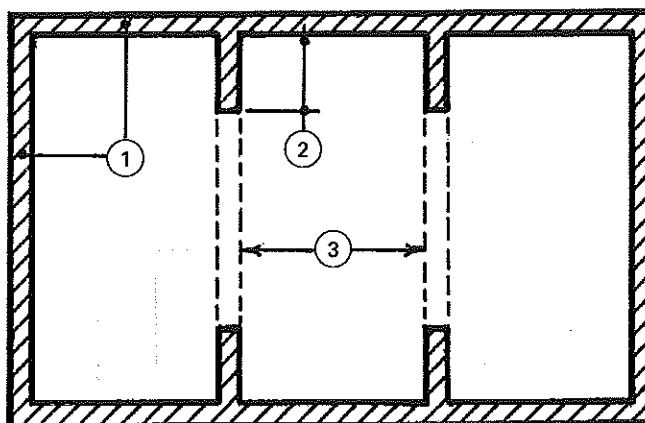
La terminologie est donnée dans le DTU 14.1. Elle est explicitée ci-après ainsi que sur les dessins C1 et C2.

#### a) Partie immergée du bâtiment

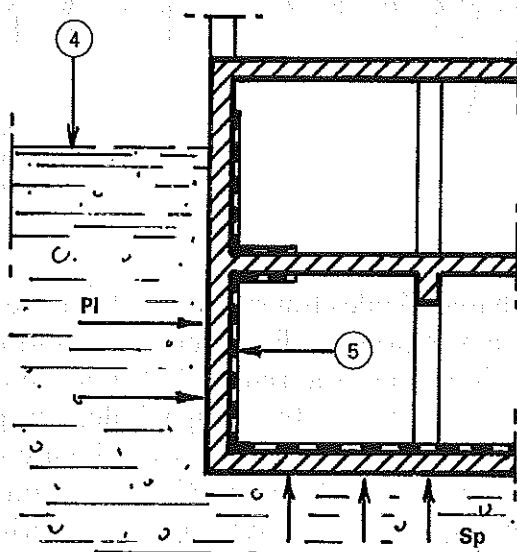
C'est la partie réputée située sous le niveau de l'eau, celle-ci pouvant résulter d'une nappe phréatique, d'une crue, de ruissellements ou d'infiltrations.

Cette partie comprend la périphérie directement soumise à l'action de l'eau, dite enveloppe, les parties intérieures adjacentes à cette périphérie et liées avec elle, dites retours, pour lesquelles des dispositions particulières doivent être prises, et enfin, les autres parties intérieures.

PLAN



COUPE



- ① Parois enveloppe
- ② Retours
- ③ Poutres (planchers intermédiaires)
- ④ Niveau maxi nappe phréatique
- ⑤ Revêtement (intérieur) d'imperméabilisation
- PI Pressions latérales
- Sp Sous-pressions

*b) Cuvelage*

Le cuvelage comprend l'enveloppe et les retours de la partie immergée du bâtiment et, le plus souvent, un revêtement de cuvelage qui peut être d'imperméabilisation (voir dessin C2) ou d'étanchéité (voir dessin C1).

*c) Cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation*

Le revêtement d'imperméabilisation constitue un écran intérieur adhérent à son support, pouvant assurer seul l'étanchéité mais ne résistant pas à une fissuration appréciable du support.

Ce revêtement est constitué d'enduits hydrofuges ou d'enduits pelliculaires à base de résine.

*d) Cuvelage à structure relativement étanche*

Ce cuvelage ne comporte pas de revêtement et il est de ce fait admis un léger passage d'eau éventuellement récupérée, défini par les valeurs suivantes :

- pour l'enveloppe dans son ensemble : moyenne annuelle 0,5 litre/m<sup>2</sup>/jour, moyenne hebdomadaire 1 litre/m<sup>2</sup>/jour ;
- pour toute portion d'enveloppe de 10 m<sup>2</sup> constituant un rectangle dont le rapport des côtés est compris entre 0,4 et 2,5 : moyenne hebdomadaire 2 litre/m<sup>2</sup>/jour.

*e) Cuvelage avec revêtement d'étanchéité*

L'étanchéité est réalisée par un revêtement plastique, élastoplastique ou élastique appliqué à l'extérieur de la structure résistante aux poussées de l'eau. Ce revêtement n'est pas nécessairement adhérent à la structure résistante. C'est la pression hydrostatique qui l'applique sur cette dernière. Ce revêtement doit pouvoir s'adapter aux légères déformations ou fissurations des ouvrages qui lui sont accolés ou qui l'enserrent.

*f) Support*

Partie de l'ouvrage destinée à recevoir le revêtement.

---

**Dessins**

---

1 <sup>er</sup> cas : cuvelage par revêtement d'étanchéité extérieur	C1
2 <sup>e</sup> cas : cuvelage par revêtement d'imperméabilisation intérieur	C2

---

1.1.1

1.1.1.1

Le radier est une fondation qui supporte plusieurs colonnes ou poteaux. Il est généralement en béton armé et peut être encastré dans le sol ou sur pilotis.

Le cuvelage est une fondation qui supporte une seule colonne ou poteau.

Le radier est une fondation qui supporte plusieurs colonnes ou poteaux. Il est généralement en béton armé et peut être encastré dans le sol ou sur pilotis.

Le cuvelage est une fondation qui supporte une seule colonne ou poteau.

Le radier est une fondation qui supporte plusieurs colonnes ou poteaux.

Le cuvelage est une fondation qui supporte une seule colonne ou poteau.

Le radier est une fondation qui supporte plusieurs colonnes ou poteaux.

Le cuvelage est une fondation qui supporte une seule colonne ou poteau.

Le radier est une fondation qui supporte plusieurs colonnes ou poteaux.

Le cuvelage est une fondation qui supporte une seule colonne ou poteau.

Le radier est une fondation qui supporte plusieurs colonnes ou poteaux.

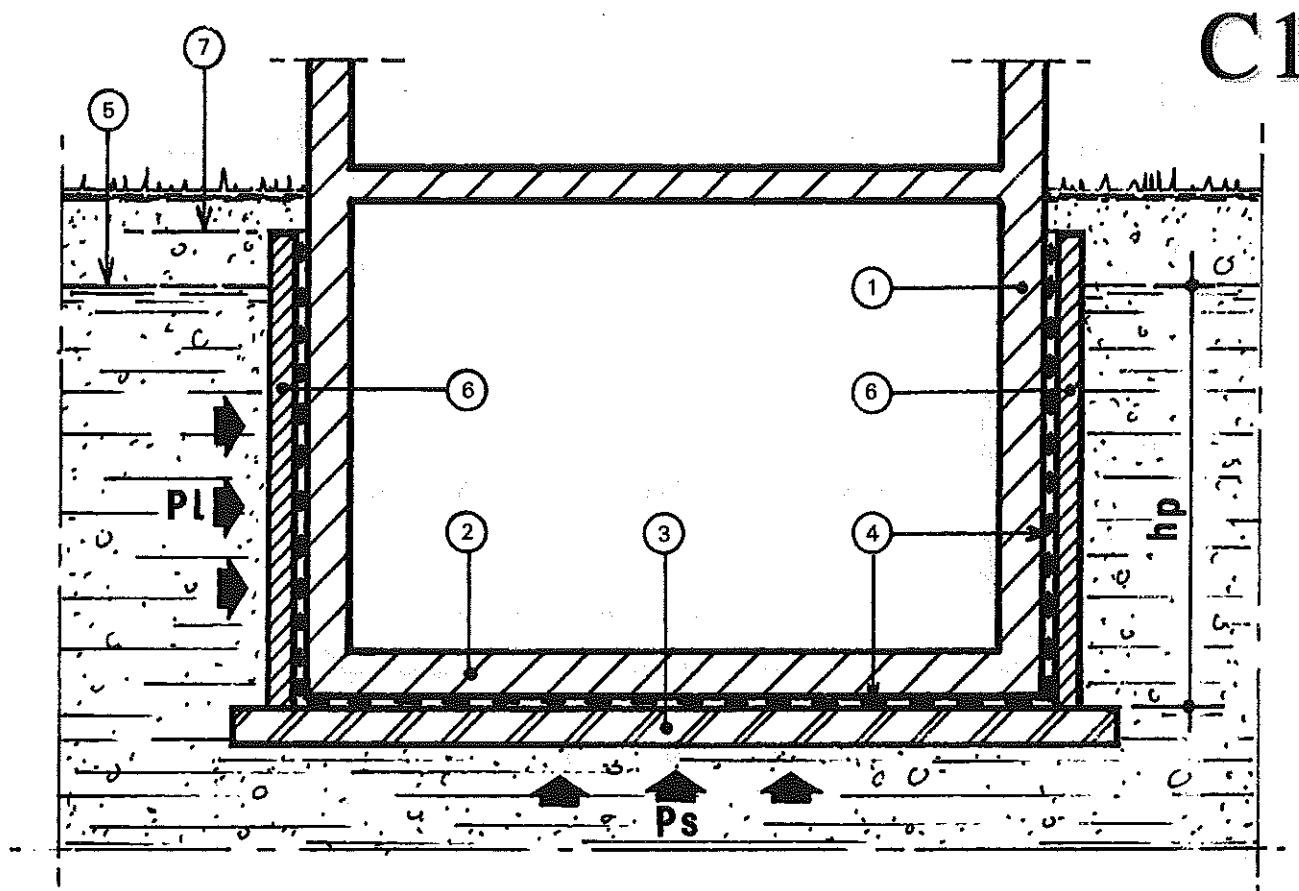
Le cuvelage est une fondation qui supporte une seule colonne ou poteau.

Le radier est une fondation qui supporte plusieurs colonnes ou poteaux.

Le cuvelage est une fondation qui supporte une seule colonne ou poteau.

Le radier est une fondation qui supporte plusieurs colonnes ou poteaux.





- ① Structure résistante B.A. contre cuvelage
- ② Radier
- ③ Sous-radier (protection)
- ④ Ouvrages d'étanchéité (revêtement extérieur)
- ⑤ Nappe phréatique (plus haut niveau connu)
- ⑥ Ouvrages de protection extérieurs
- ⑦ Arase des ouvrages de cuvelage

$P_L$  = Pressions hydrostatiques latérales

$P_s$  = Sous-pressions (hydrostatiques)

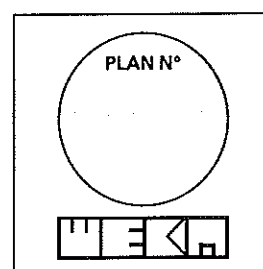
$h_p$  = Valeur de la sous-pression

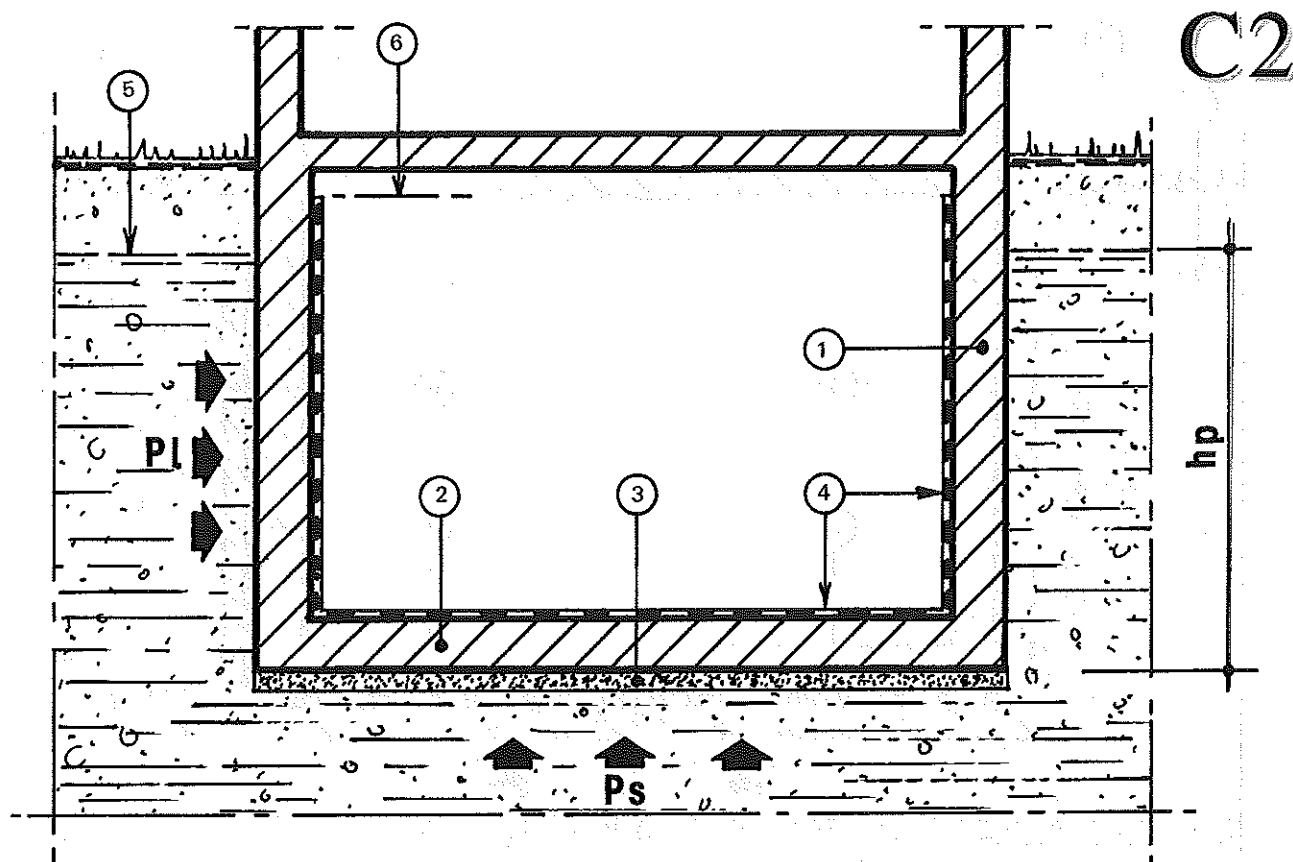
**1<sup>er</sup> cas : cuvelage par revêtement d'étanchéité extérieur**  
Coupe

Echelle : -

CABINET

LE





- ① Structure résistante B.A.  
(relativement étanche)
- ② Radier B.A.
- ③ Béton de propreté
- ④ Revêtement d'imperméabilisation  
(adhérent) - Intérieur
- ⑤ Nappe phréatique  
(plus haut niveau connu)
- ⑥ Arase des ouvrages de cuvelage

$P_L$  = Pressions hydrostatiques latérales

$P_S$  = Sous-pressions (hydrostatiques)

$h_p$  = Valeur de la sous-pression

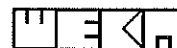
**2° cas : cuvelage par revêtement d'imperméabilisation intérieur**  
Coupe

Echelle : —

CABINET

LE

PLAN N°



## 1/3.2

# Cuvelages, radiers

### 1. Généralités – Classement

Sur le plan de la réalisation, on classe les ouvrages de cuvelage en deux catégories principales :

- réalisation des ouvrages extérieurs *sans limite d'emprise* ;
- réalisation des ouvrages extérieurs *avec limite d'emprise*.

La réalisation, dans le premier cas, est faite en fouille ouverte, dégagée des constructions voisines et avec rabattement de la nappe phréatique pour obtenir un fond de fouille « à sec » (abaissement du niveau de la nappe au-dessous du fond de fouille pendant toute la durée des travaux d'infrastructure et même de superstructure).

Dans le second cas, plus souvent rencontré en site urbain avec un environnement difficile, l'ouvrage de structure et cuvelage est enserré dans une enceinte de soutènement réalisée :

- par paroi moulée ;
- par paroi berlinoise ancrée ou butonnée.

#### Dessins

1 <sup>er</sup> cas : ouvrages extérieurs sans limite d'emprise	C3
2 <sup>e</sup> cas : ouvrages extérieurs avec limite d'emprise	C4

### 2. Variantes d'exécution

#### a) 1<sup>er</sup> cas : fouille ouverte ; étanchéité extérieure

##### Dessin

Cuvelage par revêtement d'étanchéité en fouille ouverte	C5
---	----

#### b) 2<sup>e</sup> cas : fouille ouverte ; étanchéité sur contre-cuvelage

L'étanchéité est extérieure, comme dans le cas précédent. La variante consiste dans l'exécution préalable d'un contre-cuvelage extérieur (non résistant) servant uniquement de support et de protection à l'étanchéité.

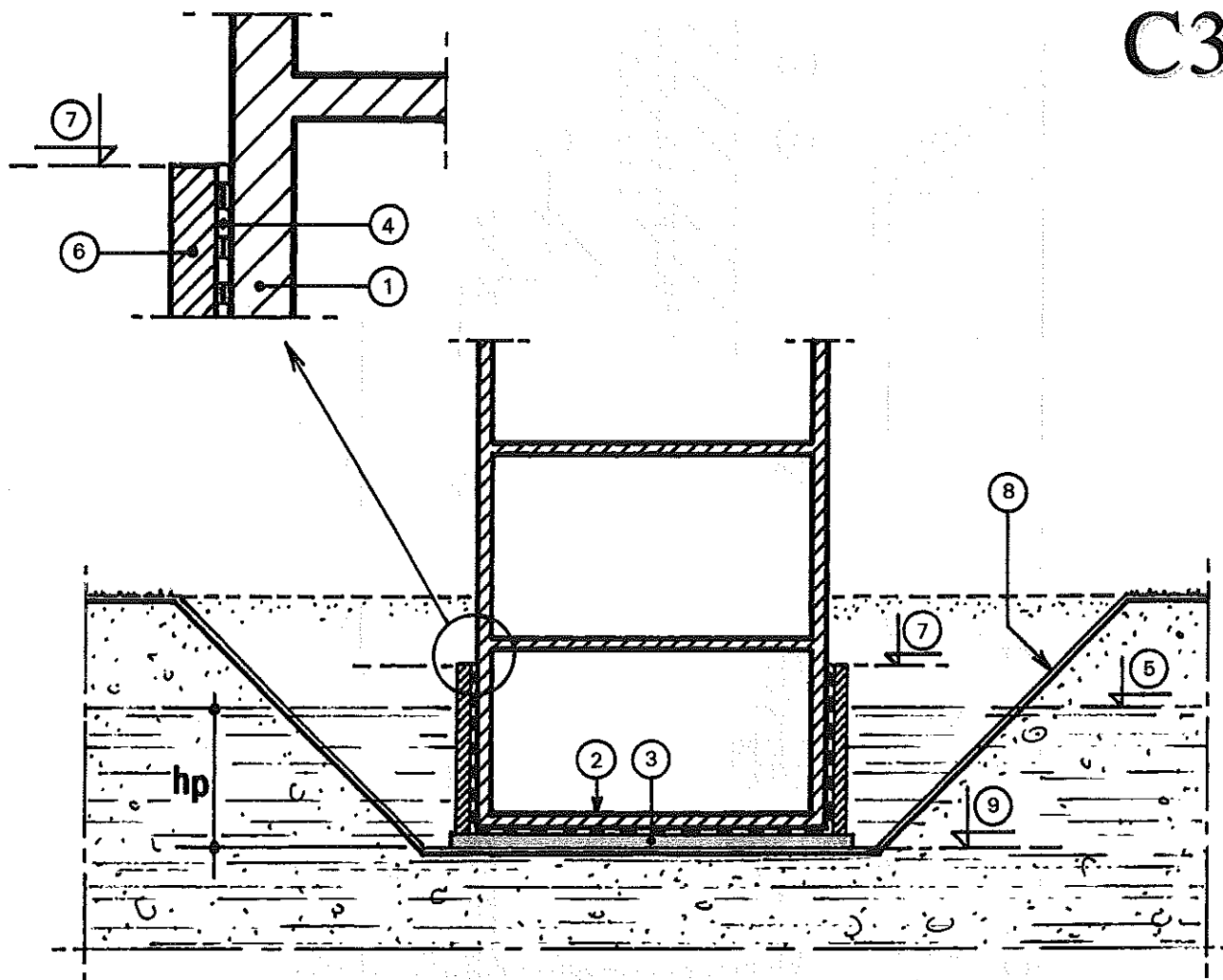
**Dessin**

Cuvelage par revêtement d'étanchéité appliqué sur contre-cuvelage extérieur C6

*c) 3<sup>e</sup> cas : fouille en limite d'emprise (paroi berlinoise)***Dessin**

Fouille en limite d'emprise (paroi berlinoise) C7

C3



- ① Structure résistante B.A. contre-cuvelage
- ② Radier
- ③ Sous-radier (protection-support)
- ④ Ouvrages d'étanchéité (revêtements extérieurs)
- ⑤ Nappe phréatique (PHE connu)

- ⑥ Ouvrages de protection (extérieurs)
- ⑦ Arase ouvrages cuvelage
- ⑧ Terrassement (talus)
- ⑨ Fond de fouille

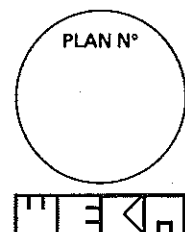
$h_p$  = Hauteur sous-pression

**1<sup>er</sup> cas : ouvrages extérieurs sans limite d'emprise**

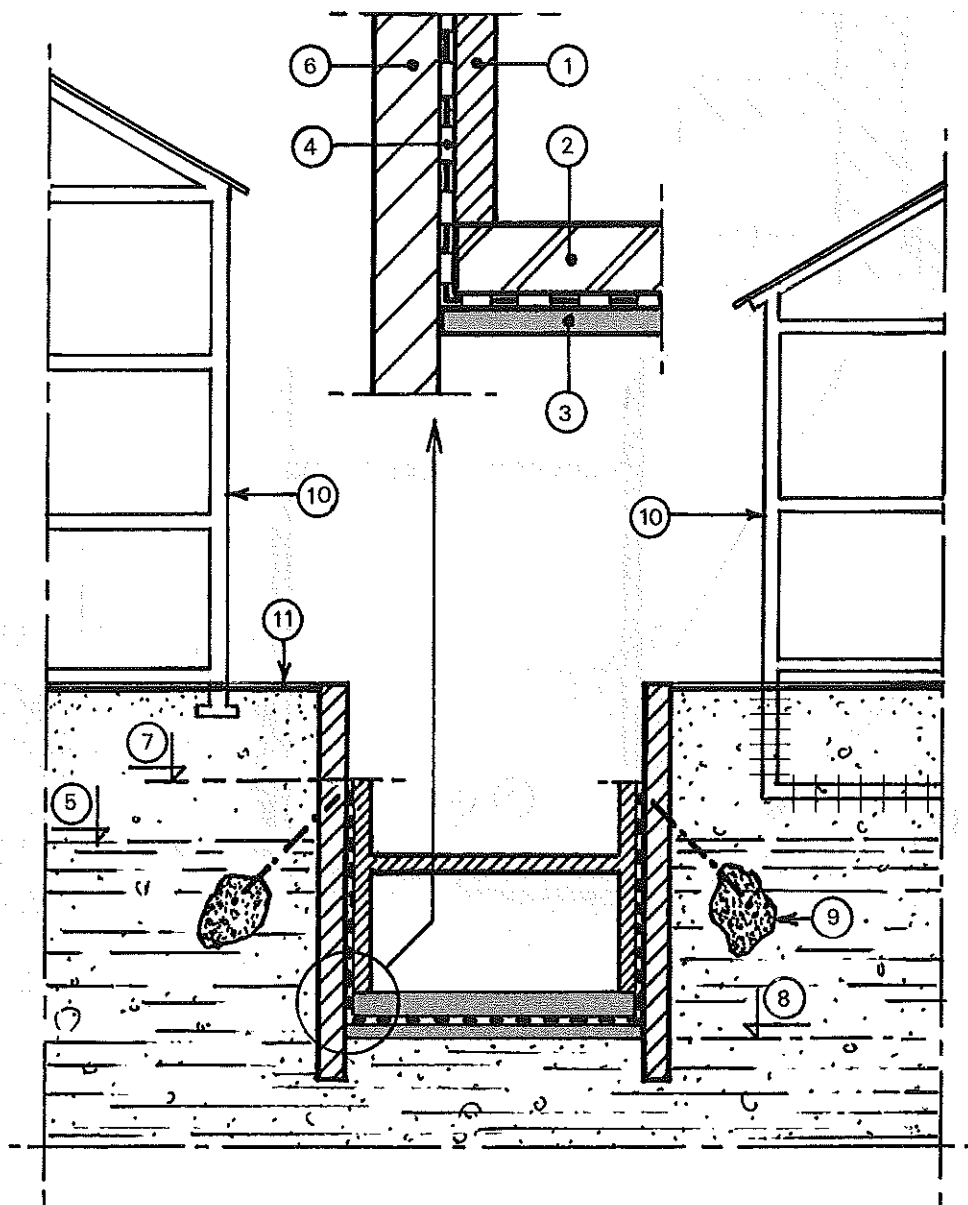
Echelle : -

CABINET

LE



C4



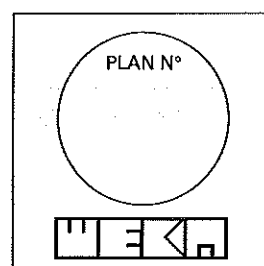
- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| ① Structure résistante B.A. contre-cuvelage | ⑦ Arase ouvrages cuvelages       |
| ② Radier                                    | ⑧ Fond de fouille (terrassement) |
| ③ Sous-radier (protection-support)          | ⑨ Ancrages paroi moulée          |
| ④ Ouvrages d'étanchéité extérieurs          | ⑩ Constructions existantes       |
| ⑤ Nappe phréatique (PHE connu)              | ⑪ Terrain naturel                |
| ⑥ Soutènement fouilles (paroi moulée)       |                                  |

**2° cas : ouvrages extérieurs avec limite d'emprise**

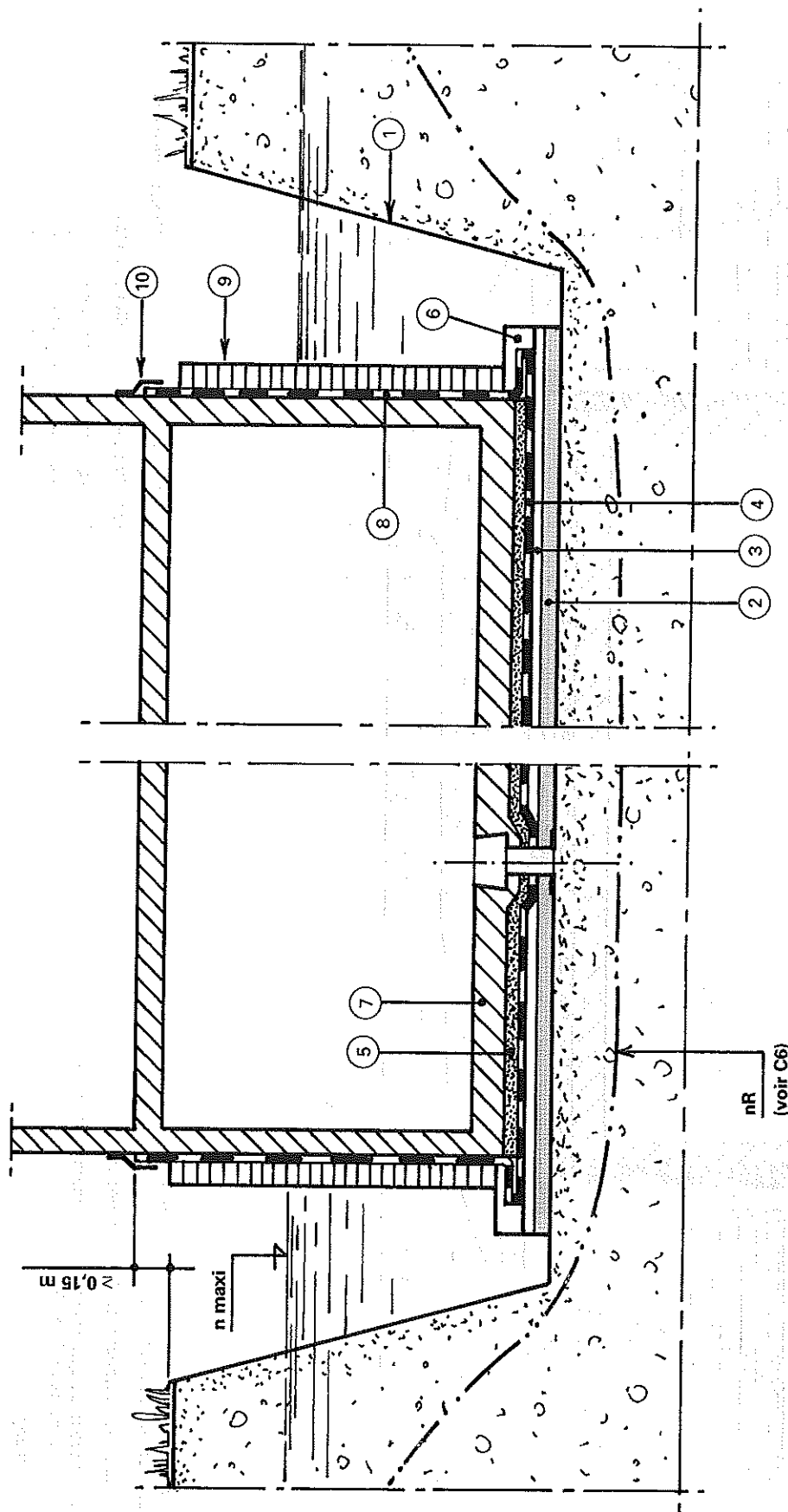
Echelle : —

CABINET

LE



C5

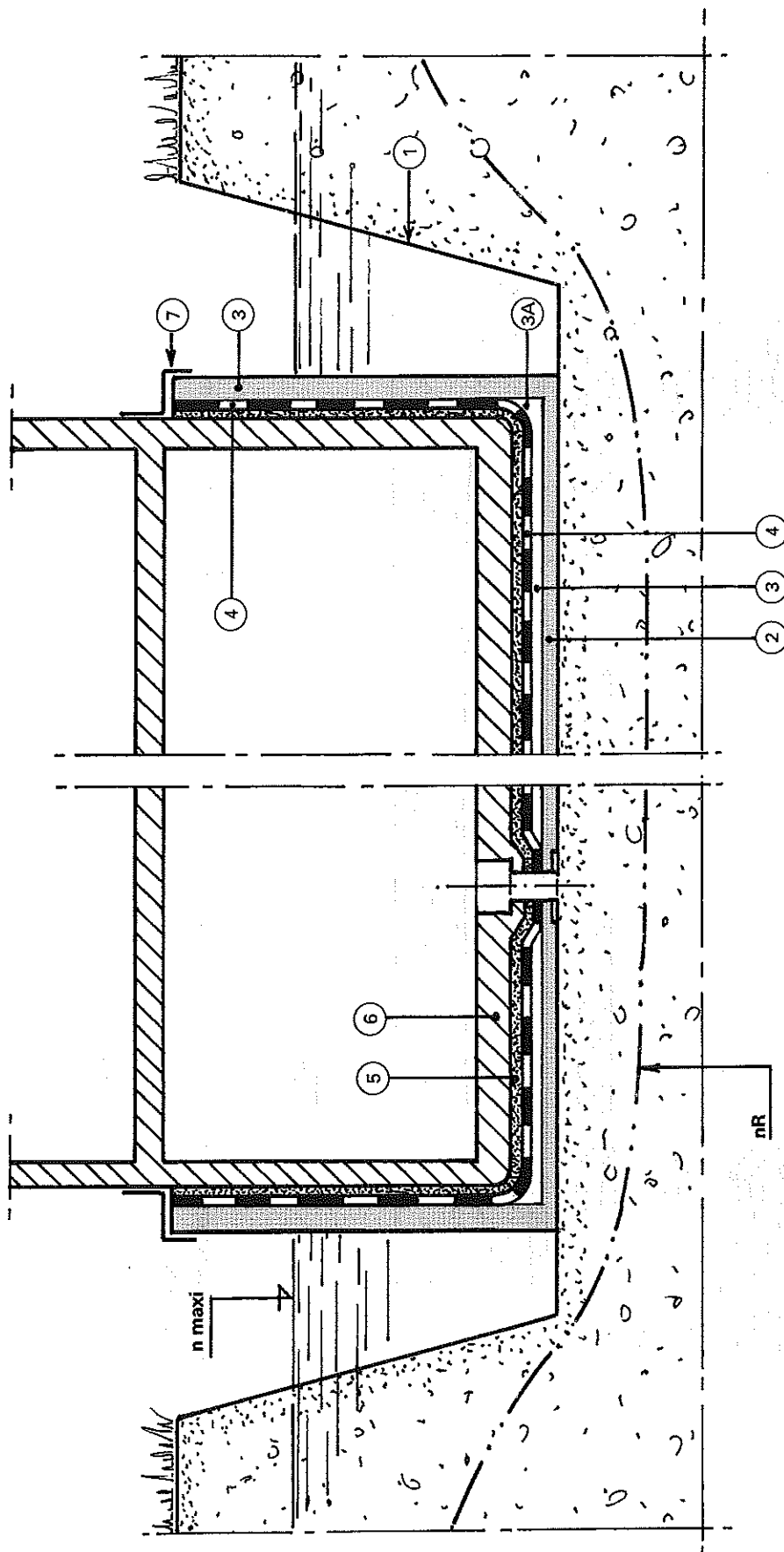


## Phases de travaux :

- 1 Terrassements progressifs avec rabattement de la nappe jusqu'au niveau nR sous l'ouvrage
- 2 Béton de propreté avec débords
- 3 Chape de dressement avec débords
- 4 Mise en place d'étanchéité horizontale avec débords (dispositions selon procédés)
- 5 Couche de protection de l'étanchéité (mortier 0,04 m)
- 6 Raccord débords avec parties verticales + protections
- 7 Ferrailage et coulage radier B.A. et voiles verticales

- 8 Mise en place d'étanchéité verticale
  - 9 Protection dure, drainage vertical
  - 10 Parachèvement, solin protection
- n maxi  
nR Courbe de rabattement

C6



Phases de travaux :

- 1 Terrassements
- 2 Rabattement de nappe
- 3 Forme support horizontale (légèrement armée)
- 3A Variante : maçonnerie enduite
- 4 Partie verticale support autostable (légèrement armée)
- 5 Gorge d'angle
- 6 Revêtement d'étanchéité réalisé en partie horizontale et verticale
- 7 Couche de protection mortier pour l'étanchéité (horizontal et verticale)

5

6

7

nR

5

6

7

nR

5

6

7

nR

5

6

7

nR

5

6

7

nR

5

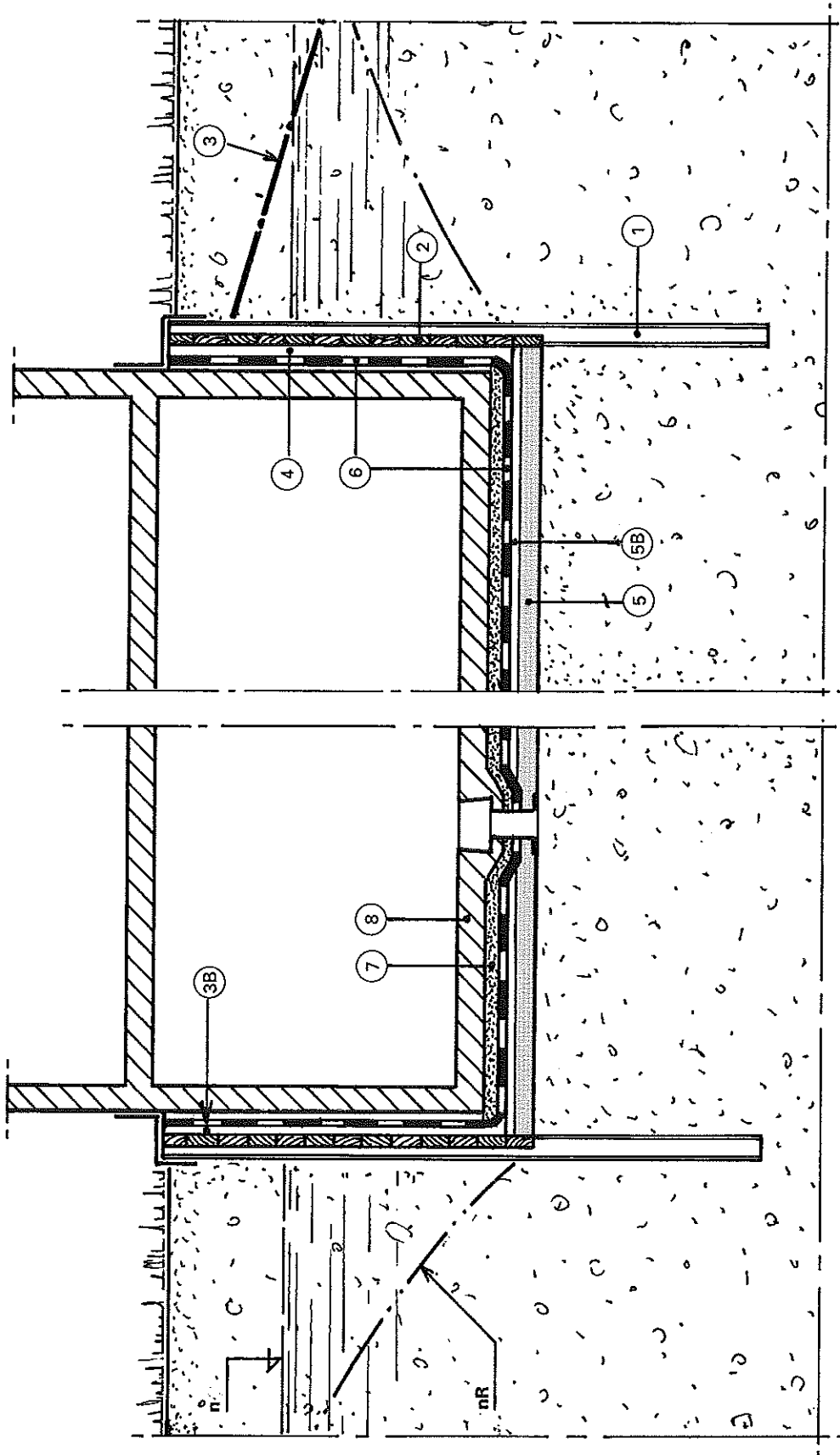
6

7

nR



C7



Phases de travaux :

- ① Battage de profilés métalliques type H et ancrage dans le sol
- Rabattement progressif de la nappe au cours des opérations de terrassement
- ② Réalisation progressive de la paroi berlinoise par madriers ou planches B.A. préfabriquées, mise en place entre les ailes des profilés
- ③ Ancrage par tirants ou
- ③B Butonnage transversal

- ④ Couche de béton projeté sur paroi berlinoise pour support étanchéité

- ⑤ Béton de propreté en fond de fouille ou

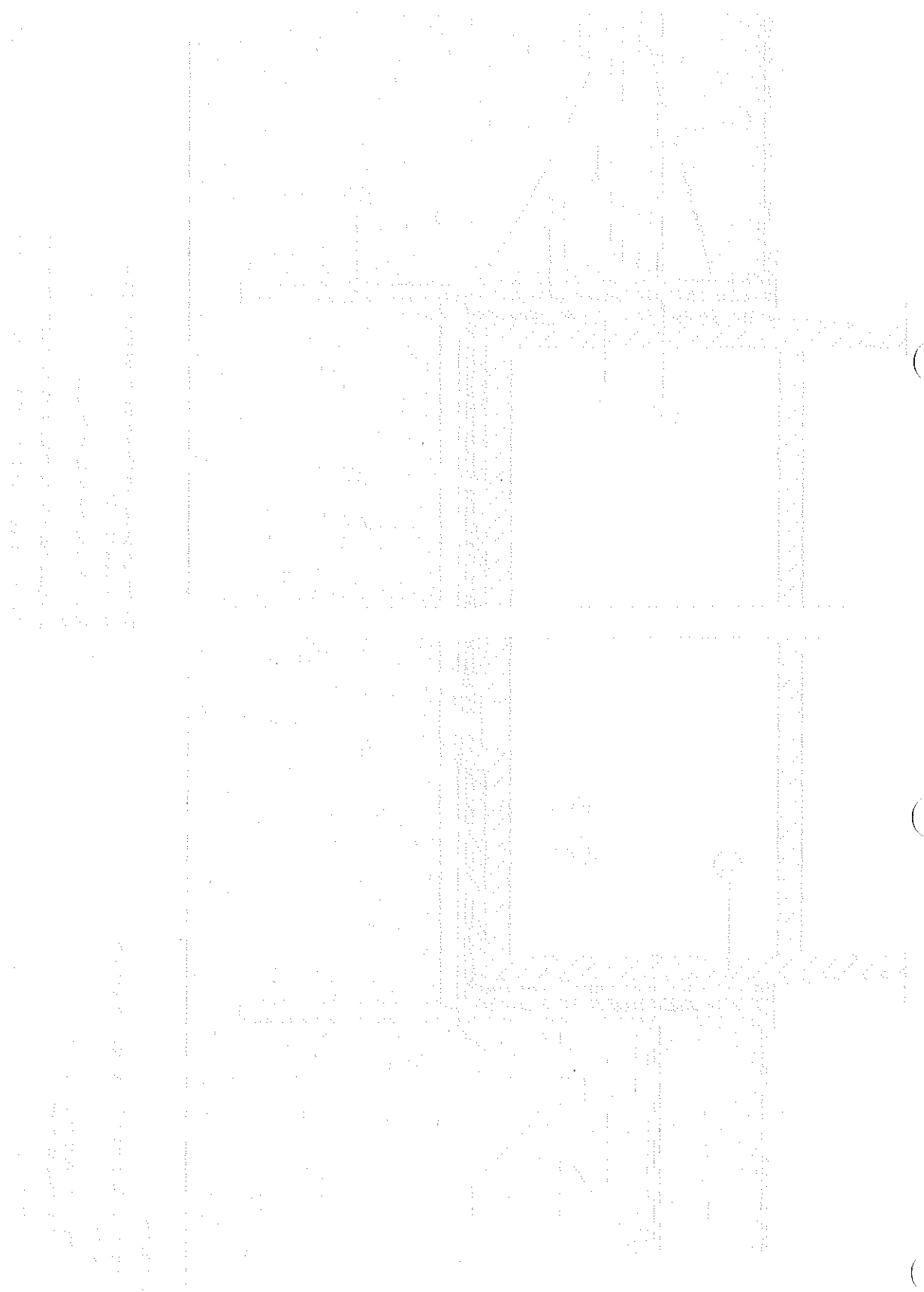
- ⑤B Lissage ou couche de mortier pour support étanchéité

- ⑥ Mise en place continue de l'étanchéité (horizontale - verticale)

- ⑦ Mortier de protection de l'étanchéité (horizontal - vertical)

- ⑧ Ferrailage - Coulage radier et voiles

- nR Relâchement de la nappe lorsque la superstructure est achevée



# 1/4

## Fondations profondes et semi-profondes

### 1/4.1

## Définitions

### 1. Critères généraux de classement des fondations

#### a) Fondations superficielles

$$\frac{D}{d} \leq 4$$

exprimés en m  $\left\{ \begin{array}{l} D = \text{profondeur fondation prise par rapport au niveau du sol} \\ \text{extérieur} \\ d = \text{dimension transversale des ouvrages de fondation} \end{array} \right.$

#### b) Fondations semi-profondes (puits)

$$4 < \frac{D}{d} < 10$$

#### c) Fondations profondes (pieux)

$$\frac{D}{d} \geq 10$$

### Dessins

Fondations superficielles  
Fondations semi-profondes et profondes

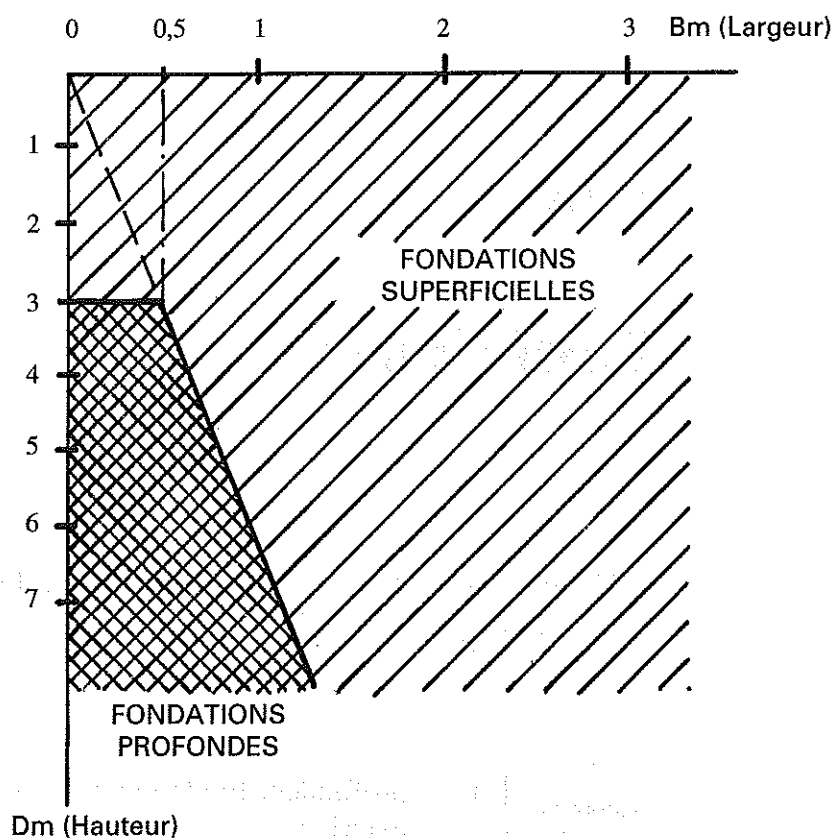
D1  
D2

## 2. Définition actuelle d'après DTU 13.11 (Fondations superficielles – Edition mars 1988)

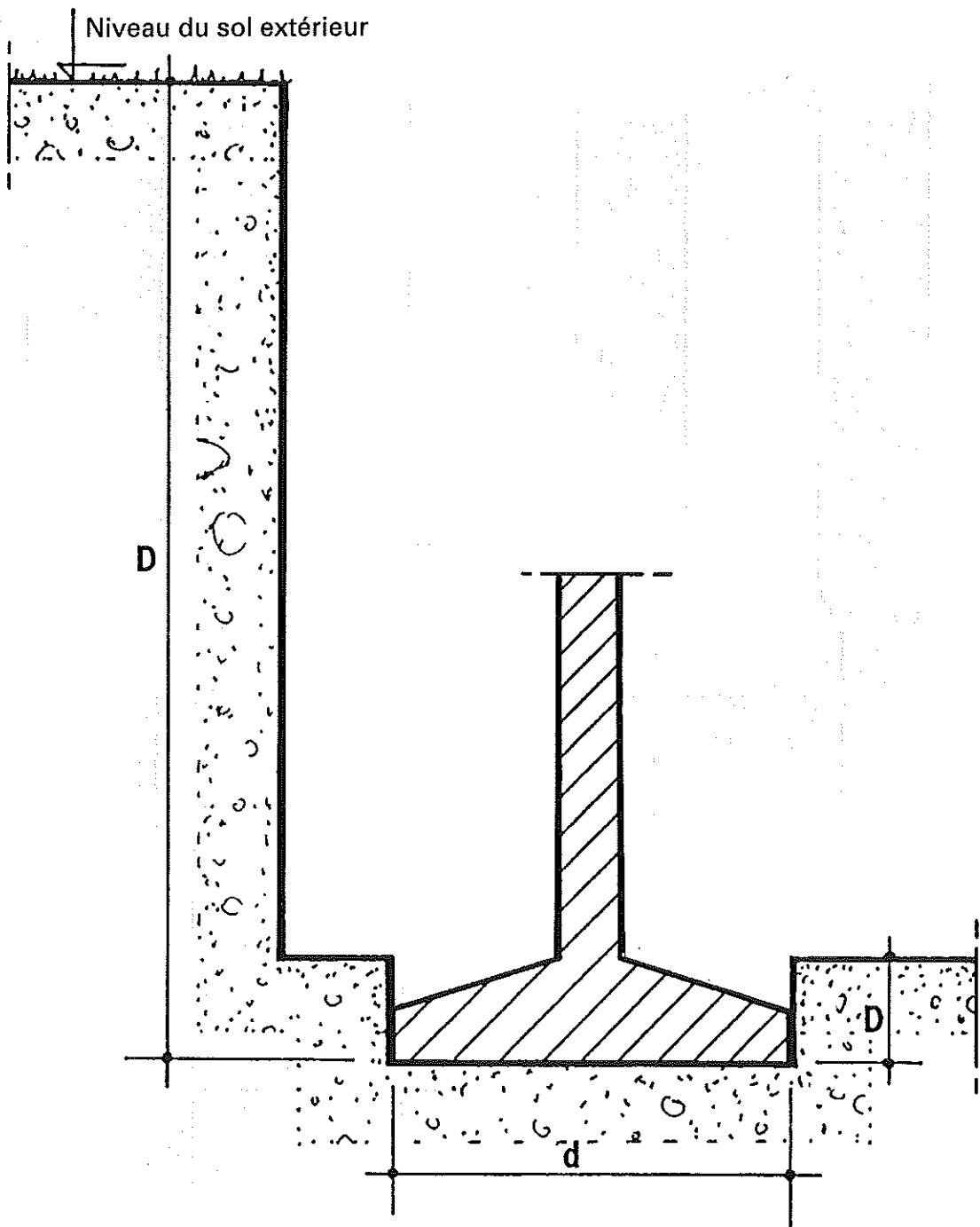
« Lorsque le rapport de la largeur  $B$  à la hauteur  $D$  d'une fondation est inférieur à  $1/6$  et que la hauteur est supérieure à 3 mètres, il s'agit de fondations profondes relevant du DTU 13.2 ».

Dans tous les autres cas, il s'agit de fondations superficielles.

*Nota :* cette nouvelle définition abandonne la notion précédente de fondations semi-profondes.

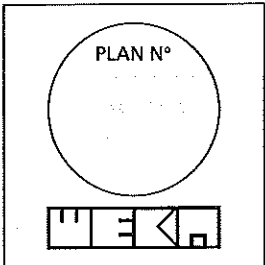


D1

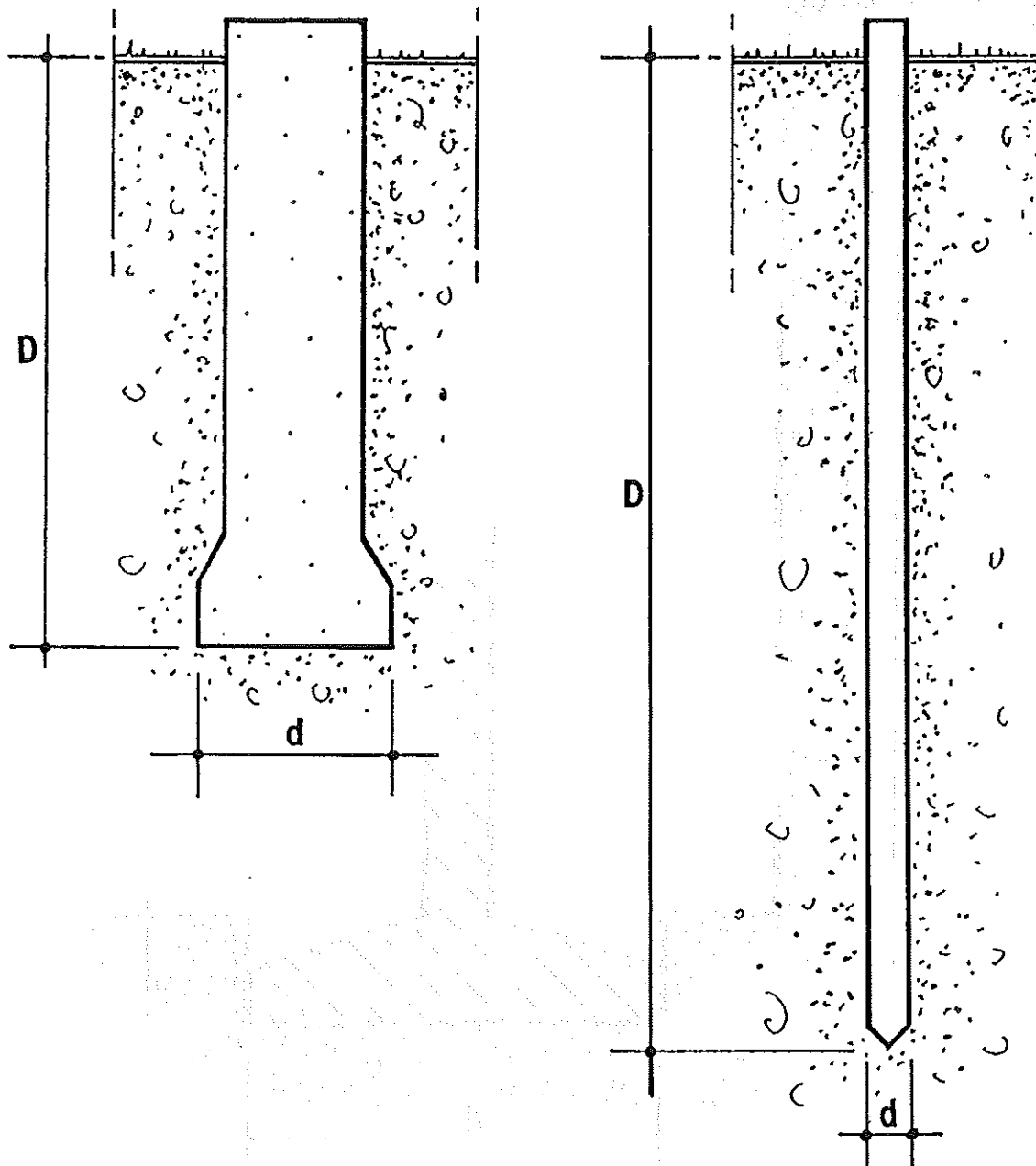


D = Profondeur fondation  
d = Dimension transversale

Fondations superficielles	
Echelle : -	
CABINET	LE



D2



D = Profondeur fondation

d = Dimension transversale

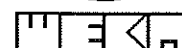
**Fondations semi-profondes (à gauche)**  
**Fondations profondes (à droite)**

Echelle : -

CABINET

LE

PLAN N°



# 1/5

## Ouvrages de liaison (massifs, longrines, chaînages)

### 1/5.1

## Définitions

### 1. Ouvrages ponctuels (massifs sur pieux)

Dessins	
Sur 2 pieux	} E1
Sur 3 pieux	
Sur 4 pieux	E2

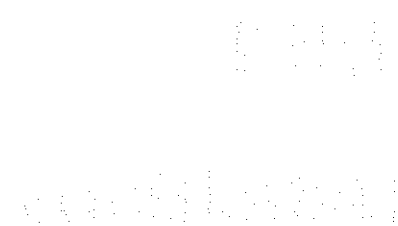
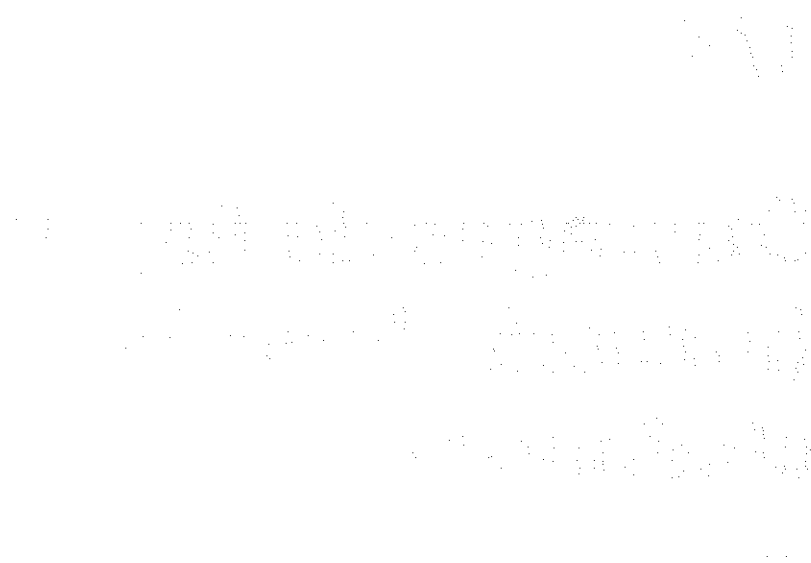
### 2. Ouvrages linéaires

#### a) Chaînages

Dessins	
- entre massifs sur pieux	E3
- entre semelles de fondation isolées	E4

#### b) Longrines

Dessins	
- entre massifs sur pieux	E5
- d'équilibrage (ou redressement) sur pieux	E6
- d'équilibrage (ou redressement) sur massifs ou semelles	E7



Les ouvrages de liaison sont des ouvrages de fondation qui ont pour but de transmettre les charges des structures supérieures au sol ou à une autre structure.

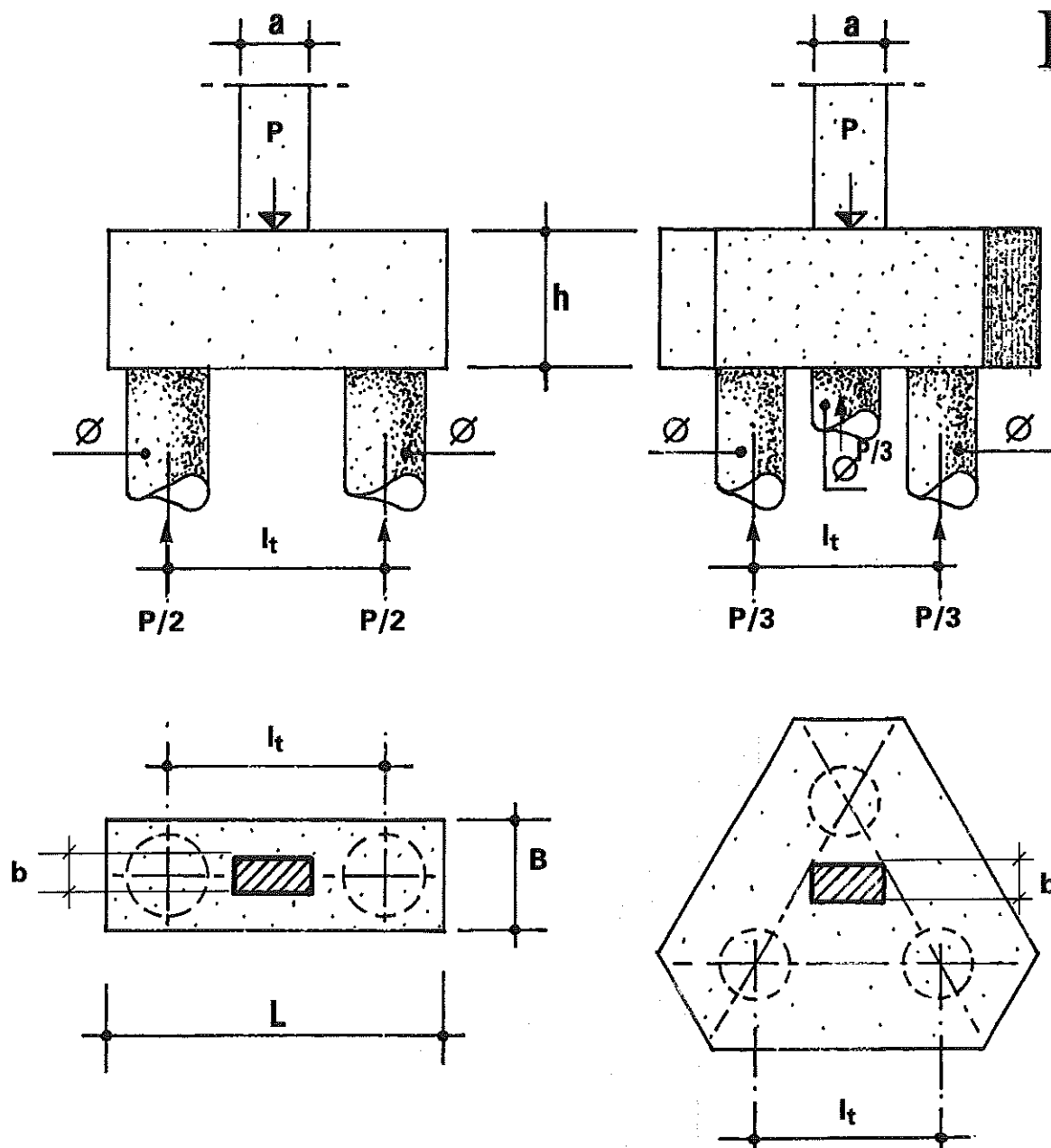
On distingue trois types d'ouvrages de liaison :

- Les massifs, qui sont des ouvrages de fondation de forme rectangulaire ou carrée.
- Les longrines, qui sont des ouvrages de fondation de forme rectangulaire allongée.
- Les chaînages, qui sont des ouvrages de fondation de forme rectangulaire allongée, mais qui sont destinés à transmettre des charges horizontales.

Les ouvrages de liaison sont dimensionnés en fonction des charges qu'ils doivent transmettre et des caractéristiques du sol.



E1

 $P$  = Charge ponctuelle (poteau) $\varnothing$  = Diamètre pieux $L$  = Longueur massif $B$  = Largeur massif $h$  = Hauteur massif $l_t$  = Entr'axe pieux $a - b$  = Dimensions poteau**Ouvrages ponctuels – Massifs sur pieux****Élévations et plans****M/2** = massif sur 2 pieux**M/3** = massif sur 3 pieux

Echelle : –

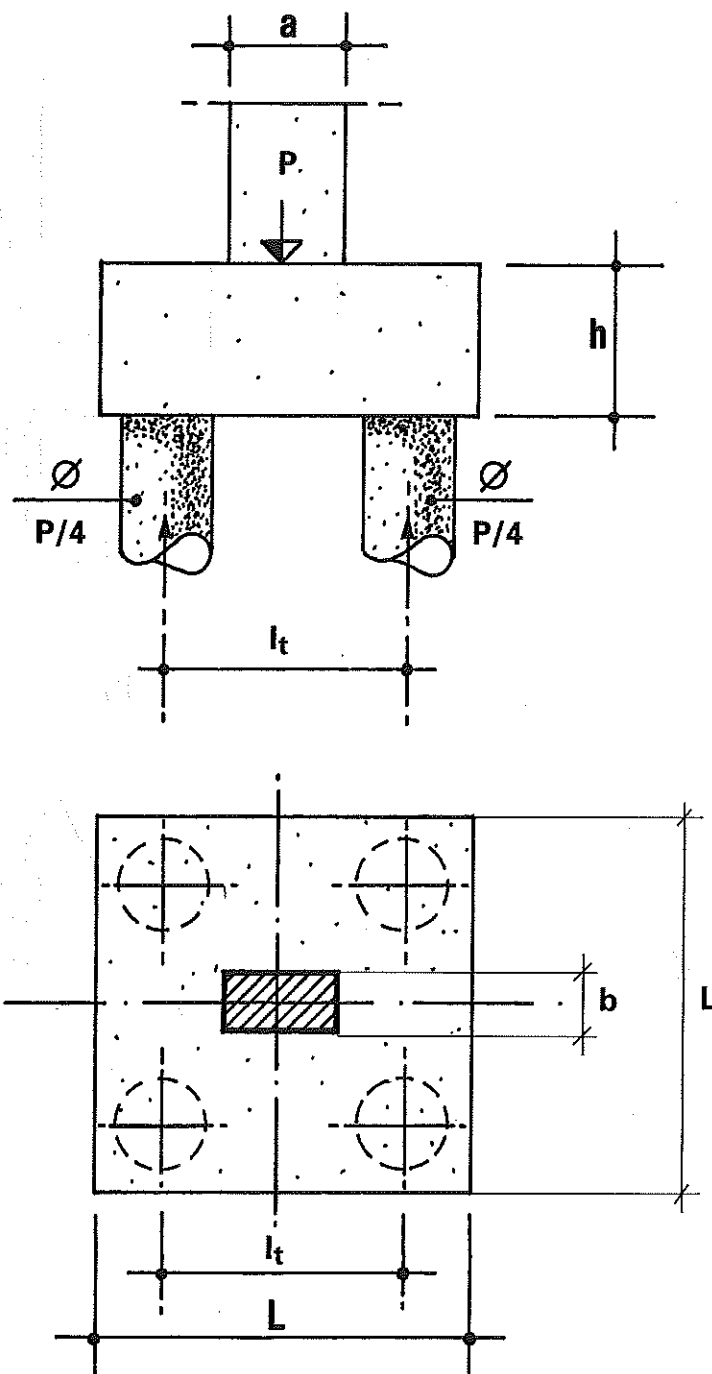
CABINET

LE

PLAN N°



E2

 $P$  = Charge ponctuelle (poteau) $\varnothing$  = Diamètre pieux $L$  = Longueur massif $B$  = Largeur massif $h$  = Hauteur massif $l_t$  = Entr'axe pieux $a - b$  = Dimensions poteau**Ouvrages ponctuels – Massifs sur pieux**

Elévation et plan

M/4 = massif sur 4 pieux

Echelle : —

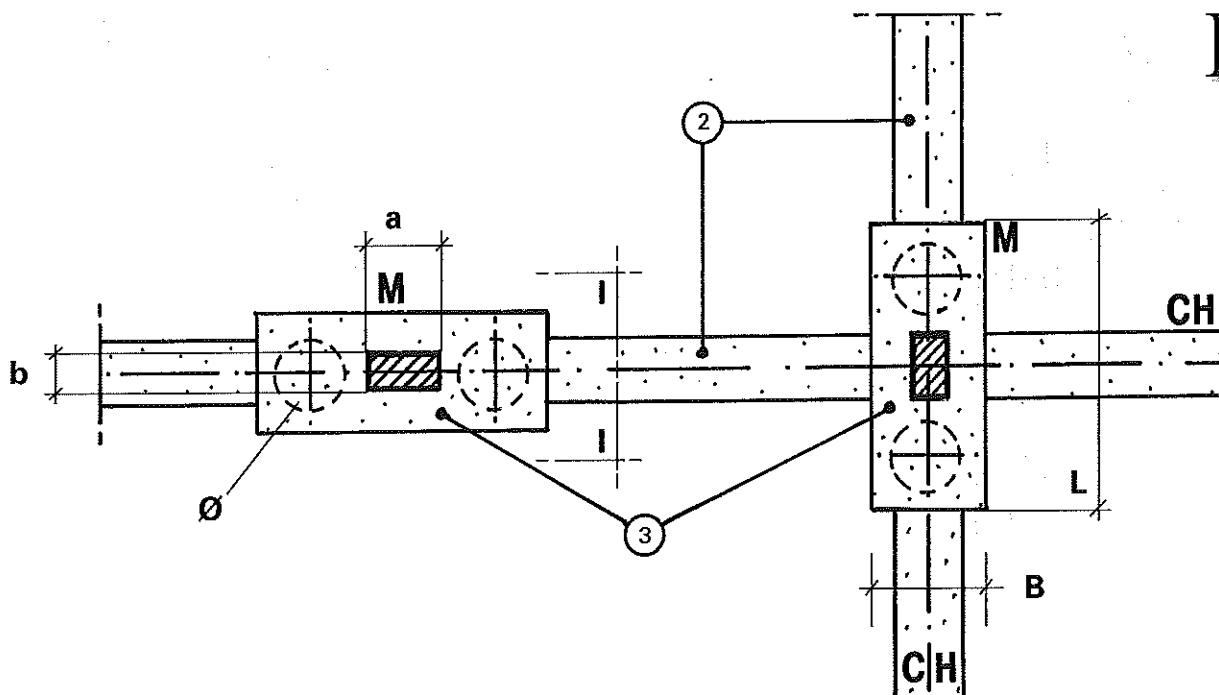
CABINET

LE

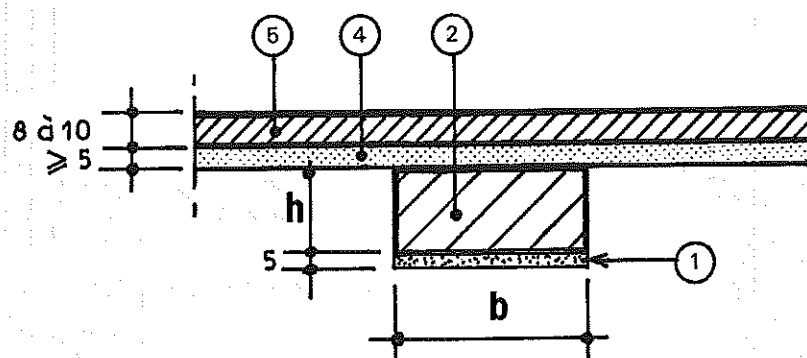
PLAN N°



E3



## Coupe I.I



- ① Béton de propreté
- ② Chaînage B.A.
- ③ Massifs sur pieux
- ④ Sable compacté
- ⑤ Dallage B.A.

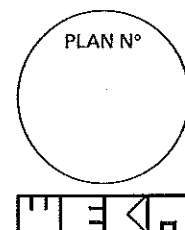
- L = Longueur massif
- B = Largeur massif
- a - b = Dimensions poteau
- CH = Chaînage
- M = Massif

**Chaînage entre massifs sur pieux**  
**Plan et coupe**

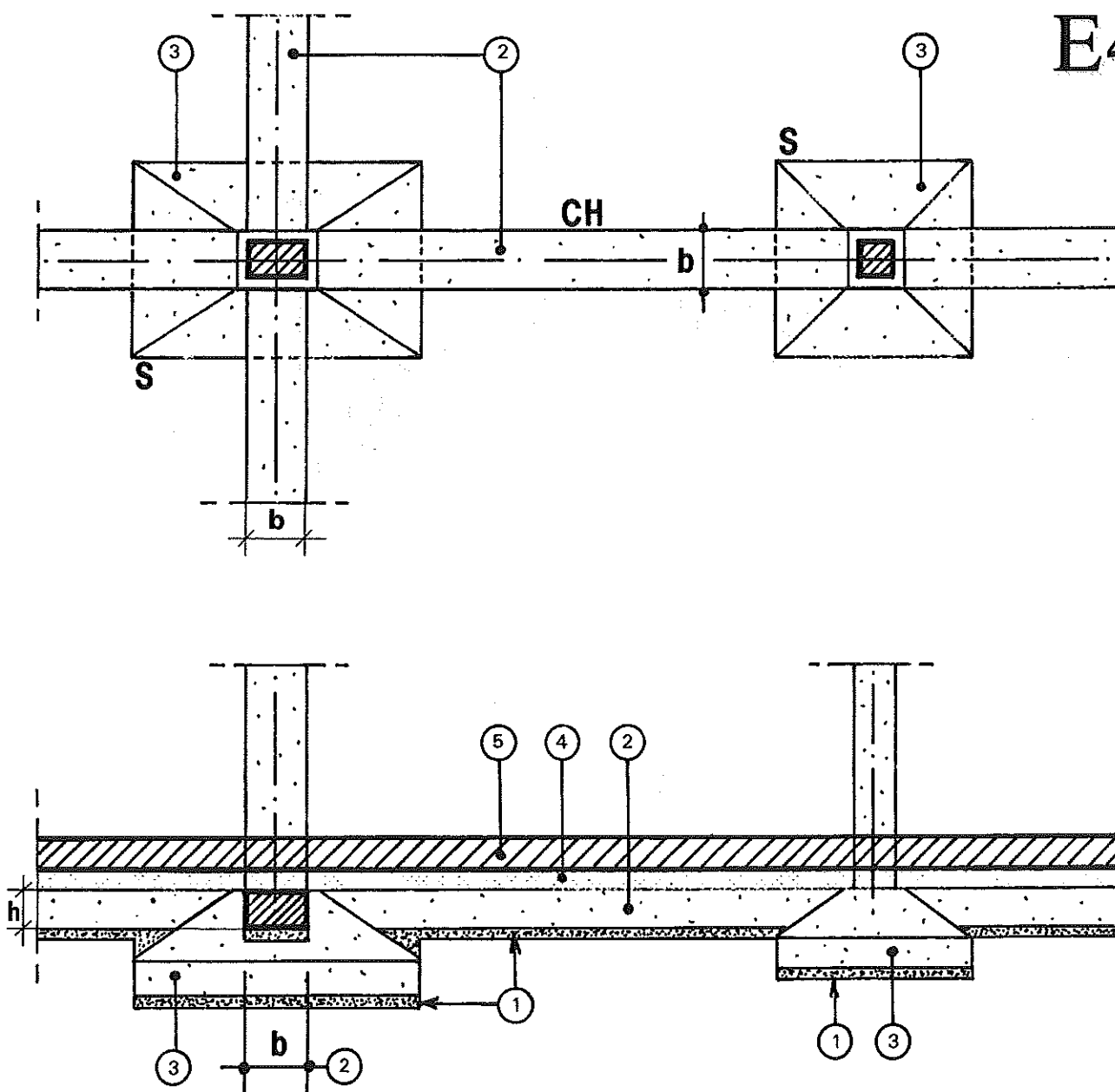
Echelle : —

CABINET

LE



E4



- ① Béton de propreté
- ② Béton chaînage, semelle
- ③ Semelle isolée
- ④ Sable compacté
- ⑤ Dallage armé

b = Largeur longrine

CH = Chaînage

S = Semelle isolée

**Chaînage entre semelles isolées**  
**Plan et élévation/coupe (détails)**

Echelle : -

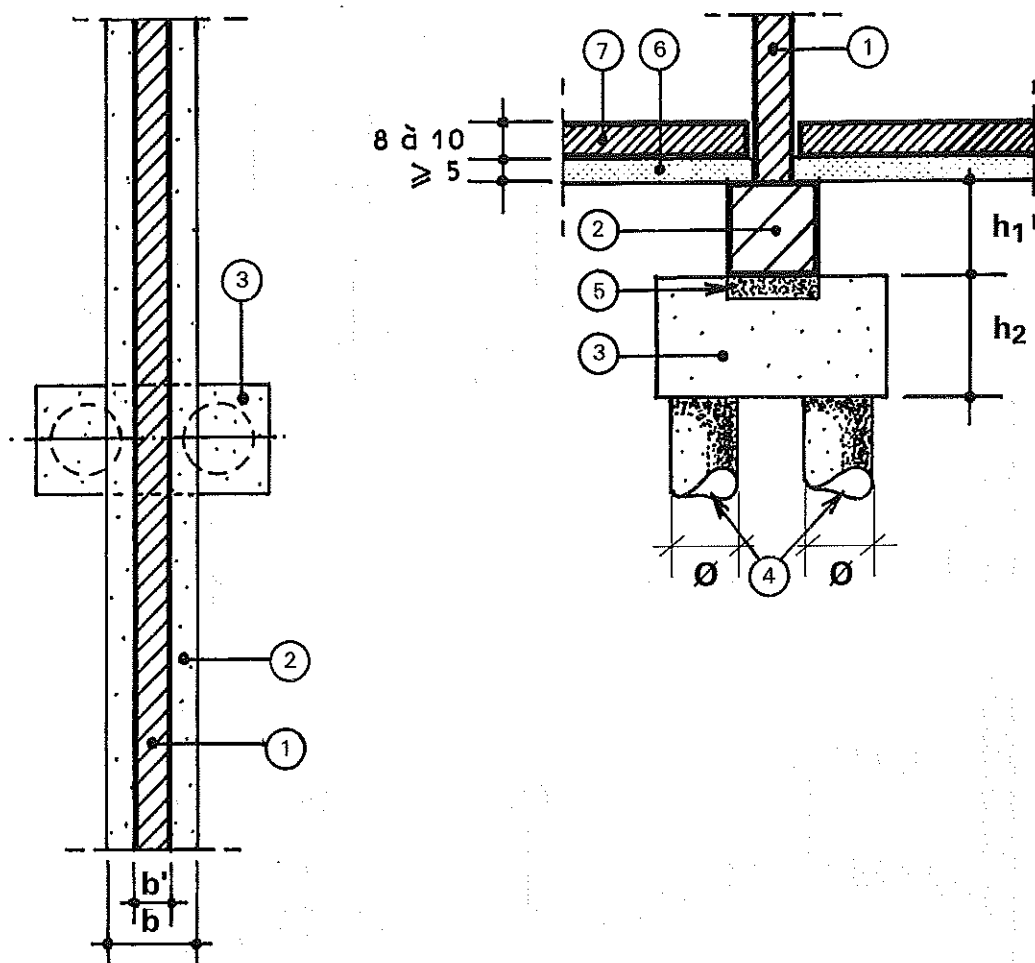
CABINET

LE

PLAN N°



E5



- ① Mur ou voile continu porteur
- ② Longrine continue (B.A.)
- ③ Massif sur pieux
- ④ Pieux (diamètre Ø)

- ⑤ Béton de propreté
- ⑥ Sable compacté sous dallage
- ⑦ Dallage armé

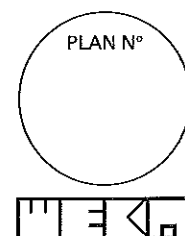
- $b$  = Largeur longrine
- $b'$  = Epaisseur mur ou voile
- $h_1$  = Hauteur longrine
- $h_2$  = Hauteur massif

**Longrines entre semelles de massifs**  
**Elévation/coupe et plan**

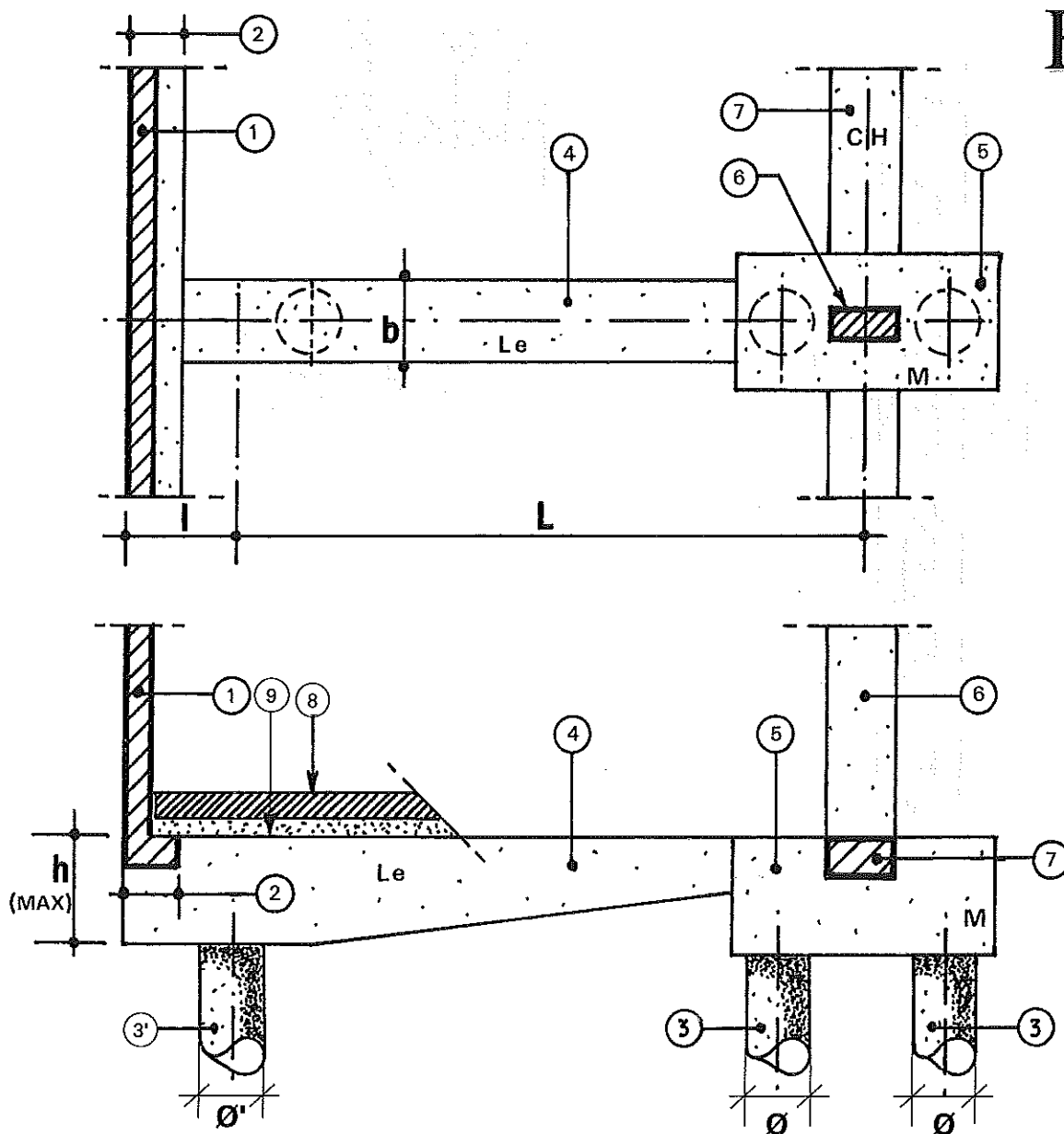
Echelle : —

CABINET

LE



E6



- ① Voile B.A. périmétrique
- ② Longrine base du voile
- ③ ③' Pieux (diamètre  $\varnothing$  -  $\varnothing'$ )
- ④ Le = Longrine équilibrage  
(dimensions :  
b = largeur  
ht = hauteur maximale)
- ⑤ Massif sur pieux
- ⑥ Poteau sur massif B.A.
- ⑦ Chaînage ou longrine (ch)
- ⑧ Sable compacté
- ⑨ Dallage armé

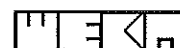
**Longrines d'équilibrage (ou de redressement),  
fondations sur pieux**  
Plan et élévation/coupe

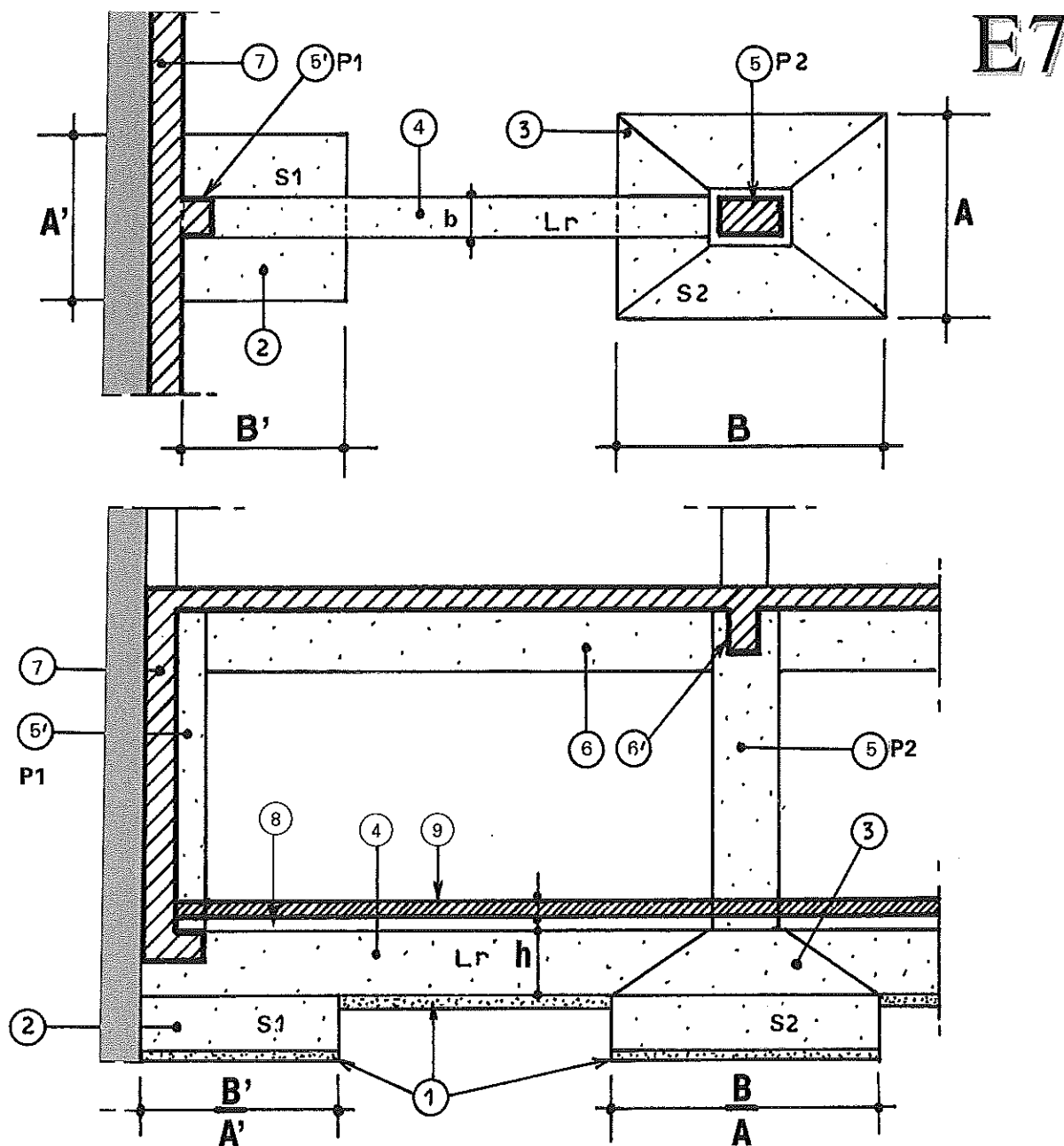
Echelle : -

CABINET

LE

PLAN N°





- |                                  |                      |   |
|----------------------------------|----------------------|---|
| ① Béton de propreté              | ⑦ Voile limite       |   |
| ② Semelle S1 excentrée           | ⑧ Sable sous dallage | $b$ = Largeur longrine redressement $L_r$ |
| ③ Semelle S2 centrée             | ⑨ Dallage armé       | $h$ = Hauteur                             |
| ④ Longrine de redressement $L_r$ |                      |   |
| ⑤ ⑤' Poteau B.A. de structure    |                      |   |
| ⑥ ⑥' Ossature/structure          |                      |   |

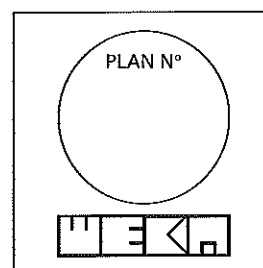
### Longrine d'équilibrage ou de redressement, fondations sur semelles isolées

Plan (dallage enlevé) et élévation/coupe

Echelle : —

CABINET

LE







# 1/6

## Maçonneries enterrées

---

### 1/6.1

## Généralités

---

### 1. Définition

Les maçonneries enterrées font partie des ouvrages en sous-sol.

Elles constituent les ouvrages verticaux qui transmettent les charges de la superstructure aux parties inférieures ou infrastructure et aux fondations.

Elles constituent plus généralement les murs extérieurs limitant les ouvrages par rapport au terrain.

### 2. Classification

#### a) Par la situation

On distingue :

- les murs ou voiles extérieurs formant soutènement des terres ;
- les murs ou voiles intérieurs ne transmettant que les charges verticales ou séparant des locaux intérieurs (refends) ;
- les poteaux de structure avec ou sans remplissages intercalaires.

#### b) Par la nature

Les ouvrages sont uniquement constitués de maçonnerie. Ce terme désigne :

- les maçonneries d'éléments (moellons, briques pleines ou creuses, blocs pleins ou creux sous forme de murs) ;
- le béton banché armé (ou non) sous forme de voiles.

*c) Par la fonction*

- principale : transmission des charges de superstructure ;
- annexe : soutènement pour les murs et voiles extérieurs ou clôtures par rapport à l'environnement extérieur.

*d) Par les exigences*

- résistance mécanique, stabilité ;
- imperméabilisation ou étanchéité (cas des nappes phréatiques) ;
- isolation du milieu extérieur (vibrations – isolation thermique).

**3. Codification technique***a) Seules les maçonneries d'éléments font l'objet de textes codifiés DTU 20.1 : (09/1985) :*

« Parois et murs en maçonnerie de petits éléments ».

- cahier des clauses techniques. Prescriptions particulières aux maçonneries de soubassement ;
- règles de calcul et dispositions constructives minimales ;
- annexe : conception des ouvrages annexes associés aux maçonneries enterrées : regard d'eaux pluviales. Réseaux de drainage.

*b) Le DTU 23.1 (02/1990)*

« Murs en béton banché »

Traite de ces ouvrages dans leur ensemble sans donner de prescriptions particulières pour les parties enterrées.

*c) Le DTU 14.1 (10/1987)*

« Travaux de cuvelage »

Ne traite que des conditions d'exécution des travaux de cuvelage de la partie immergée des bâtiments, l'enveloppe et les retours de celle-ci étant réalisés en béton.

Il ne s'applique donc qu'aux parties d'ouvrages situées sous le niveau de l'eau correspondant :

- à une nappe phréatique ;
- à une crue ;
- au ruissellement ou infiltration d'eau atmosphérique.

Les dessins de détails traités en 1/6 se retrouvent :

- avec les cuvelages (Cf. 1/3) ;
- avec les ouvrages annexes (Drainage → Cf. 1/9).

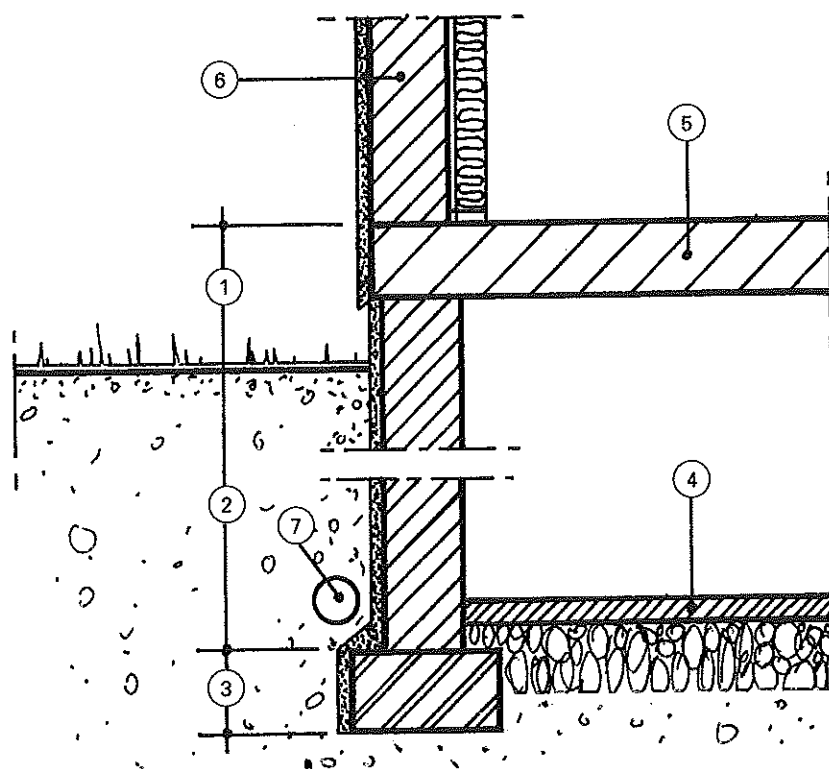
Le DTU 20.1 (Cahier des clauses techniques – Règles de calcul et dispositions constructives minimales) donne des prescriptions pour les maçonneries *de soubassement*, qui se subdivisent en partie hors-sol des soubassements et maçonneries enterrées.

Les prescriptions visent :

- les matériaux utilisés ;
- les enduits ;
- la conception.

Les parties suivantes sont traitées :

- exigences, classement ;
- résistance mécanique ;
- dispositions particulières aux parties enterrées, et notamment le drainage.



- ① Partie « sous-sol » du soubassement
- ② Partie enterrée
- ③ Fondation
- ④ Dallage
- ⑤ Plancher
- ⑥ Mur en élévation
- ⑦ Drain (éventuel)

Les maçonneries enterrées sont des ouvrages en sous-sol destinés à recevoir les charges des fondations et à transmettre ces charges au sol. Elles sont généralement constituées de murs et de planchers en maçonnerie de briques ou de blocs de béton. Les murs sont généralement de section constante et sont munis de chaînages en acier pour assurer la liaison avec les planchers. Les planchers sont généralement de section variable et sont munis de chaînages en acier pour assurer la liaison avec les murs. Les maçonneries enterrées sont soumises à des charges de compression et de traction. Les charges de compression sont dues au poids propre des ouvrages et aux charges des fondations. Les charges de traction sont dues aux efforts de cisaillement et aux efforts de flexion. Les maçonneries enterrées doivent être dimensionnées pour résister à ces charges et assurer la stabilité des ouvrages.

Les maçonneries enterrées sont généralement construites en maçonnerie de briques ou de blocs de béton. Les briques sont généralement de type creux et ont une section de 19x19 cm. Les blocs de béton sont généralement de type plein et ont une section de 19x19 cm. Les maçonneries enterrées sont généralement construites en deux assises de briques ou de blocs de béton. Les chaînages en acier sont généralement de type S et ont une section de 10 mm. Les chaînages en acier sont généralement espacés de 20 cm. Les maçonneries enterrées sont généralement protégées contre l'humidité par une couche d'isolant thermique et une couche d'isolant acoustique. Les maçonneries enterrées sont généralement peintes à l'extérieur et à l'intérieur.

## 1/6.2

# Règles générales (d'après DTU 20.1)

---

### 1. Fondations

« Sous l'action des venues d'eau, les fondations doivent avoir été conçues pour qu'il n'y ait pas de risques de tassements différentiels générateurs de fissures pouvant laisser entrer des quantités d'eau importantes. »

### 2. Présence d'une nappe phréatique

« Lorsque le terrain est baigné par une nappe phréatique à niveau variable, le niveau supérieur de celle-ci ne peut dépasser le niveau le plus bas des sous-sols. »

Afin d'éviter l'inondation de ceux-ci et tous les désordres consécutifs à la poussée hydrostatique sur les dallages (soulèvements, fissurations) et sur les murs périmétriques, il y a lieu, dans le cas où le niveau de la nappe peut monter au-dessus du niveau le plus bas des sous-sols, de traiter ces ouvrages comme des *cuvclages*, tant au point de vue des structures qu'à celui de l'étanchéité.

### 3. Présence d'eau le long des murs périmétriques

« Il peut y avoir accumulation pendant une assez longue durée, des eaux le long des murs périphériques. »

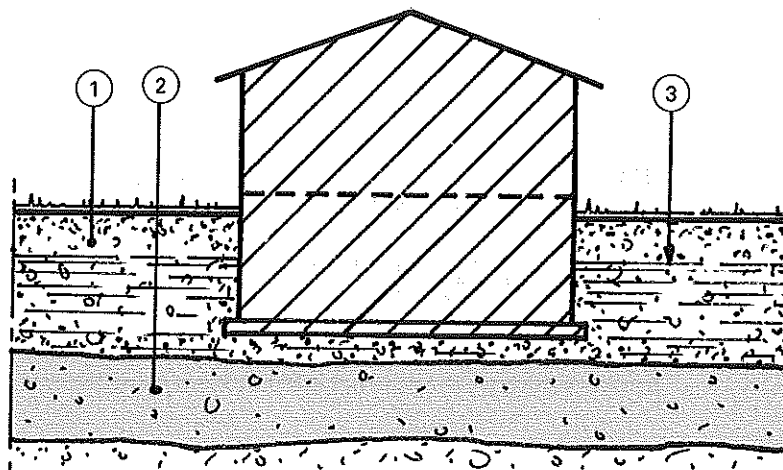
Cette éventualité correspond aux cas suivants :

**A** bâtiment fondé sur un terrain peu perméable ;

**B** apport de venues d'eau importantes (pente du terrain, eau circulant dans une nappe) ;

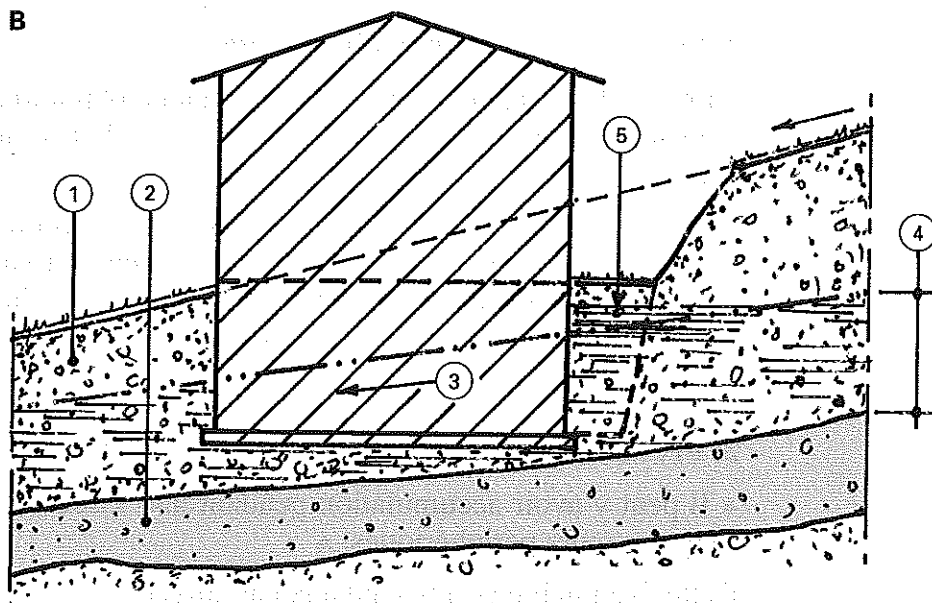
**C** absence de réseau de drainage.

A



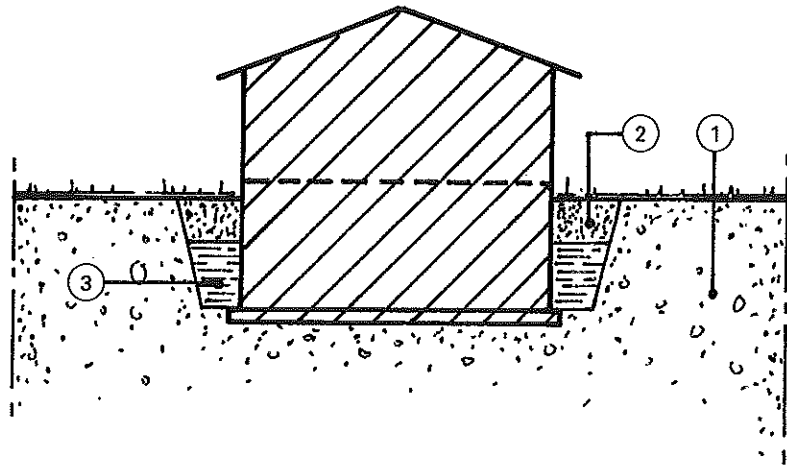
- ① Couche de terrain perméable
- ② Couche de terrain imperméable
- ③ Accumulation d'eau

B



- ① Terrain en pente perméable
- ② Terrain imperméable
- ③ Circulation d'eau de la nappe
- ④ Nappe phréatique à niveau variable
- ⑤ Accumulation à l'amont

C



- ① Terrain imperméable ou peu perméable
- ② Remblai en terrain perméable
- ③ Accumulation d'eau non évacuée par drainage





## 1/6.3

# Règles communes à toutes les maçonneries enterrées

---

Les règles suivantes ne peuvent s'appliquer qu'aux murs enterrés (en totalité ou en partie) réalisés en maçonnerie de petits éléments. Ces règles correspondent aux dispositions du DTU 20.1.

Les dispositions qui suivent visent à protéger les ouvrages de superstructures contre les remontées d'humidité du sol par l'établissement d'une barrière étanche.

La conception de la partie enterrée des maçonneries de soubassement est traitée au chapitre 1/6.5.

Les dispositions constructives concernant l'exécution des maçonneries enterrées sont traitées au chapitre 1/6.6.

Les maçonneries enterrées ou semi-enterrées peuvent être réalisées en petits éléments ou en béton banché (armé ou non). Ces deux types sont traités séparément, les dispositions constructives relevant de deux DTU différents.

# Règles communes à toutes les maçonneries enterrées

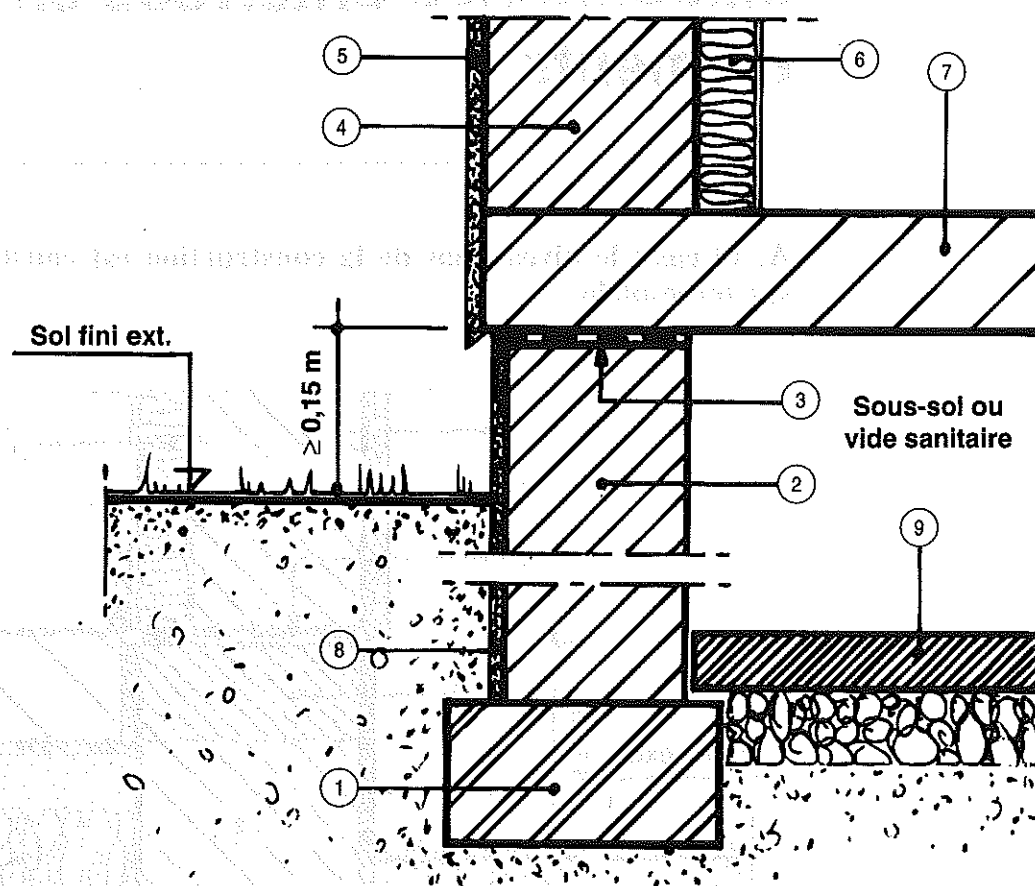
# Maçonneries enterrées en petits éléments

Technical cross-section diagram of a building foundation and wall assembly. The diagram shows a foundation (1) with a base layer (2) and a wall (3) with insulation (4) and a drainage system (5). A horizontal layer (6) is shown above the wall, and a vertical layer (7) is shown to the right. A dimension line indicates a height of  $\geq 0,15$  m. The text "Sol fini ext." is present.

- |   |                         |    |                               |
|---|-------------------------|----|-------------------------------|
| ① | Fondation               | ⑥  | Doublage isolant              |
| ② | Mur soubassement        | ⑦  | Dallage sur forme et hérisson |
| ③ | Coupure de capillarité  | ⑦A | Chaînage BA                   |
| ④ | Maçonnerie en élévation | ⑧  | Enduit extérieur soubassement |
| ⑤ | Enduit extérieur        |    |                               |

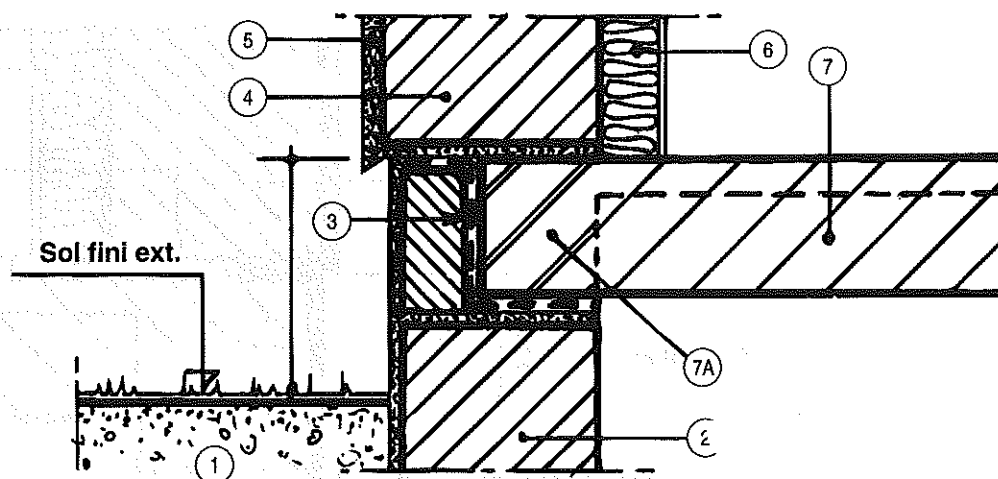
## B. 2<sup>e</sup> cas : présence d'un sous-sol ou d'un vide sanitaire

### 1. Première disposition



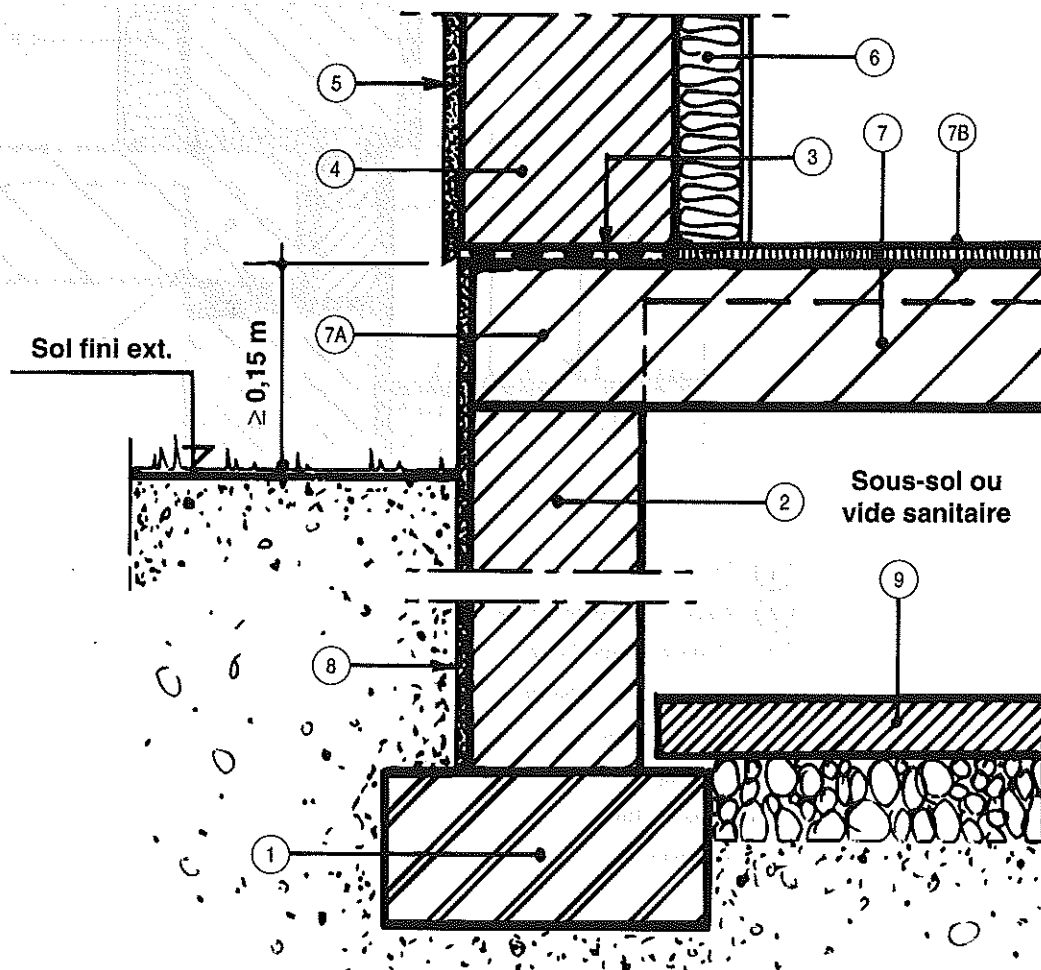
- ① Fondation
- ② Maçonnerie soubassement
- ③ Coupure de capillarité
- ④ Maçonnerie en élévation
- ⑤ Enduit extérieur
- ⑥ Doublage isolant
- ⑦ Plancher BA
- ⑧ Enduit extérieur soubassement et mur enterré
- ⑨ Sol fini intérieur (terre-plein ou dallage)

## 2. Deuxième disposition (variante au niveau appui plancher)



- ① Terre-plein
- ② Maçonnerie soubassement
- ③ Coupure de capillarité
- ④ Maçonnerie en élévation
- ⑤ Enduit extérieur
- ⑥ Doublage isolant
- ⑦ Plancher BA
- ⑦A Chaînage BA

### 3. Troisième disposition



- |                           |  |
|---------------------------|--|
| ① Fondation               | ⑥ Doublage isolant                             |
| ② Maçonnerie soubassement | ⑦A Chaînage BA plancher avec mur               |
| ③ Coupure de capillarité  | ⑦B Revêtement de sol                           |
| ④ Maçonnerie en élévation | ⑧ Enduit extérieur soubassement et mur enterré |
| ⑤ Enduit extérieur        | ⑨ Sol fini intérieur (terre-plein ou dallage)  |

#### Remarque :

Pour les dispositions du deuxième cas : plancher BA sur vide sanitaire ou sur sous-sol : les dispositions doivent être prises pour la ventilation des locaux en sous-sol ou du volume sous-jacent (vide sanitaire) afin d'éviter les risques de condensation et le développement de micro-organismes.

## C. Constitution de la coupure capillaire

### 1. Dispositions du DTU 20.1

Les matériaux utilisables pour réaliser une barrière contre les remontées capillaires, sont :

- un feutre bitumé type 36 S Py VV (Cf. NF P 84-320) ;
- ou une chape bitumée type 40 TV (Cf. NF P 84-303) ;
- ou un film polyéthylène basse densité épaisseur mini 200  $\mu\text{m}$  ou de résistance équivalente au poinçonnement et au déchirement.

Ces matériaux sont découpés en bandes de 0,20 m de largeur minimale et doivent présenter un recouvrement  $\geq 0,20$  m en partie courante et dans les angles.

### 2. Matériaux

Ces matériaux peuvent être remplacés par une chape de mortier de ciment de 0,02 m d'épaisseur à fort dosage (500 à 600 kg de ciment par  $\text{m}^3$  de sable sec 0/3 additionné d'hydrofuge).

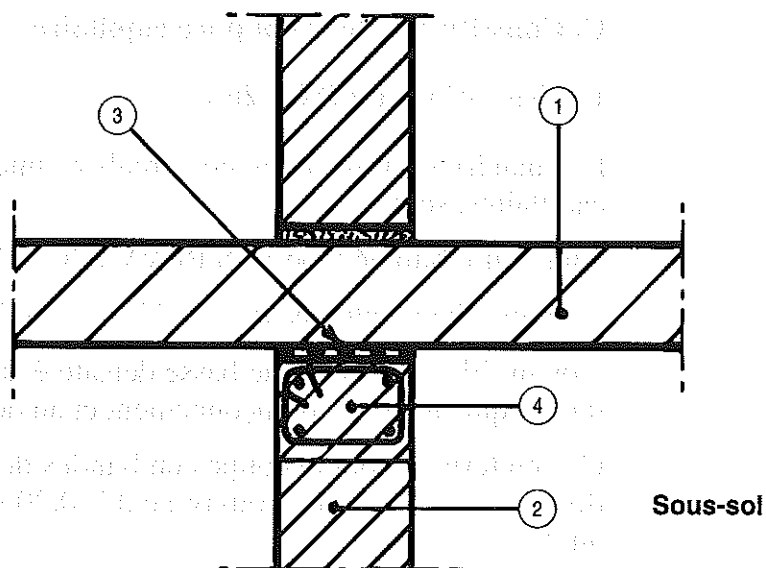
### 3. Remarques

La chape en mortier de ciment présente l'inconvénient, compte tenu du dosage et de l'épaisseur, de se fissurer, ce qui va à l'encontre de ses qualités d'étanchéité.

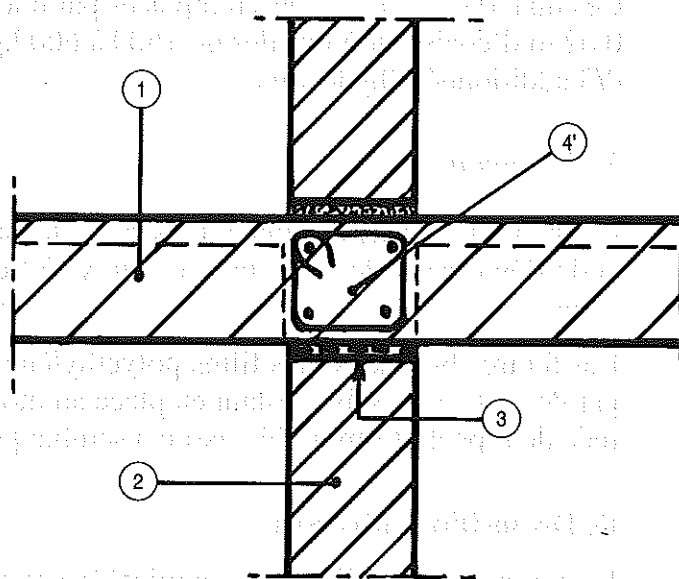
Les feutres bitumés et les films polyéthylène sont susceptibles d'être percés par des grains de sable restant en place au moment de la pose. La chape bitumée de type 40 (4 mm d'épaisseur) semble préférable.

## D. Dispositions diverses

La coupure de capillarité est applicable pour les murs périphériques et pour les murs intérieurs (refends).



Cas des murs de refends



Variante

- ① Plancher BA
- ② Mur refend sous-sol
- ③ Coupure de capillarité
- ④ Chaînage BA sur mur
- ④' Chaînage BA incorporé au plancher

– Les dispositions précédentes concernent les murs de soubassement et les maçonneries enterrées en maçonneries d'éléments.



## E. Résumé des dispositions (d'après DTU 20.1)

### 1. D'après l'édition de septembre 1985

Lorsque les murs de soubassement sont en maçonnerie de petits éléments, les maçonneries en élévation doivent être protégées des remontées d'eau du sol par une coupure disposée à 0,15 m au moins au-dessus du niveau le plus haut du sol définitif extérieur et, dans tous les cas :

- au-dessous du plancher bas du rez-de-chaussée lorsqu'il existe, ou au-dessus dans le cas du chaînage en béton armé ;
- entre le chaînage qui couronne la maçonnerie de soubassement et la première assise de la maçonnerie en élévation, dans le cas de dallage sur terre-plein.

Cette coupure intéresse également les murs intérieurs (refends).

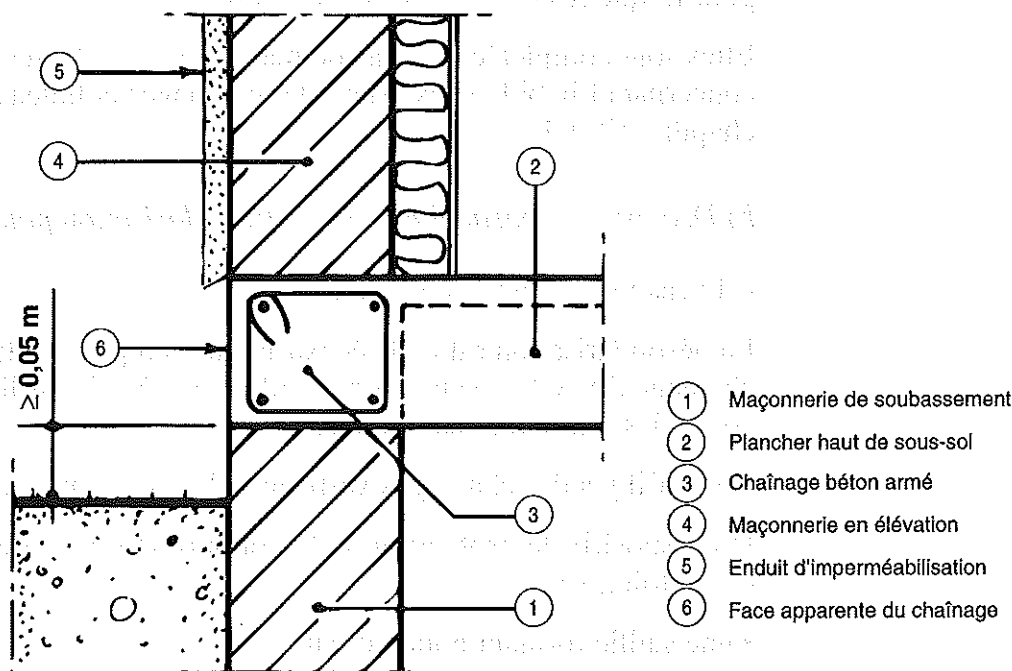
Les matériaux utilisables pour réaliser la coupure capillaire sont définis dans le présent chapitre.

### 2. D'après l'amendement au DTU 20.1 (NF P 10-202, avril 1994)

Le principe de la protection contre les remontées d'eau du sol reste identique.

Un chaînage en béton armé disposé au niveau du plancher bas du rez-de-chaussée ou du dallage sur toute l'épaisseur des maçonneries de soubassement assure cette protection sans dispositions complémentaires.

Ce chaînage doit être à l'air libre et au minimum à 0,05 m au-dessus du sol extérieur.



Cas général - Chaînage apparent

En l'absence des dispositions précédentes, la coupure de capillarité doit être prévue au moins à 0,15 m au-dessus du niveau le plus haut du sol définitif extérieur (Cf. dispositions du DTU 20.1 de septembre 1985).

## **F. Dispositions nouvelles (DTU 20.1 d'avril 1994)**

### **1. Jonction maçonneries porteuses - Chaînages horizontaux**

#### **a) Choix des dispositions**

Les dispositions à prendre ont pour objet de limiter les conséquences de la fissuration horizontale qui se produit fréquemment dans les façades porteuses sous l'appui des planchers en béton armé ou précontraint, ou parfois dans le premier joint horizontal sous la dernière rangée d'éléments en maçonnerie.

Cette fissuration, généralement due à la rotation (inévitables) des planchers aux appuis sur les murs porteurs, peut être à l'origine de pénétrations d'eau.

Ces dispositions sont obligatoires pour les façades porteuses.

Elles sont de deux types :

- soit *sans* dispositif de désolidarisation ;
- soit *avec* un dispositif de désolidarisation, à l'exception des zones sismiques pour lesquelles le dispositif est interdit.

Elles sont complétées, en cas de maçonneries enduites, par des dispositions concernant l'habillage extérieur des chaînages et linteaux en béton armé (Cf. chapitre 2/1.4.4).

#### **b) Dispositions particulières avec désolidarisation pour les soubassements**

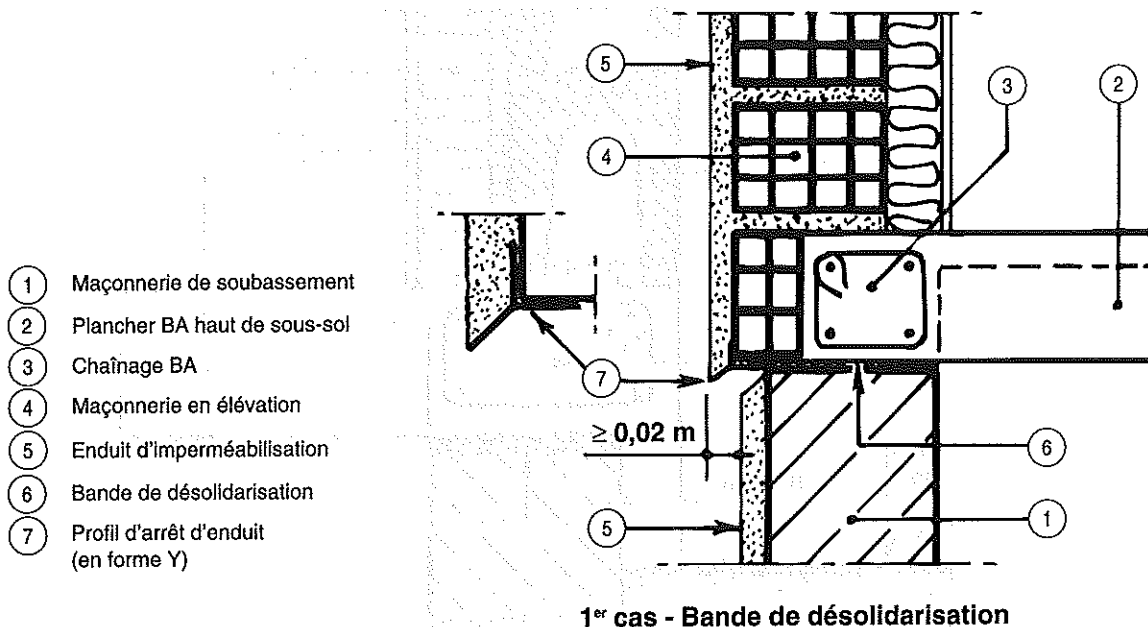
- 1<sup>er</sup> cas : maçonnerie enduite :

La désolidarisation est réalisée par la mise en place entre la maçonnerie et le chaînage d'une bande horizontale identique à celle utilisée pour les barrières contre les remontées capillaires.

Lorsqu'il y a des chaînages verticaux, ils traversent cette bande.

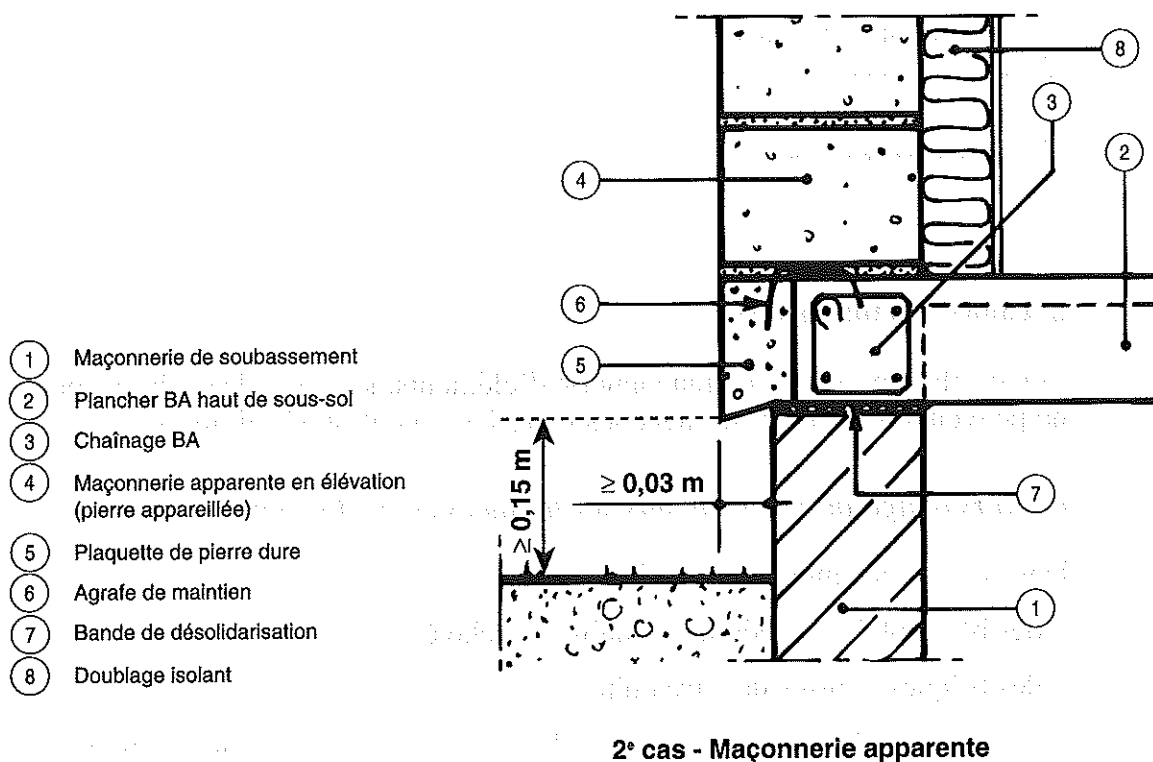
Un dispositif de protection de la coupure (fissure) de désolidarisation est obligatoire, soit :

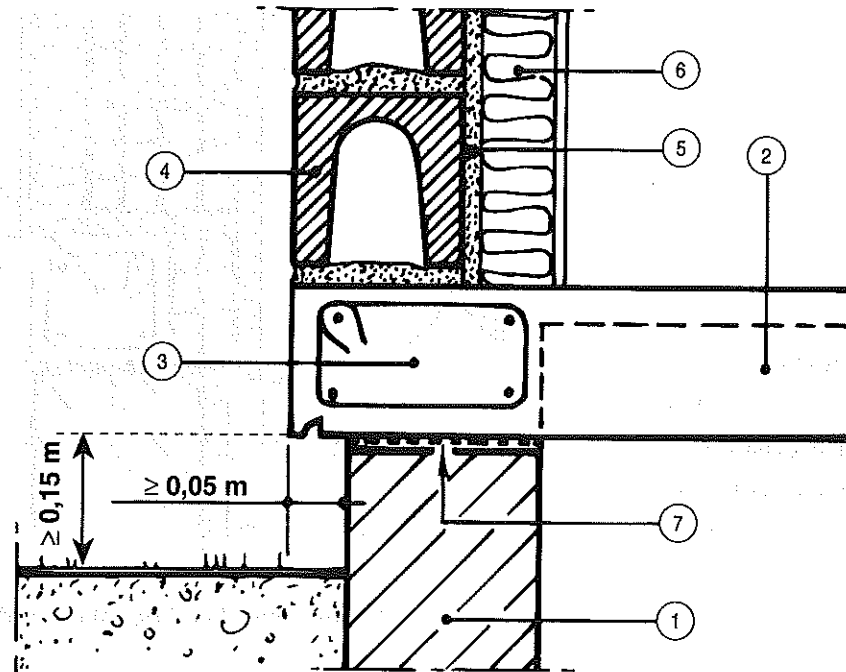
- une saillie formant goutte d'eau ;
- un profilé spécial non corrodable dans la masse (inox ou aluminium) permettant d'arrêter l'enduit et de réaliser la « goutte d'eau ».



— 2<sup>e</sup> cas : maçonnerie apparente :

La désolidarisation est réalisée comme ci-dessus. En pied de mur, elle est complétée par une saillie avec « goutte d'eau ».





### 2<sup>e</sup> cas - Maçonnerie apparente (chaînage apparent)

- ① Maçonnerie de soubassement
- ② Plancher haut de sous-sol
- ③ Chaînage BA
- ④ Mur en élévation (bloc apparent)
- ⑤ Enduit face intérieure
- ⑥ Doublage isolant
- ⑦ Bande de désolidarisation

## 2. Choix des matériaux

Lorsqu'ils sont prévus en maçonnerie d'éléments, les murs de soubassement ne peuvent être réalisés qu'avec les matériaux mentionnés ci-après.

### a) Murs obligatoirement enduits sur les faces en contact avec le sol

Dans ce cas, les murs sont réalisés avec :

- des blocs pleins de béton cellulaire autoclavé ;
- des briques creuses de terre cuite ;
- des briques pleines ou perforées et blocs perforés en terre cuite à enduire.

**b) Murs pouvant être enduits ou non sur les faces en contact avec le sol**

Dans ce cas, les murs sont réalisés avec :

- des pierres ou moellons ;
- des blocs pleins ou creux de béton de granulats courants ou légers ;
- des briques de terre cuite destinées à rester apparentes ;
- des blocs perforés de terre cuite destinés à rester apparents.

Nota :

Tous ces matériaux doivent répondre aux spécifications des normes les concernant, notamment pour la résistance au gel (Cf. chapitre 2/1.3).

**G. Règles de calcul des maçonneries enterrées****1. Généralités**

Les dispositions suivantes résultent de l'application des prescriptions du DTU 20.1 pour les parois courantes et de la prise en compte des sollicitations particulières des parois extérieures enterrées ou semi-enterrées.

On distinguera :

- les maçonneries porteuses intérieures (murs de refends), pour lesquelles les règles courantes sont directement applicables (charges généralement centrées) ;
- les maçonneries porteuses extérieures, qui sont soumises généralement à un chargement excentré et à la poussée des terres.

**2. Contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet des charges verticales****a) La contrainte C de compression**

La contrainte C de compression (considérée comme uniforme) admissible en partie courante d'une paroi porteuse est égale à :

$$C = \frac{R}{N}$$

avec :

**R** = résistance nominale à l'écrasement du matériau élémentaire constituant le mur<sup>1)</sup>.

1) Cette valeur résulte des essais d'écrasement définis dans chaque norme de matériau.

1/6.3.1.1  $N$  = coefficient global de réduction.

Ce coefficient correspond au produit de deux coefficients ou rapports :

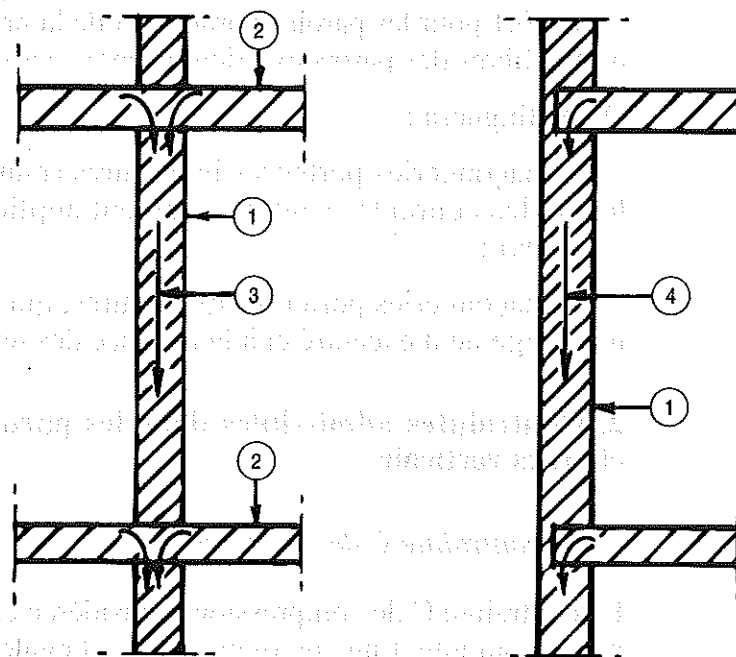
– un coefficient de sécurité égal à 3 ;

– un rapport  $\frac{R_b}{R_e}$  ou  $\frac{R_b}{R_c}$  faisant intervenir :

$R_b$  = résistance à l'écrasement du matériau (brique, bloc, etc.) selon un essai normalisé (rectification de l'échantillon au soufre).

$R_e$  = résistance à l'écrasement du mur sous chargement excentré (moyenne arithmétique des résultats obtenus avec des excentricités égales au 1/6 et au 1/4 de l'épaisseur du mur).

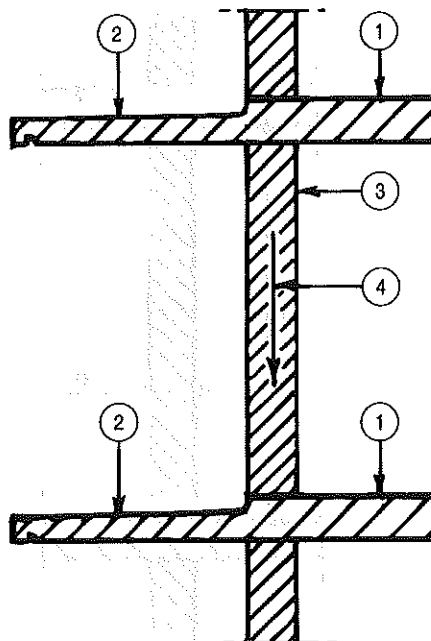
ou  $R_c$  = résistance à l'écrasement du mur sous chargement centré.



Chargement centré  
(mur de refend)

Chargement excentré  
(mur de façade)

- ① Mur
- ② Planchers amenant des réactions symétriques
- ③ Charge centrée
- ④ Charge non centrée (réactions planchers dissymétriques)



### Cas particulier d'un chargement de mur (considéré comme centré)

- ① Planchers
- ② Balcons continus
- ③ Mur de façade
- ④ Chargement centré

### b) L'élancement

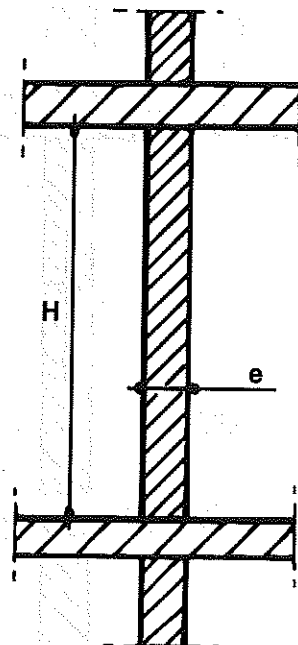
L'élancement correspond au rapport :

$$\lambda = \frac{H}{e}$$

avec :

**H** = distance verticale entre planchers.

**e** = épaisseur brute du mur porteur.



$$\lambda = \frac{H}{e}$$

Définition de l'élancement d'un mur ( $\lambda$ )

– 1<sup>er</sup> cas : l'élancement correspond à la plupart des cas courants ( $\lambda \leq 15$ ) :

Les valeurs du coefficient N défini ci-dessus sont données dans le tableau suivant en fonction des matériaux et du mode de chargement.

Matériaux	Nombre de référence	Coefficient global N	
		Chargement centré	Chargement excentré
Briques creuses de terre cuite à faces de pose continues, avec joints pleins	NF P 13-301	7	10
Briques creuses de terre cuite à rupture de joint ou à joints partiels	NF P 13-301	9	11
Briques pleines ou perforées de terre cuite destinées à rester apparentes ou à être enduites	NF P 13-304	7	9
	NF P 13-305	7	9
Blocs perforés de terre cuite à perforations verticales destinés à rester apparents ou à être enduits	NF P 13-305	7	9
	NF P 13-306	7	9
Blocs pleins ou creux en béton de granulats courants	NF P 14-301	6	8
Blocs pleins ou creux en béton de granulats légers	NF P 14-304	6	8
Pierre de taille	NF B 10-509	8	10
Blocs pleins de béton cellulaire autoclavé	NF P 14-306	8	10



– 2° cas : l'élancement est compris entre 15 et 20 ( $15 < \lambda \leq 20$ ) :

Dans ce cas, les valeurs de N du tableau précédent sont à multiplier par un coefficient de majoration donné ci-après :

Elancement	Coefficient de majoration
16	1,07
17	1,13
18	1,20
19	1,27
20	1,33

– 3° cas : l'élancement est supérieur à 20 ( $\lambda > 20$ ) :

Pour des valeurs d'élancement supérieures à 20, seuls des essais en vraie grandeur peuvent permettre de déterminer la valeur du coefficient N.

Il en est de même si l'on veut adopter des coefficients de valeur différente de celle indiquée dans les tableaux précédents (vérification expérimentale en vraie grandeur).

### c) Application du coefficient N

L'application du coefficient global de réduction N ne dispense pas de vérifier que les contraintes localisées restent inférieures, ou au plus égales, aux contraintes admissibles.

## 3. Evaluation des efforts sollicitant les parois

### a) Généralités

Les seuls efforts pris en compte sont les suivants :

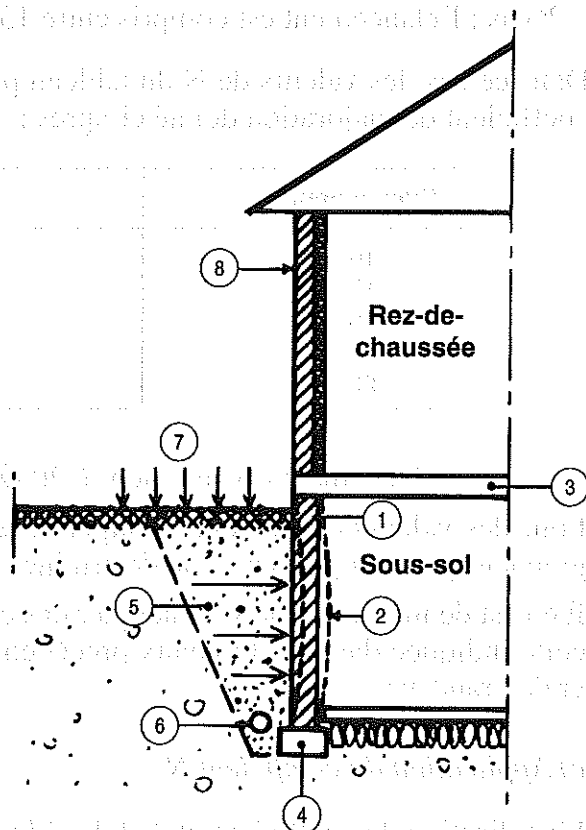
– forces verticales : celles qui résultent des actions de pesanteur :

- charges permanentes (poids propre murs, planchers, etc.) ;
- charges d'exploitation (planchers courants) ;
- charges climatiques (neige sur toitures-terrasses et couvertures).

– forces horizontales :

- pour les maçonneries en élévation, celles qui résultent de l'action directe du vent sur les façades ;
- pour les maçonneries enterrées, celles qui résultent de la poussée des terres remblayées contre les murs de sous-sol, augmentée par les charges intervenant sur les terre-pleins.

Pour les murs faiblement chargés, l'effet des forces horizontales peut être prépondérant.



**Déformation d'un mur de sous-sol par mise en flexion sous l'effet des poussées de remblai et de compactage**

- |  |   |
|--|---|
| (1) Mur sous-sol                               | (6) Drain   |
| (2) Mise en flexion avec risque de fissuration | (7) Compactage par engins lourds (poussée supplémentaire) |
| (3) Plancher formant butée supérieure          | (8) Mur faiblement chargé                                 |
| (4) Fondation formant butée inférieure         |   |
| (5) Remblai                                    |   |

**Nota :**

Il n'est pas tenu compte pour les cas courants des sollicitations suivantes :

- chocs et explosions et sollicitations exceptionnelles ;
- effet de séismes ;
- efforts résultant de la participation des maçonneries au contreventement de l'ouvrage.

(Ce cas s'applique surtout aux maçonneries de remplissage dans des ossatures en béton armé.)

**b) Efforts dus aux charges verticales**

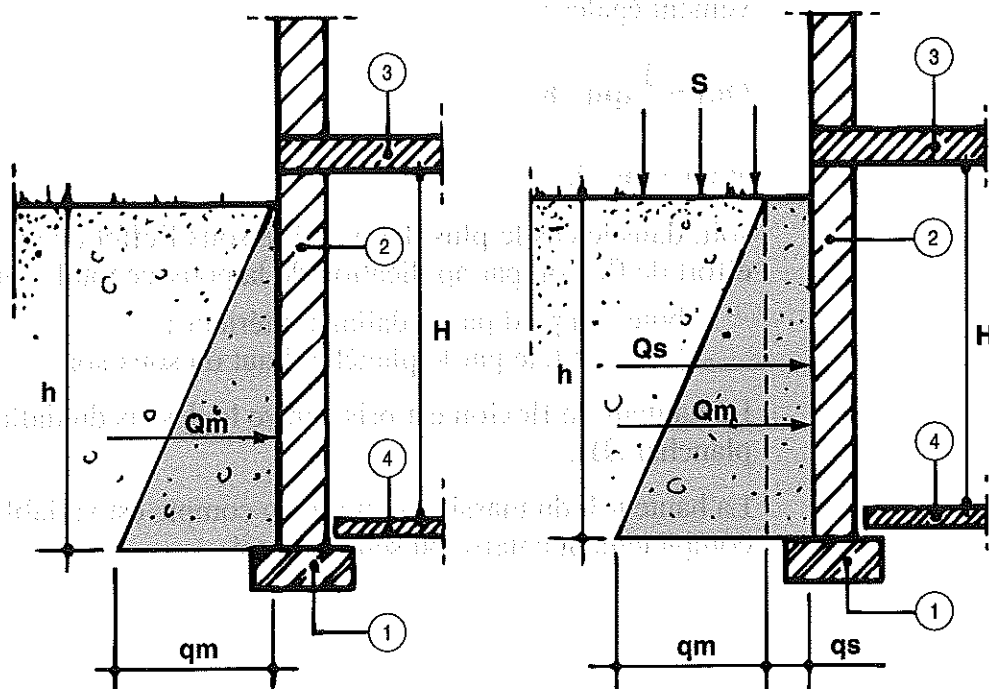
Les charges verticales agissant sur les murs peuvent être déterminées en appliquant, s'il y a lieu, le principe de la dégression des charges d'exploitation (Cf. NF P 06-001). On peut admettre dans cette évaluation la discontinuité des différents éléments de plancher au droit des murs (Cf. chapitre 13/2, tableaux T2<sub>1</sub>).

**c) Efforts dus aux forces horizontales**

– Efforts dus au vent (pour les maçonneries en élévation) :

Lorsqu'il est nécessaire de justifier la résistance de la paroi en maçonnerie au vent agissant perpendiculairement à la façade, on suppose que le panneau de maçonnerie est assimilable à une plaque simplement appuyée sur ses côtés (Cf. chapitre 2/1).

– Efforts dus à la poussée des terres (pour les maçonneries enterrées ou semi-enterrées) :



**Diagrammes des poussées sur un mur enterré**

- ① Fondation
- ② Mur enterré
- ③ Plancher haut sous-sol
- ④ Dallage

- $q_m$  = Valeur maxi de la poussée due au massif seul
- $q_s$  = Valeur de la poussée due à la charge (S) sur le massif
- $Q_m$  = Poussée totale due au massif seul
- $Q_s$  = Poussée totale due à la charge (S)
- $Q_t$  = Poussée totale  $Q_m + Q_s$

Les massifs remblayés contre un mur enterré exercent des poussées sur ce dernier que l'on assimile à des forces horizontales :

- poussée du terrain seul (**qm**) : cette poussée varie linéairement à partir du niveau du massif, jusqu'à la base du mur, c'est-à-dire la fondation (diagramme triangulaire) ;
- poussée due aux charges sur le massif (**qs**) : cette poussée est constante et indépendante de la hauteur du mur (diagramme rectangulaire).

Elle n'intervient pas de façon systématique. Il est toutefois prudent d'en tenir compte dès le début de la construction, du fait de la possibilité de stockage de matériaux lourds à proximité des constructions.

Les poussées ne s'exercent que sur la hauteur du massif situé contre le mur considéré.

La poussée due aux charges sur le massif ne peut s'exercer seule. Elle s'ajoute à celle due au massif (**Qm**).

Les poussées (**qm** et **qs**) ne s'exercent que sur la hauteur du massif (**h**), sous l'effet de ces poussées dont les valeurs résultantes (ou totales) sont respectivement égales à :

$$Q_m = \frac{1}{2} q_m \cdot h$$

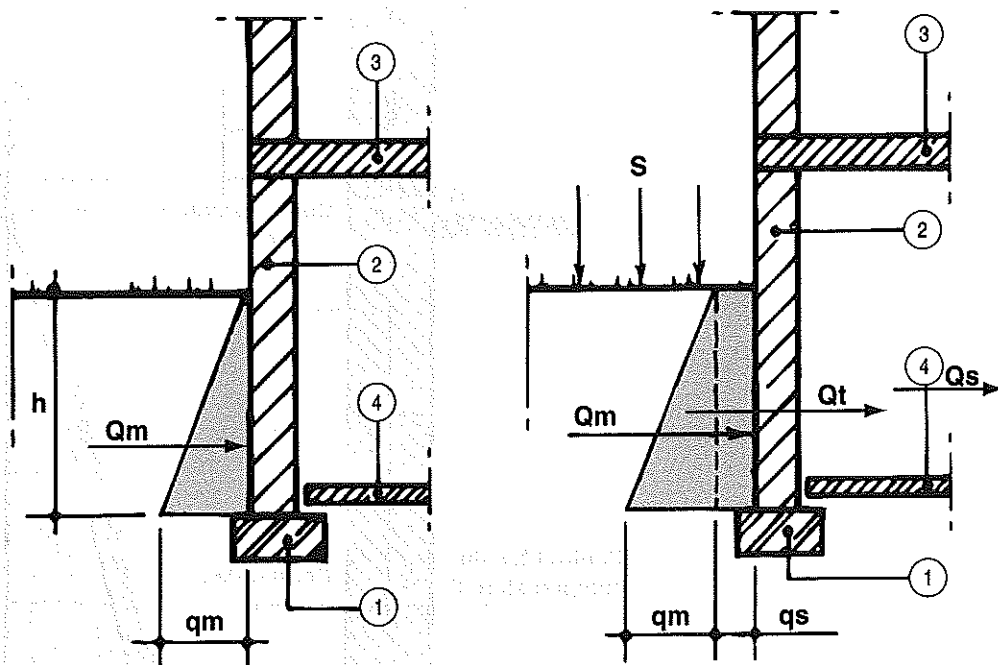
$$\text{et } Q_s = q_s \cdot h$$

soit, dans le cas le plus défavorable sous l'effet de **Q + Qs**, le mur subit un effort de flexion par application de la poussée totale **Qt** sur le mur :

- butée en pied par le dallage intérieur ;
- butée en tête par le plancher haut du sous-sol.

La hauteur de flexion est prise entre le dessus du dallage et la sous-face du plancher (**H**).

La hauteur **h** du massif à prendre en compte est variable selon que le mur est complètement enterré ou semi-enterré.



Cas d'un mur semi-enterré

- ① Fondation
- ② Mur enterré
- ③ Plancher haut sous-sol
- ④ Dallage

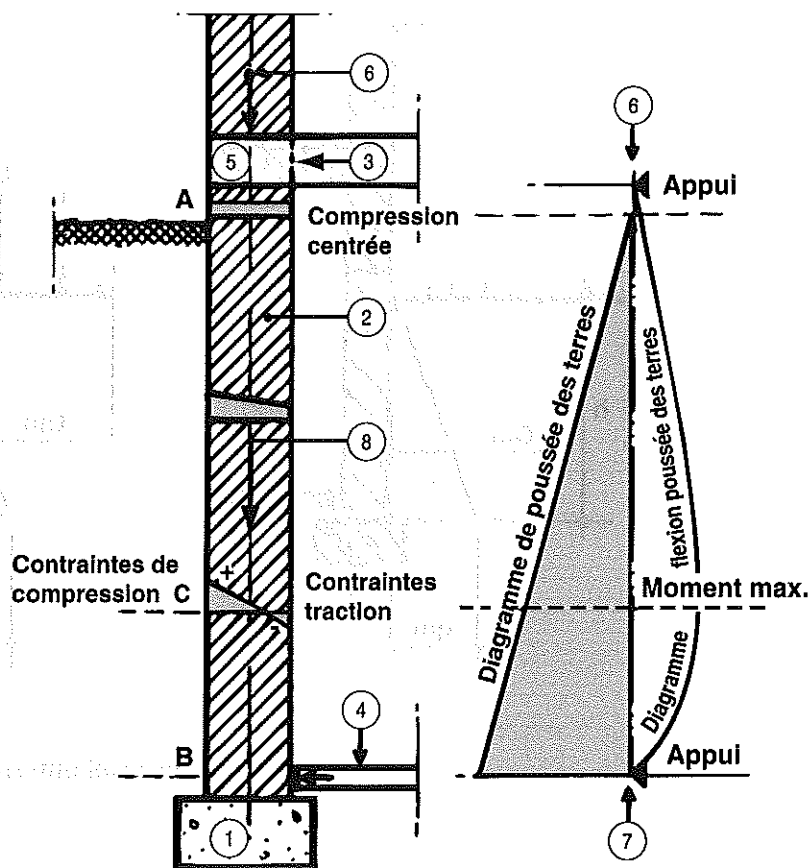
- $q_m$  = Valeur maxi de la poussée due au massif seul
- $q_s$  = Valeur de la poussée due à la charge (S) sur le massif
- $Q_m$  = Poussée totale due au massif seul
- $Q_s$  = Poussée totale due à la charge (S)
- $Q_t$  = Poussée totale  $Q_m + Q_s$

En première approximation, lorsque le mur est complètement enterré, on peut confondre les valeurs de  $H$  et de  $h$ , d'autant que le dallage du sous-sol peut n'être exécuté qu'après-coup.

#### d) Composition des forces

- Les forces verticales proviennent des superstructures et du plancher haut de sous-sol (compression centrée ou excentrée).
- Les forces horizontales proviennent de l'action du massif surchargé (ou non).

Les contraintes dans la maçonnerie du mur correspondent à un cas de flexion composée (ou compression avec flexion).



**Diagramme des contraintes dans un mur chargé soumis à la poussée des terres**

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| ① Fondation                   | ⑤ Chaînage plancher                       |
| ② Mur                         | ⑥ Transfert des charges de superstructure |
| ③ Plancher (butée supérieure) | ⑦ Réaction fondation                      |
| ④ Dallage (butée inférieure)  | ⑧ Poids propre du mur sous-sol            |

La section en tête du mur (A) est soumise à une sollicitation de compression centrée (uniforme) ou excentrée, selon la distribution des charges dans la hauteur de la superstructure.

Les sections intermédiaires sont sollicitées par des efforts de compression et de flexion (flexion composée).

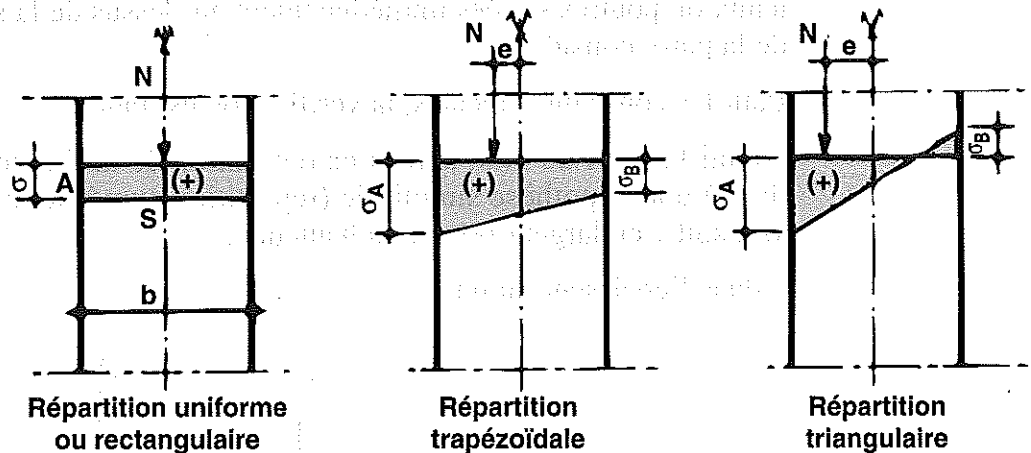
Selon l'importance relative des charges verticales et des poussées entraînant les efforts de flexion, les sollicitations dans les maçonneries correspondront à des compressions (+) ou à des tractions (-).

La répartition de ces contraintes correspond à trois cas de figure :

- répartition rectangulaire (contraintes uniformes) ;
- répartition trapézoïdale (contraintes variables) ;
- répartition triangulaire (contraintes variables) :

- simple (sans traction) ;
- dissymétrique (avec traction).

Le dimensionnement des maçonneries doit tenir compte de ces sollicitations afin d'éviter les contraintes de traction.



REPARTITION DES CONTRAINTES DANS UNE SECTION

$$\sigma = \frac{N}{S} (+)$$

+ = Compression  
- = Traction

$$\sigma_A = \frac{N}{S} \left( 1 + \frac{6e}{b} \right)$$

$$\sigma_B = \frac{N}{S} \left( 1 - \frac{6e}{b} \right)$$

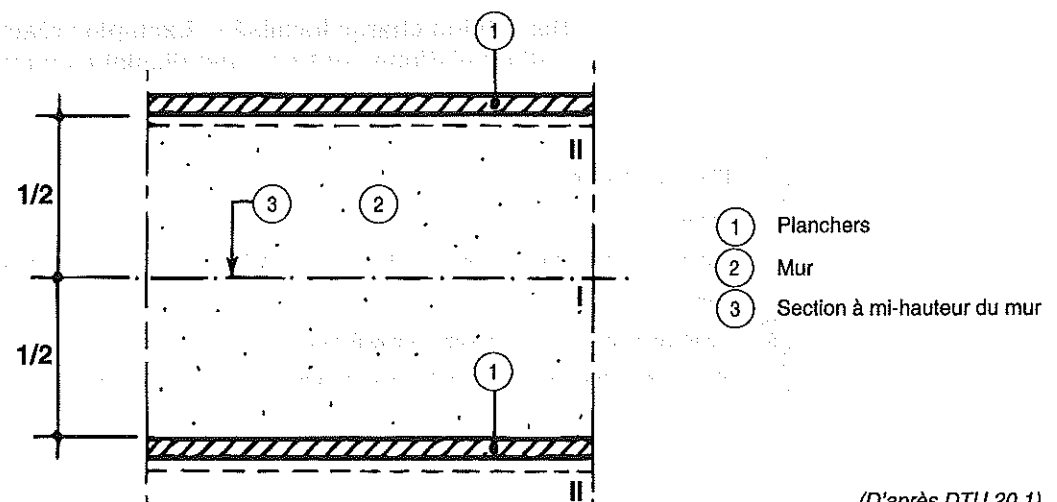
$$\text{si } e = \frac{b}{6} \rightarrow \sigma_B = 0$$

$$\text{si } e > \frac{b}{6} \rightarrow \sigma_B < 0$$

### e) Vérification des contraintes

On doit distinguer :

- les contraintes en section courante, c'est-à-dire généralement à mi-hauteur du mur ;
- les contraintes locales.



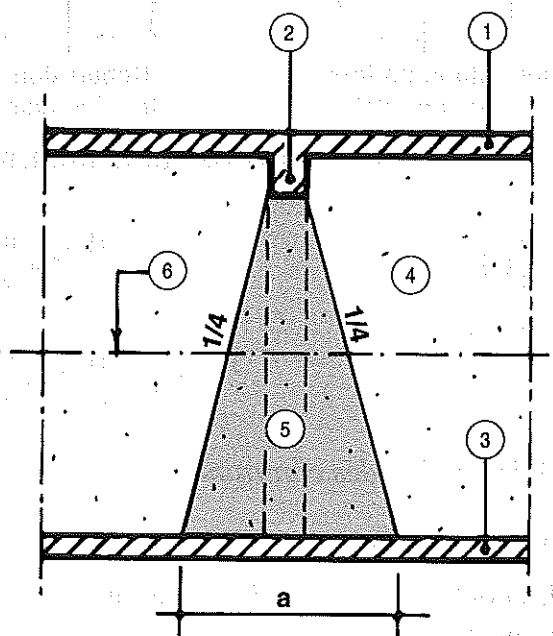
(D'après DTU 20.1)

Répartition des contraintes dans une paroi

On admet que la distribution des contraintes dans une paroi est uniforme, sauf en ce qui concerne les contraintes dues aux charges du plancher, des linteaux ou poutres situées immédiatement au-dessus de la section horizontale de la paroi considérée.

Pour les contraintes locales, la vérification est faite :

- à mi-hauteur du mur, après une répartition de la charge locale correspondant à une hypothèse simplifiée (répartition symétrique avec une pente de  $1/4$ , soit 1 en largeur pour 4 en hauteur) ;
- dans l'épaisseur du mur.

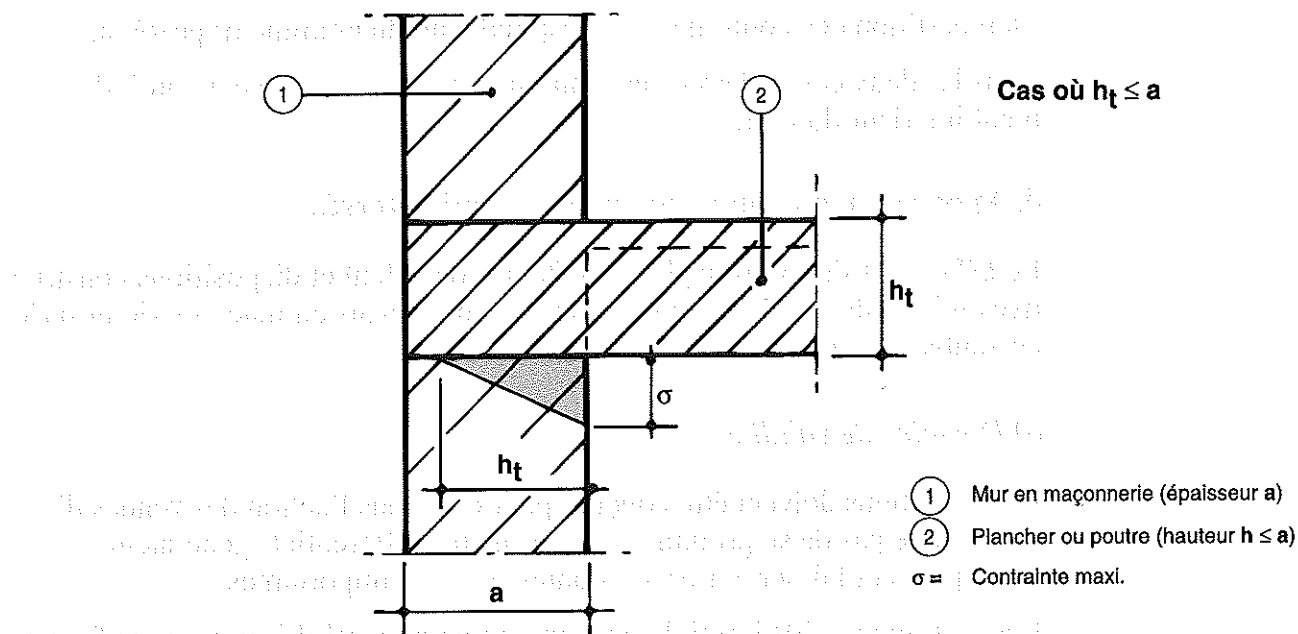


Répartition charge localisée - Exemple : réaction d'appui d'une poutre perpendiculaire au mur

- ① Plancher courant
- ② Poutre
- ③ Fondation (pour un mur de sous-sol) ou autre plancher (dans le cas de plusieurs sous-sols)
- ④ Mur
- ⑤ Zone de répartition de la réaction de la poutre
- ⑥ Section à mi-hauteur de la paroi (vérification de la contrainte locale)

– 1<sup>er</sup> cas : cas d'un plancher appuyé sur un mur de façade (ou pignon) ou d'une poutre de hauteur  $h_f$  appuyée sur un gros mur d'épaisseur (a).

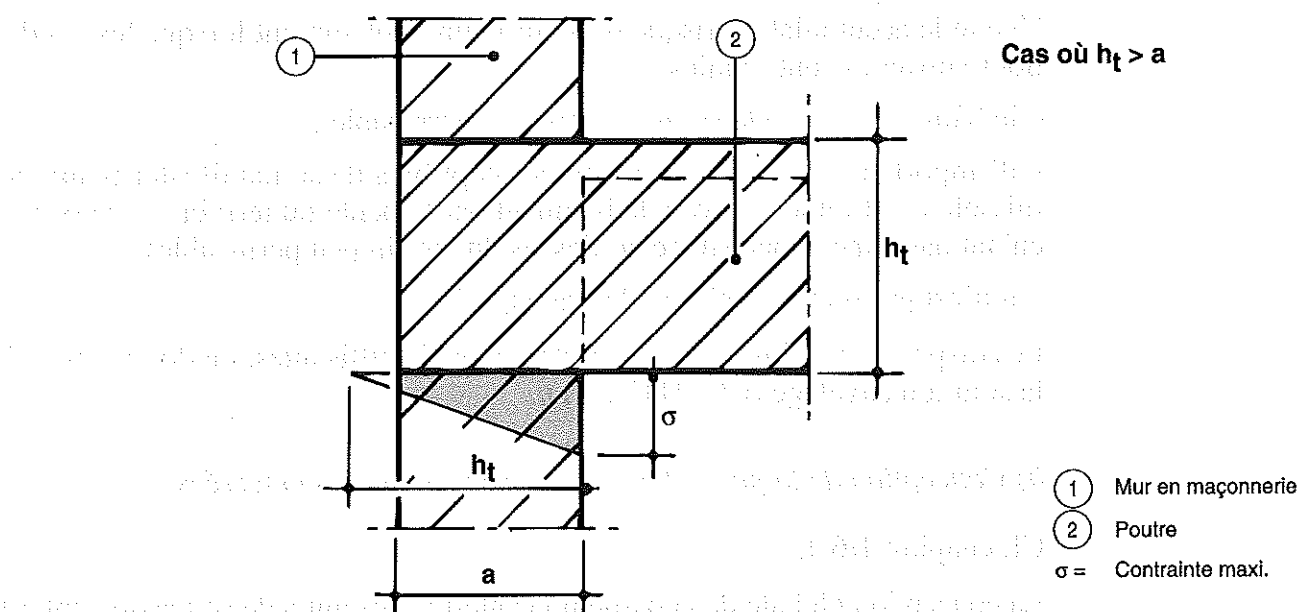




**Répartition des contraintes dans l'épaisseur du mur -  
 1<sup>er</sup> cas : appui de plancher ou de poutre dans un gros mur**

La répartition des contraintes dans l'épaisseur du mur correspond à un diagramme triangulaire partiel dont la largeur est prise par hypothèse égale à l'épaisseur de l'élément transmettant la charge.

– 2<sup>e</sup> cas : cas d'une poutre de hauteur  $h_t$  appuyée dans un mur de plus faible épaisseur.



**Répartition des contraintes dans l'épaisseur du mur -  
 2<sup>e</sup> cas : appui d'une poutre (hauteur  $h_t$ ) dans un mur d'épaisseur  $a$  ( $h_t > a$ )**

La répartition des contraintes correspond à un diagramme trapézoïdal.

Dans les deux cas ci-dessus, la contrainte maximale se situe au droit du parement intérieur du mur.

#### 4. Application aux murs enterrés ou semi-enterrés

Le DTU 20.1 définit (chapitre 6 « Règles de calcul et dispositions constructives minimales ») des « règles relatives aux parois en maçonnerie utilisées en soubassement ».

##### *a) Domaine de validité*

Les fondations doivent être conçues pour que, sous l'action des venues d'eau, il ne risque pas de se produire des tassements différentiels générateurs de fissures pouvant laisser entrer des quantités d'eau importantes.

Les tassements différentiels provoquent en général d'importantes fissures dont l'amplitude est supérieure aux possibilités d'élongation des enduits habituels.

Lorsque le terrain est baigné par une nappe phréatique de niveau variable, le niveau supérieur de celle-ci peut dépasser le niveau le plus bas du ou des sous-sols (application éventuelle des dispositions du DTU 14.1 « Travaux de cuvelage dans les parties immergées de bâtiment »)<sup>1)</sup>.

Il ne peut y avoir accumulation, pendant une assez longue durée, des eaux le long des murs périphériques.

Une telle accumulation risque de se produire, notamment lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- le bâtiment est fondé sur un terrain peu perméable ;
- d'importantes venues d'eau sont susceptibles de se manifester (eaux de ruissellement ramenées vers le bâtiment par la pente du terrain, ou eaux circulant dans une nappe située au-dessus du terrain peu perméable) ;
- il n'est pas prévu de réseau de drainage.

Les dispositions définies en 1/6.5 étant alors insuffisantes, on doit recourir à la solution cuvelage (Cf. DTU 14.1).

##### *b) Conception de la partie hors-sol, des maçonneries enterrées*

Cf. chapitre 1/6.4.

La conception globale de la partie non enterrée des murs de soubassement est à déterminer en fonction des exigences propres à ce mur.

<sup>1)</sup> Cf. chapitre 1/3.2.

Si ces dernières sont identiques à celles des maçonneries de façade en super-structure, le choix du mur de soubassement s'effectue en fonction du guide de choix des types de murs de façade en fonction du site (Cf. chapitre 2/1.4).

Si les murs de soubassement n'ont à assurer aucune fonction autre que la résistance mécanique, c'est de cette seule exigence que résulte l'épaisseur minimale de la paroi.

*c) Conception de la partie enterrée des maçonneries de soubassement*

Cf. chapitre 1/6.5.

Les maçonneries enterrées doivent être conçues et construites de manière à résister aux pressions latérales du sol et à la pression des terres remblayées. Elles doivent être conçues pour résister aux pressions latérales du sol et à la pression des terres remblayées.

Les maçonneries enterrées doivent être conçues et construites de manière à résister aux pressions latérales du sol et à la pression des terres remblayées. Elles doivent être conçues pour résister aux pressions latérales du sol et à la pression des terres remblayées.

Les maçonneries enterrées doivent être conçues et construites de manière à résister aux pressions latérales du sol et à la pression des terres remblayées.

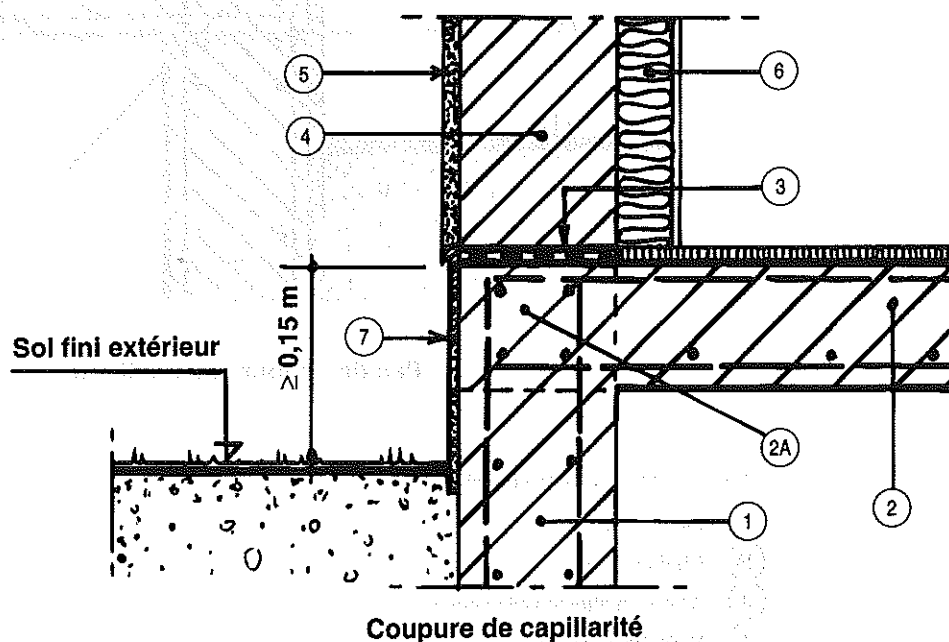
Les maçonneries enterrées doivent être conçues et construites de manière à résister aux pressions latérales du sol et à la pression des terres remblayées.

## 1/6.3.2

# Maçonneries enterrées en béton banché<sup>1)</sup>

## A. Dispositions relatives à la coupure de capillarité

### 1. 1<sup>er</sup> cas : possibilité d'une coupure de capillarité - Discontinuité<sup>2)</sup> entre maçonneries enterrée et maçonneries en élévation



- ① Mur sous-sol béton banché
- ② Plancher BA
- ②A) Chaînage BA
- ③ Coupure de capillarité
- ④ Maçonnerie en élévation (petits éléments)
- ⑤ Enduit extérieur
- ⑥ Doublage isolant
- ⑦ Enduit soubassement éventuel

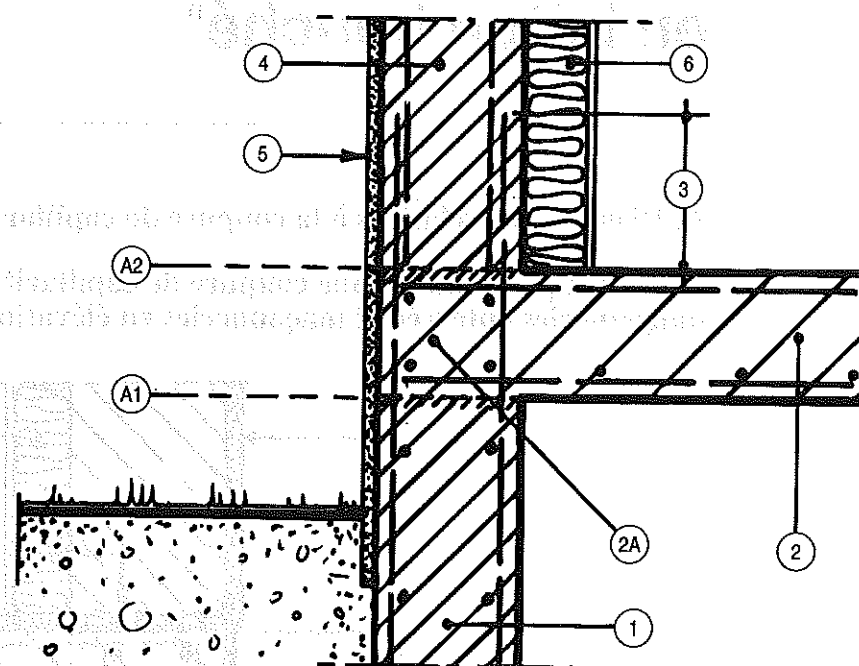
1) DTU de référence : DTU 23.1.

2) La discontinuité résulte de la nature des maçonneries :

- béton banché en partie enterrée ;
- maçonnerie d'éléments en superstructure

## 2. 2<sup>e</sup> cas : pas de coupure de capillarité - Murs en élévation de même nature que les murs enterrés (béton banché)

Les aciers de liaison ne permettent pas de réaliser la coupure de capillarité.



Pas de coupure de capillarité

- (1) Mur sous-sol béton banché (voile)
- (2) Plancher BA
- (2A) Chaînage BA
- (3) Aciers en attente voile sous-sol
- (4) Voile élévation BA
- (5) Enduit extérieur éventuel
- (6) Doublage isolant
- (A1) } Arases de coulage
- (A2) }

Nota :

Pour les murs de refends, les principes sont les mêmes que ceux définis pour les murs de façades ou de pignons.

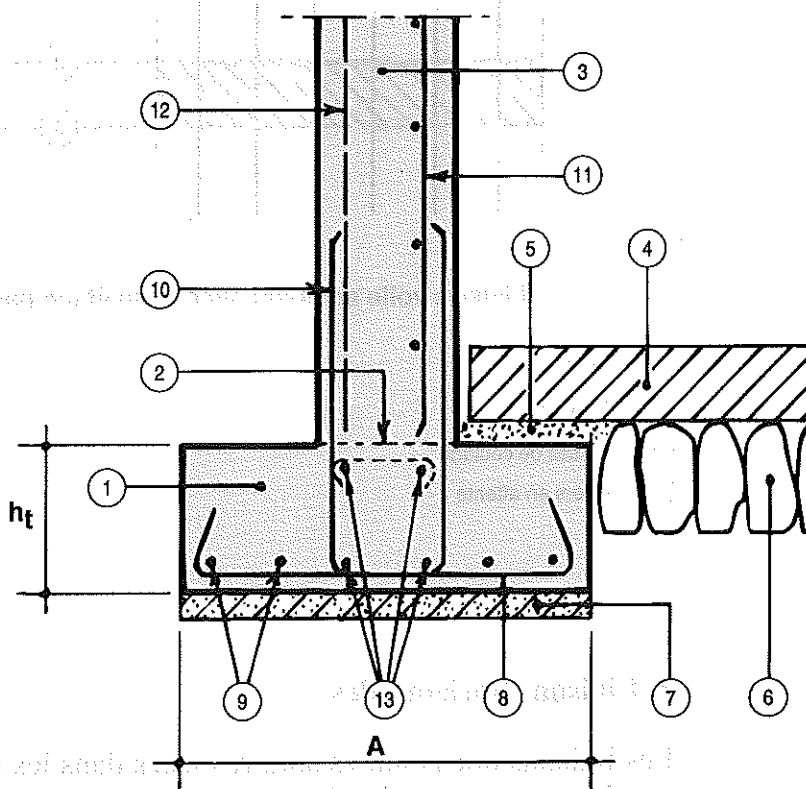
Le DTU 23.1 ne définit pas la coupure de capillarité lorsqu'il y a continuité de la paroi coulée par phases et comportant des armatures de couture.

## B. Autres dispositions

### 1. Liaison mur-fondations (cas des fondations superficielles par semelles filantes)

Lorsque les parois enterrées sont réalisées en béton banché, les semelles filantes, également en béton armé, comportent, du fait des arases de coulage et des phases d'exécution, des aciers en attente qui assurent la liaison entre les ouvrages de fondation et les parois verticales enterrées.

Ces aciers se présentent sous la forme de U, les branches verticales assurant un recouvrement de 40 à 50 diamètres avec les aciers du voile.



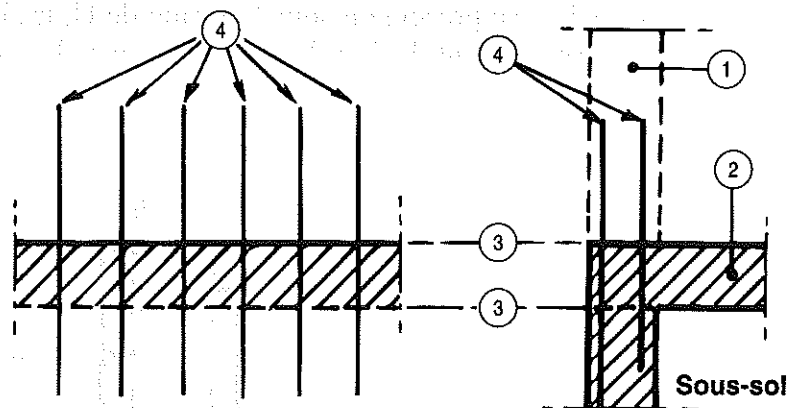
Liaison fondation - base mur

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| ① Semelle BA                         | ⑦ Béton de propreté                      |
| ② Arase de coulage                   | ⑧ ⑨ Armatures semelle                    |
| ③ Mur voile BA                       | ⑩ Aciers en attente pour liaison/voile U |
| ④ Dallage                            | ⑪ Aciers voile                           |
| ⑤ Couche de sable ( $e \geq 0,03$ m) | ⑫ Armature de peau éventuelle            |
| ⑥ Hérissson                          | ⑬ Aciers chaînage bas                    |

## 2. Liaison d'infrastructure - superstructures (cas de voiles en béton en élévation)

La liaison s'effectue sur le même principe :

- soit par la prolongation des aciers du voile inférieur ;
- soit par la mise en place d'aciers en attente.



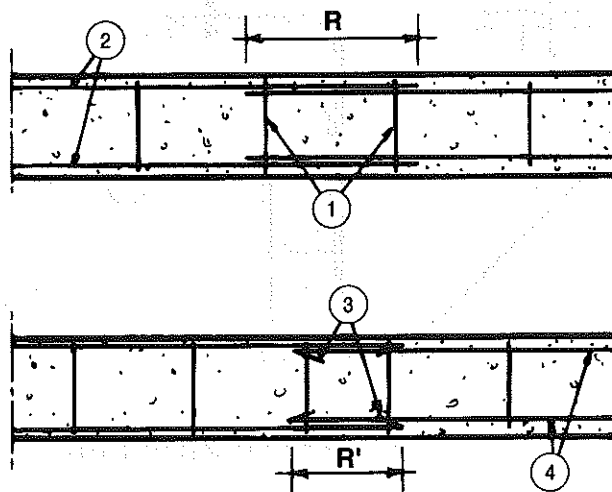
Liaison voile sous-sol avec voile étage par aciers en attente

- ① Mur béton
- ② Plancher
- ③ Arases de coulage
- ④ Aciers en attente

## 3. Liaisons horizontales

Les liaisons horizontales sont réalisées dans les murs-voiles en béton armé par des armatures qui doivent respecter des règles de recouvrements.



*a) Cas des parois rectilignes***Cas des chaînages : recouvrement des aciers filants**

- ① 2 cadres mini dans la zone de recouvrement
- ② Aciers filants HA type Fe E 40-45-50
- ③ Crochets
- ④ Aciers filants type Fe E 22

**R et R' = Recouvrements**

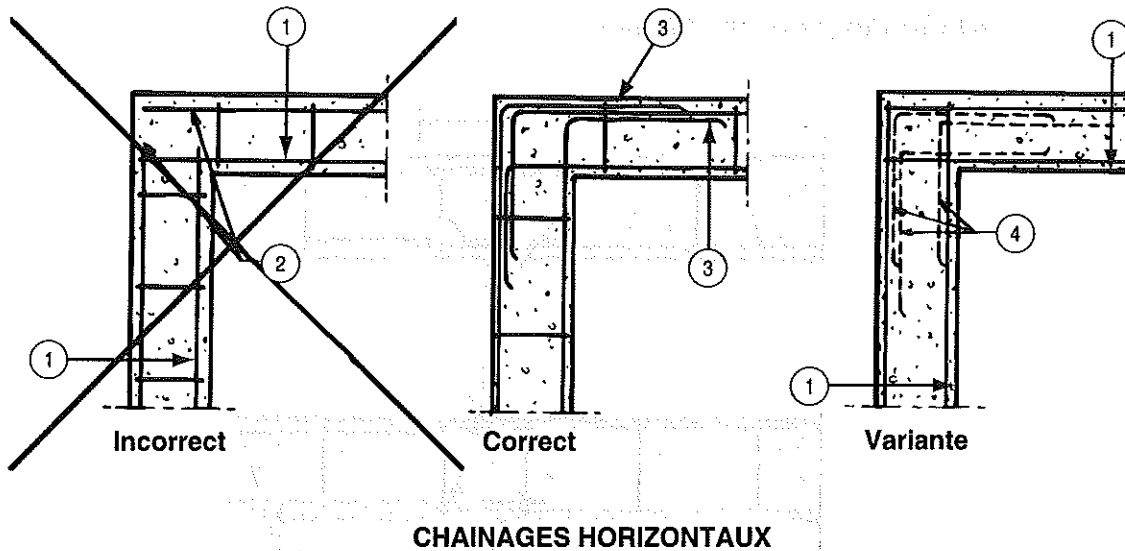
Les liaisons horizontales sont réalisées par des armatures longitudinales :

- au niveau bas (semelle de fondation ou longrine) ;
- au niveau supérieur du voile par le chaînage incorporé au plancher.

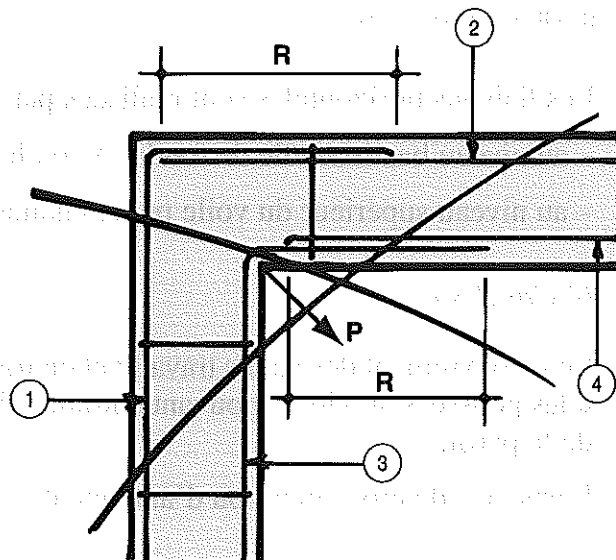
*b) Cas des angles*

Le recouvrement des aciers travaillant en traction doit être conçu afin d'éviter « les poussées au vide » pouvant entraîner des éclatements ou une fissuration de la paroi.

L'absence de croisement ou d'ancrage des aciers est à éviter.



- ① Barres droites
- ② Absence de croisement des aciers
- ③ Retour d'équerre correct assurant le recouvrement sans « poussée au vide »
- ④ Barres d'angles assurant le recouvrement

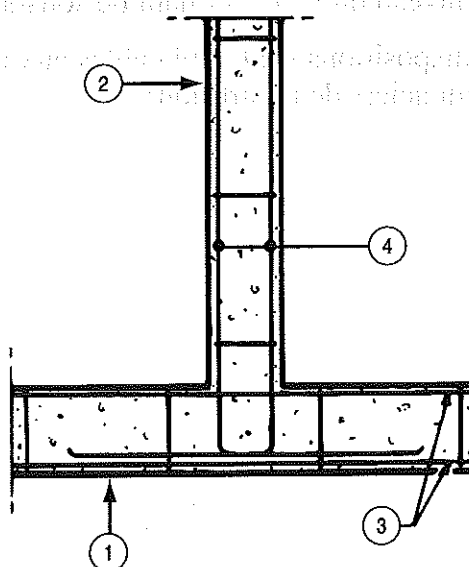


Disposition inacceptable

- ① ② Aciers extérieurs du voile - Recouvrement correct
- ③ ④ Aciers intérieurs - L'acier ③ entraîne une « poussée au vide »
- R = Recouvrement
- P = « Poussée au vide »

### c) Cas des refends perpendiculaires

Les règles applicables aux angles se retrouvent ici.

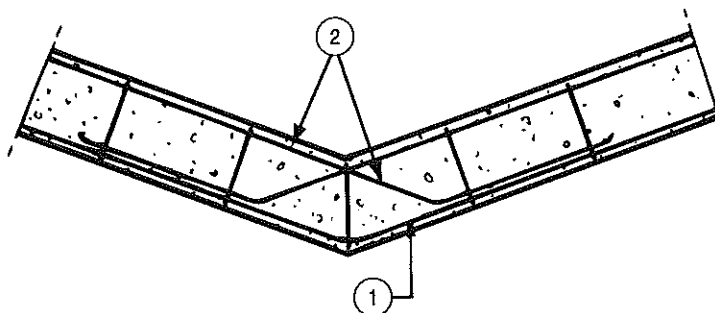


Liaison chaînage façade-refend

- ① Voile de façade
- ② Voile de refend
- ③ Aciers filants du voile de façade
- ④ Aciers coudés du voile de refend

### d) Cas des parois non alignées

La configuration des aciers filants horizontaux et les principes de recouvrement doivent permettre d'éviter les « poussées au vide ».



Chaînage horizontal mur non aligné

- ① Aciers extérieurs continus
- ② Aciers intérieurs discontinus

Les dispositions précédentes correspondent aux chaînages qui se situent :

- au niveau des fondations ;
- au niveau du plancher haut de sous-sol.

Ces dispositions sont applicables aux aciers horizontaux des voiles (généralement aciers de répartition).



Figure 6.3.2.1 : Chaînages horizontaux

Les chaînages horizontaux sont réalisés à l'aide d'aciers de répartition ou d'aciers de chaînage. Ils sont réalisés en deux rangées, une en haut et une en bas du mur de fondation.

Les chaînages horizontaux sont réalisés à l'aide d'aciers de répartition ou d'aciers de chaînage.

Les chaînages horizontaux sont réalisés à l'aide d'aciers de répartition ou d'aciers de chaînage. Ils sont réalisés en deux rangées, une en haut et une en bas du mur de fondation.

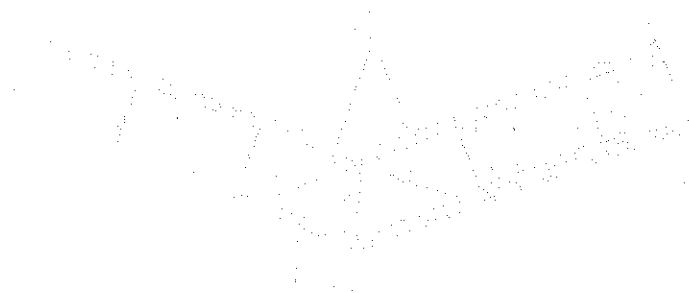


Figure 6.3.2.2 : Chaînages horizontaux

## 1/6.4

# Conception de la partie hors-sol des maçonneries de soubassement (d'après DTU 20.1)

---

La conception globale de la partie non enterrée des murs de soubassement est à déterminer en fonction des exigences spécifiques à ce mur.

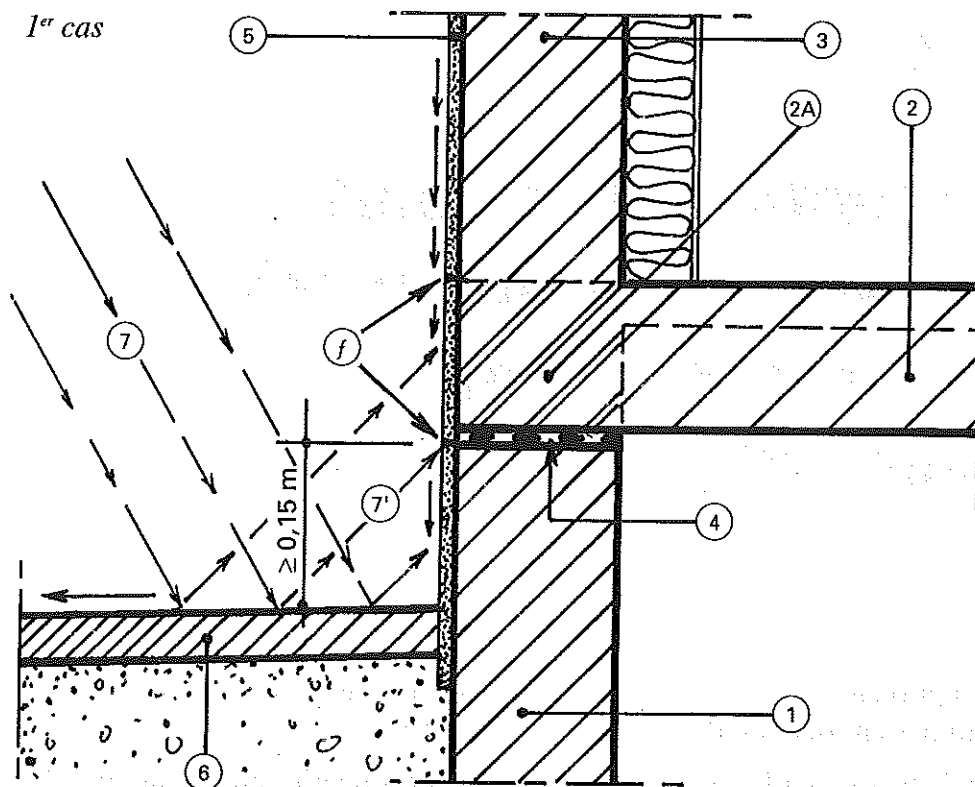
Si les exigences sont les mêmes que pour les maçonneries en élévation utilisées en superstructure, le choix du mur de soubassement est déterminé par le *Guide de choix des types de murs de façade en fonction du site* ; en particulier : les épaisseurs de murs et les dispositions constructives.

Si les murs de soubassement n'ont à assumer que la fonction de résistance mécanique, la seule exigence qui en résulte est l'épaisseur minimale de la paroi. C'est le cas de murs de soubassement de certains vides sanitaires et de murs périphériques de terre-pleins.

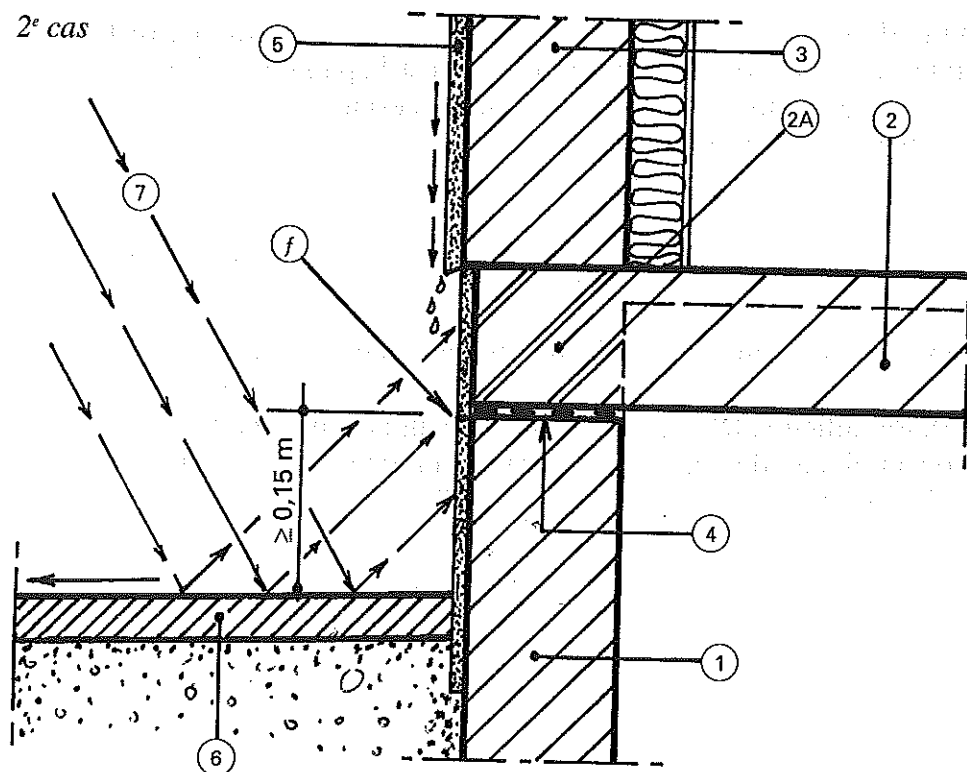
Remarque :

Les murs de soubassement subissent les effets des eaux de rejaillissement sur les terre-pleins bordant les façades.

Les dispositions courantes conduisent généralement à prévoir un enduit sur cette partie du mur ou à prolonger l'enduit (ou le revêtement du mur en superstructure). Par ailleurs, les eaux de ruissellement des murs de façade descendent jusqu'au niveau du sol extérieur sauf si un décrochement au niveau du plancher bas arrête ce ruissellement (goutte d'eau).

1<sup>er</sup> cas

- ① Mur soubassement
- ② Plancher B.A.
- ②A Chaînage B.A.
- ③ Mur en élévation
- ④ Coupure de capillarité
- ⑤ Enduit extérieur (imperméabilisation)
- ⑥ Sol extérieur (dallage)
- ⑦ Eau de rejaillissement
- ⑦' Fissures potentielles
- f Fissures potentielles

2<sup>e</sup> cas

- ① Mur soubassement
- ② Plancher B.A.
- ②A Chaînage B.A.
- ③ Mur en élévation
- ④ Coupure de capillarité
- ⑤ Enduit extérieur (imperméabilisation)
- ⑥ Sol extérieur (dallage)
- ⑦ Eau de rejaillissement
- ⑦' Fissures potentielles
- f Fissures potentielles

## 1/6.5

# Conception de la partie enterrée des maçonneries de soubassement

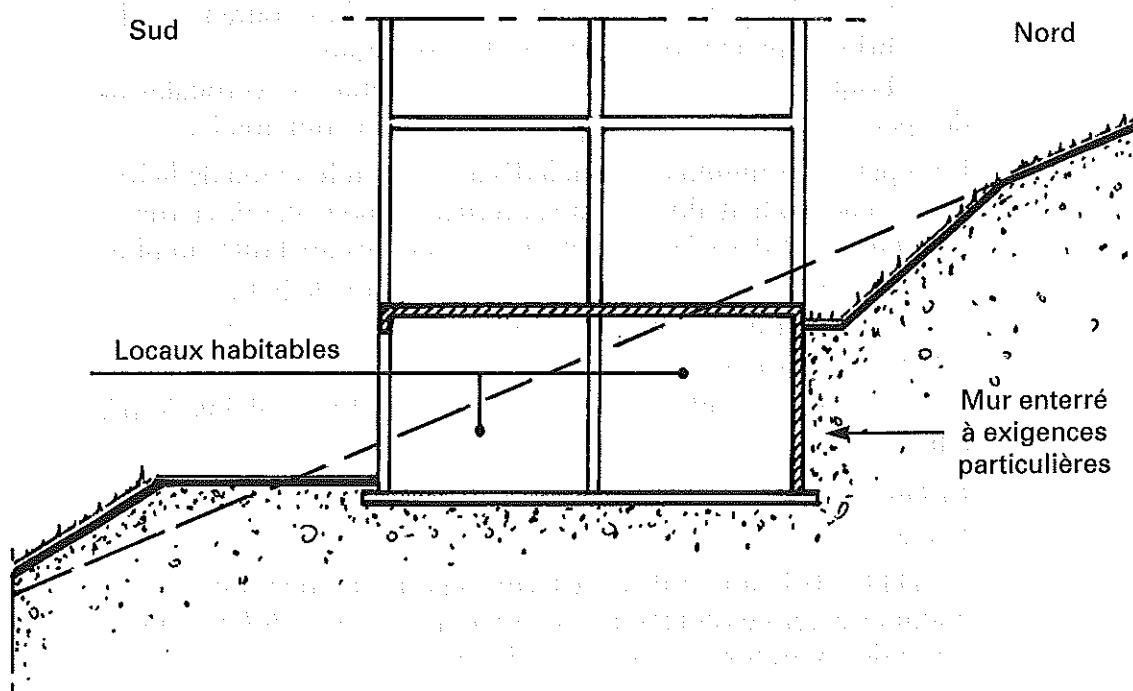
### 1. Exigences (selon le DTU 20.1)

Les exigences visent les *locaux en sous-sol* et leurs conditions d'utilisation. Le maître de l'ouvrage doit préciser au maître d'œuvre ces exigences.

#### a) Première catégorie

*Le mur extérieur borde des locaux utilisés pour lesquels aucune trace d'humidité ne peut être acceptée sur la face intérieure. C'est le cas général des locaux habitables en sol.*

Exemple : bâtiment installé sur une pente :



*b) Deuxième catégorie*

*Le mur borde des locaux pour lesquels l'étanchéité de la paroi n'est pas obligatoire et où, notamment, des infiltrations limitées peuvent être acceptées par le maître de l'ouvrage.*

Exemple : murs bordant des chaufferies enterrées, garages, caves, etc.

*c) Troisième catégorie*

*Le mur n'a à assurer aucune fonction autre que la résistance mécanique. Cette exigence conditionne l'épaisseur minimale de la paroi.*

Exemple : murs des vides sanitaires ; murs périphériques de terre-plein.

## **2. Résistance mécanique – Nature – Epaisseurs minimales des matériaux constitutifs**

*a) Matériaux admis*

– Partie hors sol des soubassements :

- maçonneries apparentes :
  - moellons ou pierre de taille ;
  - briques pleines ou perforées de terre cuite ;
  - blocs perforés de terre cuite ;
  - blocs pleins, perforés ou creux de granulats courants ou légers ;
- enduits à base de mortier de liants hydrauliques (Ref. DTU 26.1). L'enduit doit être exécuté sur une hauteur minimale de 0,15 m au-dessus du niveau fini du sol extérieur.

– Maçonneries enterrées :

- maçonneries pouvant être enduites ou non :
  - pierre ou moellons ;
  - blocs pleins ou creux de béton de granulats courants ou légers ;
  - briques pleines ou perforées de terre cuite ;
  - briques ou blocs de terre cuite à perforations verticales dont la section des perforations ne dépasse pas 50 % de la section totale.

Les épaisseurs minimales sont à déterminer en fonction de la résistance mécanique et des sollicitations (charges verticales, poussées des terres). Pour les murs de première et deuxième catégories, les épaisseurs brutes minimales sont :

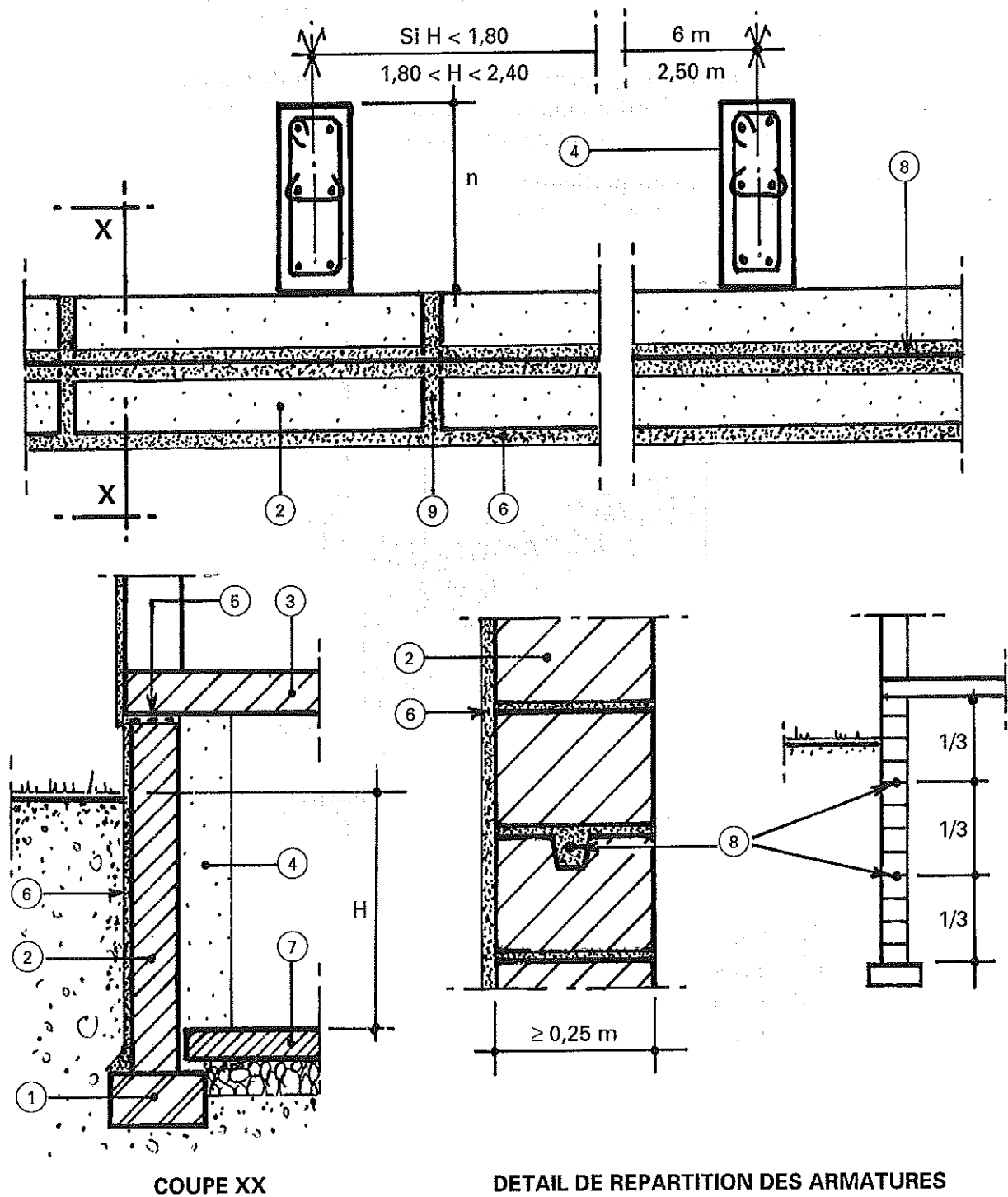
- 0,20 m pour matériaux pleins et blocs creux de béton ;
- 0,25 m pour blocs pleins de béton cellulaire autoclavé ;
- 0,30 m pour matériaux perforés de terre cuite ;
- maçonneries obligatoirement enduites : blocs pleins de béton cellulaire autoclavé.

*b) Dispositions particulières aux murs enterrés au point de vue de la résistance*

Le DTU 20.1 donne des prescriptions particulières pour les maçonneries enduites enterrées constituées de *blocs de béton cellulaire autoclavé* : mise en place de contreforts verticaux en béton armé avec :

- un espacement de 6 m si la hauteur H des terres est < 1,80 m ;
- et 2,50 m si H est compris entre 1,80 m et 2,40 m (Cf. dessins).





- ① Fondation
- ② Mur blocs béton cellulaire autoclavé
- ③ Plancher B.A.
- ④ Contrefort B.A.
- ⑤ Coupure de capillarité

- ⑥ Enduit extérieur
- ⑦ Dallage
- ⑧ Armature de chaînage  $\geq 1 \text{ } \varnothing 12 \text{ HA}$
- ⑨ Joint de hourdage
- n À déterminer par le calcul (avec les armatures)

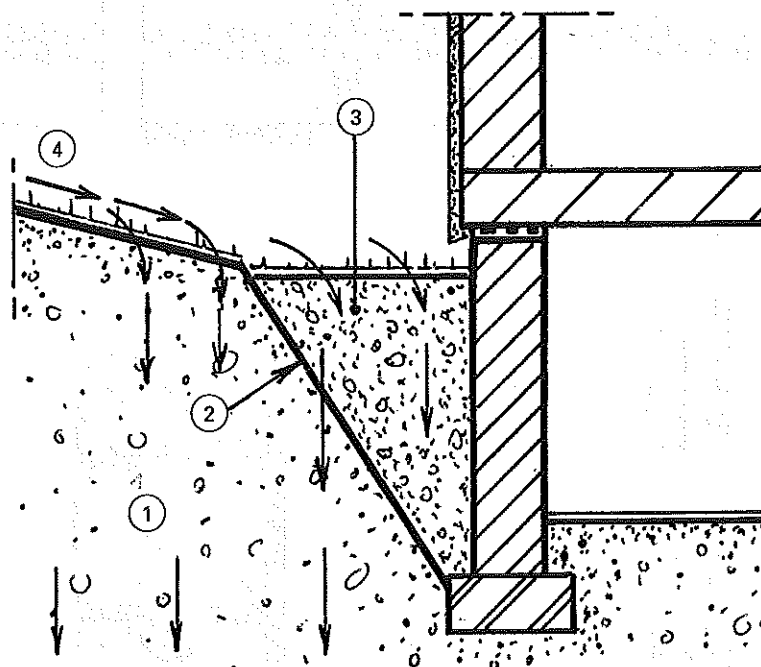
*c) Dispositions particulières aux murs enterrés au point de vue de l'étanchéité de la paroi*

– Considérations générales : les exigences d'utilisation des locaux en sous-sol sont liées à différents paramètres concernant l'environnement de la construction et l'écoulement des eaux de pluie ;

– considérations particulières :

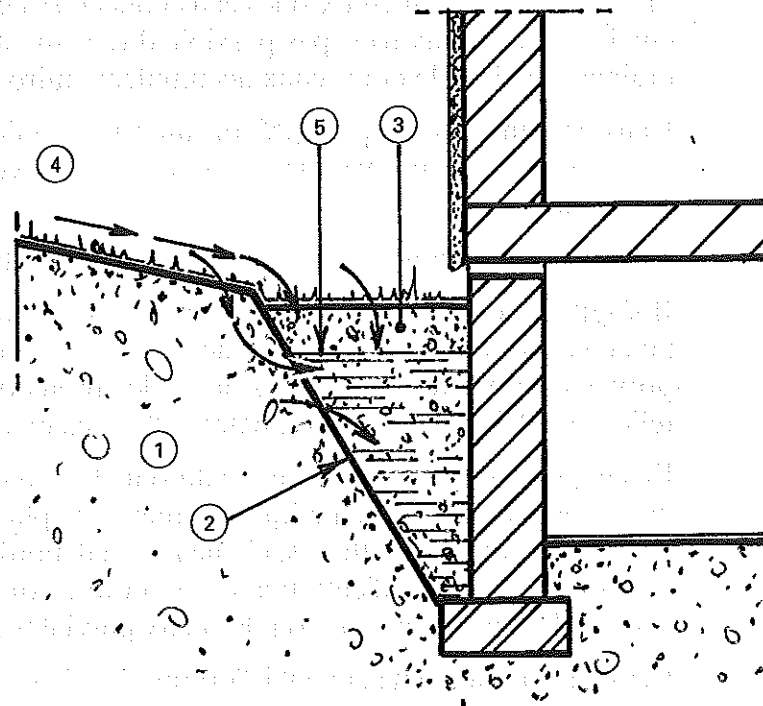
- Nature du terrain de fondation :

*1<sup>er</sup> cas : terrain perméable (sables, graviers, etc.) non immergé*



- ① Terrain perméable
- ② Tranchée des fouilles
- ③ Remblai
- ④ Eaux de ruissellement

**2<sup>e</sup> cas : terrain peu perméable (argile, limon, etc.)**



- ① Terrain peu perméable
- ② Tranchée des fouilles
- ③ Remblai
- ④ Eaux de ruissellement
- ⑤ Accumulation d'eau

• Nature du remblai entre fouille et bâtiment :

- si le terrain de fondation est perméable, la nature du remblai a peu d'influence (1<sup>er</sup> cas) ;
- si le terrain dans lequel la fouille a été ouverte est peu perméable (2<sup>e</sup> cas) et si aucun drainage n'a été prévu, il est dangereux de remblayer la tranchée de fouille avec des matériaux très perméables.

Par ailleurs, par référence au DTU 12 « Terrassements », le remblaiement avec des gravais de chantier est interdit.

• Présence éventuelle d'un drainage :

- la nécessité d'installer un drainage est un cas d'espèce ;
- toutefois, il est conseillé de drainer chaque fois qu'un bâtiment est fondé sur une couche peu perméable surmontée par une couche perméable, les eaux de ruissellement pouvant s'accumuler contre les murs du sous-sol suffisamment longtemps, puis pénétrer à l'intérieur à travers les défauts du mur ou en cheminant sous la fondation ;

– mais le réseau de drainage, même bien conçu et réalisé, peut s'avérer inutile et même dangereux si les eaux collectées ne sont pas évacuées. Si l'évacuation de ces eaux n'est pas possible directement, c'est-à-dire par gravité, le drainage est inutile et les eaux accumulées finiront par pénétrer à l'intérieur.

Dans certains cas, on peut prévoir un relevage des eaux de drainage collectées pour les évacuer vers le réseau d'égout ou vers une réserve éloignée du bâtiment.

- Présence d'ouvrages relativement étanches en bordure du bâtiment.

Il s'agit principalement des dallages, trottoirs présentant généralement une pente vers l'extérieur afin d'éloigner les eaux de ruissellement de façade ou en provenance des toitures ; mais aussi des protections associées aux façades, telles que débords de toiture, balcon d'étages ou auvents, etc.

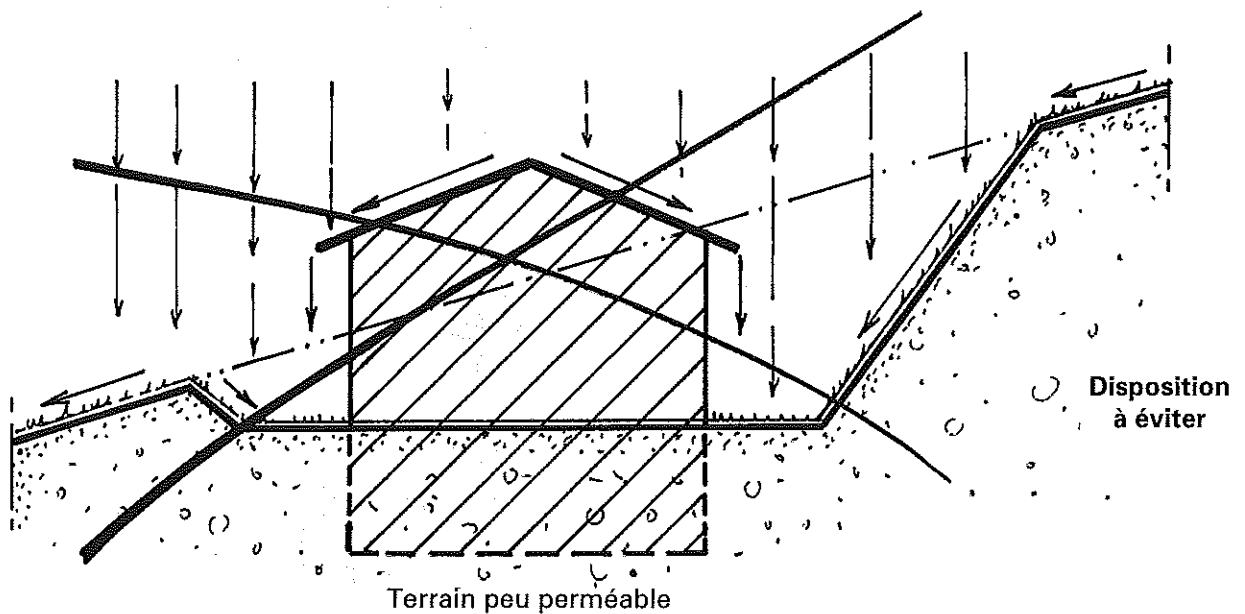
En ce qui concerne les toitures traditionnelles (technique couverture), il n'y a pas d'obligation (sauf esthétique) de mettre en place des dispositifs de collecte des eaux de pluie (gouttières, chéneaux en débord). Par ailleurs, il arrive souvent que, par défaut d'entretien des gouttières fuient, et que le raccordement avec la descente d'évacuation des eaux pluviales soit défectueux.

Ces dispositions sont souvent à l'origine de désordres graves dans les ouvrages enterrés :

- tassement de fondation à l'angle d'un bâtiment ;
- venues d'eau en sous-sol.

- Importance des eaux de ruissellement pouvant venir en contact avec les murs périphériques du bâtiment.

**Exemple type :** Construction installée sur une plate-forme formant cuvette, avec rétention et accumulation des eaux de ruissellement.



- Présence d'une nappe phréatique éventuelle : la situation de la nappe peut être très variable par rapport au bâtiment. Au moment de la construction, elle n'est pas décelée (sauf par sondages) car elle est située sous le fond de fouille. Si elle est alimentée par les eaux de surface, son niveau peut s'abaisser fortement en années sèches ou très sèches, avec des perturbations pour les fondations.

Elle peut aussi remonter au-delà des niveaux connus et occasionner d'autres désordres :

- en soulevant les dallages ;
- en faisant gonfler le sol de fondation (cas des argiles) ;
- en exerçant des poussées sur les murs et en pénétrant à l'intérieur des locaux.

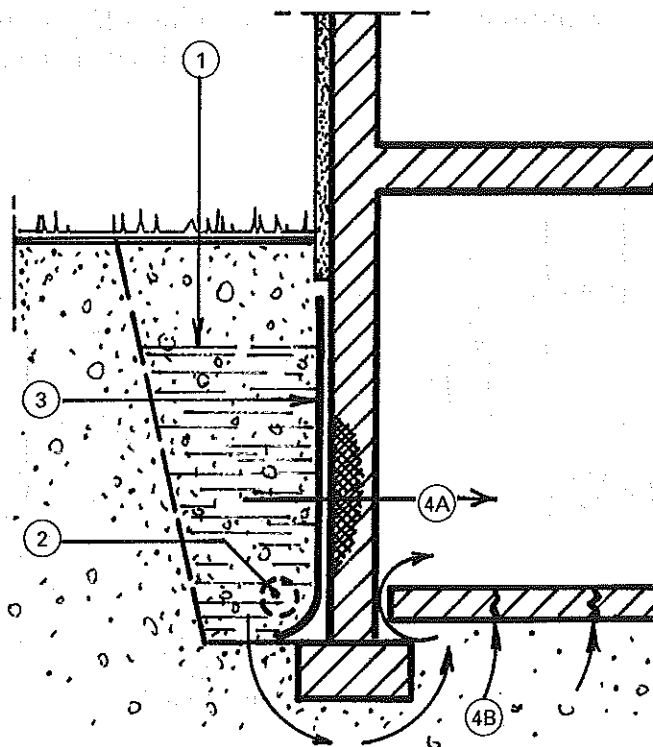
Généralement, l'existence d'une nappe phréatique nécessite sa prise en compte par des ouvrages de cuvelage (Cf. DTU 14.1).

### 3. Dispositions à prévoir pour l'étanchéité des parties enterrées

Les dispositions qui suivent ne sont valables que s'il n'y a pas accumulation prolongée de l'eau le long des murs périphériques, ce qui correspond aux deux cas suivants :

- Le drainage n'est pas nécessaire ;
- Le drainage est nécessaire et prévu.

En effet, si le drainage n'est pas prévu alors qu'il s'avère nécessaire, il ne suffira pas de mettre en place un revêtement d'étanchéité sur le mur, l'eau pouvant pénétrer à l'intérieur des locaux soit par un défaut de paroi (fissure) répercuté sur le revêtement, soit par un contournement sous la fondation.



- ① Accumulation d'eau
- ② Absence de drainage
- ③ Revêtement d'étanchéité
- ④A Pénétration par défaut du mur et défaut du revêtement
- ④B Contournement des fondations

*a) 1<sup>er</sup> cas : le drainage n'est pas nécessaire (d'après l'étude effectuée)*

C'est généralement le cas des bâtiments fondés sur des terrains perméables.

– Murs de 1<sup>ère</sup> catégorie : ils doivent être revêtus extérieurement, mais les locaux correspondants doivent être aérés et ventilés.

– Murs de 2<sup>e</sup> catégorie : la décision appartient au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage selon les conditions d'utilisation du local. L'enduit, s'il est prévu, doit être sur la face extérieure du mur.

Cet enduit est soit du type traditionnel (Cf. DTU 26.1) à base de liants hydrauliques, soit un enduit d'imperméabilisation de façade bénéficiant d'un Avis technique pour maçonneries enterrées. Il peut être amélioré ou non par un produit noir en émulsion.

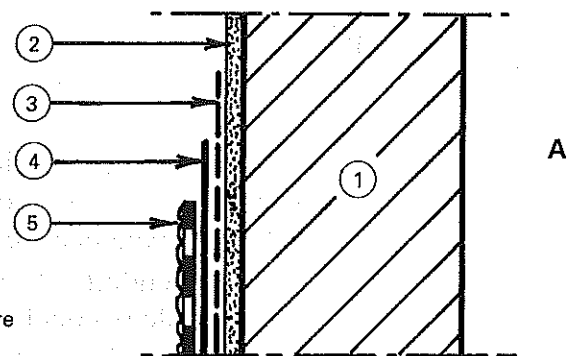
**Nota :** Tous ces systèmes n'acceptent pas l'eau sous pression et ne peuvent résister à une fissuration du support.

*b) 2<sup>e</sup> cas : le drainage est prévu*

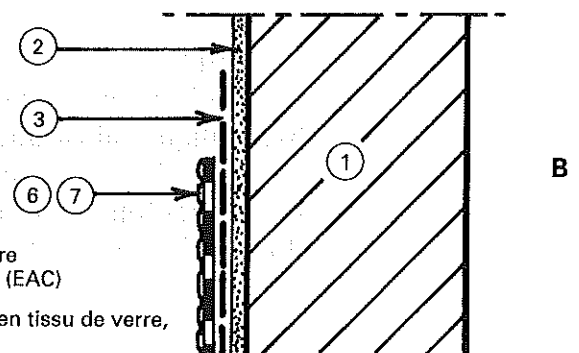
– Murs de 1<sup>re</sup> catégorie : un système permettant d'éviter l'apparition d'humidité par infiltration sur la paroi intérieure est prévu.

Systèmes admis par le DTU 20.1<sup>1)</sup> (A) (B).

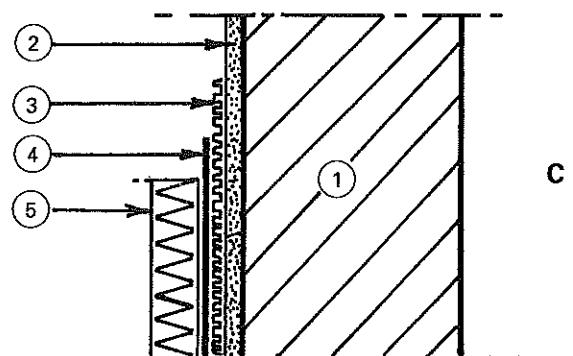
- ① Support élément porteur mur
- ② Enduit de dressage
- ③ EIF – Enduit d'imprégnation à froid
- ④ EAC – Enduit d'application à chaud
- ⑤ Chape souple de bitume armé type 40 TV à armature en tissu de verre et autoprotection par feuille alu (NF P. 84.303)



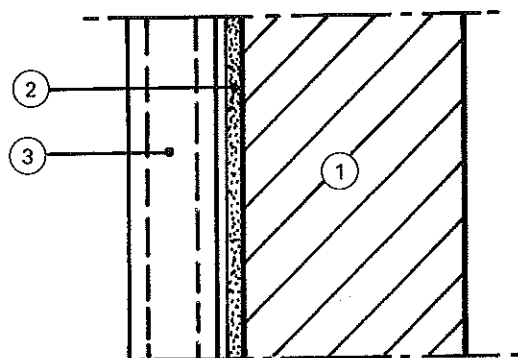
- ① Support élément porteur mur
- ② Enduit de dressage
- ③ EIF – Enduit d'imprégnation à froid
- ⑥ Chape souple de bitume armé type 50 TV à armature en tissu de verre autoprotégée par feuille d'aluminium (NF P. 84303) collée au bitume (EAC)
- ou
- ⑦ Chape souple de bitume armé type 50 TV VV-HR à double armature en tissu de verre, autoprotégée par feuille aluminium (NF P. 84312) soudée



- ① Support élément porteur mur
- ② Enduit de dressage
- ③ Colle assemblage feuille et support
- ④ Membrane ou feuille élasto-plastique (PVC) selon ATec
- ⑤ Protection contre les chocs



1) Ces systèmes sont mentionnés par le DTU 20.1 mais nécessitent, chacun, une étude particulière.



D

- ① Mur support
- ② Enduit de dressage (imperméabilisation)
- ③ Blocs drainants (béton poreux) alvéolés pour drainage vertical

– Murs de 2<sup>e</sup> catégorie : la partie enterrée de la face extérieure des murs de soubassement doit recevoir un revêtement imperméable à l'eau, c'est-à-dire, selon les exigences résultant des conditions d'occupation :

- soit un enduit extérieur à base de liants hydrauliques type DTU 26.1 complété par deux couches d'EIF ;
- soit des drains verticaux en liaison avec le drainage horizontal (blocs drainants, nappes filtrantes).

Remarque :

Les revêtements par enduit extérieur d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques ainsi que les revêtements d'étanchéité bitumeux collés ou soudés en plein ne peuvent résister à une fissuration du support. C'est donc au niveau des fondations et organisation de la structure que toutes les précautions doivent être prises pour éviter ce risque.



## 1/6.6

# Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

---

### 1/6.6.1

## Généralités - Dispositions communes

---

### A. Généralités

L'exécution des maçonneries enterrées ou semi-enterrées correspond à des règles générales ou prescriptions définies :

- pour l'ensemble des parois et murs en maçonnerie d'éléments : dans le DTU 20.1 (09/1985 et additifs ou amendements) ;
- pour l'ensemble des parois et murs en béton banché dans : le DTU 23.1 (02/1990).

### B. Dispositions communes

D'une manière générale, les dispositions normatives concernant les ouvrages enterrés ou semi-enterrés visent uniquement les maçonneries d'éléments (DTU 20.1), pour :

- les matériaux utilisables ;
- leurs conditions d'utilisation (cas des maçonneries de blocs de béton cellulaire, par exemple) ;
- les maçonneries extérieures enterrées limitant des locaux utilisés (murs de sous-sol Cf. chapitre 1/6.5).

Le DTU 23.1 ne donne pas de prescriptions équivalentes pour ces mêmes ouvrages réalisés en béton banché.

3.8.1

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

3.8.2

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

3.8.3

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

3.8.4

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

3.8.5

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

Exécution des maçonneries enterrées - Dispositions constructives

## 1/6.6.2

# Parois et murs en maçonneries d'éléments

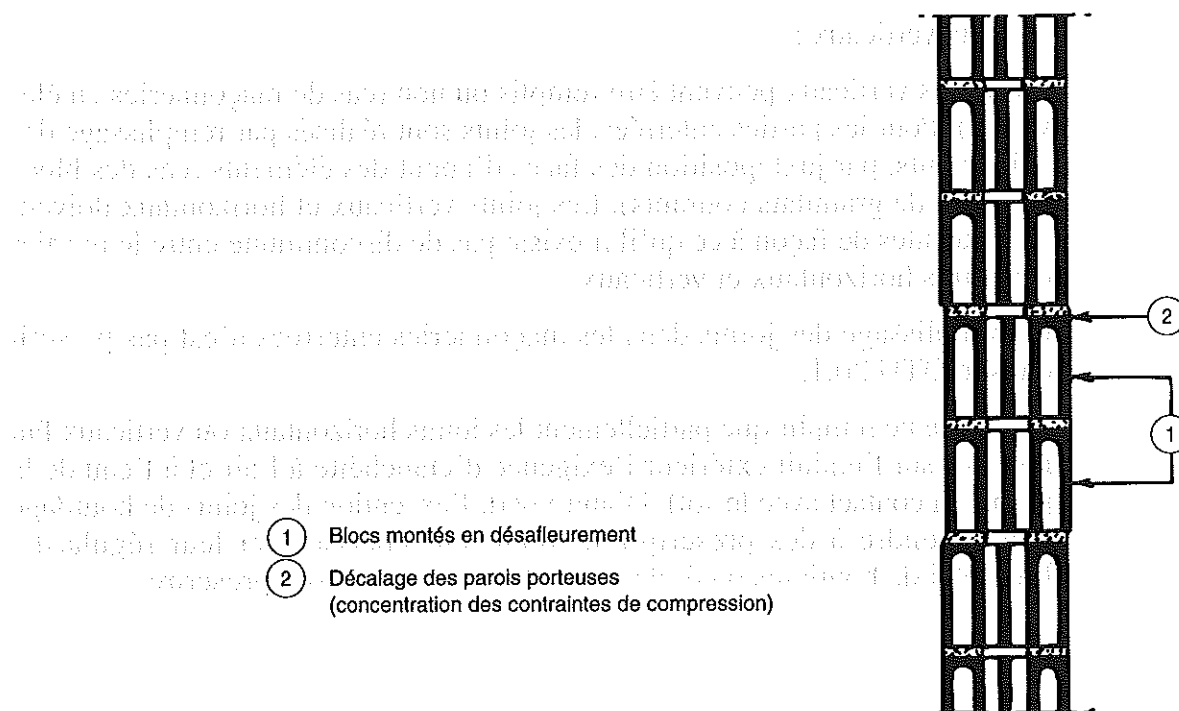
Les dispositions qui suivent correspondent à celles des maçonneries en élévation (Cf. partie 2).

Certaines de ces dispositions, rappelées ci-après, présentent un caractère d'importance relative, compte tenu de la situation particulière des parois enterrées ou semi-enterrées vis-à-vis des sollicitations (poussée des terres, présence d'eau ou d'humidité, etc.).

### A. Montage des maçonneries d'éléments

#### 1. Aplomb du mur

Le montage des éléments les uns sur les autres doit respecter l'aplomb d'un même plan vertical. Cette disposition permet d'assurer la transmission des efforts verticaux.



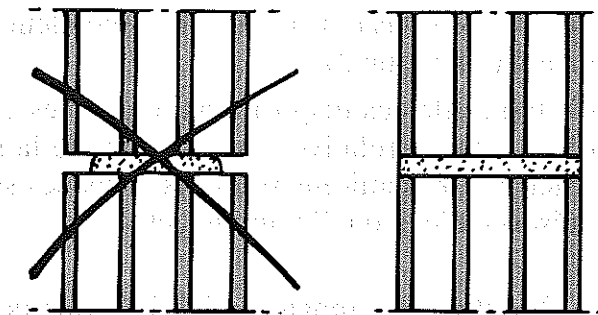
Aplomb d'un mur - montage incorrect

## 2. Hourdage des joints

### a) Maçonneries enduites

#### – Joints horizontaux :

Dans le cas de joints partiels, le mortier doit être réparti sur la longueur du mur symétriquement de part et d'autre de l'axe de celui-ci. Compte tenu des sollicitations et des exigences d'imperméabilité, le joint complet s'impose dans la plupart des cas.



Mauvais

Correct

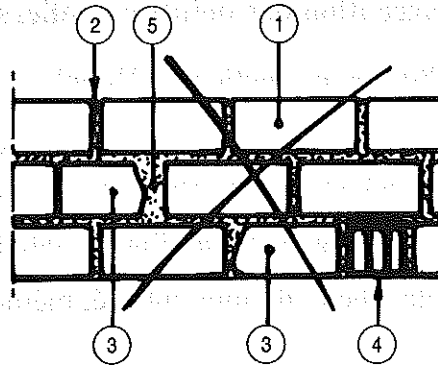
#### HOURLAGE DES JOINTS HORIZONTAUX

#### – Joints verticaux :

Les joints verticaux peuvent être remplis ou non (cas de maçonneries en élévation). Pour les parties enterrées, les joints sont réalisés par remplissage des évidements, par juxtaposition des faces d'about des éléments (cas des blocs en béton de granulats courants). Les joints verticaux et horizontaux doivent être exécutés de façon à ce qu'il n'existe pas de discontinuité entre le mortier des joints horizontaux et verticaux.

Le remplissage des joints dans les maçonneries enterrées n'est pas prescrit dans le DTU 20.1.

Le fait de ne remplir que partiellement les joints horizontaux ou verticaux fait reporter sur l'enduit extérieur l'exigence d'étanchéité à l'air et à l'eau de la paroi (en contact avec le sol). D'autre part, l'exécution des joints de hourdage doit répondre à des prescriptions pour leur épaisseur et leur régularité. L'emploi de boutisses ou d'éléments d'autre nature est à proscrire.



Dispositions inacceptables

- ① Élément courant
- ② Joint courant
- ③ Utilisation de morceaux d'élément
- ④ Utilisation d'élément en boutisse (pont thermique, défaut d'étanchéité)
- ⑤ Joint trop large, excès de mortier

### b) Maçonneries non enduites

Les joints horizontaux et verticaux doivent être exécutés de façon qu'il n'existe aucune discontinuité entre le mortier des joints horizontaux et verticaux.

Le profil des joints des maçonneries extérieures ne doit pas s'opposer à l'écoulement des eaux de ruissellement. Les joints saillants ou trop profonds ne sont pas admis.

Le jointolement peut être effectué en montant (cas général) ou après coup (rejointolement).

Ces dispositions sont applicables aux maçonneries apparentes en élévation. Dans certains cas, par exemple murs enterrés construits en limite, l'application d'un enduit extérieur n'est pas possible.

La satisfaction aux différentes exigences concernant les maçonneries enterrées est fonction des paramètres suivants (rappel) :

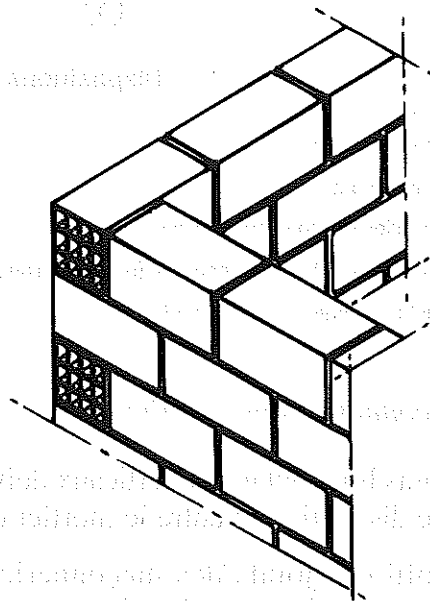
- environnement de la construction et écoulement des eaux de pluies ;
- nature du terrain de fondation ;
- nature du remblai contre mur ;
- présence éventuelle d'un drainage ;
- ouvrages étanches en bordure du bâtiment ;
- présence d'une nappe phréatique ;
- importance du ruissellement.

## B. Exécution des points singuliers

### 1. Chaînages verticaux d'angle

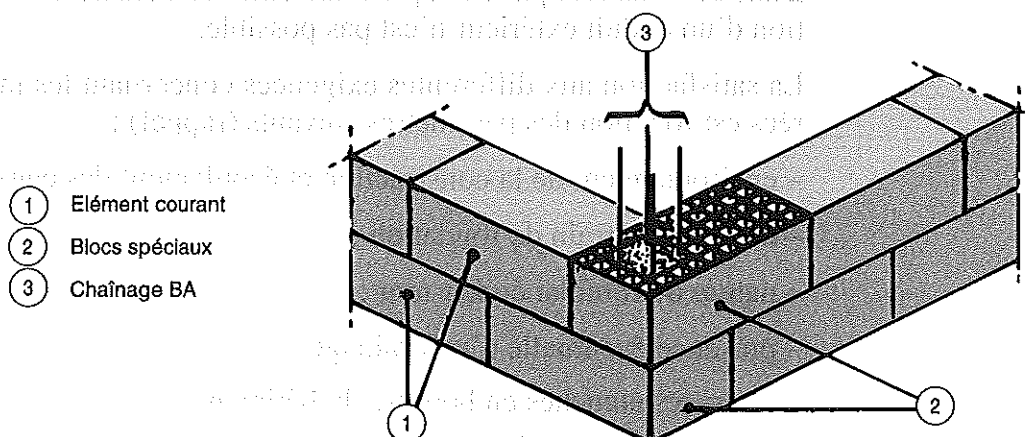
La disposition qui consiste à harper simplement les blocs ou les briques (creuses) ne permet pas de réaliser :

- un chaînage vertical d'angle satisfaisant ;
- l'étanchéité du mur enterré, même si un enduit extérieur est mis en place.

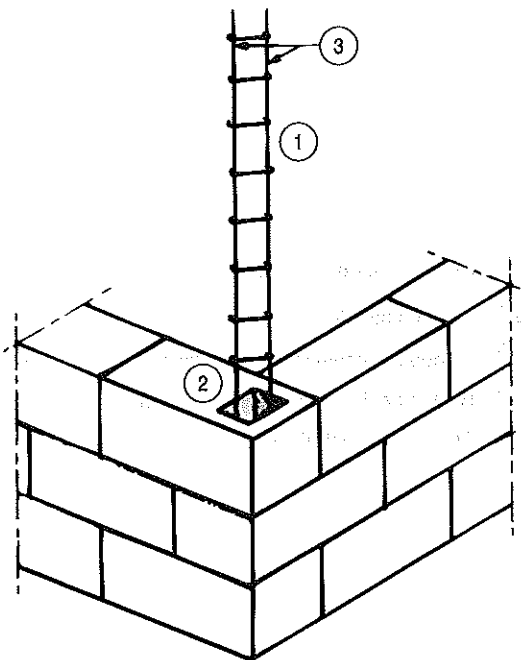


**Disposition inacceptable pour un mur enterré**

L'utilisation de blocs ou d'éléments spéciaux permet de réaliser un chaînage vertical « incorporé » à la paroi. La réalisation correcte de ces chaînages d'angle, tant en infrastructure qu'en superstructure, présente quelques sujétions.

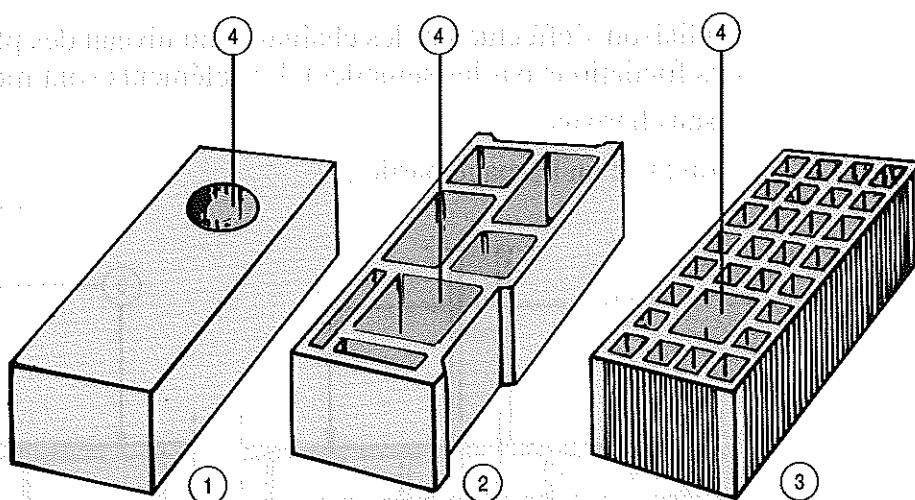


**Disposition correcte**



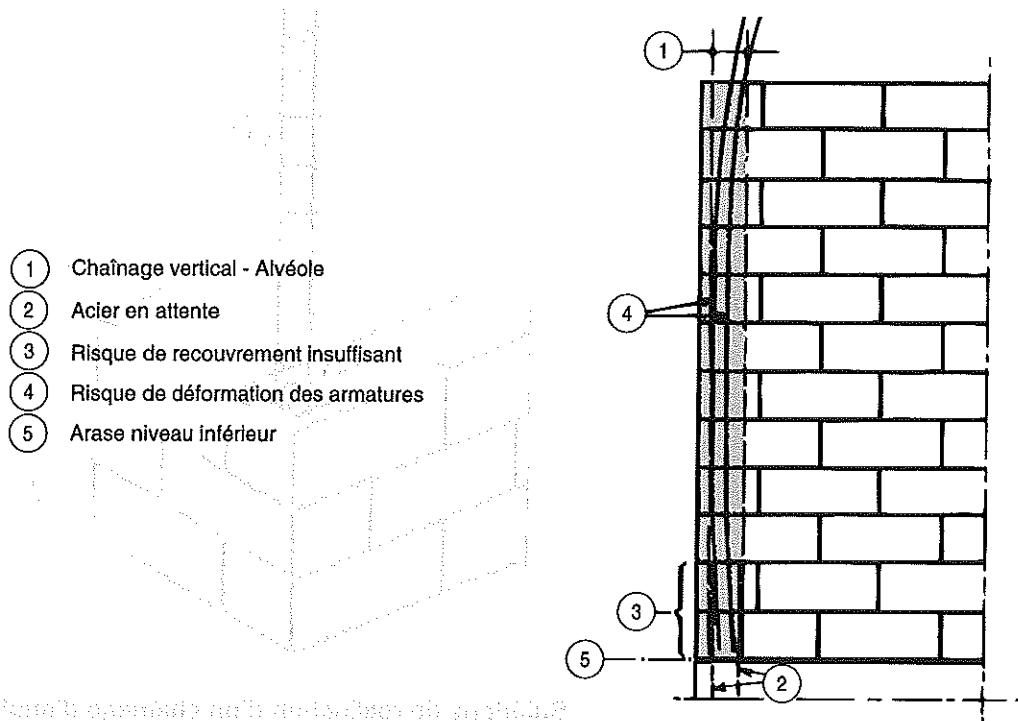
### Sujétions de réalisation d'un chaînage d'angle (avec utilisation de blocs spéciaux)

- ① Sujétion de mise en place des blocs ou élément d'angle pour passer les armatures dans l'alvéole
- ② Sujétion de bétonnage de l'alvéole au fur et à mesure des assises horizontales
- ③ Armatures minimales 2 Ø 10 HA + épingle sur toute la hauteur de l'étage



### Blocs spéciaux d'angle

- ① Béton cellulaire autoclavé
- ② Blocs creux de béton de granulats courants
- ③ Bloc de terre cuite alvéolée
- ④ Trou pour chaînage vertical



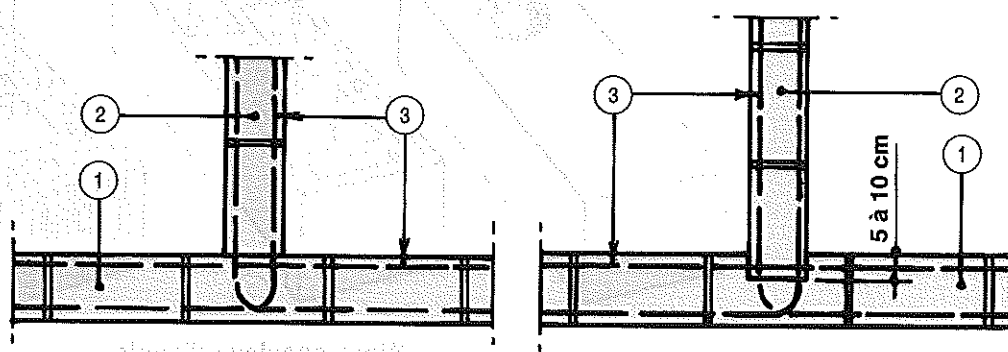
Chaînage vertical d'angle - Risque de déformation des armatures

## 2. Liaisons avec murs de refends perpendiculaires

### a) 1<sup>er</sup> cas : sans chaînage vertical intermédiaire

La liaison s'effectue par les chaînages au niveau des planchers (ou au niveau des fondations par les semelles). Les éléments sont montés :

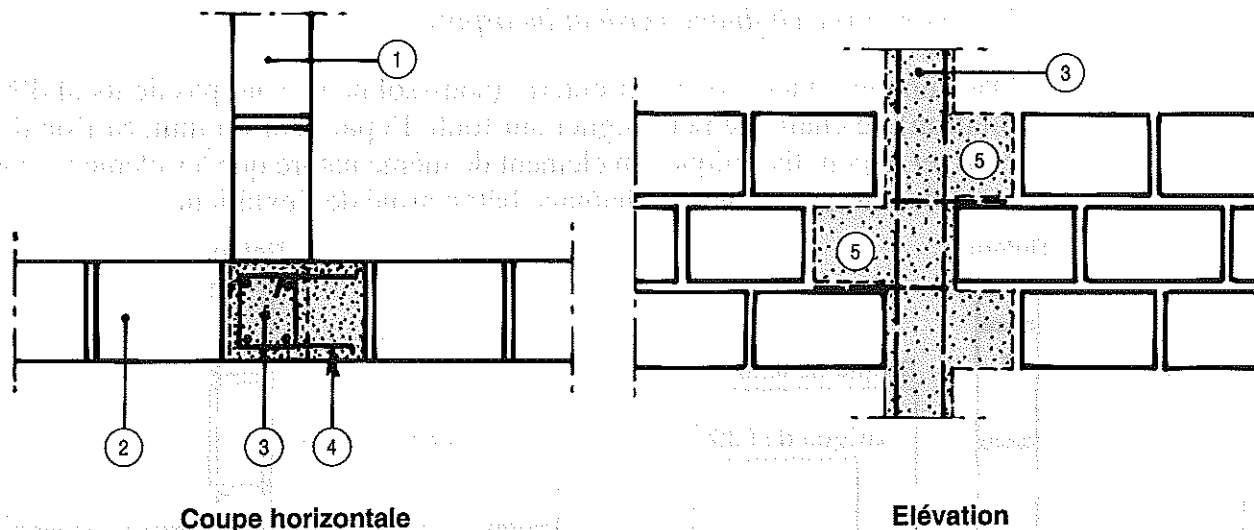
- sans harpage ;
- ou avec un harpage partiel.



Liaison façade/refend (sans harpage) Liaison façade/refend (avec harpage partiel)

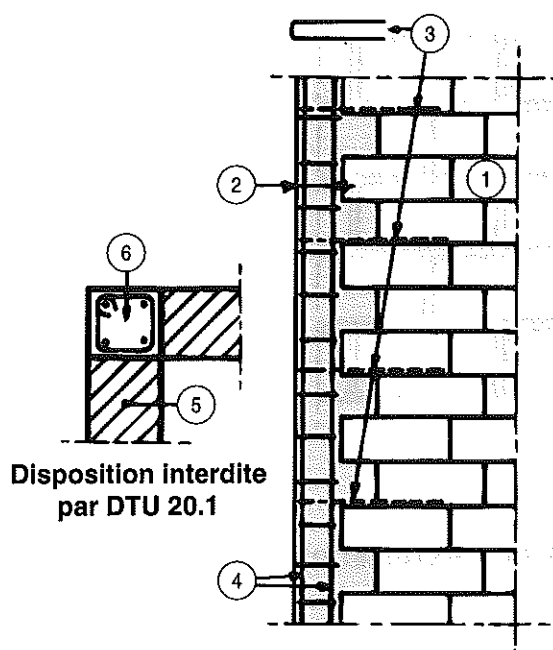
- 1 Mur de façade
- 2 Mur de refend
- 3 Aciers de chaînage





### CHAINAGE VERTICAL FAÇADE/REFEND AVEC HARPAGE DES MAÇONNERIES

- ① Refend
- ② Façade
- ③ Chainage BA
- ④ Acier de liaison
- ⑤ Harpes selon rangs de pose



Disposition interdite par DTU 20.1

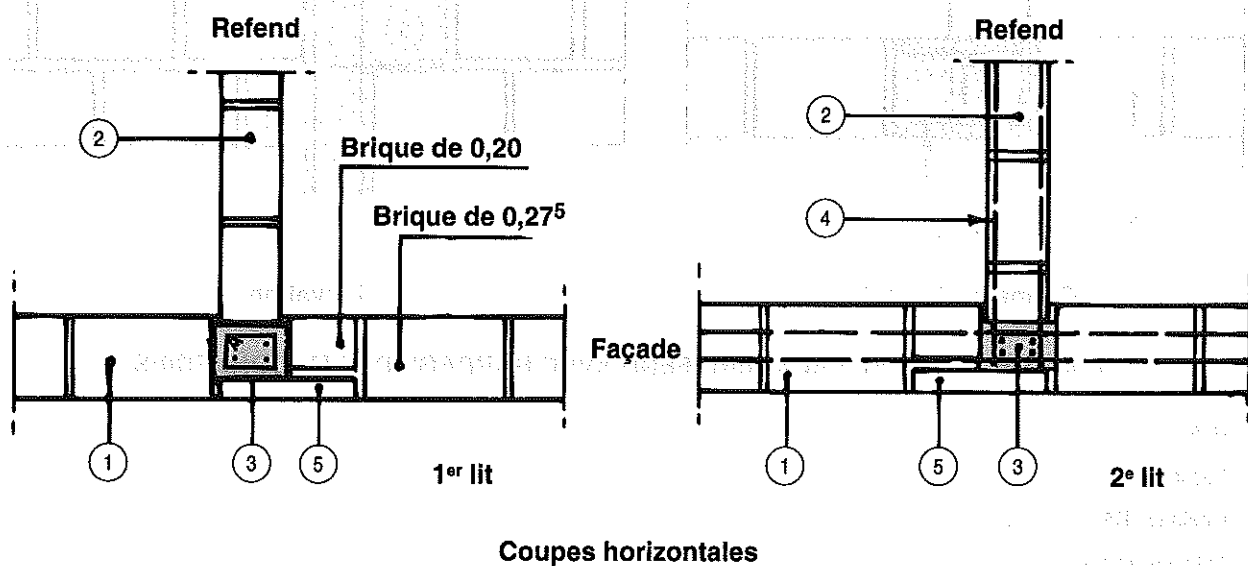
- ① Maçonnerie d'éléments montée à joints décalés
- ② Poteau BA d'angle coulé sur place en liaison avec la maçonnerie
- ③ Dans les joints horizontaux de maçonnerie : armatures (épingles) de liaison avec armatures poteau
- ④ Armatures poteau
- ⑤ Maçonnerie d'éléments
- ⑥ Chainage d'angle - Béton armé

Disposition pratique

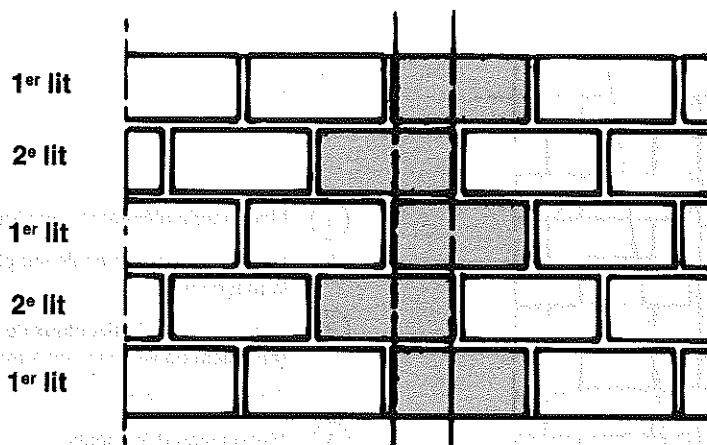
REALISATION D'UN CHAINAGE D'ANGLE COULE SUR PLACE  
(DISPOSITION VALABLE EN INFRASTRUCTURE)

b) 2<sup>e</sup> cas : avec chaînage vertical incorporé

Dans un mur enterré ou semi-enterré (sous-sol ne servant pas de local d'habitation), le chaînage peut régner sur toute l'épaisseur du mur. Si l'on doit corriger le pont thermique, un élément de même nature que les éléments courants du mur peut isoler le chaînage béton armé de l'extérieur.



Coupes horizontales



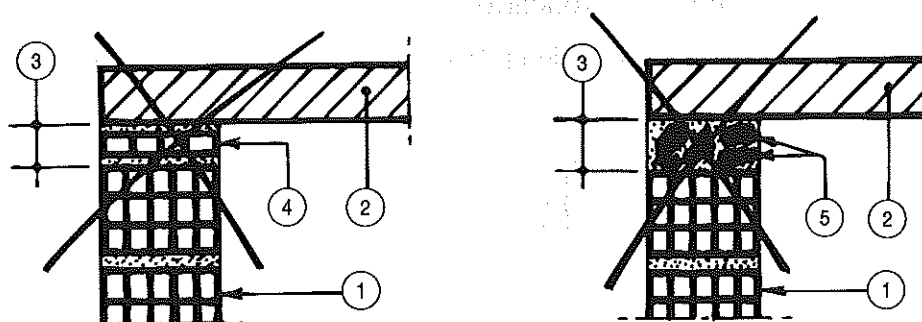
Elévation

## CHAINAGE VERTICAL ISOLE DE L'EXTERIEUR

- ① Façade
- ② Refend
- ③ Chaînage vertical
- ④ Aciers chaînages horizontaux
- ⑤ Elément de doublage (voir élévation)

### 3. Liaison avec planchers

Le calepinage des maçonneries d'éléments est une opération peu ou pas pratiquée, en particulier en France, malgré le calibrage des éléments et la modulation des joints de pose. Il est donc souvent nécessaire de rattraper l'arase de hauteur d'un mur sous plancher pour asseoir correctement ce dernier sur le mur. Il faut éviter l'emploi de briques plâtrières ou de cassons de briques.

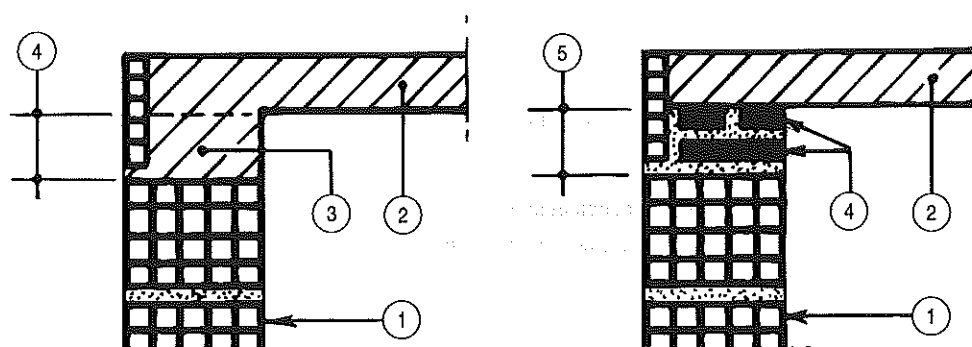


Liaisons avec planchers - Dispositions à éviter

- |   |                     |   |                              |
|---|---------------------|---|------------------------------|
| ① | Éléments courants   | ④ | Brique plâtrière             |
| ② | Plancher béton armé | ⑤ | Cassons de briques + mortier |
| ③ | Arase à rattraper   |   |                              |

Il est nécessaire de rattraper la différence de niveau :

- soit en coffrant une retombée de chaînage ;
- soit en montant un complément de maçonnerie d'éléments de module plus réduit (briques pleines, par exemple).



Liaisons avec planchers - Dispositions correctes

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| ① | Éléments courants (briques ou blocs) |
| ② | Plancher béton armé                  |
| ③ | Complément de chaînage               |
| ④ | Complément de maçonnerie             |
| ⑤ | Différence d'arase à rattraper       |

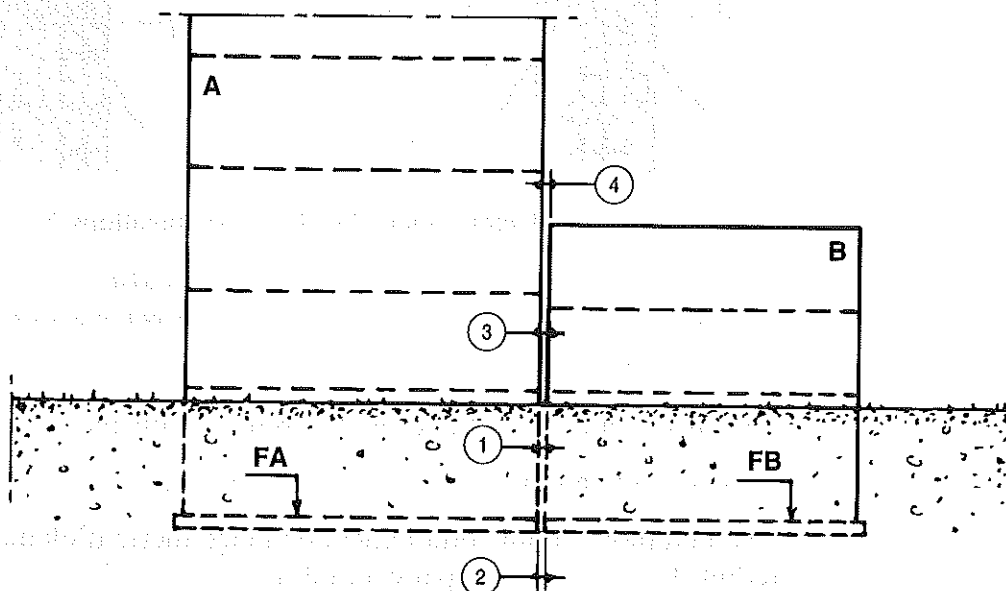
### C. Cas particuliers : joint de structure descendu jusqu'aux fondations

#### 1. Généralités

Il y a deux types de joints à considérer :

- les joints de tassement, qui correspondent à une coupure totale de la construction, tant en superstructure qu'en infrastructure (parties enterrées, y compris les fondations).

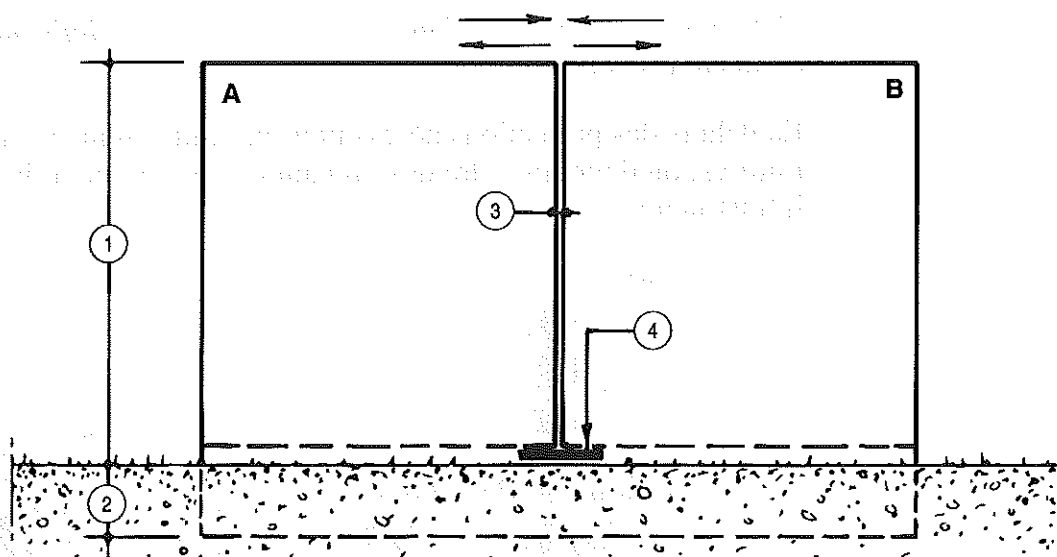
Dans ce cas, le joint descend jusqu'aux fondations qui sont également recoupées ;



**Joint de tassement**

- ① Joint en infrastructure
- ② Joint en fondation
- ③ Joint en superstructure
- ④ Joint en terrasse (bâtiment B)

- les joints de dilatation-retrait, qui intéressent uniquement la superstructure, afin de tenir compte des variations thermiques de celle-ci. Les parties en infrastructure, peu influencées par les variations de température et le retrait, ne sont pas nécessairement recoupées.



Joint de dilatation - Retrait

- ① Partie en élévation superstructure
- ② Partie enterrée infrastructure
- ③ Joint en élévation
- ④ Renforcement du chaînage à la base du joint

## 2. Organisation d'un joint de tassement

Le joint de tassement doit être organisé de telle manière que chaque bâtiment puisse se déplacer dans le sens vertical du joint et que l'amplitude de ce dernier puisse éventuellement évoluer dans le cas de tassements différentiels.

Ces exigences nécessitent :

- la coupure franche des fondations et des dallages de sous-sol ;
- la coupure des infrastructures ;
- la coupure des superstructures (y compris planchers, toitures, etc.).

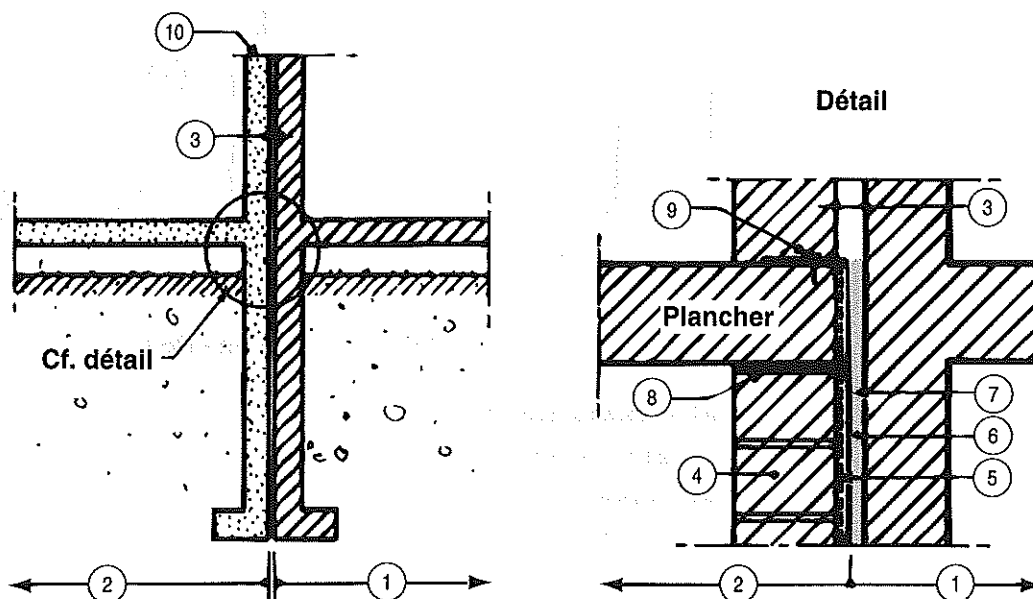
Plusieurs cas peuvent se présenter selon que les constructions adjacentes font partie du même bâtiment, ou de deux bâtiments différents ou encore de deux parties différentes d'un même bâtiment (cages d'escalier, par exemple), séparées par des murs pignons ou murs de refends limitant le joint de chaque côté.

Les mouvements relatifs de chaque bâtiment adjacent étant possibles, aucune liaison ne doit exister sur toute la hauteur du joint tant en infrastructure qu'en superstructure.

Le problème le plus courant à résoudre en infrastructure est celui de l'étanchéité du mur au droit du joint.

*a) 1<sup>er</sup> cas : construction d'un nouveau bâtiment en limite mitoyenne d'un bâtiment existant*

En dehors des protections nécessaires en limite au niveau des façades et des toitures, on devra prendre des précautions au moment de la réalisation des infrastructures.

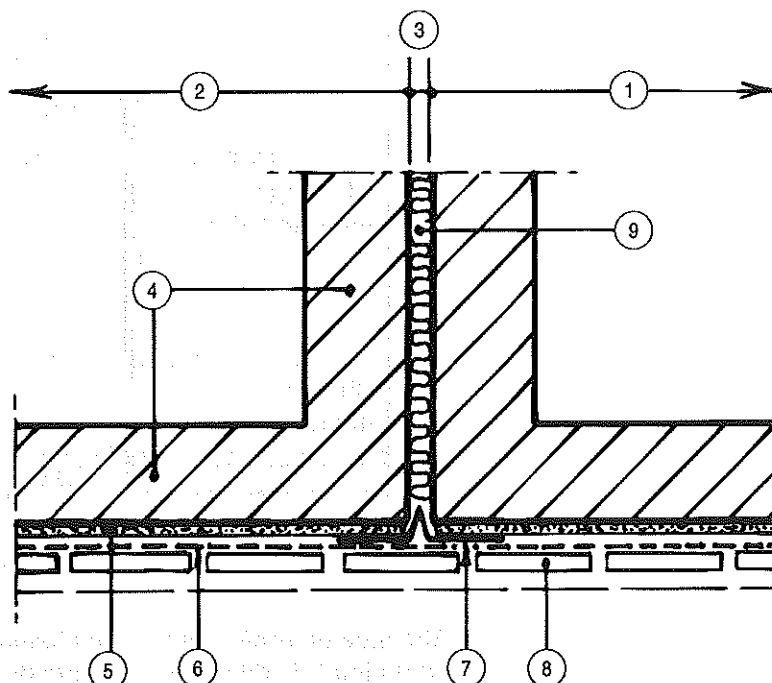


**1<sup>er</sup> cas : construction nouvelle en limite**

- ① Partie de construction existante
- ② Partie nouvelle à construire
- ③ Jeu correspondant à un joint de construction (tassement)
- ④ Maçonnerie enterrée nouvelle (parement brut)
- ⑤ Feutre non tissé en polyester
- ⑥ Membrane PVC 10/10 ou 15/10 fixée en pied. Feuille fixée provisoirement avec le non tissé sur la partie existante et rabattue sur le plancher haut du sous-sol et fixée sur ce dernier
- ⑦ Feuille de séparation en polystyrène expansé de 0,02 m + kraft
- ⑧ Arase étanche
- ⑨ Fixations
- ⑩ Disposition à prévoir au niveau des toitures pour assurer l'étanchéité du joint

*b) 2<sup>e</sup> cas : même problème applicable à un mur de façade (partie enterrée)*

L'étanchéité au droit du parement extérieur peut être obtenue par la mise en place d'un dispositif « à soufflet » comportant une membrane souple (PVC, par exemple) pouvant supporter des sollicitations de traction et/ou de torsion en cas de tassements différentiels des deux parties de bâtiment.



Coupe horizontale

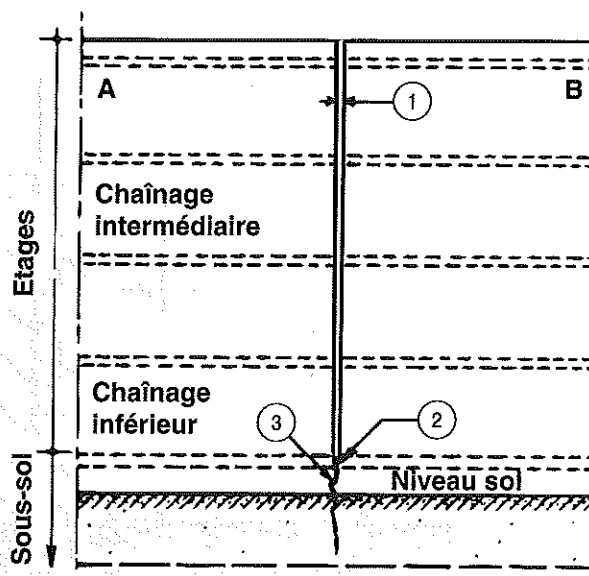
## 2° cas : disposition en façade

- ① Partie de construction existante
- ② Partie nouvelle à construire
- ③ Jeu correspondant à un joint de construction (tassement)
- ④ Maçonnerie enterrée nouvelle
- ⑤ Enduit face extérieure
- ⑥ Etanchéité éventuelle (selon la nature des locaux de sous-sol)
- ⑦ Dispositif de joint à soufflet
- ⑧ Dispositif de drainage - Protection de l'étanchéité
- ⑨ Joint d'isolation entre partie existante et partie nouvelle (polystyrène expansé)

### 3. Organisation d'un joint de dilatation (non descendu jusqu'aux fondations)

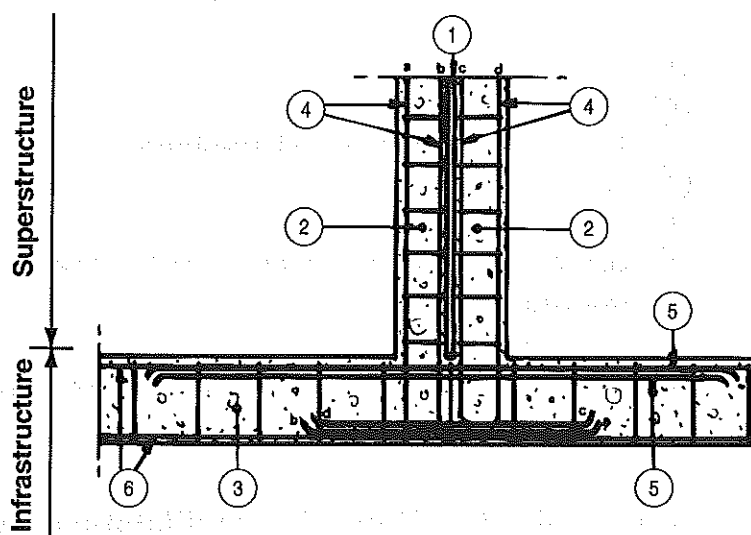
Le joint est arrêté au niveau du premier plancher de superstructure, généralement placé au-dessus du sol.

Cette disposition, qui permet le libre mouvement du joint en superstructure (ouverture-fermeture), nécessite un renforcement au niveau du chaînage du plancher, si l'on veut éviter que le joint de superstructure ne se prolonge dans l'infrastructure.



**Absence de renforcement de chaînage à la base d'un joint de dilatation - Risque de fissuration**

- ① Joint de dilatation - Retrait
- ② Absence de renforts (armatures de chaînage)
- ③ Fissure



**Détail du joint de dilatation (renfort de base)**

- ① Joint diapason
- ② Chaînages verticaux
- ③ Chaînage plancher
- ④ Aciers chaînages verticaux
- ⑤ Aciers renforts horizontaux
- ⑥ Aciers filants chaînage plancher



## D. Précautions au montage

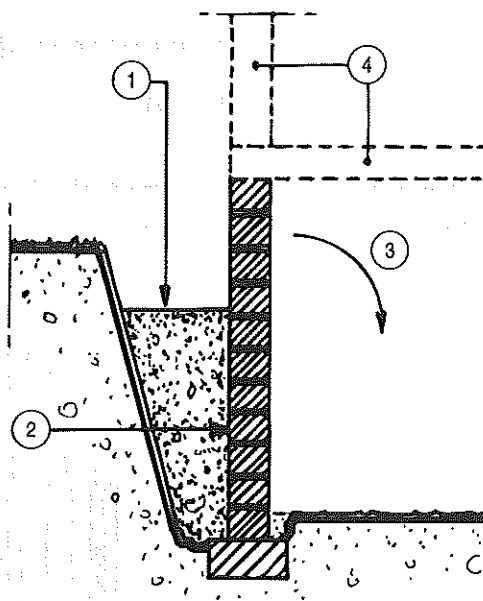
### 1. Remblaiement derrière un mur en maçonnerie

Un mur en maçonnerie d'éléments non étayé ou non buté en tête par un plancher n'est pas stable. Il s'effondrera avec des risques d'accidents corporels, notamment si :

- le hourdage des éléments est trop récent ;
- le remblai atteint toute la hauteur du sous-sol ;
- un compactage augmente la poussée du massif.

Le remblaiement ne doit être effectué que :

- lorsque le plancher haut du sous-sol assure une butée suffisante ;
- si le mur est chargé par les superstructures.



Remblaiement derrière un mur en maçonnerie non buté en tête

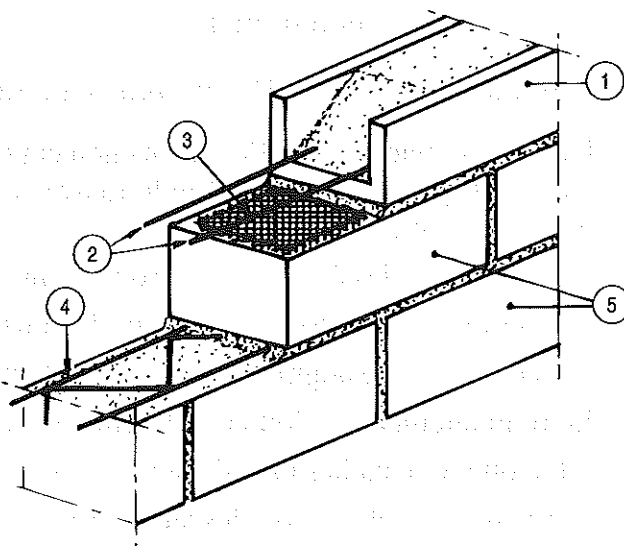
- ① Remblai
- ② Poussée due au remblai
- ③ Déversement du mur
- ④ Ouvrages futurs

### 2. Utilisation de maçonneries armées

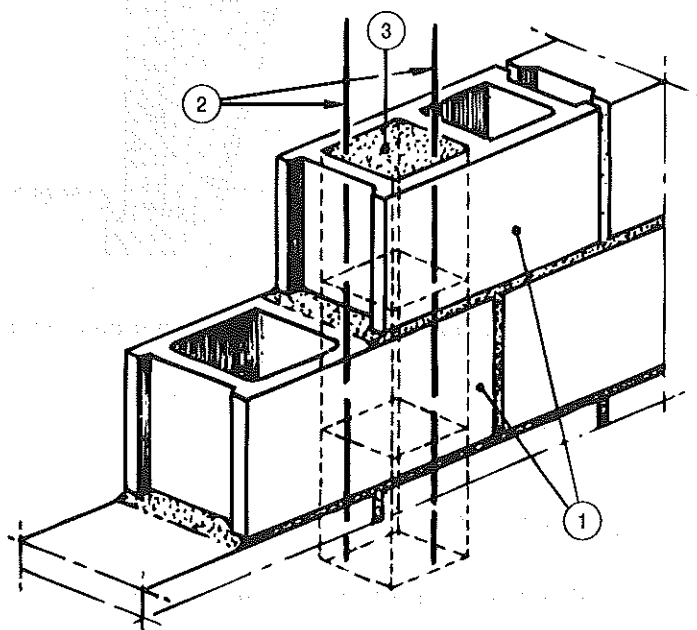
#### a) Utilisation de blocs ou d'éléments courants

Les éléments sont montés à joints décalés avec mise en place dans l'épaisseur du joint horizontal d'une armature spéciale en treillis.

Des blocs spéciaux sont utilisés pour réaliser les chaînages et les linteaux.

**Maçonnerie armée (joints horizontaux)**

- ① Blocs spéciaux (chaînage-linteaux)
- ② Armatures renforts
- ③ Grillage fin pour éviter le remplissage du vide du bloc
- ④ Armature préfabriquée spéciale pour le joint horizontal
- ⑤ Blocs ou éléments courants

**Maçonnerie armée : blocs spéciaux à perforations verticales - Armatures verticales**

- ① Blocs spéciaux montage alterné
- ② Armatures verticales
- ③ Remplissage alvéoles

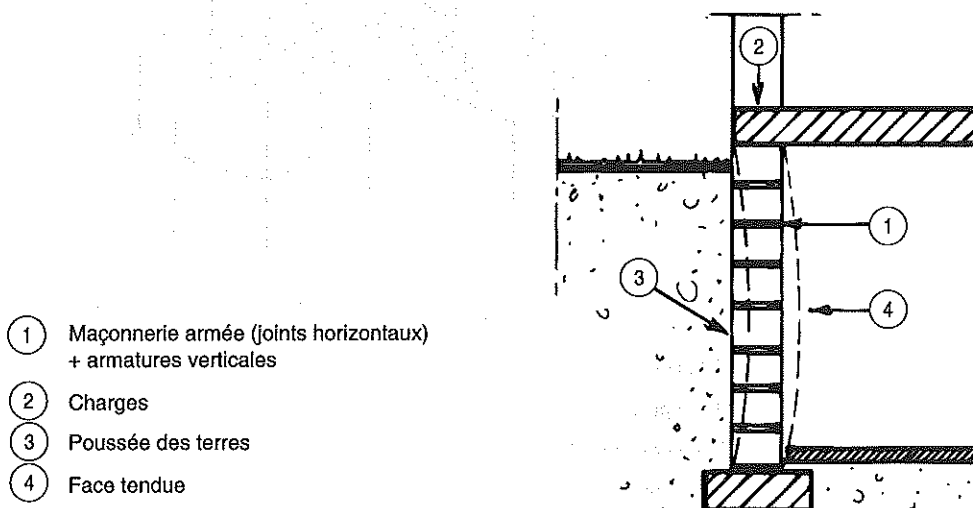
*b) Utilisation de blocs spéciaux, dits « blocs à bancher »*

On peut les utiliser :

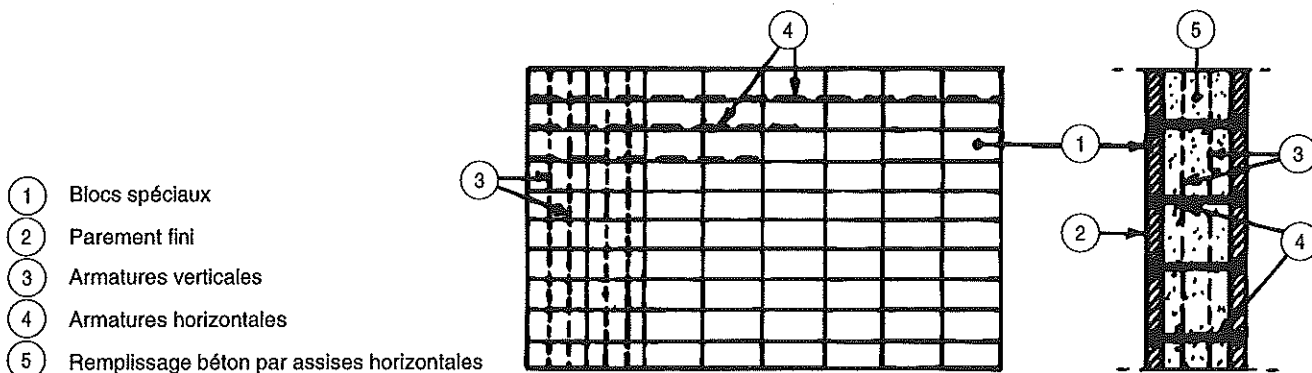
– à joints décalés, avec :

- des armatures verticales placées dans les alvéoles, soit sur une face soit sur deux faces ;
- des armatures horizontales placées dans les joints (encoches spécialement prévues).

– à joints sans découpes (joints alignés) avec des armatures verticales et horizontales.



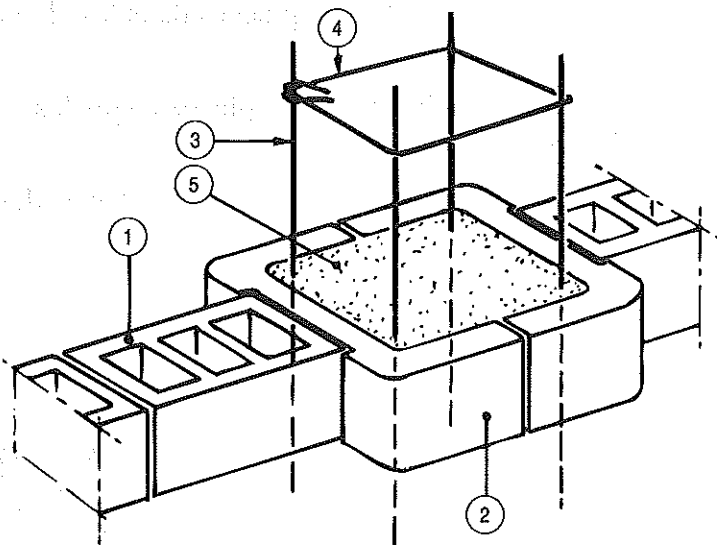
**Utilisation de blocs avec armatures dans les joints horizontaux pour renforcer la maçonnerie (poussée des terres)**



**Maçonnerie armée - Montage par blocs spéciaux à joints non décalés**

*c) Autres types de blocs*

D'autres types de blocs (poteaux) sont également utilisés pour réaliser des renforts locaux, la liaison étant conçue pour un raccordement avec des blocs courants.



**Maçonnerie armée blocs spéciaux « poteaux »**

- ① Bloc courant (mur)
- ② Bloc spécial (poteau)
- ③ Armature verticale
- ④ Armature poteau (cadre)
- ⑤ Section bétonnée du poteau

## 1/7.4

# Dallages intérieurs enterrés (bâtiments d'habitation ou assimilés)

### A. Définition - Domaine d'utilisation

Les ouvrages faisant l'objet du présent chapitre correspondent aux dallages intérieurs constituant les surfaces de circulation ou d'utilisation situés au niveau des sous-sols et reposant sur le sol.

Ils correspondent à l'utilisation des sols des locaux correspondants.

Ils sont soumis :

- aux charges fixes d'installation ;
- aux charges de service (circulation, stockage).

Ces ouvrages sont par définition assimilables à des ouvrages de fondation et correspondent, dans leurs dispositions principales, aux éléments figurés au chapitre 1/7.2.

La situation particulière de ces ouvrages placés au niveau des fondations de la structure (fondations superficielles ou profondes et parois enterrées) conduit à des dispositions spéciales concernant leur comportement propre et leur situation vis-à-vis du risque de pénétration de l'eau.

### B. Types d'ouvrages

On distinguera :

#### 1. Les dallages avec eau en sous-pression (ouvrages placés dans une nappe phréatique)

Le dallage est alors un *radier* conçu, calculé et réalisé pour résister, comme les parois verticales auxquelles il est lié, aux poussées hydrostatiques.

Il s'agit alors d'un ouvrage complet, assimilable à un caisson étanche immergé dans la nappe phréatique (cuvelage).

## 2. Les dallages sans eau en sous-pression

La fondation est généralement distincte de celle des parois adjacentes.

Néanmoins, la présence d'humidité extérieure dans les remblais peut se manifester à l'intérieur des locaux enterrés, non seulement sur les parois verticales en contact avec les remblais, mais également au niveau des dallages établis à l'intérieur de ces locaux.

Afin de bien distinguer les deux cas signalés ci-dessus, les dispositions qui suivent ne traitent que des *dallages courants*, simplement posés sur le sol de fondation sans effet de pression hydrostatique due à une nappe phréatique.

Il y a lieu néanmoins de remarquer que cette distinction, qui permet de classer les ouvrages correspondants de deux façons différentes en ce qui concerne leur conception, n'est souvent pas faite au départ de la construction, tout simplement parce que l'on ignore l'existence d'une nappe phréatique ou son niveau, si celui-ci, au moment de l'exécution des fouilles, se situe plus bas.

### C. Conception d'ensemble de ces ouvrages

Les dallages enterrés doivent être conçus en fonction des conditions d'occupation ou d'utilisation des locaux, surtout si ceux-ci ont été modifiés après la construction (cas fréquent), tout simplement pour augmenter les surfaces habitables définies à l'origine (permis de construire).

Des locaux dont l'exigence initiale correspond à une cave pour stocker ou faire vieillir du vin et qui s'accrochent fort bien d'une certaine humidité en provenance des murs soumis à des passages capillaires ou d'un sol en terre battue simplement recouvert d'une couche de sable ou de gravier, vont probablement poser des problèmes lorsqu'ils seront transformés en locaux d'habitation ou même en locaux d'archives...

Les locaux aménagés en sous-sol pour des usages divers :

- caves, rangements,
- stockage d'archives (immeuble de bureaux),
- parcs autos,
- installations techniques (chaufferie, machinerie d'ascenseur, etc.),

peuvent subir des désordres par pénétration d'eau ou présence d'humidité.

**Remontées capillaires** provenant du sous-sol sous-jacent avec :

- taches d'humidité ;
- efflorescences ;
- moisissures, champignons ;
- détérioration de marchandises entreposées par excès d'humidité ;

- corrosion de pièces métalliques ;
- décollement, gonflement, éclatement de revêtements de sols (carrelages) ;
- décollement de peintures (cloquages), etc. ;
- gonflement du sol et déformation du dallage avec fissuration (sols argileux) ;
- inondation des locaux :
  - causes *d'origine interne* : fuites de canalisations du réseau de distribution, de chauffage ou d'évacuation (eaux vannes, eaux usées) ;
  - causes *d'origine externe* :
    - fuites du réseau d'égout ;
    - fuites du réseau extérieur de distribution ou éclatement de conduite ;
    - colmatage du réseau de drainage, etc. ;
    - débordement avec mise en pression du réseau d'évacuation des eaux pluviales, éclatement de conduite, soulèvement des tampons de visite, inondation des locaux suite à un orage exceptionnel (insuffisance du réseau d'évacuation) ;
    - remontée de la nappe phréatique par suite de la modification de la circulation des eaux souterraines consécutive à des opérations d'urbanisation.

## D. Codification technique

### 1. Généralités

Les travaux de dallages font partie des ouvrages de fondations superficielles. Il n'y a toutefois pas de DTU spécifique pour ce type d'ouvrages.

### 2. Règles

Les seules règles applicables sont les « règles professionnelles - travaux de dallage » dont la dernière édition a été publiée en avril 1990 dans les annales ITBTP (n° 482, série gros œuvre).

L'ensemble des dispositions de ces textes vise deux types d'ouvrages :

- les dallages à usage d'habitation ;
- les dallages à usage industriel.

Dans les deux cas, les règles ne précisent pas si les ouvrages sont établis :

- au niveau extérieur du sol ou à un niveau voisin de celui-ci ;
- au niveau intérieur des sous-sols.

Il semble que les dispositions constructives restent les mêmes, mais que certaines précautions supplémentaires doivent être prises notamment à la jonction avec les autres ouvrages de gros œuvre.

Le dallage est une structure en béton armé, qui est posée sur des fondations ou sur des murs de sous-sol. Il est destiné à supporter les charges des étages supérieurs et à transmettre ces charges aux fondations. Le dallage est généralement réalisé en deux parties : une partie inférieure, qui est posée sur les fondations, et une partie supérieure, qui est posée sur les murs de sous-sol.

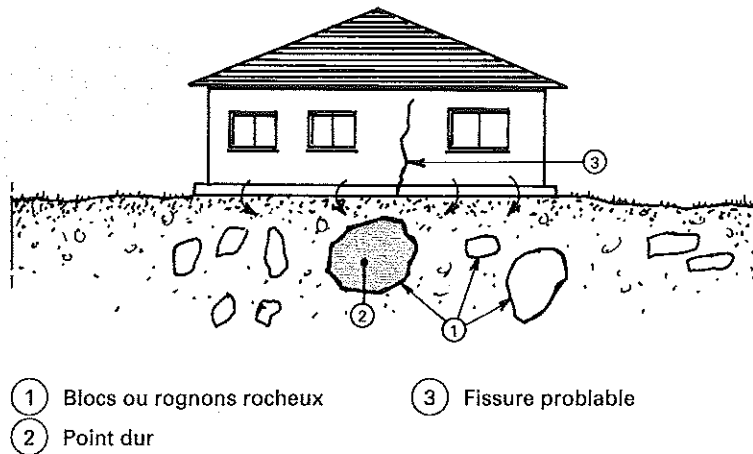
Le dallage est une structure en béton armé, qui est posée sur des fondations ou sur des murs de sous-sol. Il est destiné à supporter les charges des étages supérieurs et à transmettre ces charges aux fondations. Le dallage est généralement réalisé en deux parties : une partie inférieure, qui est posée sur les fondations, et une partie supérieure, qui est posée sur les murs de sous-sol. Le dallage est une structure en béton armé, qui est posée sur des fondations ou sur des murs de sous-sol. Il est destiné à supporter les charges des étages supérieurs et à transmettre ces charges aux fondations. Le dallage est généralement réalisé en deux parties : une partie inférieure, qui est posée sur les fondations, et une partie supérieure, qui est posée sur les murs de sous-sol.

Le dallage est une structure en béton armé, qui est posée sur des fondations ou sur des murs de sous-sol. Il est destiné à supporter les charges des étages supérieurs et à transmettre ces charges aux fondations. Le dallage est généralement réalisé en deux parties : une partie inférieure, qui est posée sur les fondations, et une partie supérieure, qui est posée sur les murs de sous-sol.

Le dallage est une structure en béton armé, qui est posée sur des fondations ou sur des murs de sous-sol. Il est destiné à supporter les charges des étages supérieurs et à transmettre ces charges aux fondations. Le dallage est généralement réalisé en deux parties : une partie inférieure, qui est posée sur les fondations, et une partie supérieure, qui est posée sur les murs de sous-sol. Le dallage est une structure en béton armé, qui est posée sur des fondations ou sur des murs de sous-sol. Il est destiné à supporter les charges des étages supérieurs et à transmettre ces charges aux fondations. Le dallage est généralement réalisé en deux parties : une partie inférieure, qui est posée sur les fondations, et une partie supérieure, qui est posée sur les murs de sous-sol.

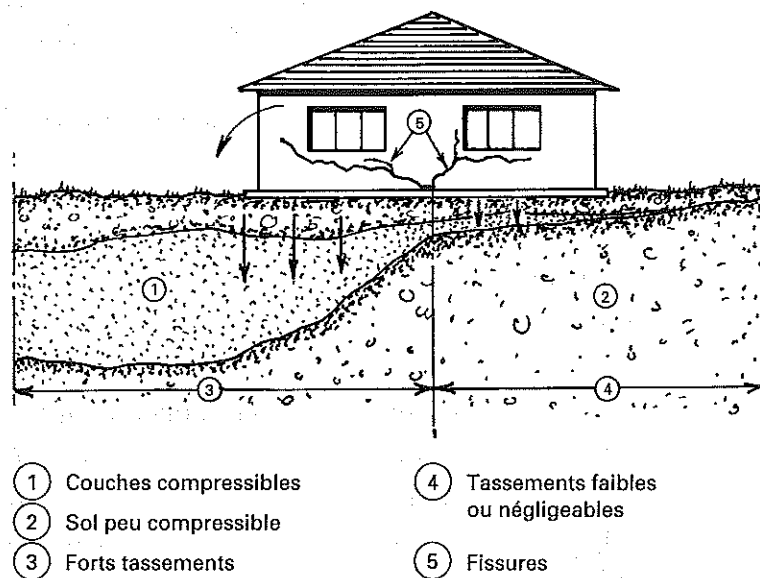


– 4° cas : sols hétérogènes (présence de blocs)

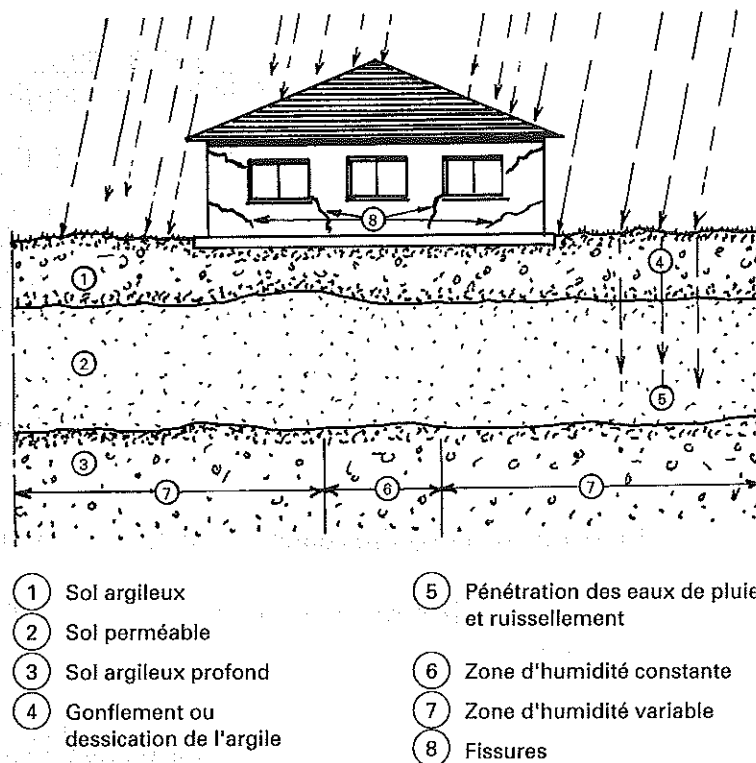


Le risque de désordres dans la structure est évident (présence de points durs).

– 5° cas : sols hétérogènes (couches porteuses d'épaisseur variable et de nature différente)



Le risque de tassements différentiels ne peut être négligé.

– 6<sup>e</sup> cas : sols argileux

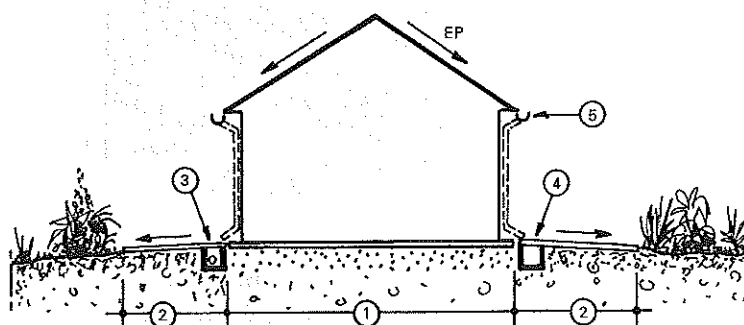
Ce cas, trop fréquent, a déclenché une série de sinistres à allure catastrophique au cours de ces dernières années, marquées par des phénomènes de sécheresse exceptionnelle, intervenant sur les couches profondes (abaissement de la nappe phréatique).

Sur le plan technique, le *dallage sur terre-plein*, en tant qu'ouvrage de fondation superficielle, n'est envisageable (en moyenne) que dans *un cas sur six* (15 % environ).

Les *précautions* indispensables concernent :

- le *drainage*, qui évite la détérioration de la forme par les eaux de ruissellement et les remontées d'humidité le long des fondations ;
- la *présence de végétation* (arbres, notamment) à proximité des ouvrages, qui entraîne :
  - la stabilisation du sol s'il y a eu défrichage,
  - le respect de la teneur en eau d'équilibre du sol,
  - le respect d'une distance minimale correspondant à la zone d'action des racines, entre les premiers arbres et le bâtiment d'une part, et les dispositifs de drainage d'autre part.

Ces précautions conduisent aux dispositions suivantes :



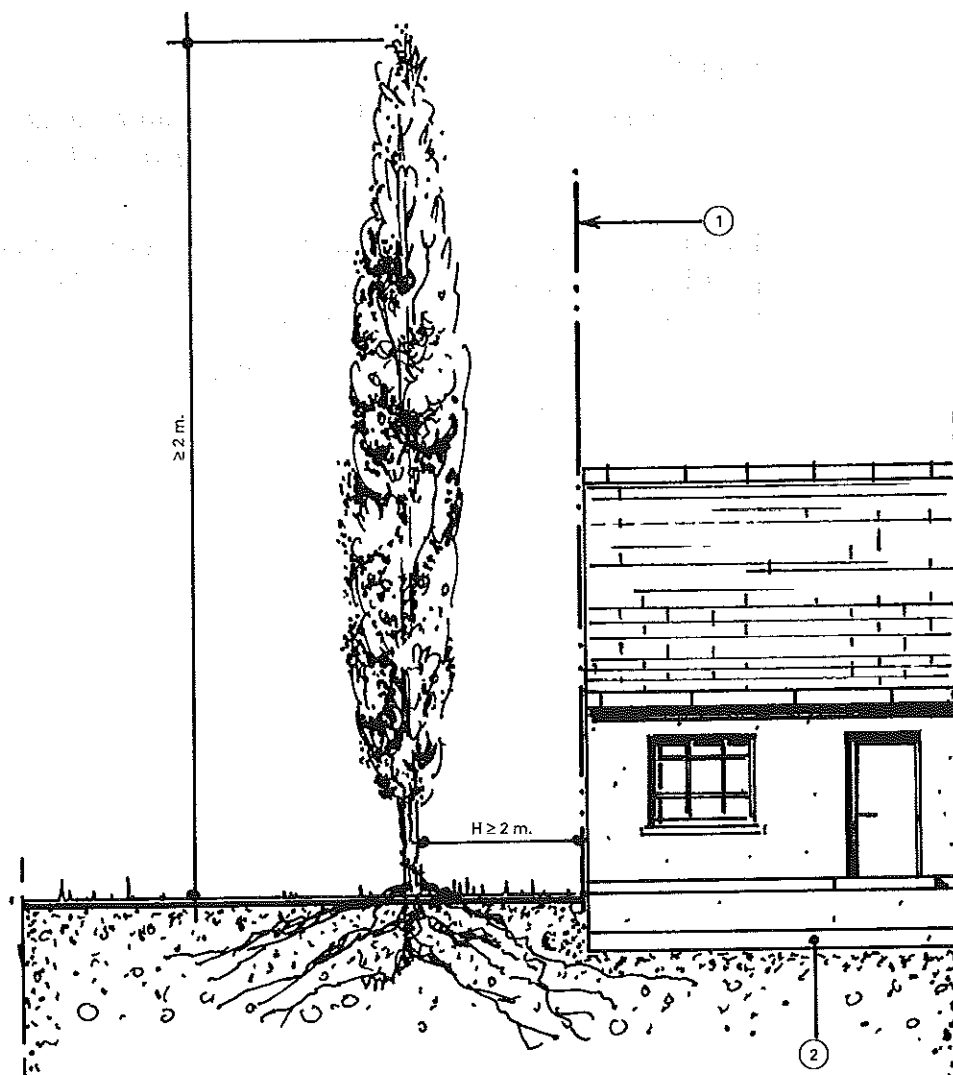
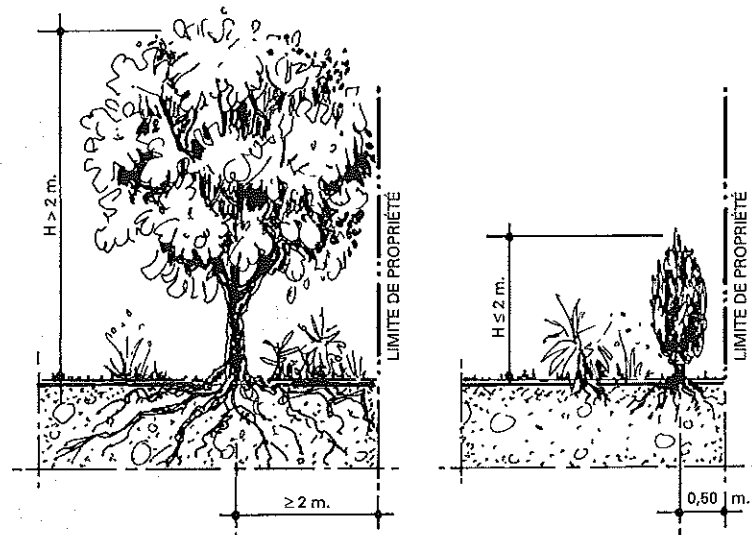
- |                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| ① Fondation : dalle sur terre-plein | ④ Regard étanche |
| ② Trottoir dallage                  | ⑤ Gouttière      |
| ③ Regard étanche + drains           |                  |

Rappel :

Les dispositions du Code civil (art. 671) – sauf règlements ou usages locaux – fixent les *distances minimales d'implantation des arbres* par rapport aux limites mitoyennes.

La difficulté provient du fait que les espèces croissent et que, malgré ces dispositions, au bout d'un certain temps, à moins d'élagages périodiques, les règles initiales ne sont plus respectées.

Par ailleurs, l'action des racines sur les constructions voisines peut dépasser les distances minimales fixées.



- ① Limite de propriété
- ② Fondation par dallage sur terre-plein

Lorsque la technique du dallage sur terre-plein est possible (sans risques), on devra néanmoins tenir compte des éléments de comparaison suivants, avec la solution plancher bas sur vide sanitaire.

- Nature des sols : nécessité d'une reconnaissance dans tous les cas.
- Types de terrain : Cf. cas d'exclusion ci-dessus.
- Mise en œuvre : le dallage sur terre-plein nécessite une plate-forme dont la réalisation (correcte) est délicate et sensible aux intempéries.
- Canalisations : le dallage sur terre-plein permet d'incorporer les canalisations, mais crée une servitude au point de vue de l'entretien et un risque en cas de tassement par rupture des canalisations.
- Étanchéité : le dallage sur terre-plein nécessite la mise en place de films étanches souvent fragiles.
- Isolation thermique : celle-ci est possible sous un dallage sur terre-plein, mais le choix de l'isolant est important (non compressible, imputrescible, hydrophobe). Aucun renforcement ultérieur n'est possible.
- Inertie thermique : importante et intéressante, surtout pour les maisons légères (ossatures bois).
- Performances thermiques : le dallage sur terre-plein est moins performant d'environ 30 %, toutes choses égales.
- Aménagements ultérieurs : le dallage sur terre-plein ne permet pas d'aménager des locaux en sous-sol « après coup ».
- Entretien : plus coûteux et difficile avec le dallage sur terre-plein.
- Qualité de réalisation : très dépendante des conditions de chantier (préparation forme-exécution dallage), alors qu'en plancher préfabriqué, on utilise des éléments industrialisés.
- Coût : en général, le dallage sur terre-plein est plus économique que le plancher sur vide sanitaire.

En fait, il y a lieu de comparer tous les éléments, et notamment tous ceux relatifs aux risques liés au sol de fondation.

La différence de coût est le plus souvent justifiée, d'autant qu'elle n'est pas toujours importante.

#### *b) Dallages à usage industriel*

Ce type d'ouvrage correspond à une conception complexe et à une réalisation spécifique assimilable à celle des travaux routiers.

Les exigences sont fondamentales :

- nature de l'exploitation (importance des charges, type de charges, etc.) ;
- tolérances de déformation et de fissuration ;
- maintenance (usure, joints) et entretien.

### c) *Dallages spéciaux*

- A rôle structurel spécifique ;
- dallages de chambres froides ;
- dallages chauffants, etc.

## 6. Rôles – Fonctions

### a) *Dallages extérieurs* (voir le chapitre 1/2.6)

– Cas courant : les dallages extérieurs au bâtiment sont destinés :

- à protéger le sol contre le ruissellement de l'eau de pluie en provenance des toits et des façades ;
- à maintenir le sol de fondation dans un état d'équilibre ou taux d'humidité compatible avec la nature des terrains ;
- à constituer un support de revêtement de sol extérieur permettant l'accès et la circulation des personnes et des véhicules.

– Cas particulier : dallages industriels pour zone de stockage de matériaux ou produits lourds.

Ces ouvrages sont assimilés à des fondations superficielles et font l'objet de règles professionnelles.

### b) *Dallages intérieurs*

– 1<sup>er</sup> cas : dallages à *usage d'habitation* :

Ce type d'ouvrage est considéré comme une fondation de type superficiel pouvant recevoir des charges réduites :

$\leq 250 \text{ kg/m}^2$  (ou  $2,5 \text{ kN/m}^2$ ) en charge statique.

$\leq 1,5 \text{ T/ essieu}$  (ou  $15 \text{ kN}$ ) en charge roulante.

Ces sollicitations correspondent au cas de maisons individuelles à un niveau (rez-de-chaussée et comble habitable ou aménageable).

La technique utilisée en France résulte de dispositions adoptées aux USA pour les maisons à ossature bois qui constituent la majeure partie des constructions individuelles.

Ce type d'ouvrage extrapolé aux constructions traditionnelles de type individuel en maçonnerie, doit, en l'absence de texte DTU, satisfaire à des règles professionnelles (déjà citées).

Nota :

Les deux types d'ouvrages sont assimilés à des *fondations superficielles*. Les exigences sont similaires pour les ouvrages extérieurs. Toutefois, ces derniers étant soumis aux conditions climatiques (température, pluie, neige, etc.) et aux sollicitations mécaniques (charges, trafic, etc.), ils nécessitent une conception adaptée en ce qui concerne le sol d'assise et une réalisation particulièrement soignée. Par ailleurs, l'entretien, notamment au niveau des joints, sera fonction des conditions d'exploitation.

– 2° cas : dallages *industriels* :

Ce type d'ouvrage est considéré comme une fondation superficielle (dalle ou plaque ou sol élastique) soumis à des charges élevées : réparties (stockage) ou ponctuelles (essieux lourds).

Ces charges sont variables dans le temps (stockage) et dans l'espace (véhicules). Les règles professionnelles (déjà citées) permettent de dimensionner ce type d'ouvrages.

Une étude géotechnique est indispensable. Dans certains cas, compte tenu :

- de l'importance des charges ;
- des caractéristiques du sol en surface ;
- de certaines exigences (tassements) ;

la solution du dallage « superficiel » doit faire appel à des fondations profondes (pieux).

Le principe de la construction d'un dallage est simple : on crée une surface plane et lisse, capable de supporter les charges qui lui sont appliquées. Cette surface est généralement constituée d'un béton armé, c'est-à-dire d'un béton renforcé par des barres d'acier. Le dallage est posé sur des supports, généralement des poteaux ou des murs, qui le soutiennent et lui permettent de résister aux charges. La construction d'un dallage nécessite une certaine expertise, car il faut veiller à ce que le béton soit correctement armé et que les supports soient bien dimensionnés. Une fois le dallage posé, il faut attendre qu'il prenne bien avant de pouvoir y marcher ou y installer des meubles.



## 1/7.2

# Dallages à usage d'habitation

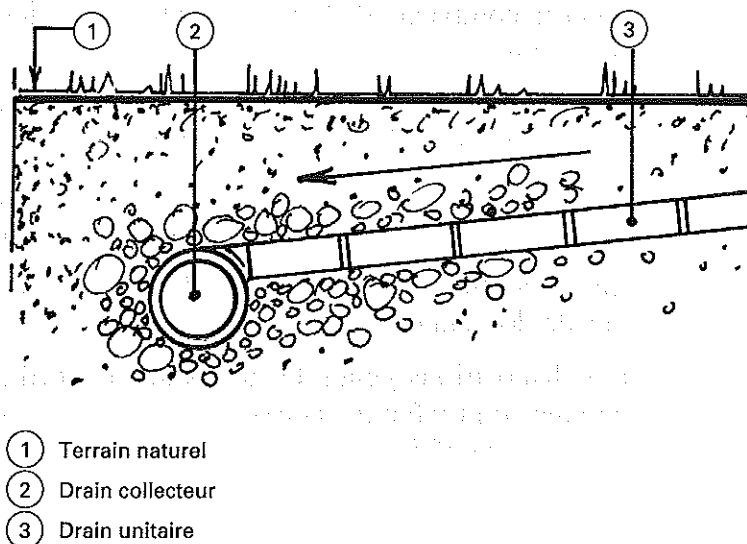
Les indications suivantes correspondent aux prescriptions des « Règles professionnelles » – Travaux de dallage (édition 03/04 1990).

### I – DISPOSITIONS GÉNÉRALES

#### 1. Drainage

« La pose des drains doit toujours être faite à partir du point le plus haut pour éviter les colmatages prématurés » (Cf. partie 1/9).

« Au raccordement, en l'absence de regard, l'arête supérieure du drain doit être au même niveau que celle du collecteur. »



Nota :

Il est toujours préférable de prévoir un regard au droit d'un raccordement entre un drain unitaire et un collecteur.

## 2. Forme

### a) Constitution

« Les matériaux constituant la forme ne doivent être ni plastiques, ni sujets aux phénomènes de capillarité. Ils doivent être chimiquement neutres et ne comporter ni gravois ni matières organiques. »

« On peut utiliser tous les matériaux sains ou répondant à ces conditions : cailloux, graviers, sables mélangés ou non. »

« On peut également utiliser des matériaux tout-venant à condition que le pourcentage de fines  $< 80 \mu\text{m}$  ne dépasse pas 20 % en poids et que l'équivalent de sable soit  $> 40$ . »

Nota :

L'attention est attirée sur le fait que les matériaux tout-venant, compte tenu des vides, peuvent présenter, après la mise en œuvre, et pour des conditions courantes de compactage, un certain tassement. Les granulats dépourvus de sables et de fines ne tassent pratiquement pas.

### b) Mise en œuvre

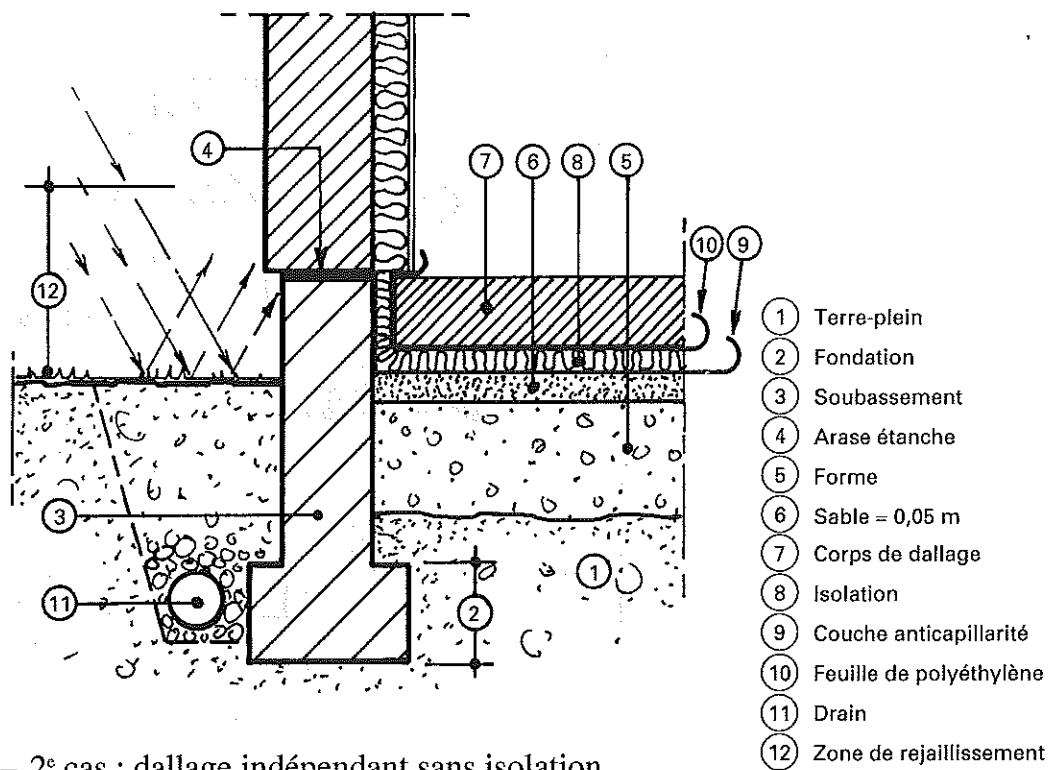
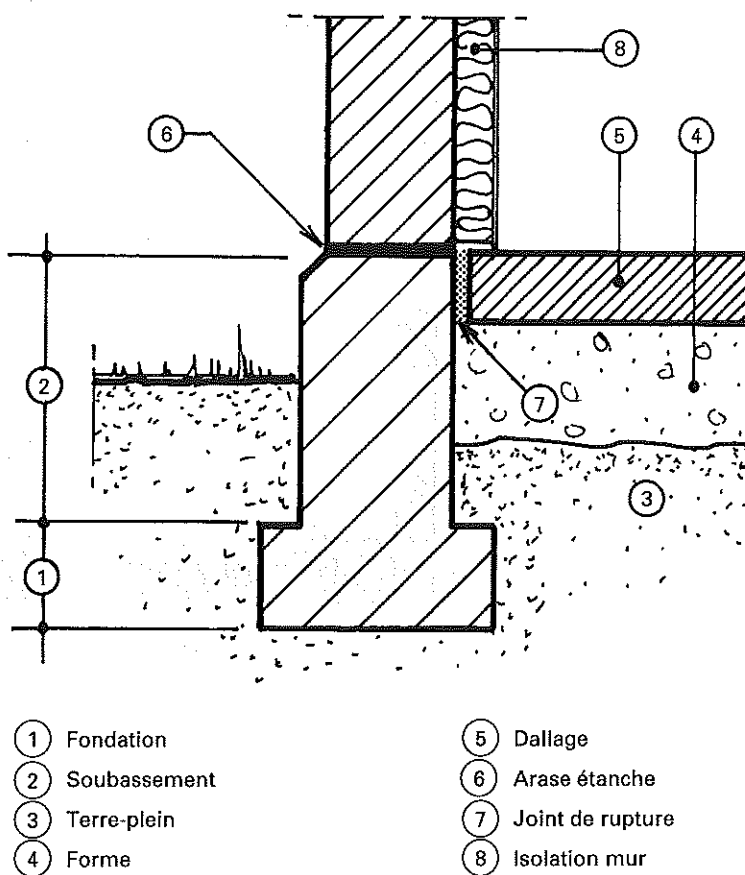
La mise en œuvre de la forme s'effectue par compactage de couches dont l'épaisseur est comprise entre 0,15 et 0,35 m. Ce compactage doit permettre d'améliorer la compacité de la forme pour réduire les tassements résiduels (95 % de l'optimum PROCTOR modifié).

Pour les maisons individuelles, les engins de compactage peuvent être réduits, petits rouleaux vibrants, par exemple.

« L'épaisseur de la forme doit être déterminée pour mettre effectivement la construction à l'abri de toutes les venues d'eau. »

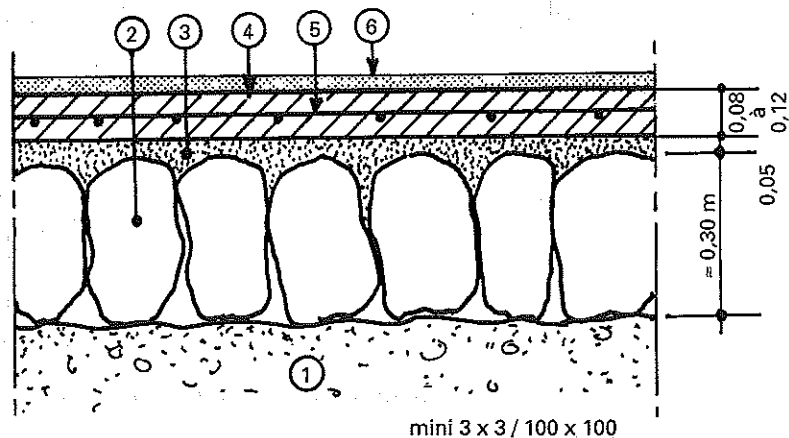
En particulier, les effets de rejaillissement des eaux de pluie sur les murs de façade doivent être pris en compte.

Les dispositions générales telles que débord de toit, présence de gouttières, dallages ou revêtements extérieurs, ainsi que les conditions climatiques et la situation du bâtiment sont à considérer.

– 1<sup>er</sup> cas : dallage indépendant avec isolation– 2<sup>e</sup> cas : dallage indépendant sans isolation



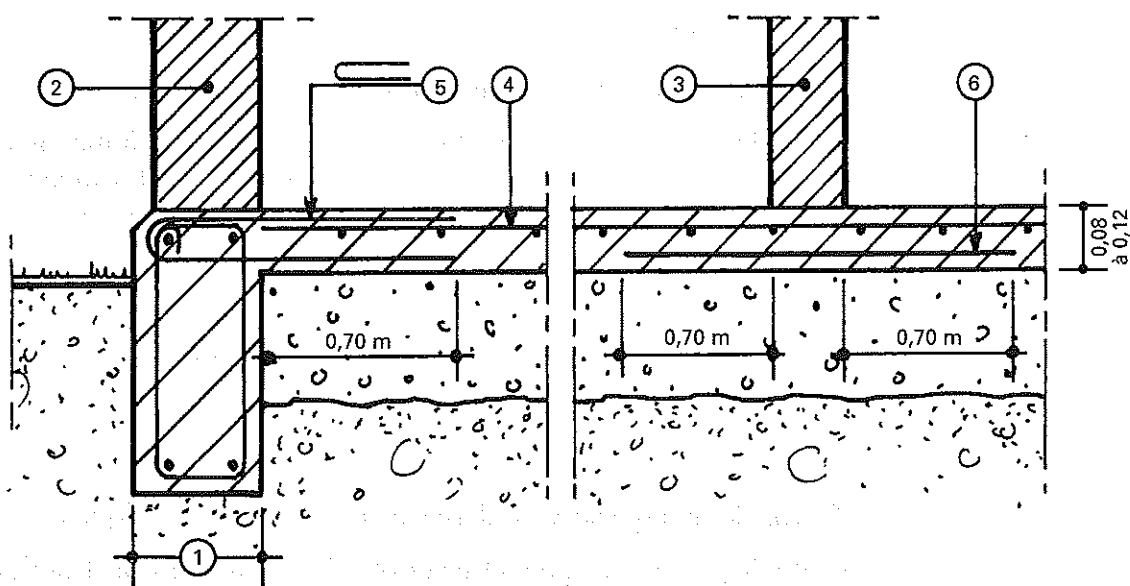
• Coupe courante sur dallage



- |                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| ① Terre-plein                | ④ Dallage        |
| ② Moellons rangés « debout » | ⑤ Armatures (TS) |
| ③ Sable                      | ⑥ Revêtement     |

• Détail armatures :

- de liaison ;
- de renfort.



- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| ① Bêche périphérique en béton armé | ④ Treillis soudé mini 3 x 3 / 100 x 100 |
| ② Mur de façade                    | ⑤ Renforts 4 Ø 10 HA p.m.               |
| ③ Mur de refend                    | ⑥ Renforts 4 Ø 8 ou Ø 10 HA p.m.        |

« La surface de la forme doit être aménagée pour éviter le poinçonnement de la couche anticapillarité ou de la couche d'isolation lorsqu'elles sont prévues », par exemple par un lit de sable de 0,05 m d'épaisseur, ou par un lit de mortier maigre de 0,03 m d'épaisseur.

« Une *couche pare-vapeur* est nécessaire avec certains revêtements. Elle peut être confondue avec la *couche anticapillarité*.

Cette dernière est nécessaire lorsqu'il subsiste un risque de remontées capillaires, ce qui est notamment le cas des sols humides. Cette couche anticapillarité ne peut remplacer une étanchéité réalisée suivant la technique des cuvelages par exemple, seule disposition capable de s'opposer à des sous-pressions accidentelles et passagères de la nappe phréatique. »

Cette couche anticapillarité peut être constituée par des feuilles de polyéthylène d'épaisseur  $\geq 150 \mu\text{m}$  par exemple, avec recouvrements de 0,15 à 0,20 m.

« Le *niveau du dallage* doit se situer au-dessus des plus hautes eaux (P.H.E.) de la nappe phréatique. »

### 3. Corps du dallage

#### a) Généralités

Le corps du dallage *peut être indépendant* des murs ou servir d'assise à ces murs.

– 1<sup>er</sup> cas – 2<sup>e</sup> cas (Cf. dessins) :

- Corps de dallage indépendant des murs périphériques :

« Cette disposition doit être adoptée pour les maisons à maçonneries lourdes, sauf dans le cas de cuvelage. Les murs sont alors fondés indépendamment du dallage, sur des soubassements reposant sur des plots ou semelles filantes. »

Les murs de soubassement peuvent être traditionnels ou préfabriqués en béton armé.

Cette disposition peut comprendre ou non une isolation thermique placée sous dallage.

– 3<sup>e</sup> cas :

- Corps de dallage servant d'assise aux murs périphériques :

« Cette disposition ne peut être adoptée que pour des constructions en maçonneries légères à rez-de-chaussée. Toutefois, des tassements différentiels pouvant se produire dans le dallage au voisinage de l'assise des murs, on devra renforcer cette zone » ; par exemple par la mise en place d'armatures supplémentaires.

Dans certains cas (sols hétérogènes ou très médiocres), il sera nécessaire de calculer le dallage comme un radier reposant sur un sol élastique.

« Toutes précautions doivent être prises à la périphérie de la forme pour éviter les infiltrations des eaux de ruissellement et leurs conséquences sur le comportement du sol. En particulier, la bêche périphérique sous les murs ou plots de fondation doit être descendue à une profondeur suffisante, en fonction des conditions climatiques de la région et hydrologiques du site, pour la mise « hors gel » du sol d'assise.

« La bêche périphérique prévue à l'aplomb des façades a pour but de raidir la fondation et de servir de butée et de protection à la forme. Elle peut être réalisée en béton banché ou de préférence en béton armé afin de :

- combattre les effets de retrait,
- travailler en « poutre-longrine » pour une meilleure répartition des charges sur le sol de fondation.

« Le dallage en partie courante doit, le cas échéant, être renforcé à l'aplomb des murs de refend intérieurs en fonction des charges transmises par celui-ci. »

Ces renforts sont constitués d'une armature inférieure axée sur le mur de refend (Cf. dessin).

#### *b) Constitution*

« Pour les maisons légères fondées sur des sols homogènes et de capacité portante suffisante, le corps du dallage est en béton armé :

- épaisseur de béton = 0,08 à 0,12 m ;
- dosage béton = 300 à 350 kg de ciment par m<sup>3</sup> de béton mis en place ;
- armatures minimales = 1 nappe treillis soudé (TS) 1,10 kg/m<sup>2</sup>, soit TS 3 x 3/100 x 100 (fils de 3 mm, maille de 100), en panneaux ;
- renforts au droit refends des porteurs et liaison avec mur-bêche façade (s'il n'y a pas désolidarisation).

Dans certains cas, le dimensionnement et le ferrailage du dallage est celui d'un radier en béton armé résultant d'une étude spécifique (cas des sols médiocres).

#### *c) Mise en œuvre*

- Bétonnage : la consistance du béton doit permettre un serrage soigné ; on procède par bandes de largeur égale à une règle traînée sur des guides.

La protection du béton frais contre les intempéries doit être assurée (risques de pluie, insolation, vent, gel, etc.).

Le serrage mécanique à la règle vibrante est recommandé sauf le cas de béton convenablement fluidifié.

- Armatures : celles-ci doivent être convenablement maintenues à leur emplacement prévu et définitif.

Pour les treillis soudés, le recouvrement des panneaux correspond à trois soudures. L'enrobage correspond :

- aux règles BAEL ;
- aux prescriptions du DTU 21 « Exécution des travaux de béton ».
- Isolation thermique : si ce matériau est prévu, il doit être protégé des cou- lures de laitance, par exemple par une feuille de polyéthylène. Le choix de l'isolant doit être déterminé :
  - en fonction de ses caractéristiques thermiques (coefficient  $\lambda$ ) ;
  - en fonction de sa résistance mécanique (tassement sous compression).

#### 4. Finitions – Revêtements

##### a) Finitions

La surface du dallage doit correspondre, selon la qualité fixée, à l'une des quatre finitions traditionnelles suivantes.

(BR) Béton réglé = dressage à la règle.

(BS) Béton surfacé = talochage manuel ou mécanique avec ou sans saupou- drage à sec de granulats à forte résistance mécanique (chape refluee).

(CI) Chape incorporée sous forme de mortier ou micro-mortier spécial en pâte exécutée en suivant la prise du béton et réalisée par talochage manuel ou mécanique.

(CR) Chape rapportée exécutée après prise du béton, dressée à la règle, talo- chée et lissée.

#### Tolérances de planéité (sauf prescriptions particulières des D.P.M.)

Mesure	CR (mm)	CI (mm)	Béton surfacé		Béton brut (mm)
			soigné (mm)	courant (mm)	
Planéité règle 2 m	6	10	10	10	15
Planéité réglette 0,2 m	3	3	3	4	15
Desaffleur	3	3	3	4	–

Tolérance horizontalité (en cm) ou sur pente :

$$\leq 0,8 \sqrt[3]{L}$$

avec L = longueur de mesure (en mètres).



Nota :

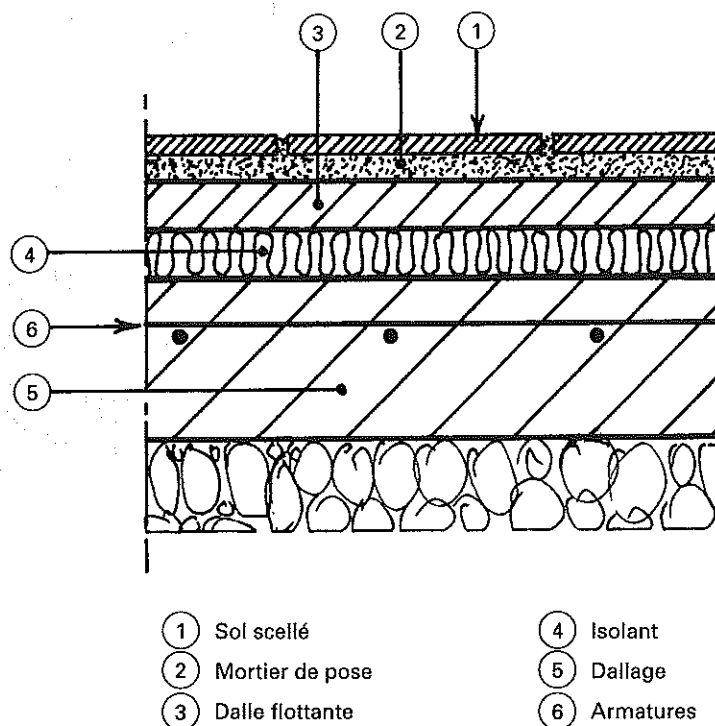
Les produits de finition ne peuvent rattraper les écarts de planéité. Dans le cas du béton surfacé ou de la chape incorporée, les tolérances de planéité du béton sont les mêmes pour le corps du dallage que pour les finitions. L'emploi d'un produit de cure est recommandé ; il doit être compatible avec les revêtements ou traitements ultérieurs.

*b) Revêtements*

- Carrelages : Cf. DTU 52.1 sols scellés ; DTU 26.2 et Avis techniques pour les sols scellés.
- Sols plastiques : Cf. DTU 53.2 et Avis techniques spécifiques.
- Sols textiles : Cf. DTU 53.1.
- Parquets traditionnels : Cf. DTU 51.1.
- Parquets collés : Cf. DTU 51.2.

Nota :

Les revêtements traditionnels peuvent être scellés sur le dallage en béton ou sur une dalle flottante dans le cas où l'isolation est réalisée par un isolant intercalé entre le dallage et la dalle flottante.



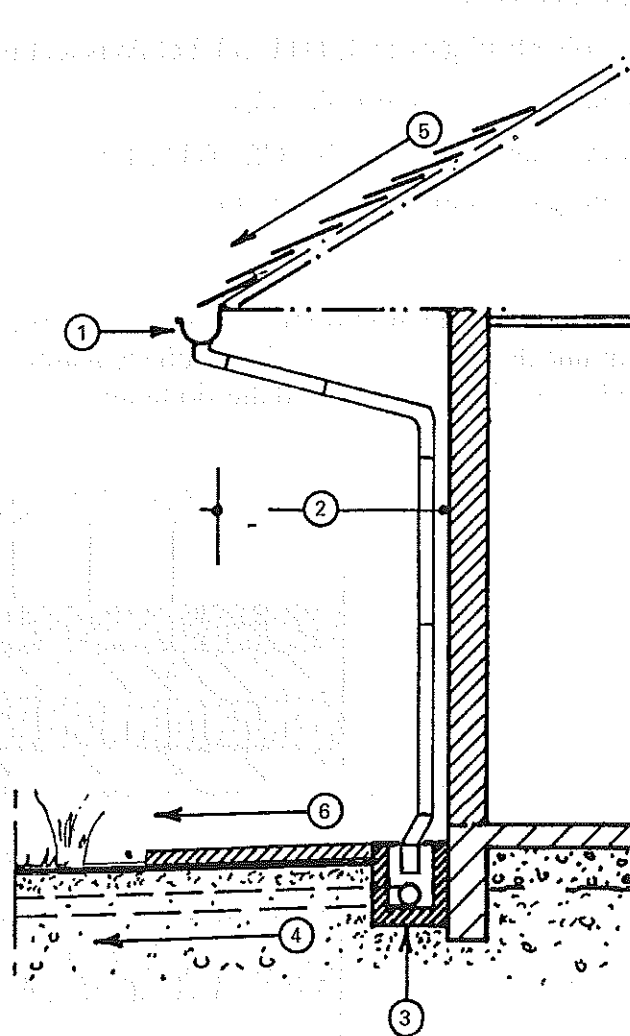
### 5. Fractionnement du dallage

« Le fractionnement du dallage a pour but de limiter les conséquences des variations dimensionnelles dues au retrait et à la dilatation. »

Les surfaces entre joints doivent être  $\leq 240 \text{ m}^2$ .

### 6. Dispositions diverses

Protection extérieure périmétrique.



- ① Gouttière
- ② Débord de toiture
- ③ Regard étanche et à fond étanche
- ④ Evacuation EP
- ⑤ Eaux de toiture
- ⑥ Eaux de ruissellement → pente

# 1/7.3

## Dallages lourds pour usages industriels

---

### I – GÉNÉRALITÉS

Les règles professionnelles « Travaux de dallage » distinguent deux catégories de dallage à usage industriel, en fonction des tolérances de déformation et fissuration admises et de la nature de l'exploitation.

- Dallage rigide : conçu pour limiter les déformations du sol sous-jacent, utilisable lorsque les déformations du sol sont faibles.
- Dallage souple : peut s'adapter, par ses déformations puis par sa fissuration, aux déformations du sol sous-jacent (ouvrage non traité dans les règles professionnelles).

### II – TYPES - CLASSEMENT SELON LES CHARGES APPLIQUÉES

#### 1. Stockage et circulation légère

Charges statiques  $\leq 800 \text{ K/m}^2$  (8 kN/m<sup>2</sup>)  
ou charge concentrée mobile  $\leq 2,5 \text{ T/essieu}$  (25 kN).

#### 2. Usage industriel courant

Charges statiques réparties  $\leq 2 \text{ T/m}^2$  (20 kN/m<sup>2</sup>)  
ou charge concentrée  $\leq 6 \text{ T}$  (isolée) ( $\leq 60 \text{ kN}$ ) ou  $\leq 12 \text{ T/essieu}$ .

#### 3. Usage industriel lourd

Charges réparties  $\leq 12 \text{ T/m}^2$  ( $\leq 120 \text{ kN/m}^2$ ) ou charge concentrée  $\leq 12 \text{ T}$  ( $\leq 120 \text{ kN}$ ).

Au-delà de ces valeurs, les dallages sont à considérer comme des radiers ou massifs de fondation et calculés comme tels.

### III – COMPOSITION

Les dallages extérieurs comportent, comme les dallages intérieurs, à partir du sol de fondation, considéré comme tel :

- la forme ou sous-couche de fondation qui doit être constituée par un matériau stable ;
- le corps du dallage, béton armé ou non armé, coulé en place ;
- la finition ou revêtement.

Cette couche est soit incorporée à l'exécution du béton du corps de dallage (granulats durs spéciaux et ciment), soit rapportée (technique routière).

### IV – JOINTS

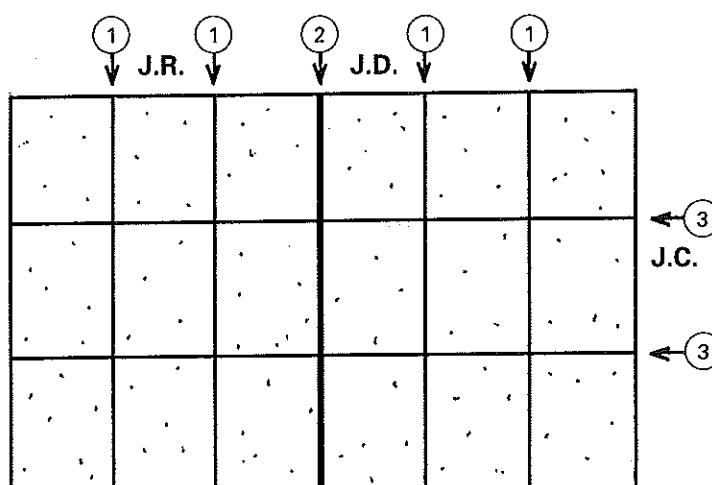
#### 1. Types

Les dallages extérieurs doivent être fractionnés par :

- des joints de retrait ;
- des joints de dilatation ;
- des joints d'isolement ;
- des joints de construction.

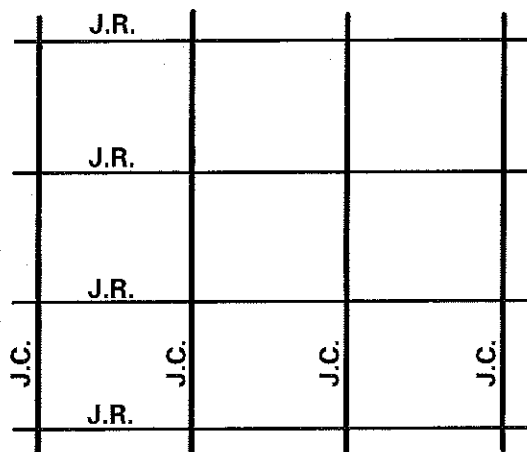
Compte tenu des sollicitations dues aux variations thermiques, l'importance de ces joints et leur organisation conditionnent la tenue et la durabilité des ouvrages (Cf. dessin).

Types de joints de dallage industriel

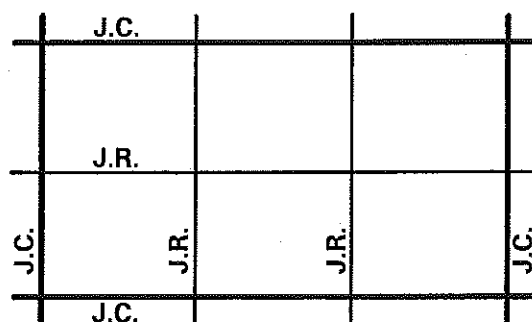


- ① J.R. = Joint de retrait
- ② J.D. = Joint de dilatation
- ③ J.C. = Joint de construction

## Dispositions de joints en fonction du coulage

Coulage par bandes  
parallèles

Coulage par panneaux



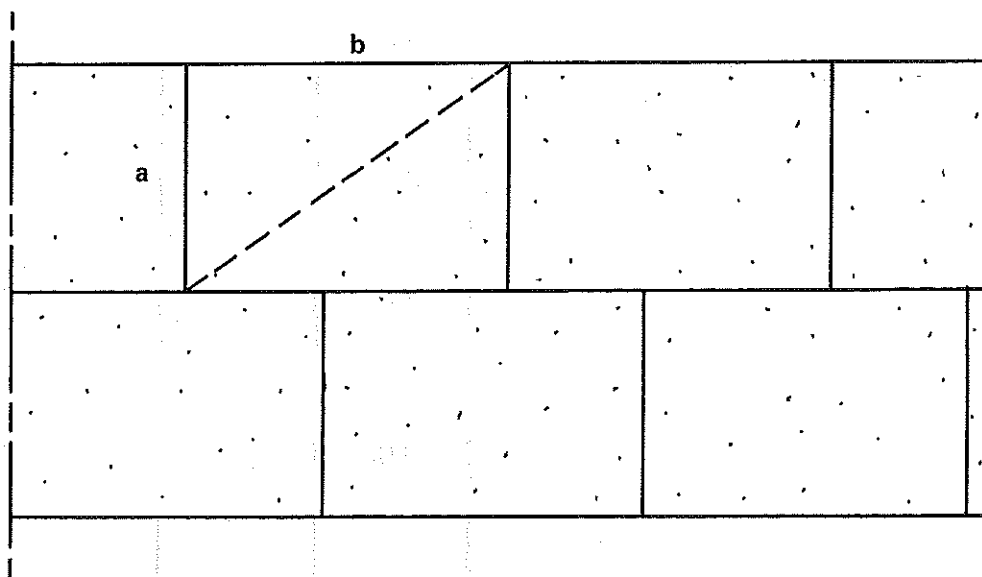
J.C. = Joint de construction

J.R. = Joint de retrait

## 2. Dispositions générales

### a) Joints de retrait

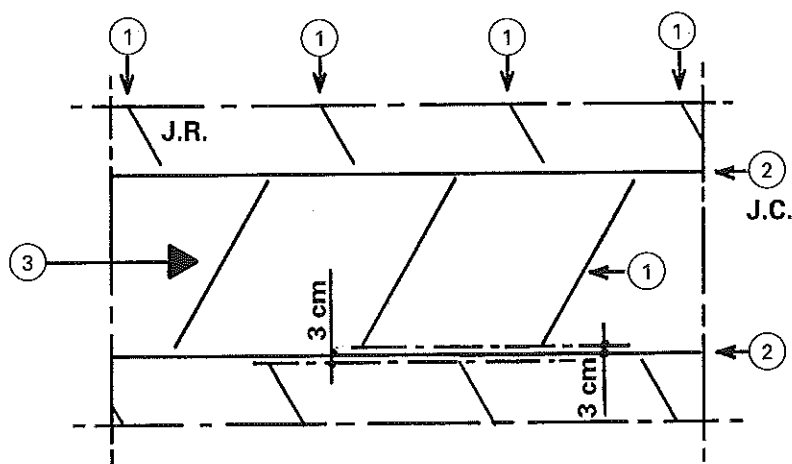
– Dimensions limites :



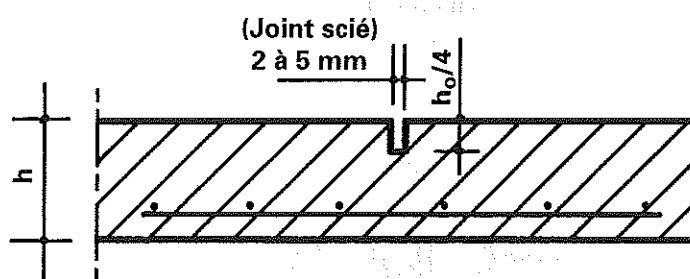
$$1 < \frac{b}{a} < 1,5$$

$$\sqrt{a^2 + b^2} \leq 7,00 \text{ m}$$

– Autres dispositions :



- ① J.R. = Joint de retrait
- ② J.C. = Joint de construction
- ③ Sens de circulation des véhicules



– Coupe sur joint de retrait scié.

*b) Joint de dilatation, complémentaire du joint de retrait*

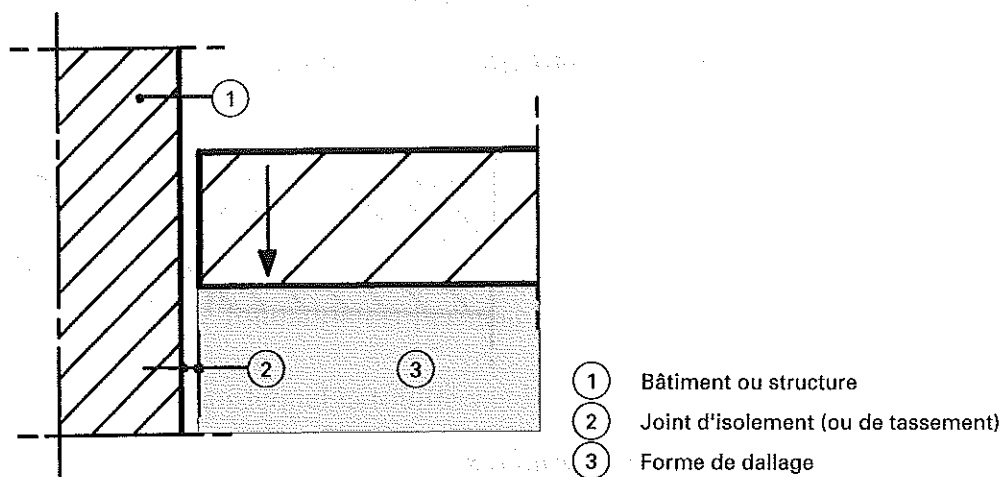
A prévoir seulement si  $\Delta t = t_u - t_c \geq 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

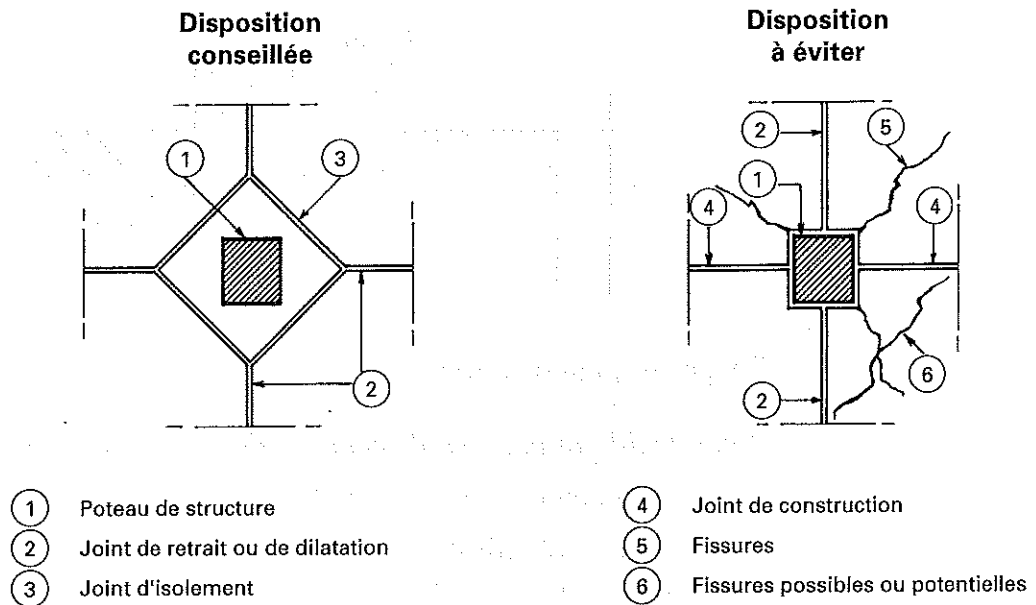
$t_u$  = température d'utilisation

$t_c$  = température lors du coulage.

*c) Joint d'isolement*

Sur toute l'épaisseur ou joint de désolidarisation d'autres ouvrages pour des raisons de tassement.

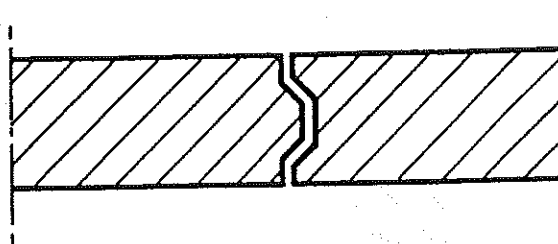




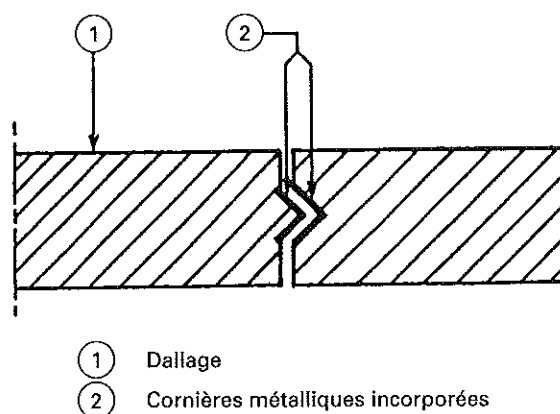
Exemple : joint d'isolement autour d'un poteau de structure.

### 3. Dispositions pratiques

#### a) Joint « américain » ou à embrèvement

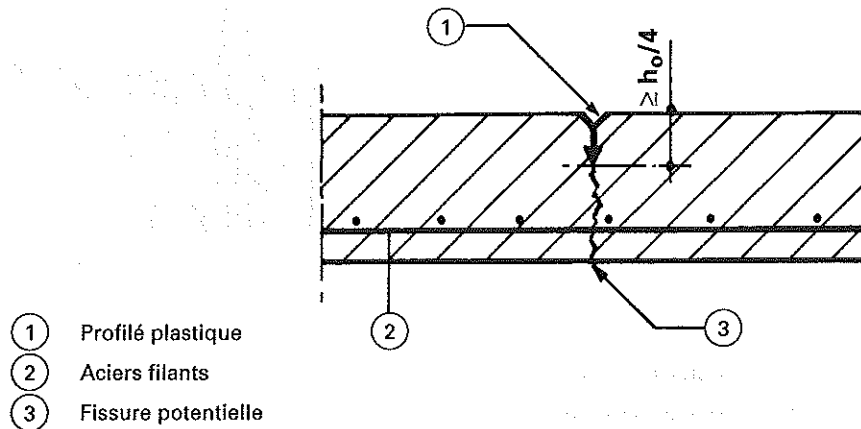


#### b) Joint en cornières

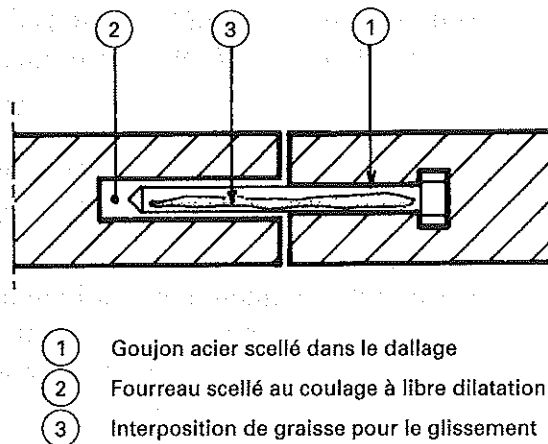




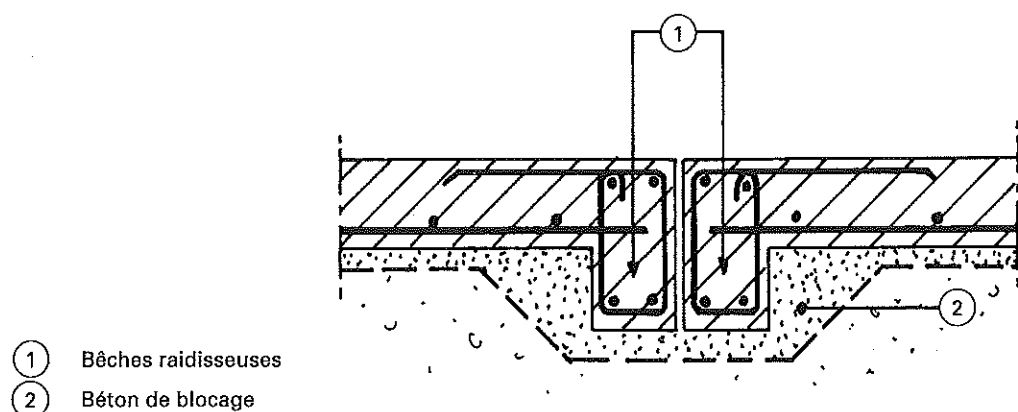
c) Joint marqué en surface par profilé plastique – Armatures continues

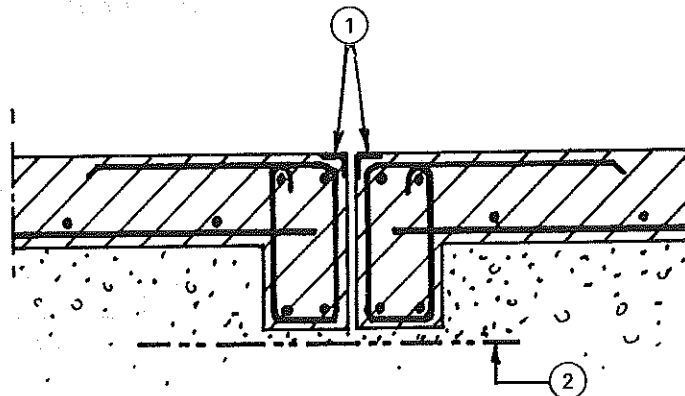


d) Joint goujonné ou broché



Lorsque le dallage est circulé par des charges mobiles importantes, afin d'éviter les effets de pompage des matériaux d'assise du dallage, on peut être amené à prévoir des bèches raidisseuses en béton armé.



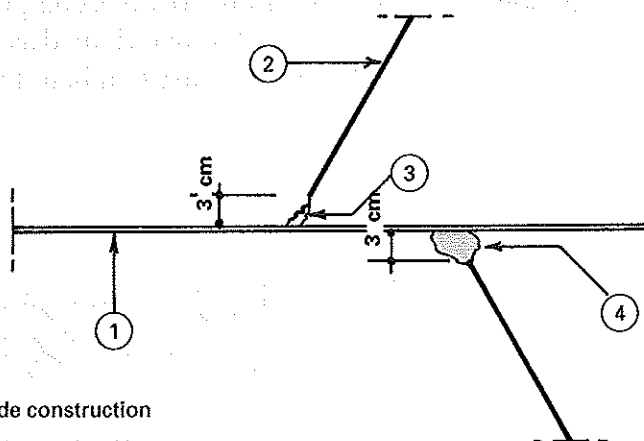


- ① Cornières de joint
- ② Géotextile lourd évitant le phénomène de pompage

#### Remarques :

Pour ce qui concerne les joints sciés qui n'intéressent que le quart de l'épaisseur du dallage, les déformations de celui-ci sous charges roulantes entraînent inévitablement et à plus ou moins brève échéance, la prolongation du joint scié par une fissure. Cependant, la présence d'une armature dans la partie inférieure du dallage (et au minimum dans la zone du joint), fait jouer au dallage le rôle d'une sorte d'articulation au droit du joint. Cette armature assure la continuité sans risque de « pianotage » des panneaux autour du joint.

Le tracé des joints doit éviter autant que possible que les deux roues d'un même essieu interviennent perpendiculairement au joint. Les joints « décalés » sont donc conseillés ainsi que les joints en « épis ». Toutefois, le sciage étant difficile à exécuter jusqu'au joint longitudinal, il y a toujours un risque de fissuration et de détérioration près de la zone d'intersection (Cf. dessin).

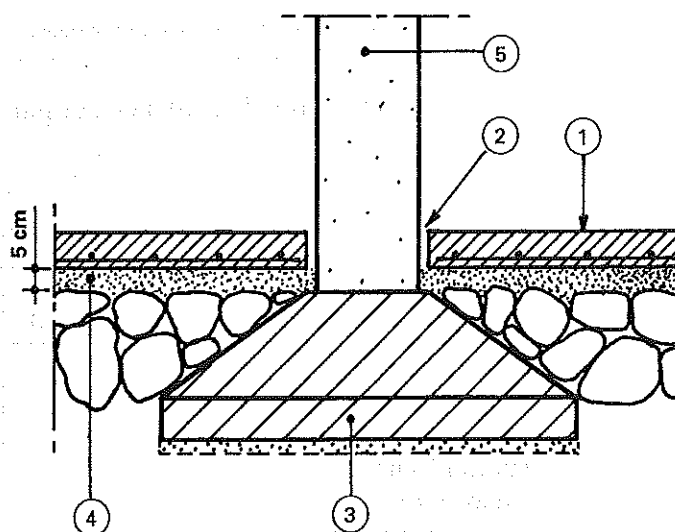


- ① J.C. = Joint de construction
- ② J.R. = Joint de retrait scié
- ③ Risque de fissure
- ④ Risque de désorganisation du joint

*e) Cas particulier : joint d'isolement d'un dallage près d'un poteau de structure*

Lorsque la fondation du poteau est de type superficiel, le dallage doit être désolidarisé du poteau par un joint.

D'autre part, l'assise du dallage doit être homogène entre les parties courantes et la zone située au-dessus de la semelle.



- ① Dallage
- ② Joint d'isolement
- ③ Semelle de fondation isolée
- ④ Couche de sable compacte
- ⑤ Poteau de structure

## V – TOLÉRANCES D'EXÉCUTION (SELON RÈGLES PROFESSIONNELLES)

Sauf prescriptions particulières des DPM<sup>1)</sup>, les tolérances admises à la réception du dallage sont données dans le tableau suivant :

Tolérances (mm)	Chapes		Béton surfacé		Béton brut
	rapportées	incorporées	soigné	courant	
Planéité mesurée sous règle de 2 m	6	10	10	10	15
Planéité mesurée sous règle de 0,20 m	3	3	3	4	—

1) DPM : Documents particuliers du marché.

Tolérances (mm)	Chapes		Béton surfacé		Béton brut
	rappor- tées	incorpo- rées	soigné	courant	
Désaffleurl *	3	3	3	4	–
Epaisseur	–	–	10	12	–
* Par exemple : reprise de coulage entre bandes.					

Pour les parements des surfaces et par référence au DTU 21 pour les dalles et planchers :

Surfaces	Planéité		Tolérances d'aspect et autres spécifications
	D'ensemble (règle de 2 m)	Locale (réglette de 0,20 m)	
Béton surfacé à parement soigné	7 mm	2 mm	Aspect fin et régulier
Béton à chape incorporée	7 mm	2 mm	Aspect fin et régulier
Chape rapportée	5 mm	2 mm	Aspect lisse, fin et régulier
Cas particulier des dalles préfabriquées : – parement courant – parement soigné	7 mm 5 mm	2 mm 1 mm	Aspect fin et régulier Aspect fin et régulier, désaffleurement au droit des joints < 3 mm

La tolérance sur l'horizontalité ou sur la pente prévue est :

$$t_{(cm)} = 0,8 \sqrt[3]{L_{(m)}}$$

avec : **L** = longueur sur laquelle on effectue la mesure.

Tolérance sur l'épaisseur :

- sur la planéité de la forme =  $\pm 1,5$  cm ;
- moyenne arithmétique des épaisseurs mesurées  $\geq 0,9$  fois épaisseur prescrite ;
- écart type  $\leq 1,5$  cm.

## VI – RÈGLES DE CALCUL

**1. A partir d'abaques** établies en fonction des caractéristiques du sol et en particulier du module de réaction du sol

(Cf. chapitre 13/1 R7<sub>1</sub>).

**2. D'après les règles BAEL<sup>1)</sup>**

(Cf. chapitre 13/1 R7<sub>2</sub>).

**3. D'après les règles professionnelles**

(Cf. chapitre 13/1 R7<sub>3</sub>).

Les règles de calcul distinguent :

- les dallages armés ;
- les dallages rigides dits « non armés ».

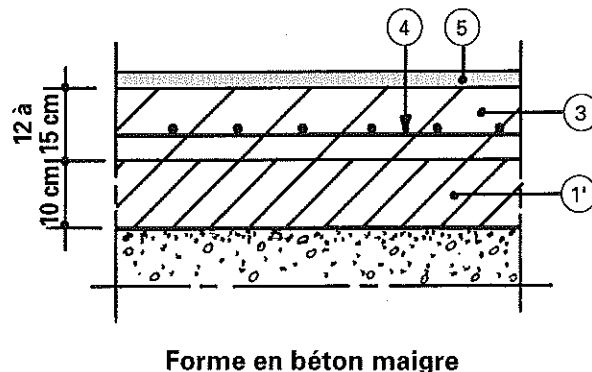
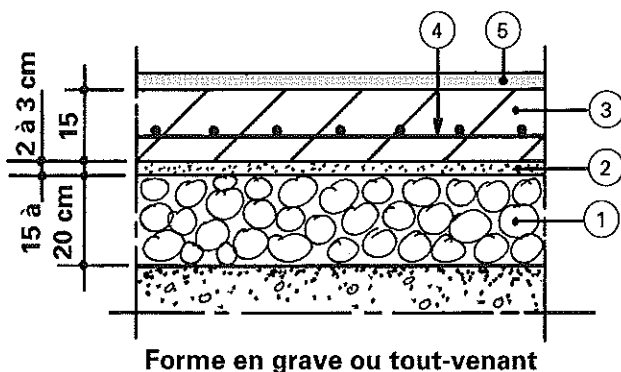
## VII – DISPOSITIONS PRATIQUES DES DALLAGES ARMÉS

### 1. Armatures

Dans la plupart des cas, une seule nappe d'armature est prévue. Cette armature est préfabriquée sous forme d'un panneau de treillis soudé.

### 2. Exemples

a) 1<sup>er</sup> cas : dallages supportant des charges moyennes ( $\leq 1 \text{ T/m}^2$  ou  $10 \text{ kN/m}^2$ )

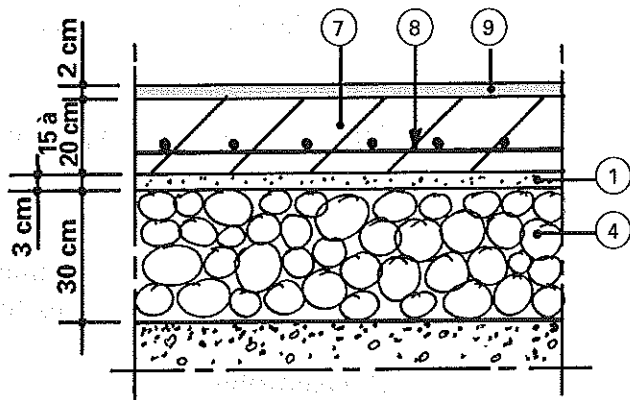
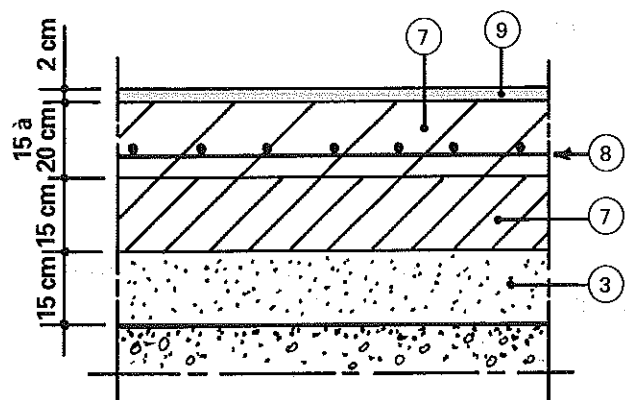
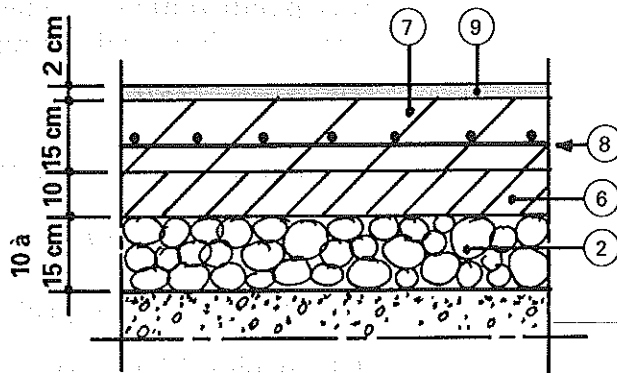
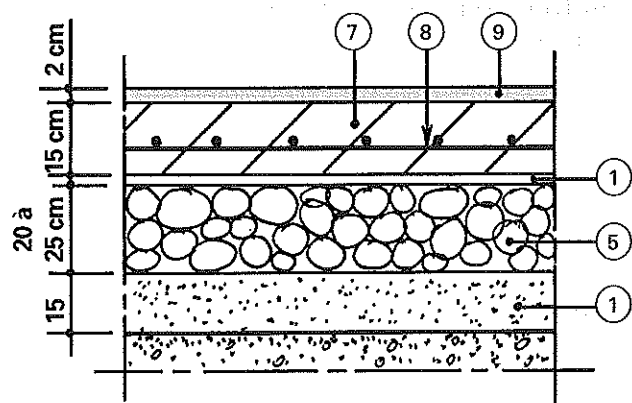


- ① Grave maigre ou tout-venant de laitier
- ② Sable
- ③ Corps du dallage
- ④ Treillis soudé en panneaux
- ⑤ Chape

- ①' Béton maigre
- ③ Corps du dallage
- ④ Treillis soudé en panneaux
- ⑤ Chape

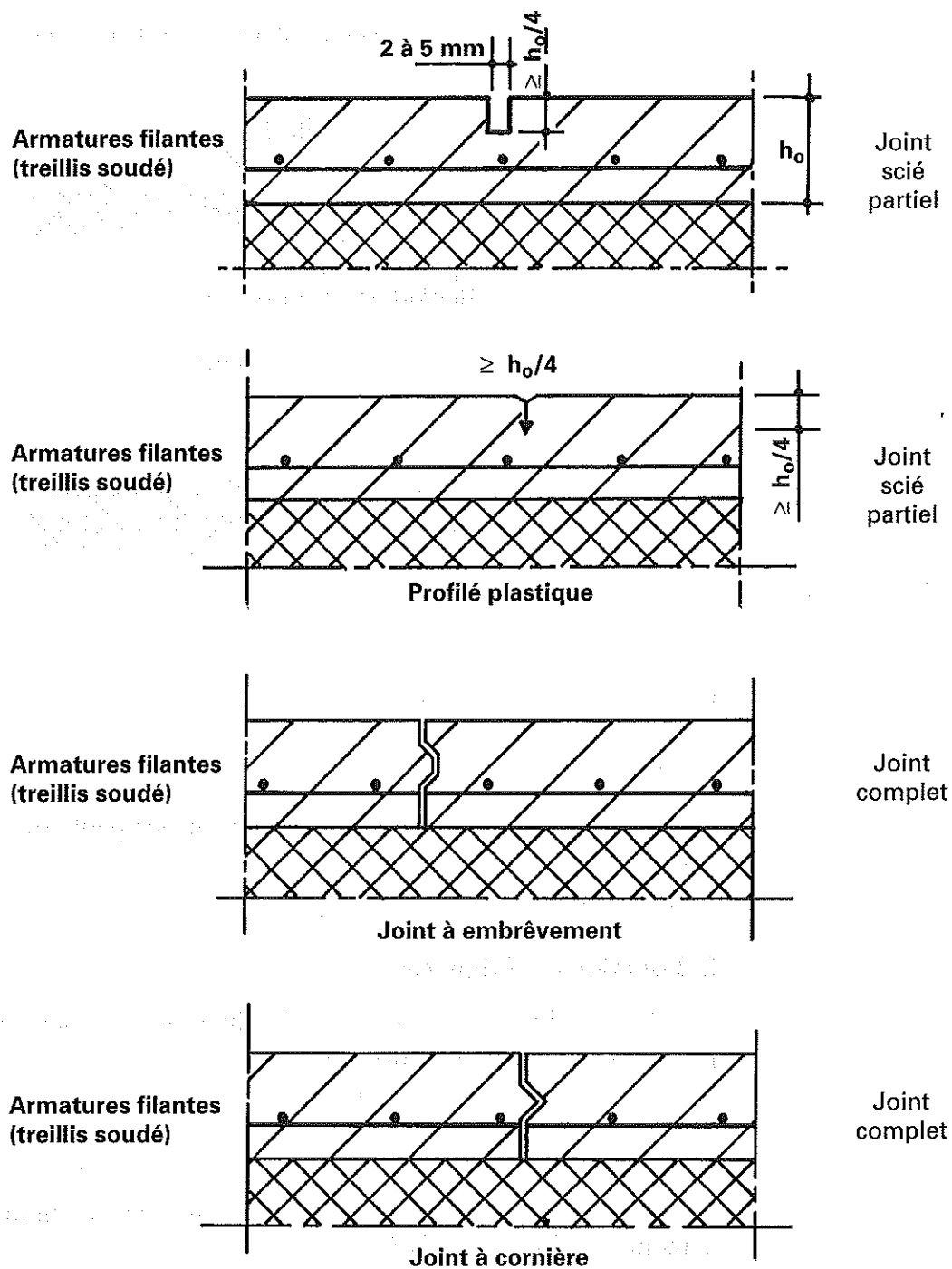
1) Règles de calcul du béton armé aux états limites BAEL 91.

b) 2<sup>e</sup> cas : dallages supportant des charges élevées ( $> 1 \text{ T/m}^2$  ou  $10 \text{ kN/m}^2$ )



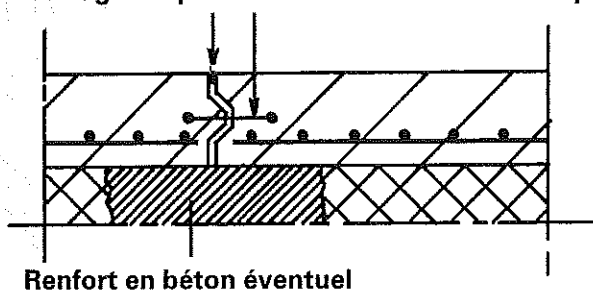
- |                    |     |                                    |
|--------------------|-----|------------------------------------|
| Sous-couche        | (1) | Sable                              |
|                    | (2) | Tout-venant                        |
|                    | (3) | Sable compacté ou tout-venant      |
| Forme              | (4) | Tout-venant compacté               |
|                    | (5) | Granulats concassés ou tout-venant |
|                    | (6) | Béton maigre                       |
| Corps du dallage   | (7) | Corps du dallage                   |
|                    | (8) | Armature TS (panneaux)             |
| Couche de finition | (9) | Chape                              |

### 3. Disposition des armatures au droit des joints

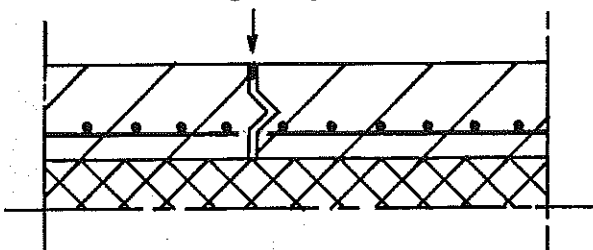


Joint de dilatation : armatures interrompues (T.S.)

Bourrage souple Joint d'étanchéité éventuel profilé (watershop)



Bourrage souple



## VIII – COUCHE DE FINITION

### 1. Classement

La couche de finition ou revêtement de surface peut être :

- incorporée au corps du dallage
- ou rapportée.

### 2. Fonctions – Exigences

Les dallages industriels ayant des destinations diverses, la couche de finition peut avoir plusieurs fonctions ou exigences :

- couche de roulement ou d'usure ;
- revêtement antipoussières ;
- revêtement décoratif, etc.

Le tableau suivant donne les caractéristiques des revêtements avec leur classement ou adaptation vis-à-vis :

- de la résistance à l'abrasion ;
- de la résistance aux chocs ;
- de la résistance au poinçonnement ;
- de la résistance aux agents chimiques ;
- etc.



## CARACTÉRISTIQUES DES FAMILLES DE REVÊTEMENT

	Résistance à l'abrasion	Résistance aux chocs	Résistance au poinçonnement	Anti-dérapant	Anti-poussière Facil. d'entretien	Comportement à l'eau	Résistance aux chocs thermiques	Résistance aux produits ch.	Anti-étincelles	Isol. phonique et thermique Soup.	Rap. de mise service
<b>Famille des revêtements à base de ciment</b>											
– saupoudrage de granulats durs :											
• naturels.....	••	•	••	•••	•	••	••	•	•	–	•
• métalliques.....	••	••	••	•••	•	–	••	•	–	–	•
• abrasifs.....	•••	•	••	•••	•	••	••	•	–	–	•
– chape incorporée .....	•	–	••	••	•	••	••	•	•	–	•
– chape rapportée anti-usure.....	••	–	–	•••	•	••	••	•	•	–	•
– carreaux anti-usure...	••	–	••	•••	•	••	••	•	•	–	•
– pavés – dalles amovibles .....	••	–	••	••	•	••	••	•	•	–	•••
<b>Famille de revêtements à base d'asphalte et de bitume</b>											
– carreaux d'asphalte ..	•••	••	••	•	••	•	–	•	•••	••	••
– chape asphalte .....	•	••	–	•	••	••	–	•	•••	••	••
– enrobé.....	•	•	•	••	•	••	–	•	••	••	••
– mortier de ciment bitumineux .....	••	•	•	•	•	••	–	– (solvant)	••	••	•
<b>Revêtements divers</b>											
– carrelage céramique.	•••	–	•	•	•••	•••	••	•••	•	–	•
– pavés en bois .....	••	••	•	–	•	–	•	–	•••	••	•••
– plaques à ancre (métalliques).....	•••	•••	•••	•	•	•	•	•	–	–	•••
– chape en résine synthétique.....	•••	•••	•••	•	••	••	•	••	•	•	••
– peinture.....	•	•	•	–	••	••	–	–	•	•	•

••• très bien adapté  
 •• bien adapté  
 • utilisable  
 – impropre

## 3. Types de couches de finition

- Lissage ou ponçage ;
- chapes incorporées ou rapportées ;
- revêtements industriels.



# **1/8**

## **Ouvrages de soutènement**

---

### **1/8.1**

#### **Généralités – Présentation**

---

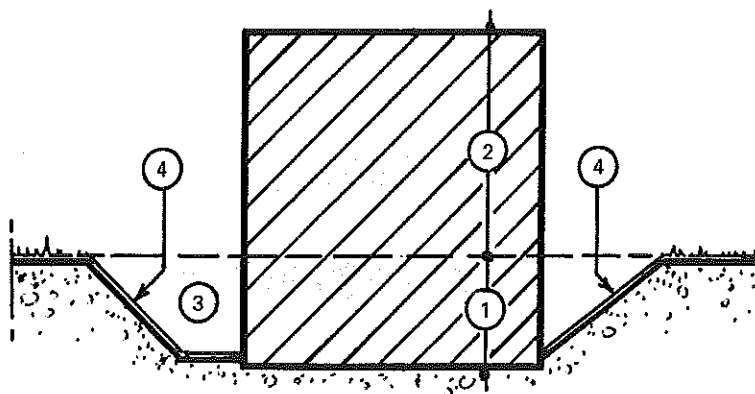
##### **1/8.1.1**

#### **Définitions et types de soutènement**

---

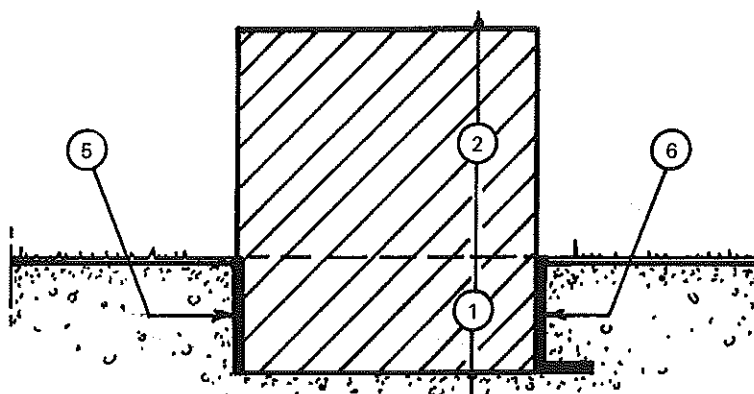
Un « soutènement » est un ouvrage destiné à réaliser une dénivellation localisée de terre (ou de toute autre matière, telle que minéral, graines, etc.), avec ou sans eau interstitielle, et à assurer l'équilibre des charges appliquées sur le site.

Exemples :



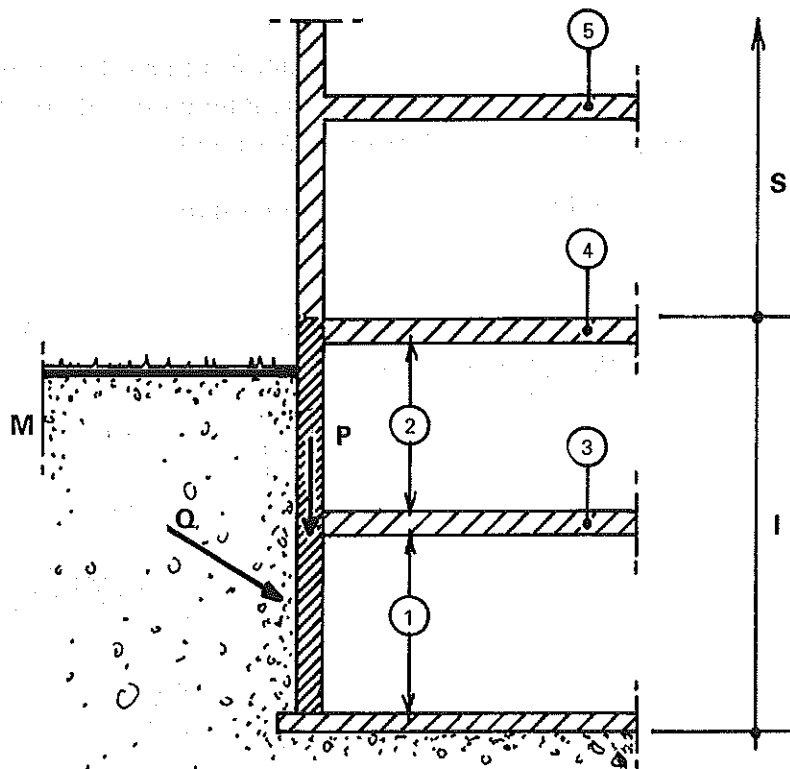
**A. Réalisation d'un bâtiment avec partie en infrastructure sans soutènement**

- ① Infrastructure
- ② Structure
- ③ Cour anglaise
- ④ Talus d'équilibre



**B. Réalisation d'un bâtiment avec infrastructure limitée par des soutènements**

- ⑤ Soutènement incorporé à la structure
- ⑥ Soutènement indépendant ou autostable



Détail : cas courant – soutènement incorporé

I = Infrastructure

S = Superstructure

① ② Eléments de voiles verticaux formant soutènements

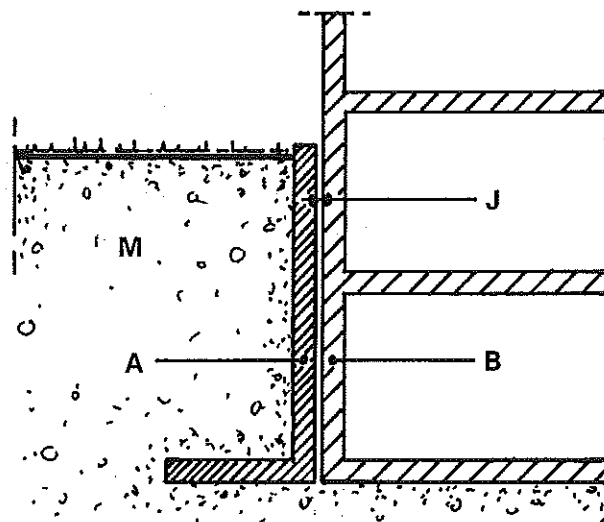
③ ④ ⑤ Planchers formant appuis ou butons pour le soutènement

P = Charges verticales

Q = Poussée des terres

M = Massif

- Ⓐ Mur de soutènement autostable
- Ⓑ Bâtiment indépendant de (A) pour un joint de rupture (J)
- J = Joint



Cas particulier = ouvrage autostable

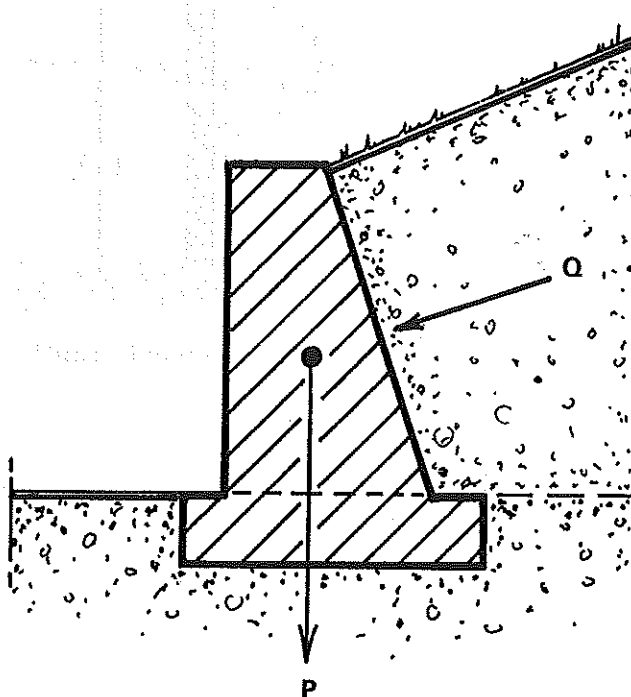
Remarque :

Le mur A autostable encaissant à lui seul les poussées du massif M, le bâtiment B a une structure indépendante de celle de A. Ceci implique que l'ouvrage A soit réalisé avant le bâtiment B.

### 1. Principaux types de soutènement

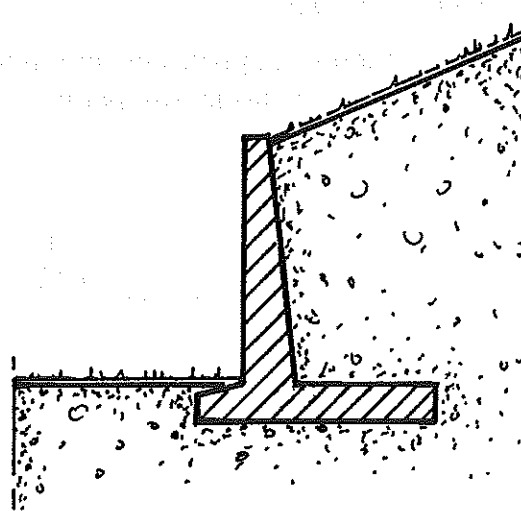
#### a) Les murs massifs

Les murs les plus anciens sont les murs massifs en maçonnerie d'éléments (moellons, briques pleines, ou béton banché non armé), souvent appelés *murs-poids* du fait que leur stabilité est assurée par leur poids propre.

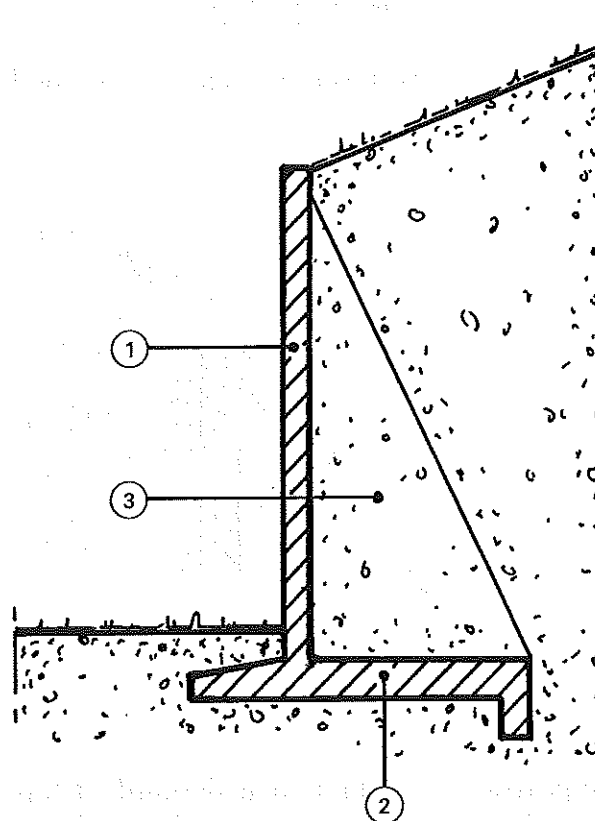


#### b) les murs cantilever

Les murs « cantilever » en béton armé comportant une semelle arrière chargée par le massif de terre qui exerce, en même temps que son poids, la poussée sur le voile ou mur.



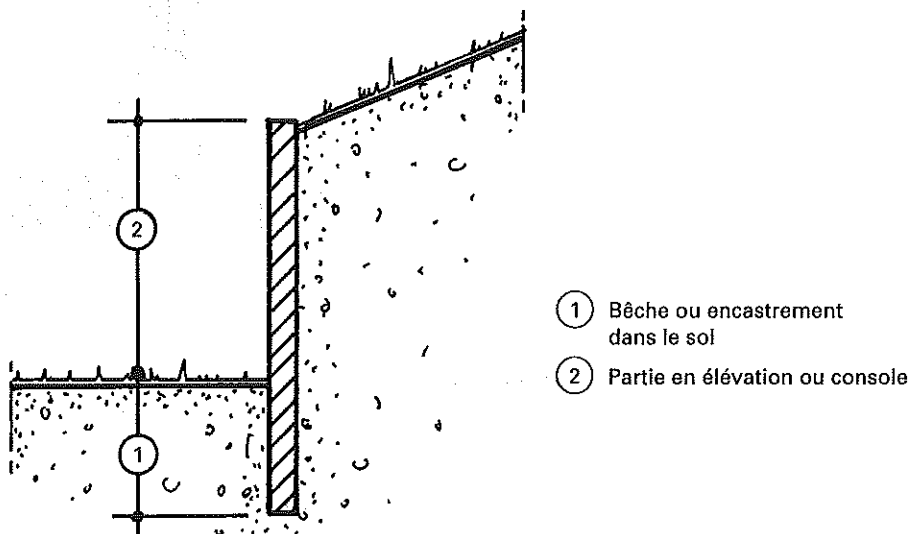
En variante pour des ouvrages de grande hauteur, ce type de mur peut être renforcé par des contreforts placés côté massif – terre.



- ① Mur-voile
- ② semelle
- ③ Contrefort

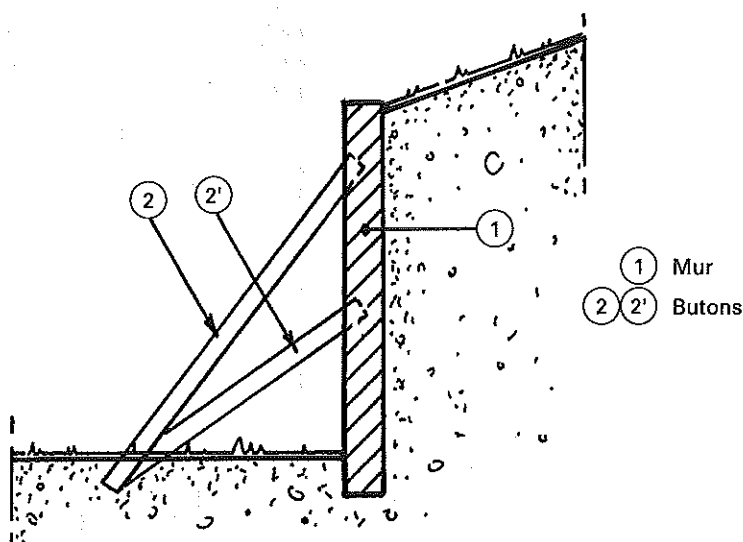
c) Les murs « bêche »

Les murs « ancrés », appelés encore murs « bêche » ou murs-console, sont réalisés soit en béton armé, soit par un rideau de palplanches.



Ce type de mur est réservé à des ouvrages de faible ou de moyenne hauteur.

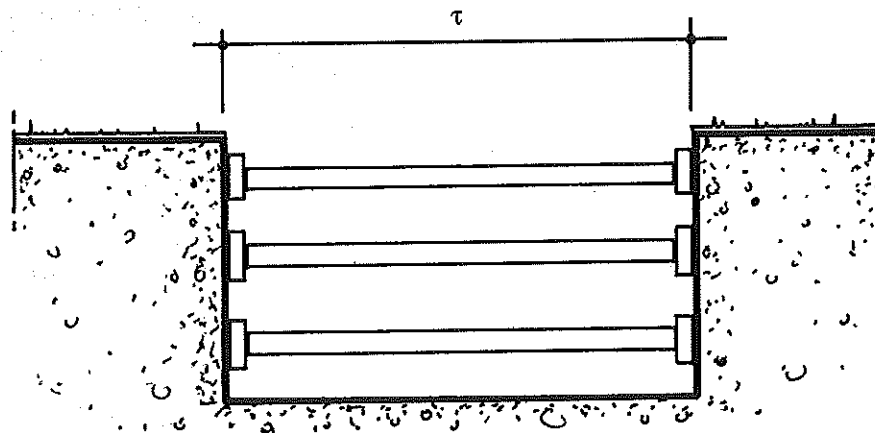
d) Les murs « butonnés »



Ce type d'ouvrage est rarement définitif (sauf pour des raisons architecturales). Il intervient en phase provisoire d'exécution.

Le principe de stabilité (butons) se retrouve dans les fouilles blindées (phase provisoire de terrassement). Les butons sont disposés en lignes horizontales à différents niveaux de la fouille. L'exécution des ouvrages s'effectue par phases entre lignes de butons.

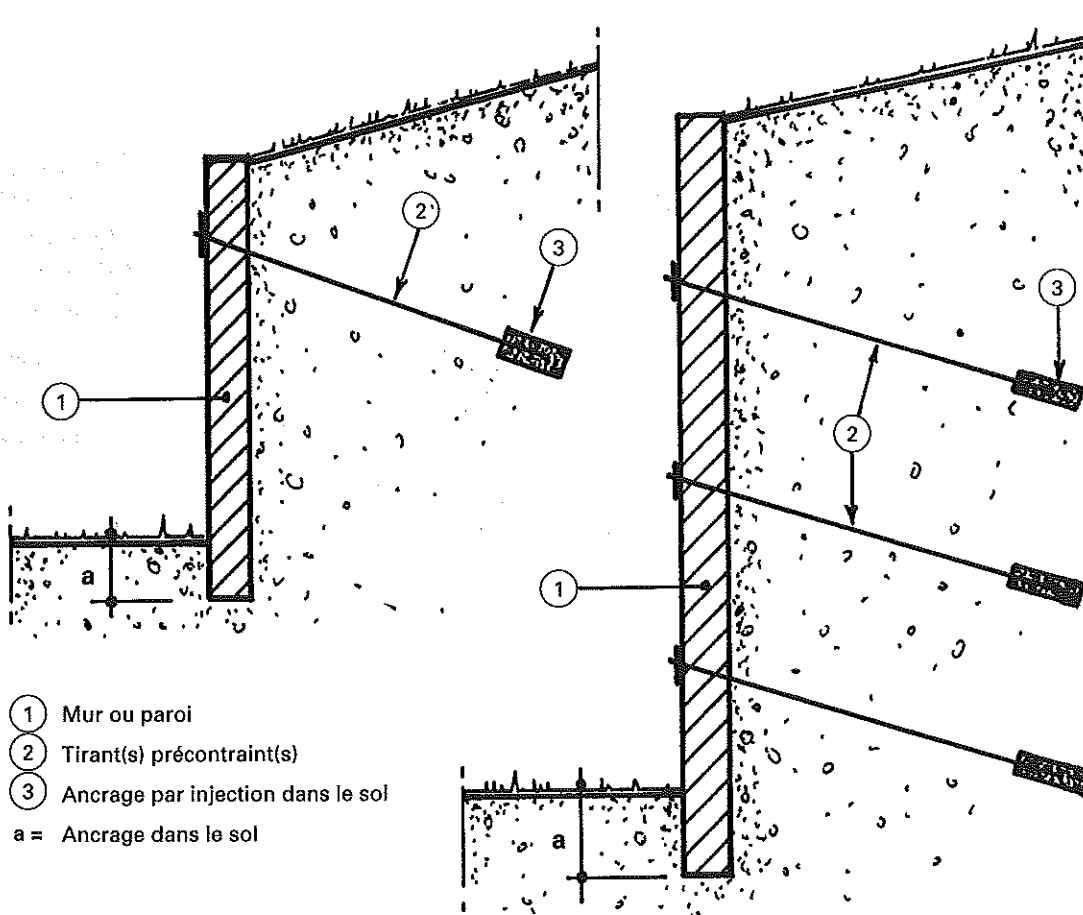




Ce type d'étaie provisoire est néanmoins réservé à des fouilles de largeur limitée ( $\tau$ ). Les butons sont constitués de grumes (troncs d'arbres), de tubes ou de profils métalliques.

*e) Les murs « ancrés » par tirants*

Lorsque les largeurs de fouilles sont trop importantes, la solution précédente « par butons » n'est plus possible, d'où la paroi ou mur « ancré » par tirants précontraints.



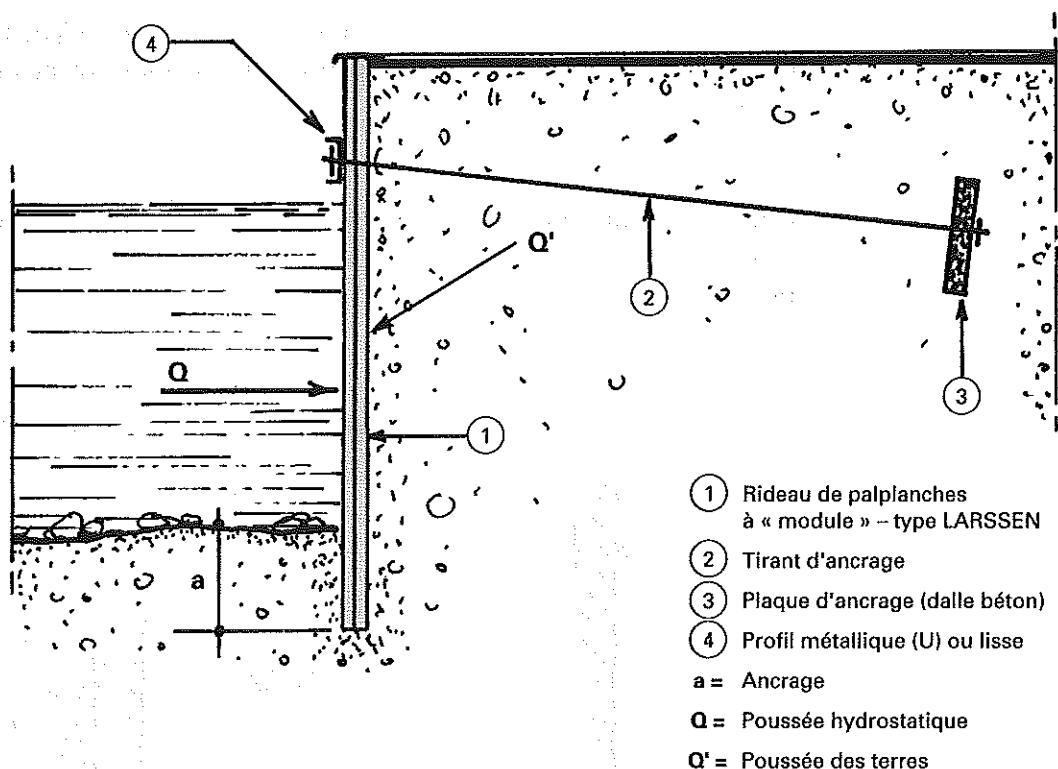
Ce type de mur, pour lequel la stabilité est assurée par les ancrages, peut être utilisé pour des soutènements provisoires (grandes fouilles) ou des ouvrages définitifs.

Dans le premier cas, c'est l'ouvrage construit dans la fouille qui reprend les poussées du soutènement provisoire (tirants passifs) au niveau des planchers intermédiaires.

Dans le second cas, les tirants sont définitifs et doivent être surveillés en permanence.

*f) Variante « paroi ancrée »*

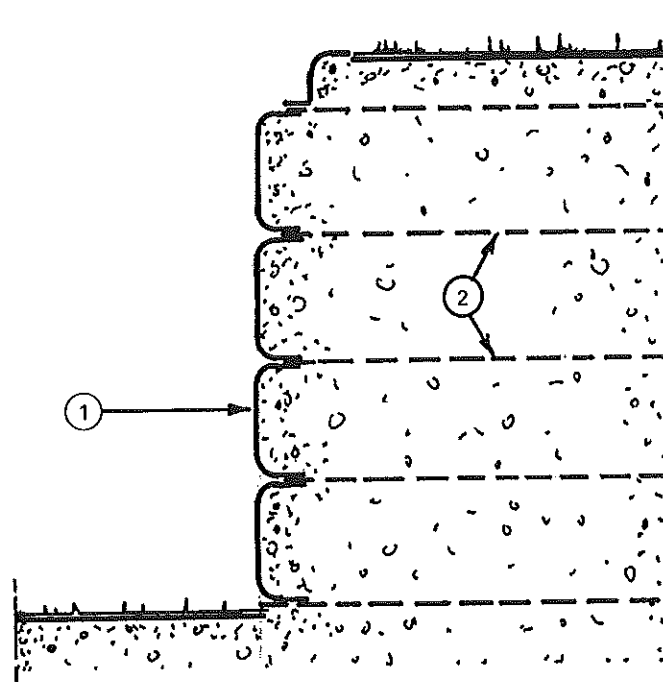
Exemple : mur de quai par rideau de palplanches :



Ce type d'ouvrage est définitif. Les tirants d'ancrage ne sont pas précontraints.

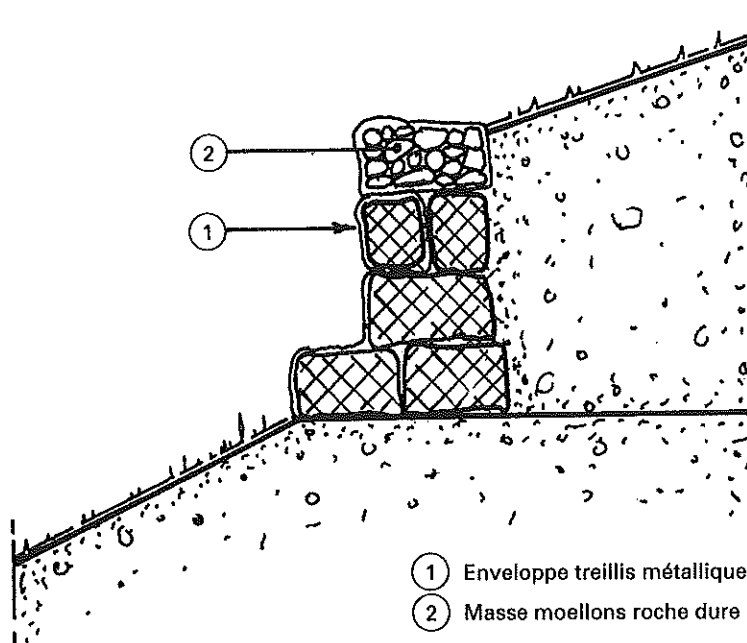
*g) Autres types d'ouvrages de soutènement*

– Terre armée :



- ① « Peau » extérieure métallique ou béton  
② Tirants d'ancrage

– Gabions préfabriqués (forme parallélépipédique) :



- ① Enveloppe treillis métallique  
② Masse moellons roche dure

Ce type de mur, constitué par assemblage de blocs préfabriqués, réalise par simple pose « à sec » un *mur de type poids*, de manière à former un ensemble compact par arrangement des blocs.



## 1/8.1.2

# Considérations générales d'exécution

---

Les ouvrages de soutènement doivent répondre à des règles de conception (dimensionnement, calcul) et de réalisation, ainsi que d'usage et d'entretien.

### 1. Conception – Dimensionnement

Les dispositions visant la conception et le dimensionnement sont données en partie 1/8.2 et suivantes, selon les types courants rencontrés.

### 2. Réalisation

Différentes précautions sont à prendre.

#### *a) Influence des conditions climatiques*

Ces ouvrages comportant nécessairement une partie « fondation », celle-ci doit être réalisée dans des conditions favorables, compte tenu de la nature du sol d'assise.

#### *b) Modification du régime des eaux*

Les caractéristiques du remblai constituant le massif placé à l'arrière de l'ouvrage de soutènement sont fortement influencées par la teneur en eau du terrain.

- en ce qui concerne les poussées et les butées (angle de frottement interne – cohésion) ;

- en ce qui concerne les tassements de l'ouvrage de soutènement (fondation) et du massif contenu.

#### *c) Risques d'efforts anormaux*

Lors de la construction, l'ouvrage de soutènement ne doit pas être soumis à des efforts supérieurs à ceux pour lesquels il a été conçu et calculé (par exemple : utilisation d'engins lourds pour compacter le sol à l'arrière du mur).

#### *d) Respect des phases de travaux*

Les différentes phases (provisaires, définitives) doivent être prises en compte au niveau de la stabilité, notamment lorsque des étaitements provisoires sont prévus (reports d'efforts lors des transferts de phase), donc principalement :

- en phase de terrassement (déblais et remblais) ;
- lors de la mise en place des tirants et des étais.

### 3. Après construction de l'ouvrage de soutènement proprement dit

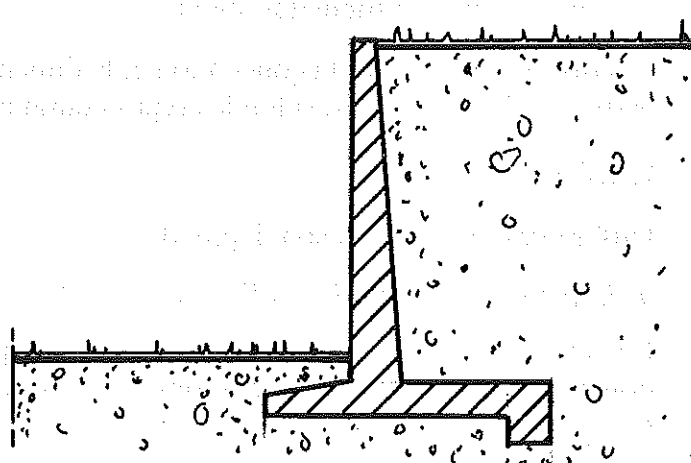
#### a) Opérations de remblaiement

Eviter les remblais en masse qui créent des efforts anormaux par leur importance et leur rapidité.

#### b) Opérations ultérieures de terrassement en pied de mur

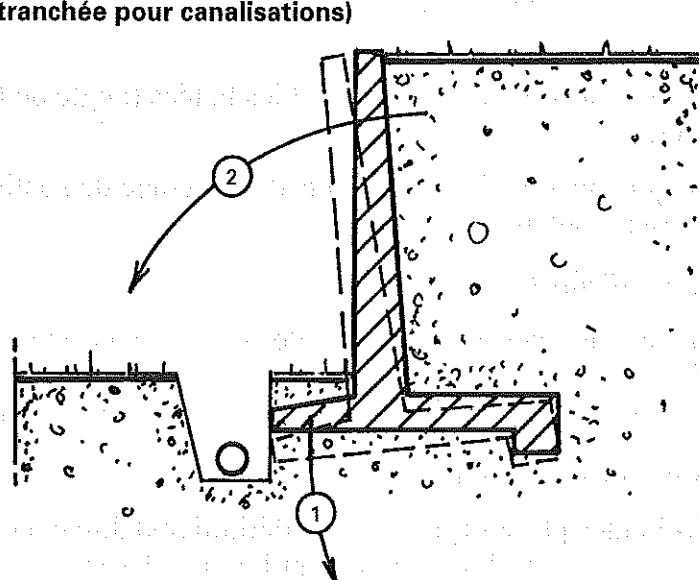
Une tranchée pour canalisations réalisée près de la semelle avant, c'est-à-dire dans la zone des contraintes maximales sur le sol diminue la butée de pied, et risque d'affouiller la fondation et de faire basculer le mur.

Etat initial

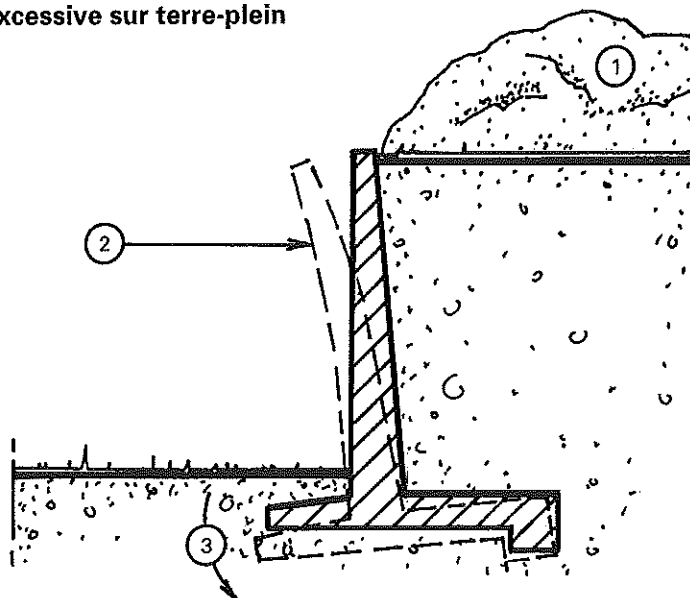


Travaux « après coup »

(tranchée pour canalisations)



- ① Tassement de la fondation par décompression
- ② Renversement du mur du terrain

**Surcharge excessive sur terre-plein**

- ① Surcharge excessive  
Exemple : produits minéraux ou déchets métalliques
- ② Risque de flexion excessive du voile (augmentation des poussées)
- ③ Risque de basculement de l'ensemble du mur par tassement de la semelle avant

*c) Surveillance du drainage à l'arrière du mur*

Un fonctionnement correct des barbacanes correspond à un débit d'écoulement variable mais généralement lié à la circulation des eaux dans le massif.

Le colmatage des drains et orifices d'évacuation peut être la cause d'une accumulation d'eau dans le terrain, préjudiciable à la stabilité du mur.





## 1/8.1.3

# Constitution du dossier technique et du dossier d'exécution

La conception et les conditions d'exécution d'un ouvrage de soutènement doivent être déterminées avant le début de la construction.

Le dossier correspondant est plus ou moins important selon la hauteur libre du mur.

Si celle-ci est supérieure à 4 m, le dossier de consultation devra comprendre :

- *un plan du terrain avant terrassement*, avec les courbes de niveau et les sondages (éventuels) de reconnaissance du sol ;
- *la description de l'ouvrage* :
  - tracé en plan,
  - coupe avec cotes NGF ;
- *les plans de phases* de terrassement et d'exécution des travaux ;
- *le rapport de reconnaissance du sol*, avec indication des caractéristiques mécaniques du terrain, niveaux de nappe phréatique (niveau « contractuel »), et indication de circulations d'eau éventuelles, naturelles ou artificielles ;
- *l'indication des charges permanentes et charges d'exploitation*, et des charges occasionnelles en cours de travaux ;
- l'effet éventuel des conditions climatiques (gel, exposition solaire importante, précipitations abondantes, etc.) ;
- *l'effet de risque sismique* (avec intensité selon réglementation locale) ;
- *présence éventuelle d'obstacles souterrains* (câbles, galeries, anciennes fondations, etc.) ;
- *contraintes particulières* ou sujétions spécifiques :
  - dépôt de déblais en excédent,
  - occupation temporaire du domaine public (ou privé),
  - déviation de circulations publiques ou privées,
  - signalisation vis-à-vis de la circulation,
  - maintien de circulation provisoire à travers le chantier (ou déviation...),
  - restrictions ou suppression de stationnement,
  - etc.

Le dossier d'exécution proprement dit doit :

- a) tenir compte des données, exigences générales ou particulières énoncées ci-dessus ;
- b) être constitué :
  - des dessins d'exécution ;
  - des notes de calculs justificatives de la stabilité de l'ouvrage.

Ce dossier est normalement préparé par l'entreprise chargée des travaux.

Ce dossier doit être soumis à l'approbation :

- de l'Administration pour tout ouvrage bordant une voie publique (ou éventuellement privée) ou une voie de communication (voie ferrée, par exemple) ;
- d'un contrôleur technique agréé pour les ouvrages limitant une propriété privée ou situés à l'intérieur de celle-ci.

**Règlements ou textes codifiés :** « Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé » en vigueur <sup>1)</sup>.

Les calculs doivent être établis :

- pour chaque phase intermédiaire de travaux, notamment lorsqu'il y a enlèvement ou déplacement d'étais ou relâchement (détente) de tirants provisoires ;
- pour la phase définitive à court terme ;
- pour la phase définitive à long terme, si celle-ci est plus défavorable qu'à court terme, par exemple en tenant compte des caractéristiques du sol à long terme.

<sup>1)</sup> Actuellement Règles BAEL 92.

## 1/8.2

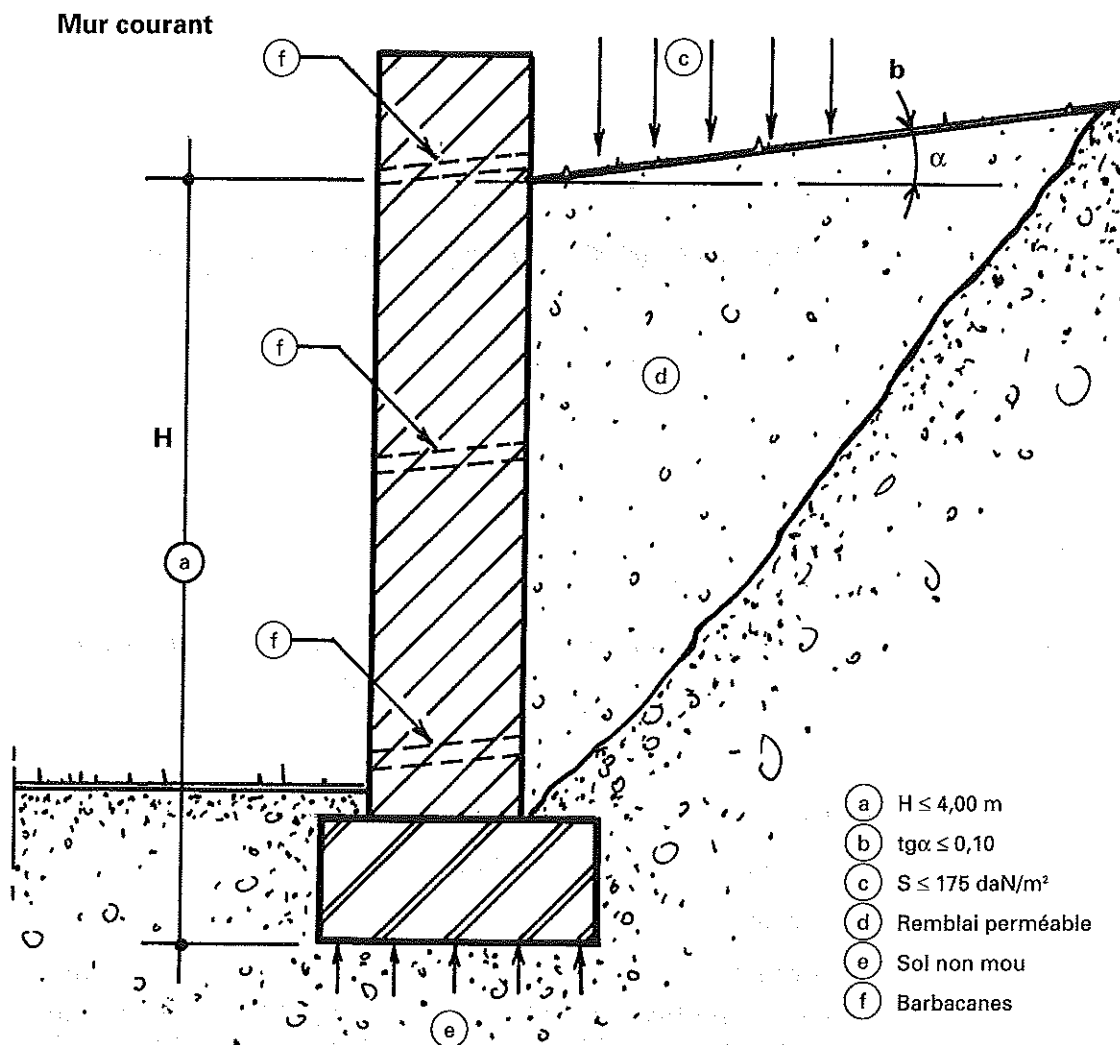
# Terminologie Dimensionnement des murs courants

---

### 1. Généralités

Les indications suivantes concernent les *ouvrages courants* rencontrés en construction de bâtiment. Un mur est dit « courant » lorsque les sept conditions suivantes sont réunies simultanément :

- hauteur du soutènement  $H \leq 4$  m (comprise entre la base de la fondation et l'arase du massif derrière le mur) ;
- pente du massif  $\leq 0,10$  ou 10 % ;
- charges d'exploitation sur massif  $\leq 175$  daN/m<sup>2</sup> ;
- remblaiement derrière le mur effectué avec des matériaux perméables (sables propres, mélange de sables et graviers, tout-venant, ballast ou déblais rocheux avec faible pourcentage de fines) ; remblais argileux gras ;
- terrain d'assise au niveau de la fondation :
  - sensiblement horizontal,
  - constitué ni d'argile molle, ni de vase, ni de tourbe, ni de sols compressibles ;
- dispositif d'évacuation des eaux en amont (massif) prévu (par exemple, barbacanes, filtres) ;
- dispositions pour éloigner des fondations du mur, les eaux qui peuvent franchir l'ouvrage ou s'évacuer par des barbacanes.



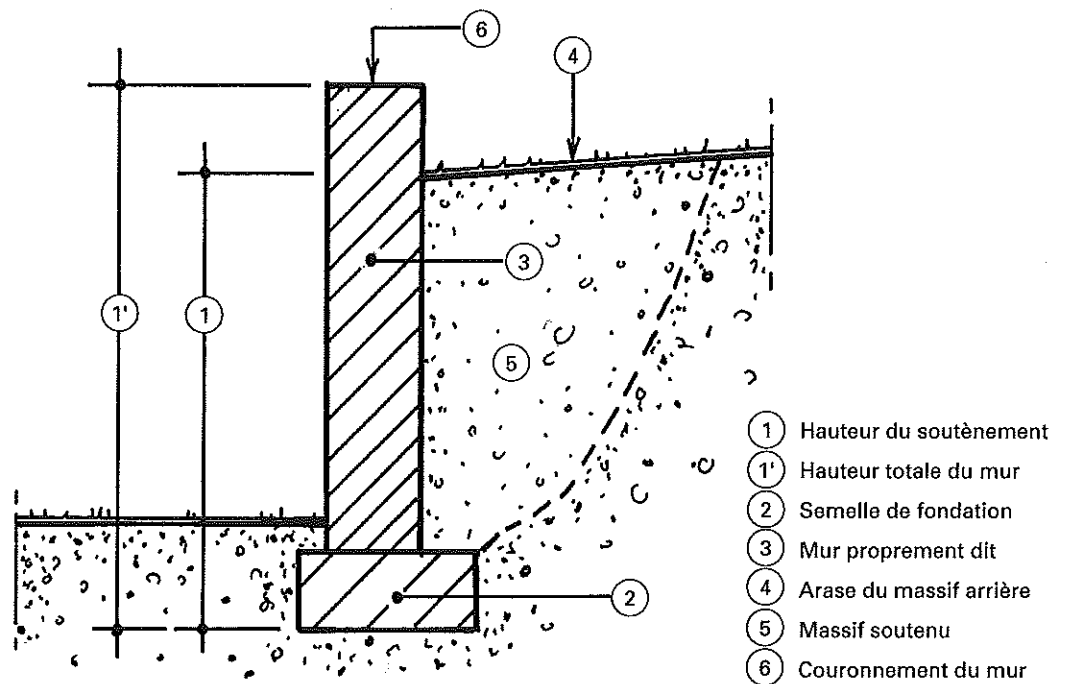
Nota :

Le dessin ci-dessus résume les sept conditions de définition d'un mur courant. Les proportions pour dimensionnement sont données ci-après.

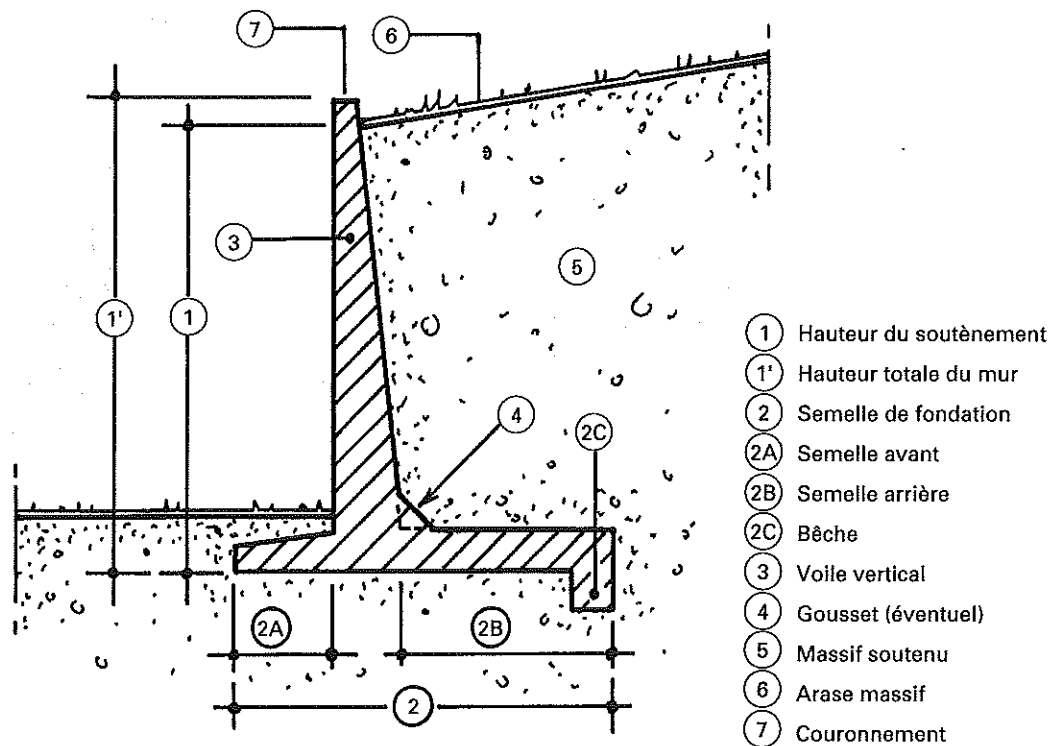
Les murs ne répondant pas simultanément aux sept conditions précédentes sont considérés comme « non courants », et doivent faire l'objet de justifications.

## 2. Terminologie sommaire

### a) Mur en maçonnerie

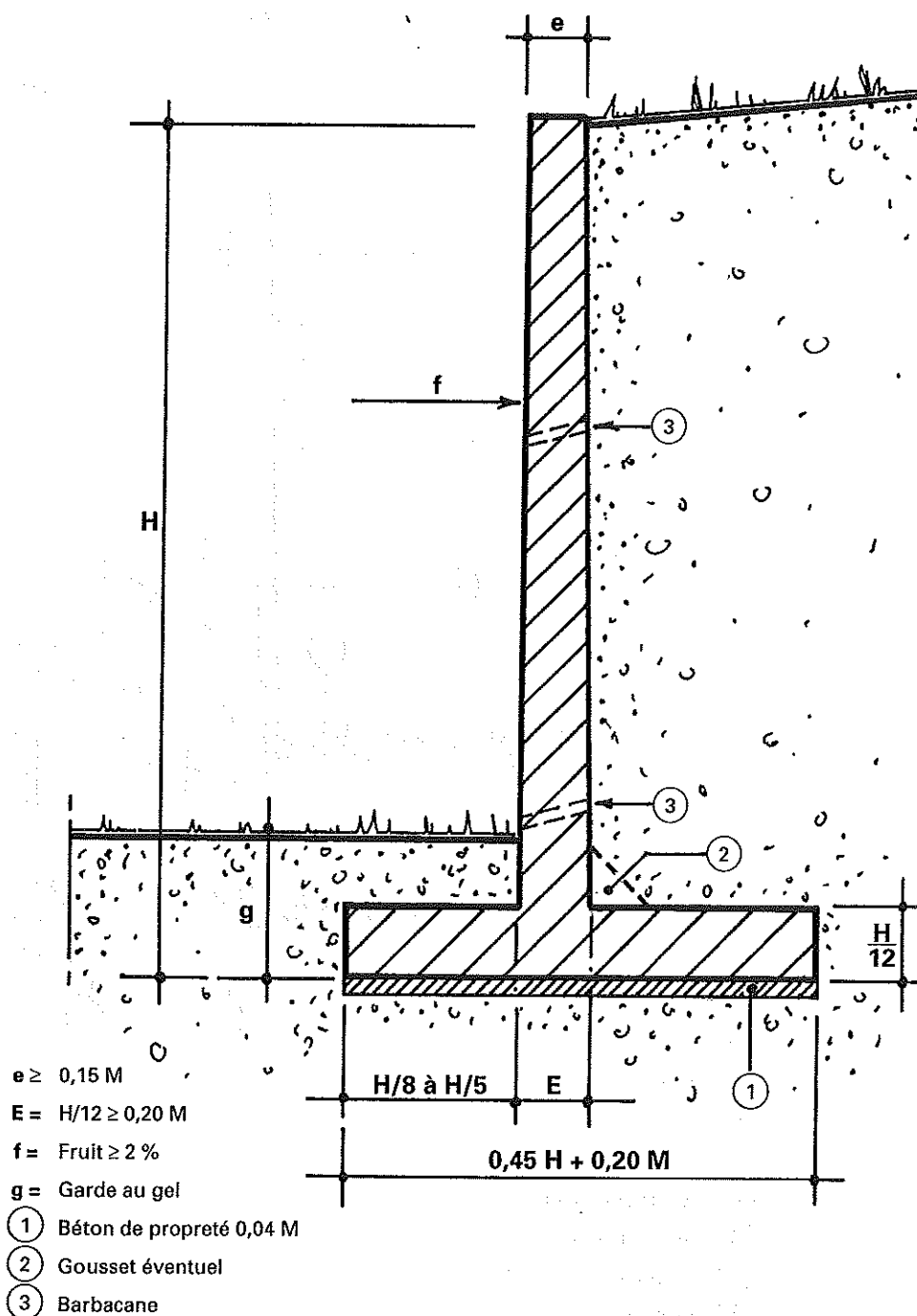


### b) Mur en béton armé (type Cantilever)





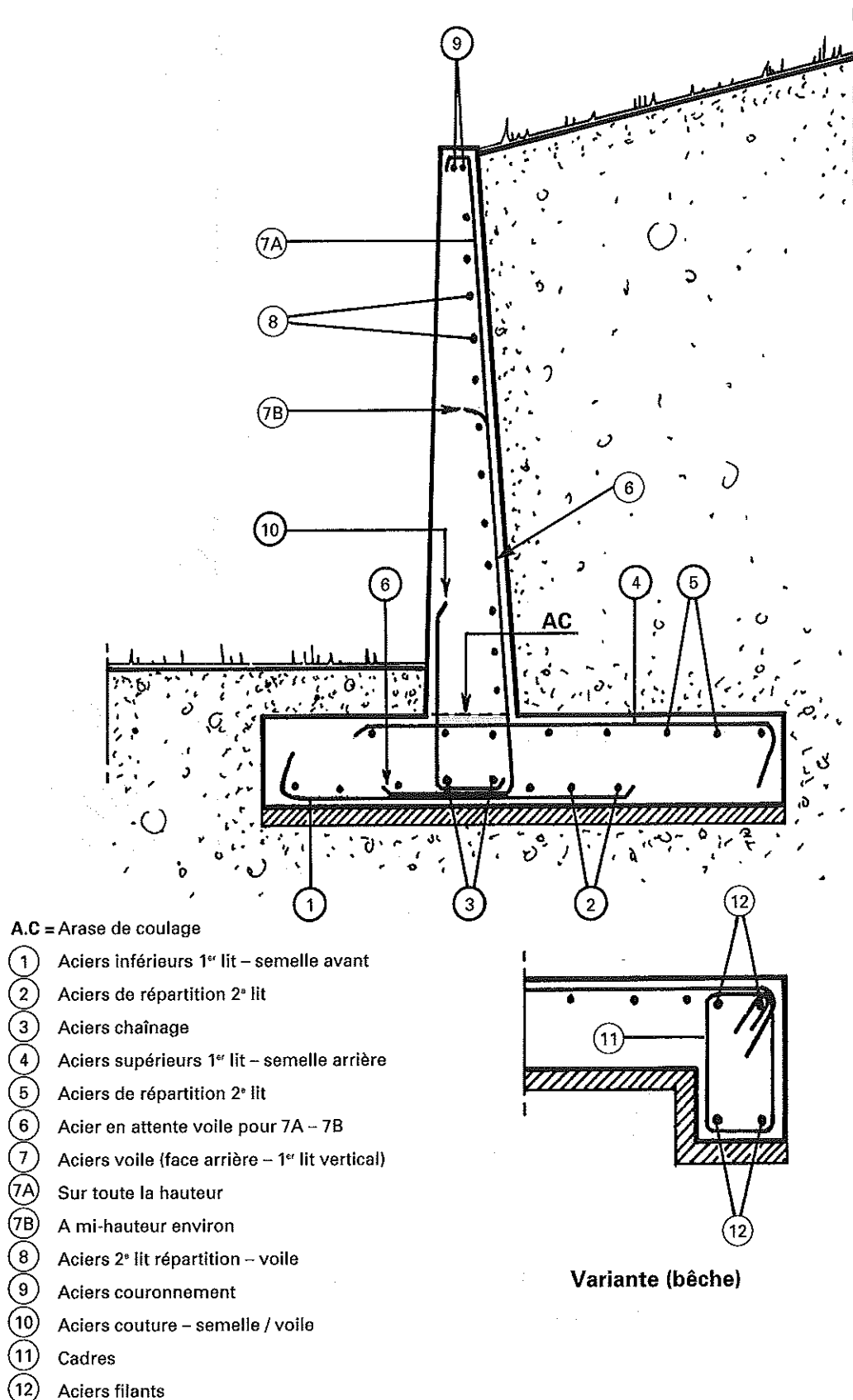
b) 2<sup>e</sup> cas : mur en béton armé type « cantilever » (ou mur lesté)



Nota :

Les indications ci-dessus correspondent à un prédimensionnement qui ne dispense pas d'un calcul justificatif, notamment pour la détermination des armatures (Cf. dessin de principe).

#### 4. Murs en béton armé : dispositions de principe des armatures





## 1/8.3

# Dispositions constructives des murs de soutènement

---

### 1. Généralités – Principes

Le plus gros risque pour un ouvrage de soutènement est la *présence d'eau* dans la massif arrière soutenu qui peut modifier d'une manière très importante les hypothèses de calcul en intervenant sur les caractéristiques du terrain :

- angle  $\phi$  frottement interne,
- cohésion du sol.

A la limite, en cas d'excès d'eau, le sol peut se liquéfier (boue) et exercer une poussée de type hydrostatique.

Afin d'éviter ce risque, on peut collecter l'eau et l'évacuer, ou empêcher l'eau d'arriver jusqu'au mur.

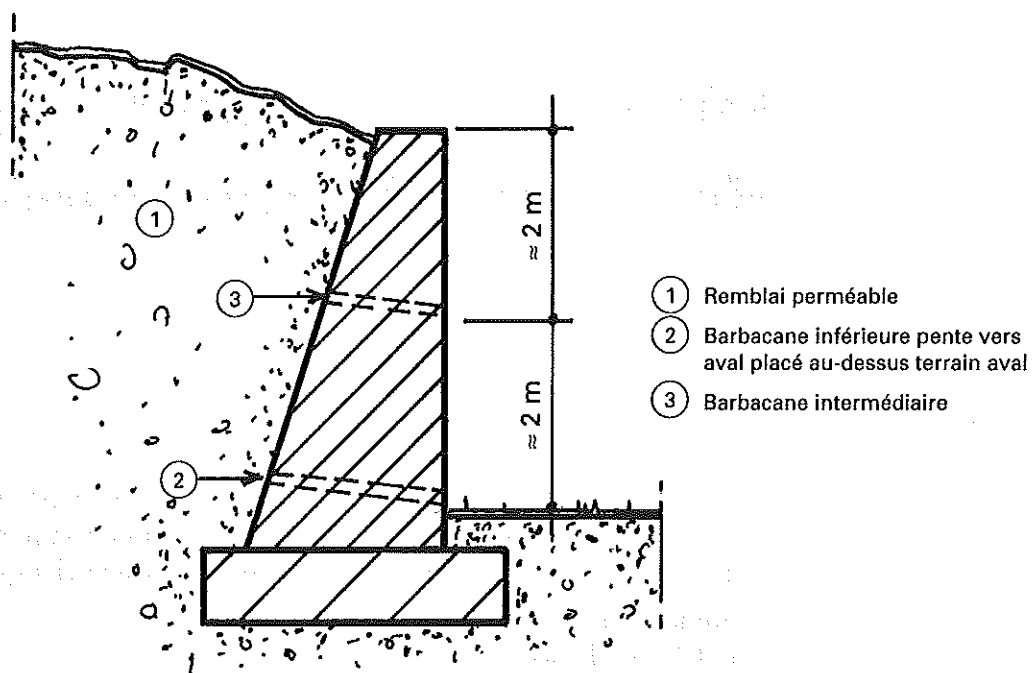
### 2. 1<sup>er</sup> cas : collecter l'eau du massif et l'évacuer

Ceci suppose que l'eau évacuée par les barbacanes ne crée pas de gêne pour le voisin situé en contrebas.

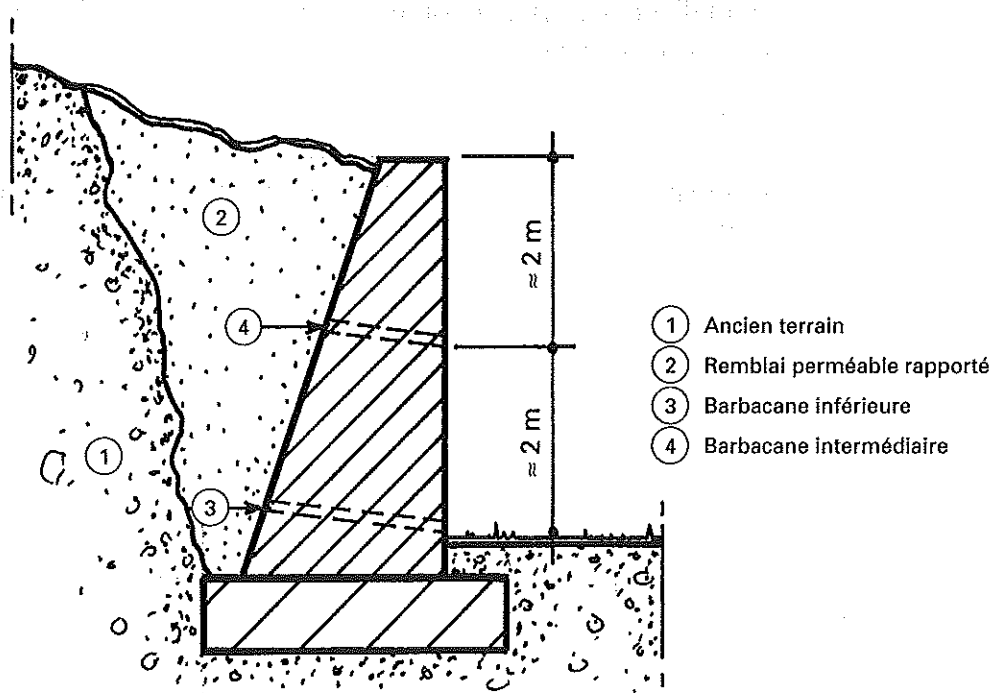
Les dispositifs utilisés sont des drains traversants ou barbacanes, qui présentent les caractéristiques et dispositions suivantes :

- section totale  $\geq 1/500^e$  de la surface du mur ;
  - diamètre  $\geq 0,10$  m ;
- soit 1 barbacane tous les 4 m<sup>2</sup> (maillage 1,5 à 2 m) (Cf. schéma).

a) Remblaiement arrière en grande masse par terrain perméable



b) Remblai rapporté en matériaux perméables



Nota :

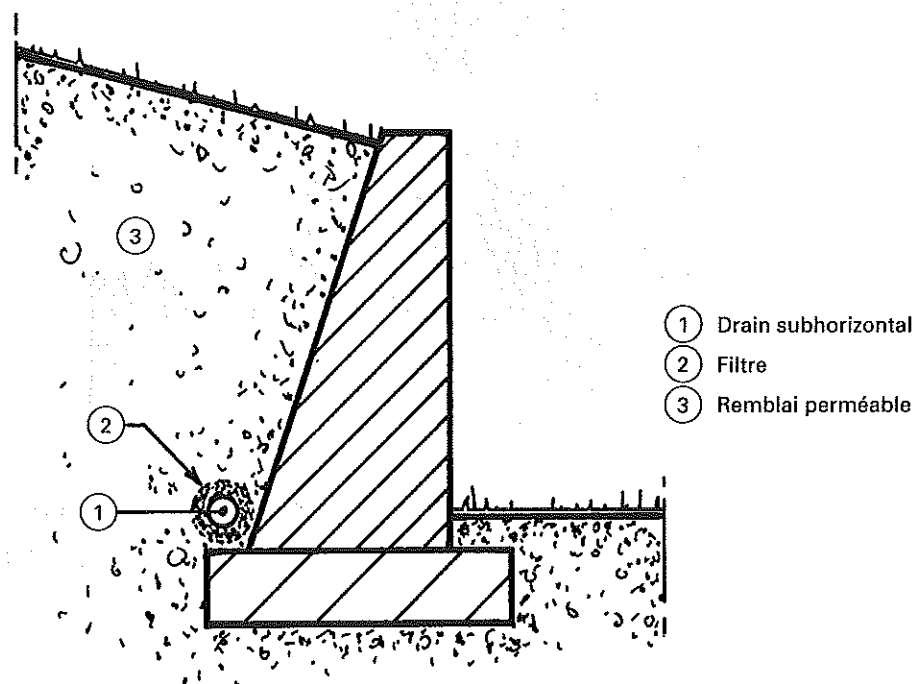
l'évacuation par barbacanes est toujours préférable car elle permet de contrôler leur fonctionnement.

L'inconvénient, en revanche, est d'ordre esthétique avec les coulures et dépôts sombres sur le parement du mur.

### 3. 2<sup>e</sup> cas : collecte des eaux par drainage à l'arrière du mur

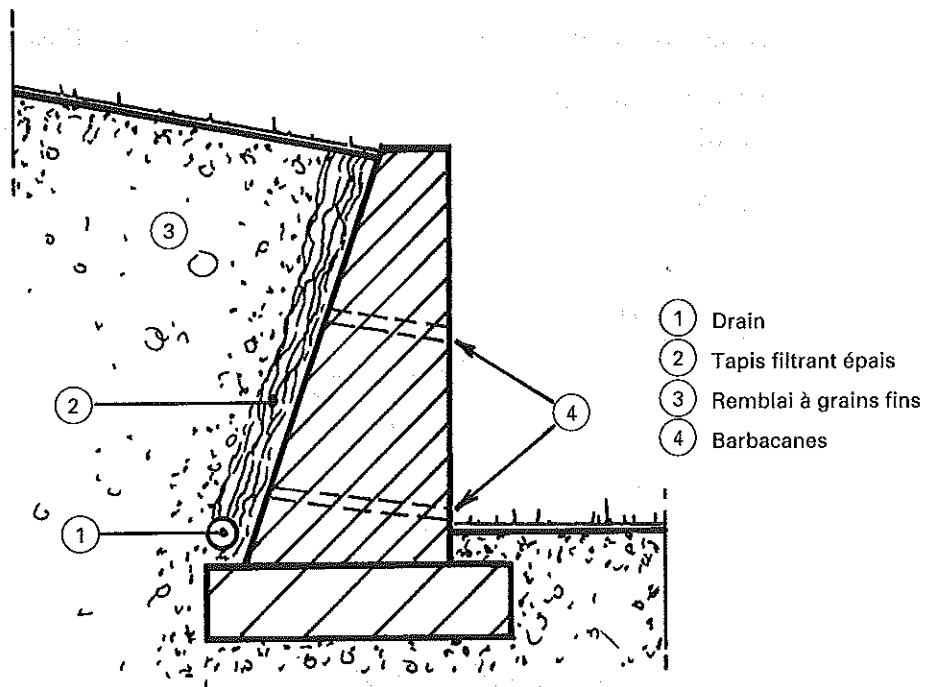
C'est la nature du remblai (sol à grains fins) qui nécessite des dispositions particulières.

#### a) Drain inférieur



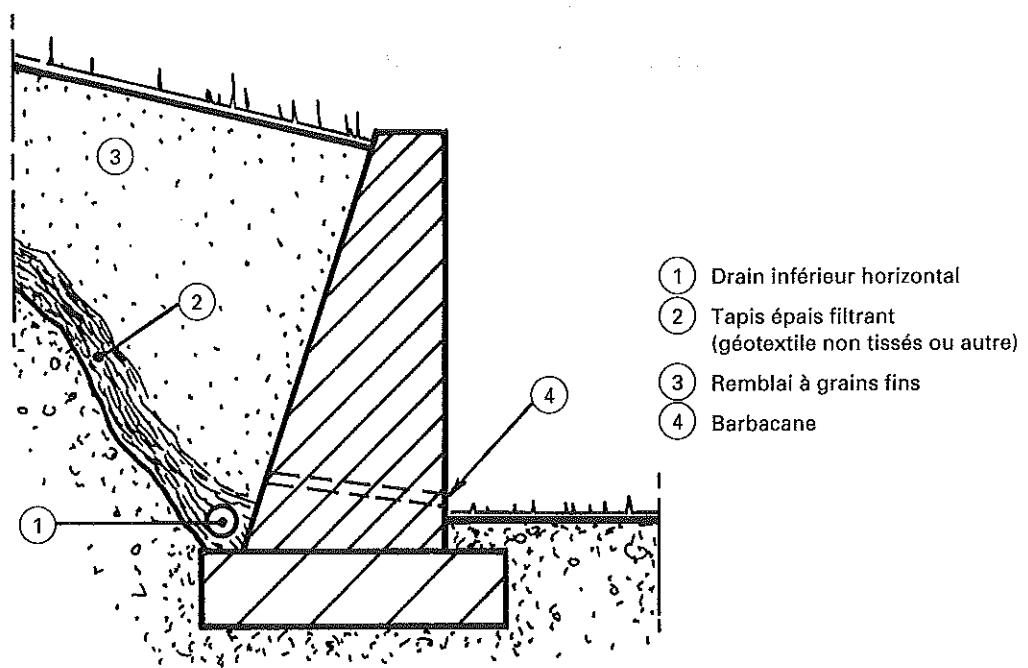
Le drainage s'effectue parallèlement au mur, mais il faut évacuer l'eau drainée.

*b) Matériaux filtrants non colmatables*



Le drain inférieur n'est pas suffisant si le remblai est constitué d'éléments fins. Si le terrain d'assise est argileux, prévoir un drain de débit suffisant.

*c) Autres dispositions*



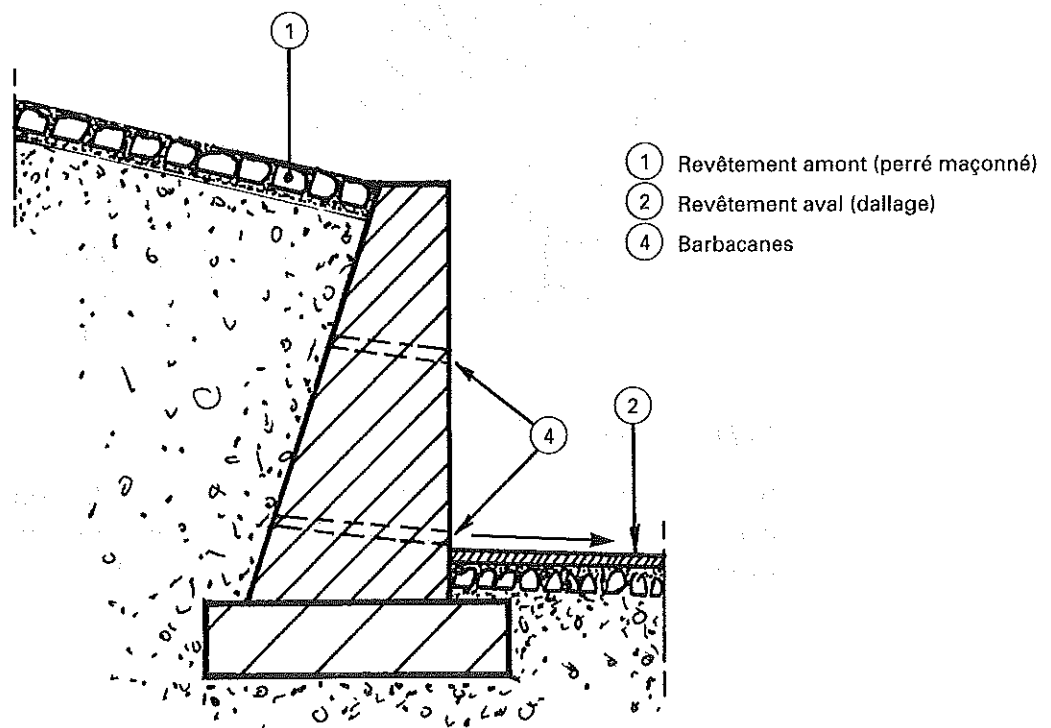
**Remarque :**

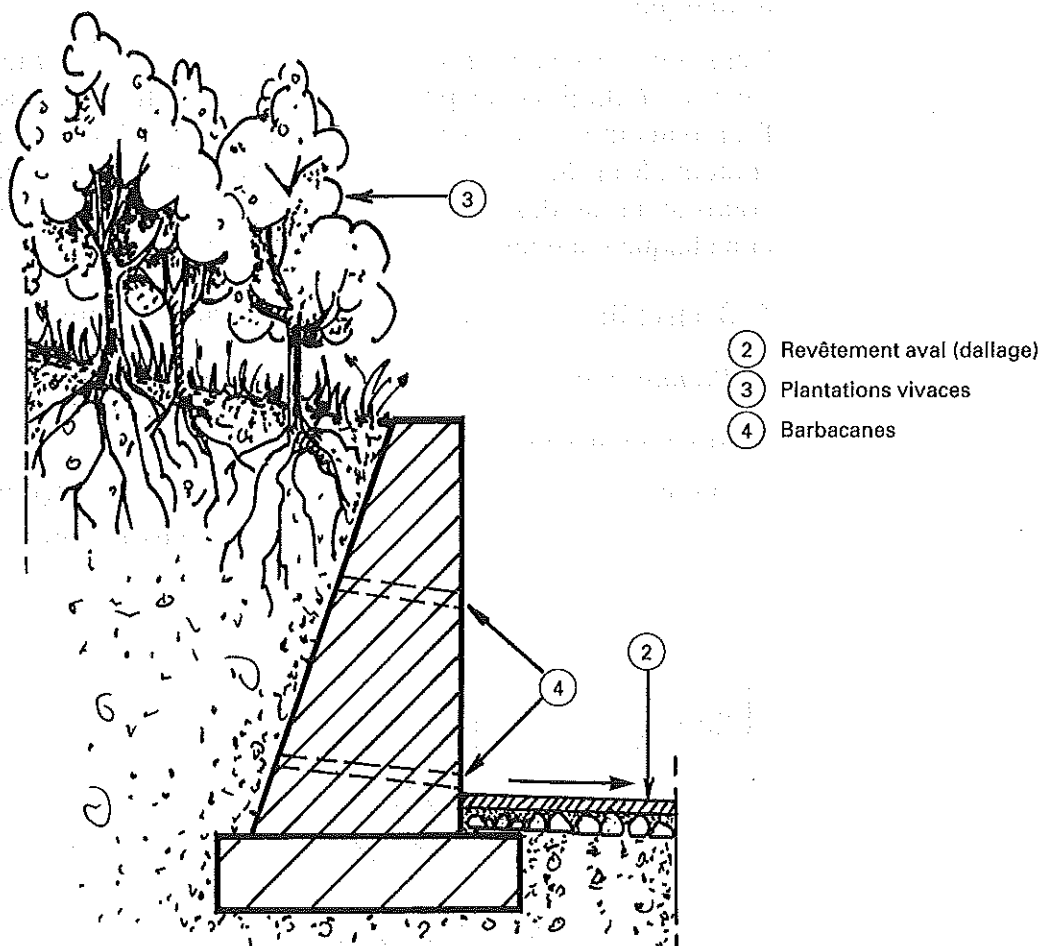
Dans tous les cas, un remblaiement de matériaux perméables est préférable. En effet, il diminue les poussées sur le mur (angle  $\emptyset$ ), facilite l'évacuation de l'eau dans le massif, et limite les risques de gel, à travers le mur, du terrain soutenu. Mais le drainage profond correspond à une sujétion d'entretien et de contrôle du fait des risques de colmatage (regards profonds de place en place et à chaque changement de direction du mur de soutènement).

**4. 3<sup>e</sup> cas : limiter les venues d'eau derrière le mur***a) Première disposition*

Mettre en place en surface du massif :

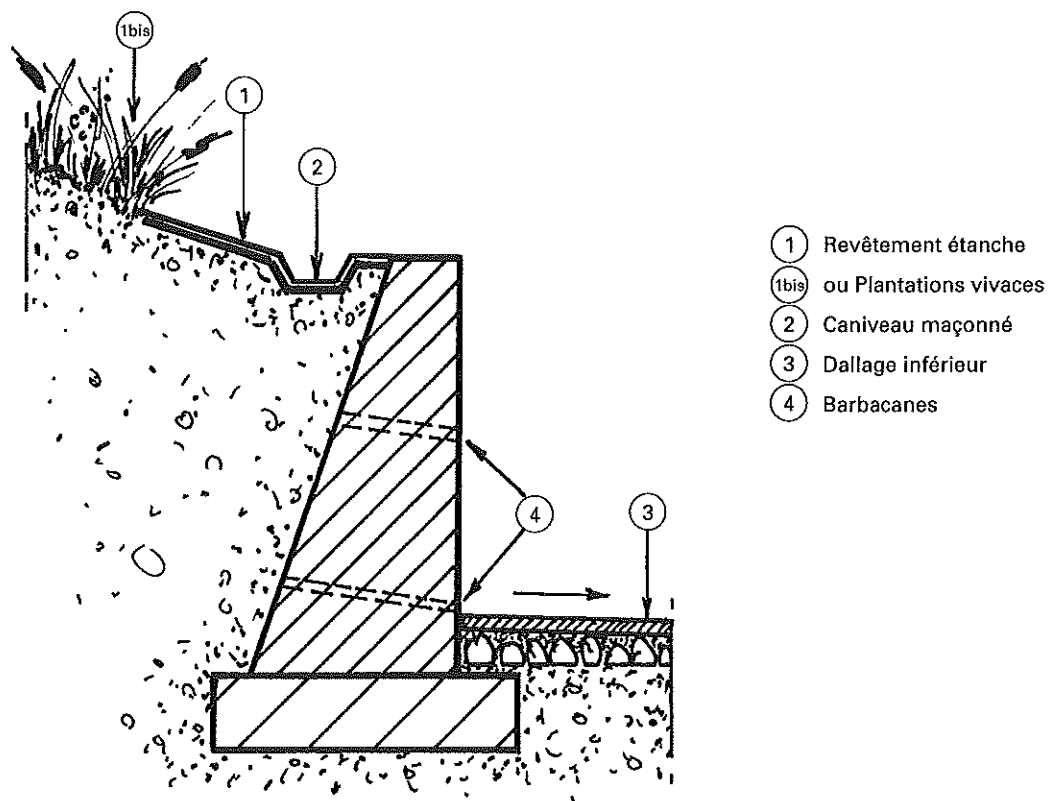
- soit un revêtement relativement étanche (perré maçonné, par exemple),
- soit des plantations qui absorberont les eaux de pluie ou de ruissellement.





#### b) Deuxième disposition

Si les dispositions précédentes ne sont pas possibles, ou si l'on craint que les eaux de ruissellement dépassent la crête du mur, on peut prévoir un caniveau maçonné assurant un drainage superficiel, complété par un revêtement ou des plantations en amont.



### 5. Dispositions complémentaires

Ces dispositions sont surtout applicables pour les ouvrages de soutènement établis dans des terrains en pente.

Il faut en effet éviter que les eaux de ruissellement dépassent la crête du mur, ruissellent sur le mur et, en se déversant sur le terrain en contrebas :

- provoquent l'affouillement de la semelle-avant du mur ;
- maintiennent une humidité dans le sol dans cette zone, qui pourra entraîner des tassements si le sol est argileux ou des gels du sol si celui-ci est perméable.

Dans tous les cas, la fondation du mur devra respecter une profondeur « hors gel » suffisante.

La disposition courante généralement efficace consiste à prévoir un dallage étanche côté aval, avec une pente éloignant les eaux de ruissellement de la base du mur.



Le mur de soutènement est un ouvrage de structure qui a pour fonction de retenir les terres et les matériaux granulaires. Il est généralement construit en béton armé ou en maçonnerie. Le mur de soutènement est soumis à des pressions latérales dues au poids des terres et des matériaux granulaires qu'il retient. Ces pressions latérales sont appelées pressions de terres ou pressions de matériaux granulaires. Le mur de soutènement doit être conçu pour résister à ces pressions latérales et à la pression verticale due au poids du mur et du remblai.



## 1/8.4

# Justifications de la stabilité d'un mur de soutènement

---

### 1. Généralités

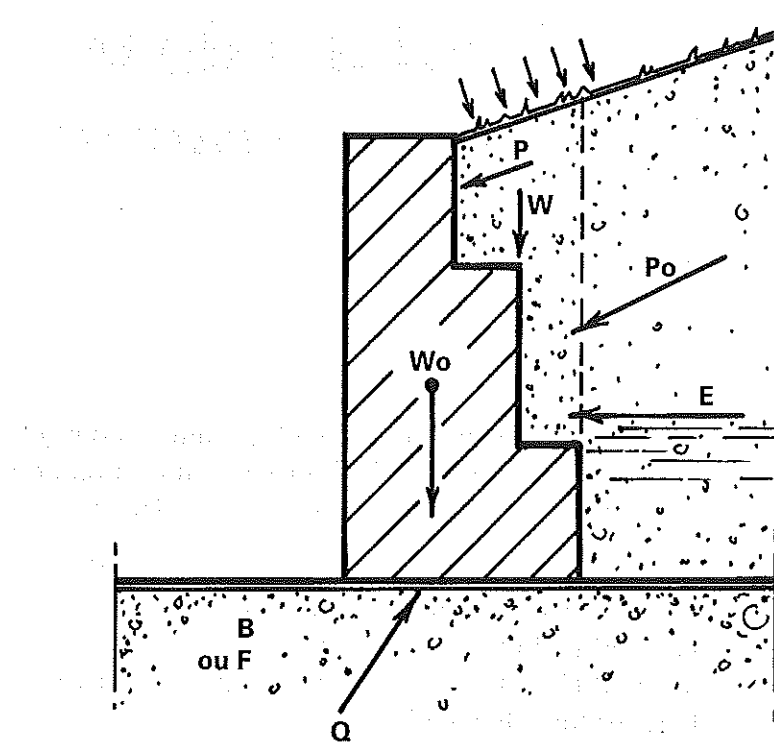
Les éléments suivants concernent les murs « courants » répondant aux conditions données en partie 1/8.2, et les murs « non courants » pour lesquels la justification de la stabilité est nécessaire dans tous les cas.

Les justifications par calcul (ou épures graphiques) portent sur :

- la résistance du mur proprement dite,
- la stabilité du mur au renversement,
- la stabilité du mur au glissement sur le sol d'assise,
- la résistance du sol d'assise,
- la stabilité au glissement de l'ensemble mur + terrain soutenu.

## 2. Forces en présence

### a) Cas d'un mur-poids (mur massif en maçonnerie)



Les sollicitations à prendre en compte sont :

$W_o$  = le poids propre du mur ;

$W$  = le poids des terres (ici sur les redans ou débord de semelle) et les charges d'exploitation sur le talus, et plus particulièrement si la surface du massif est horizontale ;

$P_o$  = la poussée des terres du massif soutenu ;

$P$  = la poussée due aux charges d'exploitation fixes ou mobiles, réparties ou concentrées, s'exerçant sur le massif ;

$E$  = la poussée hydrostatique (éventuelle) de l'eau (nappe phréatique retenue par le mur) ;

$Q$  = la réaction du sol de fondation ;

$B$  = la butée du terrain ou le frottement du mur sur le massif au niveau de la fondation.

L'ensemble de ces forces agissant en actions ou réaction, doit correspondre à un système en équilibre (forces concourantes) répondant à la condition générale :

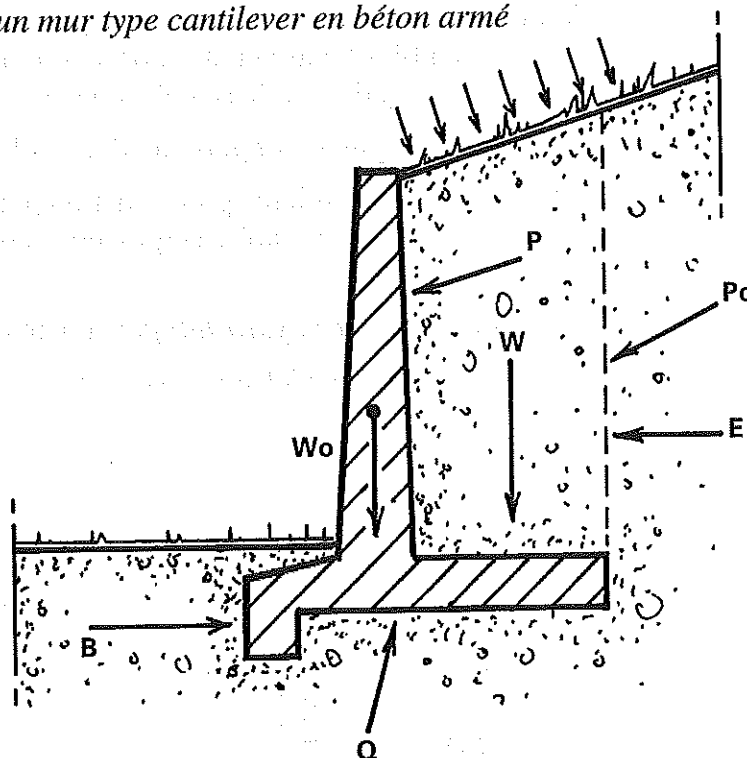
$$\sum F = 0 \quad \text{ou} \quad \begin{aligned} \sum F_x &= 0^{1)} \\ \sum F_y &= 0 \end{aligned}$$

$$\sum M = 0^{2)}$$

1) Somme des projections des forces = 0 (sur un système d'axes rectangulaires).

2) Somme des moments des forces par rapport à un point quelconque.

b) Cas d'un mur type cantilever en béton armé

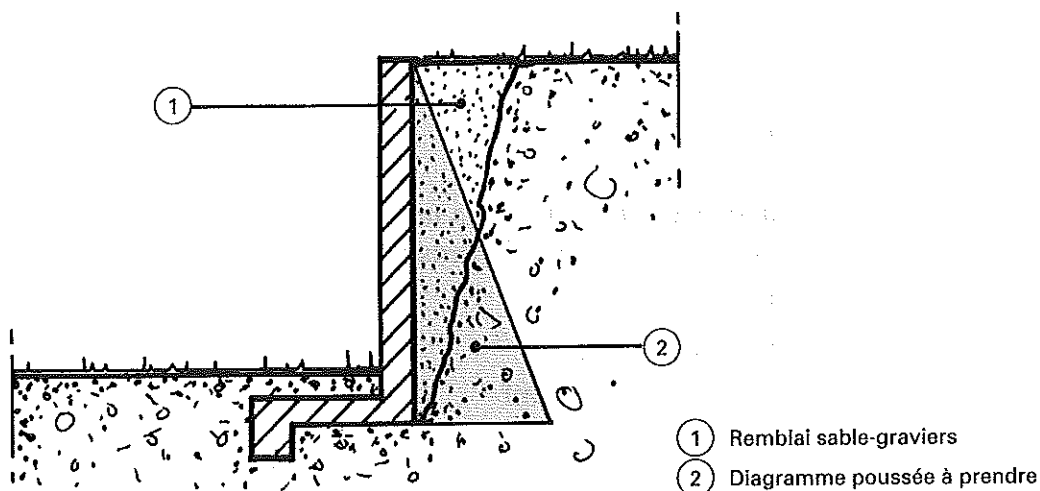


c) Actions particulières des forces

– Influence du *compactage du remblai* derrière le mur : ce compactage, réalisé à l'aide d'engins mécaniques, intervient comme une charge avec effet dynamique, appliquée à chaque couche.

La valeur de cette charge appliquée au massif introduit des poussées plus fortes que celles résultant des caractéristiques du sol et difficiles à apprécier, sauf par analogie.

Exemple : effet « silo »



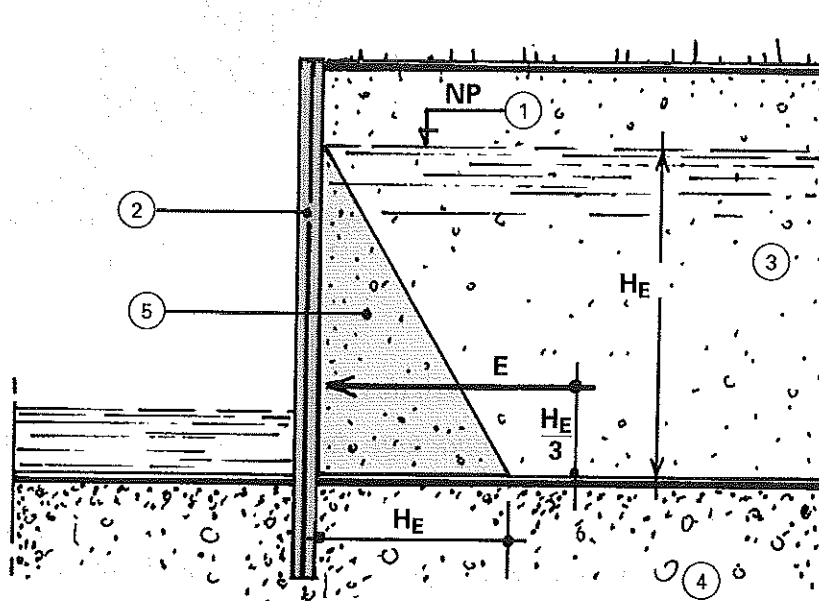
Cas d'un mur établi près d'un talus taillé presque à la verticale, avec un très faible espace remblayé entre la face arrière du mur et le front de taille (terrain stable naturellement du fait de sa cohésion)<sup>1)</sup>.

Ce mur reçoit une poussée importante due à « l'effet de silo ».

On peut admettre en première approximation pour la pression des terres, celle d'un massif entièrement en sables et graviers, comme si le terrain stable n'existait pas.

– Influence de la *poussée hydrostatique* et d'un drainage éventuel :

- 1<sup>er</sup> cas : pas de drainage à l'amont (rideau de palplanches)



- (1) NP = Niveau de la nappe phréatique
- (2) Paroi de soutènement étanche
- (3) Massif sables et graviers
- (4) Argile
- (5) Diagramme de la poussée hydrostatique seule

$$E = \frac{1}{2} H_e^2$$

avec  $H_e$  = hauteur de la nappe phréatique  
et  $E$  = poussée hydrostatique

Exemple :

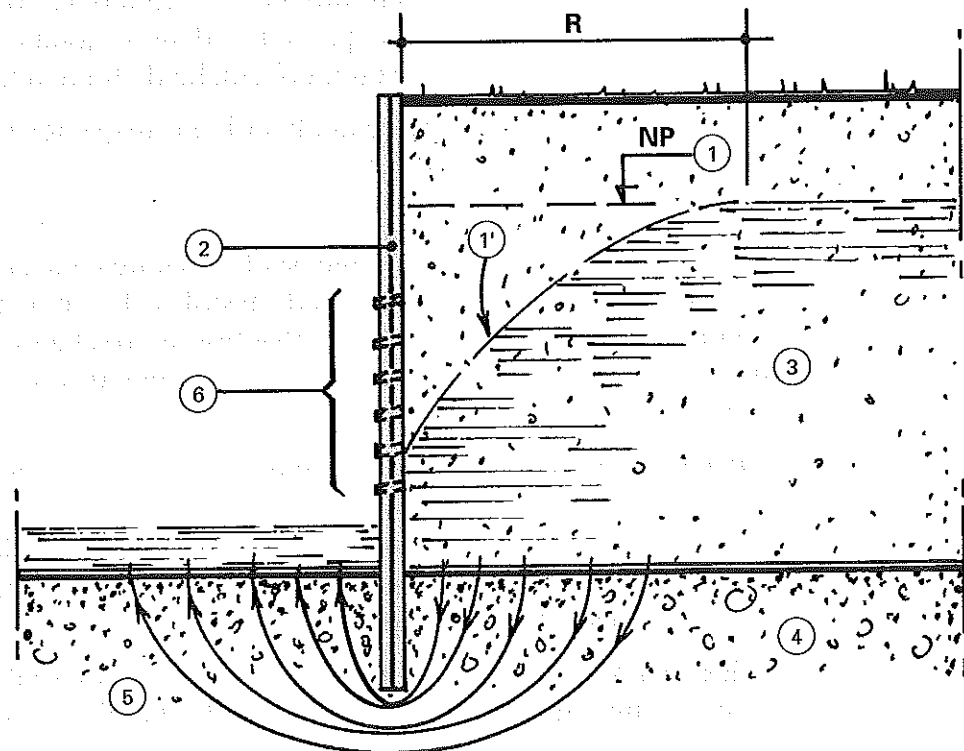
Si  $H_e = 3 \text{ m}$

$E = 4,5 \text{ T/ml}$

$H_{e(\text{max})} = 3 \text{ T/ml}$

<sup>1)</sup> La cohésion est rarement prise en compte dans les calculs de murs de soutènement car elle varie considérablement avec la teneur en eau du sol.

• 2<sup>e</sup> cas : mur drainé (barbacanes)



- |                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| ① NP = niveau de la nappe phréatique | ④ Argile                |
| ①' Courbe de rabattement             | ⑤ Lignes de courant     |
| ② Paroi de soutènement étanche       | ⑥ Barbacanes            |
| ③ Massif sable et graviers           | R = Zone de rabattement |

Les calculs doivent tenir compte du fait que la nappe n'est pas complètement rabattue au droit du mur et que le rabattement de la nappe provoque dans le massif une pression de courant qui s'ajoute à la poussée des terres. Cette pression de courant s'exerce jusqu'au point de raccordement de la courbe de rabattement avec le niveau de la nappe phréatique, soit sur la distance R. On admet, en première approximation, que le gradient de l'écoulement est constant.

– Evaluation de la réaction Q :

Dans cette évaluation, on ne tient pas compte de la butée B, force passive qui, pour se mobiliser, nécessite un certain déplacement du mur. Par ailleurs, cette disposition qui vise la sécurité, peut correspondre à la réalité si, par exemple, des travaux à l'aval du mur, en pied d'ouvrage, étaient entrepris après coup (tranchée, par exemple).

– Résistance du mur :

Les textes codifiés applicables seront donnés en 1/8.5.

Ils dépendent de la nature des matériaux constitutifs et du type de mur. En pratique, on peut distinguer **trois types** :

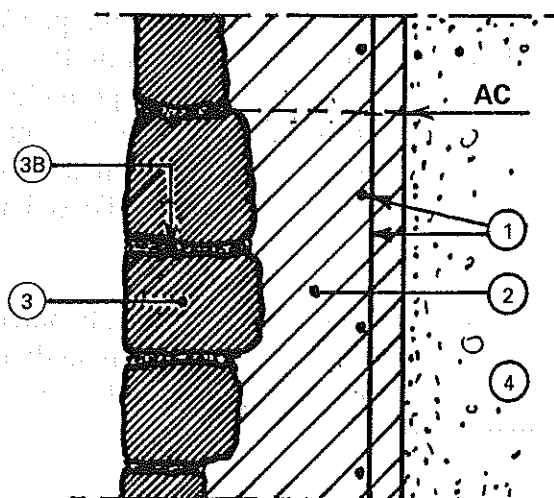
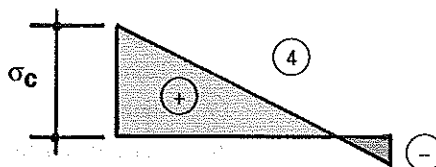
- *murs en maçonnerie* : ce type d'ouvrage ne peut accepter que des contraintes de compression généralement limitées à 1 MPa (soit 10 bars). Les efforts ou contraintes de traction ne sont pas admis dans les joints, changements de section (murs à redans) ou liaison mur/semelle de fondation ;
- *murs en béton armé* : les calculs doivent respecter les règles en vigueur (actuellement Règles BAEL 92).

Cas particulier :

murs en béton banché (non armé, sauf armatures dites de « peau ». Le DTU 23.1 détermine les contraintes admissibles. Le mur ne doit pas subir de contraintes de traction, sauf à la jonction mur/semelle (0,2 MPa ou 2 bars tolérés), à condition d'avoir des aciers de couture traversant la surface de jonction ( $S \geq 2 \text{ cm}^2/\text{ml}$ ) ;

• *murs composites* : par exemple, mur à parement extérieur, pierre appareillée et béton banché en masse. On doit vérifier :

- la contrainte de compression limite de la maçonnerie de pierre doit être  $\leq$  limite admise. (La section transversale peut être considérée comme homogène par application de la loi de Hooke) ;
- les contraintes de traction ne peuvent être admises, sauf à disposer une armature côté massif pour assurer la couture des nombreuses reprises de coulage.



AC = Arase de coulage

① Armatures de traction

② Béton banché

③ Parement pierre appareillée

③B Joint de hourdage

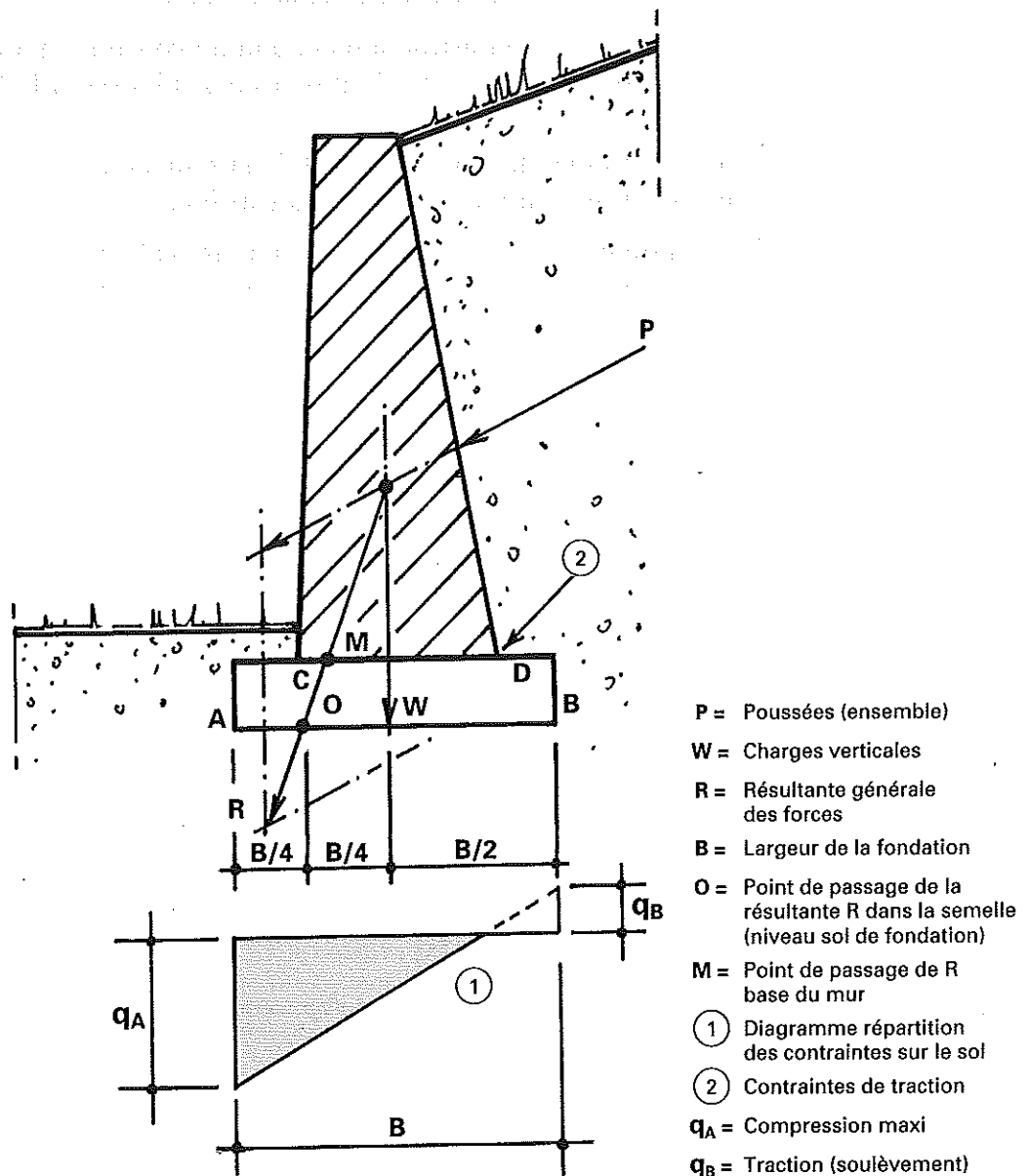
④ Diagramme des contraintes

$\sigma_c$  = Contrainte maxi admissible pour la pierre (1 MPa)

### 3. Stabilité au renversement

L'étude suivante est faite pour les murs en maçonnerie de type « poids ». La stabilité au renversement, qui est une condition fondamentale, dépend essentiellement de la nature du terrain d'assise.

a) 1<sup>er</sup> cas : terrain d'assise pratiquement incompressible (par exemple, roche homogène, non fissurée)



L'excentrement de  $R$  peut atteindre, dans ce cas de terrain, le quart de la largeur de la semelle.

**Conséquences :**

- si la contrainte maxi  $q_A$  reste admissible, il y a néanmoins un soulèvement (théorique) à l'arrière de la semelle ;
- par ailleurs, à la base du mur, le passage de la résultante  $R$  en  $M$  dans le tiers central avant, montre que des contraintes de traction existent dans le plan de liaison  $CD$  entre mur et semelle (zone  $D$ ).

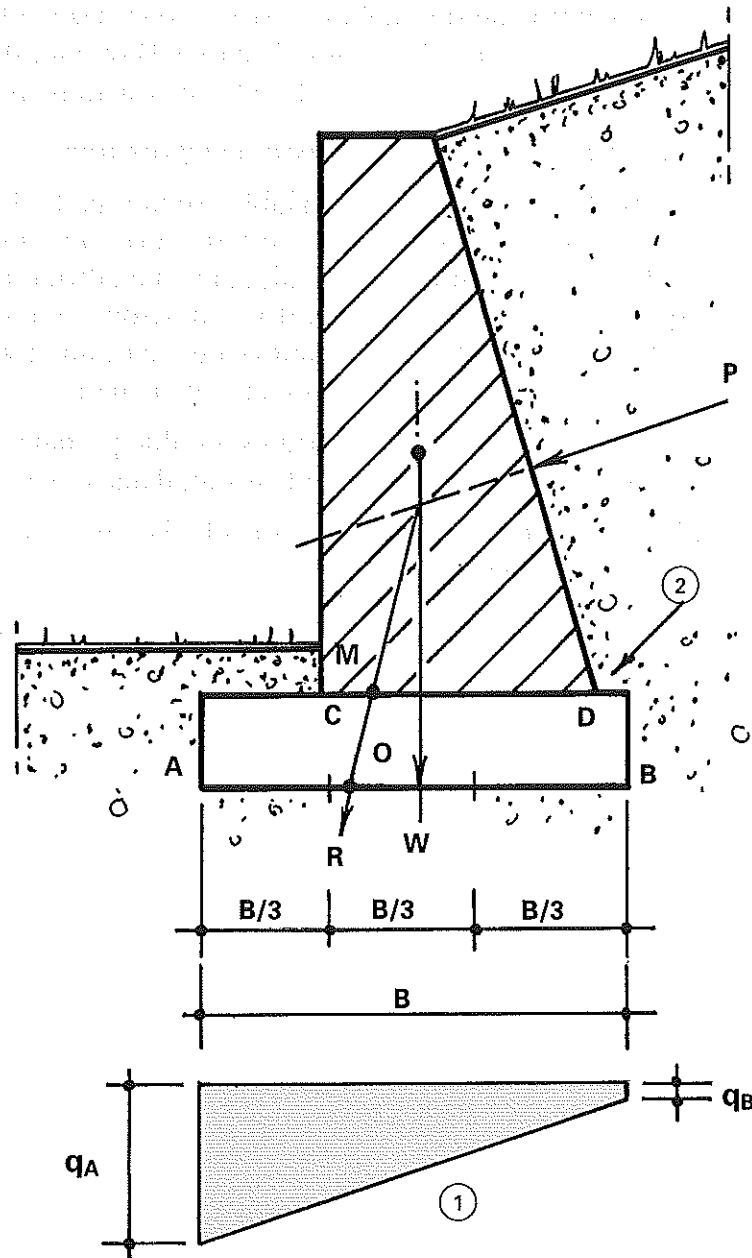
**b) 2<sup>e</sup> cas : terrain d'assise assez compressible**

La règle de bonne construction conduit à avoir un diagramme des pressions (ou contraintes) sur le sol, de type trapézoïdal ou, à la limite, triangulaire, avec :

- une contrainte maxi  $q_A$  à l'avant de la semelle ;
- une contrainte mini  $q_B$  ou nulle à l'arrière.

L'excentrement de la résultante est au plus égal au sixième de la largeur de la semelle ( $B/6$ ), ce qui correspond au passage (0) de  $R$  dans le tiers central de la semelle.





**P** = Poussées (ensemble)

**W** = Charges verticales

**R** = Résultante générale des forces

**B** = Largeur de la fondation

**O** = Point de passage de  
R à la base AB de la semelle

**M** = Point de passage de R à la base CD du mur

① Diagramme de répartition des contraintes  
ou pressions sur le sol

② Contraintes de traction (mur)

**q<sub>A</sub>** = Compression maxi  
**q<sub>B</sub>** = Traction mini (limite **q<sub>B</sub> = 0**) } sur le sol

La condition de stabilité est vérifiée pour la semelle. Toutefois, le point M de passage de R dans la section de base CD du mur dans la zone du tiers central de celle-ci, entraîne des contraintes de traction en D.

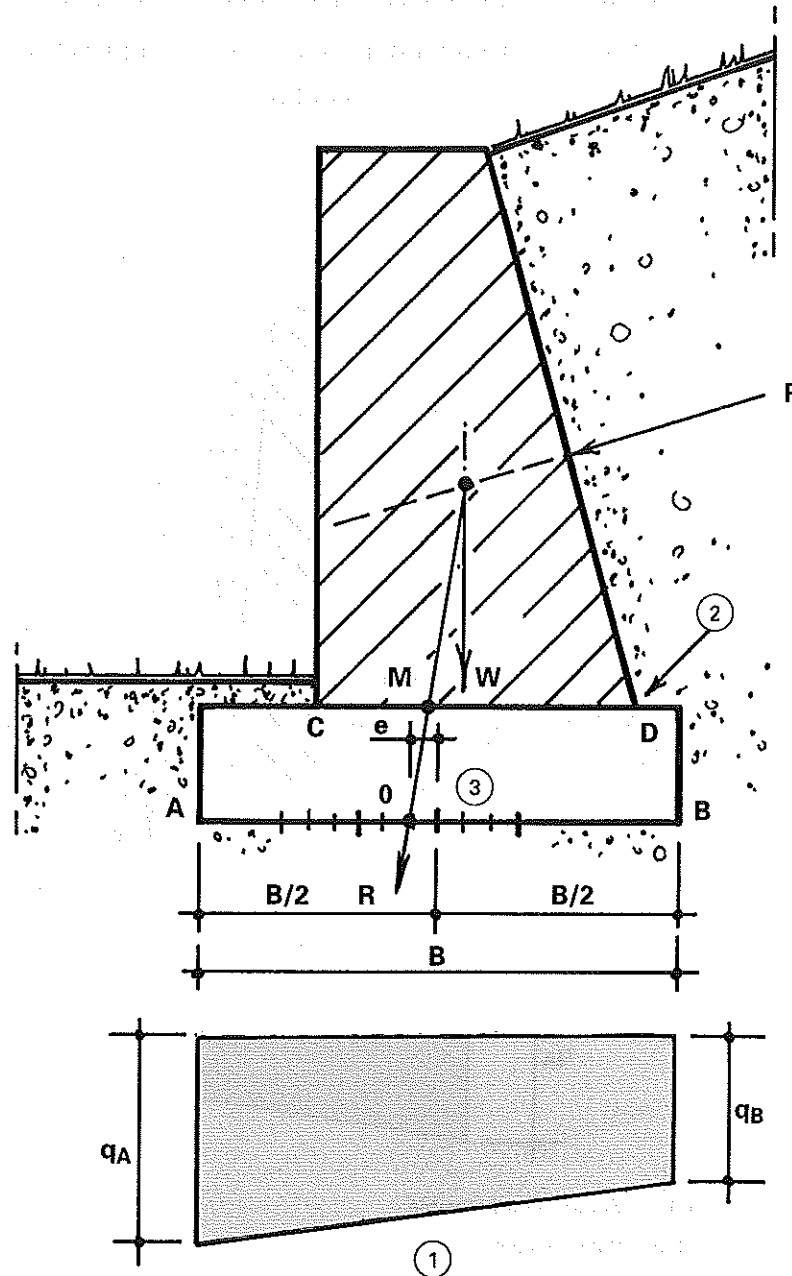
*c) 3<sup>e</sup> cas : terrain d'assise assez compressible*

La règle précédente reste valable. Toutefois, le dimensionnement du mur et de sa semelle doit être fait de telle sorte que les contraintes ou pressions extrêmes sur le sol (maxi/mini) soient peu différentes. En effet, si la pression  $q_A$  à l'avant est trop élevée, il y a un risque de tassements différentiels et de rotation de l'ensemble fondation-mur, avec amorce de basculement du fait de la modification de l'excentrement de la charge.

Des murs fondés sur des terrains à faible portance peuvent se renverser alors qu'initialement la résultante R restait dans le tiers central de la semelle.

Par définition, un terrain est considéré comme compressible lorsque le tassement total du soutènement est  $\geq 0,05$  m.

Pour ce cas de terrain, l'excentrement de la résultante doit être  $\leq \frac{B}{18}$ .



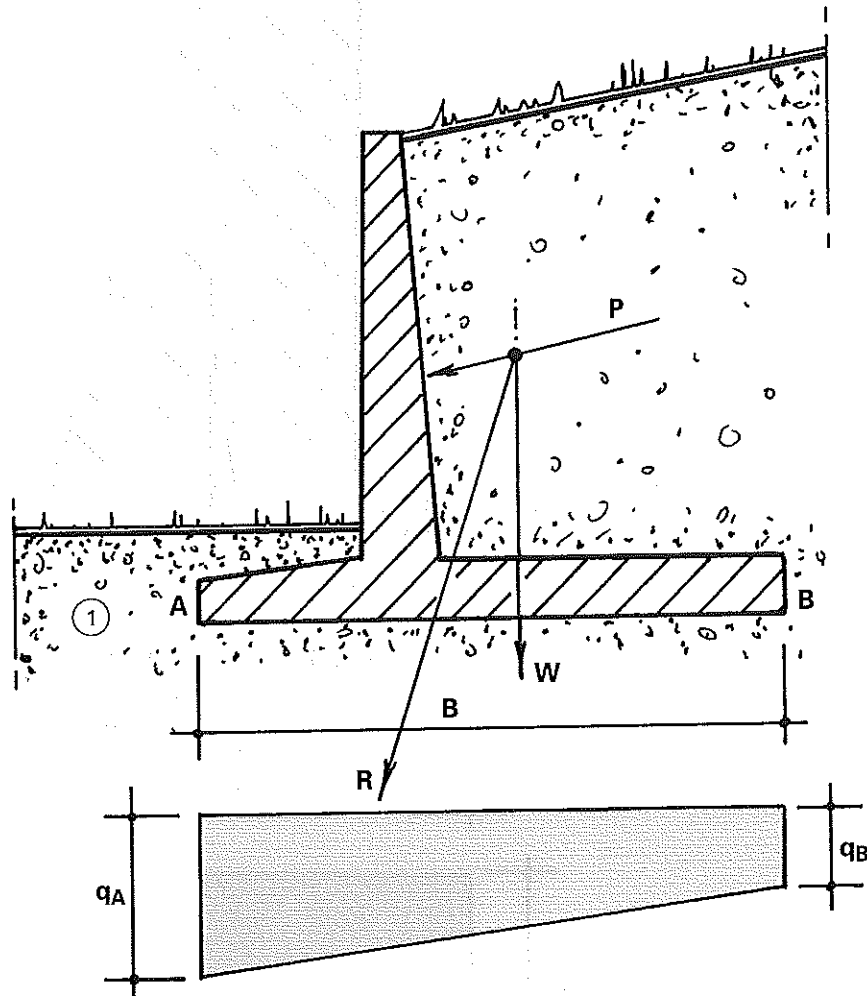
- ① Diagramme (trapézoïdal) de répartition des pressions
- ② Pas de contraintes de traction dans la zone D du mur
- ③  $R$  passe dans le tiers central mais  $e \leq B/18$
- $e$  = Excentricité de  $R$
- $q_A$  = Peu différent de  $q_B$

- $P$  = Poussées (ensemble)
- $W$  = Charges verticales
- $R$  = Résultante générale des forces
- $B$  = Largeur de la fondation
- $O$  = Point de passage de  $R$  à la base  $AB$  de la semelle
- $M$  = Point de passage de  $R$  à la base  $CD$  du mur

d) 4<sup>e</sup> cas : terrain d'assise très compressible, donc très déformable

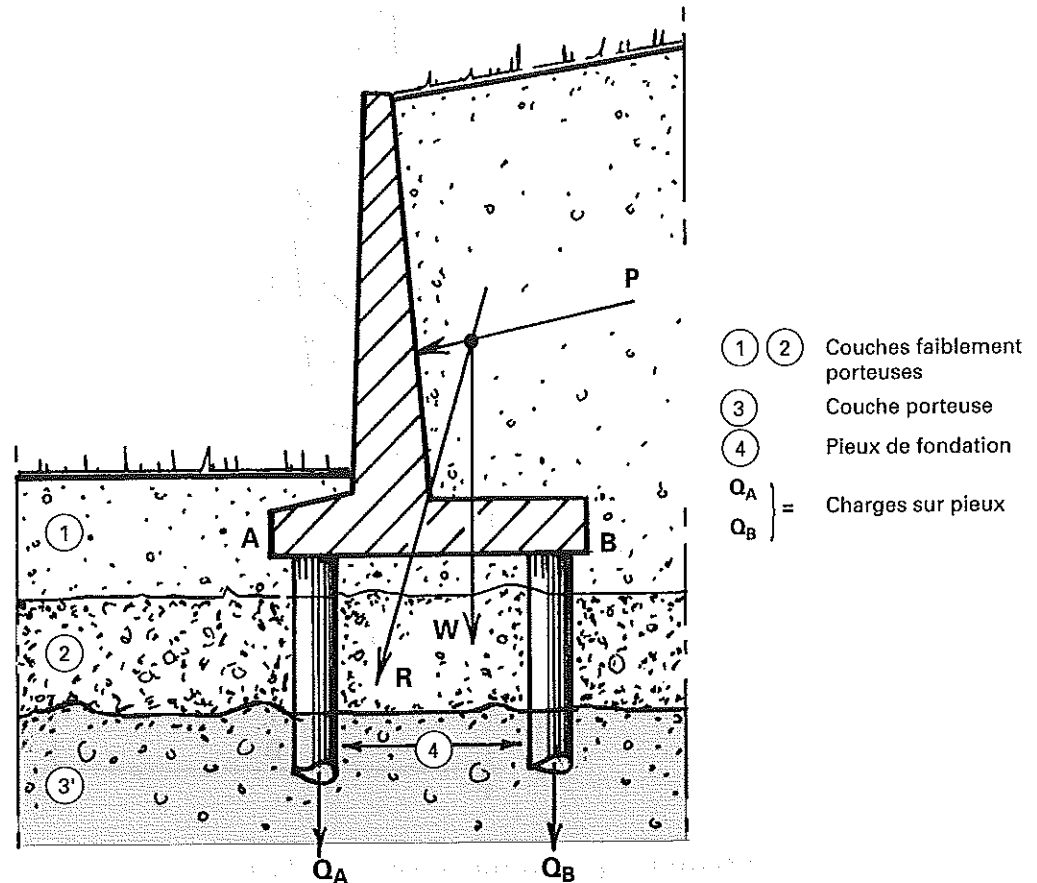
Le mur-poids (maçonnerie massive) est à proscrire.

– Solution mur BA type cantilever :



- ① Sol très compressible
- P = Poussées (ensemble)
- W = Charges verticales (ensemble)
- B = Largeur semelle
- $q_A$  } Contraintes faibles
- $q_B$  } Tassements différentiels compatibles

– Solution variante (fondations profondes) :



**4. Résumé : calcul des contraintes  $q_A$  et  $q_B$  sur le sol de fondation (pour une section de 1 ml de mur)**

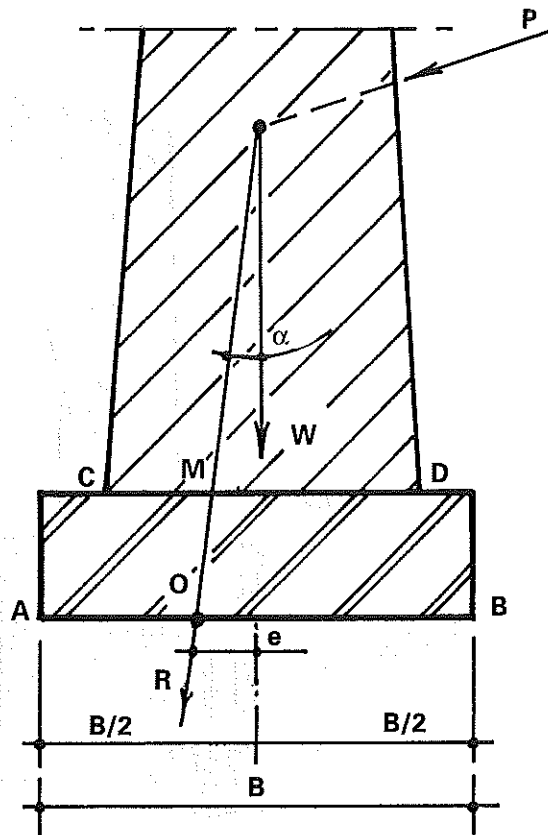
$$q_{A(\max)} = \frac{P}{B} \left( 1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{B(\min)} = \frac{P}{B} \left( 1 - \frac{6e}{B} \right)$$

Unités : P en tonnes  
 B, e en mètres  
 $q_A, q_B = \text{T/m}^2$

Détermination de e = excentricité de R

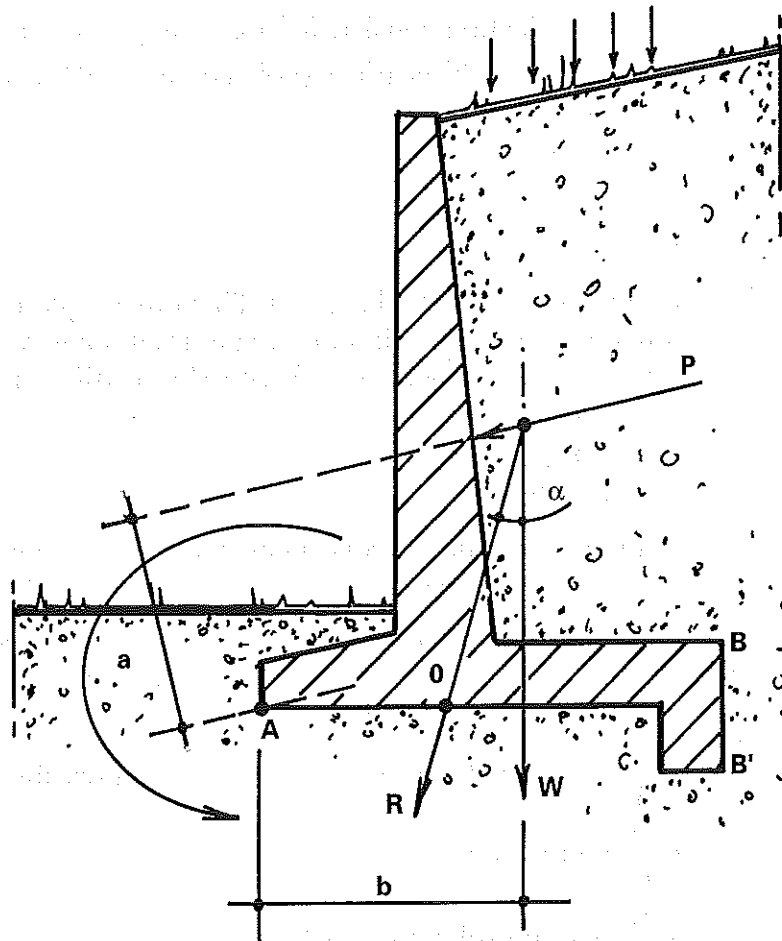
- graphiquement (épure).
- par le calcul.



### 5. Stabilité au glissement sur sol d'assise

La stabilité au glissement de l'ouvrage dépend :

- des forces de butée que le terrain peut mobiliser, mais ceci nécessite un déplacement de l'ensemble ;
- de l'inclinaison de la résultante générale des forces ;
- de l'inclinaison du plan inférieur de la semelle.



Les autres conditions de stabilité étant satisfaites, et en particulier la stabilité au renversement, dans le cas général :

- on *néglige* la *butée* possible à l'aval du mur, c'est-à-dire en A, car la profondeur est faible, le terrain souvent remanié. Des affouillements, par exemple pour tranchée de canalisation, peuvent également être créés « après coup » ;
- en revanche, un ouvrage « bêche » par ancrage dans le terrain côté amont (BB') est plus efficace, la bêche étant généralement coulée « à pleine fouille » ;
- une *condition de non-glissement* facilement vérifiable, correspond à l'inégalité :

$$\operatorname{tg} \alpha < f$$

avec  $f$  = coefficient de frottement (au repos) de la maçonnerie de la semelle sur le sol de fondation.

Cette valeur est variable selon la nature du sol et son taux d'humidité. On peut considérer que  $f \geq 0,3$ .

La présence d'un béton de propreté, qui permet de tenir compte des irrégularités du fond de fouille, améliore la valeur de  $f$ .

## 6. Autre vérification de stabilité (pour l'ensemble mur + fondation)

Cette vérification consiste à faire le rapport des moments :

– des forces stabilisatrices (poids du mur) MS et des forces de renversement (poussées) MR ;

$$\text{soit } F = \frac{MS}{MR} \geq 1,5$$

Remarque :

Cette vérification est basée sur l'hypothèse que le mur, lorsqu'il amorce son renversement, pourrait tourner autour du point A, arête inférieure avant de la semelle. Les moments des forces MS et MR sont donc pris par rapport à ce point, soit :

$$MR = P.a$$

$$MS = W.b ;$$

ce qui suppose que le sol est considéré comme un solide indéformable et très résistant, ce qui est rarement le cas (sauf rocher).

Cette vérification ne peut donc être que complémentaire, la seule à considérer en premier lieu est la nature du sol d'assise, ce qui revient à limiter l'excentricité de la résultante à :

- $\frac{B}{4}$  pour un sol dur, pratiquement incompressible,
- $\frac{B}{6}$  pour un sol peu compressible,
- $\frac{B}{18}$  pour un sol compressible.

Lorsque le sol d'assise est très compressible (argiles à forte teneur en eau, tourbe, etc.), la stabilité d'un mur de type poids (mur massif en maçonnerie) n'est pas possible et doit être proscrite.

On doit recourir à des solutions particulières telles que mur BA type cantilever à larges semelles ou mur BA fondé sur pieux.

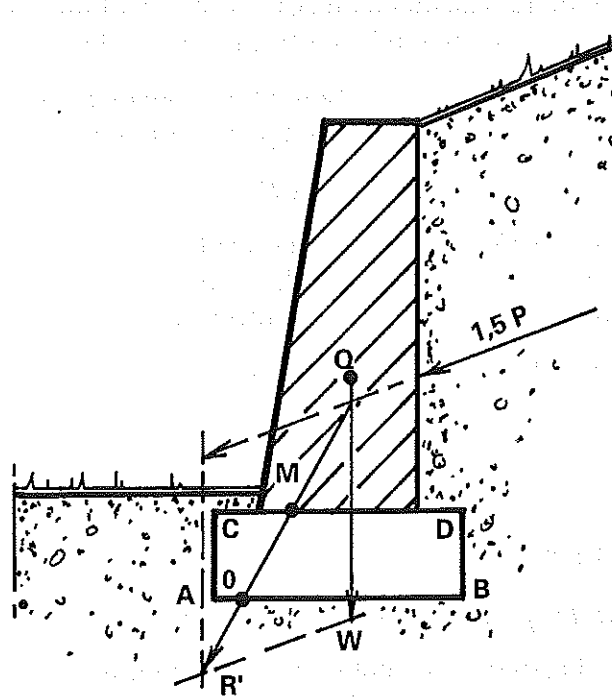
## 7. Vérification de l'équilibre statique

Cette vérification correspond à la stabilité au renversement. Elle est préférable à la méthode dite des moments, du fait de l'imprécision du centre de rotation (fictif) de l'ouvrage.

La *vérification* consiste à déterminer que le soutènement présente un coefficient de sécurité de 1,5 au renversement, c'est-à-dire que les forces stabilisatrices (poids) étant inchangées et les poussées majorées de 50 % (coefficient 1,5), la *résultante nouvelle R'* reste dans l'emprise de la fondation.



a) 1<sup>er</sup> cas : mur stable (sous réserve d'assise sur un sol résistant et incompressible)



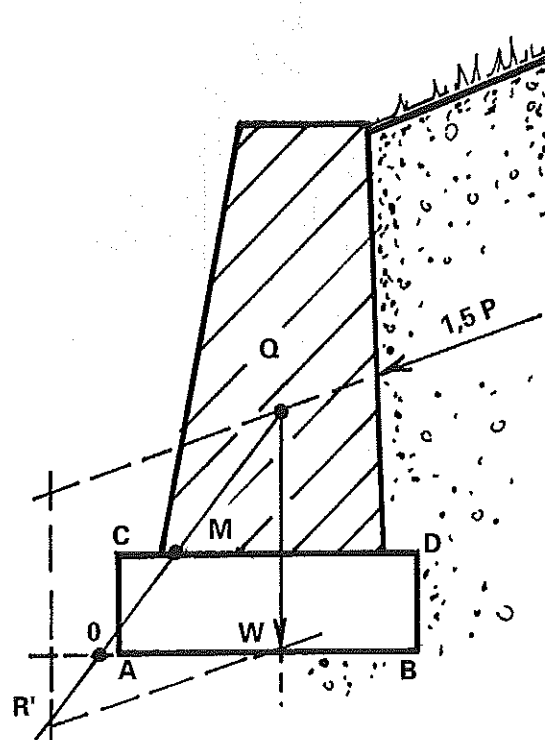
1,5 P = Poussée majorée

W = Poids total mur

R = Nouvelle résultante ; celle-ci traverse la fondation à l'intérieur de AB.

La stabilité ainsi vérifiée doit être complétée par le calcul des contraintes extrêmes du sol.

b) 2<sup>e</sup> cas : mur instable



1,5 = Poussée majorée

W = Poids total mur appliqué au centre de gravité G

R' = Nouvelle résultante ; celle-ci traverse en O le plan d'assise de la fondation, mais à l'extérieur de la semelle AB.

Tout équilibre est impossible ; le coefficient de sécurité de 1,5 n'est pas respecté.

Le dimensionnement du mur n'est pas correct.

## 8. Résistance du sol d'assise

### a) Principe

La vérification de la résistance du sol d'assise est faite par référence au DTU 13.12 « Fondations superficielles » (cf. partie 13/1).

La semelle d'un mur de soutènement étant considérée comme un ouvrage de fondation superficielle, elle est soumise aux mêmes règles de calcul.

### b) Etat ultime de résistance (d'après DTU 13.12)

« Les sollicitations s'expriment par la résultante générale des forces prise au niveau du plan de contact avec le sol, et on en déduit  $p$ , la valeur représentative de la composante normale des contraintes associées. »

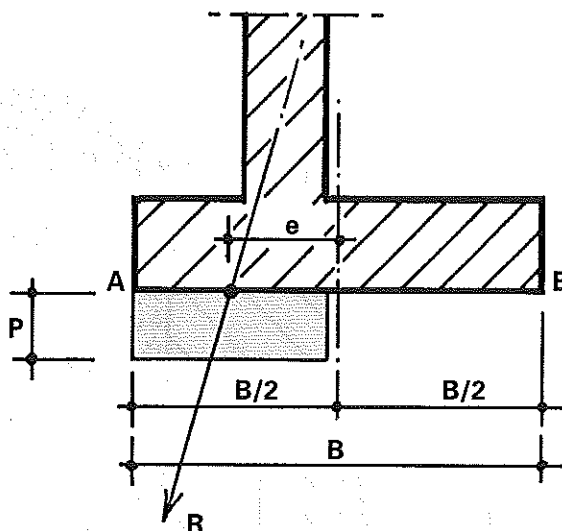
« La justification de l'état limite ultime de résistance est satisfaite vis-à-vis du sol par l'inégalité suivante :

$$p \leq q$$

$q$  étant la contrainte de calcul. »

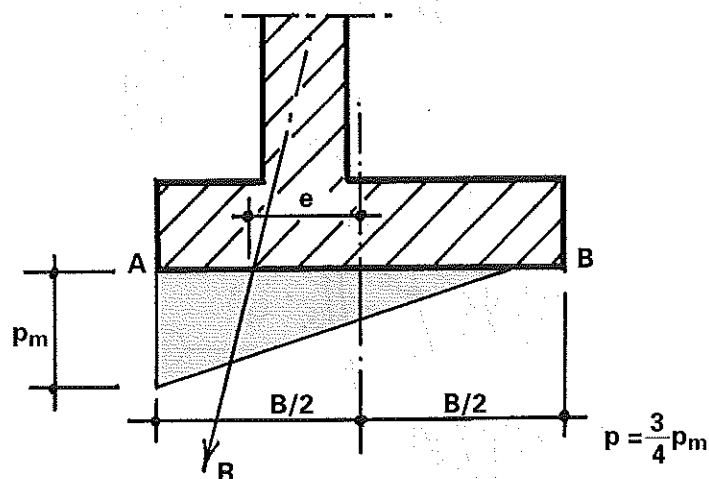
### c) Répartition des pressions ou contraintes sur le sol

– La réaction du sol est souvent considérée comme *uniforme* sous les fondations, axée sur la résultante générale des forces et caractérisée par la valeur  $p$ .

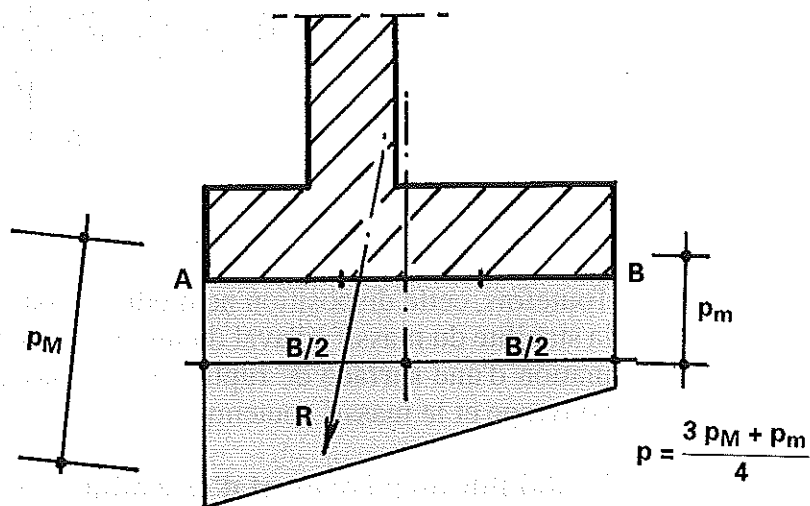


– On peut également respecter une variation linéaire des contraintes.

Exemples :



Répartition triangulaire

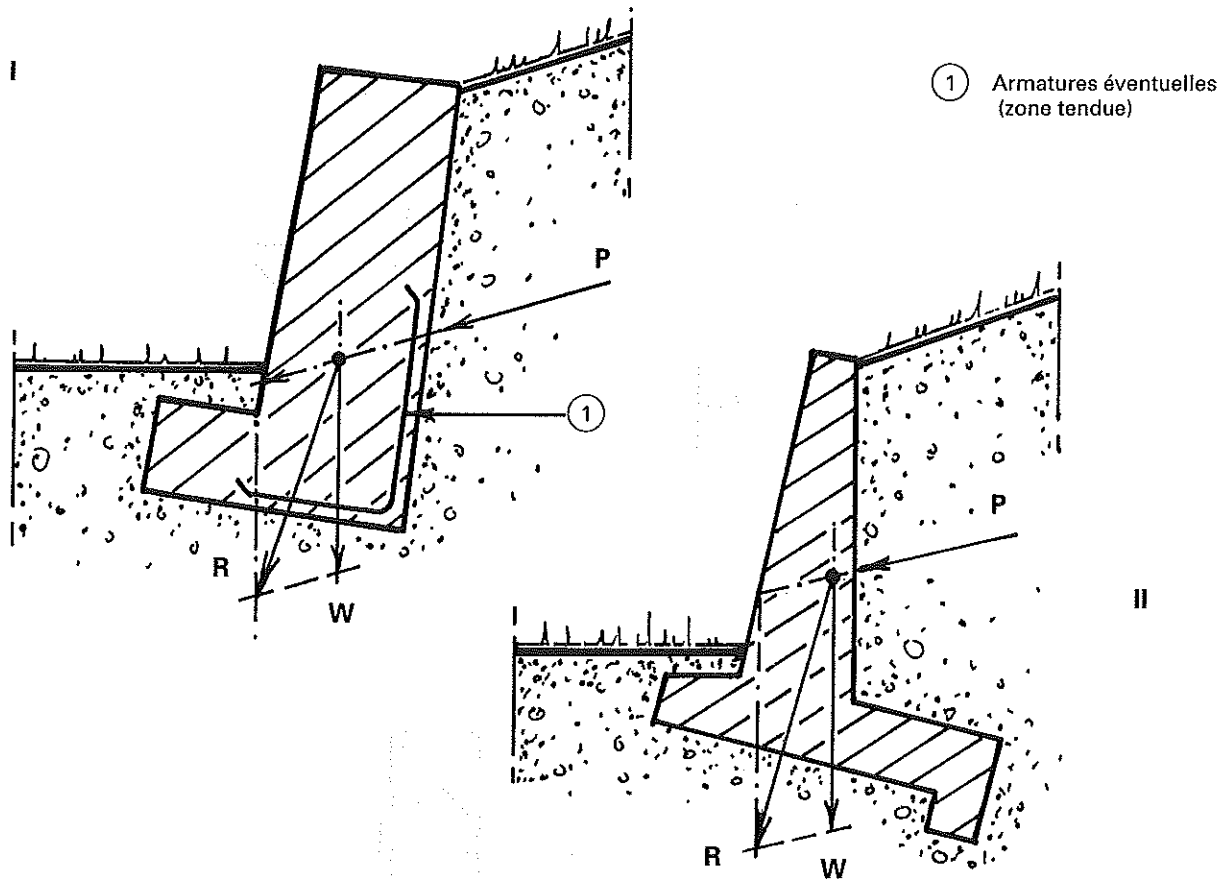


Répartition trapézoïdale

*d) Disposition pratique pour avoir une répartition uniforme des pressions ou contraintes sur le sol*

La résultante  $R$  étant toujours inclinée sur la verticale (composition d'une force horizontale ou oblique  $P$ , avec une force verticale  $W$ ), le moyen d'obtenir des pressions ou contraintes uniformes est d'*incliner la semelle* pour la rendre perpendiculaire à cette résultante.

Cette disposition est valable pour les murs poids massifs homogènes en béton (I) et les murs en BA type cantilever (II).



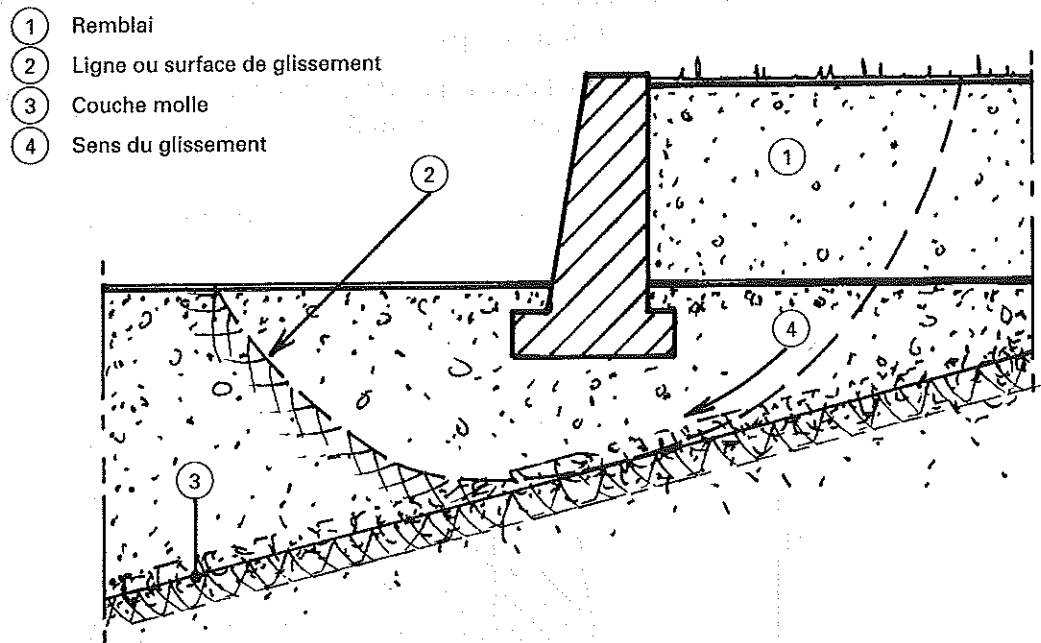
Toutefois, cette disposition ne modifiant pas la position de  $R$  sur la verticale, la stabilité du massif à l'aval du mur doit être vérifiée si l'on veut éviter la formation d'une surface de rupture sous l'ouvrage, entraînant, par glissement, l'ouvrage et le massif soutenu.

## 9. Stabilité au glissement d'ensemble

### a) Principe général

La stabilité générale du terrain environnant la structure concerne surtout les sols hétérogènes, ce qui est généralement le cas des ouvrages de soutènement établis pour retenir des remblais.

Cette stabilité générale est liée à la possibilité de *rupture du sol* le long d'une ligne ou surface de glissement profonde, indépendante de la structure et éloignée de celle-ci.



Le glissement se produit par l'effet de forces tangentielles qui se développent sous l'effet de facteurs défavorables, tels que l'insuffisance des forces de frottement.

*b) Cas nécessitant une étude de stabilité générale*

Sauf dispositions contraires normalement définies dans les D.P.M.<sup>1)</sup> l'étude de stabilité n'est obligatoire que dans les quatre cas suivants :

– 1<sup>er</sup> cas : *présence d'une couche molle* au contact de la fondation de structure ou en profondeur (Cf. dessin).

A la limite, cette couche molle peut n'avoir que quelques millimètres d'épaisseur. Sa présence en profondeur peut être très dangereuse et favoriser la propagation d'une surface de glissement.

Cette couche molle doit, en principe, être décelée par des sondages de reconnaissance ;

– 2<sup>e</sup> cas : *fort gradient d'écoulement de la nappe phréatique*, en particulier gradient s'écoulant vers la fouille.

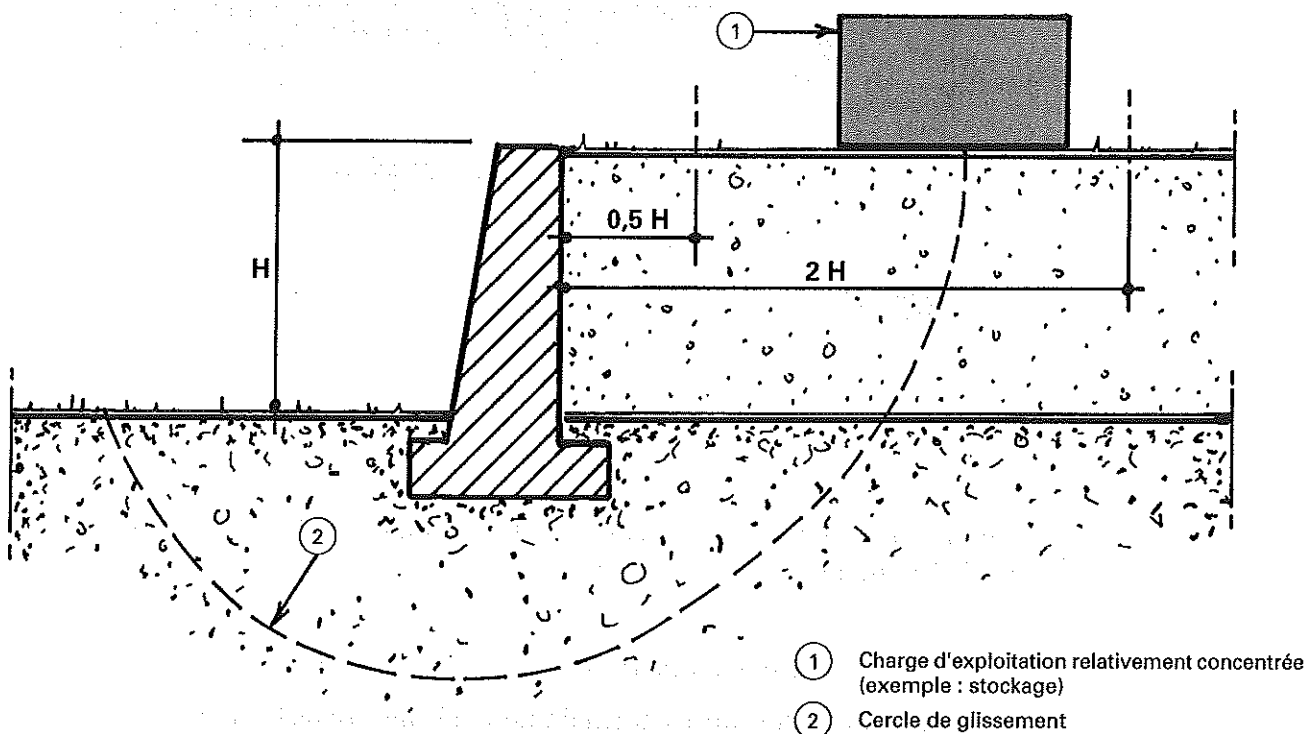
Les barbacanes mises en place dans le mur empêchent l'eau de s'accumuler derrière le mur, mais augmentent les gradients d'écoulement de la nappe dans le massif. De ce fait, la stabilité d'ensemble n'est pas améliorée.

1) D.P.M. = Documents particuliers du marché.

Lorsque les massifs amont et aval sont constitués de sables et graviers, le gradient n'est pas important. L'écoulement ne nécessite pas d'étude de stabilité générale, mais doit être pris en compte pour l'étude de stabilité de la structure.

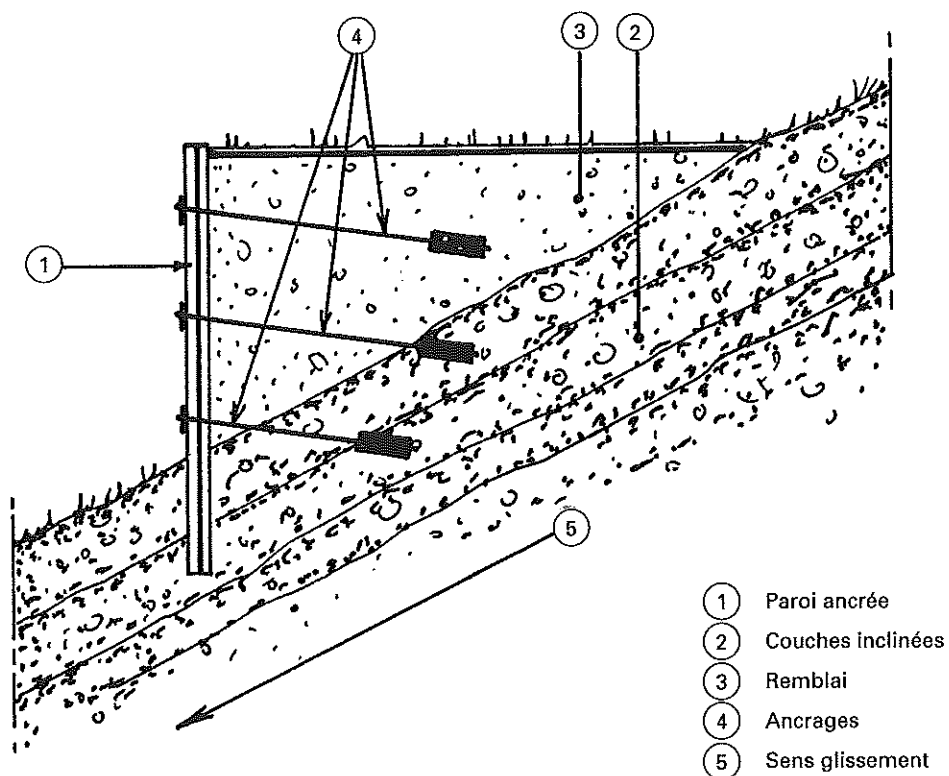
Si les massifs sont constitués de sables et d'argiles, l'influence de l'écoulement de la nappe ne peut être négligée, et l'étude de stabilité générale est obligatoire ;

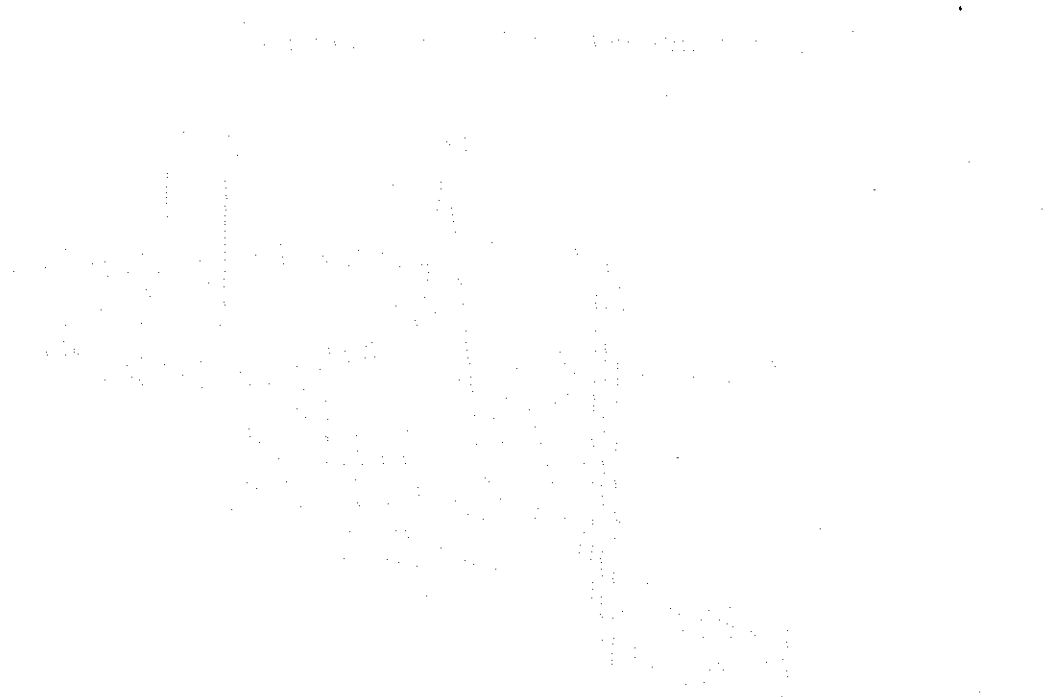
– 3<sup>e</sup> cas : présence de charges d'exploitation partiellement réparties.



La zone dangereuse se situe entre  $0,5 H$  et  $2 H$  à partir de la face intérieure du soutènement ;

– 4<sup>e</sup> cas : *couches inclinées favorisant un glissement général.*







# 1/9

## Ouvrages de drainage

---

### 1/9.1

## Définitions

---

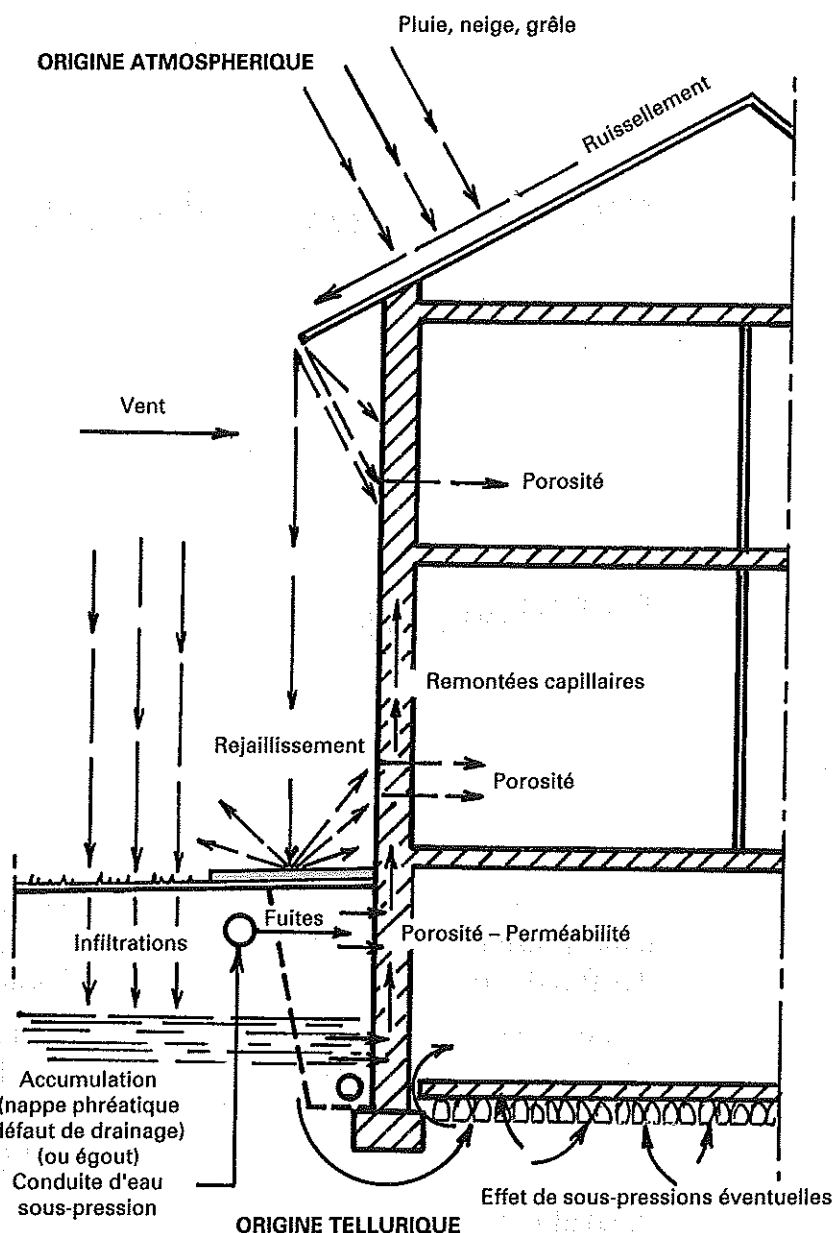
### 1. Généralités

Le drainage constitue, dans les conditions courantes d'une construction, le système d'ensemble de l'étanchéité en sous-sol et, par voie de conséquence, celui des façades ou ouvrages en élévation (Cf. dessin page suivante).

Les ouvrages d'imperméabilisation ou d'étanchéité empêchent l'eau de s'infiltrer à l'intérieur du bâtiment. Le drainage et les dispositions annexes doivent éloigner le plus vite possible l'eau de pluie ou l'eau du sol du voisinage du bâtiment et empêcher son accumulation près des ouvrages.

### 2. Drainage de surface

Le principe consiste à disposer, au niveau du sol extérieur, un revêtement présentant une pente vers l'extérieur, avec collecte éventuelle par un caniveau et évacuation vers un puisard ou le réseau d'assainissement. Ce revêtement (dalles, pavés, revêtement asphalte, etc.) est suffisamment imperméable et ne laisse passer qu'une très faible quantité d'eau. Toutefois, les effets de rejaillissement provenant soit d'une pluie directe (absence de débord de toit ou pluie battante), soit des toitures, du fait de l'absence de gouttières (ou de leur mauvais état ou manque d'entretien), risquent de remouiller la maçonnerie basse de la façade (soubassement). La présence d'une gouttière, d'un chéneau ou de tout autre dispositif de collecte au niveau de la toiture est donc un complément indispensable à l'ouvrage de protection au niveau du sol.



### 3. Drainage périmétrique

Par définition, ce drainage est placé autour de la construction en sous-sol afin de capter les eaux atmosphériques et les eaux telluriques. Il sera situé au pied de la construction, c'est-à-dire en dessous du niveau du bord supérieur du dallage intérieur.

L'eau en contact avec les faces des murs de sous-sol doit pouvoir ruisseler facilement vers le bas. Selon la nature du terrain avoisinant, plusieurs systèmes sont possibles. (Cf. Dessins – Ref. DTU 20.12).

*a) Principes***Dessins**

1 <sup>er</sup> cas : sol perméable	I1
2 <sup>e</sup> cas : sol peu perméable	I2
Principes du drainage périmétrique	I3 <sub>1</sub> – I3 <sub>2</sub>

*b) Exemples***Dessins**

Drainage collectif en terrain plat	I4
Drainage collectif en terrain plat (variante)	I4 <sub>1</sub>
Drainage collectif en terrain en pente	I5

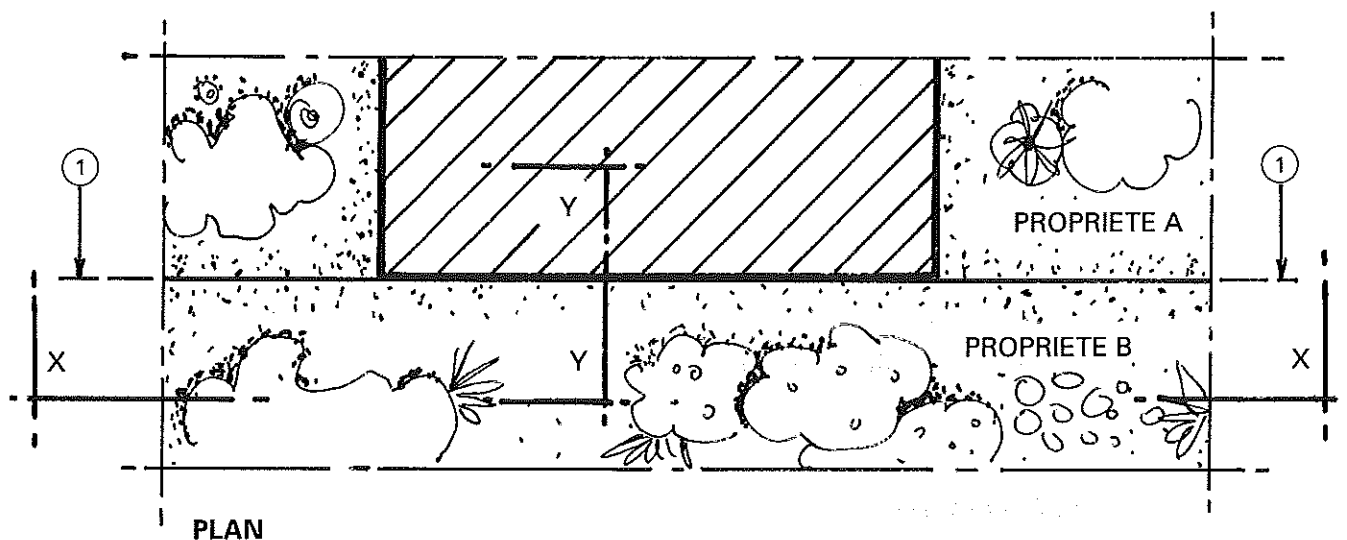
*c) Remarques*

En propriété individuelle, les constructions sont souvent établies en limite de terrain afin d'éviter la perte de place, les parcelles étant souvent de largeur réduite. La difficulté consiste à pouvoir établir un drain périmétrique complet autour de la construction. La solution peut passer par un accord avec le propriétaire voisin. Mais d'autres difficultés peuvent intervenir :

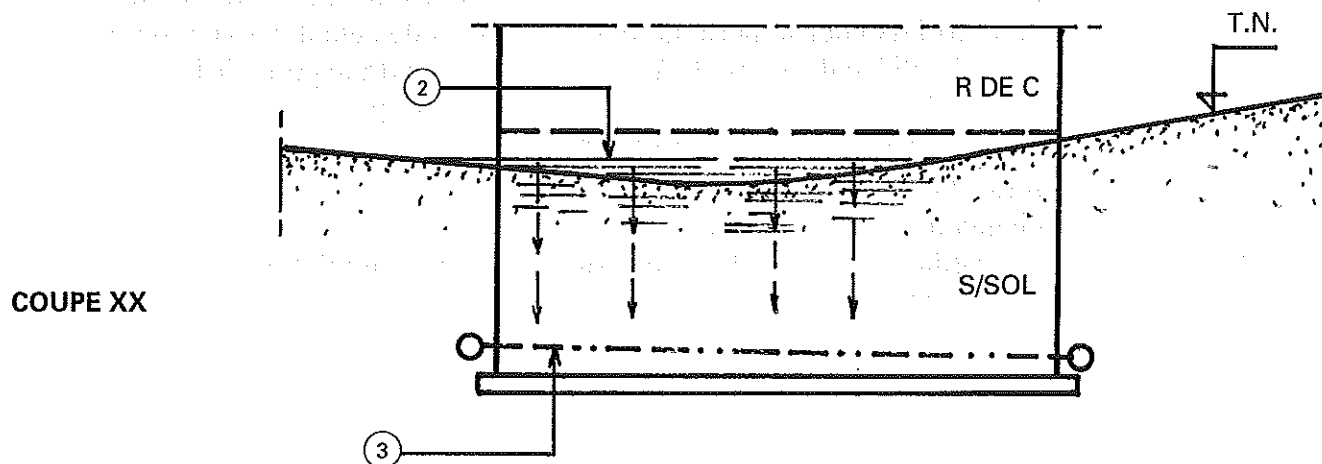
- refus du propriétaire ;
- changement de celui-ci ;
- dénivellation au droit de la construction avec accumulation des eaux de surface (terrain argileux).

Ces cas d'espèce n'ont que des solutions spécifiques difficiles à exposer dans le présent ouvrage.

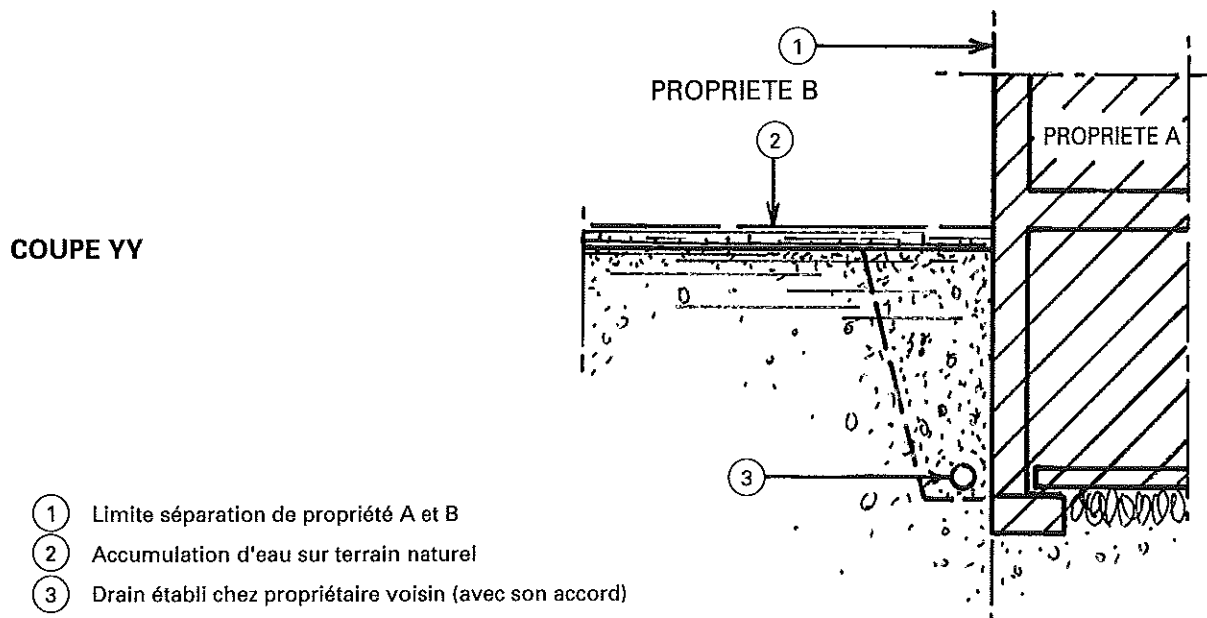
Exemple :



PLAN



COUPE XX



COUPE YY

- ① Limite séparation de propriété A et B
- ② Accumulation d'eau sur terrain naturel
- ③ Drain établi chez propriétaire voisin (avec son accord)

#### 4. Définitions – Principes

##### a) Le drainage d'assainissement

Le drainage dit d'assainissement a pour but essentiel d'évacuer d'un terrain l'eau en excédent, eau néfaste à une vie organique saine ainsi qu'au bon comportement des constructions. Les terrains marécageux, les nappes phréatiques affleurantes, présentent des inconvénients de tous ordres, tant pour l'exploitation rationnelle du sol (cultures, arbres, etc.) que pour l'hygiène de la vie de l'homme.

Tels quels, ces terrains sont impropres à la construction courante du fait des risques permanents de dégradations qu'ils présentent.

Les inconvénients concernent :

- les eaux stagnantes de surface ou localisées à de faibles profondeurs ;
- les eaux souterraines qui suivent, à une faible profondeur, une couche imperméable.

Celles-ci sont également dangereuses pour les infrastructures situées à leur niveau. Lorsque le pendage (inclinaison) de la couche imperméable est trop important, les vitesses de circulation trop fortes des « courants d'eau » peuvent entraîner le déplacement des grains des couches perméables sus-jacentes.

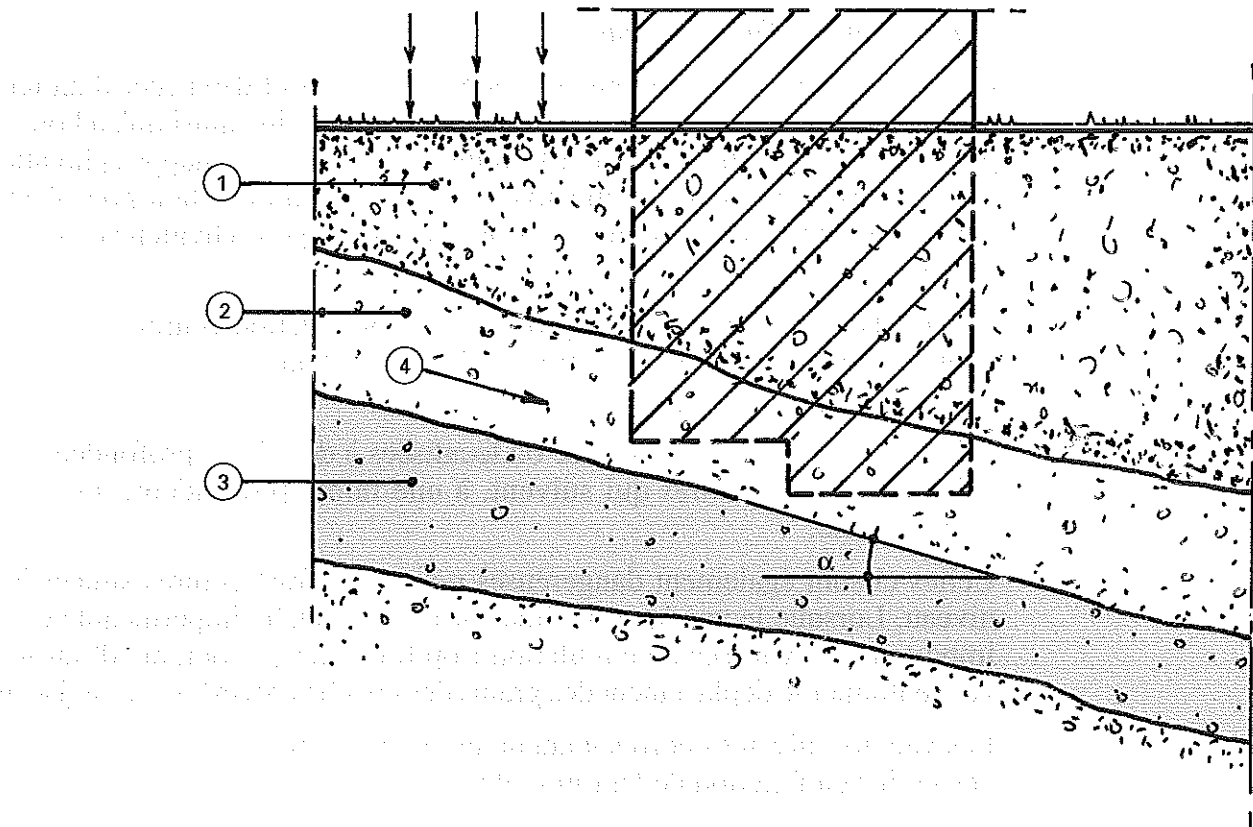
Les valeurs suivantes correspondent aux vitesses minimales de déplacement des grains en fonction de leur granulométrie :

Matériaux	V <sub>m</sub> (m/s)
Terre végétale	0 à 0,10
Tuf	0,10 à 0,20
Argile	0,10 à 0,20
Sable	0,20 à 0,40
Graviers	0,50 à 0,80
Cailloux	> 1,00

##### b) Principes

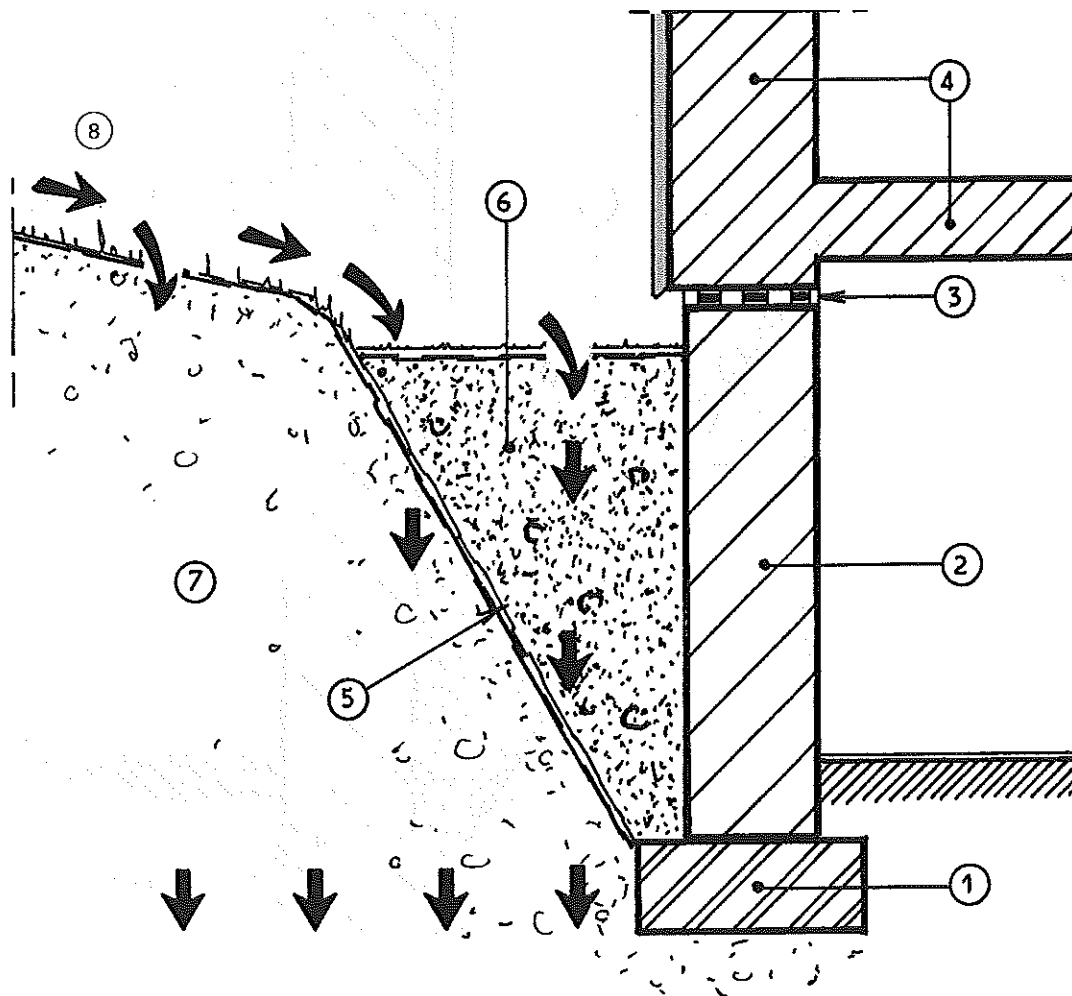
« Evacuer l'eau excédentaire » pour :

- assécher une grande surface dans un but de viabilité, sanitaire ou esthétique ;
- assécher une surface localisée pour améliorer le terrain destiné à une construction.



- ① Terrain récent remblai
  - ② Couche portante – Terrain perméable (exemple sable)
  - ③ Couche imperméable
  - ④ Courant d'eau
  - $\alpha$  Pente de la couche ③ →  $\text{tg}\alpha$  = pendage
- Si  $\text{tg}\alpha$  trop important, risque de déplacement du terrain sous la fondation du bâtiment

I1



- ① Semelle de fondation filante
- ② Mur extérieur sous-sol
- ③ Arase étanche contre remontées capillaires
- ④ Superstructure
- ⑤ Talus tranchée des fouilles
- ⑥ Remblai fouilles
- ⑦ Terrain naturel perméable
- ⑧ Eaux de ruissellement (atmosphériques)

### Drainage périmétrique – Principes

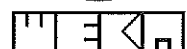
1<sup>er</sup> cas : sol perméable

Echelle : –

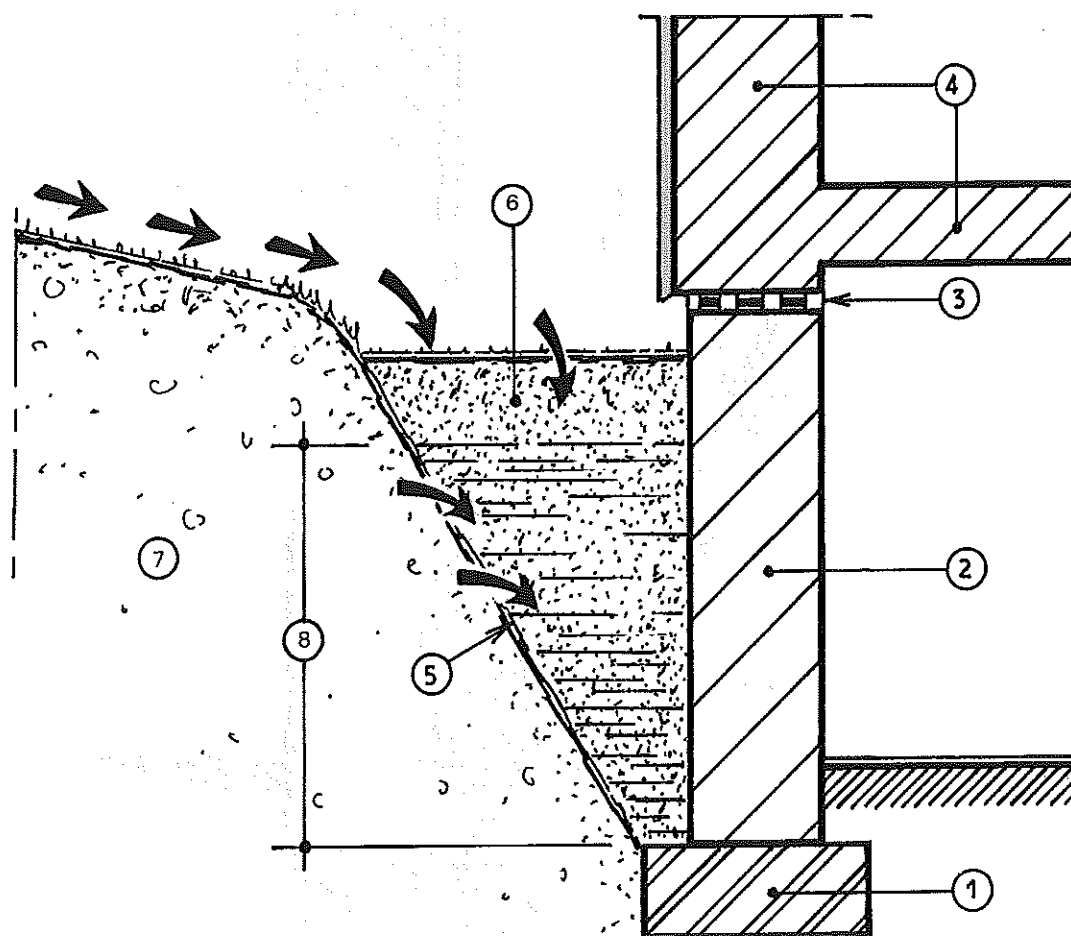
CABINET

LE

PLAN N°



I2



- ① Semelle de fondation filante
- ② Mur extérieur du sous-sol
- ③ Arase étanche contre remontées capillaires
- ④ Superstructures
- ⑤ Talus tranchée des fouilles
- ⑥ Remblai fouilles
- ⑦ Terrain naturel peu perméable
- ⑧ Accumulation d'eau du fait du ruissellement (origine atmosphérique)

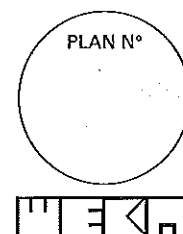
### Drainage périmétrique – Principes

2° cas : sol peu perméable

Echelle : —

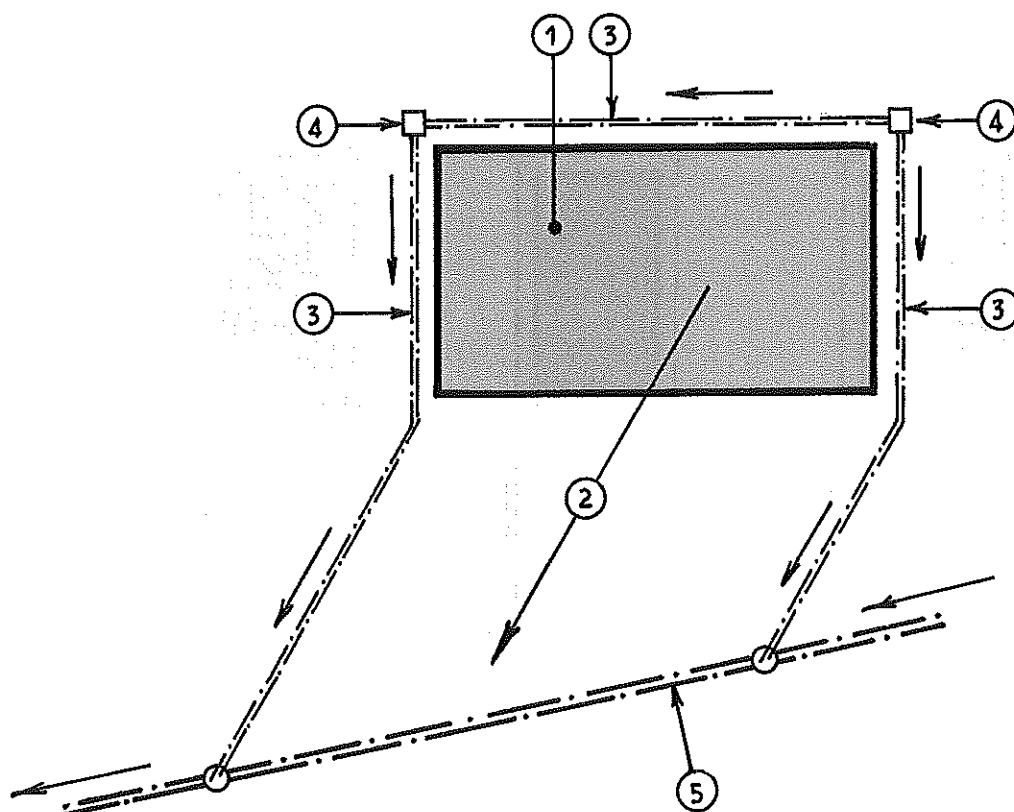
CABINET

LE





I31



- ① Bâtiment
- ② Pente générale du terrain
- ③ Drain périmétrique
- ④ Regards de contrôle
- ⑤ Collecteur (éventuel) d'évacuation (raccordé au réseau)

**Drainage individuel terrain en pente**

Echelle : —

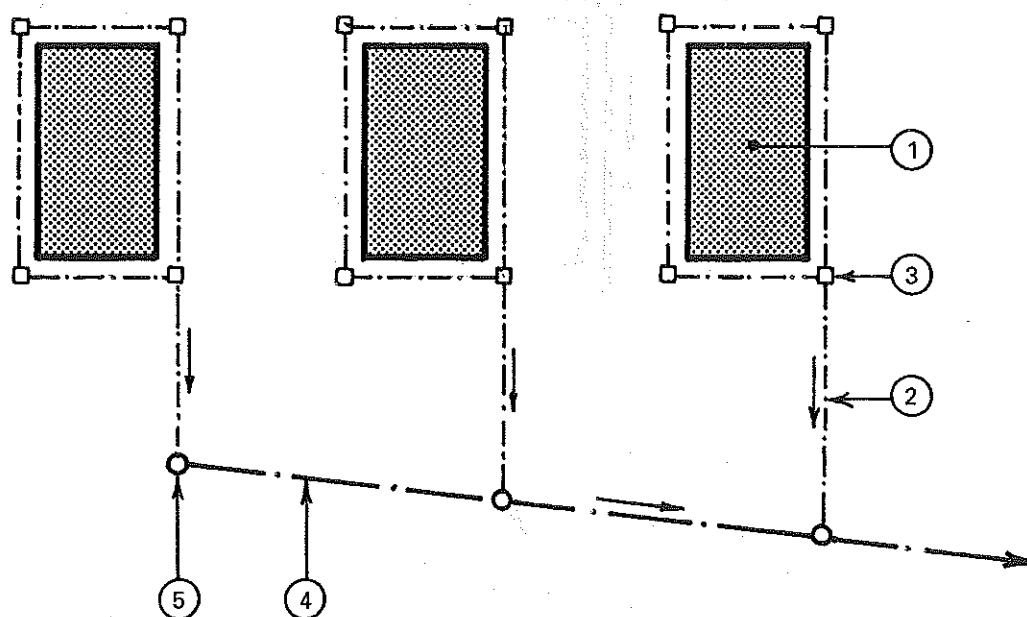
CABINET

LE

PLAN N°



I32



- ① Bâtiment
- ② Drain collecteur pour un bâtiment
- ③ Regards de visite (et contrôle)
- ④ Collecteur ensemble

**1<sup>er</sup> cas : drainage périphérique individuel relié à un collecteur**

Echelle : —

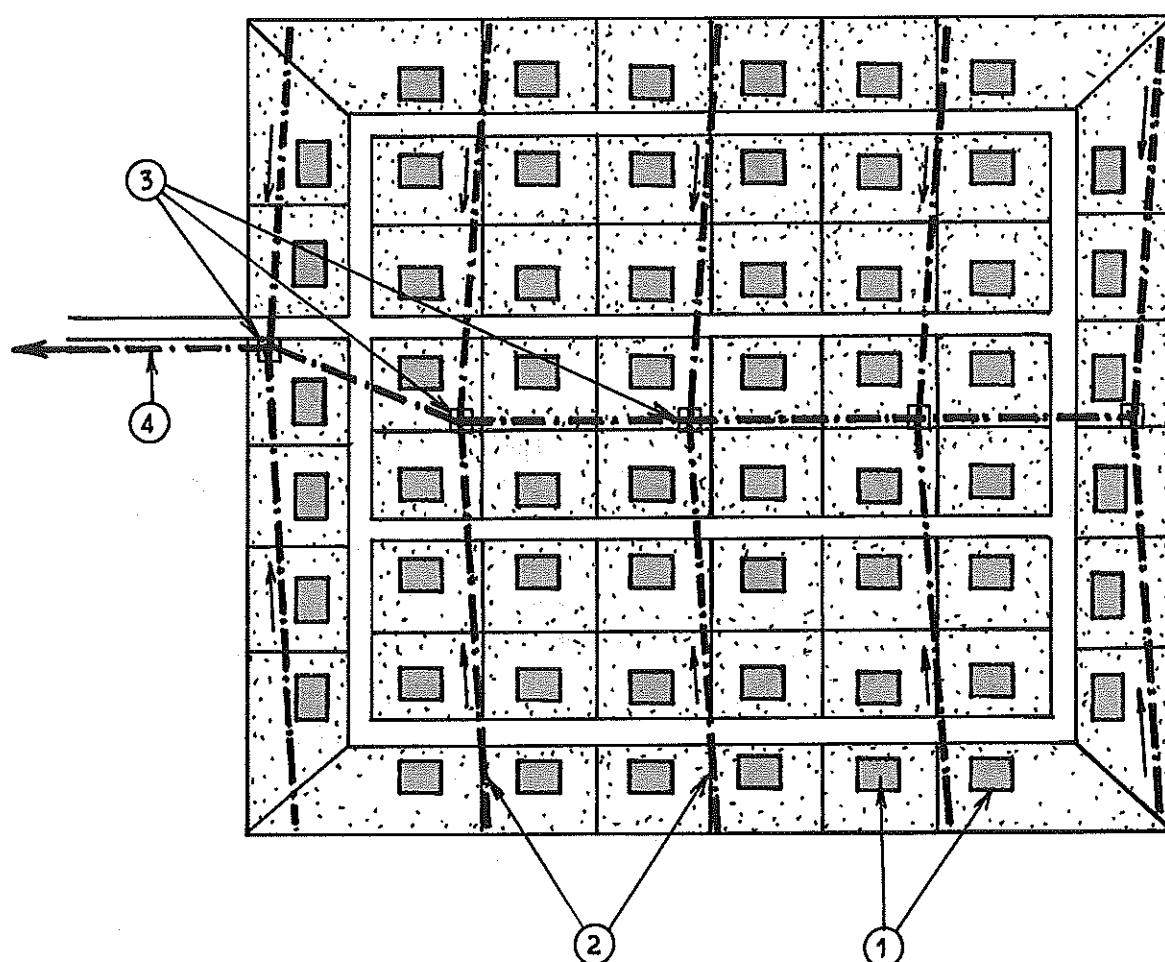
CABINET

LE

PLAN N°



I4



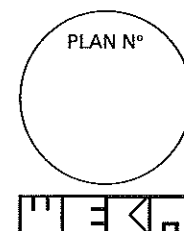
- ① Pavillons (maisons individuelles)
- ② Drains collecteurs
- ③ Regards de contrôle
- ④ Collecteur général

**2° cas : drainage collectif pour un lotissement en terrain plat**

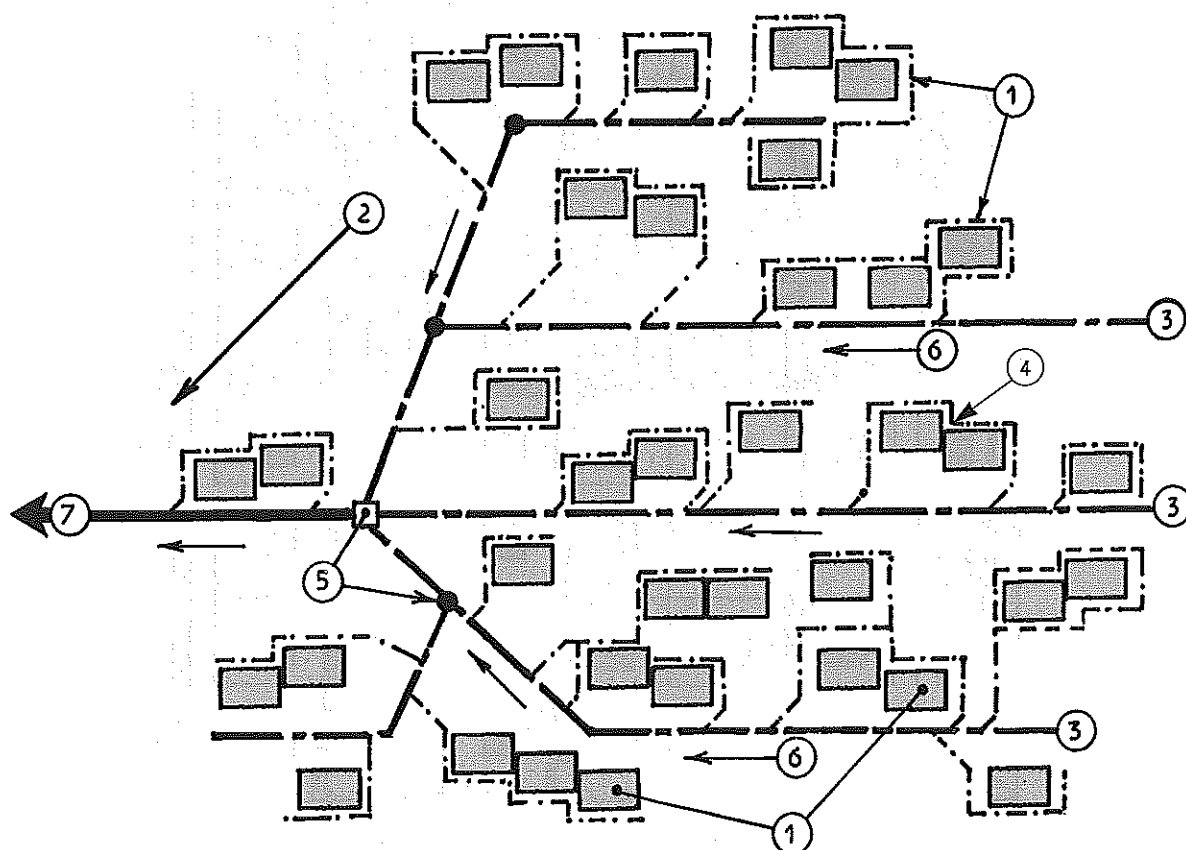
Echelle : —

CABINET

LE



I41



- ① Maisons individuelles (ou en bandes)
- ② Pente générale du terrain
- ③ Collecteur
- ④ Drain individuel
- ⑤ Regards
- ⑥ Sens d'écoulement drain
- ⑦ Collecteur général

- Maison individuelle
- Regards
- Drain
- ← Sens d'écoulement

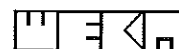
### Drainage collectif en terrain plat (variante)

Echelle : —

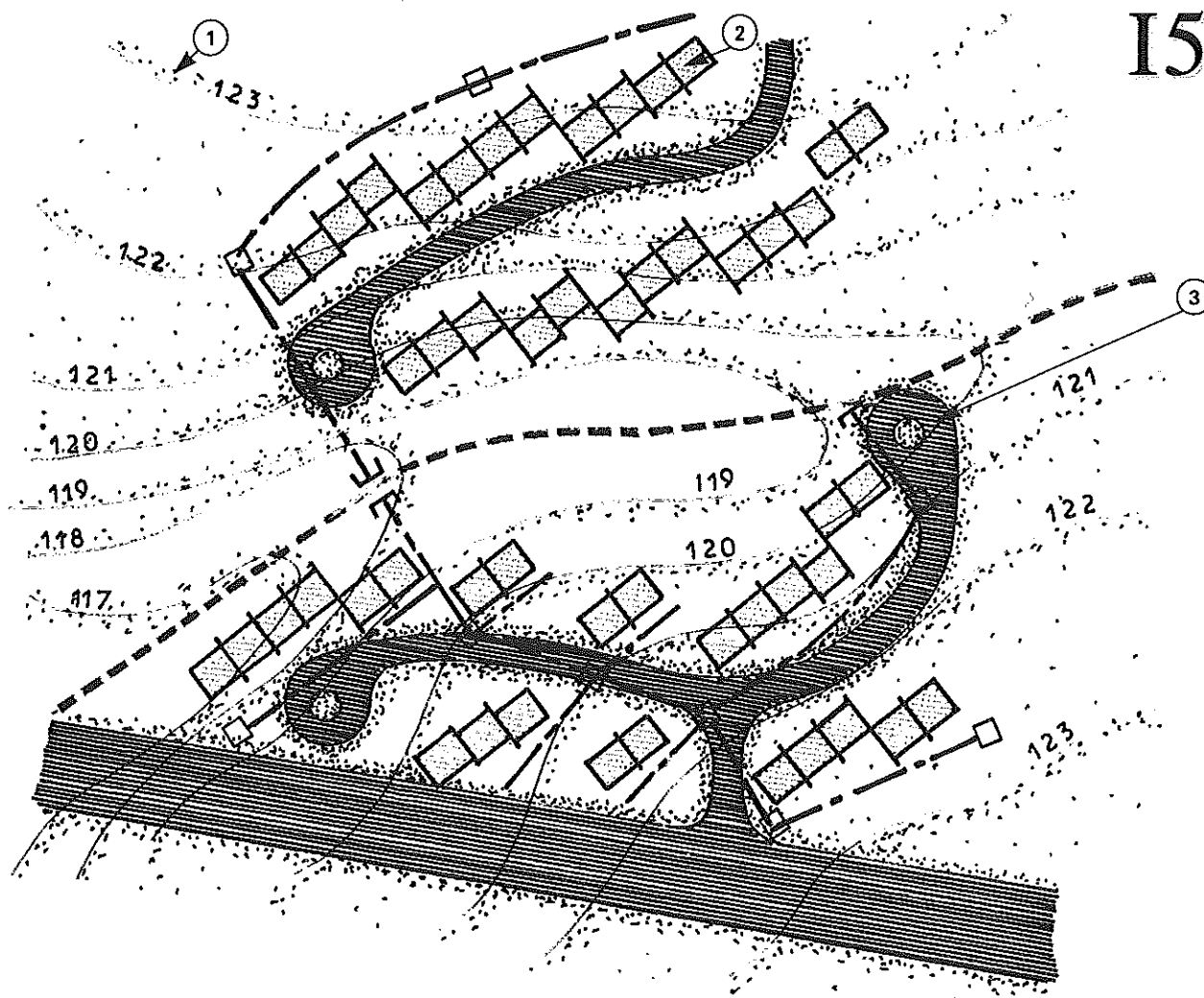
CABINET

LE

PLAN N°



I5



- ① Courbes de niveau donnant la configuration superficielle du terrain
- ② Pavillons en bandes ou semi-isolés
- ③ Voies de desserte

Drain et regard

Pavillon

Egout ou collecteur

Raccordement

142 Courbe de niveau

Voirie

**3° cas : drainage collectif pour un lotissement  
établi sur un terrain en pente**

Echelle : -

CABINET

LE

PLAN N°





## 1/9.2

# Matériaux constitutifs

### 1. Généralités

Les ouvrages de drainage sont réalisés à partir de *matériaux de remplissage* à propriétés drainantes du fait de leur nature (sable, gravier, cailloux) et de leur granulométrie organisée par couches successives.

Ils utilisent également :

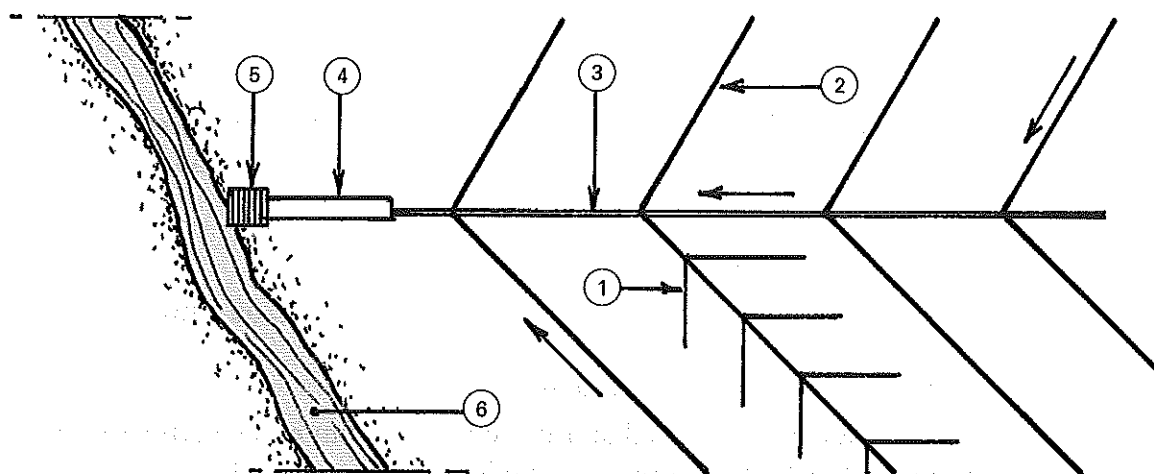
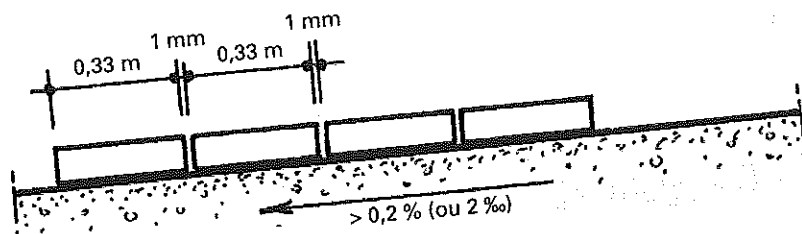
- des drains ou canalisations en terre cuite, en PVC ou autres matériaux synthétiques ;
- des nappes géotextiles (non tissé polyester) ;
- des plaques spéciales disposées contre les ouvrages verticaux (murs extérieurs)<sup>1)</sup> associées ou non à des enduits d'imperméabilisation ou à des membranes d'étanchéité ;
- des contre-murs drainants formés d'éléments ou blocs préfabriqués montés à sec<sup>1)</sup>.

### 2. Drains

Drains de terre cuite :

- Eléments de 33 cm de longueur (3 p.m) de diamètre adaptés à l'ouvrage à exécuter ( $\varnothing$  0,06 à 0,12 m).
- Pose « bout à bout » avec un intervalle de l'ordre de 1 mm entre deux éléments consécutifs pour laisser passer l'eau sans les particules solides.
- Pente longitudinale pour évacuer les eaux collectées ( $> 0,2 \%$  ou  $2 \text{ ‰}$ ).
- Disposition générale en épis raccordés à un collecteur secondaire lui-même raccordé à un collecteur principal, puis à un ouvrage de raccordement et d'évacuation.

1) Exemples : systèmes FONDALINE, ENKADRAIN, SOPREX.



- ① Drain en éléments de terre cuite
- ② Collecteur secondaire
- ③ Collecteur principal
- ④ Ouvrage de raccordement
- ⑤ Bouche ou regard
- ⑥ Emissaire (égout, ruisseau, rivière)

### 3. Remplissage des tranchées drainantes

#### a) Les matériaux

Les matériaux utilisables sont de nature siliceuse, roulés de préférence. Les matériaux concassés présentent en effet un pourcentage de fines pouvant, à la longue, colmater le drain.

La granulométrie des éléments croît avec la profondeur et dans le sens de l'écoulement de l'eau.

#### b) Mise en œuvre

La mise en œuvre doit être conforme aux dispositions du DTU 20.1 (annexe Règles de calcul et dispositions constructives minimales).



*c) Exemples***Dessins**

1 <sup>er</sup> cas : terrain peu perméable	I 6
2 <sup>e</sup> cas : terrain perméable	I 7
3 <sup>e</sup> cas : terrain peu perméable sur fond imperméable	I 8
4 <sup>e</sup> cas : terrain peu perméable	I 9

**4. Utilisation de géotextiles (non-tissés synthétiques)**

Les matériaux employés sont des nappes de géotextiles à base de non-tissé polyester ou polypropylène, de poids unitaire minimal 150 g/m<sup>2</sup> ou encore d'un mélange de fibres polypropylène (75 %) et de fibres polyamide (25 %).

Les différentes utilisations de ces géotextiles ont conduit les fabricants à les classer en catégories selon leur poids unitaire.

Les matériaux sont présentés en largeur de 2,10 m (ou plus) et en grande longueur (rouleaux 150 à 300 m).

**Dessin**

Utilisation géotextiles	I 10
-------------------------	------

**Exemples :***a) Nappe drainante NAUE®<sup>1)</sup>*

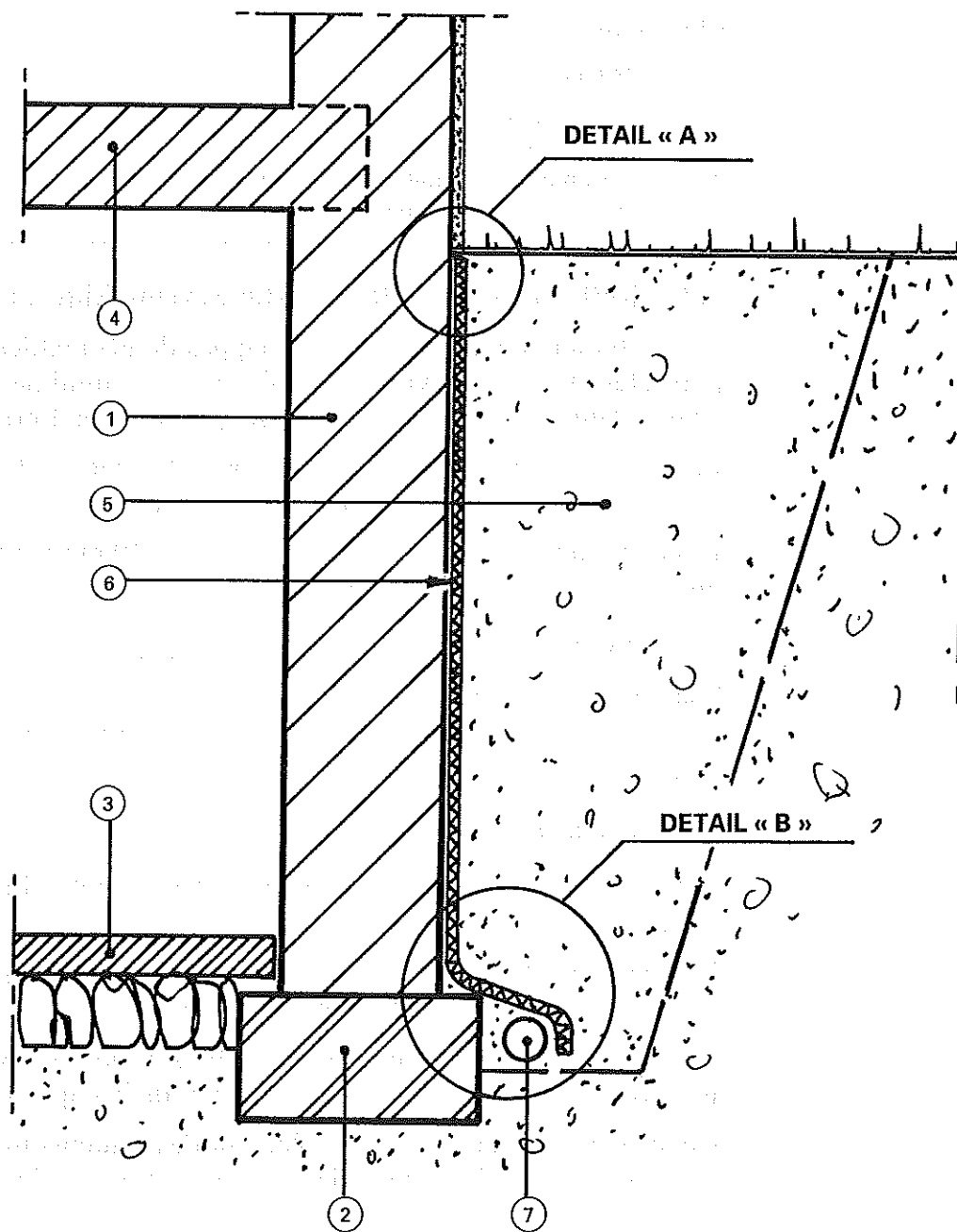
Cette nappe synthétique est constituée d'une couche filtrante et d'une couche drainante.

Le matériau filtrant est un non-tissé de 2,1 mm d'épaisseur à base de fibres polyester, qui retient les fines et évite le colmatage.

Le matériau drainant est constitué de fibres de polypropylène comprimées sur une épaisseur de 13,1 mm, et est solidaire de la nappe filtrante.

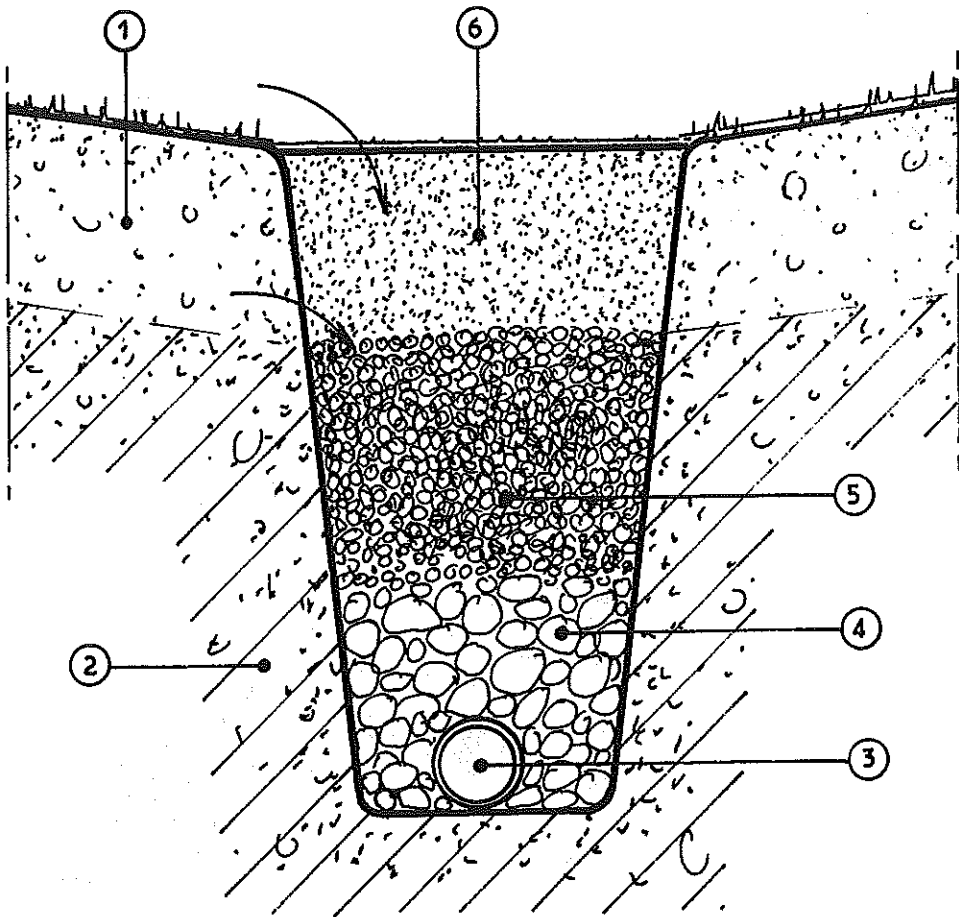
Cette épaisseur permet des remblais sur des hauteurs importantes sans modification appréciable du matériau et de ses caractéristiques.

1) Distribué par CODIM (Compagnie de distribution de matériel).



- ① Mur enterré
- ② Fondation
- ③ Dallage sous-sol
- ④ Plancher
- ⑤ Tranchée drainante
- ⑥ Nappe NAUE
- ⑦ Drain collecteur

I6



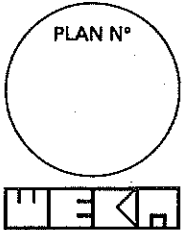
- ① Terrain naturel perméable
- ② Terrain peu perméable
- ③ Drain
- ④ Cailloux 30/60
- ⑤ Gravillon 5/15
- ⑥ Sable 0/3

**1<sup>er</sup> cas : remplissage tranchée drainante**  
**Terrain peu perméable**

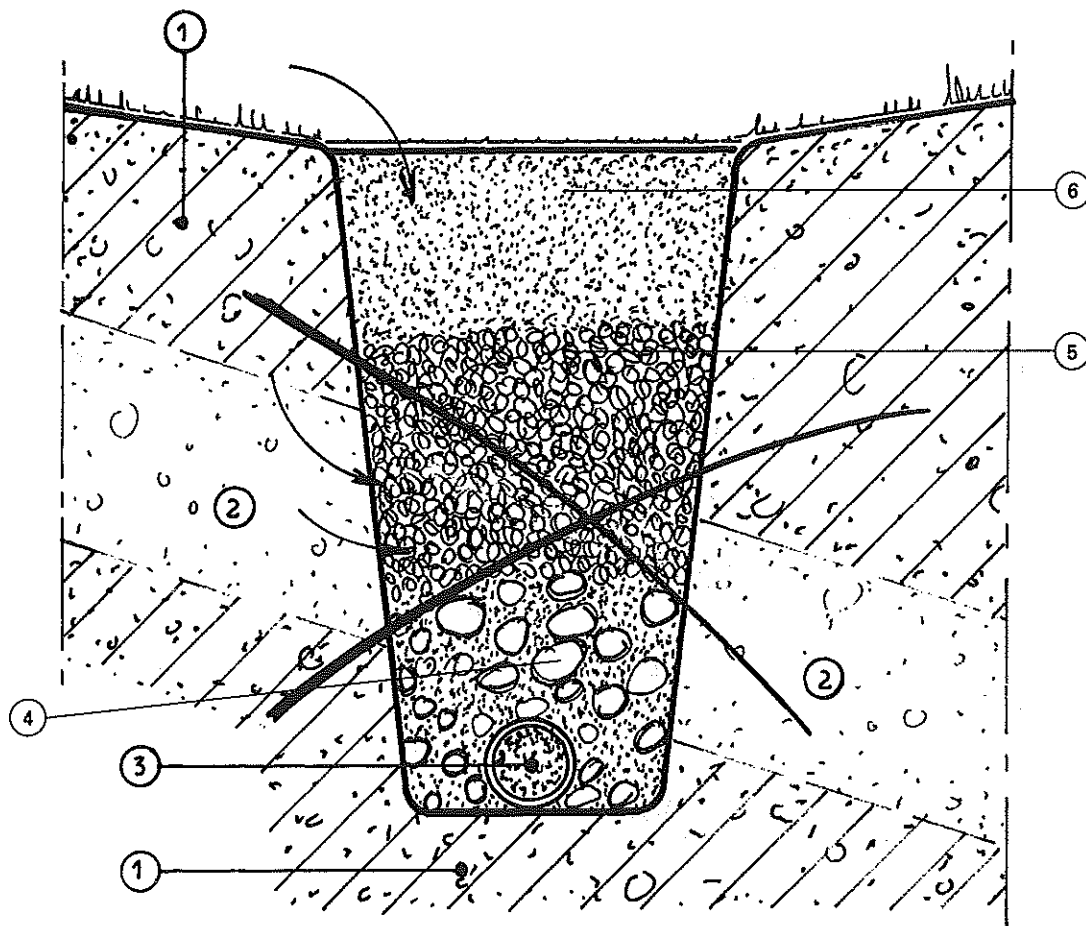
Echelle : –

CABINET

LE



I7



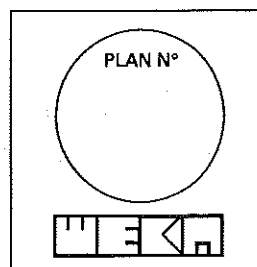
- ① Terrain peu perméable
  - ② Terrain perméable
  - ③ Drain
  - ④ Cailloux 30/60
  - ⑤ Gravieron 5/15
  - ⑥ Sable 0/30
- Colmatés par (2)

**2° cas : remplissage tranchée drainante  
(risque de colmatage)**

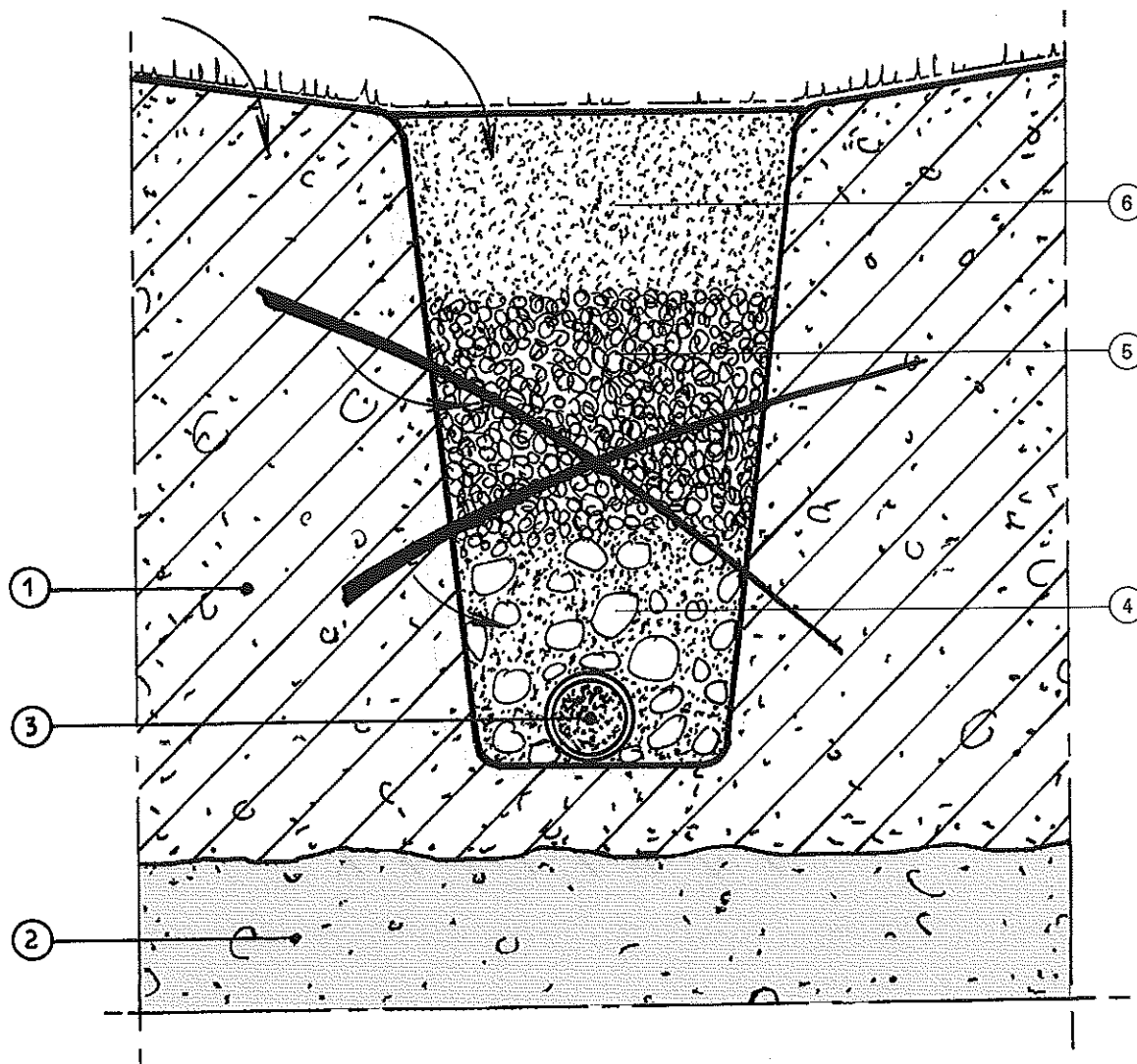
Echelle : -

CABINET

LE



I8



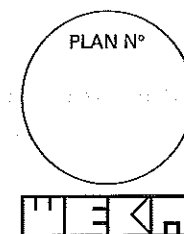
- ① Terrain peu perméable
  - ② Terrain imperméable
  - ③ Drain colmaté
  - ④ Cailloux 30/60
  - ⑤ Gravillon 5/15
  - ⑥ Sable 0/30
- } Colmatés par (1)

**3° cas : remplissage tranchée drainante  
(risque de colmatage)**

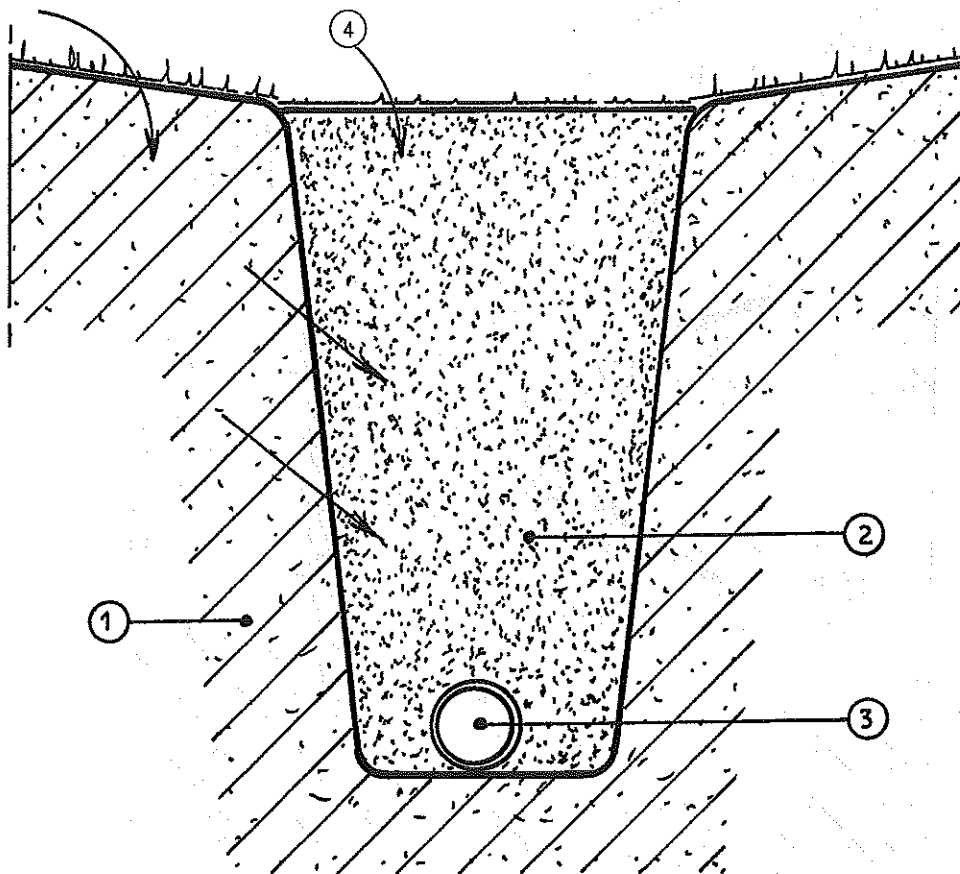
Echelle : -

CABINET

LE



I9



- ① Sable fin peu perméable
- ② Sable 0/30
- ③ Drain en béton poreux
- ④ Eaux de ruissellement et eaux de pluie

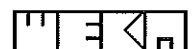
**4° cas : remplissage tranchée drainante**  
**Terrain peu perméable**

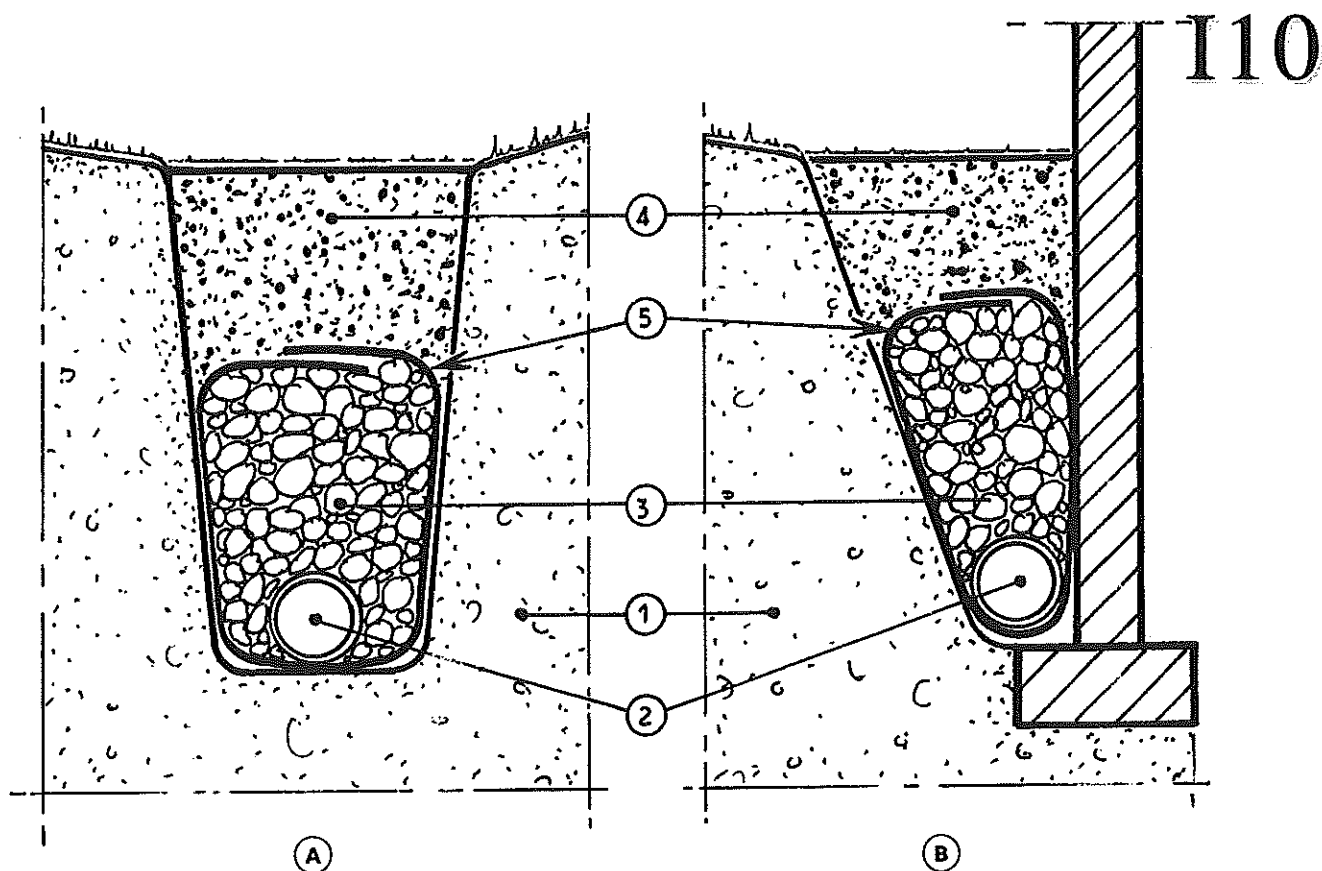
Echelle : --

CABINET

LE

PLAN N°





① Tous terrains

② Drain

③ Cailloux

④ Tranchée drainante

⑤ Géotextile (non tissé polyester  $\geq 200 \text{ g/m}^2$ )

① A Cas d'une tranchée périphérique

② B Cas d'utilisation de la tranchée périmétrique

**Utilisation géotextiles**

Echelle : -

CABINET

LE

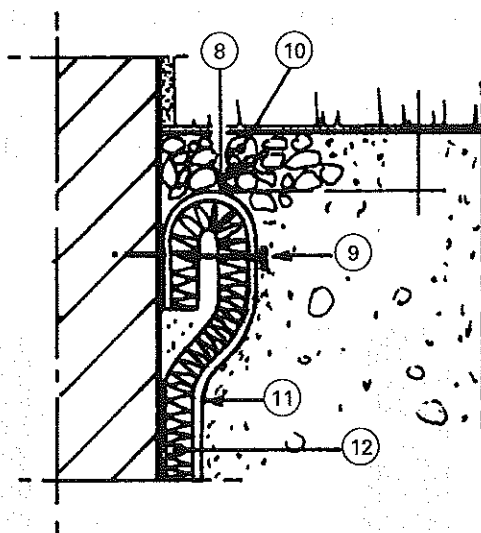
PLAN N°





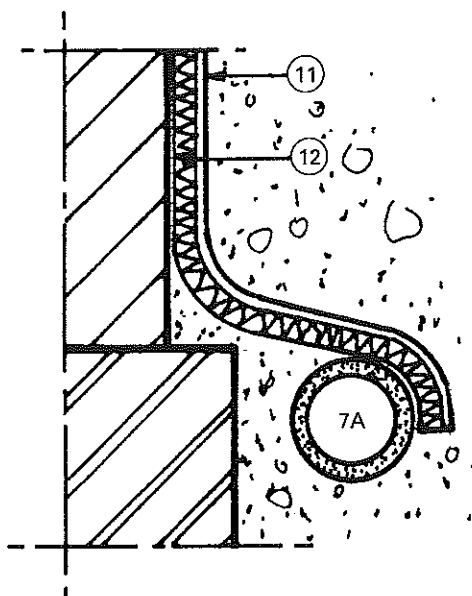


DETAIL « A »

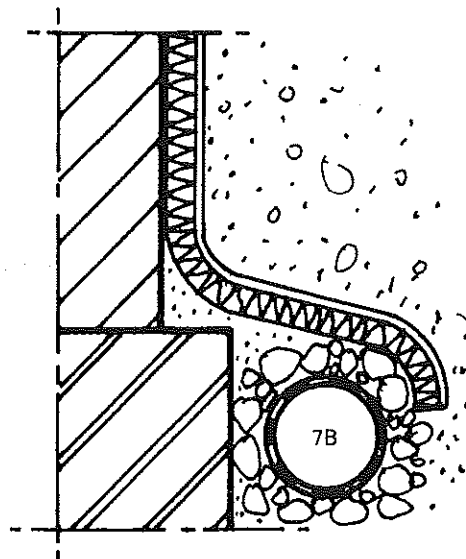


- ⑦ Drain
- ⑧ Pli en partie supérieure
- ⑨ Fixation mécanique sur maçonnerie
- ⑩ Couche gravier
- ⑪ Couche filtrante
- ⑫ Couche drainante

DETAIL « B »



Drain béton poreux



Drain PVC

### b) Système SOMDRAIN<sup>1)</sup>

Plusieurs systèmes existent en fonction des utilisations :

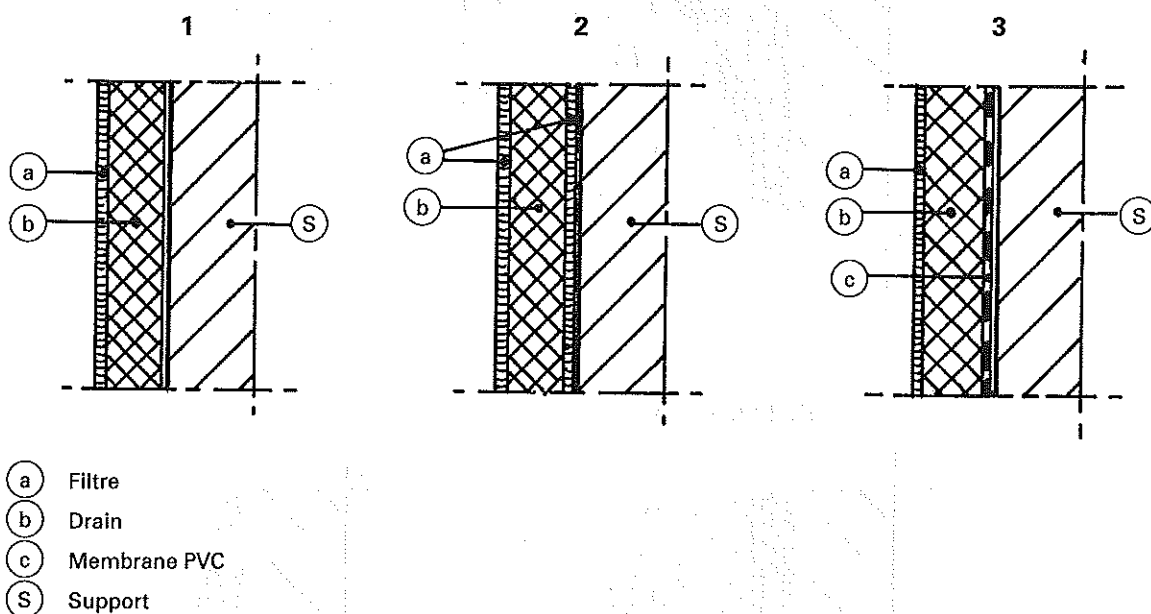
**1 drainage** : nappe aiguilletée en structure tridimensionnelle, constituée d'un filtre en fibres de grosse section en PP (polypropylène) et d'un drain également en fibres PP ou PP + PA<sup>2)</sup> (contact/sol sur une seule face) ;

1) Fabriqué par SOMMER B.T.P.

2) PA = Polyamide.

**2 filtration** : nappes filtrantes dont la structure comprend un sandwich avec deux filtres extérieurs en fibres PP et un drain intermédiaire en fibres PP ou PP + PA ;

**3 étanchéité** : système comportant un filtre côté sol et étanchéité côté support par contrecollage d'une membrane PVC sur une nappe drainante.



Les détails de pose sont analogues à ceux du cas précédent.

La nappe recouvre le drain généralement prévu en PVC.

## 5. Utilisations de plaques ou d'éléments drainants

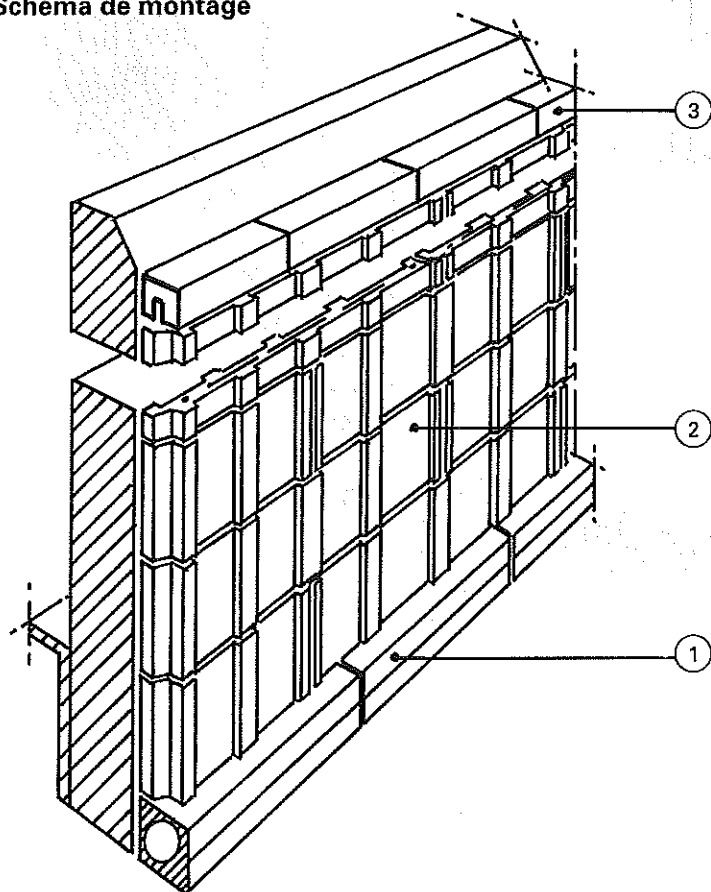
### a) Procédé SOPREX

Ce procédé est utilisable en protection d'étanchéité et drainage vertical d'ouvrages enterrés.

Il est constitué de blocs préfabriqués en béton poreux (perméabilité comprise entre 0,35 et 0,45 l/dm<sup>2</sup>/seconde).

- Eléments inférieurs = drains longitudinaux.
- Eléments courants, posés à sec, assurant le drainage vertical.

Schéma de montage



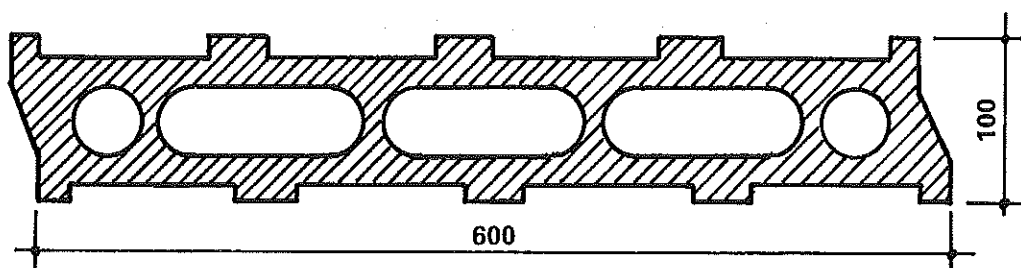
- ① Drain carré d'assise Ø 65, 120 ou 200 mm
- ② Dalles SOPREX
- ③ Élément pour couche supérieure

Dimensions : 10 x 25 x 60

Poids : 16,10 kg

Nombre de pièces au mètre carré : 6,6

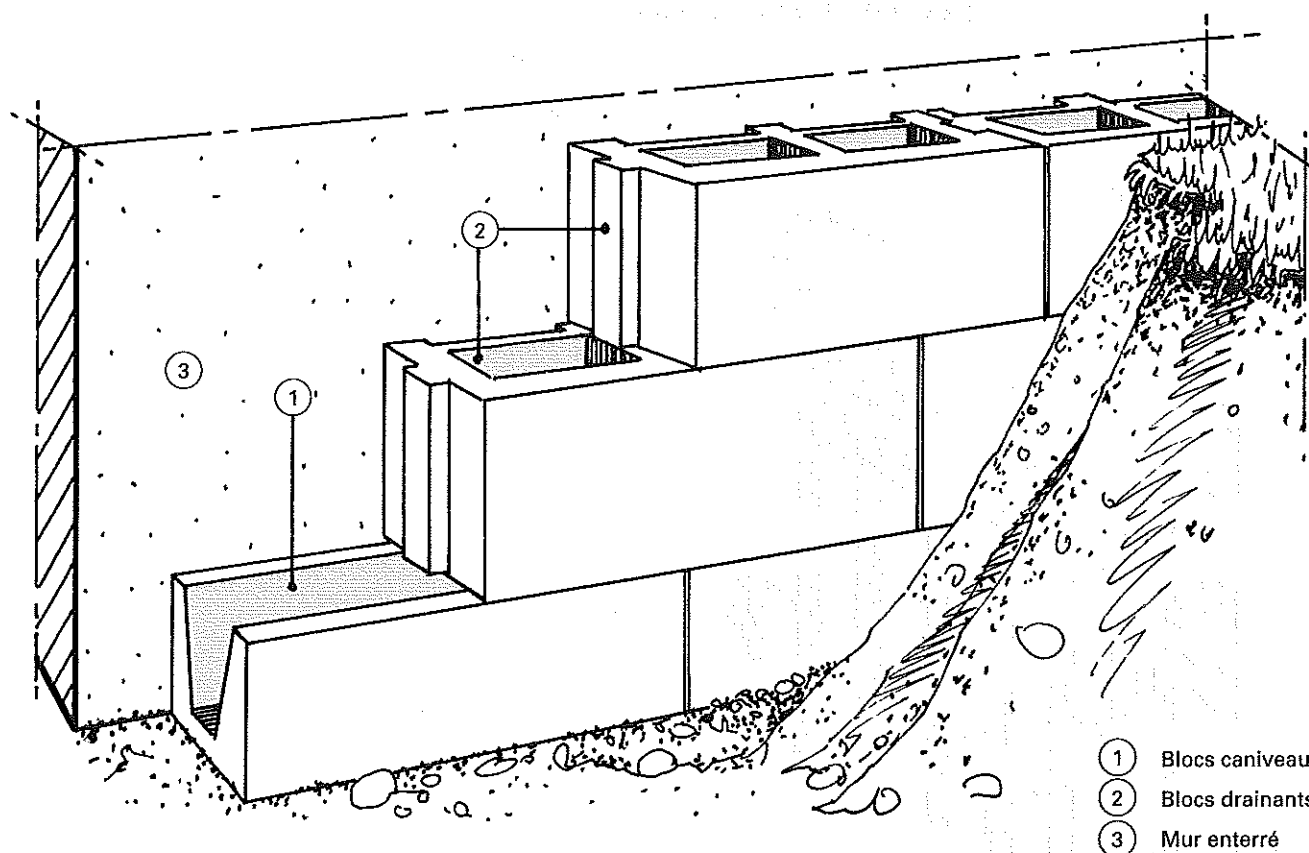
Détail élément courant



### b) Blocs spéciaux BETORIX

Blocs en béton caverneux de granulats courants (Cf. schéma) comprenant :

- à la base, un bloc caniveau en forme de U ;
- en partie courante, des blocs creux montés à sec.



### c) Plaques synthétiques

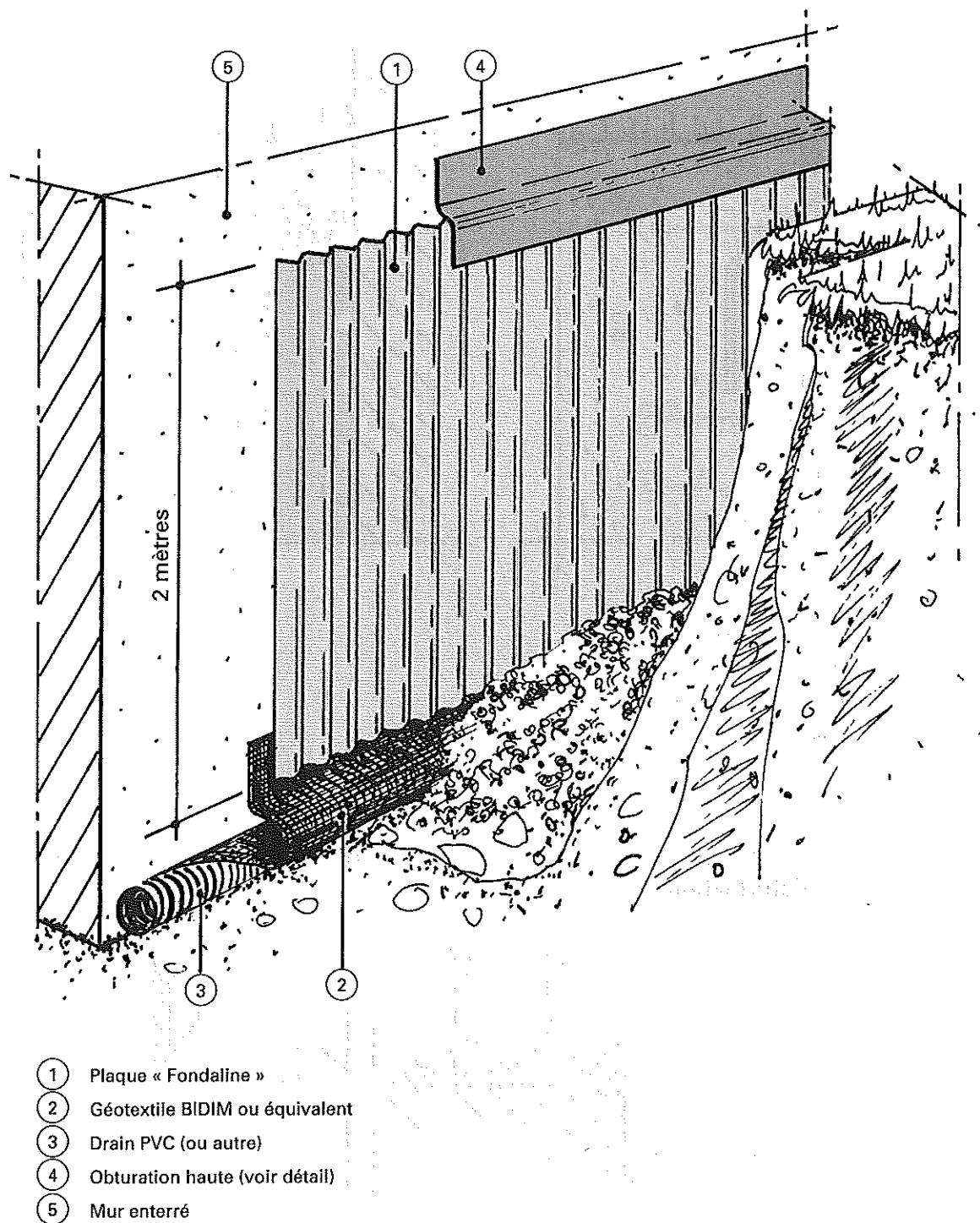
#### • Fondaline<sup>1)</sup>

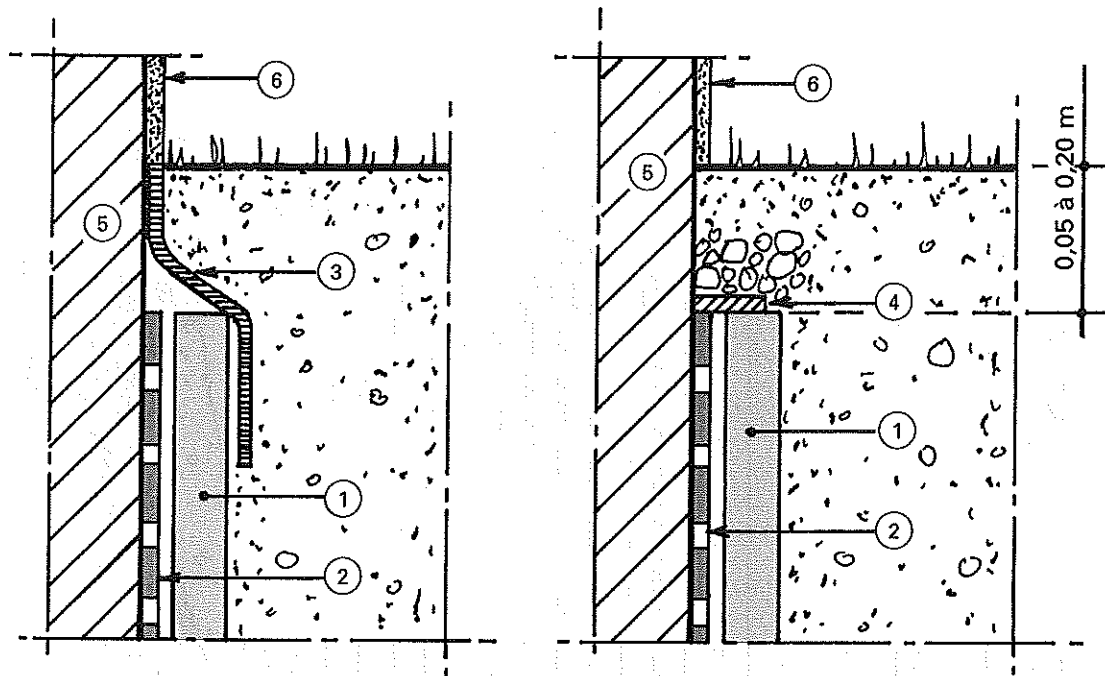
Principe :

Plaque ondulée constituée d'un complexe cellulo-minéral monocouche imprégné à cœur par un mélange bitumeux étanche et imputrescible (adjonction d'un agérontogène).

Dimensions : 2 m (H) x 0,90 m (L) (voir schéma).

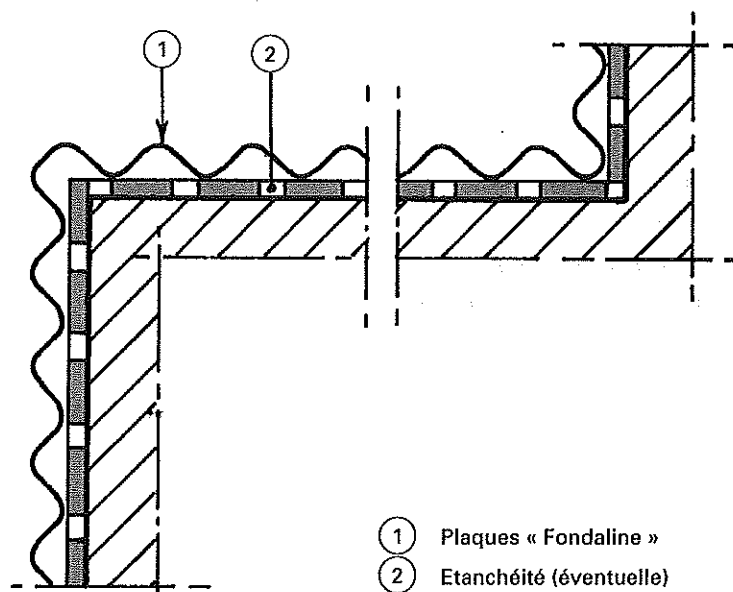
1) Fabriqué par ONDULINE S.A.





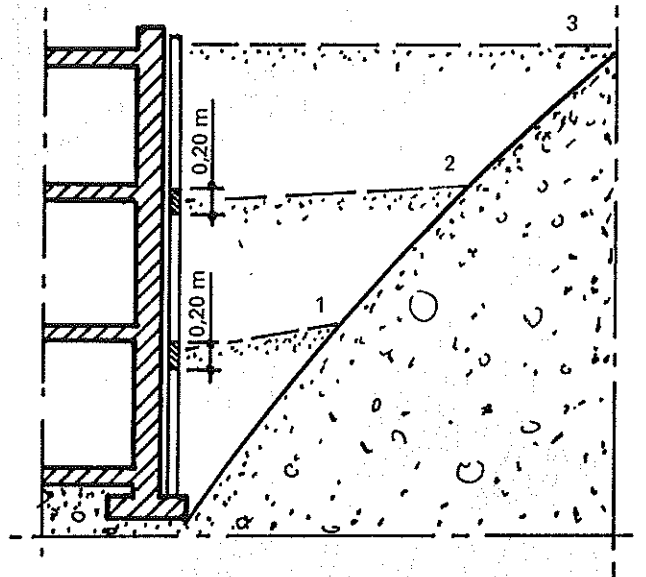
- ① Plaques « Fondaline »
- ② Etanchéité (éventuelle)
- ③ Bavette feutre ou ressaut de finition
- ④ Plaque rigide d'obturation
- ⑤ Mur enterré
- ⑥ Enduit

– Cas d'angles (rentrant ou sortant) : continuité assurée par recouvrement et déformation.



- ① Plaques « Fondaline »
- ② Etanchéité (éventuelle)

- Cas des murs de grande hauteur : la pose s'effectue par hauteur de 2 m avec remblaiement partiel et recouvrement des plaques sur 0,20 m.



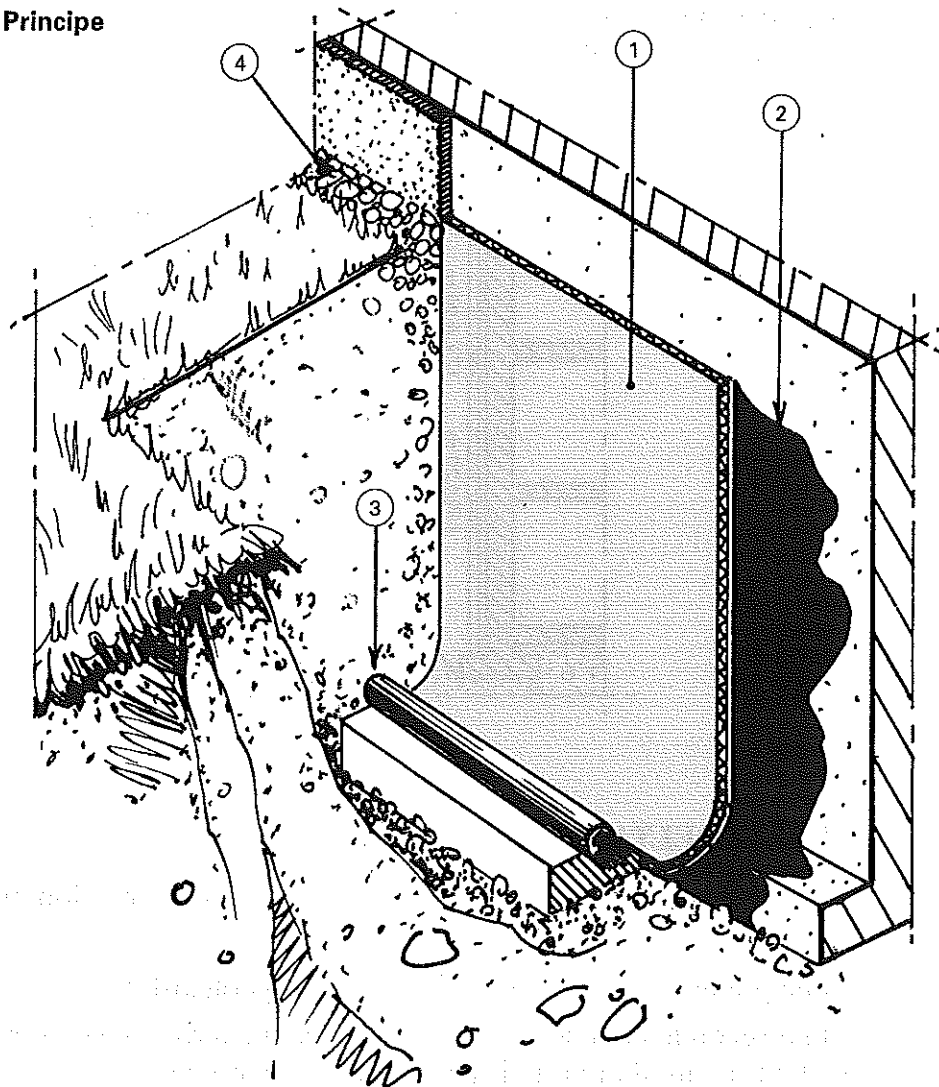
- **Plaque DELTA-MS**<sup>1)</sup>

Le système, livré en rouleaux (largeur 1,50 m ou 2 m ; longueur 12,50 m), comprend :

- une première couche : non-tissé filtrant (géotextile) ;
- une seconde couche : plaque ou bande à excroissance en quinconce permettant la circulation de l'eau drainée à travers la nappe géotextile (rôle de canaux drainants), en polyoléfine spéciale.

1) Fabriqué par DÖRKEN A.G. (CH) – Bâle.

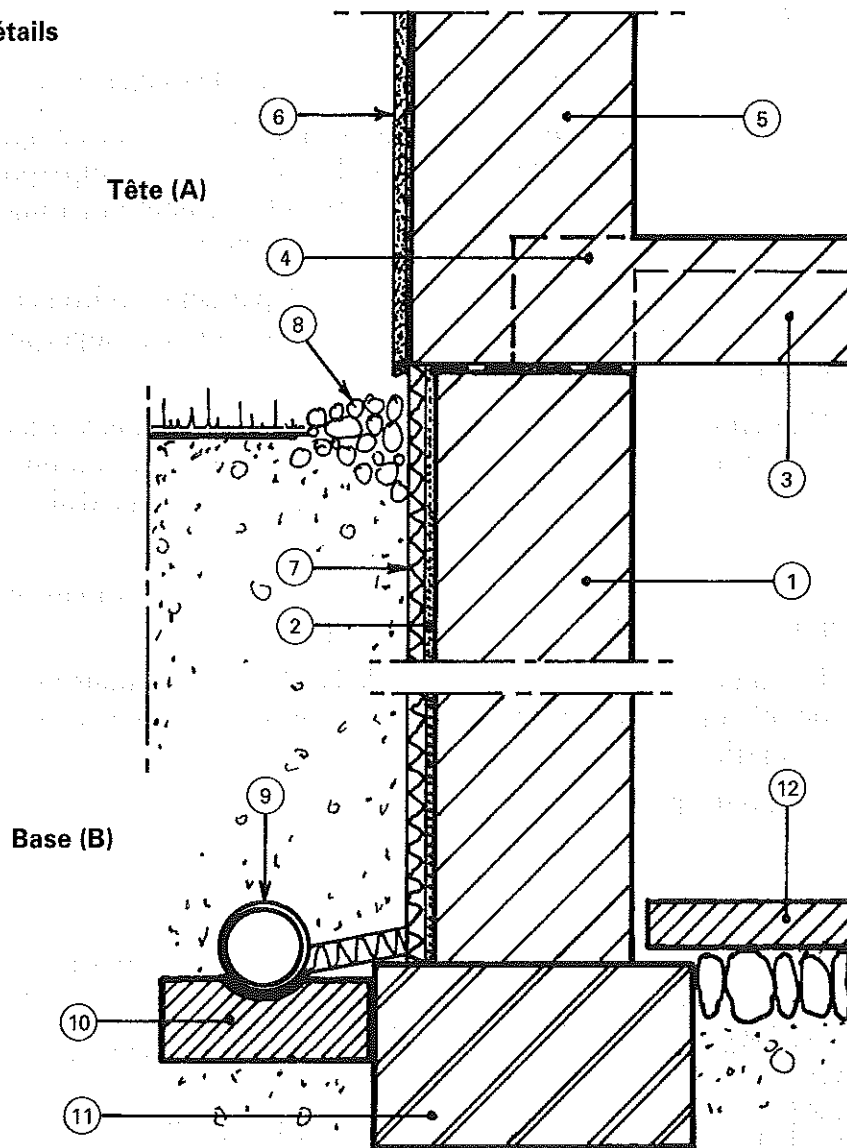
## Principe



- ① DELTA MS
- ② Enduit bitumeux
- ③ Tuyau de drainage
- ④ Drain cailloux



## Détails



- ① Mur sous-sol
- ② Enduit extérieur
- ③ Plancher
- ④ Chânage
- ⑤ Mur rez-de-chaussée
- ⑥ Enduit extérieur
- ⑦ Élément DELTA MS
- ⑧ Drain surface gravier 30/60
- ⑨ Drain profond
- ⑩ Cunette (support de drain)
- ⑪ Fondation
- ⑫ Dallage

### • Système ENKADRAIN<sup>1)</sup>

Ce système est composé de deux structures distinctes et solidaires :

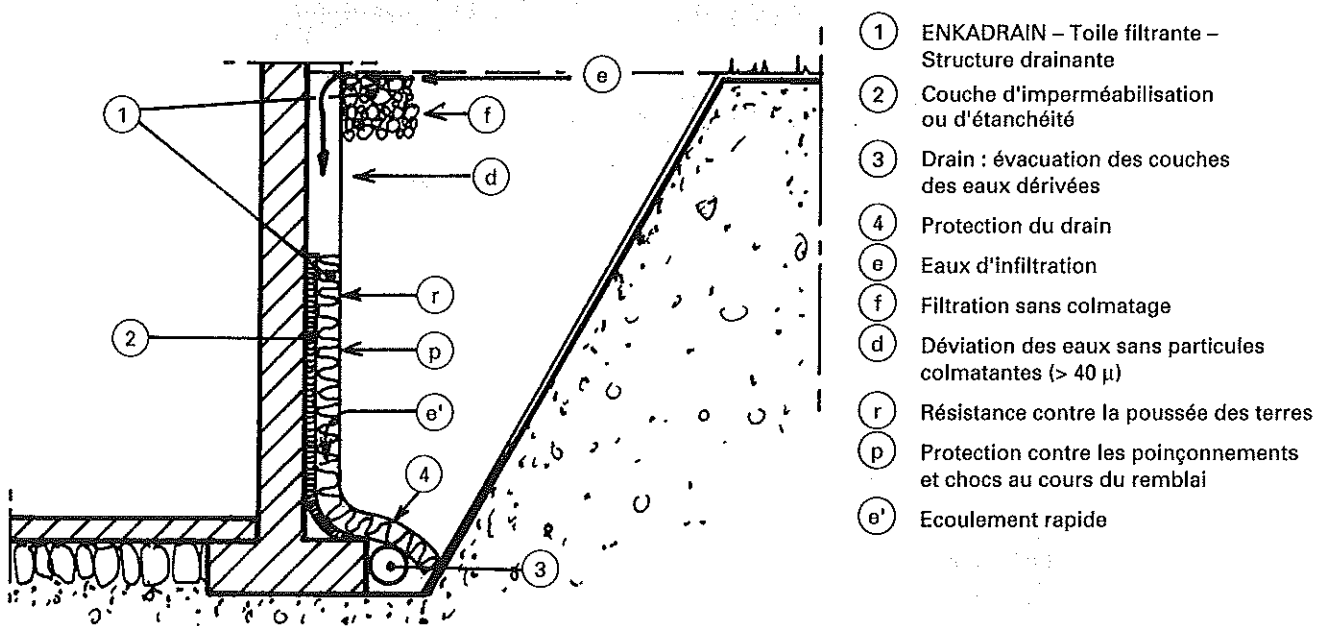
- la *structure drainante*, nappe de 20 mm d'épaisseur composée d'un enchevêtrement de monofilaments en polyamide (nylon) superposés en plusieurs couches et soudés aux points de contact, formant ainsi une structure tridimensionnelle à très fort indice de vide (0,95) ;
- la *toile filtrante*, non-tissé de 1 mm d'épaisseur environ composé de fils en polyester enrobés de nylon, enchevêtrés, étirés et superposés en plusieurs couches, et soudés aux points de contact.

En dehors de son rôle de drainage, surtout en parois verticales, cette nappe permet de protéger le revêtement d'imperméabilisation ou d'étanchéité côté extérieur de la paroi enterrée et de ménager une lame d'air entre le remblai et la paroi.

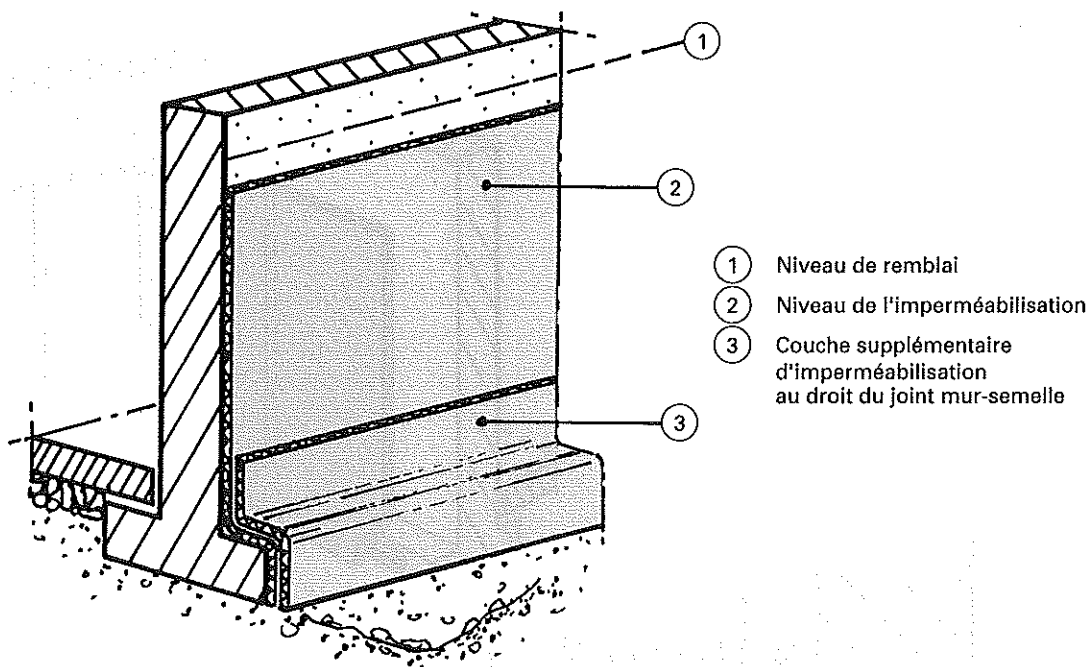
Sa résistance aux agents agressifs et son caractère d'imputrescibilité lui confèrent une durabilité importante, et sa pose est facile.

La hauteur limite de remblai est de l'ordre de 7 m, mais une disposition avec double drainage permet de descendre jusqu'à 12 m, avec un double drainage en partie inférieure.

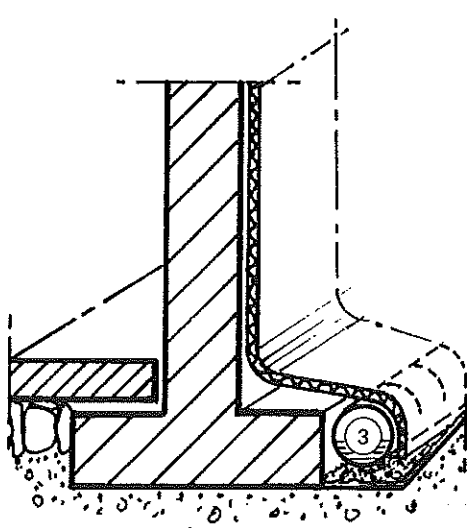
– Détails d'exécution (Cf. schémas).



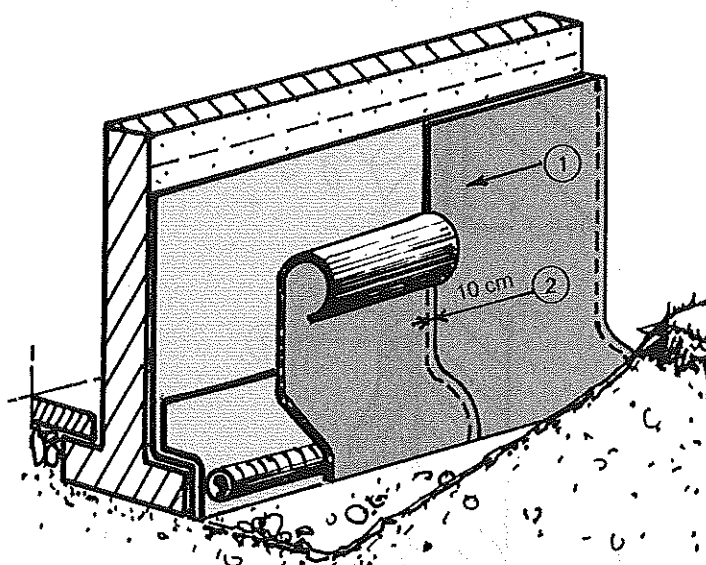
1) Fabriqué par Enka ; distribué par Lanco France.



SYSTÈME ENKADRAIN



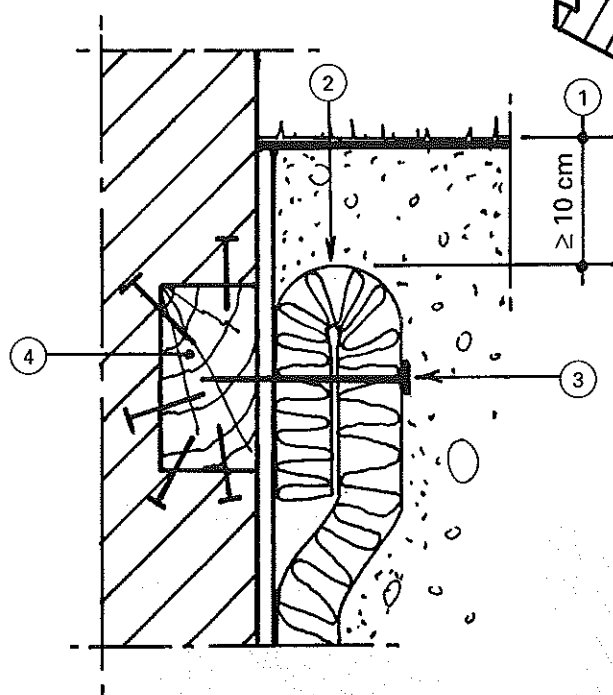
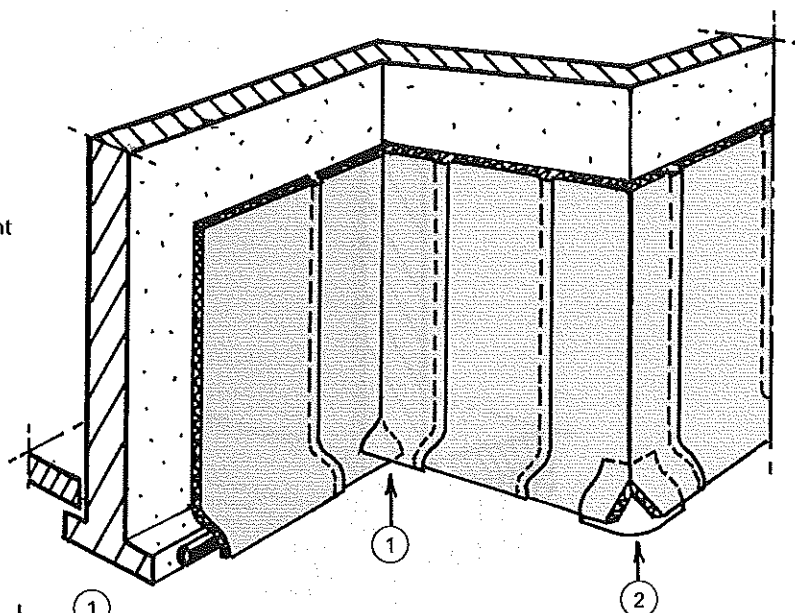
Détail drain



- ① Sens de pose
- ② Recouvrement
- ③ Drain PVC fendu sur 1/2 diamètre

## SYSTÈME ENKADRAIN

- ① Angle rentrant découpe et recouvrement
- ② Angle saillant pièce rapportée

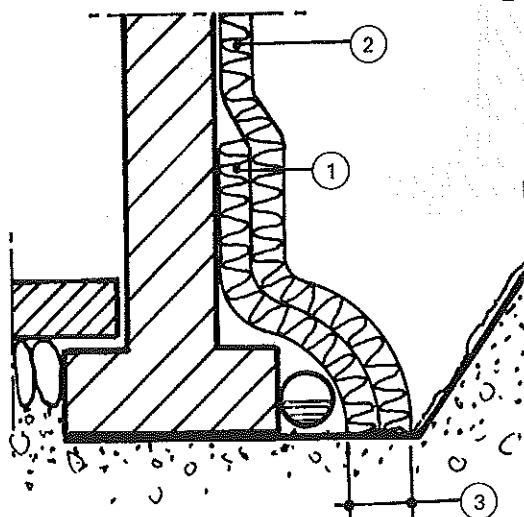


## Détail réalisation des angles saillant et rentrant

- ① Remblai
- ② Pli en partie supérieure
- ③ Fixation
- ④ Tasseau

Fixation en tête : par tasseau bois incorporé ou clous spéciaux à béton

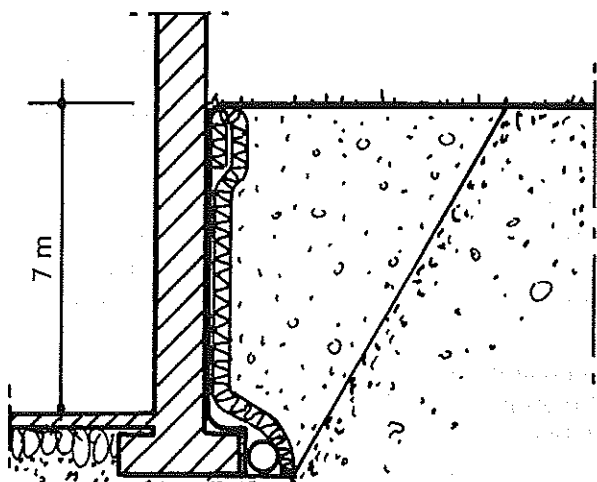
## Détail base



- ① Lé longitudinal
- ② Lé vertical
- ③ Double épaisseur

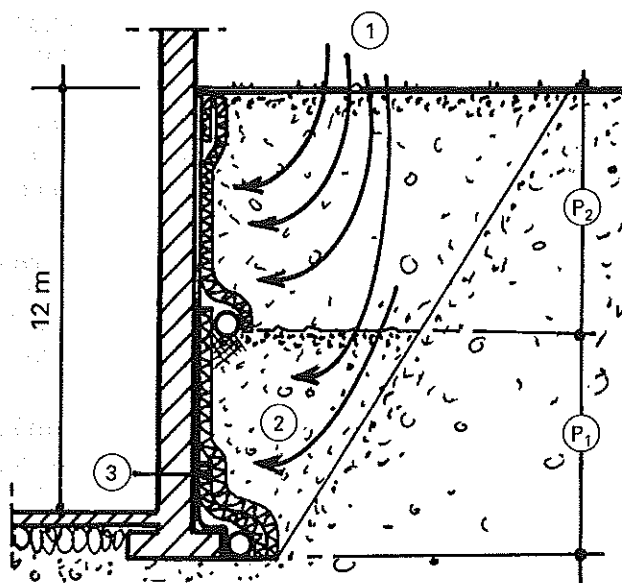
## – Limites d'emploi

**Cas courant**  
 $h \leq 7 \text{ m}$



**Cas particulier**  
 $h \leq 12 \text{ m}$

Ce cas nécessite 2 niveaux de drainage



- (P<sub>1</sub>) 1<sup>re</sup> phase de remblai
- (P<sub>2</sub>) 2<sup>e</sup> phase de remblai
- (1) Infiltration superficielle importante
- (2) Eaux d'infiltration résiduelles
- (3) Lé longitudinal de recouvrement

**SYSTÈME ENKADRAIN**

## 6. Récapitulation

Les diverses possibilités dont le maître d'œuvre dispose pour la réalisation des parois de locaux enterrés, en fonction des différents critères, sont résumées ci-après <sup>1)</sup> :

CRITÈRES DE CHOIX DE LA CONCEPTION DE LA PAROI DES LOCAUX ENTERRÉS ET DES ÉVENTUELS OUVRAGES COMPLÉMENTAIRES				
Nature des eaux	Circonstance favorable ou aggravante		Ouvrage complémentaire nécessaire	Nature du revêtement des parois verticales enterrées
Eaux de nappe ou eaux de rivière (crues)	Le niveau des plus hautes eaux dépasse celui de la partie basse des locaux enterrés		Cuvelage	Revêtement prévu pour les cuvelages (DTU 14.1) <sup>2)</sup>
	Sol perméable non baigné par une nappe phréatique et non inondable		Ni drainage ni cuvelage	Dépend de l'utilisation des locaux (DTU 20.1)
Eaux de ruissellement	Sol peu perméable mais les eaux de ruissellement sont peu abondantes		Ni drainage ni cuvelage. Prévoir contre-pente et dallage périphérique pour éloigner les eaux	d°
	Sol peu perméable, eaux de ruissellement abondantes et guidées vers le bâtiment par la pente du terrain	Evacuation des eaux de ruissellement possible	Drainage	d°
		Evacuation des eaux de ruissellement impossible	Cuvelage	Revêtement prévu pour les cuvelages (DTU 14.1) <sup>2)</sup>
Eaux pluviales	Terrain peu perméable et absence de gouttière aggravent le risque		Eaux pluviales collectées par descentes et recueillies dans un regard étanche, puis éloignées du bâtiment par une canalisation	

1) D'après l'ouvrage *Maçonneries enterrées*, Edition Qualité Construction.

2) Soit revêtement d'imperméabilisation sur face intérieure (si structure relativement étanche), soit revêtement d'étanchéité extérieur.

## 1/9.3

# Solutions types

### 1. Généralités

Selon la configuration du terrain et des bâtiments à protéger, différentes solutions de drainage peuvent être utilisées :

- le *drainage périmétrique*, c'est-à-dire disposé dans la fouille ayant servi aux terrassements généraux et à l'établissement des fondations (cas général) ;
- le *drainage périphérique*, c'est-à-dire entourant le bâtiment sur sa périphérie, avec une tranchée drainante disposée à une certaine distance de la construction. Cas fréquent pour les terrains en pente pour lesquels la tranchée drainante est limitée à trois parties (bâtiment rectangulaire), sans dispositif à l'aval. Ce cas est également utilisé lorsque le bâtiment a une forme complexe avec des angles rentrants ;
- le *drainage de surface* dont la technique de base correspond à l'assainissement de grandes surfaces (drainage agricole).

Exemples : terrains de sport, parcs plantés, etc.

### 2. Drainage périmétrique

Les dispositions de base sont celles du DTU 20.1 (Règles de calcul et dispositions constructives minimales).

- « Dans le cas où le drainage est situé immédiatement le long des fondations superficielles, il est interdit de descendre la tranchée drainante à un niveau inférieur à celui des fondations. Le tuyau du drain est alors posé sur un béton maigre donnant les pentes mises en œuvre le long de la semelle ou sur le débord de celle-ci par rapport au mur de soubassement. »
- « Il appartient au maître d'œuvre de décider si le drain doit être situé au voisinage immédiat des fondations ou à une certaine distance de celles-ci. »
- Le choix entre ces deux solutions peut être déterminé par les considérations suivantes :
  - le drainage au voisinage immédiat (*drainage périmétrique*) des fondations présente l'inconvénient de provoquer, au niveau des fondations, une certaine humidification du sol. Si celle-ci est périodique (alternance de périodes sèches et de périodes humides), elle peut provoquer, notamment dans les terrains argileux, des désordres de tassement. Elle implique donc le choix d'un parti cor-

rect de fondation. Le fait que les murs de sous-sol risquent d'être soumis à des ruissellements d'eau, peut également intervenir dans le choix du revêtement de ces murs ;

- *le drainage périphérique*, c'est-à-dire à environ 2 m des fondations, peut, lorsqu'il est correctement exécuté, présenter l'avantage de protéger le terrain de fondation contre les variations de teneur en eau résultant des ruissellements périodiques.

Mais cette solution ne peut avoir son plein effet que si la quantité d'eau qui peut s'infiltrer entre la tranchée drainante et le mur périphérique est peu importante.

Cette solution permet aussi, lorsque le drain est descendu à une profondeur inférieure à celle des fondations, et à condition qu'il n'y ait pas de risque de décompression du terrain, de rabattre l'eau contenue dans le sol vers le drain, ce qui peut permettre de mettre un sous-sol « hors d'eau ».

---

#### Dessin

Drainage périmétrique au bâtiment

I 11

---

### 3. Drainage périphérique (selon dispositions DTU 20.1)

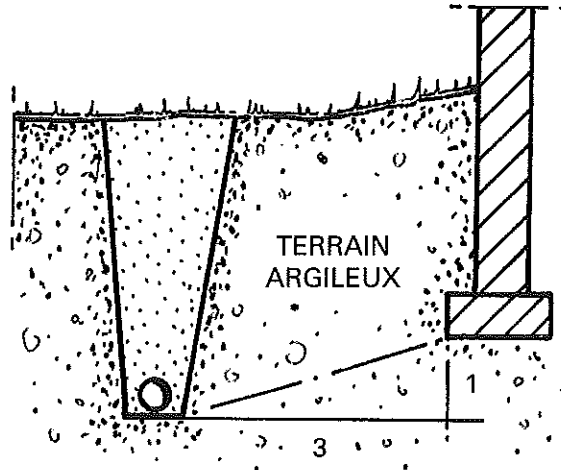
Le drainage périphérique est situé à une distance d'environ 2 mètres des murs extérieurs. Il convient, dans ce cas, d'éloigner les eaux de ruissellement de la façade et de les ramener vers le drain. Cela peut être obtenu à l'aide d'une contre-pente ou d'une protection superficielle.

Toutefois, en cas de très importants ruissellements sur la façade (ou encore déversements de gouttières), la contre-pente sans protection superficielle risque d'être insuffisante si le remblaiement entre la fouille et les murs périphériques est réalisé à l'aide de matériaux perméables.

*« Lorsque la tranchée drainante est descendue à un niveau inférieur à celui des fondations, la distance de la tranchée et le niveau du collecteur doivent être tels qu'il n'en résulte pas un risque de décompression du terrain de fondation. »*

Lorsque le bâtiment est fondé sur un terrain argileux, la pente entre l'arase des fondations et le fond de la tranchée ne doit pas dépasser 1/3.

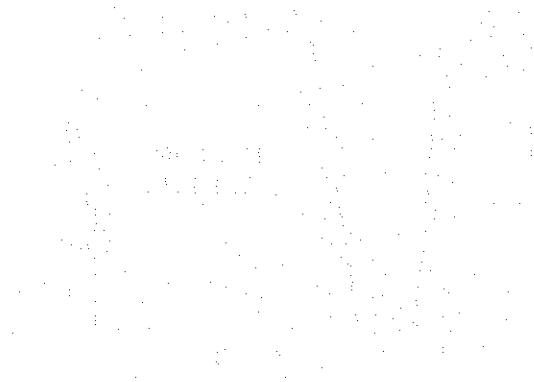




Dans le cas de sables fins, ce risque de décompression par entraînement des fines, sous un gradient hydraulique même faible et à des distances importantes, conduit à vérifier la pente sous laquelle les fondations sont vues du fil d'eau du drain, non seulement pour les semelles voisines, mais également pour les autres (Cf. dessin I14). La pente limite est de 15 %.

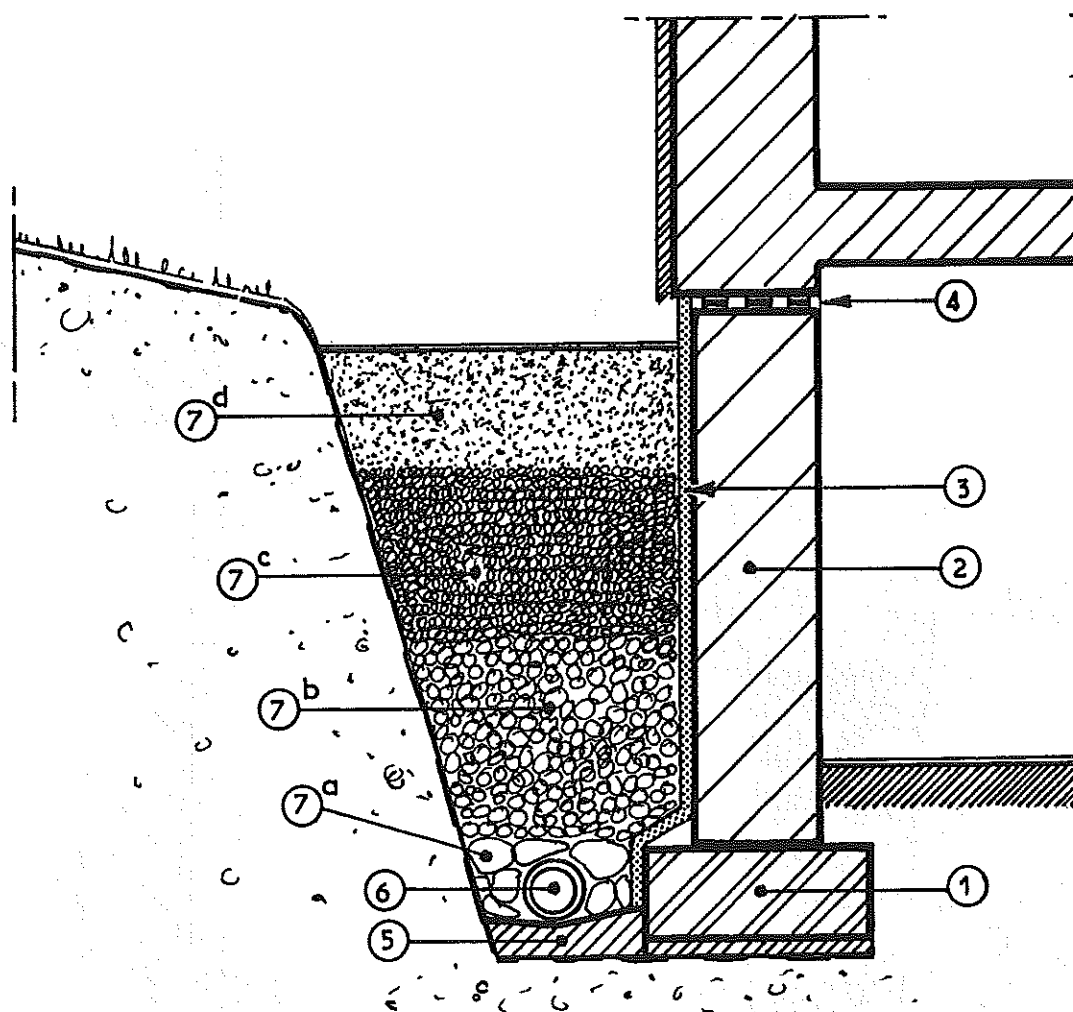
#### Dessins

Drainage périphérique	I 12
Drainage périphérique (variante)	I 13
Cas particulier – terrains en pente (sables fins)	I 14
Drainage par plaques ondulées A.C.	I 15



Les ouvrages de drainage sont des ouvrages de génie civil qui ont pour but de collecter et d'évacuer les eaux de surface ou souterraines. Ils sont utilisés dans de nombreux domaines, tels que l'agriculture, l'urbanisme, l'industrie et les transports. Les ouvrages de drainage peuvent être classés en deux catégories principales : les ouvrages de drainage de surface et les ouvrages de drainage souterrain.

Les ouvrages de drainage de surface sont des ouvrages qui collectent les eaux de surface et les évacuent vers un point de rejet. Ils peuvent être constitués de canaux, de fossés, de drains, de bacs de rétention, etc. Les ouvrages de drainage souterrain sont des ouvrages qui collectent les eaux souterraines et les évacuent vers un point de rejet. Ils peuvent être constitués de drains, de pompes, de bacs de rétention, etc.



- ① Semelle de fondation filante
- ② Mur du sous-sol
- ③ Revêtement extérieur (imperméabilisation ou étanchéité)
- ④ Barrière étanche (remontées capillaires)
- ⑤ Forme en béton
- ⑥ Drain

- ⑦ Drainage
  - ⑦a Grosses pierres 50/150
  - ⑦b Cailloux 30/60
  - ⑦c Gravillon 5/15
  - ⑦d Sable 0/30

### Drainage périmétrique au bâtiment

Echelle : -

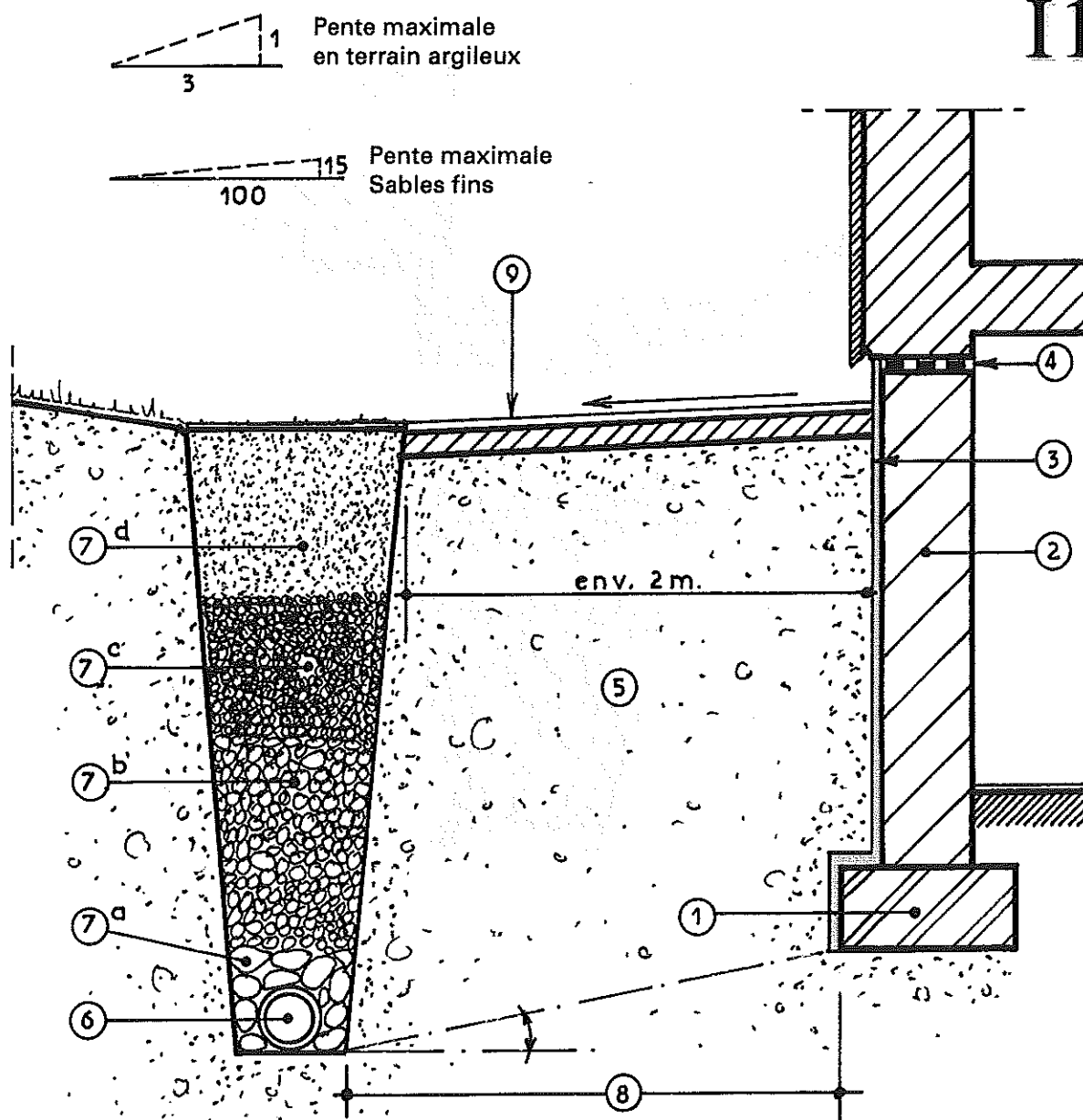
CABINET

LE

PLAN N°



I12



- |   |                           |  |
|---|---------------------------|--|
| ① Semelle de fondation filante sous mur extérieur         | ⑥ Drain                   | ⑧ Conditions d'implantations de la tranchée drainante (voir I14) |
| ② Mur du sous-sol extérieur                               | ⑦ Drainage                | ⑨ Dallage périphérique éventuel                                  |
| ③ Revêtement extérieur (imperméabilisation ou étanchéité) | ⑦a Grosses pierres 50/150 |  |
| ④ Barrière étanche (contre remontées capillaires)         | ⑦b Cailloux 30/60         |  |
|   | ⑦c Gravillons 5/15        |  |
|   | ⑦d Sable 0/30             |  |

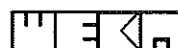
**Drainage périphérique**

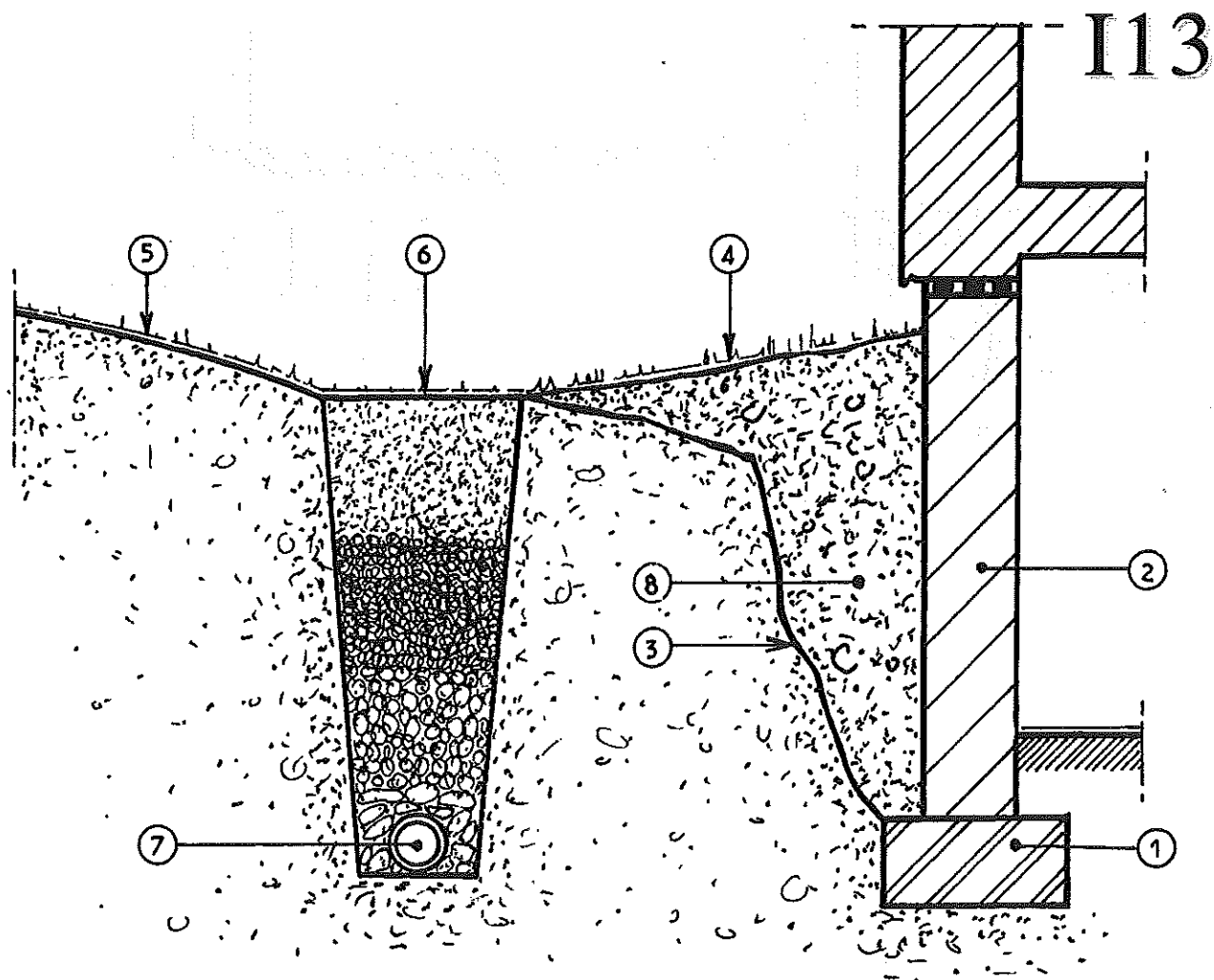
Echelle : -

CABINET

LE

PLAN N°





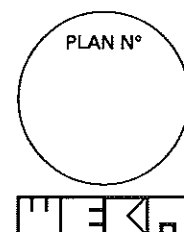
- ① Semelle de fondation filante sous mur extérieur
- ② Mur du sous-sol
- ③ Talus de fouille
- ④ Contre-pente
- ⑤ Pente du terrain naturel
- ⑥ Tranchée drainante
- ⑦ Drain
- ⑧ Remblai contre mur extérieur (matériaux perméables)

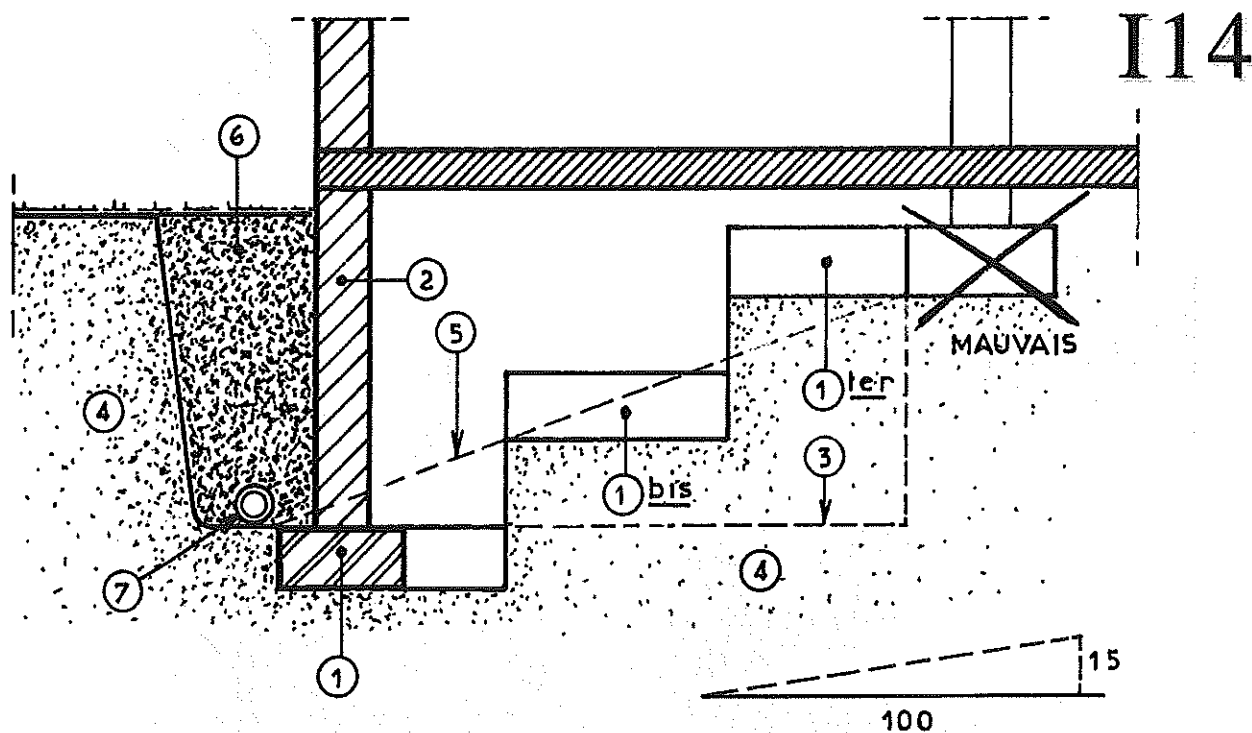
**Drainage périphérique (variante)**

Echelle : -

CABINET

LE





- ① Semelle fondation filante
- ①bis ①ter Redans semelle correspondant à la pente du terrain (solution initiale)
- ② Mur sous-sol
- ③ Solution rectifiée semelle compte tenu de la pente d'écoulement vers le drain
- ④ Sables fins
- ⑤ Pente trop forte (initiale)
- ⑥ Drainage
- ⑦ Drain

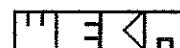
**Cas particuliers – terrains en pente (sables fins)**

Echelle : –

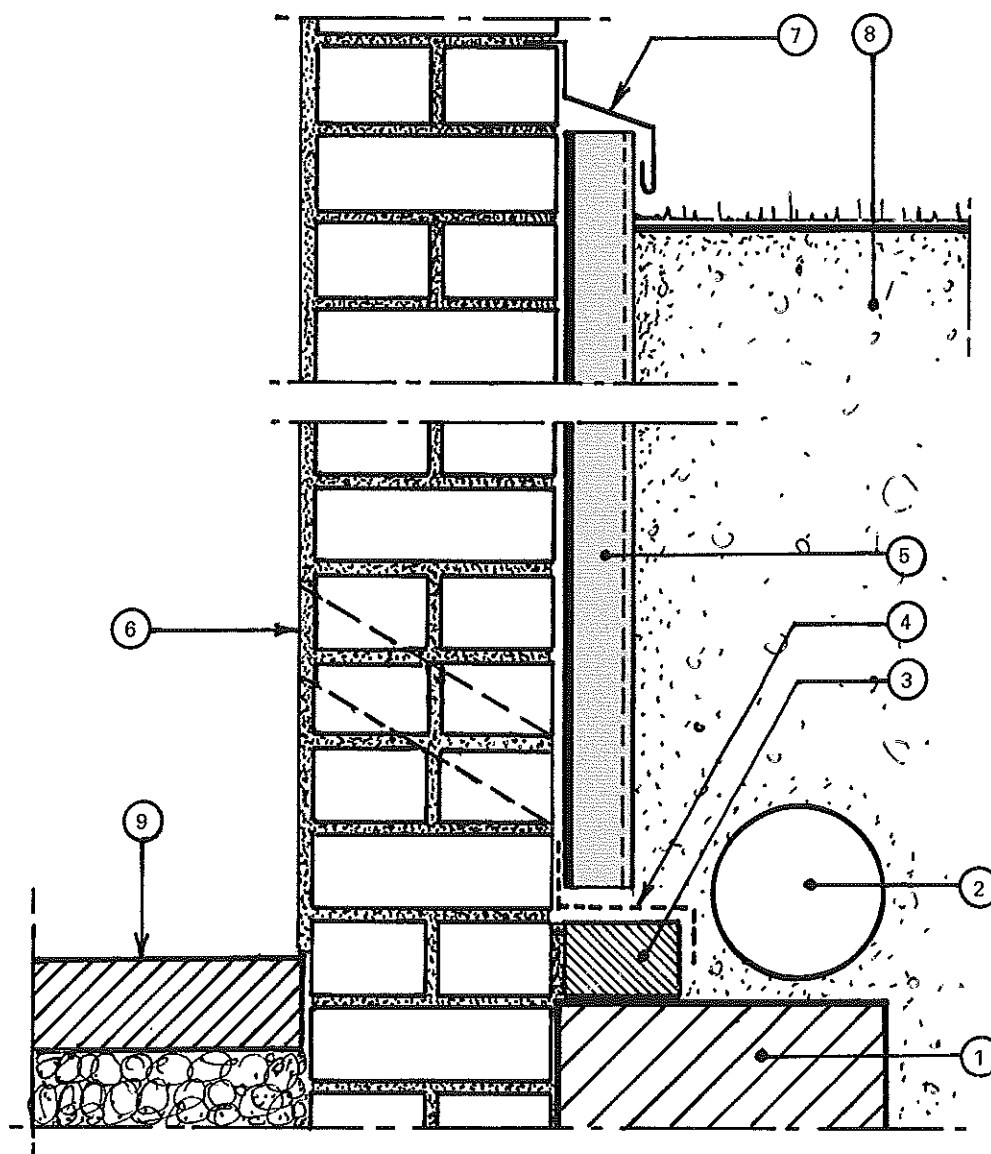
CABINET

LE

PLAN N°



I15



① Forme en béton maigre sur fondation

② Drain

③ Bloc ou brique

④ Feutre ou chape bitume

⑤ Plaque ondulée amiante-ciment

⑥ Trou d'aération

⑦ Bande métallique (zinc) engravée

⑧ Remblai

⑨ Dallage ou sol intérieur

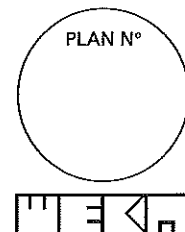
(D'après documentation Eternit)

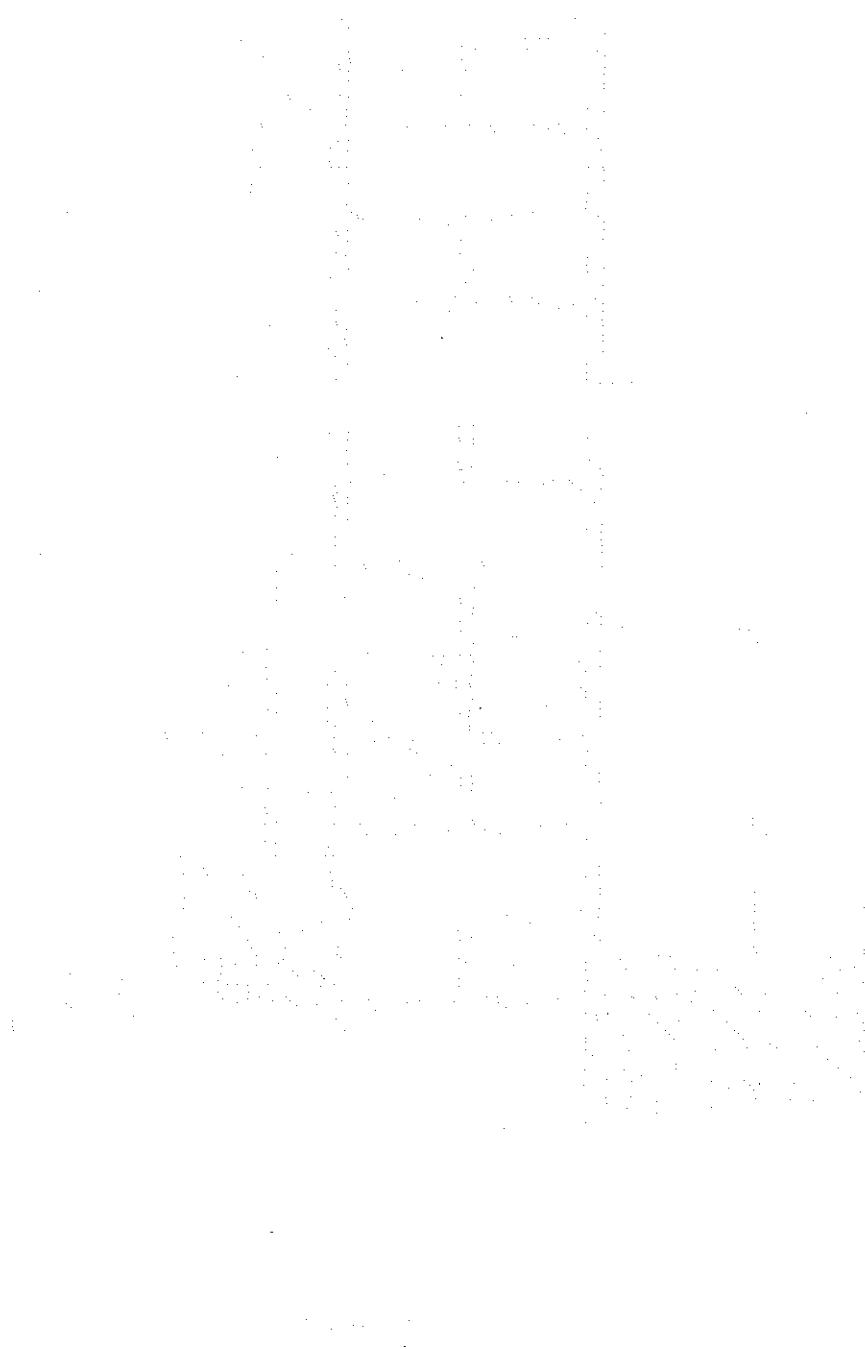
**Drainage par plaques ondulées A.C.**

Echelle : -

CABINET

LE







## 1/9.4

# Dispositions relatives aux réseaux collectifs de drainage

---

### 1. Généralités

Les éléments étudiés dans cette partie concernent les ouvrages destinés à traiter l'assainissement de grandes surfaces. La base des dispositions traitées est le *drainage agricole*. Les principes sont néanmoins valables pour :

- les terrains de sport ou aménagements sportifs ;
- les ensembles de maisons individuelles ;
- les grands aménagements de plates-formes pour zones industrielles ou autres.

Les parties suivantes seront développées :

- principes du drainage ;
- drainage par tuyaux enterrés ;
- drains et collecteurs : calcul – fonctionnement, dispositions des drains ;
- ouvrages divers ;
- applications.

### 2. Réseaux collectifs pour ensembles de maisons individuelles

Les dispositions suivantes concernent les maisons individuelles généralement groupées. Elles sont issues du DTU 20.1.

#### a) Règles générales

Les indications suivantes sont d'ordre général et données afin d'orienter les maîtres d'œuvre dans leur choix. Elles ne dispensent pas d'une étude particulière qui peut être nécessaire pour tenir compte des caractéristiques spécifiques du projet.

#### b) Distance entre drains

C'est la perméabilité du sol qui détermine la distance entre drains. Les dispositions courantes des terrains agricoles correspondent aux valeurs suivantes :

- 8 à 12 m dans les terrains compacts argileux ;
- 12 à 16 m dans les terrains limoneux ;
- 16 à 20 m dans les terrains sableux ou sablo-graveleux.

### c) Profondeur de la tranchée drainante

La profondeur des tranchées drainantes dépend de la nature du terrain et de la quantité d'eau à évacuer.

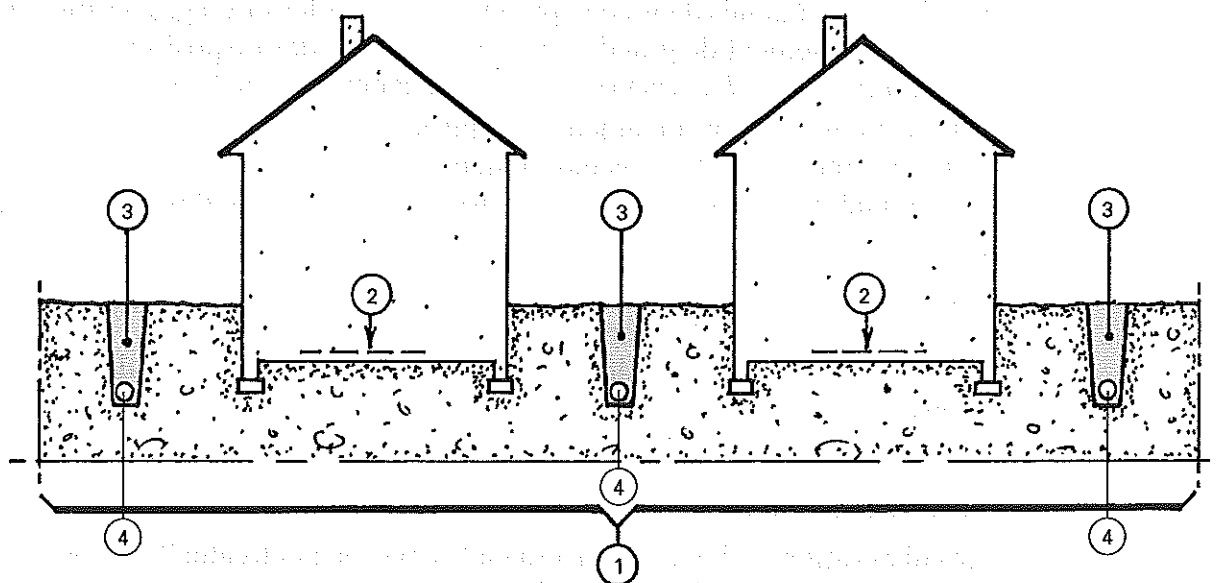
Exemples :

Le cas d'un terrain baigné par une nappe phréatique est exclu car il ne peut être traité par le drainage.

#### – 1<sup>er</sup> cas : terrain moyennement perméable

Exemple : sable à grains fins type sable de Fontainebleau. Ce terrain est soumis à des écoulements d'eau.

Dans ce cas, les tranchées drainantes doivent être descendues à un niveau plus bas que les fondations afin d'éviter les accumulations prolongées d'eau le long des murs des sous-sols (respecter la règle de pente des 15 % mentionnée au dessin I14).



① Terrain moyennement perméable

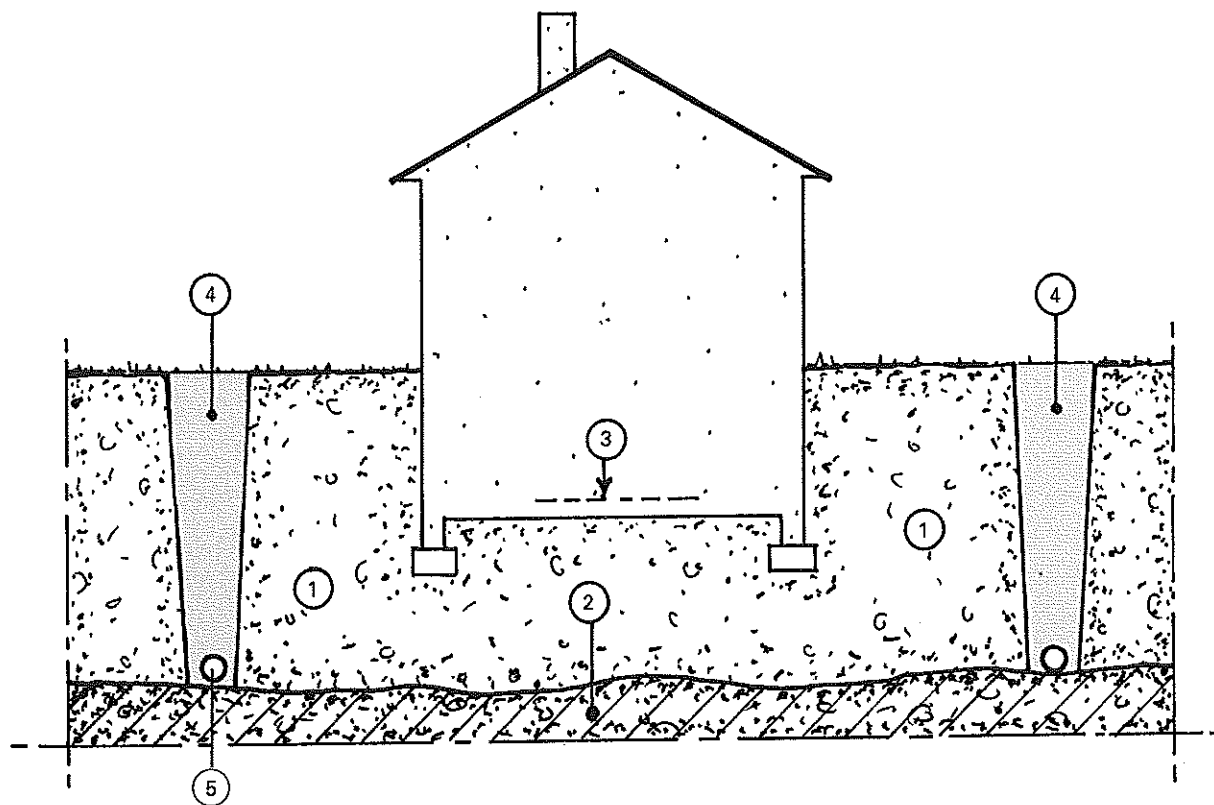
② Sous-sol

③ Tranchées de drainage

④ Drain

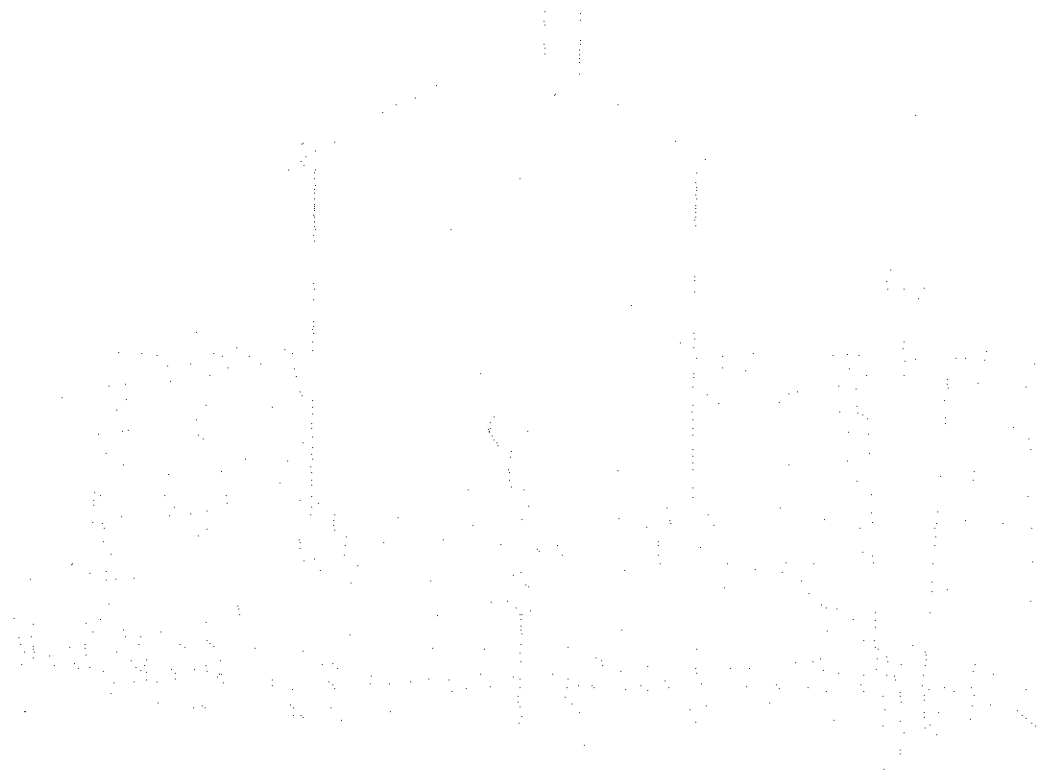
#### – 2<sup>e</sup> cas : le terrain superficiel est perméable

Exemple : sable et graviers d'alluvions anciennes, mais il surmonte un terrain très peu perméable situé à un niveau inférieur à celui des fondations, et sous-sols. Le drain doit être descendu le plus bas possible et au-dessous de ces ouvrages (fondations, sous-sols) afin qu'il puisse recueillir les eaux d'infiltration circulant sur le dessus de la couche peu perméable. La règle précédente visant la décompression du terrain au niveau des fondations doit être respectée.



- ① Terrain perméable
- ② Terrain très peu perméable
- ③ Sous-sol construction

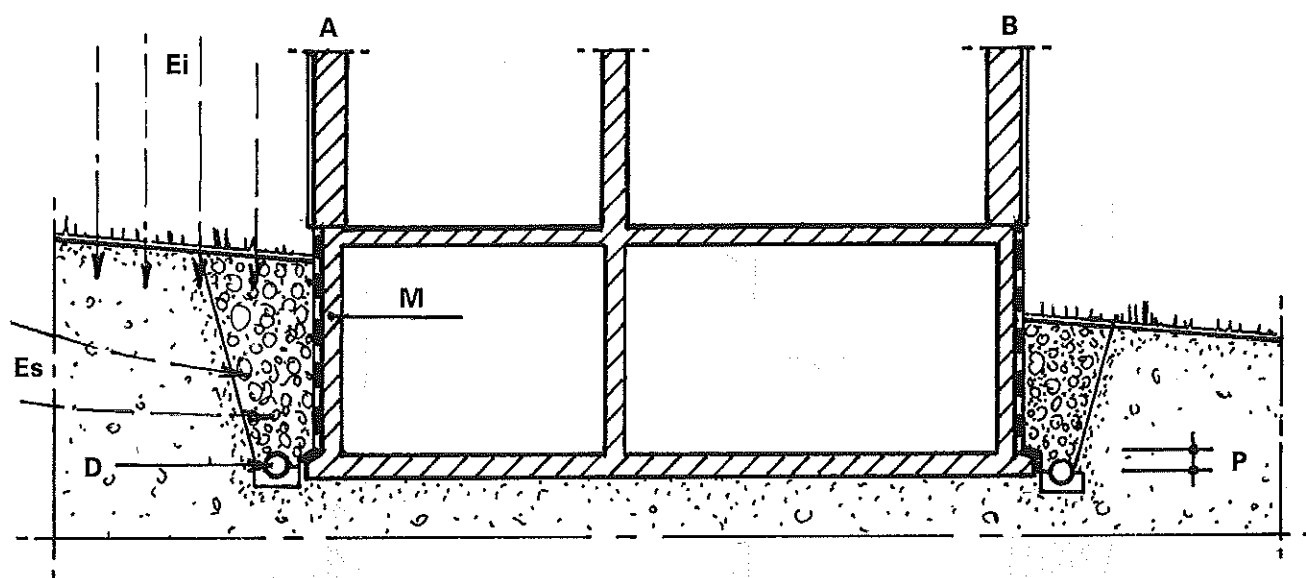
- ④ Tranchée de drainage
- ⑤ Drain



# 1/9.5

## Exemples de situation

### 1. Drainage périphérique courant



#### a) Principes

L'eau d'infiltration Ei et, le cas échéant, l'eau souterraine ou tellurique Es, sont conduites vers le drainage périphérique par la couche filtrante (graviers, plaques spéciales, etc.) disposée contre les murs du sous-sol.

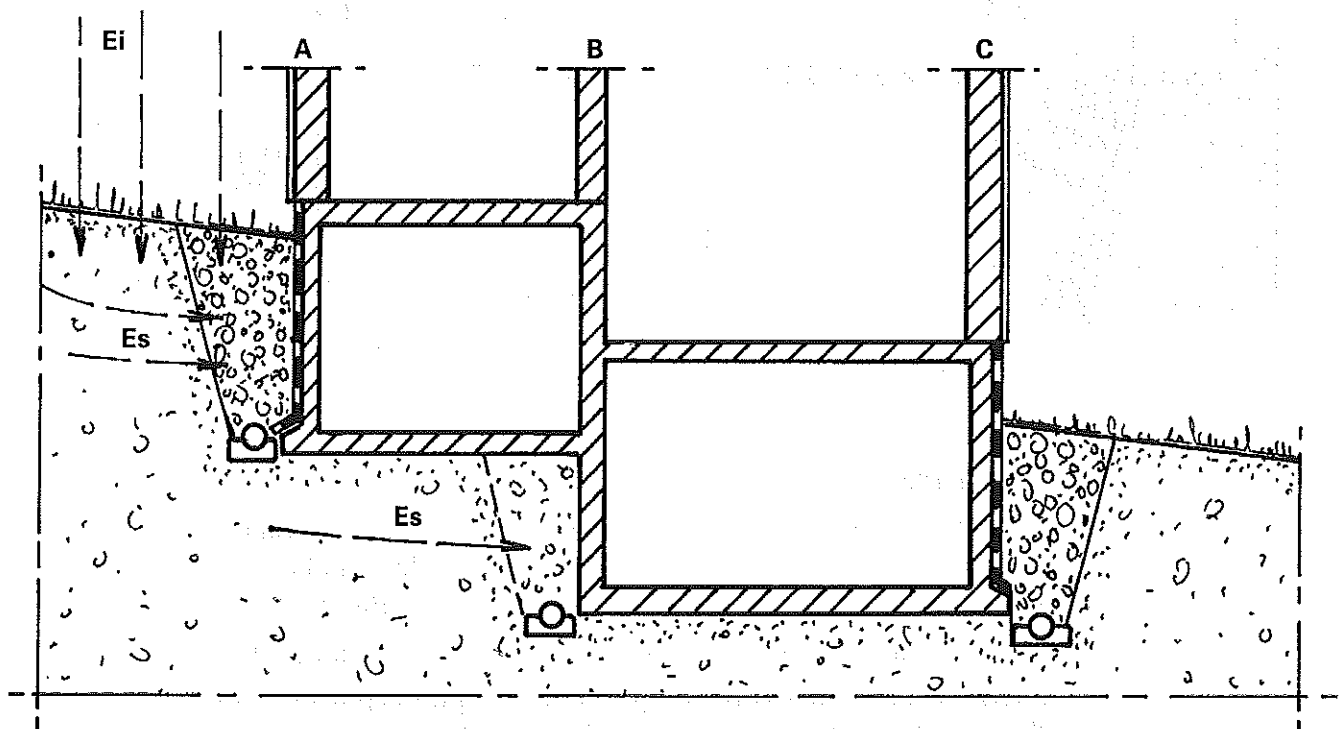
La canalisation de drainage D évacue les eaux vers les collecteurs. Il ne peut y avoir de pression hydrostatique contre les parois puisqu'il n'y a pas de risque d'accumulation (sauf en cas de colmatage des drains).

La membrane d'étanchéité M placée sur la face extérieure de la paroi enterrée empêche la pénétration de l'eau qui ruisselle, de s'infiltrer par les fissures capillaires ou autres défauts de paroi, et empêche les traces d'humidité sur le mur du sous-sol.

Le passage de la canalisation de drainage sous le dallage ne pose en principe pas de problème du fait de l'absence de sous-pression.

*b) Remarques – Commentaires*

- Le drain supérieur (côté A) doit être placé au-dessus de la fondation du mur, mais au-dessous du joint de reprise entre semelle et mur.
- Côté aval (B), le drain doit être placé plus bas pour permettre une pente transversale nécessaire à l'évacuation des eaux collectées.
- Prévoir des regards accessibles pour la visite et le contrôle des drains (dans les angles ou changements de direction).
- Si le bâtiment est recoupé en sous-sol par des joints de dilatation (cas rare), l'étanchéité sur la face extérieure doit comporter un dispositif spécial.
- La traversée des parois extérieures par des canalisations de toutes natures pose le problème du raccordement étanche avec le revêtement des parties courantes.

**2. Drainage périphérique avec sous-sols décalés***a) Principes*

Dans les terrains présentant des pentes importantes, les constructions sont souvent adaptées à cette contrainte par décalage partiel des niveaux. Le drainage doit être organisé en conséquence.

Le mur de refend (B) peut être, selon la nature du terrain :

- bétonné directement contre la paroi de la fouille verticale ;

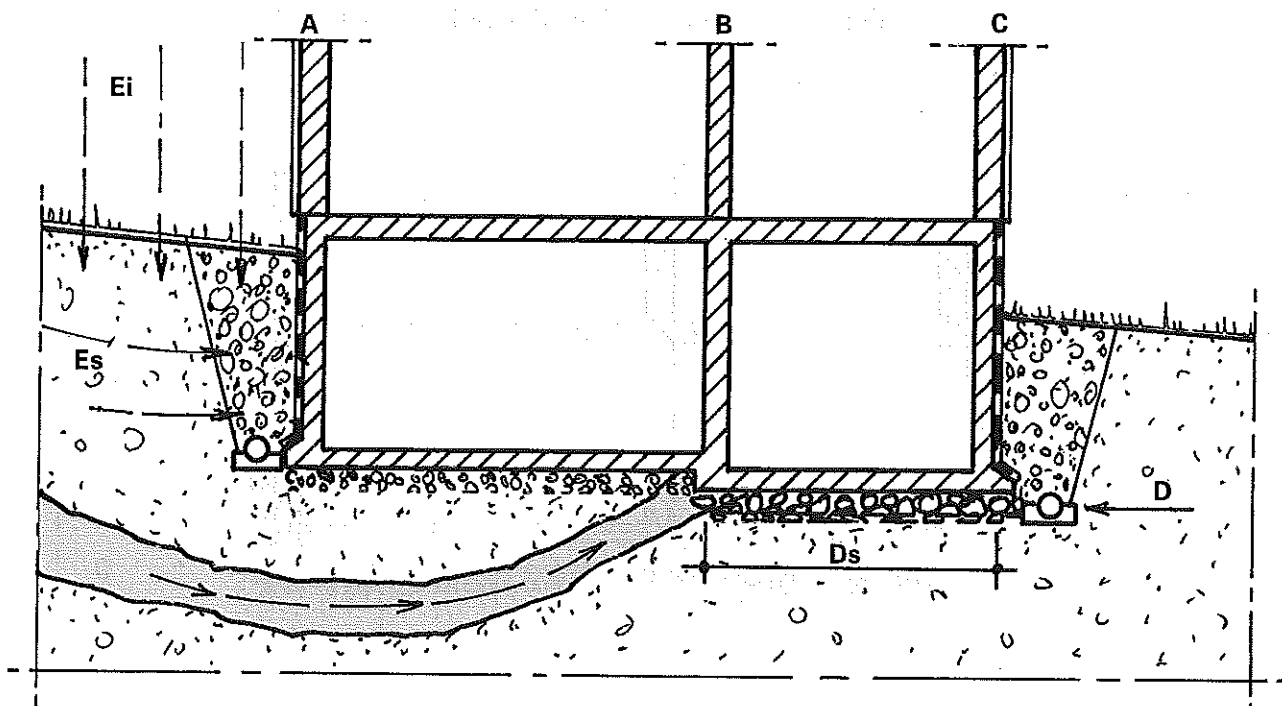
- bétonné avec un coffrage perdu lors d'une paroi de la fouille presque verticale ;
- exécuté de façon traditionnelle dans une fouille à talus en pente faible.

Selon le procédé utilisé, un enduit d'étanchéité pourra ou non être appliqué. Toutefois, la pression hydrostatique existe sur la partie inférieure de ce mur.

#### *b) Remarques – Commentaires*

- Mêmes remarques pour l'emplacement des drains amont (A) et aval (C) que pour le cas précédent.
- Regards de contrôle des drains dans les changements de direction.
- Au droit du refend (B), un drainage devra être, si possible, installé afin d'éviter l'accumulation d'eau dans cette zone.
- L'étanchéité extérieure sur les parois est possible en périphérie si l'on procède en fouille ouverte.
- Dans le cas de coulage du mur (C) dans sa partie inférieure contre le terrain, la qualité du béton devra être particulièrement soignée (granulométrie, vibration, hydrofuges de masse).

### 3. Drainage superficiel



### a) Principes

L'eau souterraine présente sur des couches imperméables peut contourner le dispositif de drainage en amont et exercer une sous-pression sur le dallage du sous-sol.

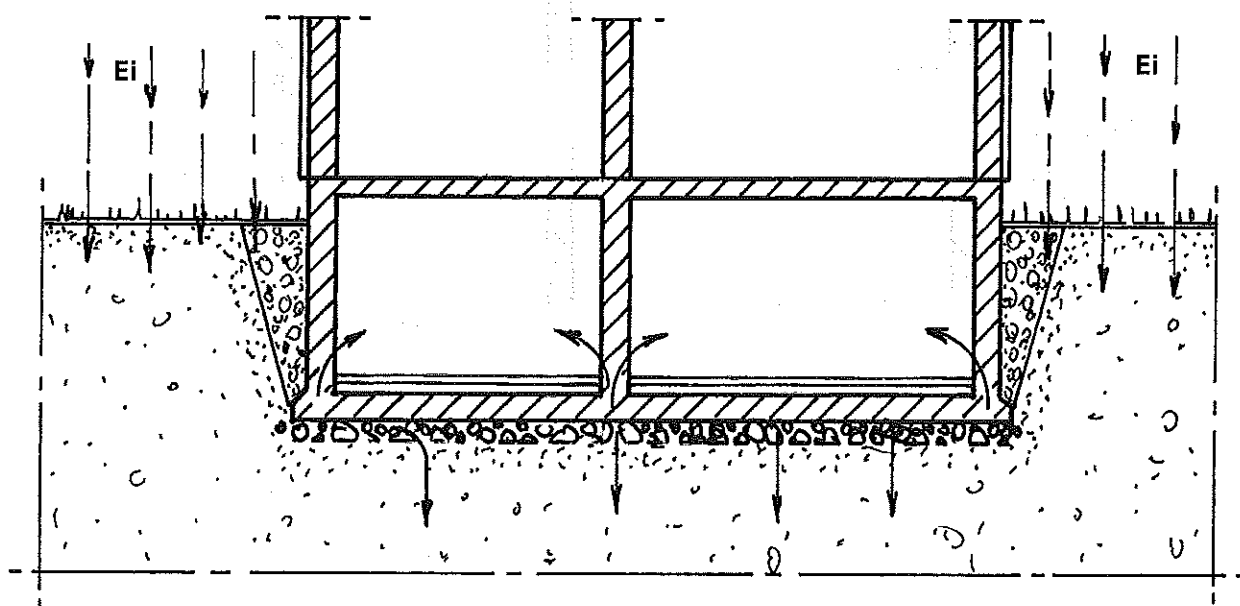
Une veine de couche perméable incluse entre des couches imperméables peut aussi se manifester sous une partie de l'infrastructure.

Un drainage en surface (Ds) sur cette zone évitera d'accumuler de l'eau sous pression à condition de l'évacuer vers l'aval. Il évitera les infiltrations à l'intérieur des locaux par tous les défauts (joints de reprise, fissures, etc.).

### b) Remarques – Commentaires

- L'existence d'une fouille creusée « à sec » en période estivale ne garantit pas que de l'eau souterraine puisse réapparaître en période humide. Seule la connaissance des lieux ou la reconnaissance du sol par un géotechnicien permet d'apprécier ce point.
- Le drainage en surface (partiel) est réalisé à partir d'une forme (sous-couche) en gravier sous l'ensemble de la dalle aval avec quelques canaux perpendiculaires placés dans le sens de la pente pour évacuer les eaux amont vers le drain aval (D).
- L'eau souterraine drainée sous le dallage doit être captée par des tuyaux placés sous ce dernier ou pompée dans des puisards situés à l'aval.

## 4. Solution sans drainage





*a) Principes*

Lorsqu'il n'y a pas d'eaux souterraines, on peut souvent considérer que les eaux atmosphériques peuvent s'évacuer en profondeur par infiltration dans le sol perméable.

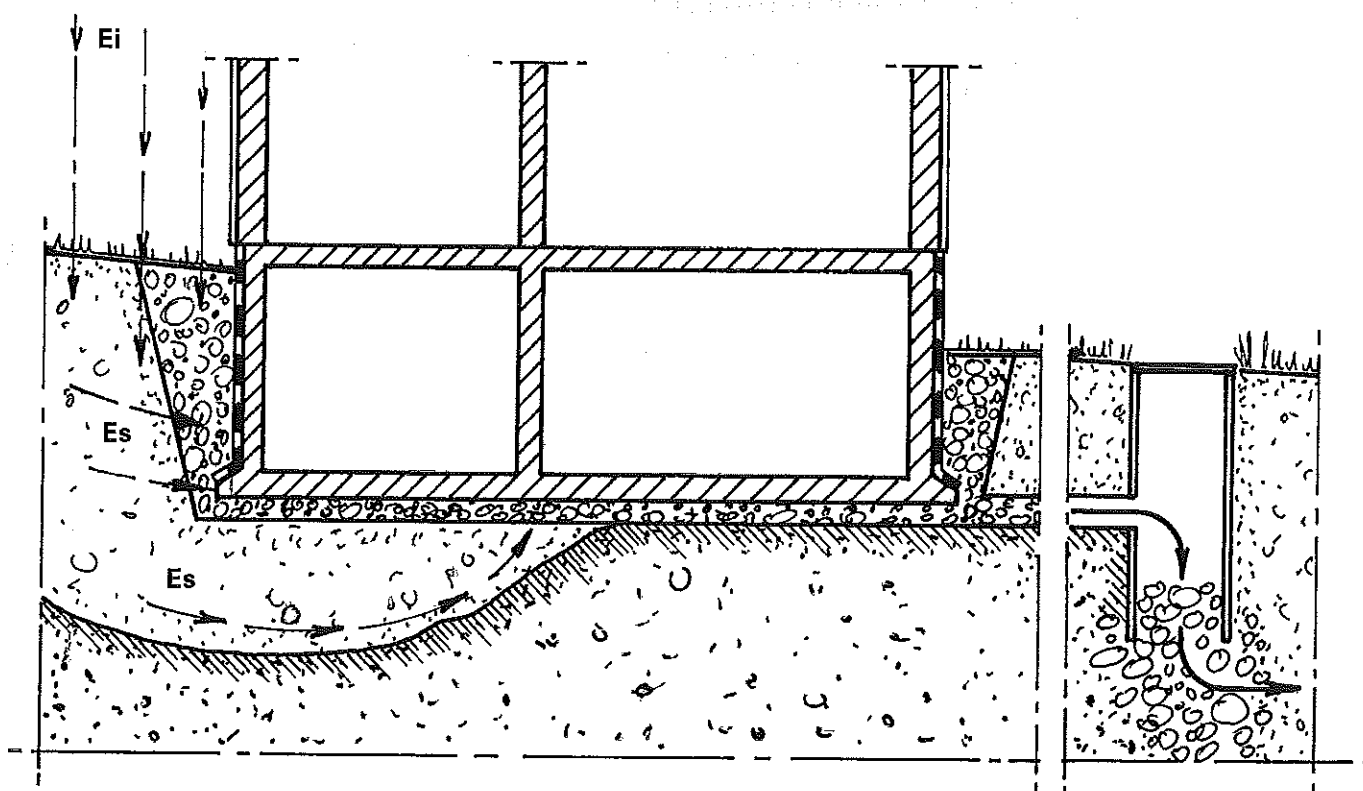
Toutefois, il y a toujours un risque d'accumulation d'eau contre un bâtiment. Le risque doit être apprécié comme un compromis entre une protection onéreuse et des dommages dont la probabilité est difficile à déterminer.

*b) Remarques – Commentaires*

Les solutions préconisées consistent :

- à établir le dallage sur une forme drainante permettant d'évacuer en profondeur les eaux provenant latéralement au bâtiment ;
- à réaliser un dallage étanche avec un béton hydrofuge, raccordé aux parois verticales et revêtu par un enduit d'imperméabilisation. Cependant, ce dallage non prévu pour résister aux sous-pressions pourra éventuellement se fissurer.

Une bonne précaution consiste à disposer des regards avec pompe pour évacuer les eaux infiltrées accidentellement.

**5. Solution sans drainage (variante avec puits perdu)**

*a) Principes*

La solution présentée ici correspond au cas où l'exécution d'un cuvelage est estimée trop onéreuse. Des dispositions « mixtes » consistent à établir un drainage périmétrique vertical et un drainage horizontal sous dallage, du fait que ce dernier est alimenté depuis l'amont, avec risque d'accumulation.

Le drain périmétrique est évacué par un puisard à fond perdu placé à l'aval et descendu jusqu'aux couches imperméables de manière à évacuer les eaux du dessus à travers les couches perméables.

*b) Remarques – Commentaires*

- Le drainage horizontal se présente sous la forme d'une *couche drainante* qui occupe toute la surface du bâtiment. Il pourrait n'être constitué, à la limite, selon les débits à évacuer, que de bandes espacées orientées dans le sens général de la pente du terrain.
- La mise en œuvre du béton de dallage ne devra pas colmater cette couche drainante (interposer un film polyéthylène de 150 à 200  $\mu\text{m}$ ).
- L'accumulation de l'eau étant possible (l'ouvrage n'est pas un cuvelage), il est recommandé de disposer une étanchéité extérieure sur les parois verticales et une imperméabilisation en masse dans le dallage ou par revêtement rapporté sur les parois horizontales.
- Mêmes précautions pour évacuer les eaux accidentelles (regards avec pompes).

# 2/0

## Sommaire

---

### **2/1 Dispositions générales relatives aux structures massives**

- 2/1.1 Présentation
- 2/1.2 Classification – Domaine d'utilisation
  - 2/1.2.1 Classification basée sur la transmission des charges verticales jusqu'au niveau des fondations
  - 2/1.2.2 Domaine d'utilisation
  - 2/1.2.3 Cas particulier : structure mixte
  - 2/1.2.4 Autres classifications des structures massives
- 2/1.3 Codification technique
- 2/1.4 Classification des murs en maçonnerie dans leur fonction paroi
  - 2/1.4.1 Généralités
  - 2/1.4.2 Classification des murs selon la codification technique
  - 2/1.4.3 Le mur manteau – Nouvelle conception hygrothermique du mur dans sa fonction paroi
- 2/1.5 Matériaux utilisés
- 2/1.6 Exigences
- 2/1.7 Exigences hygrothermiques (développement). Exemples
- 2/1.8 Exigences acoustiques des maçonneries de structure
- 2/1.9 Choix du mur de façade en fonction de l'exposition à la pluie

### **2/2 Murs en pierres naturelles**

- 2/2.1 Types, nature

### **2/3 Murs en briques de terre cuite**

- 2/3.1 Types
- 2/3.2 Briques creuses
- 2/3.3 Blocs perforés
- 2/3.4 Briques pleines
- 2/3.5 Blocs spéciaux à isolation intégrée

### **2/4 Murs en blocs de béton de granulats courants**

- 2/4.1 Types
- 2/4.2 Blocs pleins
- 2/4.3 Blocs creux
- 2/4.4 Blocs à isolation intégrée

...

**2/6 Murs composites en maçonnerie****2/6.1 Dispositions générales****2/7 Murs doubles****2/7.1 Dispositions générales****2/8 Murs voiles en béton banché****2/8.1 Dispositions générales****2/8.2 Dispositions particulières****2/8.3 Critères de choix**

## 2/1

# Dispositions générales relatives aux structures massives

---

## 2/1.1

### Présentation

---

Afin de permettre une étude plus détaillée et plus complète des structures, il est nécessaire de distinguer :

- les *structures massives*, caractérisées par le poids ou la masse surfacique des parois et le type de structure ;
- et les *structures légères*, caractérisées par la masse surfacique des parois et le type de construction.

(cf. partie 3.)

#### 1. Types de structures massives

Les structures massives, qui font l'objet de la partie 2, correspondent à deux types caractéristiques de constructions :

##### a) Les structures porteuses à murs massifs en maçonnerie

Ce terme est pris dans son sens large, c'est-à-dire qu'il regroupe :

- les maçonneries porteuses (verticales) à base d'éléments ;
- les voiles ou parois verticales en béton banché (armé ou non).

*b) Les structures porteuses à ossature et maçonnerie de remplissage ou structure légère en façade*

(Voir la partie 2 pour les structures porteuses à ossature et maçonneries de remplissage et la partie 3 pour la structure légère en façade.)

Dans le premier cas, tous les éléments sont en maçonnerie. Dans le second cas, l'ossature porteuse peut être :

- en bois (pans de bois charpente) ;
- en métal (ossature métallique) ;
- en béton armé (ossature).

## **2. Eléments constitutifs**

Les structures massives comprennent essentiellement :

### *a) Eléments horizontaux*

Ils correspondent aux planchers d'activité ou de séjour (cf. partie 4) et reportent les charges permanentes et de service sur les éléments porteurs.

### *b) Eléments verticaux*

- discontinus (poteaux d'ossature) ;
- ou continus (murs ou voiles).

Ils reprennent les charges transmises par les planchers, cumulées niveau par niveau jusqu'aux fondations.

La partie 1 traite les ouvrages de fondation (transmission des charges et sollicitations au sol de fondation).

La distinction conventionnelle entre structure massive et structure légère, basée sur la seule considération de la masse surfacique des parois, correspond à une valeur limite de  $150 \text{ daN/m}^2$  pour les structures légères.

L'étude des structures massives, développée ci-après, concerne :

- principalement, les maçonneries porteuses à base d'éléments (cf. 2/1.2) naturels ou manufacturés montés de manière traditionnelle ;
- les maçonneries et voiles en béton banché qui permettent d'augmenter les performances (hauteur des bâtiments, contreventement) du cas précédent ;
- les ossatures, principalement en béton armé, qui sont plus adaptées à des ouvrages importants (grande hauteur, reprises de charges par portiques, etc.).

Les charpentes ou ossatures en bois ou en métal permettent également de réaliser de grands ouvrages.

D'autres types de structures massives de type ancien (voûtes, coupoles) ou moderne (coques, surfaces réglées) seront exposés.

Certains types d'ouvrages anciens repris à l'époque moderne sur les mêmes concepts sont à rattacher aux structures porteuses pour la réalisation de grands ouvrages :

- structures spatiales (ou ossatures tridimensionnelles) ;
- structures à câbles (ou tenso-structures) ;
- structures textiles ;
- structures gonflables.

Le critère de poids n'intervient plus, compte tenu du fonctionnement et du principe de stabilité de ces ouvrages.





## **2/1.2**

### **Classification – Domaine d'utilisation**

---

#### **2/1.2.1**

#### **Classification basée sur la transmission des charges verticales jusqu'au niveau des fondations**

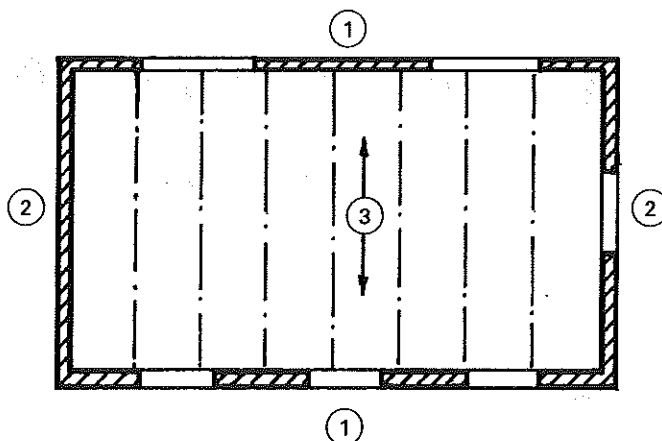
---

##### **1. Transmission continue par murs porteurs en maçonnerie ou voiles béton**

- Murs extérieurs de façades et pignons ;
- Murs intérieurs de refend :
  - longitudinaux ;
  - transversaux ;
  - ou mixtes.

Selon l'importance et la complexité des constructions, on trouve :

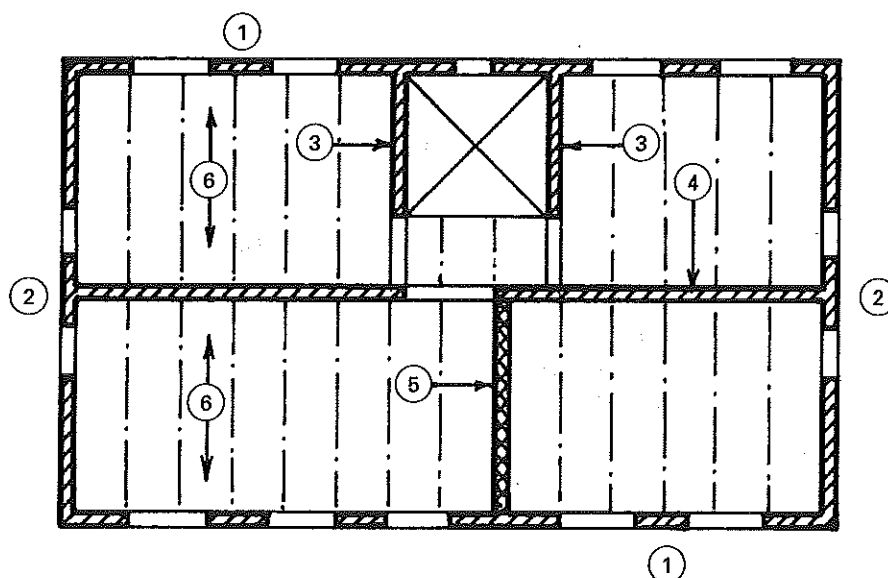
– des murs porteurs de façade sans refend (*premier cas*) :



**Murs façades porteurs sans refend intermédiaire  
(construction à un niveau)**

- ① Mur de façade
- ② Mur pignon
- ③ Sens porteur du plancher

– des murs porteurs avec façades porteuses et refend longitudinal simple, généralement complété par les refends transversaux de cage d'escalier (*deuxième cas*) :



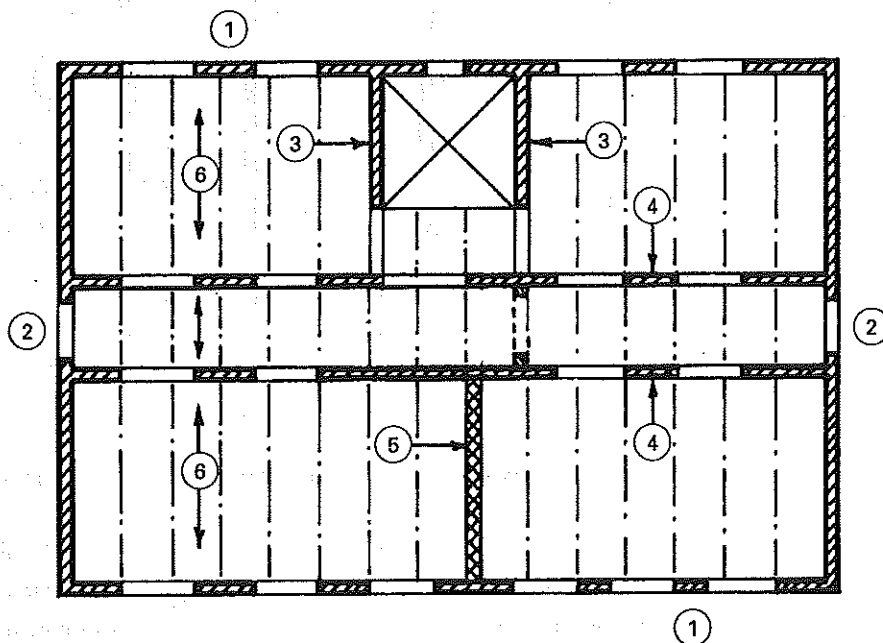
**Murs façades porteurs, refend longitudinal, murs cage escalier  
(construction à plusieurs niveaux)**

- |                      |  |
|----------------------|--|
| ① Mur de façade      | ④ Refend longitudinal                                    |
| ② Mur pignon         | ⑤ Mur séparatif appartement (non porteur ou autoporteur) |
| ③ Murs cage escalier | ⑥ Sens porteur du plancher                               |

Nota :

Dans les deux cas ci-dessus, les murs pignons sont autoporteurs. Ils ne reçoivent pas, en principe, de charges en provenance des planchers.

– des murs porteurs avec façades porteuses et plusieurs (généralement deux) refends longitudinaux (et transversaux accessoires) (*troisième cas*) :



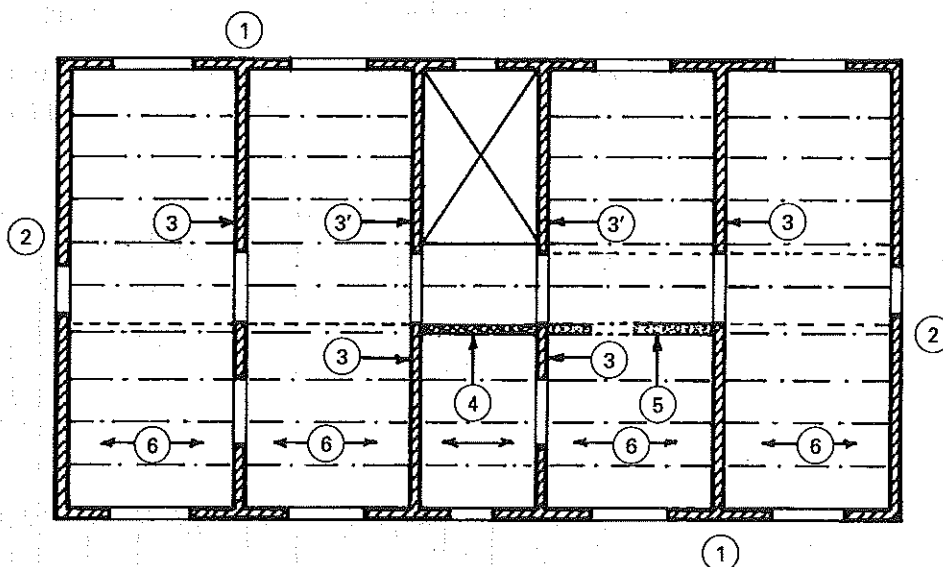
**Murs façades porteuses, deux refends longitudinaux,  
murs cage escalier**

- ① Murs façade
- ② Murs pignons
- ③ Refends transversaux escalier
- ④ Refends longitudinaux (2)
- ⑤ Mur séparatif d'appartement (non porteur ou autoporteur)
- ⑥ Sens porteur du plancher

Nota :

Dans les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cas, le mur séparatif d'appartement n'a généralement pas de fonction porteuse lorsqu'il est disposé dans le sens transversal. Il est autoportant d'étage à étage (repris par le plancher d'étage) ou autoporté à un niveau inférieur (rez-de-chaussée, par exemple).

– des murs porteurs de pignons et des refends transversaux porteurs (quatrième cas) :



**Murs façades non porteurs, pignons et refends transversaux porteurs**

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| ① Murs façades (autoportants)            | ④ Refend longitudinal non porteur |
| ② Murs pignons (porteurs)                | ⑤ Mur séparatif d'appartement     |
| ③ Refends transversaux porteurs          | ⑥ Sens porteur des planchers      |
| ③' Refends transversaux, cage d'escalier |                                   |

Nota :

Ces dispositions correspondent à un niveau d'étage courant. Seuls les éléments porteurs sont indiqués. Les cloisonnements intérieurs non porteurs ne sont pas mentionnés.

Les ouvertures (baies, portes, passages) sont figurées à titre indicatif.

Les schémas correspondant à ces systèmes indiquent le sens porteur des planchers. Certains murs sont chargés d'un seul côté (chargement excentré). D'autres sont chargés des deux côtés (chargement centré ou admis comme tel).

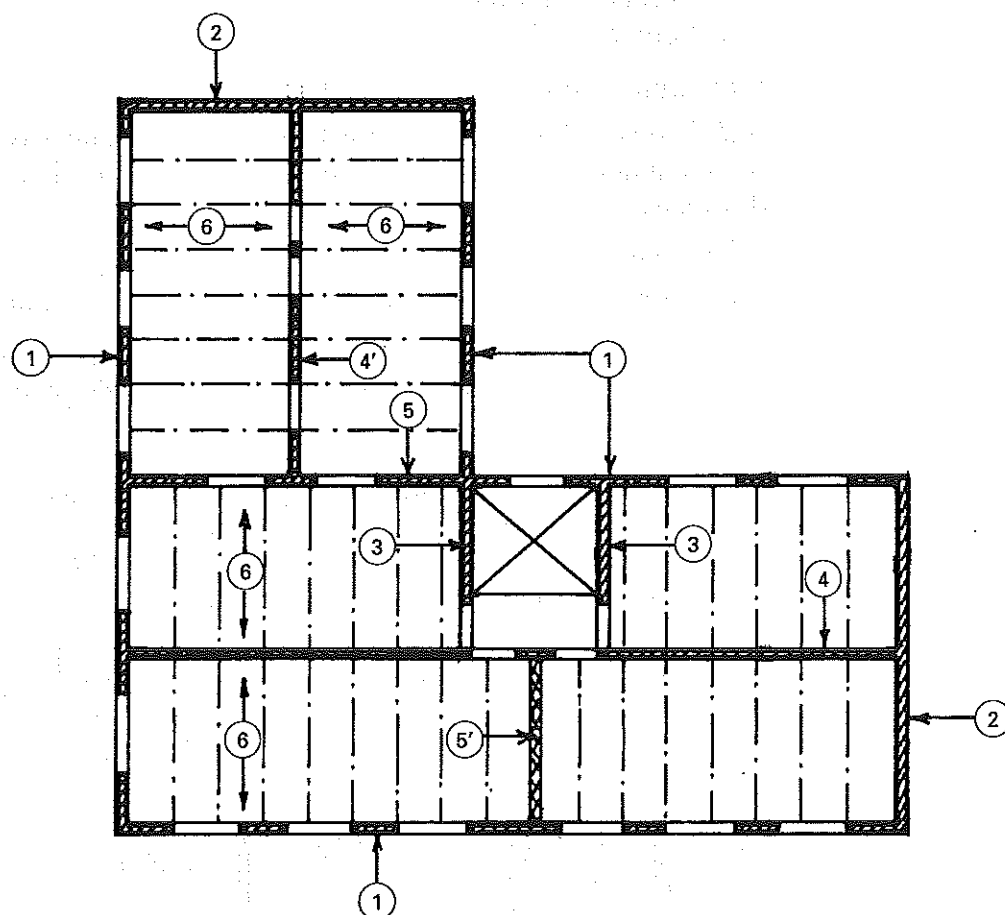
Les exemples ci-dessus correspondent à des bâtiments ou constructions de forme rectangulaire. Les dispositions sont généralement identiques à tous les niveaux en superstructure, sauf pour le rez-de-chaussée où l'accès peut nécessiter des murs séparatifs non porteurs (refends transversaux).

Il en est de même en infrastructure :

- cas simple d'un sous-sol à usage de cave ou de locaux techniques (chaufferie, local vide-ordures, etc.) ;
- cas, plus complexe, de sous-sols avec parc-autos nécessitant une structure partielle en béton armé (poteaux et poutres) pour reprendre, par exemple, un refend longitudinal porteur (structure mixte).

A partir de ces dispositions simples, il faudra tenir compte :

- de la forme de la construction (disposition en L, en T, en U, etc.) ;
- de l'organisation des refends porteurs intérieurs :



**Plan en équerre**  
**Disposition des murs porteurs**

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| ① Murs façades (porteurs)        | ④' Refends longitudinaux porteurs |
| ② Murs pignons (autoporteurs)    | ⑤ Mur intérieur porteur           |
| ③ Murs cage escalier             | ⑤' Mur séparatif d'appartement    |
| ④ Refends longitudinaux porteurs | ⑥ Sens porteur des planchers      |

– de la dimension des constructions (fractionnement des joints de dilatation, retrait ou joints de tassement dans le cas où les fondations l'exigent. Exemple : parties d'immeubles de hauteurs différentes). La disposition de ces joints doit répondre à des règles spécifiques qui ne sont pas toujours compatibles avec l'organisation des locaux ;

– des exigences d'isolation thermique et d'isolation acoustique pour les parois verticales porteuses séparant des locaux (appartements) différents.

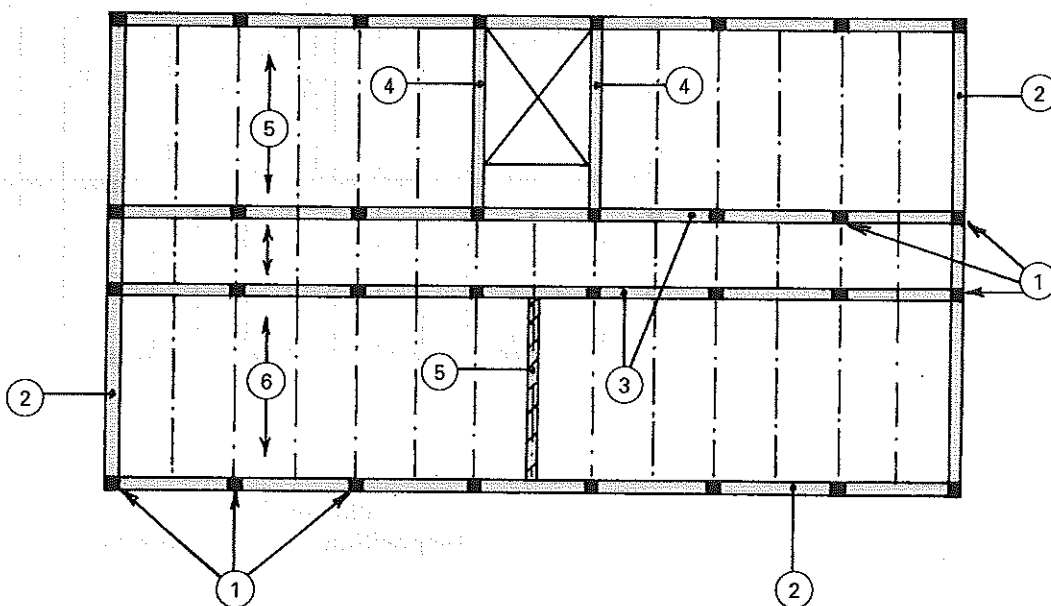
## 2. Transmission par points d'appuis isolés (poteaux ou poteaux-voiles) en béton armé

### a) Cas d'une ossature complète poutres - poteaux pour :

- les façades, pignons ;
- les refends intérieurs.

L'ossature se compose essentiellement :

- d'*éléments horizontaux* constituant les planchers (cf. partie 4). Ceux-ci prennent appui sur des poutres principales et secondaires, ces dernières étant destinées :
  - à recouper des dalles,
  - ou à reprendre d'autres charges localisées (ponctuelles ou réparties).
- d'*éléments verticaux* constitués par les poteaux ou éléments de voiles reprenant les charges transmises par les poutres de planchers et les canalisant vers les fondations.



Organisation type d'une ossature de bâtiment

- |  |   |
|--|---|
| ① Poteaux  | ④ Poutre de refend transversal (cage d'escalier)          |
| ② Poutres de façade ou de pignons                      | ⑤ Poutre secondaire (reprise mur séparatif d'appartement) |
| ③ Poutres de refend longitudinal (poutres principales) | ⑥ Sens porteur des planchers                              |

Ces poteaux peuvent constituer un maillage régulier ou irrégulier selon les nécessités du plan de la construction.

L'ossature ainsi définie présente des mailles verticales qui nécessitent une « clôture » sous forme d'une paroi devant satisfaire aux exigences :

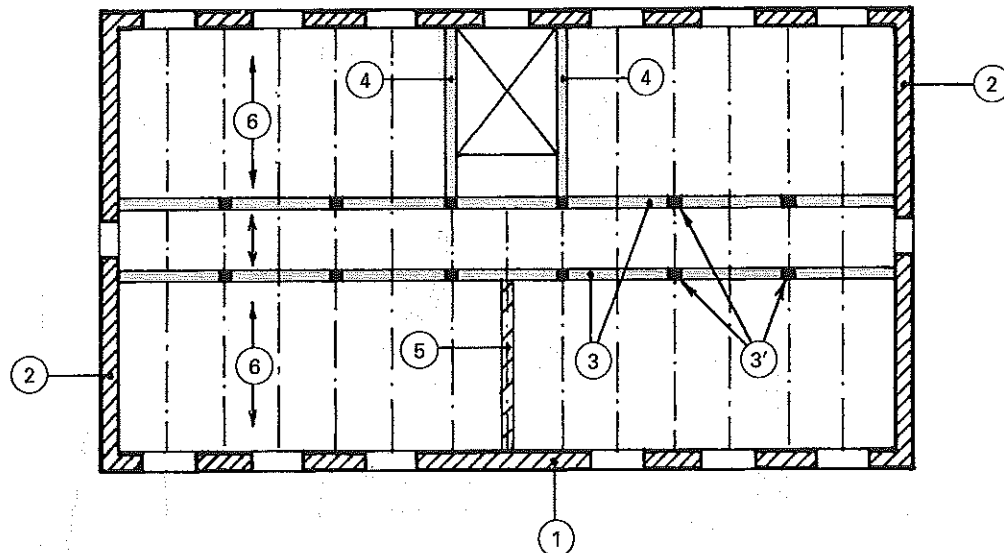
- de séparation entre l'extérieur et l'intérieur ;
- thermiques et hygrothermiques ;
- acoustiques ;
- de séparation entre appartements (exigences thermiques et acoustiques).

Le remplissage des mailles d'ossature doit tenir compte des ouvertures (fenêtres et portes-fenêtres pour les façades et pignons, passages et portes pour les murs intérieurs).

Ces remplissages sont constitués par des maçonneries d'éléments avec doublage pour les parois extérieures. La distribution des pièces correspond généralement à des cloisons légères réalisées en maçonneries d'éléments.

#### b) Cas d'une ossature réduite

Lorsque les parois extérieures sont constituées par des maçonneries porteuses, les refends intérieurs peuvent être réalisés avec une ossature réduite composée de poutres et de poteaux. La structure porteuse est de type mixte.



**Bâtiment avec ossature réduite**

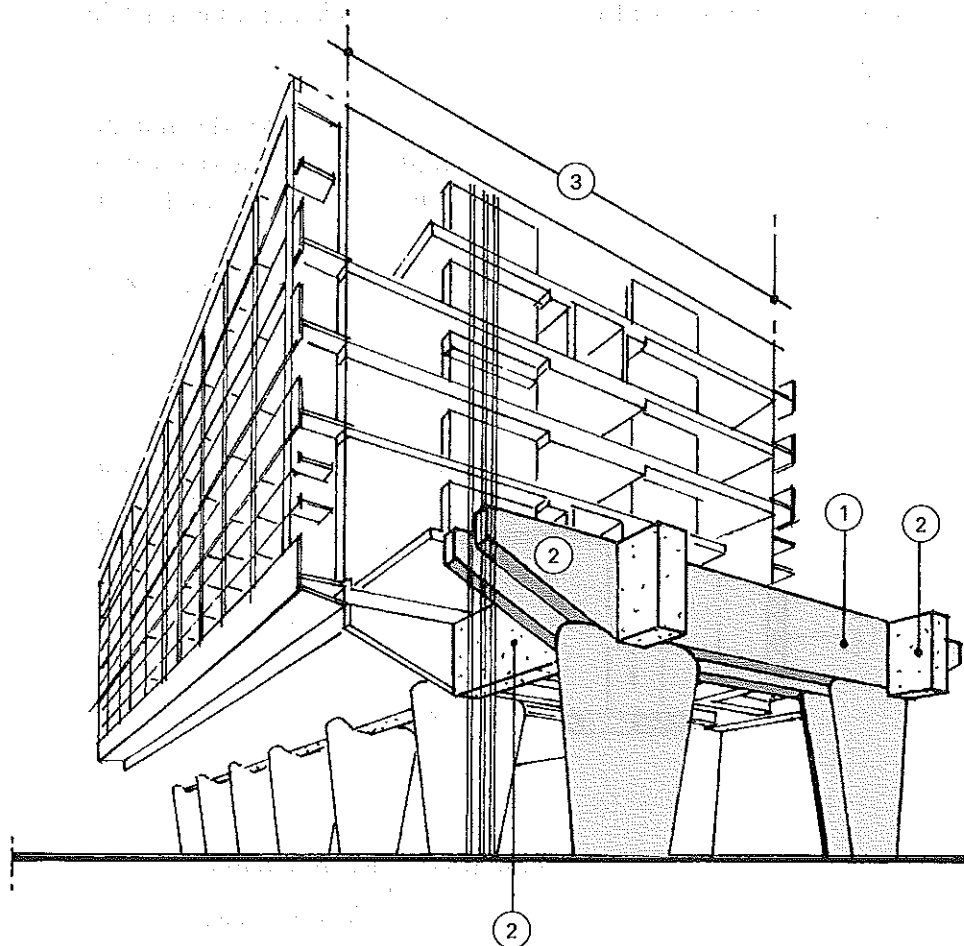
- |  |  |
|--|--|
| ① Mur porteur façade                               | ④ Poutres transversales (cage escalier)          |
| ② Mur porteur pignon                               | ⑤ Poutre secondaire (reprise d'un mur séparatif) |
| ③ Ossature réduite (poutres longitudinales refend) | ⑥ Sens porteur plancher                          |
| ③' Poteaux   |  |

L'ossature réduite peut également intéresser une partie de façade (par exemple, portique pour passage des pompiers sous un immeuble).

Remarques : L'organisation des structures porteuses est liée à plusieurs facteurs :

- l'utilisation des espaces intérieurs en fonction des portées de plancher, du nombre et des espacements de points d'appui ;
- l'aspect des façades, selon que :
  - la structure est apparente ;
  - la structure disparaît derrière le remplissage de façade (voir la partie 3).

L'utilisation des espaces à rez-de-chaussée, notamment dans les immeubles de grande hauteur (IGH), peut conduire à placer la construction sur un ensemble de portiques reprenant l'ensemble des niveaux supérieurs.

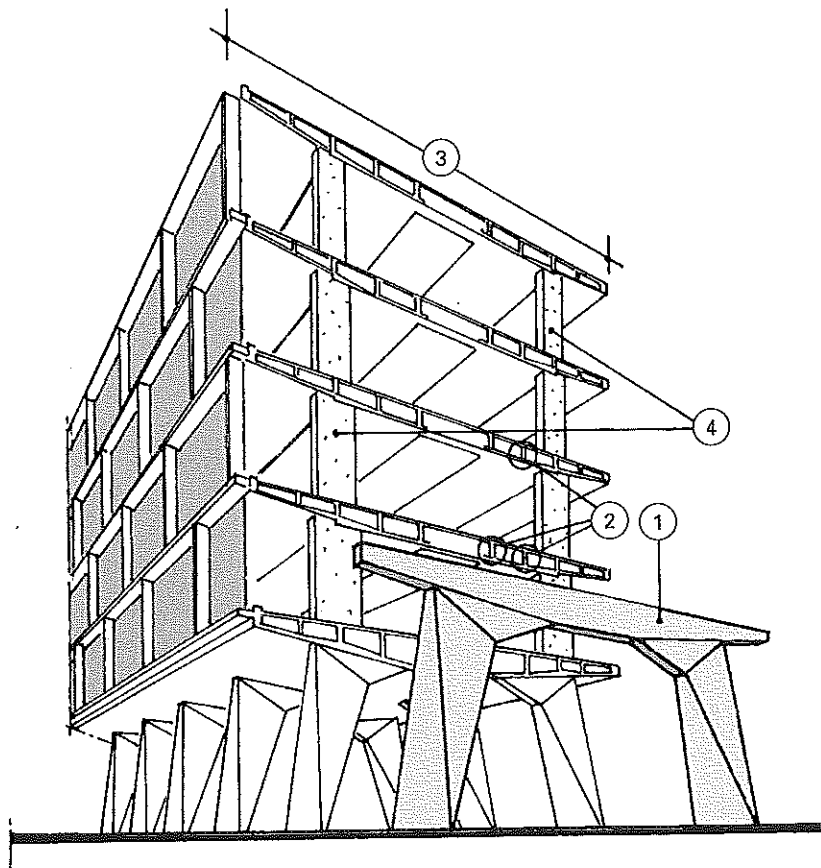


Premier exemple

**DÉGAGEMENT DE LA BASE D'UN IMMEUBLE D'HABITATION  
PAR DES PORTIQUES REPRENANT LES CHARGES DE SUPERSTRUCTURE**

- ① Portique de reprise
- ② Poutre de liaison entre portiques
- ③ Superstructure de l'immeuble

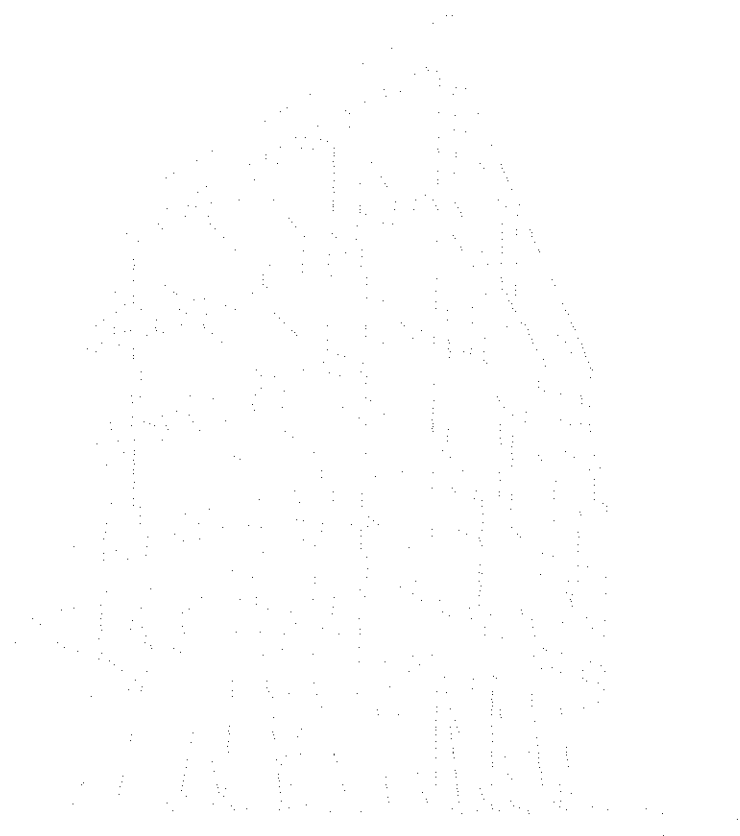




Second exemple

**DÉGAGEMENT DE LA BASE D'UN IMMEUBLE D'HABITATION  
PAR DES PORTIQUES REPRENANT LES CHARGES DE SUPERSTRUCTURE**

- ① Portique de reprise
- ② Poutre de liaison entre portiques
- ③ Superstructure de l'immeuble
- ④ Poteau de superstructure placé à l'aplomb du poteau de portique



Document non classifié

Document non classifié - Document non classifié - Document non classifié

Document non classifié

Document non classifié

Document non classifié

## 2/1.2.2

### Domaine d'utilisation

---

*a) Les structures à maçonneries porteuses*

Elles sont réservées à des constructions limitées à quelques niveaux, selon la nature des éléments constitutifs, leur épaisseur et leur résistance :

- blocs creux ou briques creuses = 3 à 4 niveaux ;
- blocs pleins ou briques pleines (selon épaisseur) = 7 à 8 niveaux.

*b) Les structures à voiles transversaux porteurs (béton banché armé)*

Elles permettent de réaliser des immeubles de 15 à 20 niveaux (la limite est fixée par d'autres considérations, telles que la sécurité incendie).

*c) Les structures à ossature porteuse en béton armé, mais surtout en construction métallique*

Elles permettent la réalisation d'immeubles de très grande hauteur (supérieure à 400 m aux Etats-Unis).

Les dispositions générales relatives aux structures massives sont définies dans le tableau ci-dessous.

Les dispositions générales relatives aux structures massives sont définies dans le tableau ci-dessous.

## 2/1.2.3

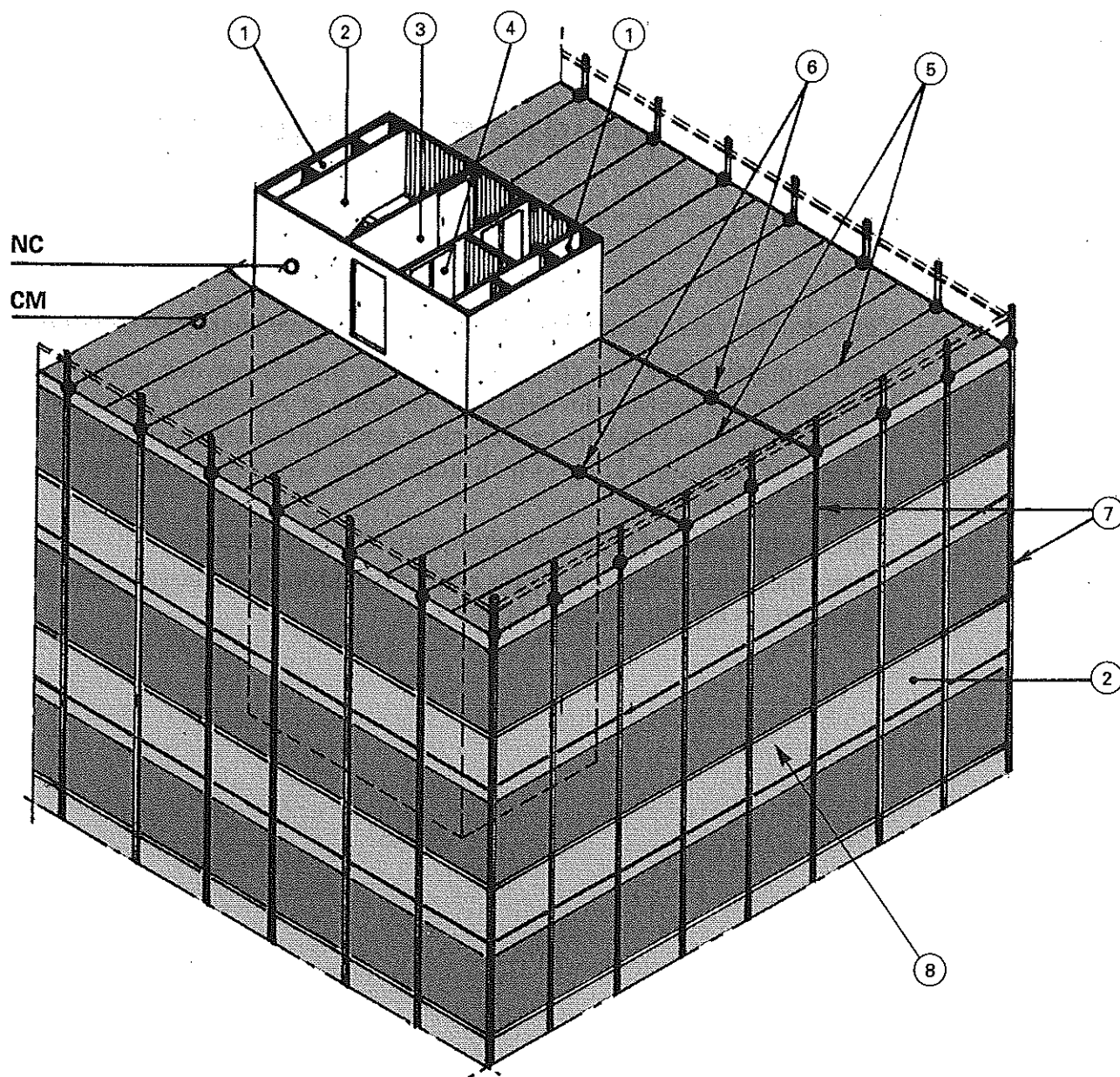
### Cas particulier : structure mixte

---

Cette structure est constituée de béton armé et d'une charpente métallique.

Les bâtiments élevés en structure BA sont limités par des problèmes de résistance et de section des éléments porteurs et résistants. La stabilité au renversement sous l'effet du vent entraîne des dispositions incompatibles avec l'économie du projet. D'où la réalisation d'une structure mixte schématisée ci-après, comportant :

- un noyau central résistant en béton armé (ou précontraint) ;
- une charpente métallique légère construite autour de ce noyau réalisant les façades et les espaces de planchers.

**Structure mixte**

- ① Gains techniques et ventilation
- ② Escalier de secours
- ③ Palier d'étage
- ④ Ascenseurs
- ⑤ Poutrelles planchers

- ⑥ Poteaux intermédiaires
- ⑦ Poteaux de façade
- ⑧ Façade légère

NC = Noyau central BA

CM = Charpente métallique

La stabilité au renversement est assurée par le noyau central encastré dans les fondations.

Le transfert des efforts de vent s'effectue par les poutres de plancher de la charpente métallique. Celle-ci ne transmet que les charges et réactions des planchers.

La construction est réalisée par phases décalées entre le noyau central et les charpentes périmétriques.

Le noyau central correspond à l'implantation des accès verticaux (cages d'ascenseurs, d'escaliers de secours, gaines techniques, etc.).





## 2/1.2.4

# Autres classifications des structures massives

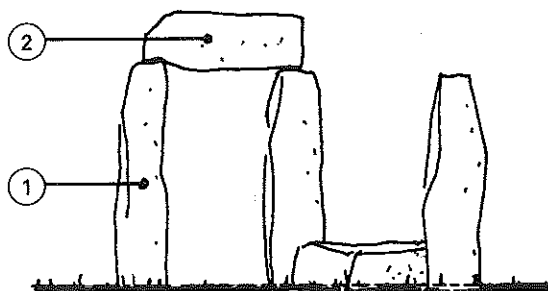
## 1. Classification basée sur la nature des matériaux constitutifs

### a) Généralités

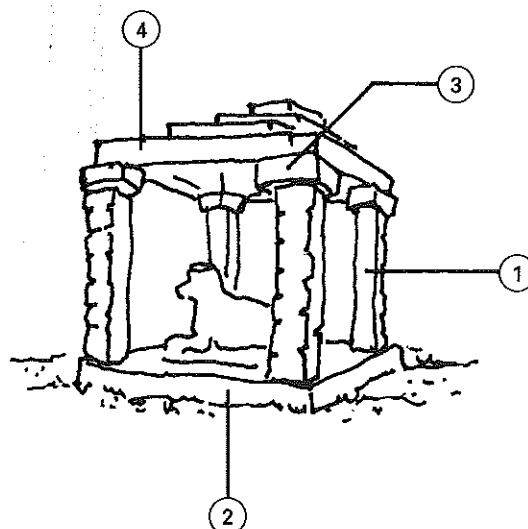
L'étude historique des constructions, basée sur les vestiges laissés par les civilisations disparues, montre que les premiers édifices comportaient essentiellement :

- des poteaux ou colonnes en pierres massives, d'un seul élément ou correspondant à la superposition de plusieurs éléments ;
- des éléments de poutres jointifs, également en pierres massives, de section rectangulaire ou triangulaire, sculptées ou non.

L'assemblage était fait à joints secs.



Temple préhistorique  
Stonehenge (GB)



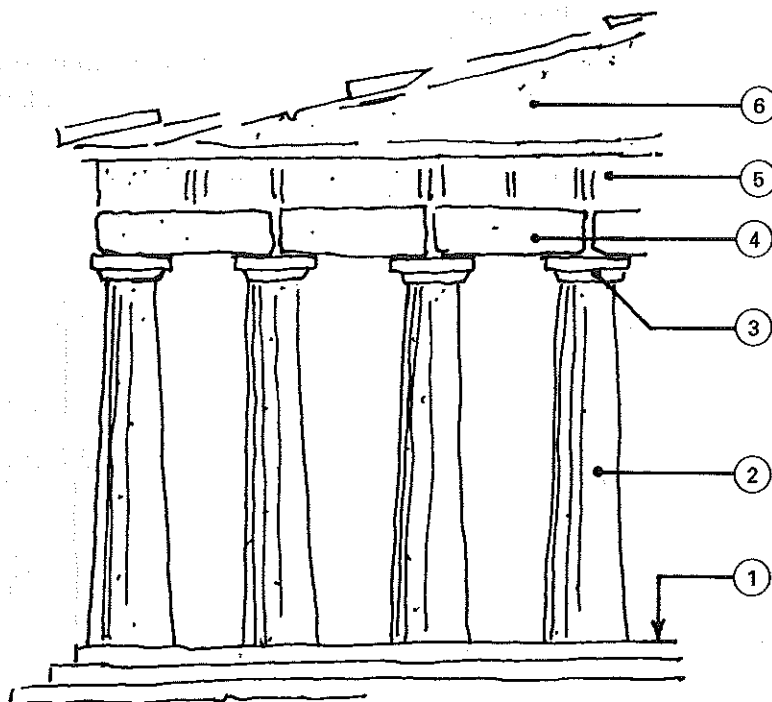
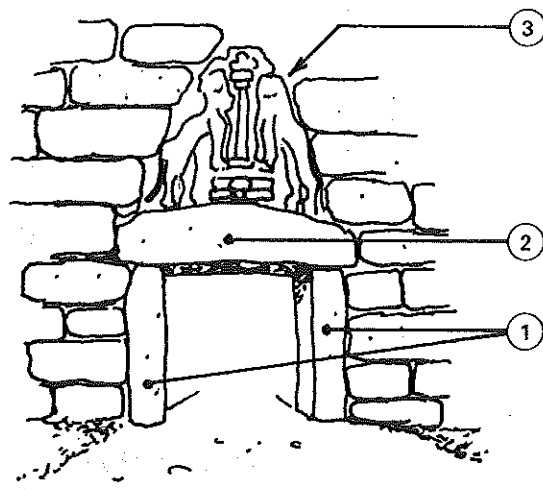
Temple indien

- ① Poteau pile
- ② Linteau

- ① Colonne
- ② Embase socle
- ③ Chapiteau
- ④ Linteau

Porte des lions à Mycènes (Grèce)

- ① Poteaux
- ② Linteau
- ③ Pierre de clavetage ( $P > 30$  Tonnes)

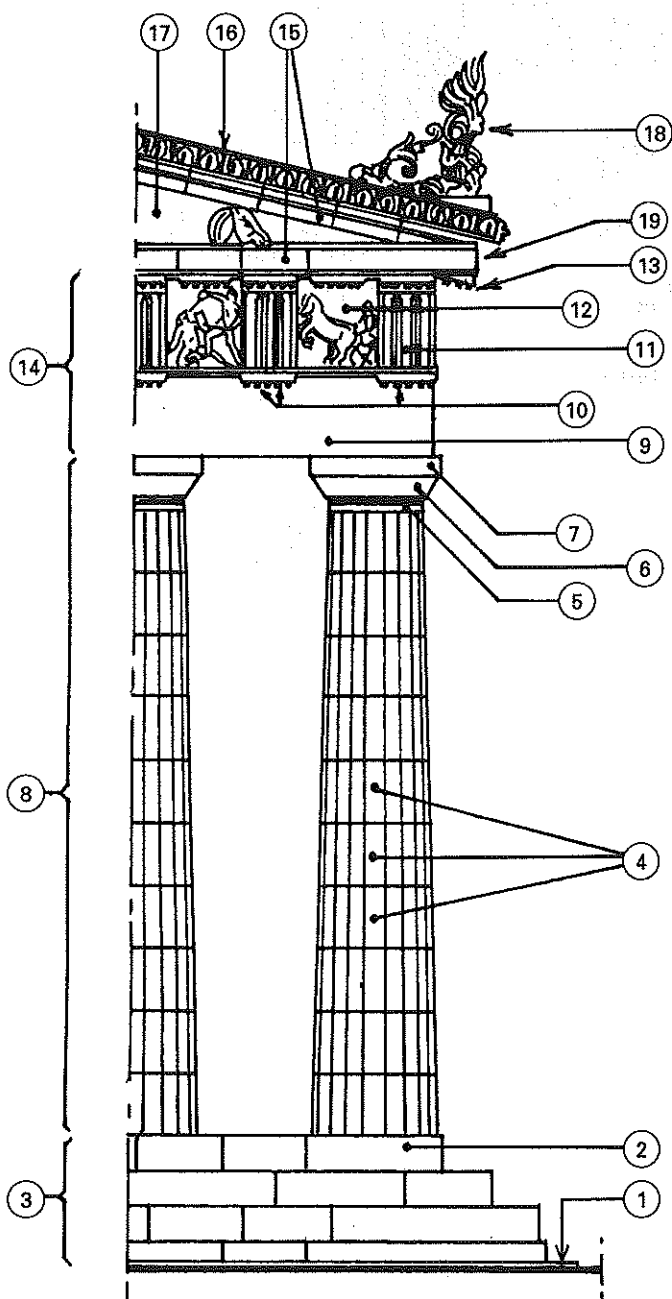
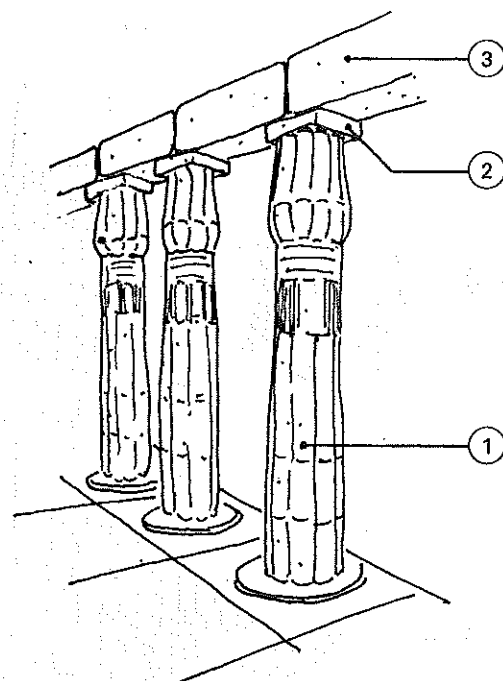


Temple grec (Parthénon)

- ① Base ou stylobate
- ② Colonne
- ③ Chapiteau
- ④ Linteau ou architrave
- ⑤ Frise
- ⑥ Tympan

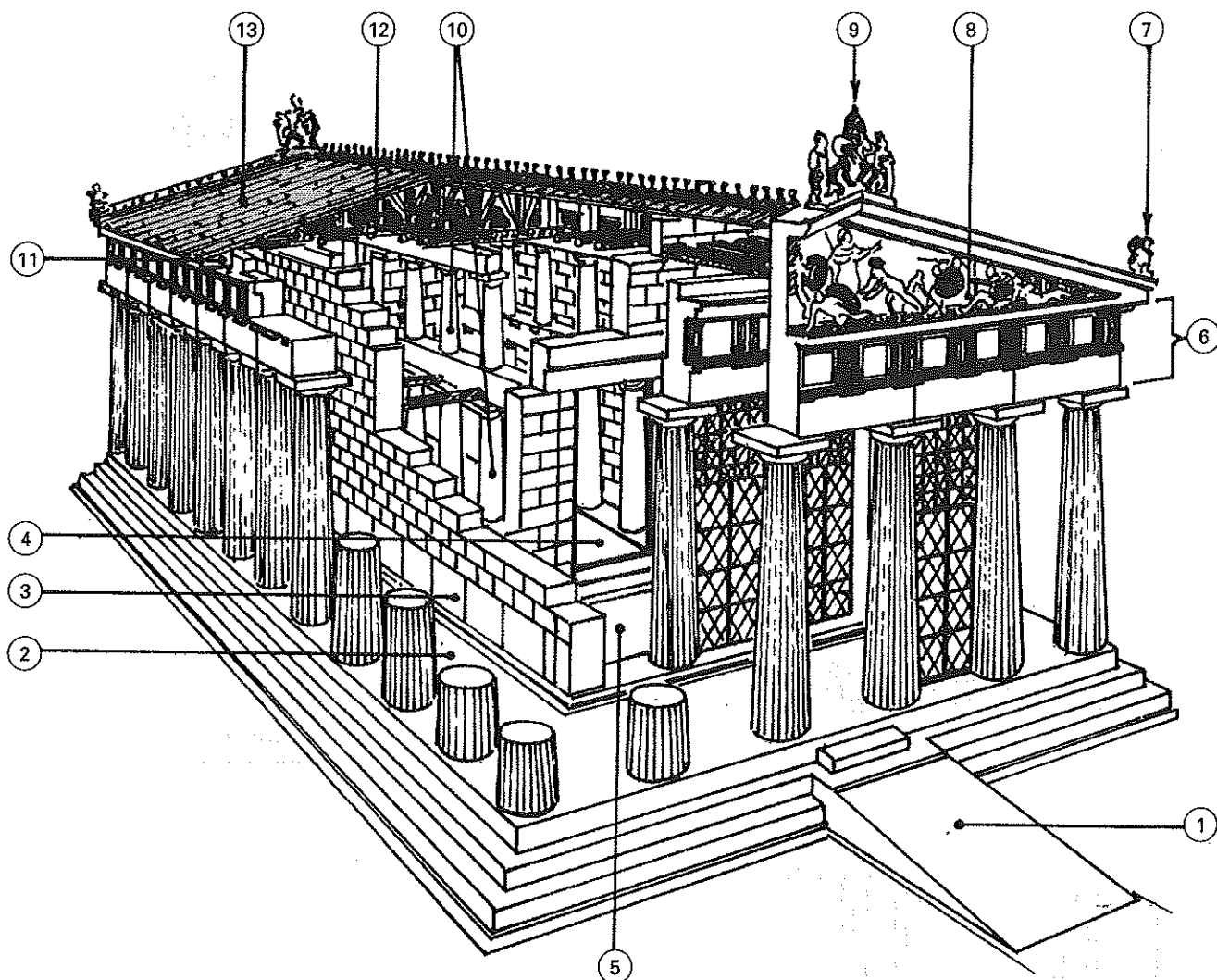
### Temple égyptien

- ① Colonne
- ② Chapiteau
- ③ Linteau



### Temple grec Ordre dorique

- ① Assise de réglage (Euthyntéria)
- ② Stylobate
- ③ Crépis
- ④ Tambours
- ⑤ Annelets
- ⑥ Echine
- ⑦ Abaque (Tailloir)
- ⑧ Colonne
- ⑨ Architrave
- ⑩ Gouttes
- ⑪ Triglyphe
- ⑫ Métope
- ⑬ Larmier
- ⑭ Entablement
- ⑮ Geison
- ⑯ Sima
- ⑰ Tympan
- ⑱ Acrotère
- ⑲ Corniche

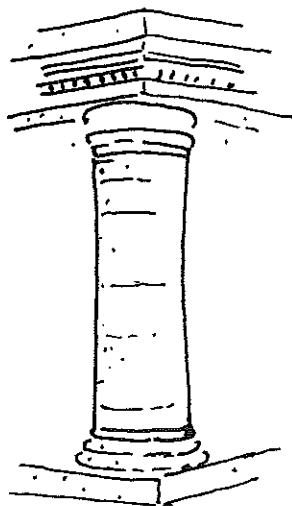


**Temple grec (Parthénon) reconstitué**  
**Principe de la structure**

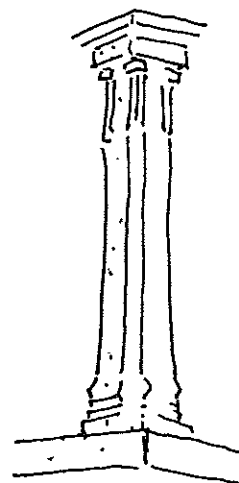
- |                       |                                |
|-----------------------|--------------------------------|
| ① Rampe d'accès       | ⑧ Fronton                      |
| ② Péristasis          | ⑨ Acrotère faitien             |
| ③ Orthostate          | ⑩ Colonnade intérieure à étage |
| ④ Naos ou Cella       | ⑪ Antréfixes                   |
| ⑤ Vestibule (pronaos) | ⑫ Charpente en bois            |
| ⑥ Entablement         | ⑬ Tuiles de terre cuite        |
| ⑦ Acrotère d'angle    |                                |

Par la suite, au cours des différentes époques et selon les pays :

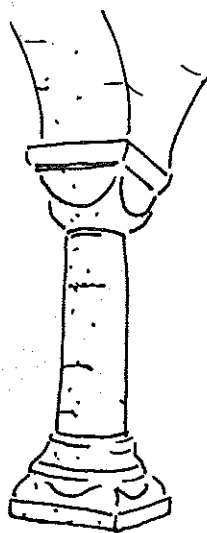
- les poteaux évoluèrent vers des formes allégées, élancées, avec des chapiteaux ;
- les voûtes et les arcs apparurent et remplacèrent les poutres et les linteaux, mais le principe de report des charges sur des poteaux fondés sur le sol subsiste.



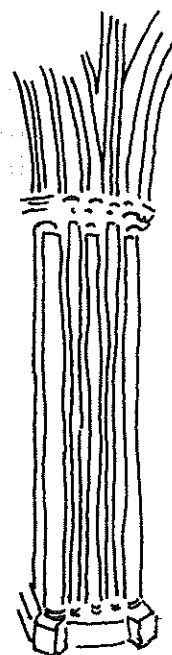
Colonne Temple (Asie)



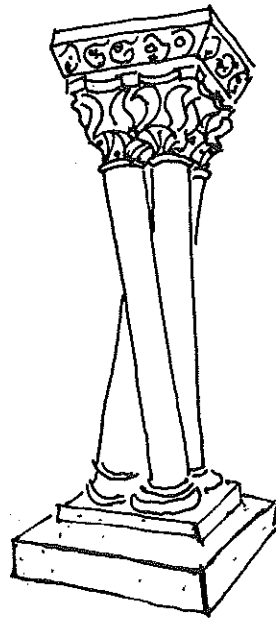
Colonne Temple (Inde)



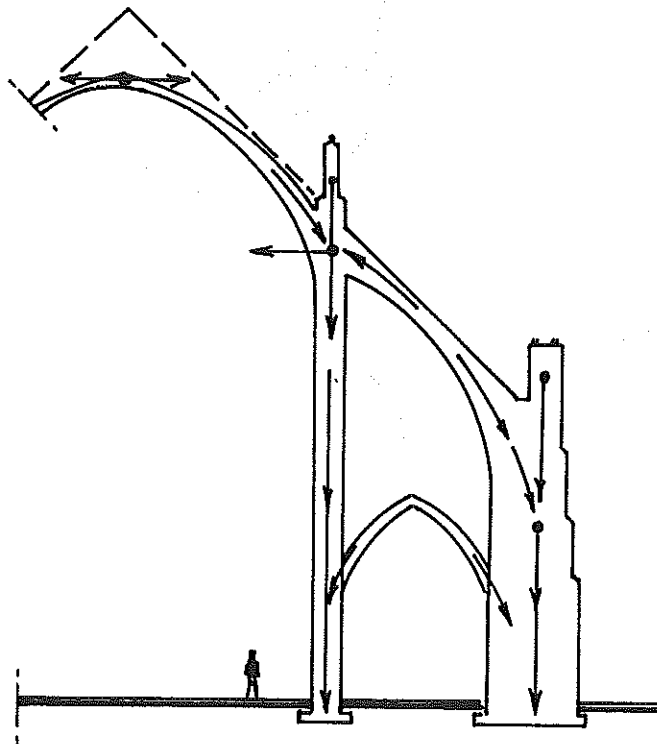
Colonne Art roman



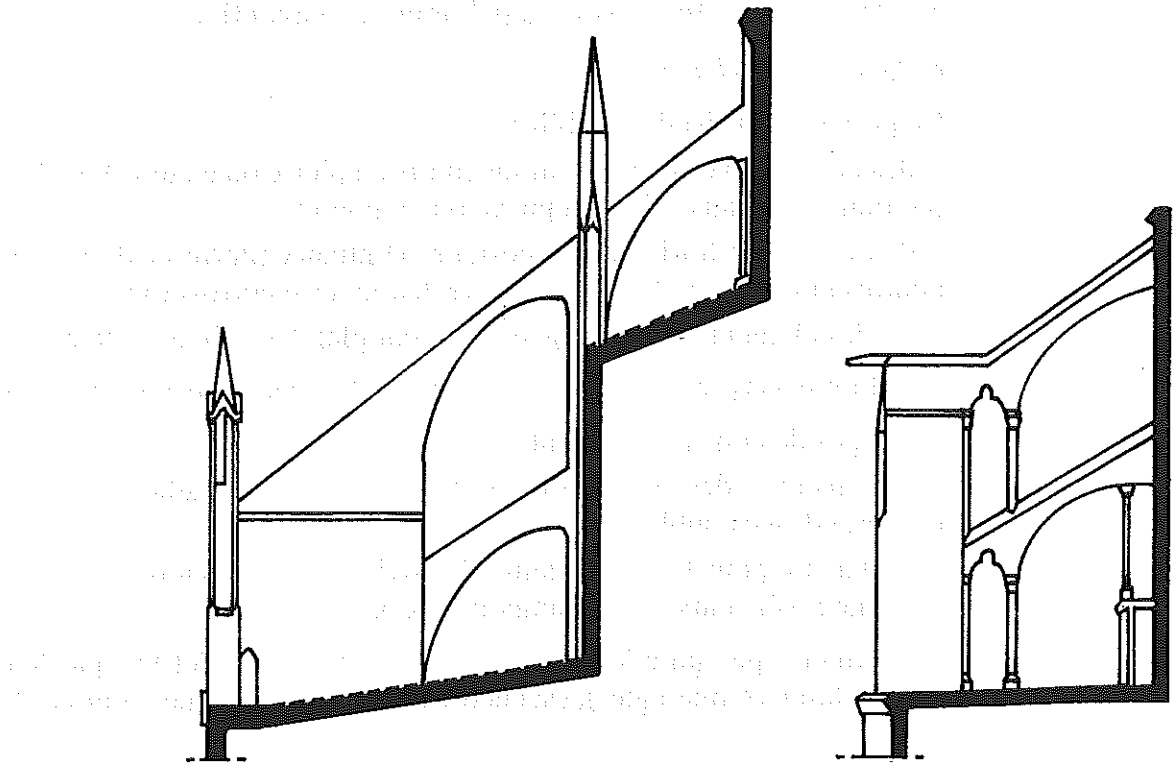
Colonne Art gothique

**Colonne quadruple****Colonne torse (époque baroque)**

En revanche, les arcs et les voûtes introduisent des poussées qui nécessitent d'autres dispositions pour l'équilibre des forces et la stabilité des constructions.



**Reprise des poussées des arcs par piles et contreforts extérieurs  
(Arcs-boutants)**



**Contre-butement des arcs d'origine permettant  
de guider les poussées des arcs principaux de la nef  
vers les contreforts massifs extérieurs**

### **CATHÉDRALES GOTHIQUES**

#### *b) Principe général*

A toute époque, les constructions ont été réalisées à partir de matériaux naturels, généralement trouvés sur place :

- pierres de toutes natures ;
- terre corroyée banchée ou sous forme de blocs séchés puis, plus tard, cuits ;
- bois et matériaux ligneux,

puis, au fur et à mesure des découvertes et inventions :

- métaux, surtout pour les couvertures.

Les seules constructions qui ont traversé les époques et les cataclysmes naturels (séismes, inondations, etc.) ou autres (guerres, incendies, etc.) sont celles réalisées à l'aide de matériaux naturels lourds (pierres, blocs rocheux).

## 2. Classification basée sur les principes constructifs

### a) Le principe élémentaire

Ce principe consistait à établir :

- des éléments verticaux continus (murs en pierre ou en terre) ou discontinus (colonnes, poteaux, piles en pierre ou en bois) ;
- des éléments horizontaux porteurs (linteaux pierre et dalles pierre, ou poutres bois plus platelage bois et recharge terre corroyée) ;
- ou des éléments inclinés (généralement platelages bois inclinés).

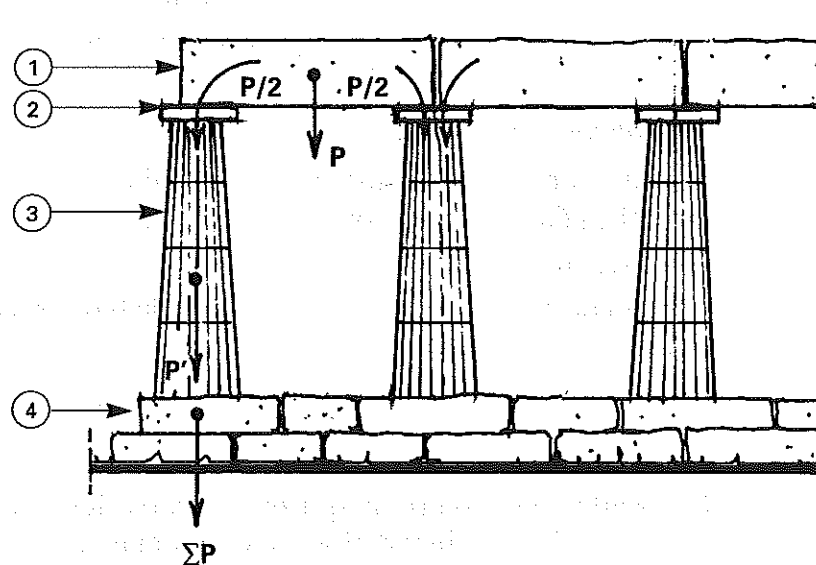
Ces différents types dépendent du climat et des matériaux rencontrés sur place.

Les types de construction sont :

- massifs avec des éléments en pierres généralement taillées (temples, sanctuaires, édifices publics) ;
- ou légers, pour l'habitat familial provisoire ou précaire réalisé à base de matériaux végétaux (bois, bambous, etc.).

Ce dernier type, qui a laissé peu ou pas de vestiges (détruits par le temps et les conditions climatiques), est encore utilisé dans certaines contrées (Afrique, Asie).

Le principe à retenir est celui de la superposition d'éléments généralement lourds, massifs, afin d'assurer une stabilité satisfaisante (et surabondante) en transmettant les charges verticales jusqu'au sol de fondation.



**Principe de base des constructions  
(descente des charges au sol de fondation)**

- ① Linteau ou architrave
- ② Chapiteau, dalle de répartition
- ③ Colonne
- ④ Base ou assise colonne

$P$  = Poids linteau

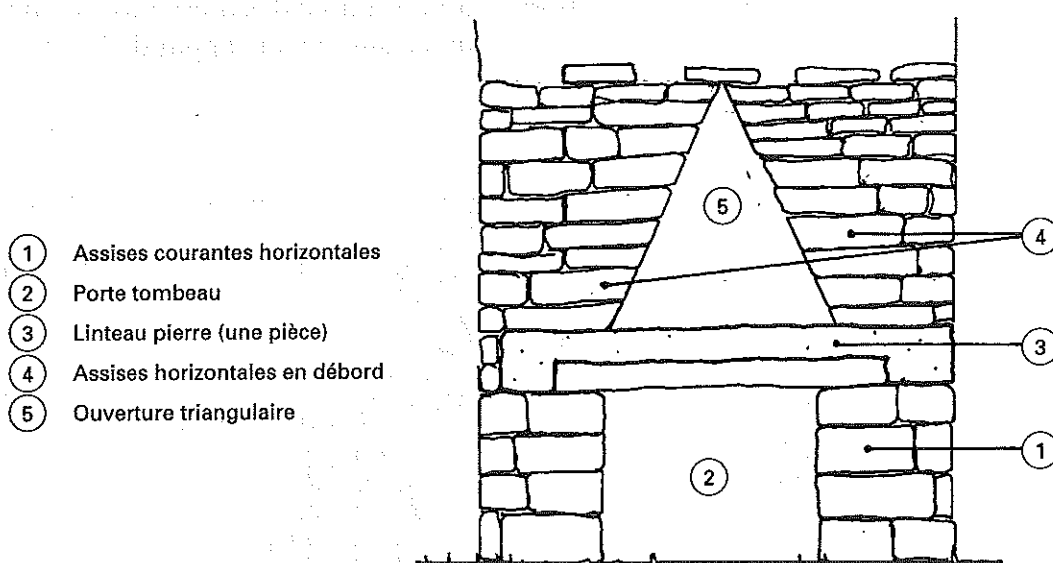
$P'$  = Poids colonne

$\Sigma P$  = Somme des charges transmises au sol



*b) Evolution*

Une évolution de ce principe intervient avec les constructions de coupoles et voûtes par l'utilisation d'assises horizontales de pierres décalées. Une illustration de ce principe correspond au Trésor d'Atrée à Mycènes (tombe d'Agamemnon), qui date de 1250 environ avant J-C.



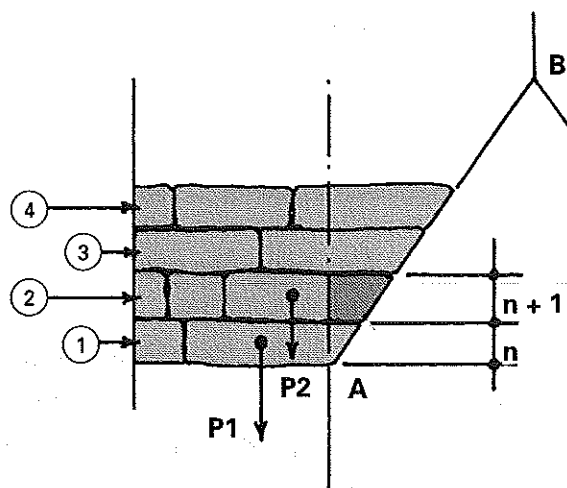
Porte tombeau d'Agamemnon  
(Trésor d'Atrée), à Mycènes (Grèce)

L'ensemble est en équilibre du fait que pour chaque assise en léger débord, l'arrière de chaque pierre est équilibré par le poids de l'assise supérieure.

Cette disposition est valable et a été utilisée pour des murs verticaux tels que celui de l'entrée du tombeau cité ci-dessus, pour la coupole ou dôme de forme pyramidale (rotonde de près de 15 m de base et 13,50 m de hauteur).

L'assise ① est en équilibre avant mise en place de l'assise ②. Celle-ci est en équilibre avant mise en place de l'assise ③. Les assises successives ④ chargeant l'arrière des pierres en porte à faux assurent l'équilibre de l'ensemble. La butée en B des assises symétriques conforte l'ensemble.

P1 } Poids des pierres  
P2 }

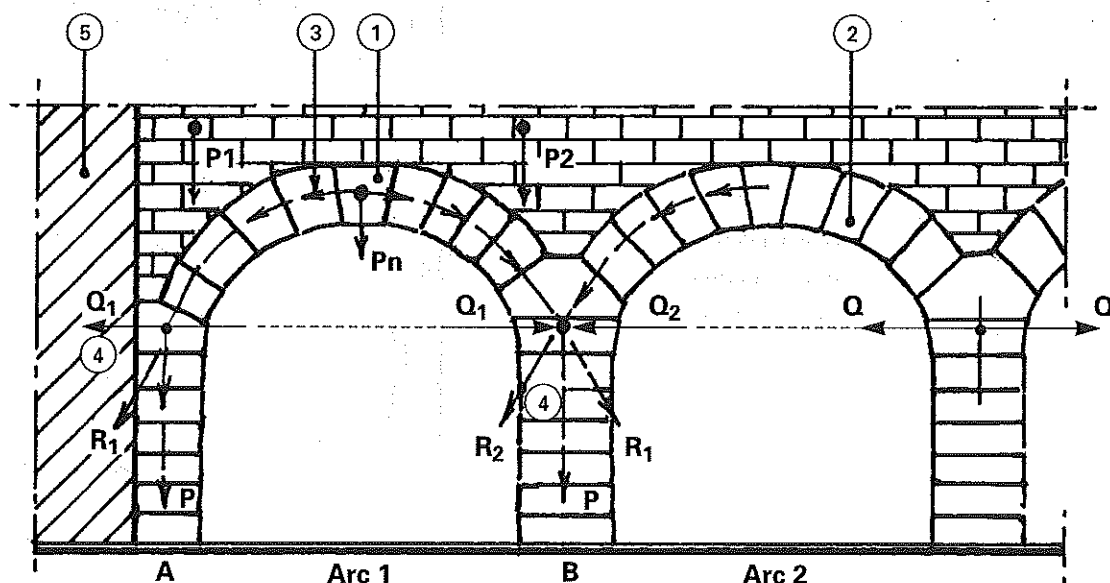


Principe d'équilibre de la porte tombeau  
d'Agamemnon

## c) La voûte

La voûte, qui correspond à un autre arrangement des éléments de pierre (ou voûtains), est plus ancienne, et son apparition date de près de 3 000 ans en Mésopotamie, sous la forme de petites portées.

L'équilibre correspond à la composition de forces résultant du poids de chaque élément et à l'existence d'une courbe des pressions, ou funiculaire des forces, qui conduisent à une poussée sur chaque appui de la voûte.



Principe d'équilibre de voûte en plein cintre

- |  |   |
|--|---|
| ① Clé de voûte                                   | $R$ = Résultante des charges (funiculaire)  |
| ② Voûtain  | $P$ = Composante verticale transmise à l'appui (pile)   |
| ③ Courbe des pressions (funiculaire des charges) | $P_1, P_2, P_n$ = Charges amenées par les éléments de voûte et les rangs horizontaux supérieurs |
| ④ Poussée résultante $Q$ à la base de la voûte   |   |
| ⑤ Massif-culée                                   |   |

Nota :

en A = Voûte de rive : la poussée  $Q_1$  doit être absorbée par le massif-culée.

en B = Deux voûtes identiques adjacentes : les deux poussées  $Q$  se compensent.

Ces poussées sont équilibrées de voûte à voûte lorsque l'ouverture de celles-ci est la même.

La voûte d'extrémité doit être équilibrée par un massif-ponds pour absorber la poussée latérale de cette dernière.

Ce type de structure est encore utilisé dans les constructions actuelles avec des matériaux traditionnels (maçonneries de briques, de pierres de taille) et des matériaux plus évolués (béton, béton armé).

*d) Les principes modernes de stabilité*

Les principes utilisent les propriétés des matériaux à la flexion, et principalement :

- le bois ;
- l'acier, et accessoirement l'aluminium ;
- le béton armé (et précontraint),

sous forme de systèmes :

- isostatiques ;
- ou hyperstatiques.

La définition de ces systèmes sera donnée en partie 13, avec quelques éléments de résistance des matériaux.

Cette catégorie, pour laquelle le béton armé est prépondérant, correspond à la majeure partie des structures porteuses réalisées pour les constructions.

Elles sont étudiées en détail :

- pour les maçonneries porteuses d'éléments ;
- pour les murs voiles en béton banché ;
- pour les structures à ossatures.

Les ouvrages horizontaux (planchers) reportant leurs charges sur les éléments verticaux des structures précédentes, sont étudiés en détail en partie 4.

*e) Autres types de structures*

D'autres types de structures ne peuvent être classées dans la catégorie « structures massives » bien que, pour certains grands ouvrages, le poids de la structure ne puisse être négligé. Le mode de stabilité, ou principe d'équilibre, diffère des principes précédents.

Ces types ont été regroupés sous la désignation « Structures spéciales ».

Ils comprennent :

- les structures réticulées planes ou spatiales (tridimensionnelles) ;
- les structures à câbles et les structures textiles (tenso-structures) ;
- et les structures gonflables.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

Les dispositions relatives aux structures massives sont définies par les dispositions relatives aux structures massives.

## 2/1.3

# Codification technique

---

### I – GÉNÉRALITÉS

Comme dans tous les domaines traités dans le présent ouvrage, on distinguera :

- les techniques traditionnelles ou courantes, éprouvées, à base de matériaux ou éléments normalisés mis en œuvre selon des règles codifiées (DTU) ;
- les techniques non courantes ou nouvelles, surtout à base de matériaux ou composites intégrant généralement la fonction isolation thermique.

La mise en œuvre de ces éléments peut correspondre à des dispositions d'assemblage non traditionnelles.

Ces matériaux ou techniques relèvent de la procédure d'Avis Technique. Leur évolution est constante.

### II – TECHNIQUES TRADITIONNELLES OU COURANTES

#### 1. Normes des matériaux<sup>1)</sup> (normes principales)

##### a) Maçonneries d'éléments

NF B 10-001	Matériaux pierres calcaires (avril 1975 + modif. juillet 1978)
NF B 10-101	Pierres calcaires – Vocabulaire (juillet 1978)
NF B 10-102	Roches marbrières – Vocabulaire (juillet 1978)
NF B 10-103	Granit – Vocabulaire (juin 1982)
NF B 10-202	Roches marbrières. Clauses et conditions générales pour les transactions (juillet 1978)
NF B 10-301	Pierres calcaires – Identification (avril 1975)
NF B 10-401	Pierres calcaires – Caractéristiques géométriques (mars 1981)
NF B 10-402	Roches marbrières – Caractéristiques géométriques (mars 1981)
NF B 10-502	Pierres calcaires – Mesure de l'absorption d'eau par capillarité (mai 1980)

1) Liste non exhaustive.

- NF B 10-503 Pierres calcaires – Mesures de la porosité, de la masse volumique réelle et de la masse volumique apparente (août 1973)
- NF B 10-504 Pierres calcaires – Mesure du coefficient d'absorption d'eau (août 1973)
- NF B 10-505 Pierres calcaires – Mesure de la vitesse de propagation du son (ondes longitudinales) (août 1973)
- NF B 10-506 Pierres calcaires – Mesure de la dureté superficielle (largeur de la rayure) (août 1973)
- NF B 10-507 Pierres calcaires – Mesure de la dureté Vickers (août 1973)
- NF B 10-508 Pierres calcaires – Essai d'usure au disque métallique (août 1973)
- NF B 10-509 Pierres calcaires – Essai de compression (août 1973)
- NF B 10-510 Pierres calcaires – Essai de flexion (août 1973)
- NF B 10-511 Pierres calcaires – Mesure du module d'élasticité dynamique (avril 1975)
- NF B 10-512 Pierres calcaires – Mesure de la teneur en eau critique (avril 1975)
- NF B 10-513 Pierres calcaires – Essai de gel (septembre 1991)
- NF B 10-514 Pierres calcaires – Essai de résistance aux attaches (juillet 1981)
- NF P 13-301 Briques creuses de terre cuite (décembre 1974)
- NF P 13-304 Briques en terre cuite destinées à rester apparentes (octobre 1983)
- NF P 13-305 Briques pleines ou perforées et blocs perforés en terre cuite à enduire (octobre 1983)
- NF P 13-306 Blocs perforés en terre cuite destinés à rester apparents (octobre 1983)
- NF P 14-101 Blocs en béton pour murs et cloisons (septembre 1993)
- NF P 14-102 (Norme expérimentale) Agglomérés – Blocs en béton destinés à rester apparents – Définitions – Spécifications – Méthodes d'essai – Conditions de réception (août 1990)
- NF P 14-301 Blocs en béton de granulats courants pour murs et cloisons (septembre 1983)
- NF P 14-304 Blocs en béton de granulats légers pour murs et cloisons (septembre 1983)
- NF P 14-306 Blocs en béton cellulaire autoclavé pour murs (février 1986)
- NF P 14-402 Blocs en béton pour murs et cloisons. Dimensions (septembre 1983)
- NF P 18-303 Béton – Mise en œuvre – Eau de gâchage pour béton de construction (mai 1941)
- NF P 75-101 Isolants thermiques destinés au bâtiment – Définition (octobre 1983)

NF P 84-303 Chape souple de bitume armé à armature en tissu de verre (TV) (mars 1992)

*b) Voiles béton banché armé*

NF A 35-015 Armatures pour béton armé – (Ronds lisses) – Qualités (juillet 1984)

NF A 35-016 Armatures pour béton armé – (Barres à haute adhérence) – Qualités (décembre 1986)

Armatures pour béton armé :

NF A 35-018 – aptitude au soudage (juillet 1984)

NF A 35-019 – fils à haute adhérence (qualités) (juillet 1984)

NF A 35-020 – produits en acier – armatures à haute adhérence pour (expérimentale) béton armé – dispositifs de raboutage ou d'ancrage – (novembre 1991)

NF A 35-022 Armatures pour béton armé – Treillis soudés et éléments constitutifs (septembre 1985)

NF A 91-131 Fils d'acier galvanisés à chaud – Spécification du revêtement de zinc (avril 1962)

NF P 15-301 Liants hydrauliques – Définition, classification et spécification des ciments (décembre 1981)

NF P 18-103 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Définitions, classification et marquage (août 1989)

NF P 18-301 Granulats naturels pour bétons hydrauliques (décembre 1983)

NF P 18-302 Laitier concassé (septembre 1965)

NF P 18-331 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Accélérateurs de prise sans chlore (décembre 1986)

NF P 18-332 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Accélérateurs de durcissement sans chlore (décembre 1986)

NF P 18-333 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Fluidifiants (décembre 1986)

NF P 18-334 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Hydrofuges de masse (décembre 1986)

NF P 18-335 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Plastifiants (décembre 1986)

NF P 18-336 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Réducteurs d'eau – plastifiants (décembre 1986)

NF P 18-337 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Retardateurs de prise (mars 1990)

- NF P 18-338 Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – Entraîneurs d'air (décembre 1986)
- NF P 18-400 Bétons – Moules pour éprouvettes cylindriques et prismatiques (décembre 1981)
- NF P 18-404 Bétons – Essais d'étude, de convenance et de contrôle – Confection et conservation des éprouvettes (décembre 1981)
- NF P 18-406 Bétons – Essais de compression (décembre 1981)
- NF P 18-407 Bétons – Essais de déflexion (décembre 1981)
- NF P 18-451 Bétons – Essai d'affaissement (décembre 1981)

## 2. DTU (documents techniques unifiés)

*a) DTU rattachés directement ou indirectement au DTU 20.1 « Parois et maçonnerie de petits éléments » (septembre 1985)*

- 14.1 Cuvelage dans les parties immergées de bâtiment (NF P 11-221) (octobre 1987 et rectification en juin 1988)

---

- 20.12 Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité (NF P 10-203) (septembre 1993)

---

- 21 Exécution des travaux en béton (NF P 18-201) (septembre 1984 et additif en janvier 1987)
- 21.4 Utilisation du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures dans la confection des coulis, mortiers et bétons (octobre 1977 et erratum en avril 1979)

---

- 25.1 Enduits intérieurs en plâtre (NF P 71-201) (juillet-août 1975)
- 25.31 Ouvrages verticaux de plâtrerie ne nécessitant pas l'application d'un enduit en plâtre (cloisons en carreaux de plâtre à parements lisses (NF P 72-203) (avril 1994)
- 25.41 Ouvrages en plaques de parement en plâtre (NF P 72-203) (septembre 1981 et erratum en mars 1982)

---

- 25.42 Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de parement en plâtre isolant (NF P 72-204) (décembre 1989)

---

- 26.1 Enduits aux mortiers de ciment, chaux et mélange plâtre et chaux aériennes (NF P 15-201) (mai 1994 et amendement mai 1994)

---

- 36.1 Menuiserie en bois (décembre 1984)

---



37.1	Menuiseries métalliques (NF P 24-203) (mars 1984 et erratum en juin 1985)
42.1	Réfection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères (NF P 84-404) (septembre 1993)
55.1	Revêtements muraux scellés destinés aux locaux d'habitations, bureaux et établissements d'enseignement (avril 1961)
55.2	Revêtements muraux attachés en pierre mince (NF P 65-202) (décembre 1979 et modifié en février 1988)

### Règles de calcul

Règles BAEL 91/92	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé, suivant la méthode des états limites (DTU P 18-702) (mars 1992)
Règles BPEL 91	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et des constructions en béton précontraint selon la méthode des états limites (DTU P 18-703) (avril 1992)
Règles NV 65	Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (DTU P 06-002) (plus modif. n° 1) (janvier-février 1987)
Règles PS 69	Règles parasismiques 1969 annexes et addenda 1982 (DTU P 06-003) (février 1982)
Règles PS.MI 89	Constructions parasismiques des maisons individuelles et des bâtiments assimilés, dispositions constructives (DTU P 06-008)
Règles Th-K 77	Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois (DTU P 50-702) (novembre 1977 à avril 1991)
Règles N 84	Actions de la neige sur les constructions (DTU P 06-006) (juillet-août 1987)
Règles CB 71	Règles de calcul des charpentes en bois et modificatifs (DTU P 21-701) (1975)
Règles CM 66	Règles de calcul des constructions en acier (DTU P 22-701)
Règles FB	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en béton (DTU P 92-701) (octobre 1987)

Règles FA	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en acier et annexe (méthodologie de caractérisation des produits de protection) (DTU P 92-702) (avril 1983)
Règles BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois (DTU P 92-703) (janvier-février 1988 et erratum septembre 1988)
Règles FPM 88	Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des poteaux mixtes (acier + béton) (DTU P 92-704) (septembre 1988)

*b) DTU 23.1 (février 1990) (NF P 18-210)*

*« Murs en béton banché »*

- Cahier des clauses techniques
- Guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site

Voir aussi DTU 21 et DTU 21.4.

DTU 22.1 Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire (NF P 20-210) (avril 1981).

### **Règles de calcul**

Se reporter aux règles de calcul mentionnées au paragraphe *a)* du présent chapitre.

## 2/1.4

# Classification des murs en maçonnerie <sup>1)</sup> dans leur fonction paroi

---

## 2/1.4.1

### Généralités

---

Les murs peuvent être classés selon différents critères.

#### 1. Classement selon la nature des matériaux constitutifs

Il existe deux types essentiels :

- les murs en maçonnerie de technique courante dite « *maçonnerie d'éléments* » (ou petits éléments) à base de briques ou de blocs ;
- les voiles réalisés en place en *béton banché armé* (ou non), technique se généralisant dès que les bâtiments comportent un certain nombre de niveaux.

#### 2. Classement selon leur fonction principale au plan de la structure

- Maçonneries *porteuses* directement soumises aux charges provenant principalement des planchers ;
- Maçonneries de *remplissage* insérées dans des structures à ossature principalement en béton armé mais également en charpente métallique ou en charpente bois ; le remplissage correspond à la fonction « paroi ».

---

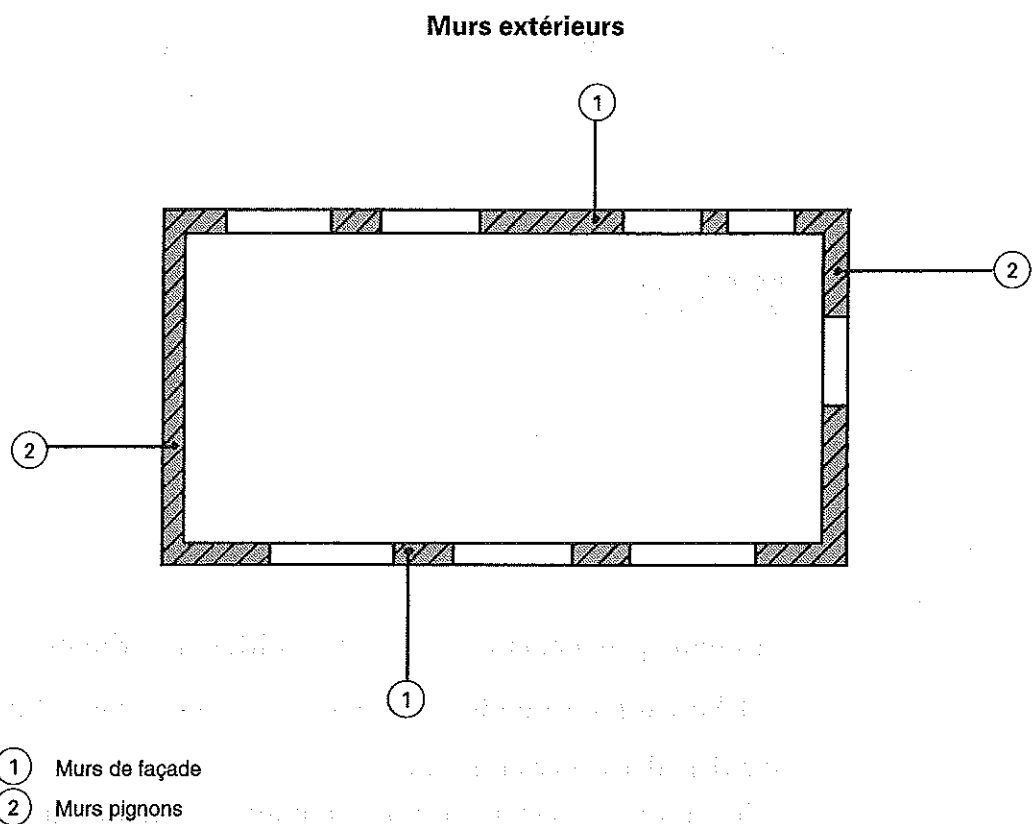
1) Le terme maçonnerie correspond aux ouvrages réalisés en petits éléments hourdés au mortier (ou au mortier-colle) et les ouvrages coulés en place (voiles en béton banché).

### 3. Classement selon leur situation dans l'ouvrage

#### a) A l'extérieur

Séparation entre l'ambiance extérieure et l'ambiance intérieure :

- murs de façade ;
- murs pignons (cf. figure ci-dessous).



- Les exigences spécifiques de ces murs sont principalement hygrothermiques, et acoustiques (bruits aériens extérieurs).

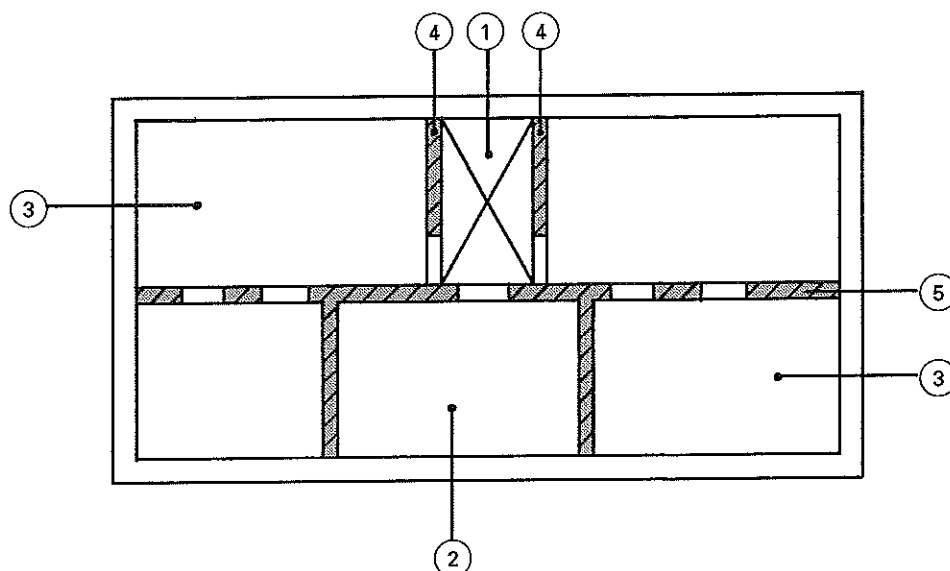
#### b) A l'intérieur

Séparation de pièces d'un même local ou séparation de locaux :

- murs de refends transversaux ;
- murs de refends longitudinaux.

L'implantation ou l'existence de ces murs de refends résulte des portées de planchers, de la transmission des charges et de l'organisation des locaux.

La principale fonction de ces murs est la fonction « portance ».

**Murs intérieurs**

- ① Cage d'escalier
- ② Appartement à simple orientation
- ③ Appartement à double orientation
- ④ Refends transversaux
- ⑤ Refend longitudinal

Les autres exigences spécifiques de ces murs sont principalement acoustiques (bruits aériens locaux voisins et parties communes) et thermiques (séparation de locaux chauffés et de locaux non chauffés).

#### 4. Classement selon la composition de la paroi

On distingue plusieurs cas :

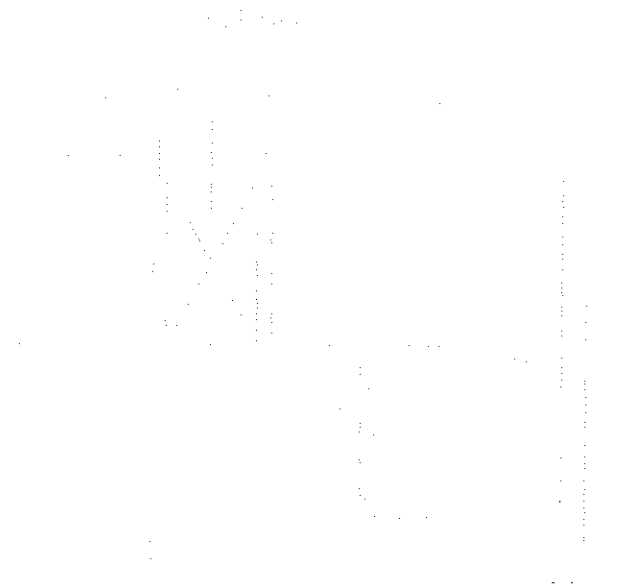
a) *Les maçonneries lourdes ou massives* constituées d'éléments pleins (pierres, blocs, briques pleines) correspondant à des techniques anciennes ou traditionnelles.

b) *Les maçonneries légères ou faiblement portantes* (1 à 3 niveaux) en maçonnerie d'éléments creux ou légers (blocs de granulats légers, blocs de béton cellulaires).

c) *Les murs simples ou à simple paroi* pour lesquels les fonctions principales sont assurées par une paroi porteuse et un élément de doublage réalisant l'isolation thermique.

d) *Les murs doubles ou à double paroi* pour lesquels les fonctions principales sont généralement séparées (cf. chapitre 2/7) :

- paroi intérieure porteuse ;
- paroi extérieure : rôle d'écran par rapport aux précipitations et actions (vent et pluie).



Le mur est une structure massive, c'est-à-dire qu'il est constitué de matériaux massifs (briques, blocs, etc.) et qu'il est capable de résister à des charges importantes. Le mur est une structure verticale, c'est-à-dire qu'il est orienté verticalement et qu'il est capable de résister à des charges importantes.

Le mur est une structure massive, c'est-à-dire qu'il est constitué de matériaux massifs (briques, blocs, etc.) et qu'il est capable de résister à des charges importantes. Le mur est une structure verticale, c'est-à-dire qu'il est orienté verticalement et qu'il est capable de résister à des charges importantes.

Le mur est une structure massive, c'est-à-dire qu'il est constitué de matériaux massifs (briques, blocs, etc.) et qu'il est capable de résister à des charges importantes. Le mur est une structure verticale, c'est-à-dire qu'il est orienté verticalement et qu'il est capable de résister à des charges importantes.

Le mur est une structure massive, c'est-à-dire qu'il est constitué de matériaux massifs (briques, blocs, etc.) et qu'il est capable de résister à des charges importantes. Le mur est une structure verticale, c'est-à-dire qu'il est orienté verticalement et qu'il est capable de résister à des charges importantes.

Le mur est une structure massive, c'est-à-dire qu'il est constitué de matériaux massifs (briques, blocs, etc.) et qu'il est capable de résister à des charges importantes. Le mur est une structure verticale, c'est-à-dire qu'il est orienté verticalement et qu'il est capable de résister à des charges importantes.

Le mur est une structure massive, c'est-à-dire qu'il est constitué de matériaux massifs (briques, blocs, etc.) et qu'il est capable de résister à des charges importantes. Le mur est une structure verticale, c'est-à-dire qu'il est orienté verticalement et qu'il est capable de résister à des charges importantes.

Le mur est une structure massive, c'est-à-dire qu'il est constitué de matériaux massifs (briques, blocs, etc.) et qu'il est capable de résister à des charges importantes. Le mur est une structure verticale, c'est-à-dire qu'il est orienté verticalement et qu'il est capable de résister à des charges importantes.

Le mur est une structure massive, c'est-à-dire qu'il est constitué de matériaux massifs (briques, blocs, etc.) et qu'il est capable de résister à des charges importantes. Le mur est une structure verticale, c'est-à-dire qu'il est orienté verticalement et qu'il est capable de résister à des charges importantes.

## 2/1.4.2

# Classification des murs selon la codification technique

---

### A. Maçonnerie de petits éléments (d'après DTU 20.1)

#### 1. Généralités – Bases de la classification

La classification ne vise que les murs extérieurs (façades ou pignons) compte tenu de l'exposition au vent et à la pluie, en fonction de la résistance à la pénétration de la pluie fouettante. Elle s'applique au cas de murs à isolation rapportée sur la face intérieure ou à isolation répartie.

Les systèmes d'isolation thermique par l'extérieur ne sont pas visés par cette classification du fait de la procédure d'Avis Technique existante pour ces procédés.

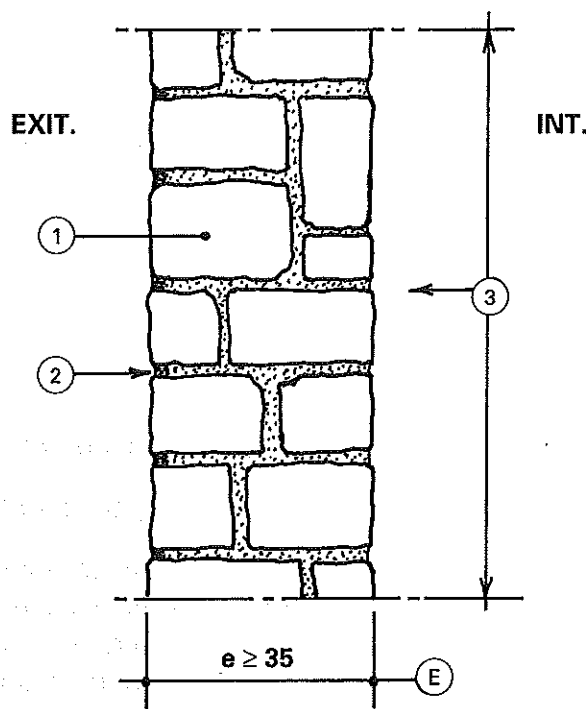
#### 2. Classification en 4 types

##### a) Murs de type I

Ce type de mur ne comporte ni revêtement étanche sur son parement extérieur, ni coupure de capillarité dans son épaisseur.

Cotes en cm

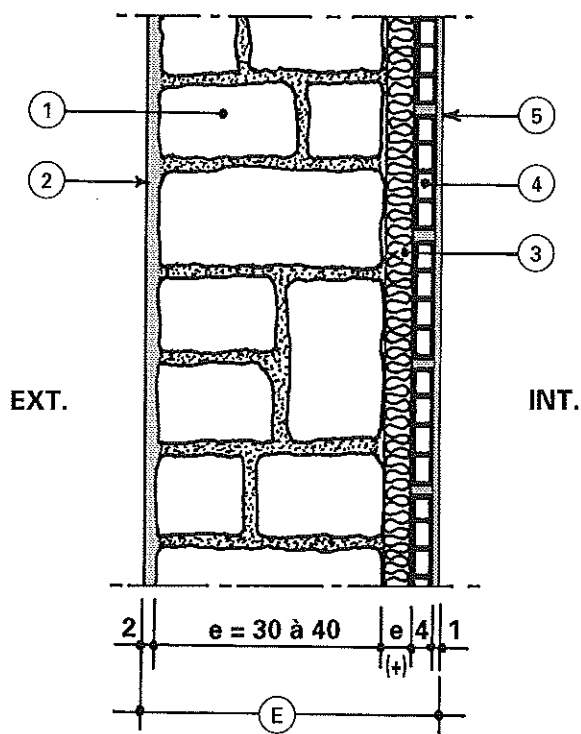
- ① Moellons apparents rejointoyés ou enduit de mortier de liants hydrauliques
- ② Rejointoiement
- ③ Parement brut rejointoyé ou enduit plâtre
- ⓔ Epaisseur du mur



Mur type I, moellons bruts

Cotes en cm

- ① Moellons
- ② Enduit extérieur (mortier liant hydraulique)
- ③ Isolant hydrophile (laine minérale par exemple)  
(+) selon isolation requise d'après DTU 20-1
- ④ Cloison de doublage en brique plâtrière
- ⑤ Enduit plâtre
- ⓔ Epaisseur totale du mur (42 à 52 cm ou plus)
- e** = Epaisseur de l'isolant

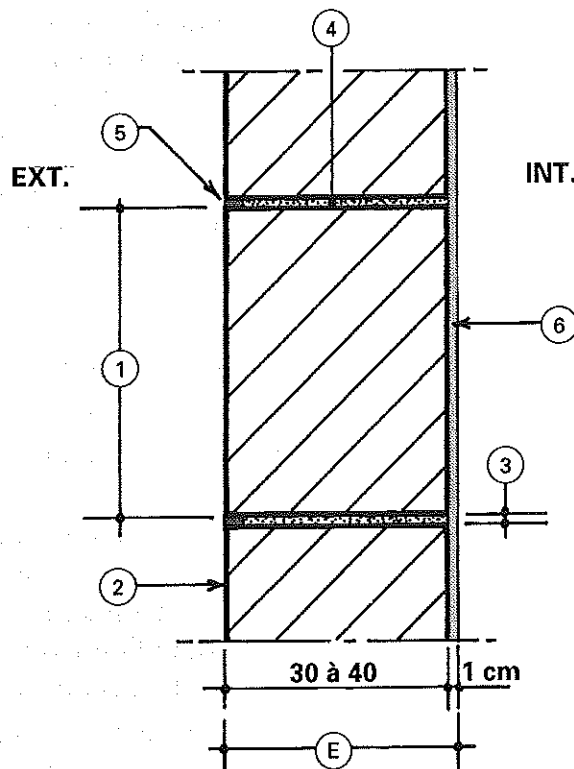


Mur type I, moellons bruts (variante)

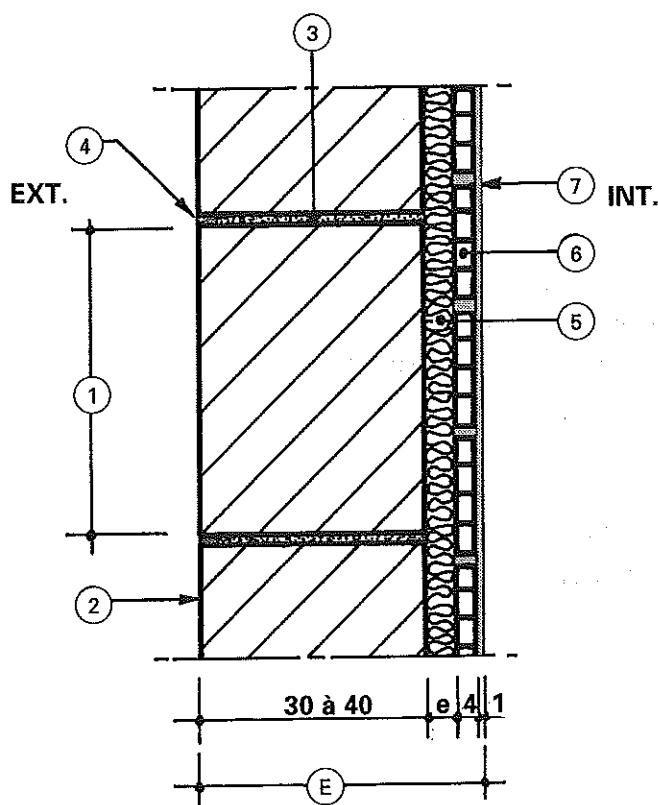


Cotes en cm

- ① Hauteur d'assise suivant calepin
- ② Parement vu (ravalé)
- ③ Joint calibré (8 mm)
- ④ Joint de pose plâtre au mortier ciment blanc
- ⑤ Rejointoiement au mortier spécial
- ⑥ Enduit intérieur plâtre
- ⑥ Epaisseur totale du mur : 31 à 41 cm



Mur type I, pierre de taille appareillée

Mur type I, pierre de taille appareillée  
(variante : isolation intérieure)

Cotes en cm

- ① Hauteur d'assise suivant calepin
- ② Parement vu (ravalé)
- ③ Joint de pose
- ④ Rejointoiement
- ⑤ Isolant hydrophile
- ⑥ Cloison de doublage en brique plâtrière selon isolation requise
- ⑦ Enduit plâtre
- ⑥ Epaisseur totale : 40 à 50 cm
- e = Epaisseur de l'isolant

Dans ce type de mur, il n'existe aucun dispositif pouvant s'opposer au cheminement jusqu'au parement intérieur du mur d'une infiltration accidentelle de l'eau de pluie atteignant éventuellement la maçonnerie. L'étanchéité à l'eau est donc directement liée à la susceptibilité de la paroi à absorber l'eau.

La conservation de la fonction étanchéité dépend directement de la conservation du bon état de la paroi en maçonnerie elle-même.

C'est le cas des murs dans lesquels la paroi en maçonnerie reste apparente ou est complétée :

- côté extérieur, par un enduit ou revêtement adhérent :
  - revêtements muraux scellés ;
  - enduits traditionnels avec ou sans couche de finition par revêtement plastique épais (RPE) ;
  - enduits extérieurs d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques ayant fait l'objet d'Avis Techniques (ATec) concluant favorablement à leur emploi sur le matériau de maçonnerie considéré : soit non totalement imperméable par lui-même, ou dont l'imperméabilité risque d'être affectée par une fissuration accidentelle de la maçonnerie ;
- côté intérieur, par un enduit ou revêtement de type ci-dessus (pour l'extérieur) ou par un *matériau isolant imputrescible hydrophile*<sup>1)</sup> directement appliqué ou projeté ou encore par un matériau isolant imputrescible hydrophile remplissant l'intervalle entre la paroi de maçonnerie et une cloison de doublage.

#### b) Murs de type II

Ce type de mur ne comporte aucun revêtement étanche sur son parement extérieur, mais comporte dans son épaisseur, une *coupure de capillarité continue*. Dans ce type de mur, la conservation de la fonction étanchéité est, comme dans le cas précédent, directement dépendante de la conservation du bon état de la paroi en maçonnerie elle-même.

La coupure de capillarité est suffisante pour arrêter le cheminement vers l'intérieur d'éventuelles infiltrations accidentelles, à condition que celles-ci restent limitées (cas de défauts localisés, par exemple), dans la mesure où de telles infiltrations sont sans effet sensible sur les caractéristiques d'isolation thermique du mur.

La *coupure de capillarité* peut être réalisée de deux façons :

- **mur type II a** : la coupure de capillarité est constituée par des *panneaux isolants non hydrophiles* (polystyrène expansé, mousse de PVC, mousse de polyuréthane rigide, laines minérales, etc.).

1) A titre indicatif, sont considérés comme *hydrophiles* :

- les enduits au plâtre, plâtre et mica exfolié (vermiculite), plâtre et perlite ;
- tous les isolants en vrac ;
- certaines mousses injectées (*in situ*) ;

et comme *non hydrophiles*, la plupart des isolants en panneaux (laines minérales, plastiques alvéolaires, etc.).

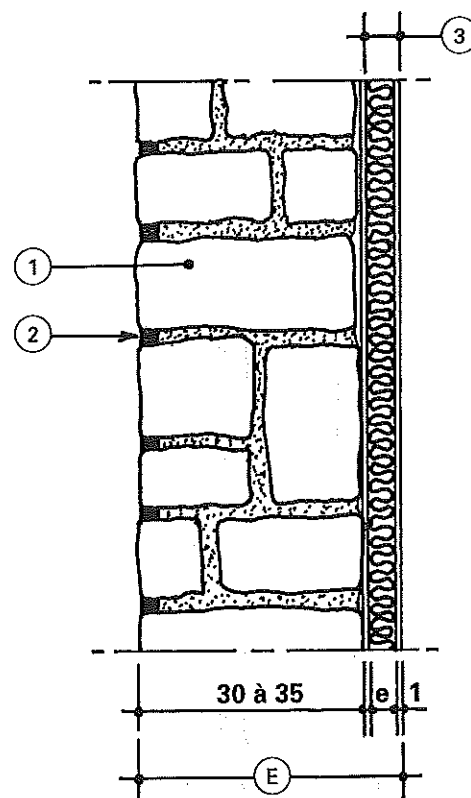
Pour ce type de mur, la notion de continuité de la coupure de capillarité est relative du fait de l'interruption au droit des joints entre panneaux isolants. Toutefois, la largeur des joints est en général suffisamment grande pour éviter la pénétration par capillarité.

En fait, les murs type II a sont des murs de type I dont la paroi de maçonnerie est complétée côté intérieur :

- soit par un *complexe de doublage isolant non hydrophile* fixé (généralement par points ou plots) sur la face interne de la paroi ;
- soit par un *isolant non hydrophile* placé en *sandwich* entre la paroi en maçonnerie et une cloison de doublage traditionnelle maçonnée ou sèche, dans le cas où aucune précaution particulière n'est prise pour empêcher le contact entre l'isolant et la face interne de la paroi.

Cotes en cm

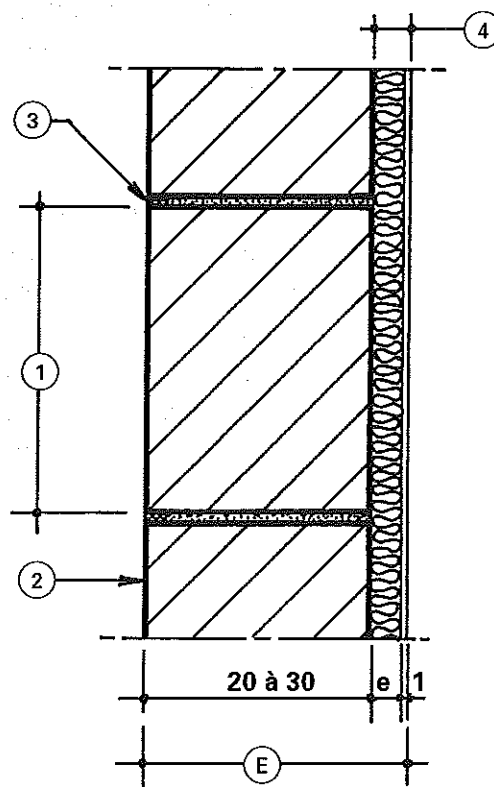
- ① Moellons
- ② Rejointolement
- ③ Complexe isolant : isolant non hydrophile + plâtre cartonné
- E Epaisseur totale : 35 à 40 cm minimum
- e = Epaisseur de l'isolant selon exigences



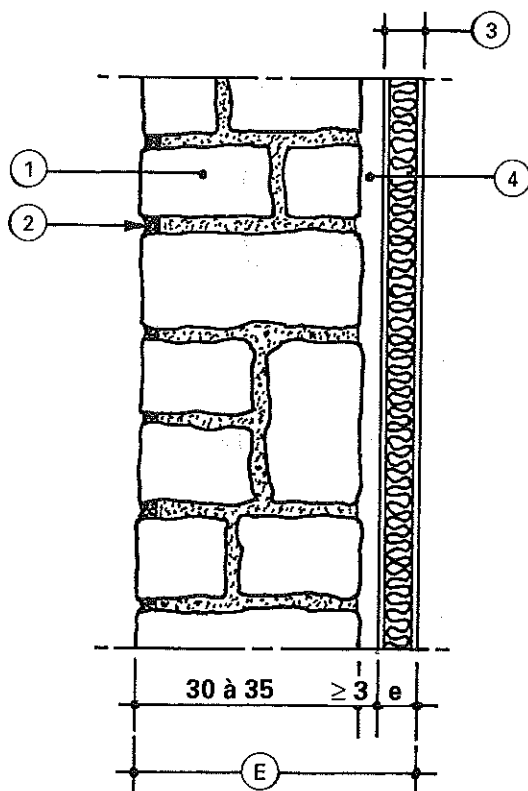
**Mur type IIa, moellons bruts**  
(exemple : réhabilitation thermique)

Cotes en cm

- ① Hauteur selon calepin
- ② Parement vu (ravalé)
- ③ Rejointoiement
- ④ Complexe isolant non hydrophile + plâtre cartonné
- E Epaisseur totale : 25 cm minimum
- e = Epaisseur de l'isolant selon exigences



Mur type II a, pierre de taille appareillée



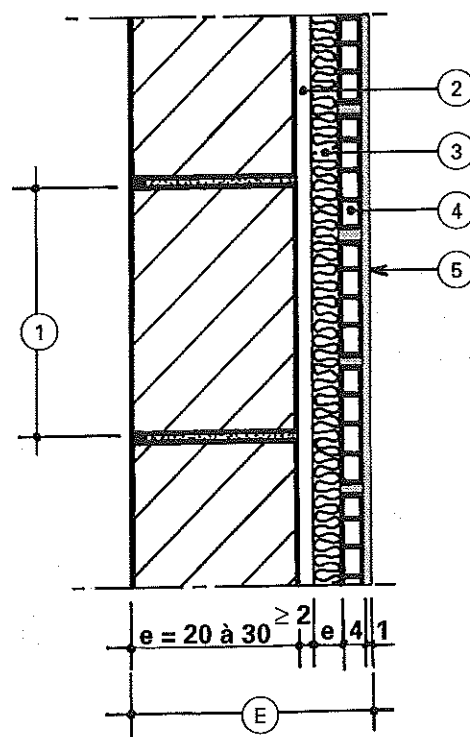
Mur type II b, moellons bruts

Cotes en cm

- ① Moellons
- ② Rejointoiement
- ③ Cloison de doublage autostable (isolant entre 2 plaques de plâtre cartonné)
- ④ Lame d'air continue
- E Epaisseur totale : 40 à 45 cm environ
- e = Epaisseur de l'isolant selon exigences

Cotes en cm

- ① Hauteur selon calepin
- ② lame d'air continue
- ③ Isolant non hydrophile (panneaux rigides ou semi-rigides)
- ④ Cloison de doublage (brique plâtrière)
- ⑤ Enduit plâtre
- E Epaisseur totale  $\geq 30$  cm
- e = Isolant selon exigences

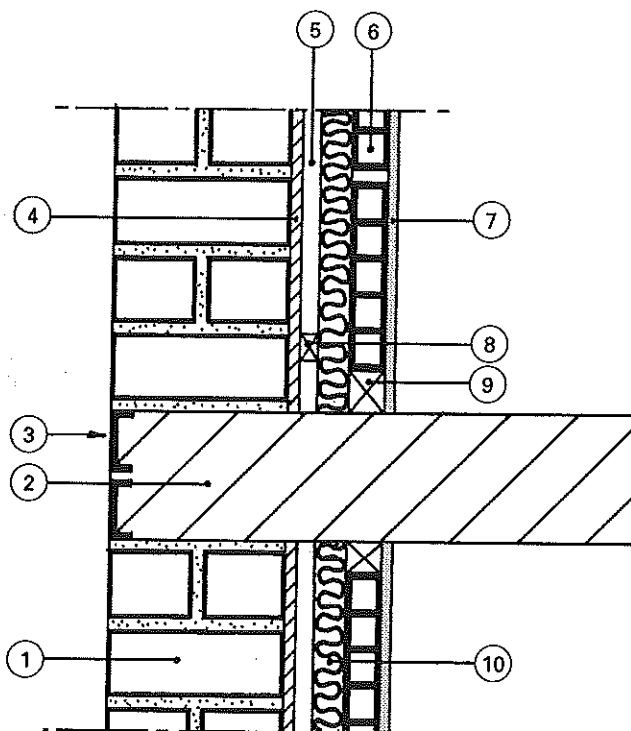


Mur type II b, pierre de taille appareillée

– **mur type II b** : la *coupure de capillarité* est constituée par une *lame d'air continue* : cette lame d'air peut être considérée comme continue si elle est traversée seulement par des agrafes métalliques ou d'autres dispositifs de petites dimensions en matériaux non hydrophiles et imputrescibles. La conception de ce type de mur est identique à celle du type I, mais comprend sur la face intérieure une cloison de doublage sèche ou maçonnée séparée de la paroi en maçonnerie par une lame d'air continue. Sont considérés comme appartenant à cette catégorie les doublages intérieurs avec panneaux isolants non hydrophiles appliqués contre la paroi de doublage mais maintenus à une certaine distance de la face interne de la paroi en maçonnerie par des dispositifs appropriés (cales ou tasseaux verticaux imputrescibles ou spécialement traités, broches métalliques, etc.).

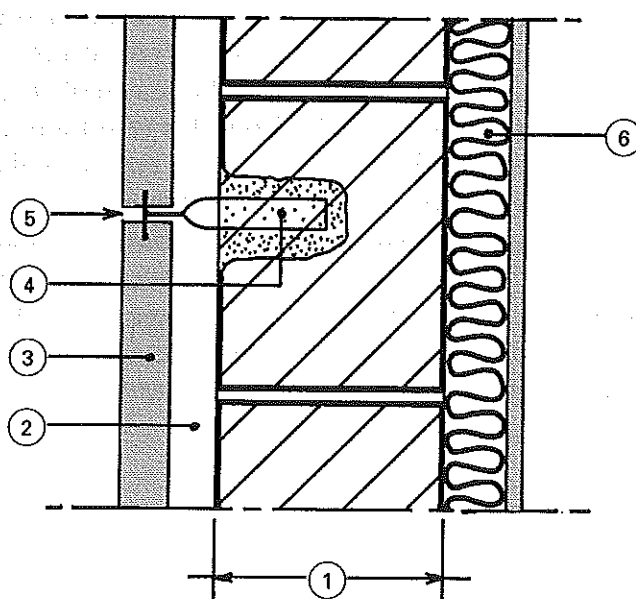
**Mur type IIb**

- ① Mur extérieur briques pleines rejointoyées
- ② Plancher BA
- ③ Plaquettes terre cuite
- ④ Enduit intérieur sur mur
- ⑤ lame d'air. Coupure capillaire
- ⑥ Cloison doublage briques plâtrières
- ⑦ Enduit plâtre intérieur
- ⑧ Plot ou cale imputrescible
- ⑨ Semelle bas de cloison
- ⑩ Panneau rigide ou semi-rigide isolant non hydrophile



Sont également considérés comme du type II b, les murs avec revêtement extérieur en pierres attachées (cf. dessin) à supposer que les deux conditions suivantes soient simultanément remplies :

- joints entre pierres attachées laissés vides ;
- pas d'isolant interposé entre le revêtement et la paroi principale.

**Mur type II b**

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| ① Paroi maçonnerie                         | ④ Attache métallique spéciale |
| ② Coupure capillaire (lame d'air continue) | ⑤ Joint ouvert                |
| ③ Pierre dure. Revêtement attaché          | ⑥ Doublage isolant            |

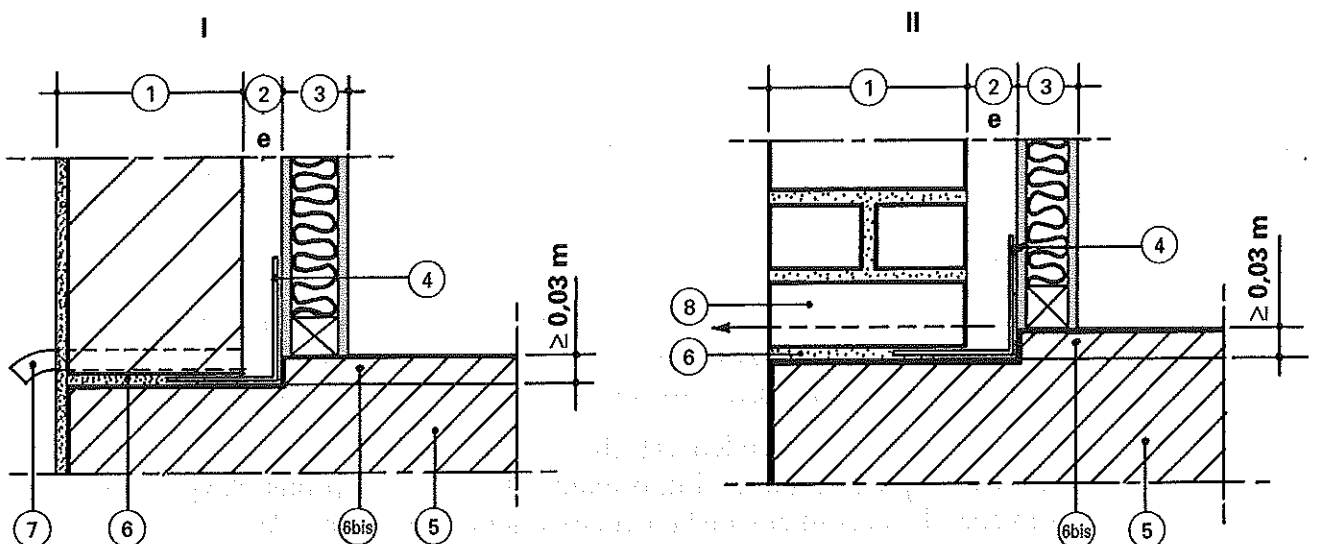
## c) Murs de type III

Ce type de mur correspond à un mur de type II b avec coupure capillaire par lame d'air continue et *dispositif de collecte et d'évacuation* vers l'extérieur, d'eaux d'infiltration éventuelles. Il correspond obligatoirement à un mur double qui peut laisser pénétrer l'eau de pluie accidentellement mais qui est conçu pour évacuer celle-ci à la base de la lame d'air.

Les dispositifs de collecte et d'évacuation sont toutefois conçus pour ne rejeter vers l'extérieur qu'une quantité d'eau limitée. Le dispositif classique (cf. dessin) correspond à une gouttière étanche rejetant les eaux collectées au moyen d'exutoires tels que :

- tubes plastiques sortant hors façade (cf. dessin I) ;
- joints verticaux non remplis entre éléments (cas des murs en briques pleines apparentes) (cf. dessin II).

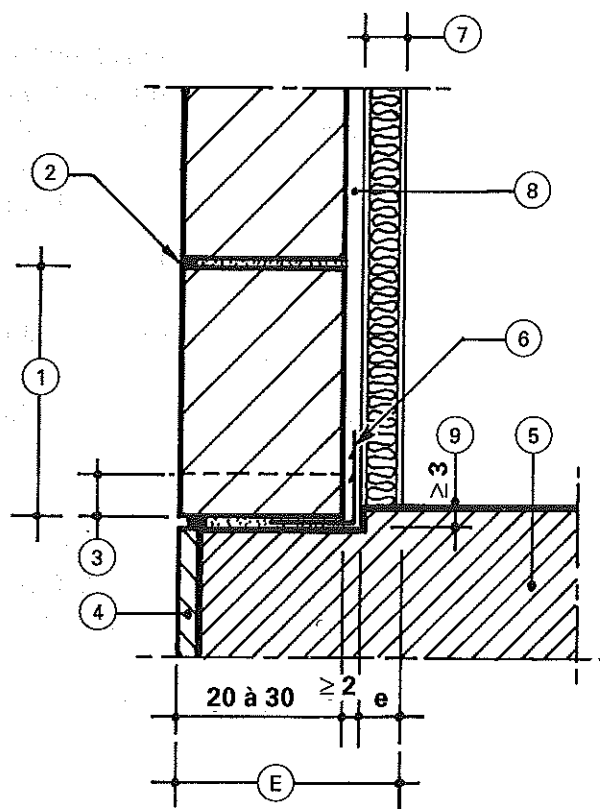
Un décrochement de niveau entre l'intérieur du local et l'assise du premier rang de maçonnerie de 0,03 m minimum est à prévoir afin d'éviter les cheminements possibles sous la gouttière de collecte.



- |  |   |
|--|---|
| ① Mur maçonnerie (enduit ou non selon nature)          | ⑥ Joint de pose maçonnerie  |
| ② Lame d'air. Coupure de capillarité ( $e \geq 20$ mm) | ⑥bis Décrochement de niveau   |
| ③ Doublage isolant autoporteur                         | ⑦ Dispositif d'évacuation vers l'extérieur des eaux collectées  |
| ④ Gouttière PVC collecteur eaux d'infiltration         | ⑧ Autre dispositif d'évacuation consistant à laisser un joint vertical non hourdé tous les 1,00 m par exemple |
| ⑤ Plancher BA. Etage                                   |   |

Cotes en cm

- ① Hauteur d'assise selon calepin
- ② Mortier de pose rejointoyé
- ③ Joint vertical non rempli, de place en place
- ④ Revêtement en pierre dure (attachée sur l'épaisseur du plancher)
- ⑤ Plancher (structure)
- ⑥ Profil spécial PVC
- ⑦ Cloison de doublage autostable (isolant non hydrophile entre 2 plaques de plâtre cartonné)
- ⑧ Lamé d'air continue
- ⑨ Décrochement de niveau
- E Epaisseur totale : 30 à 40 cm environ
- e = Epaisseur de l'isolant selon exigences



Mur type III, pierre de taille appareillée

## d) Murs de type IV

Ce type de mur est conçu de telle sorte que l'étanchéité à la pluie n'est plus assurée directement par le mur (dispositions constructives précédentes) mais par un *ouvrage rapporté* situé en avant de la paroi en maçonnerie.

Dans les trois cas précédents (I, IIa, IIb et III), on admet qu'une certaine quantité d'eau, plus ou moins importante selon les conditions d'exposition, peut traverser la maçonnerie de la paroi extérieure et qu'il faut l'arrêter et/ou la rejeter avant qu'elle n'atteigne le parement interne de la paroi.

Pour le mur du type IV, l'eau ne peut absolument pas pénétrer dans la paroi. Les solutions correspondantes sont dérivées des *techniques couvertures* en ouvrages neufs ou en réhabilitation :

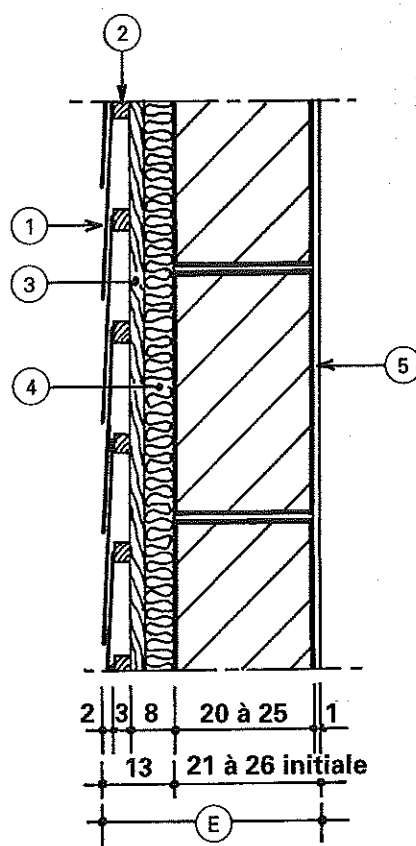
- soit par *petits éléments* (bardages, essentages et systèmes dérivés) ;
- soit par *grands éléments* ou plaques (bardages).

Les solutions par revêtements d'étanchéité de façade adhérents au support ne sont pas utilisables en travaux neufs du fait d'une fissuration toujours possible de celui-ci, pouvant entraîner celle du revêtement.



Par ailleurs, les revêtements d'étanchéité applicables en traitement de façades doivent empêcher l'eau de pénétrer à travers la paroi, mais celle-ci doit pouvoir être suffisamment perméable à la vapeur d'eau pour permettre les échanges hygrothermiques.

En revanche, des systèmes existent en application curative, à partir d'un système préfissuré.

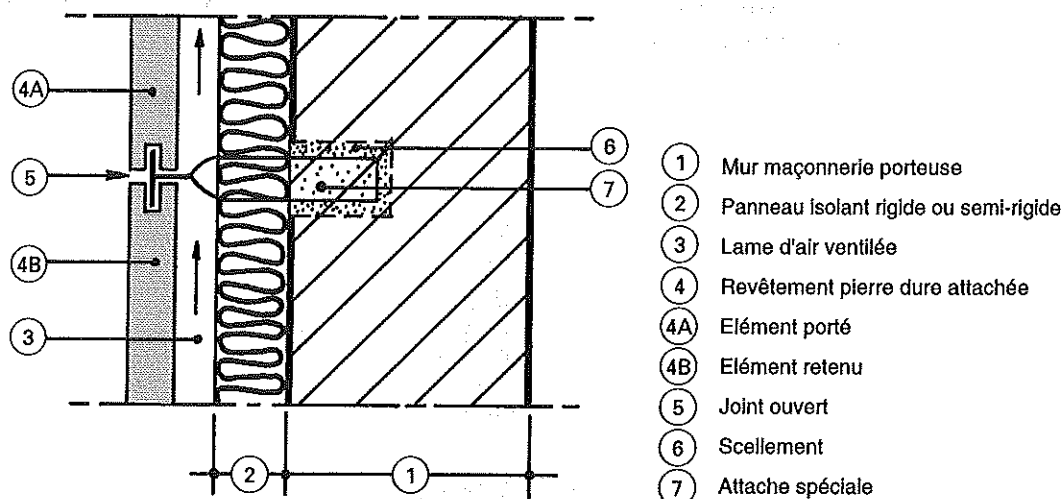


**Mur type IV (ancien mur type I réhabilité)**

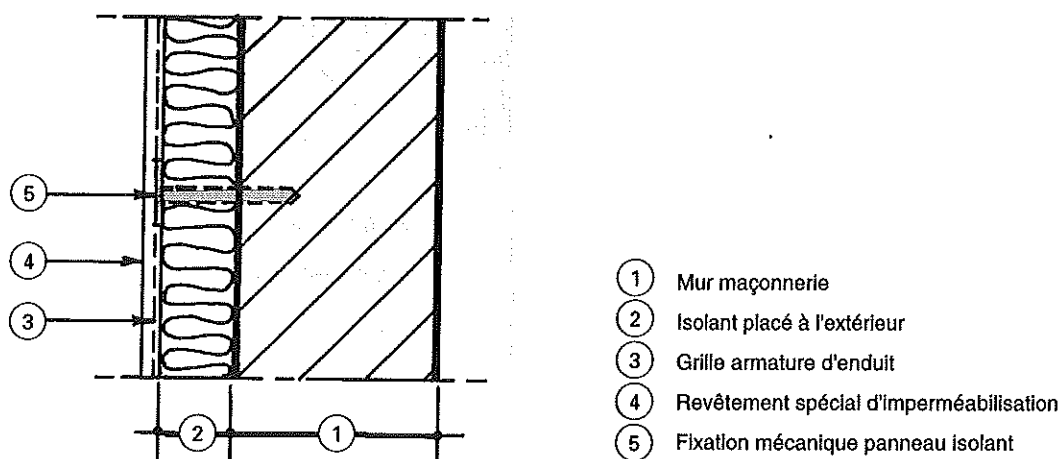
Cotes en cm

- ① Pose d'ardoises en bardage vertical
- ② Liteaux
- ③ Chevrons verticaux (espacement 0,50 cm moyen)
- ④ Isolation thermique par l'extérieur (laine minérale = 50 mm)
- ⑤ Enduit plâtre
- ⑤ Epaisseur totale : 30 à 40 cm environ

– Revêtement en pierre attachée avec isolation par l'extérieur (cf. DTU 55-2) :



– Isolation par l'extérieur :



## B. Maçonnerie constituée de voiles en béton banché (d'après DTU 23.1)

### 1. Généralités – Bases de la classification

Le principe est le même que pour les maçonneries de petits éléments. On distingue quatre types I, II, III et IV.

### 2. Caractérisation

(Cf. chapitre 2/8.)

## C. Éléments pris en compte dans la définition de l'exposition des murs à la pluie et au vent

### 1. Généralités

La caractérisation des murs extérieurs en quatre types principaux, faite par le DTU 20.1 pour les maçonneries de petits éléments et par le DTU 23.1 pour les murs en béton banché, est établie à partir des données climatiques et de la situation de la construction.

Les données à prendre en compte sont :

- d'une part, la durée et la fréquence des séquences « vent + pluie » ainsi que l'hygrométrie ambiante moyenne de l'air au lieu de la construction ;
- d'autre part, les facteurs qui conditionnent le risque de pluie fouettante et la pression dynamique du vent sur la maçonnerie.

Remarques :

La première approche de l'exposition des façades à la pluie et au vent a été faite pour les menuiseries avec le texte DTU 36.1 / 37.1.

Mémento pour les maîtres d'œuvre « *Choix des fenêtres en fonction de leur exposition* » publié en mai 1974.

Les conditions climatiques telles que les fréquences des séquences « vent + pluie » et les données météorologiques ne sont pas suffisamment précises pour distinguer et délimiter des régions géographiques. C'est au maître d'œuvre, par sa connaissance des données locales, d'apprécier les conditions climatiques d'exposition des façades.

### 2. Situation de la construction

Quatre situations sont envisagées :

- a) *constructions situées à l'intérieur des grands centres urbains* (villes où la moitié des bâtiments ont plus de quatre niveaux) ;
- b) *constructions situées dans les villes petites ou moyennes* ou à la périphérie des grands centres urbains ;
- c) *constructions isolées en rase campagne* ;
- d) *constructions isolées en bord de mer* dans les villes côtières, lorsque ces constructions sont à une distance du littoral inférieure à une limite à fixer en fonction des conditions climatiques locales et de leur hauteur réelle. Cette limite, qui doit dans les meilleures conditions être  $\geq 15$  fois la hauteur réelle du bâtiment au-dessus du sol, peut, dans les zones ou régions particulièrement exposées, telles que les zones non abritées du littoral de l'ouest et du nord de la France ou du Golfe du Lion, atteindre 5 à 10 kilomètres.

Cas particuliers :

– Certaines zones maritimes très exposées pour lesquelles l'influence des vents dominants amenant les pluies peut se faire sentir au-delà de 10 kilomètres :

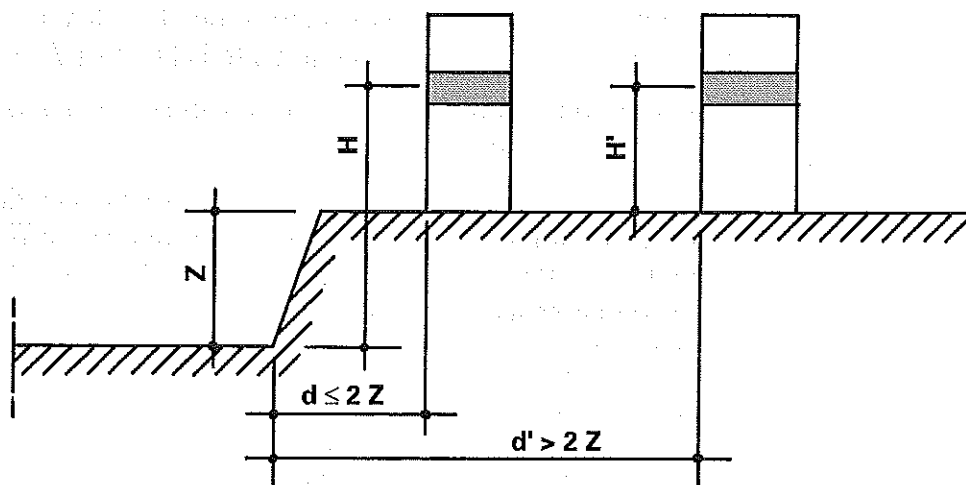
- côte atlantique (vents d'ouest) ;
- côte méditerranéenne (vents d'est).

– L'orientation du relief local peut constituer un facteur climatique aggravant (cas des vallées orientées dans le sens des vents de pluie).

Exemples : certaines zones des Pyrénées-Orientales et Atlantiques, Var et Bouches-du-Rhône.

– Pour les estuaires largement ouverts sur la mer, la bande littorale définie dans la situation (d) suit le contour de l'estuaire.

### 3. Hauteur de la paroi exposée au-dessus du sol (d'après DTU 20.1)



On distingue cinq cas selon la hauteur du mur exposée, prise au-dessus du niveau du sol :

- $H < 6$  m ;
- $6 < H < 18$  m ;
- $18 < H < 28$  m ;
- $28 < H < 50$  m ;
- $50 < H < 100$  m.

Pour  $H > 100$  m, étude particulière au cas par cas.

Le cas d'une dénivellation  $Z$  en bordure de construction avec une pente moyenne  $> 1$  (cf. dessin) amène à prendre la hauteur  $H$  à partir du pied de la dénivellation, sauf si la distance  $d'$  de la façade au pied de la dénivellation est  $> 2$  fois la dénivellation  $Z$ .

Pour le cas de figure considéré, les hauteurs à prendre en compte sont respectivement :

$$\begin{aligned} & H \text{ pour } d \leq 2 Z \\ & \text{et } H' \text{ pour } d' > 2 Z. \end{aligned}$$

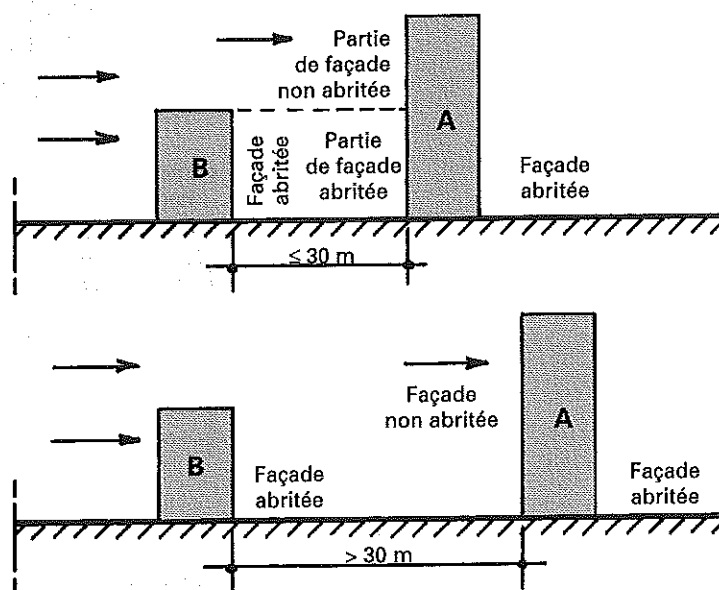
#### 4. Protection contre le vent de pluie (effet de masque)

##### a) Façades abritées

– 1<sup>er</sup> cas : une façade ou partie de façade ne peut être considérée comme abritée que si les deux conditions suivantes sont remplies simultanément :

- $H \leq 28 \text{ m}$  ;
- cas visés aux 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> cas.

Certaines parties de façades situées en arrière de balcons ou en fond de loggias peuvent également être considérées comme abritées.



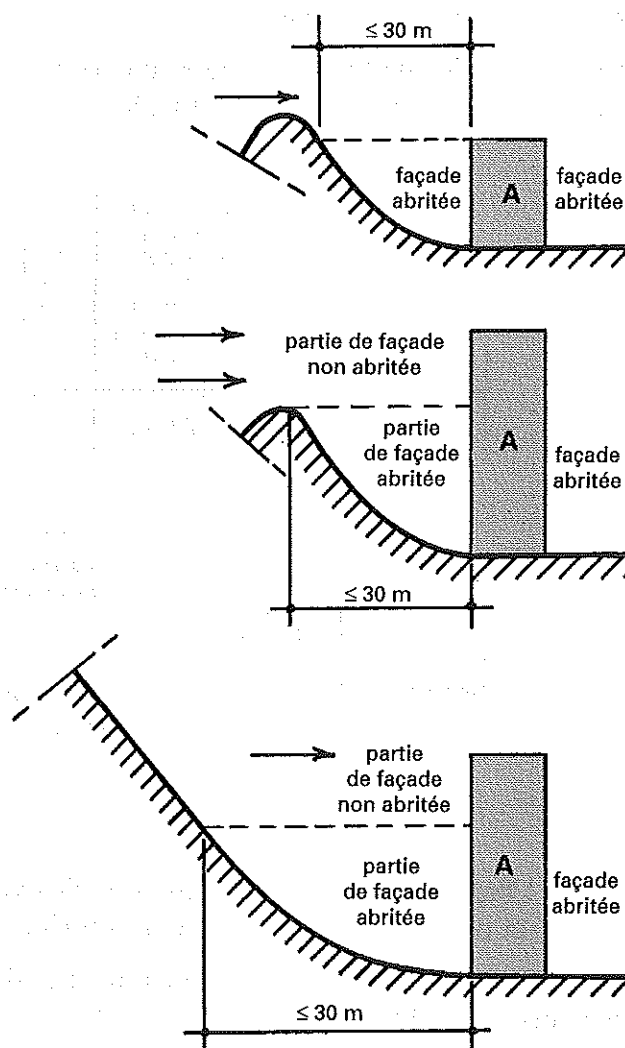
– 2<sup>e</sup> cas : façades opposées à la direction des vents de pluie, dans les régions où ceux-ci ont une direction bien déterminée.

Cette notion doit être appréciée avec prudence dans certaines zones où il existe des vents tourbillonnants.

– 3<sup>e</sup> cas : façades sur rue (constructions continues en bordure) ou sur courette situées face à la direction des vents de pluie mais protégées par des constructions placées en vis-à-vis et situées au plus à 30 m. Dans ce cas, une partie est considérée comme abritée sur une hauteur égale à la construction placée en vis-à-vis.

Donc :

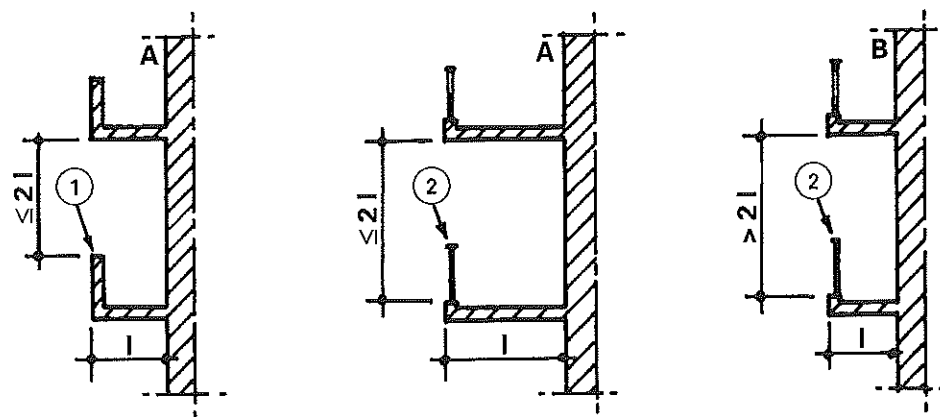
- à plus de 30 m d'un bâtiment, il n'y a plus de façade abritée, même en partie ;
- la partie de façade abritée du bâtiment **A** correspond à la hauteur du bâtiment « sous le vent de pluie » **B** si la hauteur du bâtiment **B** est  $\leq 28$  m ou a une hauteur de 28 m dans le cas contraire.
- 4° cas : façades ou parties de façades situées face à la direction des vents de pluie mais protégées de ceux-ci par des reliefs naturels à condition que leur pérennité soit assurée et que les conditions de distance ou de hauteur définies dans le 3° cas soient respectées.



- 5° cas : cas particulier : façades comportant des balcons continus ou des loggias.

Ce cas ne peut s'appliquer :

- en front de mer ;
- à plus de 18 m de hauteur dans les autres cas.



- ① Garde-corps plein
- ② Garde-corps ajouré
- A = Façades abritées
- B = Façades non abritées

#### b) Façades non abritées

Tous les autres cas ne pouvant satisfaire aux conditions précédentes sont réputées non abritées.

Nota :

Les façades abritées situées à plus de 28 m au-dessus du sol sont tout à fait exceptionnelles et doivent être justifiées.





## 2/1.4.3

# Le mur manteau – Nouvelle conception hygrothermique du mur dans sa fonction paroi

---

### I – GÉNÉRALITÉS – PRÉSENTATION

(Éléments extraits d'une étude effectuée par le CSTB en 1994 – Cahiers 2719-2796.)

#### A. Définition

Le mur manteau correspond à une conception nouvelle des murs extérieurs des bâtiments neufs.

Cette conception résulte de la généralisation des techniques d'isolation par l'extérieur qui continuent d'être utilisées pour les bâtiments anciens en réhabilitation « thermique ».

La liste des procédés d'isolation par l'extérieur s'accroît d'année en année. Ces procédés, qui relèvent de la procédure d'Avis Techniques (groupe spécialisé n° 7), doivent être réalisés selon des conditions de mise en œuvre précises.

Le mur manteau assure en dehors de l'isolation thermique (exigence d'ordre réglementaire), une protection efficace et durable contre les principaux agents extérieurs qui dégradent les maçonneries et les revêtements (principalement les enduits à base de liants hydrauliques). Ces techniques qui permettent de réaliser une isolation thermique continue sans « ponts » ou discontinuités, présentent des avantages complémentaires non négligeables :

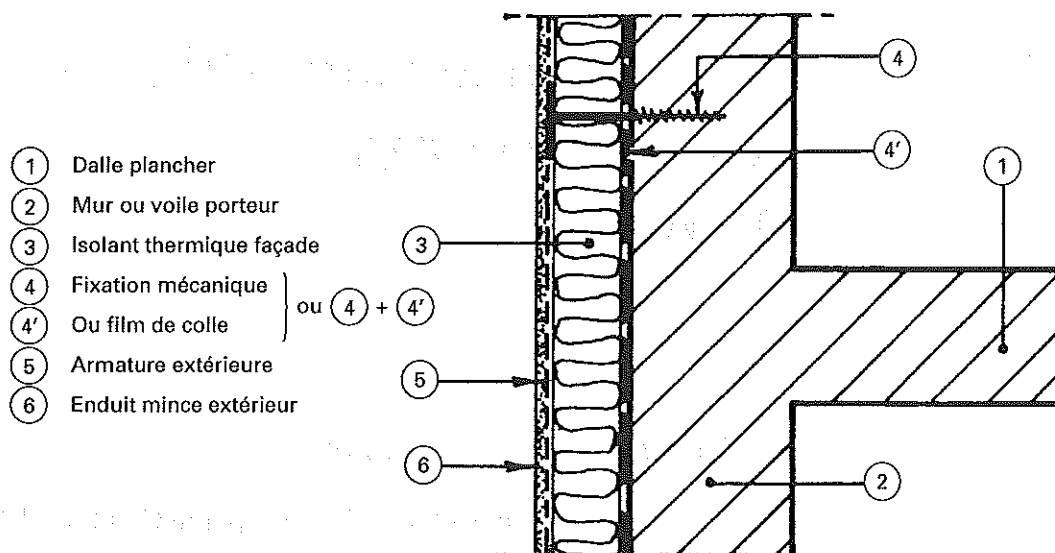
- amélioration du confort d'été ;
- gains de surface intérieure.

#### B. Historique

La dénomination nouvelle de « mur manteau » est apparue en 1990 afin de signifier que les techniques d'isolation thermique par l'extérieur des façades apportait plus que l'exigence d'isolation.

La conception thermique de l'enveloppe du bâtiment prise globalement a progressé vis-à-vis des risques et agressions climatiques et autres :

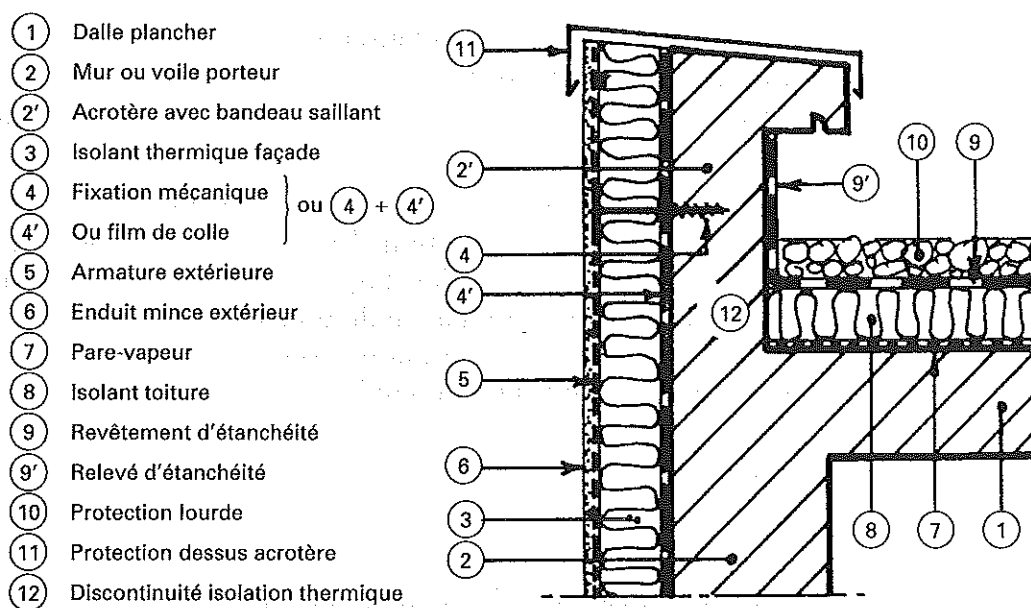
– pour les façades : avec le mur manteau :



**Conception du mur manteau  
(enveloppe isolante extérieure)**

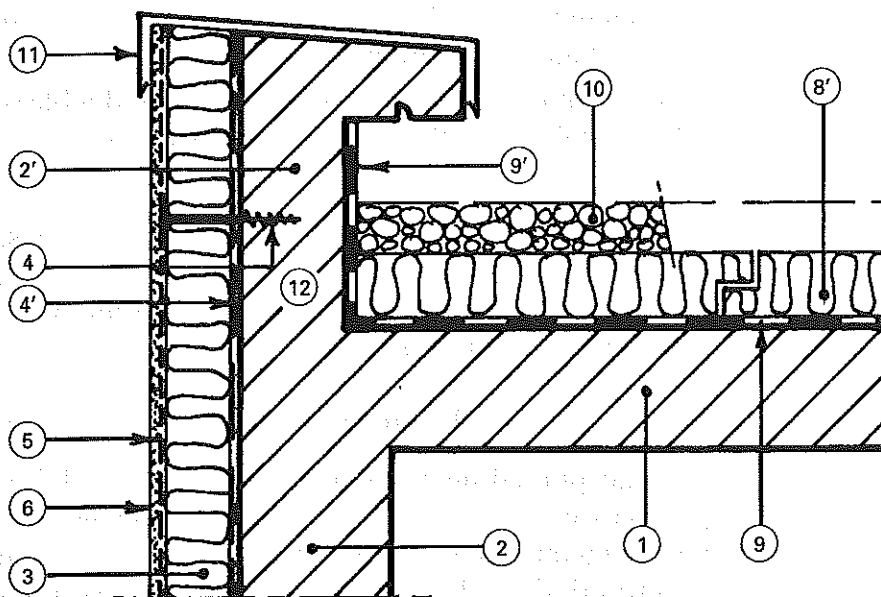
– pour les toitures, et en particulier pour les toitures plates, par la mise en place de l'isolant à l'extérieur de la structure porteuse :

- soit sous le revêtement d'étanchéité (solution traditionnelle – codifiée) ;



**Raccordement mur manteau  
avec toiture-terrasse traditionnelle**

- soit sur le revêtement d'étanchéité (solution toiture « inversée » ou « à isolation inversée »).



**Raccordement mur manteau avec toiture-terrasse à isolation inversée**

- |                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| ① Dalle plancher                  | ⑥ Enduit mince extérieur            |
| ② Mur ou voile porteur            | ⑧' Isolation inversée               |
| ②' Acrotère avec bandeau saillant | ⑨ Revêtement d'étanchéité           |
| ③ Isolant thermique façade        | ⑨' Relevé d'étanchéité              |
| ④ Fixation mécanique              | ⑫ Discontinuité isolation thermique |
| ④' Ou film de colle               |                                     |
| ⑤ Armature extérieure             |                                     |
- ou ④ + ④'

Cette seconde disposition, plus homogène avec la technique « façade » reste encore du domaine des techniques non courantes relevant de la procédure des Avis Techniques (ATec).

Toutefois, le « pont thermique » résultant de l'acrotère existe dans les deux cas traités.

### C. Techniques utilisées – Classification

Les systèmes de mur manteau se répartissent selon les familles suivantes :

- enduits minces sur isolant (non traditionnel) ;
- enduits hydrauliques sur isolant (non traditionnel) ;
- bardages rapportés : les systèmes traditionnels utilisent des matériaux courants généralement posés en couverture (ardoises, bardeaux, tuiles, etc.). Certains systèmes non traditionnels utilisent des matériaux spécialement conçus et fabriqués pour cette utilisation :

- vêtements (non traditionnel) ;
- vêtages (non traditionnel) : peuvent ou non comporter une isolation thermique. Ne sont considérés ici que ceux qui comprennent un isolant.
- revêtements attachés en pierre mince (système traditionnel, avec ou sans isolant) : même remarque que ci-dessus ;
- contre-murs extérieurs en briques ou mur double selon la définition du DTU 20.1. L'isolant est placé entre les deux parois.

Nota :

Les techniques de *mur semi-rideau* (cf. partie 3) faisant appel à un gros œuvre lourd (béton banché) avec isolation extérieure et lame d'air, peuvent être assimilées aux murs manteaux dans la mesure où elles présentent les mêmes fonctions et les mêmes avantages.

#### **D. Incidence sur les surfaces au sol – Définitions**

La conception d'un mur manteau permet de réduire les épaisseurs totales des parois extérieures tout en respectant les exigences d'isolation thermique. Ceci résulte du fait que les parois porteuses en maçonnerie doivent respecter, selon les prescriptions du DTU 20.1, des épaisseurs minimales résultant du risque de pénétration de l'eau de pluie dans le cas d'un mur de conception traditionnelle où le doublage isolant est placé sur la face intérieure de la paroi. L'autre parement est exposé aux intempéries, subit les chocs thermiques qui entraînent les fissurations des revêtements (enduits) ou des constituants du mur (blocs, briques, voiles béton). Dans le cas du mur manteau protégé par l'isolant thermique des variations de température, les chocs thermiques ne peuvent se répercuter que sur la peau de surface du revêtement de protection de l'isolant qui est conçu pour cette exposition.

On retrouve le mur de type IV du DTU 20.1 pour lequel les règles d'épaisseur minimale établies pour les murs de types I, II (a ou b) et III ne s'appliquent pas.

Cette diminution de l'épaisseur totale de la paroi entraîne des incidences sur l'emprise au sol de la construction et les surfaces utilisables.

On retrouvera ci-après les définitions de ces surfaces caractéristiques.

Le paragraphe III déterminera l'importance et les gains de surfaces au stade du projet de construction.

#### **1. Surface habitable (d'après l'article R.111.2 du Code de la construction et de l'habitation)**

« La surface et le volume habitables d'un logement doivent être de 14 m<sup>2</sup> et de 33 m<sup>3</sup> au moins par habitant prévu lors de l'établissement du programme de construction, pour les quatre premiers habitants, et de 10 m<sup>2</sup> et de 23 m<sup>3</sup> au moins par habitant supplémentaire au-delà du quatrième. »

« La surface habitable d'un logement est la surface de plancher construite après déduction des surfaces occupées par les murs, cloisons, marches et cages d'escalier, gaines et ébrasements de portes et de fenêtres.

Le volume habitable correspond au total des surfaces habitables ainsi définies par les hauteurs sous plafond. »

« Il n'est pas tenu compte des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R.111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre. »

## 2. Surface hors œuvre brute (SHOB)

D'après la circulaire n° 90-80 du 12 novembre 1990 (BOMEL 90/34). D'après le 1<sup>er</sup> alinéa de l'article R.112.2 du Code de l'urbanisme :

« La surface hors œuvre brute d'une construction est égale à la somme des surfaces de plancher de chaque niveau de la construction. »

### a) *Eléments constitutifs de la SHOB*

La surface d'un plancher d'un niveau se calcule hors œuvre, c'est-à-dire au nu extérieur des murs de pourtour.

Elle doit donc être mesurée de manière à prendre en compte d'une part l'épaisseur de tous les murs (extérieurs et intérieurs, porteurs ou constituant de simples cloisonnements) et, d'autre part, tous les prolongements extérieurs d'un niveau, tels que balcons, loggias, coursives.

Sont constitutifs de la SHOB les niveaux suivants :

- les rez-de-chaussée de tous les étages (y compris ceux des constructions non fermées de murs telles que des hangars, par exemple) ;
- tous les niveaux intermédiaires (mezzanines, galeries...) ;
- les combles et les sous-sols, aménageables ou non ;
- les toitures-terrasses, accessibles ou non.

### b) *Eléments non constitutifs de la SHOB*

Sont à exclure de la SHOB :

- les constructions ne formant pas de plancher (pylônes, canalisations, certains ouvrages de stockage tels que citernes, silos) de même que les auvents constituant seulement des avancées de toiture devant une baie ou une façade ;
- les terrasses non couvertes, de plain-pied avec le rez-de-chaussée ;
- les éléments de modénature tels qu'acrotères, bandeaux, corniches, marquises ;
- tous les vides qui, par définition, ne constituent pas de surface de plancher (trémies d'escalier, d'ascenseurs ou de monte-charge) dès lors que les

justifications nécessaires figurent dans la demande d'autorisation ou sont produites dans un délai compatible avec celui prévu pour son instruction.

Ne constituent pas davantage des surfaces de plancher, les marches d'escalier, les cabines d'ascenseur et les rampes d'accès. En revanche, constitue la SHOB, la partie du niveau inférieur servant d'emprise à un escalier, à une rampe d'accès ou la partie du niveau inférieur auquel s'arrête la trémie d'un ascenseur.

### 3. Surface hors œuvre nette (SHON) – Définition

Selon la circulaire n° 90-80 (cf. SHOB) et les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> alinéas de l'article R.112.2 du Code de l'urbanisme, la surface hors œuvre nette s'obtient en déduisant de la surface hors œuvre brute un certain nombre d'éléments de surface.

#### *a) Déductions relatives aux sous-sols et aux combles des constructions*

« Sont déduites les surfaces de plancher hors œuvre des combles et des sous-sols non aménageables pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial. »

Sont considérées comme non aménageables, les surfaces de plancher situées en combles ou en sous-sols qui correspondent à des hauteurs sous toiture ou sous plafond inférieures à 1,80 mètre.

Ne seront pas comptés non plus certains locaux en combles ou en sous-sols qui ne sont pas aménageables en raison de l'usage qui en est fait :

- locaux techniques affectés au fonctionnement de l'immeuble (chaufferies, systèmes d'air conditionné, machineries d'ascenseurs...) ;
- caves individuelles en sous-sols des constructions à usage d'habitation.

En revanche, est considéré comme étant aménageable tout local en comble ou en sous-sol où peut s'exercer une activité quelconque (buanderies, celliers, ateliers...).

Peuvent être considérées comme « non aménageables » les surfaces de certains locaux en combles ou en sous-sols même si leur hauteur excède 1,80 mètre :

- soit en raison de leur impossibilité à supporter des charges liées à des usages d'habitation ou d'activité ;
- soit en raison de l'encombrement de la charpente (cas des combles).

#### *b) Déductions relatives aux toitures-terrasses, balcons, loggias et surfaces non closes des rez-de-chaussée*

- toitures-terrasses ;
- balcons qui constituent des surfaces non couvertes situées en saillie de la construction ainsi que loggias dont la surface est située à l'intérieur du gros œuvre mais qui, bien que couvertes, ne sont pas closes ou « hors pair » ;
- surfaces non closes situées au rez-de-chaussée.

*c) Déductions relatives à certains bâtiments des exploitations agricoles*

« Sont déduites les surfaces de plancher hors œuvre des bâtiments affectés au logement des récoltes, des animaux ou du matériel agricole ainsi que les serres de production. »

*d) Déduction forfaitaire relative à l'isolation des locaux à usage d'habitation*

« Est déduite une surface égale à 5 % des surfaces hors œuvre affectées à l'habitation telles qu'elles résultent, le cas échéant, de l'application des alinéas a), b) et c) ci-dessus. »

Cette déduction ne s'applique qu'aux surfaces de plancher affectées à l'habitation. Elle est réputée compenser la surface brute de plancher consommée par les matériaux d'isolation thermique et acoustique. Elle est fixée forfaitairement à 5 % de ces surfaces préalablement réduites des surfaces mentionnées en a), b) et d) ci-dessus.

*e) Déduction spécifique aux opérations de réception d'immeubles à usage d'habitation*

« Sont également déduites de la surface hors œuvre dans le cas de la réfection d'un immeuble à usage d'habitation et dans la limite de 5 m<sup>2</sup> par logement, les surfaces de plancher affectées à la réalisation de travaux tendant à l'amélioration de l'hygiène des locaux et celles résultant de la fermeture des balcons, loggias et surfaces non closes situées en rez-de-chaussée. »

Elle sert à calculer notamment le COS (coefficient d'occupation du sol) et les taxes d'urbanisme (taxe locale d'équipement).

Son calcul fait intervenir une réduction de 5 % pour compenser l'emprise de l'isolation et s'appuie sur le calcul de la SHOB qui, lui-même, exclut les éléments et les vides qui ne constituent pas surface de plancher. Sur ces deux derniers points, il convient d'apprécier selon les systèmes et le projet considérés, les déductions à prendre en compte.

**4. POS – COS – PLD***a) COS : coefficient d'occupation du sol*

C'est l'élément d'appréciation ou de mesure des droits ou possibilités de construction associés à la disposition d'une certaine surface au sol. Le COS fixe la densité maximale de construction susceptible d'être édifiée sur un même terrain.

Les plans d'occupation des sols (POS) peuvent fixer pour chaque zone ou partie de zone un ou plusieurs COS qui déterminent éventuellement pour chaque nature de construction la densité de construction admise. Le COS a pour objet la détermination de la surface maximale de plancher constructible.

Le COS appliqué à la superficie du terrain fixe une surface maximale de plancher hors œuvre nette (SHON) susceptible d'être édifiée sous réserve des autres règles du POS et des servitudes grevant l'utilisation des sols.

*Exemple* : terrain de 1 000 m<sup>2</sup> de superficie ; COS de 0,30 ; SHON = 300 m<sup>2</sup>.

Le COS peut être dépassé dans les limites fixées par les règles d'urbanisme édictées par les POS, sous certaines conditions des normes de construction différentes de celles qui résultent de l'application du COS (cf. Code de l'urbanisme, article R.123.32 partiel) :

- pour des raisons d'architecture ou d'urbanisme ;
- pour renforcer la capacité des équipements collectifs ;
- dans le but de protéger des zones naturelles.

Le dépassement du COS entraîne une participation pour surdensité perçue au profit de la commune.

#### *b) POS : plan d'occupation des sols*

Ce règlement fixe les règles générales et les servitudes d'utilisation des sols. C'est la commune qui a désormais l'entière responsabilité de l'initiative et de la conduite de l'élaboration du POS. Aucune commune n'est tenue d'avoir un POS mais des mesures incitatives tendent à susciter aux maires la nécessité de faire établir ce règlement.

Les communes dépourvues de POS sont en principe frappées d'inconstructibilité en dehors des zones déjà urbanisées.

L'exercice des compétences locales en matière d'urbanisme et de permis de construire est subordonné à l'existence d'un POS.

Le POS est constitué d'un ou plusieurs documents graphiques et d'un règlement. Il est accompagné d'un rapport de présentation et d'annexes.

Le règlement fixe les règles applicables aux terrains compris dans les diverses zones du territoire couvert par le plan. Il peut fixer le ou les COS de chaque zone ou partie de zone et les conditions dans lesquelles ces coefficients peuvent être éventuellement dépassés.

Il fixe notamment les règles pour :

- l'implantation des constructions par rapport aux voies et emprises publiques ;
- l'implantation des constructions par rapport aux limites séparatives ;
- l'implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur une même propriété ;
- l'emprise du sol.

#### *c) PLD : plafond légal de densité*

Cette limite a été instituée en 1975 mais, depuis 1987, le PLD est facultatif. Son maintien sur le territoire des communes est laissé à la seule décision de ces dernières.

La densité de construction est définie comme le rapport entre la surface de plancher d'une construction et la surface de terrain sur laquelle cette construction est ou doit être implantée.



Depuis le 8 juillet 1977, la surface prise en compte est la SHON. Le PLD ou limite de densité peut être instauré par délibération du conseil municipal.

Cette limite ne peut être inférieure à 1 (1,5 pour la ville de Paris). Le PLD n'existe pas automatiquement mais seulement si la décision est prise au plan local.

Intervention des autres règles d'urbanisme :

- le terrain doit être considéré nu de construction et libre d'occupation ;
- il doit être apprécié en fonction d'une constructibilité limitée au PLD et non pas d'une constructibilité autorisée par le COS s'il en existe un.

Le PLD a un caractère financier.

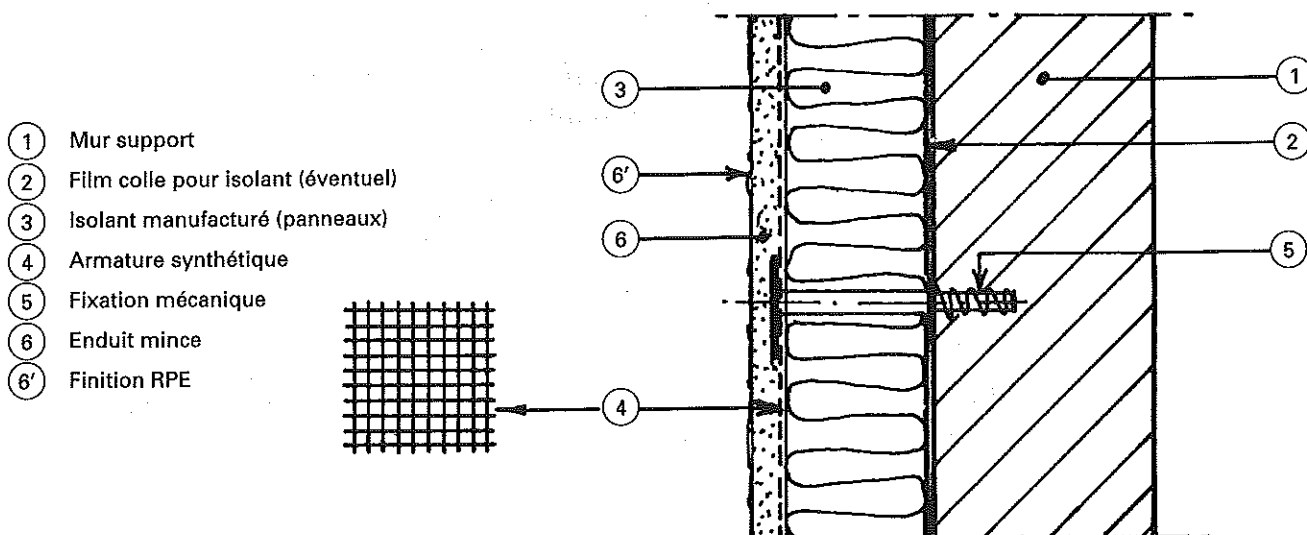
Le COS a un caractère technique.

- si  $COS > PLD$  : on peut bâtir dans la limite du COS en versant une participation pour dépassement du PLD ;
- si  $PLD > COS$  : on peut bâtir dans la limite du PLD avec participation pour surdensité en ce qui concerne la partie de la construction qui dépasse le COS ;
- si la densité dépasse le PLD et le COS, le versement d'une participation pour surdensité est dû jusqu'à concurrence de la densité à partir de laquelle doit être acquitté le versement lié au dépassement du PLD.

### E. Détail des techniques utilisées en mur manteau

#### 1. Enduits minces sur isolant

- Système non traditionnel (procédure d'Avis Technique) ;
- Enduit mince armé d'une armature synthétique (treillis de fibres de verre) appliqué sur un isolant.



Enduit mince sur isolant

*a) Fixation au mur maçonnerie de l'isolant*

- soit par collage au mortier-colle identique ou similaire au sous-enduit ;
- soit par fixation mécanique :
  - profilés en PVC ;
  - connecteurs plastiques vissés au support (vis à expansion).

Pour les isolants à base de laine de roche, le collage est complété par une fixation au moyen de chevilles plastiques.

Nota :

La fixation mécanique est préférable et plus fiable que le collage, notamment sur les voiles en béton banché à parement lisse.

*b) Isolant*

- Le plus courant : mousse plastique alvéolaire PSE (polystyrène expansé moulé) spécialement élaborée pour cet emploi spécifique (période de « mûrissement » après fabrication pour stabiliser les panneaux).

Plaques :  $L \leq 1,20 \text{ m} \pm 0,002$

$1 \leq 0,60 \text{ m} \pm 0,001$

$e \leq 0,12 \text{ m} \pm 0,0015$

Bombement  $\leq 0,003 \text{ m}$

(Tolérances plus resserrées en systèmes fixés mécaniquement.)

Classement au feu (réaction) : M1

Marquage ACERMI avec :

- date de fabrication ;
- niveaux ISOLE :  
 $I \geq 2 \quad S = 4 \quad O = 3 \quad L = 4 \quad E \geq 2$

- Pour certains systèmes : laine de roche.

Masse volumique =  $150 \text{ kg/m}^3$ .

*c) Sous-enduits sous forme de poudre à gâcher avec un liquide, ou de pâte à mélanger avec d'autres produits (ciment) ou pâte prête à l'emploi sans ciment*

Composition :

- résines vinyliques ou acryliques : 5 à 15 %
- ciment : 0 à 35 %
- charges et pigments : 90 à 50 %

*d) Armatures*

Treillis de fils en fibres de verre, tissés ou collés, protégés de l'action du ciment (alcali-réaction) et de l'eau par un enrobage.

Résistance minimale en traction (après trois mois en solution alcaline) :

- système collé =  $15 \text{ daN/cm}$  ;
- système fixé mécaniquement =  $25 \text{ daN/cm}$ .

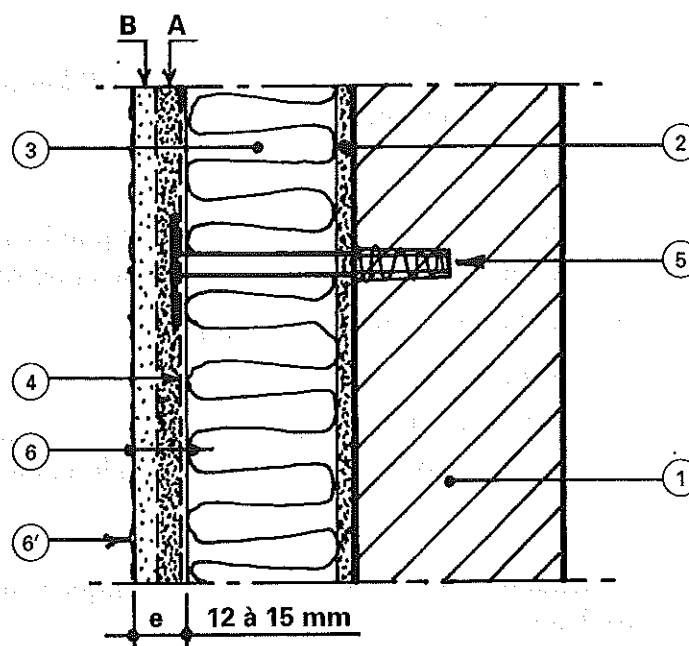
L'armature renforcée comporte un treillis de masse surfacique et de résistance en traction trois fois supérieure à celle des treillis courants. Utilisation en rez-de-chaussée pour une meilleure résistance aux chocs.

#### e) Finition

Revêtement plastique épais en pâte prête à l'emploi ou couche d'enduit recevant par projection des granulats fins de marbres.

### 2. Enduits hydrauliques sur isolant

- Système non traditionnel (procédure d'ATec) ;
- Constitution : un enduit monocouche ou bicouche appliqué sur isolant.



Enduit hydraulique sur isolant

- |                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| ① Mur support                        | ⑤ Fixation (cheville plastique) |
| ② Collage isolant pour mortier colle | ⑥ Enduit monocouche ou bicouche |
| ③ Isolant manufacturé (panneaux)     | ⑥' Finition (variable)          |
| ④ Armature métallique (ou autre)     |                                 |

#### a) Fixation au mur maçonnerie (de l'isolant)

- soit par collage au mortier-colle ;
- soit par fixation mécanique au moyen de chevilles plastiques (par expansion) en polyéthylène, polypropylène ou nylon (polyamide).

Tête ajourée (rondelle) = Ø 50 à 90 mm.

Tige de longueur variable en fonction de l'épaisseur de l'isolant et de la pénétration dans le support (30 à 40 mm).

Selon les systèmes, 7 à 20 fixations par m<sup>2</sup>.

Les systèmes collés comportent néanmoins des fixations mécaniques complémentaires.

#### *b) Isolant*

– PSE (polystyrène expansé moulé) :

en plaques : L = 1 à 1,20 m

l = 0,50 à 0,60 m

e = 0,03 à 0,12 m

Certification ACERMI avec marquage date de fabrication et niveaux ISOLE :

I ≥ 2 S = 4 O = 3 L = 4 E ≥ 2

– Laine de roche : masse volumique 150 kg/m<sup>3</sup>, mousse de polyuréthane ou fibragglo composite.

#### *c) Enduits*

– Enduit monocouche : sous forme de poudre à mélanger avec de l'eau à base de ciment CPA 55, de résine vinylique et de sables siliceux ou calcaires.

Application en deux passes rapprochées.

Épaisseur = 12 à 15 mm.

– Enduit bicouche : ne diffère que par le délai d'attente entre les deux couches qui est plus important que pour les enduits monocouches.

#### *d) Armatures*

– Armature métallique : treillis métallique soudé, galvanisé en plaques ou en rouleaux<sup>1)</sup> ;

– Armature souple : treillis en fibres de verre ou fibres mixtes verre/Kevlar, traité contre l'action des alcalis, et se présentant en rouleaux ;

– Fibres de verre : longues incorporées dans l'enduit (armatures en dispersion) ou fibres plus courtes utilisées conjointement dans certains systèmes comportant une armature.

#### *e) Finition*

– Brute de projection ou écrasée : épaisseur : 2 à 4 mm ; 10 mm dans le cas des panneaux composites ;

– Finition grattée : épaisseur : 8 à 14 mm ;

1) L'utilisation en plaques ou panneaux est préférable compte tenu de la faible épaisseur de l'enduit et de l'élasticité du treillis en rouleaux.

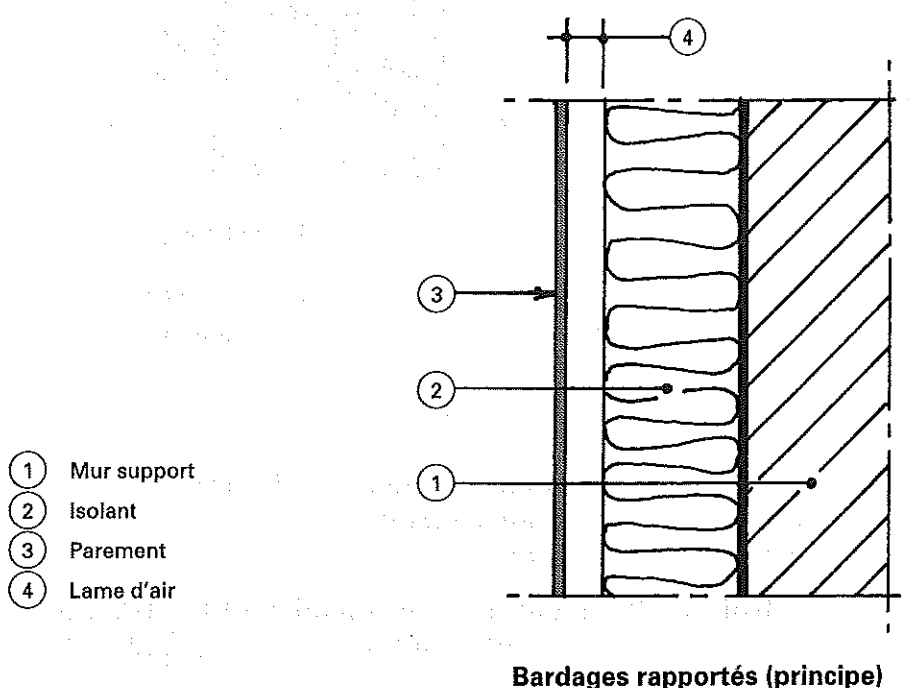
- Avec granulats projetés : épaisseur : de 4 à 12 mm ;
- Autres types de finition :
  - limousin, frotté, tyrolien :  $e = 3 \text{ mm}$  ;
  - enduit truelle :  $e = 7 \text{ mm}$  ;
  - enduit gratté :  $e = 10 \text{ mm}$ .

### 3. Bardages rapportés

Ces systèmes, considérés généralement comme traditionnels, comportent essentiellement :

- une ossature (bois ou métal) fixée au mur support ;
- un isolant dans le cas du mur manteau ;
- un parement par petits éléments ou grandes plaques.

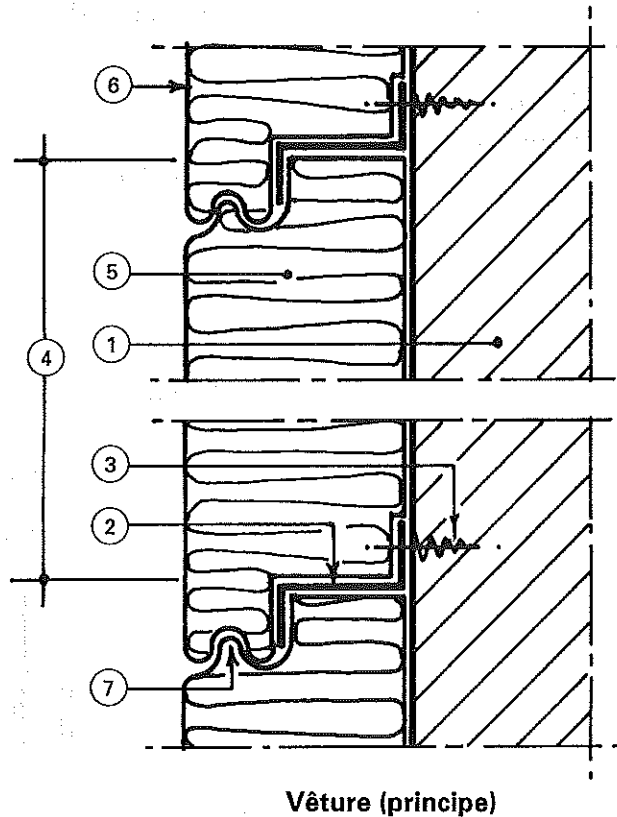
Ils sont traités en détail dans la partie 12 du présent ouvrage.



### 4. Vêtures<sup>1)</sup>

Les vêtures constituent des systèmes non traditionnels relevant de la procédure ATec (Avis Technique). Elles associent un système d'isolation par l'extérieur avec un parement sous forme de composants manufacturés.

1) Néologisme (origine CSTB).



Vêtture (principe)

- |                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| ① Paroi support                  | ⑤ Isolant manufacturé        |
| ② Equerre de fixation            | ⑥ Peau ou parement extérieur |
| ③ Fixation mécanique             | ⑦ Emboîtement des éléments   |
| ④ Module de l'élément de vêtture |                              |

– Fixation : mécanique au mur ou à la structure porteuse en principe sans ossature intermédiaire, au moyen de fixations traversantes (vis, chevilles) de pattes ou de profilés ;

– Isolant : PSE moulé (masse volumique 13 à 20 kg/m<sup>3</sup>) ou laine de roche de forte densité (90 à 150 kg/m<sup>3</sup>) ou mousse de polyuréthane ou polystyrène extrudé ;

– Peau extérieure :

- similaire à celle des bardages rapportés ;
- possibilité de réaliser des enduits ou mortiers hydrauliques directement sur isolant.

Cette peau peut être séparée de l'isolant, collée pour la manutention ou adhérente à l'isolant.

Les joints entre éléments sont généralement ouverts (dispositions spéciales pour assurer l'étanchéité à l'eau).

Lorsque la peau n'est pas perméable à la vapeur d'eau, des espaces d'air (sous forme de rainures, lames d'air...) en sous-face de la peau en communication

avec l'extérieur, sont prévus par les joints entre éléments. Les exigences thermiques tiennent compte des ponts thermiques (fixations) généralement négligeables.

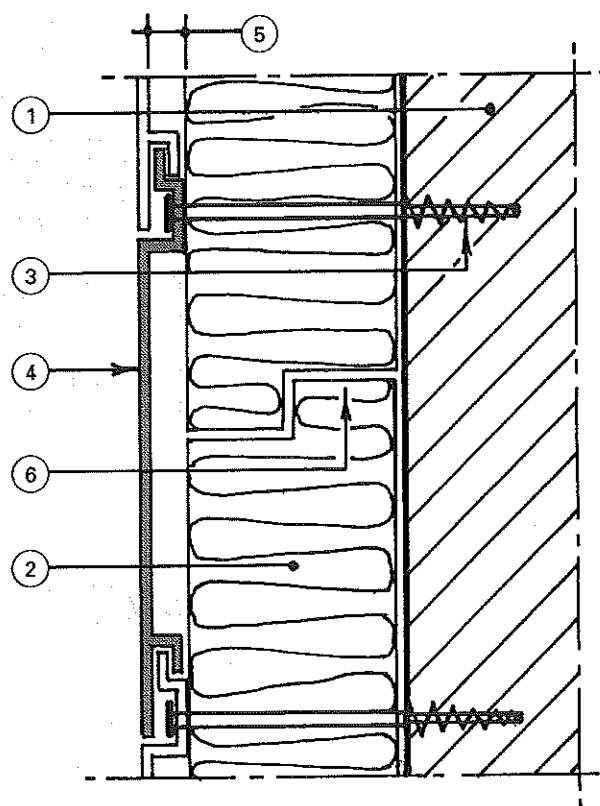
Les effets de dépression du vent sont faibles comparés à la résistance en pression du fait de l'appui de la peau sur l'isolant et les fixations. La mise en œuvre s'effectue à partir du bas, sans difficultés particulières (tenir compte, néanmoins, des accidents de façade : ouvertures, baies, appuis, etc.).

### 5. Vêtages<sup>1)</sup>

Systèmes non traditionnels relevant, comme les précédents, de la procédure d'ATec (sauf les bardages rapportés).

Un vêtage est un système d'étanchéité de façade consistant à fixer mécaniquement sur la face externe du mur des éléments manufacturés sans ossature lourde ni lame d'air ventilée.

C'est le cas des bardages rapportés (non traditionnels).



Vêtage pour mur manteau (principe)

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| ① Paroi-support                | ④ Élément modulé de vêtage          |
| ② Isolant éventuel en panneaux | ⑤ lame d'air                        |
| ③ Fixation mécanique           | ⑥ Emboîtement des panneaux isolants |

1) Même remarque que pour vêtture.

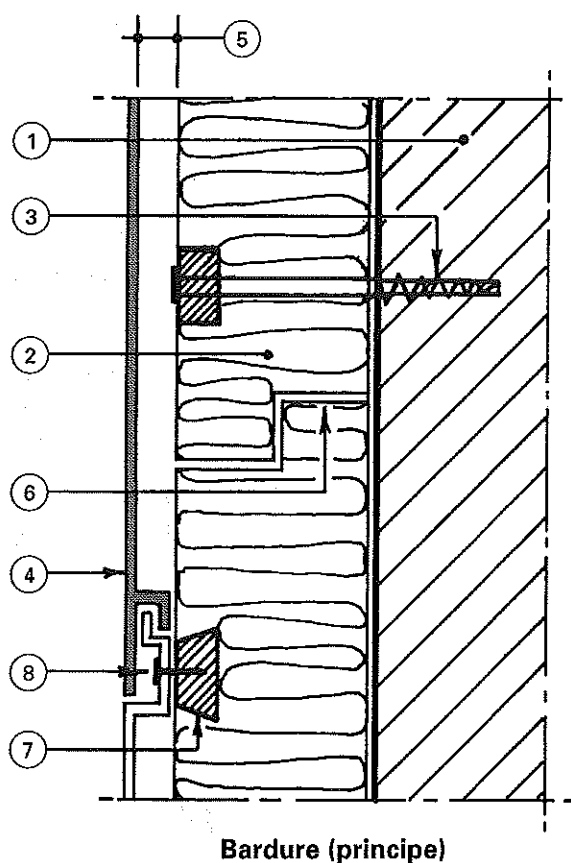
Les éléments sont constitués d'écailles, de dalles, plaques, bardeaux ou clins. Ils sont fixés soit directement au mur, soit au travers d'une isolation thermique constituée de panneaux ou plaques collés ou fixés mécaniquement (par vis chevillées avec rondelle de répartition dans les cas courants).

La fixation de l'isolant ne constitue généralement qu'un maintien provisoire en cours de montage. C'est la fixation du vêtage qui assure la fixation définitive.

L'isolant utilisé est de type rigide (résistance en compression nécessaire) non hydrophile<sup>1)</sup> et classé M1 et M0 en réaction au feu.

La mise en œuvre nécessite un soin particulier pour assurer une bonne planéité de la face externe de l'isolant et un alignement correct des éléments. Les vêtages visés dans le cas du mur manteau comportent une isolation thermique préalable.

Le système « bardure » diffère du système « vêtage » en ce qui concerne la fixation de l'isolant et celle de la peau extérieure (procédure d'ATec).



**Bardure (principe)**

- |  |  |
|--|--|
| ① Paroi-support                        | ⑤ lame d'air                             |
| ② Isolant manufacturé en panneaux      | ⑥ Emboîtement des éléments               |
| ③ Fixation isolant sur support         | ⑦ Renfort d'isolant                      |
| ④ Élément de bardure (peau extérieure) | ⑧ Fixation mécanique bardure sur isolant |

1) Critère d'hydrophilie défini par l'annexe 2 du DTU 20.1 (essai et interprétation).



### 6. Revêtements attachés en pierre mince

Système traditionnel défini par le DTU 55.2 qui peut comporter ou non un isolant fixé sur le mur support.

Le cas du mur manteau comporte nécessairement cet isolant.

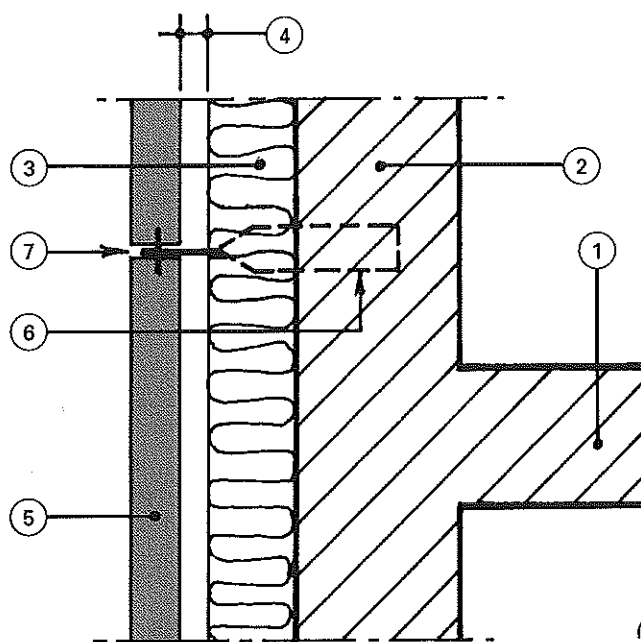
Le revêtement est constitué de pierres minces posées sur pattes ou attaches avec ergot.

Ces pierres sont généralement portées et posées à joints ouverts.

Les revêtements peuvent être autoporteurs (épaisseur 0,07 m et pose sur assise) avec joints garnis au mortier de ciment. Les pattes sont scellées ou chevillées au support.

L'isolant thermique est généralement réalisé par des panneaux rigides ou semi-rigides non hydrophiles de laine minérale.

Une lame d'air de 0,02 m d'épaisseur minimale est ménagée entre l'isolant et la pierre.



(D'après DTU 55.2)

**Revêtement attaché en pierre mince**

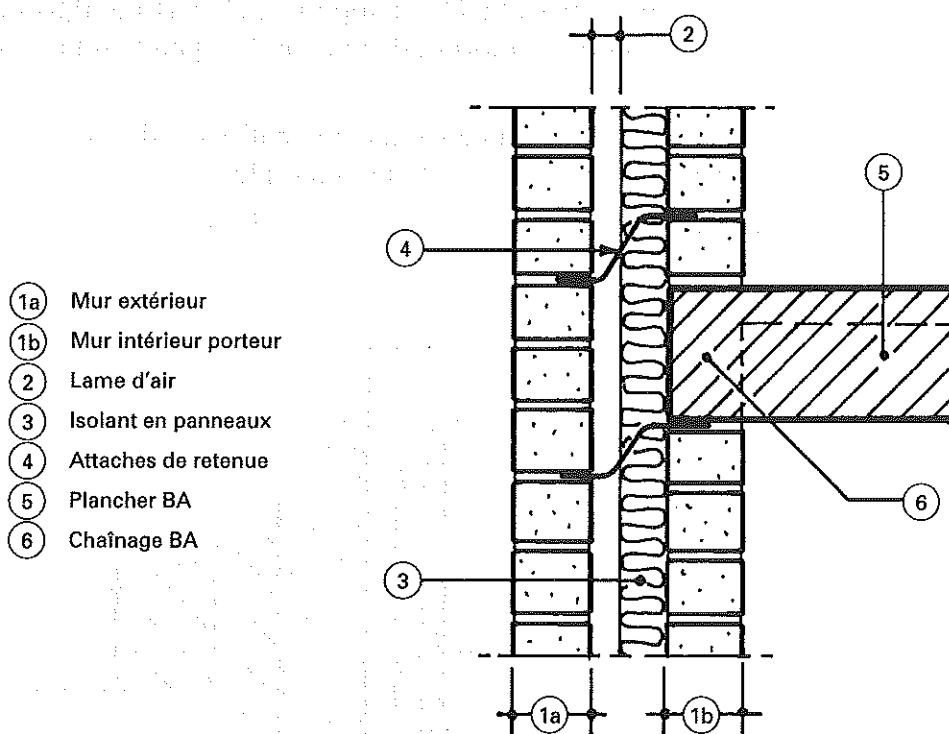
- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| ① Dalle plancher                    | ⑤ Revêtement pierre dure |
| ② Mur support                       | ⑥ Attaches spéciales     |
| ③ Isolant manufacturé (panneaux)    | ⑦ Joint ouvert           |
| ④ Lame d'air coupure de capillarité |                          |

## 7. Contre-murs extérieurs en briques

Ce système traditionnel est en fait la conception du mur double définie par le DTU 20.1.

Il comporte deux parois généralement en briques pleines (ou en blocs apparents) séparés par une lame d'air continue et un isolant placé contre la paroi interne (sur son parement extérieur).

Cet isolant est généralement constitué de panneaux rigides de laine minérale.



Contre-mur extérieur en briques  
(mur à double paroi mur manteau)

## II – CONCEPTION – EXIGENCES

### A. Règles constructives relatives au gros œuvre

Le gros œuvre considéré ici correspond à des ouvrages en maçonnerie, ce terme étant pris dans son sens général, c'est-à-dire :

- les maçonneries d'éléments (briques, blocs...) ;
- les maçonneries coulées en place (voiles en béton banché armé) ;
- les structures béton armé à ossatures et remplissages en maçonneries d'éléments.

## 1. Maçonneries d'éléments

Le texte de référence est le DTU 20.1 « Parois et murs en maçonnerie de petits éléments ».

Les dispositions essentielles de ce type de parois verticales sont données dans la partie 2 du présent ouvrage.

*a) Règles concernant l'épaisseur minimale brute des maçonneries d'éléments destinés à recevoir un système d'isolation par l'extérieur*

Ces règles concernent :

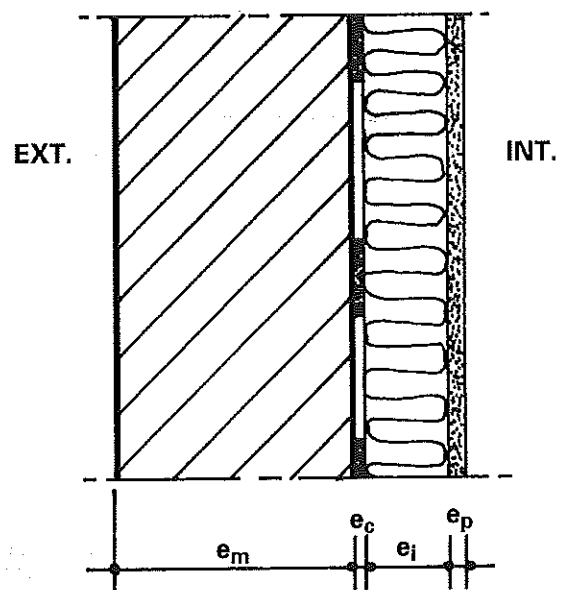
- le calcul (contraintes) ;
- et l'élancement.

Elles limitent l'épaisseur aux valeurs suivantes :

- $e \geq 0,15$  m pour les murs porteurs.
- $e \geq 0,10$  m pour les maçonneries de remplissage.

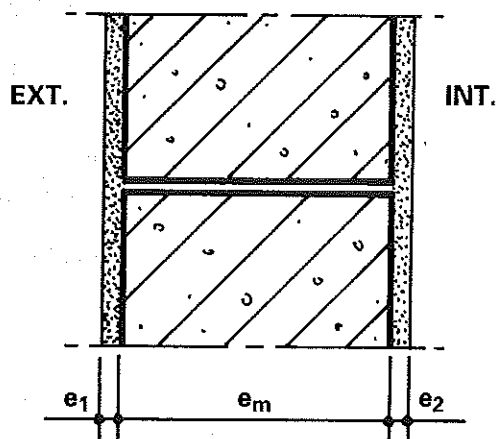
### EPAISSEURS COURANTES D'UN MUR TRADITIONNEL

1<sup>er</sup> cas : isolation pour l'extérieur



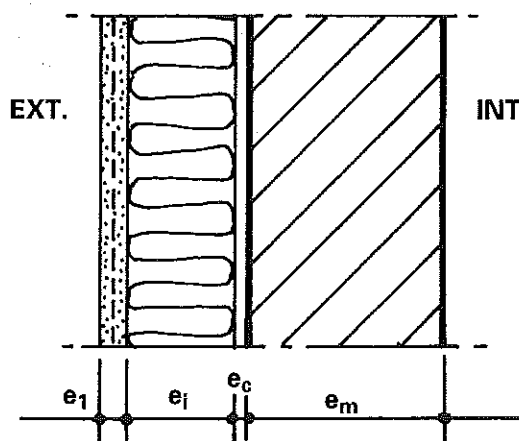
Maçonnerie	$e_m$ = 150 à 220 mm béton banché 200 mm maçonnerie à 220 mm (et plus) selon nature maçonnerie
Colle	$e_c$ = 2 à 5 mm
Isolant	$e_i$ = 40 à 100 mm
Parement plâtre	$e_p$ = 10 mm
	Total min. $\geq 200$ mm (béton banché) $\geq 250$ mm (maçonnerie)

**2° cas : mur à isolation répartie  
(béton cellulaire ou brique  
multi-alvéolaire)**



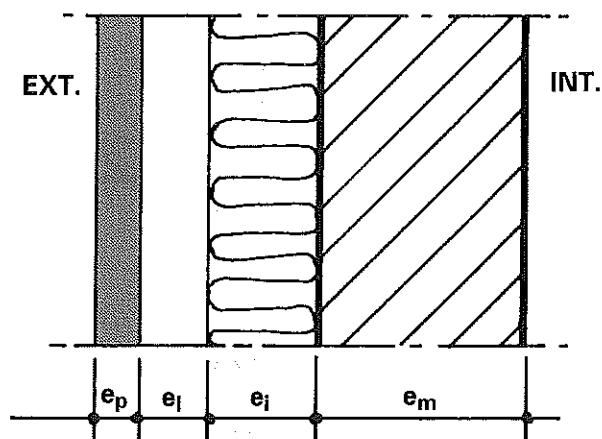
Maçonnerie	$e_m$	= 300 mm min. en béton cellulaire 375 mm en blocs de terre cuite
Enduit extérieur	$e_1$	= 20 mm
Enduit intérieur	$e_2$	= 10 mm
Total min. ≥ 330 mm béton cellulaire ≥ 400 mm blocs perforés terre cuite		

**3° cas : mur manteau  
solution enduit sur isolant**



Maçonnerie	$e_m$	= 120 mm béton banché 160 mm maçonnerie porteuse enduite intérieurement 110 mm maçonnerie de remplissage enduite intérieurement
Enduit extérieur armé	$e_1$	= 5 mm enduit mince 15 à 25 mm hydraulique variable Vêture, vêtage ou bardage
Isolant	$e_i$	= 20 à 120 mm selon exigences
Colle	$e_c$	= 2 à 5 mm
Total min. : 140 mm.		

**4° cas : Mur manteau**  
**Revêtement extérieur**  
 avec lame d'air (bardage,  
 revêtement pierre attachée,  
 façade légère devant paroi  
 lourde, contre-mur briques)



Maçonnerie	$e_m$ = voir 3° cas
Isolant	$e_i$ = selon exigences
Lame d'air	$e_l$ = 20 à 60 mm
Peau extérieure	$e_p$ = variables (voir détails)

**Détail  $e_p$**

- Bardage = 5 à 30 mm
- Pierre = 20 à 30 mm
- Façade légère = 30 à 50 mm
- Brique perforée = 100 à 110 mm

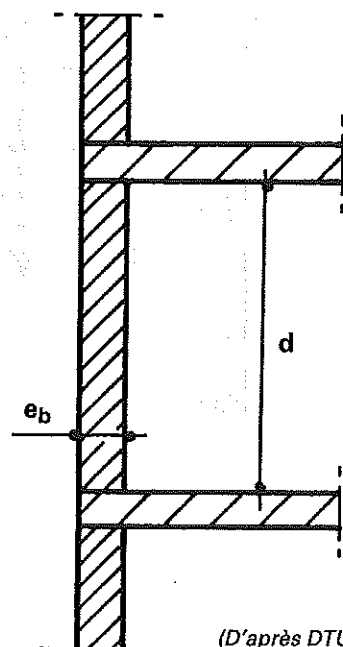
**b) Conditions d'application**

Les matériaux employés doivent être conformes aux normes les concernant et mis en œuvre traditionnellement (joints horizontaux et verticaux) conformément aux prescriptions du DTU 20.1.

Pour les maçonneries enduites, les enduits hydrauliques sont :

- soit traditionnels et conformes au DTU 26.1 ;
- soit non traditionnels et ayant fait l'objet d'un certificat CSTB concluant à l'identité de fonction d'imperméabilité avec l'enduit (DTU 26.1).

Les règles d'élancement maximal fixées par le DTU 20.1 sont satisfaites (valeur limite 20).



(D'après DTU 20.1)

Elancement $\lambda$	Coefficient de majoration
16	1,07
17	1,13
18	1,20
19	1,27
20	1,33

### Elancement des parois verticales porteuses

Définition de l'élancement :

$$\lambda = \frac{d_{(m)}}{e_{b(m)}} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} d = \text{distance verticale prise entre deux planchers (en mètres)} \\ e_b = \text{épaisseur brute du mur porteur (en mètres)} \end{array}$$

Règle :

Pas de minoration de la contrainte admissible du mur pour  $\lambda \leq 15$ .

Valeurs majorées pour  $\lambda$  compris entre 15 et 20 (cf. tableau).

Au-delà de 20, l'élancement doit être justifié expérimentalement.

Ces règles s'appliquent :

- à la maçonnerie ;
- et aux éléments de béton armé incorporés (chaînages, linteaux).

#### c) Prescriptions particulières aux maçonneries porteuses

Les systèmes de mur manteau résultant de l'étude CSTB sont estimés aptes à ponter la jonction entre maçonnerie et chaînage sans risque supplémentaire de fissuration.

« Dans le cas où la maçonnerie est enduite préalablement à l'application d'un système d'isolation par l'extérieur, la protection apportée par celui-ci permet d'envisager l'absence de disposition complémentaire à la jonction maçonnerie chaînage ou linteau. »

#### d) Prescriptions particulières aux maçonneries de remplissage

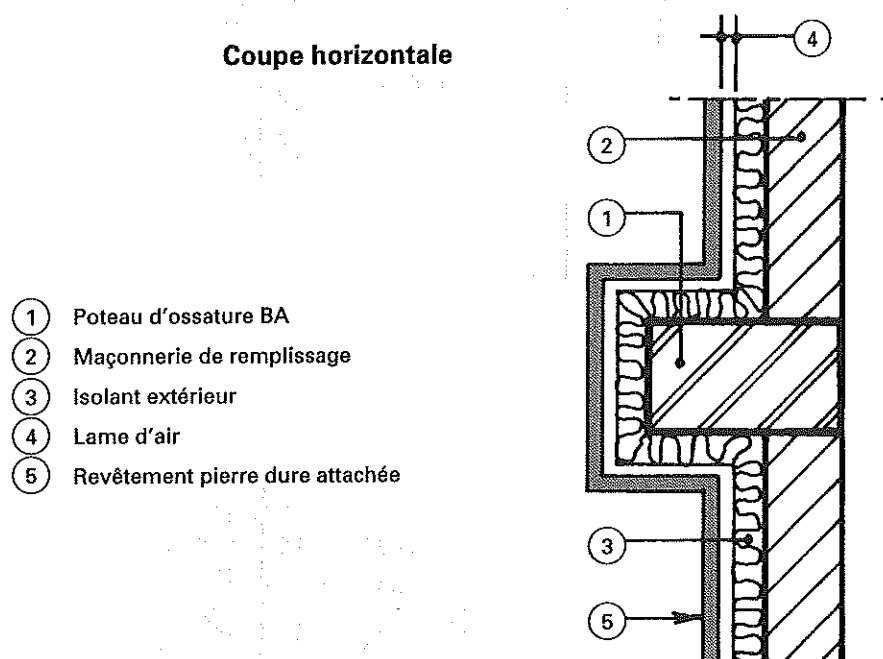
« La fonction de chaînage des maçonneries est assurée par l'ossature. » « Cela implique que les armatures longitudinales des poutres aient une section au

moins égale à celle prescrite par les règles de calcul du DTU 20.1 pour les chaînages horizontaux (cf. article 2.112 du DTU). »

« Aucune disposition n'est à prévoir à l'extérieur de la paroi lorsque la maçonnerie et les chaînages sont au même nu extérieur car l'ensemble est revêtu par le système. »

*e) Cas particulier : éléments d'ossature en saillie*

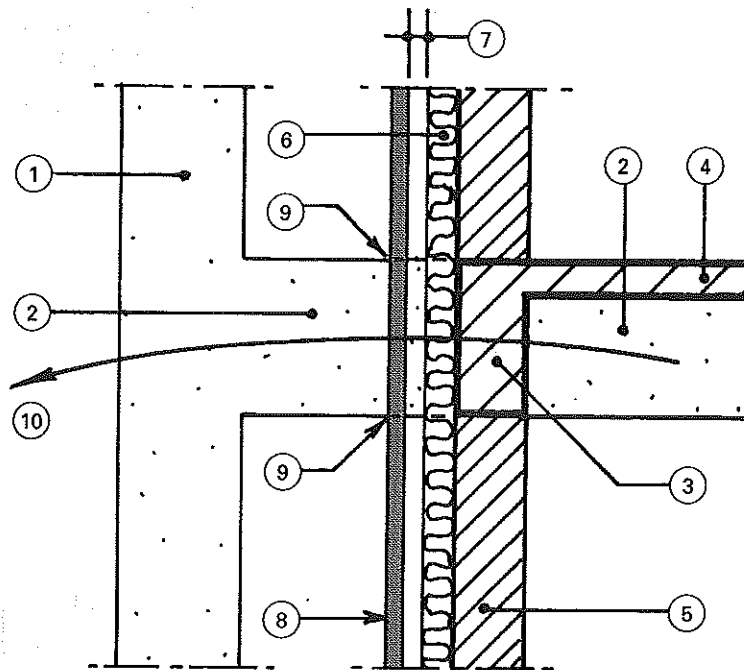
– 1<sup>er</sup> cas : le système d'isolation est continu à l'extérieur de l'ossature saillante et il n'y a pas d'autre dispositif.



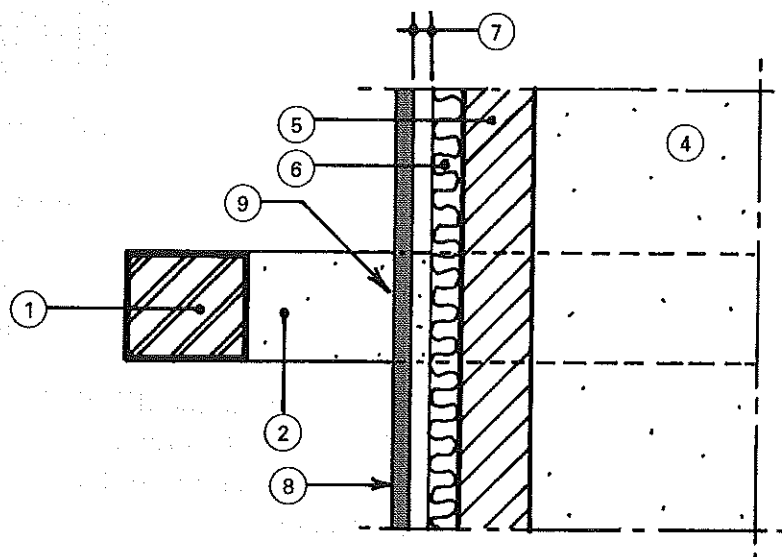
**1<sup>er</sup> cas : système d'isolation continu**  
**Disposition correcte**

– 2<sup>e</sup> cas (à déconseiller) : le système d'isolation est interrompu au droit de l'ossature saillante, et il y a lieu de prévoir :

- des dispositions d'étanchéité au raccordement ;
- des armatures supplémentaires dans l'ossature du fait des sollicitations thermiques différentielles entre la partie isolée et celle qui ne l'est pas.



Coupe verticale



Coupe horizontale

**2<sup>e</sup> cas : système d'isolation discontinu (disposition déconseillée)**

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| ① Poteau ossature extérieure | ⑥ Isolation extérieure            |
| ② Poutre ossature extérieure | ⑦ Lame d'air                      |
| ③ Poutre ossature façade     | ⑧ Revêtement pierre dure attachée |
| ④ Dalle plancher             | ⑨ Problèmes d'étanchéité          |
| ⑤ Maçonnerie de remplissage  | ⑩ Perte de flux thermique         |



## 2. Murs en béton banché

– Les dispositions des règles de calcul du DTU 23.1 (chapitre II)<sup>1)</sup> sont applicables aux parois extérieures destinées à recevoir une isolation par l'extérieur, sauf en ce qui concerne :

- les limites d'épaisseur ;
- l'exigence de l'armature de peau.

– Conséquences :

L'épaisseur minimale d'une paroi en béton banché est celle résultant de l'application des règles de calcul.

En tout état de cause, l'épaisseur ne pourra jamais être inférieure à 0,12 m afin de permettre une exécution correcte.

L'épaisseur minimale doit tenir compte de la nécessité d'effectuer des reprises de bétonnage et des jonctions correctes avec les ouvrages adjacents en respectant les tolérances fixées.

Si l'isolation par l'extérieur est interrompue au droit d'un local chauffé sur une surface supérieure à 2 m<sup>2</sup>, l'armature doit être prévue. Celle-ci devra déborder sur la partie isolée de la distance nécessaire pour l'ancrer correctement au moins.

Pour les soubassements non isolés à l'extérieur délimitant un volume non habitable et non chauffé du type sous-sol, cave, vide sanitaire, etc., l'exigence d'armature de peau ne s'applique pas.

## 3. Murs en béton préfabriqué

– Pas de dispositions spécifiques faisant l'objet de règles codifiées ;

– Néanmoins, la conception peut prévoir :

- des panneaux de forme simplifiée (absence de becquets) ;
- des panneaux d'épaisseur réduite satisfaisant néanmoins aux exigences de stabilité, de choc, de feu, d'acoustique, de faisabilité et de manutention.

Nota :

Ces conditions ne concernent que le gros œuvre, le système d'isolation par l'extérieur étant mis en œuvre sur la structure montée et assemblée.

Les éléments préfabriqués doivent pouvoir recevoir les fixations mécaniques correspondant aux panneaux isolants, malgré les réductions d'épaisseur.

L'étude des ponts thermiques au droit des baies doit faire partie de la conception d'ensemble des panneaux.

1) Edition d'octobre 1975 (révisée en février 1990).

## B. Codification technique – lois, règles, codes, avis

### 1. Textes législatifs

- Code de la construction et de l'habitation ;
- Code de l'urbanisme ;
- Textes législatifs sur la sécurité des chantiers, l'isolation thermique, l'isolation acoustique.

### 2. Textes codifiés (ou codificatifs)

#### a) Les DTU<sup>1)</sup> et normes

- Règles de calcul ;
- Cahiers des charges ou cahiers des clauses techniques ;
- Mementos de conception<sup>2)</sup> ;
- Exemples de solutions ;
- Cahier des clauses spéciales ;
- Normes (matériaux-essais).

Ces textes concernent les ouvrages de techniques courantes.

#### b) Les Avis Techniques (ATec)

Appréciations portées sur l'aptitude à l'emploi des produits et procédés non traditionnels.

Pour les systèmes d'isolation par l'extérieur non traditionnels, les ATec sont délivrés par les groupes spécialisés n° 2 et 7 respectivement pour les façades légères et les façades lourdes.

#### c) Autres documents

Certificats de qualification : documents visés par un organisme certificateur indépendant attestant des performances annoncées par un fabricant, compte tenu des moyens mis en place par lui-même pour assurer la constance de qualité des produits.

Exemple : certification ACERMI pour les matériaux isolants.

### 3. Documents de référence

#### a) Gros œuvre

- DTU 20.1 (septembre 1985) : ouvrages en maçonnerie de petits éléments parois et murs (NF P 10-202) ;

1) Les DTU ont actuellement le statut de norme NF (ou EN).

2) Certains textes existants sont maintenus, mais ce type de texte tend à disparaître.

– DTU 23.1 (octobre 1975 et février 1990) : « Murs en béton banché » (NF P 18-210) ;

– Cahier CSTB n° 1 833 (mars 1983) : « Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un ATec ».

*b) Règles de calcul* : cf. DTU 20.1 et 23.1

– Stabilité : cf. Code de la construction et de l'habitation (article R. 111.11) ;

– Vent :

• DTU « Règles NV65 » et additifs ;

• cahier CSTB n° 1 661 (août 1990) : « Détermination sur chantier de la charge maximale admissible applicable à une fixation mécanique de bardage rapporté » ;

• cahier CSTB n° 2 545 (décembre 1991) : « Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un ATec. Règles générales de conception et de mise en œuvre ».

– Chocs :

• norme NF P 08-301 (avril 1991) : « Ouvrages verticaux des constructions. Essais de résistance aux chocs. Corps de chocs. Principes et modalités générales des essais de chocs » ;

• norme NF P 08-302 : « Murs extérieurs des bâtiments. Résistance aux chocs. Méthodes d'essais et critères » ;

• directive UEAtc : « Résistance aux chocs » ;

• cahier du CSTB n° 1 943 : « Amélioration de la résistance aux chocs des revêtements minces sur isolant ».

*c) Sécurité incendie*

Les règlements parus au JO concernant la sécurité incendie applicable aux murs manteaux, comprennent :

– l'arrêté du 31 janvier 1956 (habitat) ; Brochure JO n° 1 603 ;

– l'arrêté du 25 juin 1980 (ERP) ; Brochures JO n° 1 477, tome 1 et n° 1 477, tome 3 (OA) ;

– l'arrêté du 18 octobre 1977 (IGH) ; Brochure JO n° 1 536 ;

– la circulaire du 13 décembre 1982 (habitat existant) ; JO NC du 28 juillet 1983 ;

– l'instruction technique Façades n° 249 (1982) et modificatif par circulaire du 3 juillet 1991 parue au JO le 18 septembre 1991 ; Brochure JO, n° 1 477, tome 1 (section III)<sup>1)</sup>.

1) Cf. Sécurité incendie ci-après.

*d) Réglementation thermique*

## – Documents de référence :

- DTU – Règles Th. K, Th. G (calcul GV et G.1), Th. BV, Th. C, Th. D.
- Coefficients K des parois des bâtiments anciens (Cahier CSTB n° 1 682, décembre 1980).

## – Textes réglementaires :

- arrêté du 5 avril 1988 relatif aux équipements et aux caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation (JO du 8 avril 1988) ;
- arrêté du 5 avril 1988 relatif aux solutions techniques pour maisons individuelles et aux méthodes de calcul des coefficients G - B - C (JO du 8 avril 1988) ;
- arrêté du 11 mars 1988 « Bâtiments sanitaires et sociaux » (JO du 15 avril 1988) ;
- arrêtés du 13 avril 1988 concernant l'hôtellerie, les bureaux et commerces, les bâtiments industriels, les autres bâtiments (JO du 15 avril 1988) ;
- arrêtés du 6 mai 1988 concernant l'enseignement, les sports (JO du 8 mai 1988).

## – Autres documents :

- solutions techniques pour le respect du règlement thermique en maison individuelle (CSTB, MELATT) ;
- solutions techniques pour le respect du règlement thermique applicable aux immeubles collectifs ne comportant pas plus de 50 logements (CSTB, MEL) ;
- exemples de solutions pour faciliter l'application du règlement thermique dans les bâtiments autres que d'habitation. Isolation thermique. (CSTB, AFME, Cahier CSTB n° 2 284, octobre 1988).

*e) Réglementation acoustique – documents de référence*

- Arrêté du 6 octobre 1978 modifié le 23 février 1983 ;
- Norme NF S 31-057, vérification de la qualité acoustique des bâtiments ;
- Cahier CSTB n° 1 855 (juin 1983) : « Comment concevoir une protection satisfaisante des bâtiments vis-à-vis des bruits extérieurs » ;
- Cahier CSTB n° 1 884 (octobre 1983) : « Le comportement acoustique des isolants thermiques » ;
- Guide QUALITEL.

**C. Sécurité sur chantier****1. Réglementation**

- Décret modifié du 8 janvier 1965 (n° 65-48) fixant les règles de sécurité relatives aux chantiers ;
- Arrêté du 30 novembre 1990 : dérogation au texte précédent à l'article 114, alinéa 7.

## 2. Dispositions pratiques pour les travaux d'isolation ou de revêtement de façades :

« Le bord des planchers des échafaudages fixes peut, lors de travaux d'isolation ou de revêtement de façades, être éloigné de plus de 0,20 m de la construction à condition de respecter les dispositions suivantes :

- le bord des planchers ne doit pas être éloigné de plus de 0,40 m de la construction ;
- les échafaudages doivent comporter sur le côté intérieur :
  - un garde-corps constitué par une lisse placée à une hauteur comprise entre 0,70 et 0,90 m au-dessus du plancher ;
  - une plinthe  $\geq 0,15$  m.

Toutefois, celle-ci peut être enlevée lorsque sa présence est incompatible avec la nature des travaux exécutés.

Dans ce cas, la sécurité des travailleurs doit être assurée au moyen d'équipements individuels de protection contre les chutes ;

– lorsqu'une ouverture est pratiquée dans la façade et qu'elle expose les travailleurs à un risque de chute dans le vide, il y a lieu soit de l'obstruer par un écran suffisamment résistant placé au mur extérieur de la construction, soit de munir l'échafaudage au droit de cette ouverture d'un garde-corps constitué par deux lisses placées l'une à 1 mètre, l'autre à 0,45 mètre au-dessus du plancher, et d'une plinthe à 0,15 mètre de hauteur minimale. »

## D. Exigences

### 1. Stabilité sous charges verticales

*a) Rappel du Code de la construction et de l'habitation (extraits de l'article R. 111.11)*

« La construction doit être telle qu'elle résiste dans son ensemble et dans chacun de ses éléments à l'effet combiné de son poids propre, des charges climatiques extrêmes et des surcharges<sup>1)</sup> correspondant à son usage normal. »

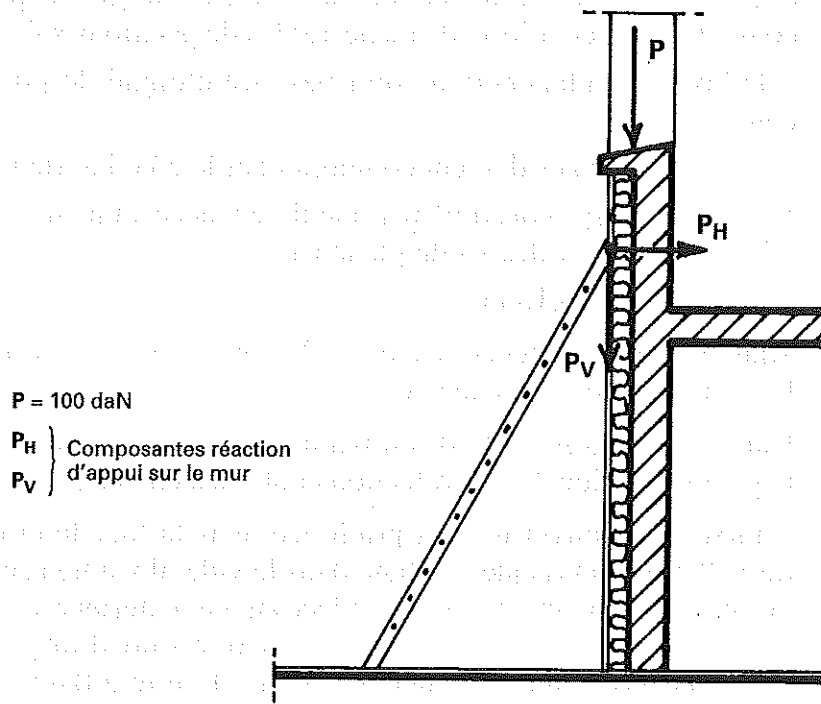
*b) Le manteau ne participe pas en principe à la stabilité du bâtiment, mais doit résister :*

- à son poids propre ;
- aux charges statiques en usage normal ;
- aux efforts dus au vent.

*c) La résistance sous poids propre est appréciée système par système, par calcul et/ou essai, en tenant compte des effets de fluage dans le temps et de variations dimensionnelles cumulées.*

1) « Surcharges » devrait être remplacé ici par « charges de service ou d'exploitation ».

d) Les surcharges d'usage normal comprennent notamment l'appui statique d'une échelle (charges horizontales selon essai conventionnel) et les appuis de baies doivent résister à une charge statique verticale de 100 daN.



Mur manteau : charges à prendre en compte

## 2. Stabilité sous charges dues au vent (résumé)

a) Actuellement, pour une façade donnée, la vitesse du vent et son orientation étant éminemment variables, on considère deux valeurs conventionnelles de pression :

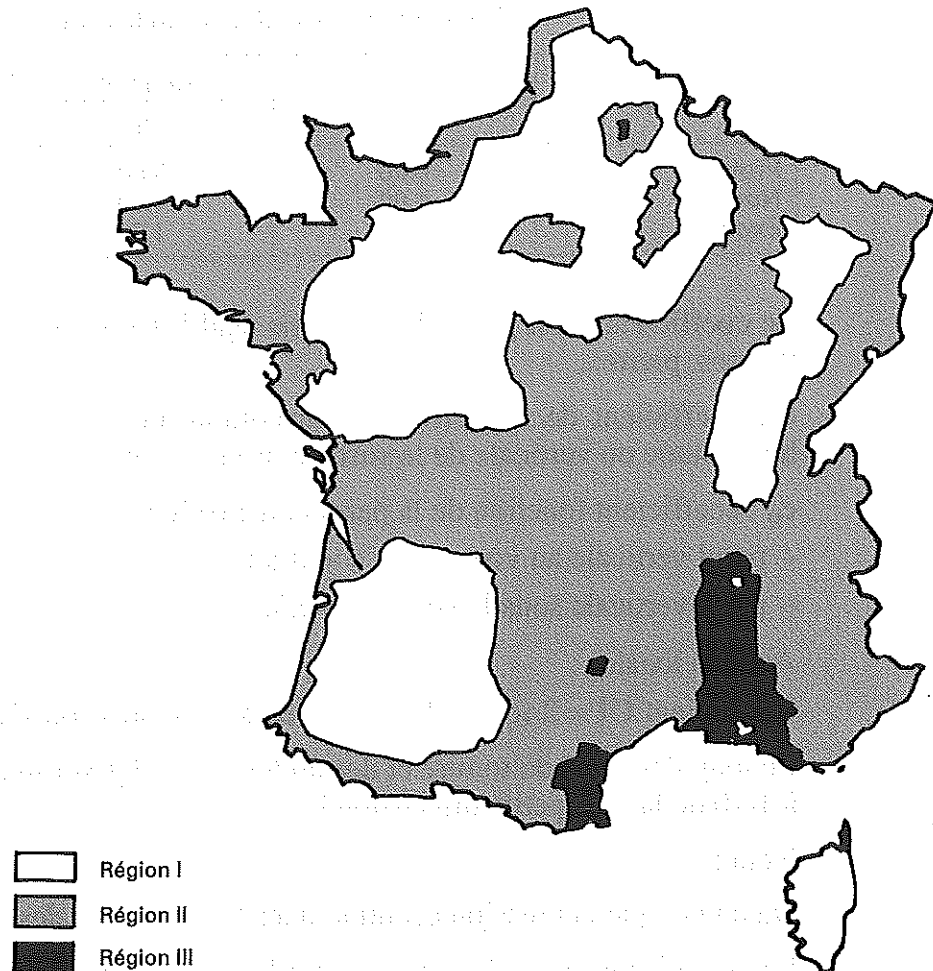
- la pression normale ;
- la pression extrême = 1,75 fois la pression normale.




b) L'Eurocode (en préparation) prévoit une pression unique (ou caractéristique) d'occurrence (2 %), c'est-à-dire dont la probabilité de survenance est de deux fois par siècle.

c) La pression  $Q$  (daN/m<sup>2</sup>) s'exprime en fonction de la vitesse du vent (exprimée en m/s) par la relation :

$$Q = \frac{V^2}{16,3}$$

Les régions correspondent à la carte des règles NV.



 Région I  
 Région II  
 Région III

Régions	Q (daN/m <sup>2</sup> )
I	50
II	70
III	90

Règles vent – Carte des régions

*d) Facteurs de correction (cf. Règles NV) pour des constructions courantes à base rectangulaire et de hauteur  $h \leq 30$  m (méthode simplifiée) :*

- site (normal, exposé, abrité) ;
- hauteur de la construction au-dessus du sol ( $h$ ) ;
- surface considérée ( $\delta$ ,  $c_s$ ) ;
- effet de masque.

Facteurs de correction selon les sites

Site	Régions		
	I	II	III
Protégé	0,80	0,80	0,80
Normal	1,00	1,00	1,00
Exposé	1,35	1,30	1,25

Le coefficient  $\delta$  est généralement pris égal à 1 pour les éléments bardages, vêtues, pierre...

$\delta$  : coefficient de réduction tenant compte de la plus grande dimension horizontale ou verticale de la surface offerte au vent.

$c_0$  : coefficient fonction de la paroi considérée :

- paroi verticale au vent = + 0,8 ;
- paroi verticale sous le vent = - 0,5.

Actions locales :

Coefficient  $C1 = 2$  (cf. tableau « Valeurs de dépression »).

Le long des rives de toiture et des arêtes verticales sur une profondeur égale à 1/10 de la plus petite dimension horizontale.

Nota :

On admet que la pression est nulle dans la lame d'air des systèmes ventilés.

La réalité correspond, pour les bardages, à une relative égalisation des pressions externes et internes à la lame d'air.

A titre indicatif, le tableau suivant donne les valeurs de dépression (en Pa)<sup>1)</sup> :

- sous vent normal ;
- pour un site normal et un site exposé ;
- pour un bâtiment fermé de forme parallélépipédique situé à une altitude supérieure à 1 000 m, de hauteur  $h \leq 50$  m.

1) 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>  
 $\approx 0,1$  kg/m<sup>2</sup>

Pa = Pascal  
 N = Newton (ou Neuton).



## Valeurs de dépression

Hauteur (m)	Dépression (Pa)	Pour bâtiment de type fermé sous vent normal					
		Régions - Vent					
		I		II		III	
	Site	Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé
< 10	Partie courante Zone de rive	250 500	340 680	350 700	460 920	450 900	570 1 140
< 15	Partie courante Zone de rive	280 560	380 760	390 780	510 1 020	500 1 000	630 1 260
< 20	Partie courante Zone de rive	300 600	410 820	420 840	550 1 100	540 1 080	680 1 360
< 25	Partie courante Zone de rive	320 640	430 860	450 900	590 1 180	570 1 140	720 1 440
< 30	Partie courante Zone de rive	340 680	460 920	470 940	620 1 240	600 1 200	750 1 500
< 35	Partie courante Zone de rive	350 700	470 940	490 980	640 1 280	630 1 260	800 1 600
< 40	Partie courante Zone de rive	360 720	490 980	510 1 020	670 1 340	650 1 300	830 1 660
< 45	Partie courante Zone de rive	380 760	510 1 020	520 1 040	690 1 380	680 1 360	860 1 720

(D'après étude CSTB).

## e) Evaluation de la résistance admissible des systèmes

Cette évaluation comprend :

- l'évaluation de la résistance du système à partir d'une fixation au support considérée comme satisfaisante (évaluation n° 1) ;
- l'évaluation de la résistance des fixations (mécaniques) ou du collage sur le mur support (évaluation n° 2).

## • Evaluation n° 1 :

Cette évaluation nécessite, en général, des essais statiques permettant d'évaluer les niveaux de ruine et de déformations irréversibles, sous charge répartie en pression et en dépression.

A partir des résultats d'essais, un facteur de « sécurité » de l'ordre de 2 à 5 est appliqué afin de tenir compte :

- des effets de fatigue ;
- des dispersions résultant de la fabrication des produits et de leur mise en œuvre ;

- de l'évolution dans le temps des caractéristiques des produits (vieillessement).

Pour les systèmes sous Avis Techniques, l'ATec spécifique donne la résistance admissible en *vent normal* en fonction de la constitution du système.

- Evaluation n° 2 :

Cette évaluation (résistance fixation ou collage) nécessite une appréciation au cas par cas pour tenir compte des types de supports rencontrés :

- lorsque la résistance des fixations par chevillage n'est pas connue, des essais sont à réaliser sur place selon une procédure définie (cf. Cahier CSTB n° 1 661, juillet/août 1980) ;

- pour les fixations par collage, on définit une préparation du support mais des essais peuvent être nécessaires après préparation pour vérification.

En aucun cas les essais préliminaires ne peuvent dispenser d'une préparation nécessaire pour raison de compatibilité entre support et colle ;

- la résistance unitaire des fixations permet de définir une densité minimale à comparer avec la densité minimale nécessaire pour assurer la résistance du système lui-même.

### 3. Effets de choc

#### a) Exigences des « chocs de sécurité »

Le mur manteau, qui comporte une isolation extérieure plus ou moins bien protégée par un parement, doit néanmoins pouvoir résister aux « chocs de sécurité » afin d'assurer la sécurité des personnes vis-à-vis des chocs exceptionnels provenant de l'intérieur ou de l'extérieur (mur-support).

Le manteau lui-même doit résister, sans gêne excessive pour les usagers, aux « chocs de conservation des performances », ou chocs accidentels non exceptionnels consécutifs à une occupation normale.

Les systèmes comportant une peau mince sur isolant, doivent résister à la perforation dynamique (essai au Perfotest).

L'appréciation de l'adéquation entre un système et une partie de la façade considérée, est fonction de nombreux critères liés à l'environnement (cf. norme expérimentale P 08-302).

Les chocs exceptionnellement sévères résultant d'actes de vandalisme ne peuvent être pris en compte.

#### b) Exigences de résistance aux chocs externes (conservation des performances) d'après la norme P 08-302

- Aires d'activité :

**Classement des aires d'activité**

	Accès privé	Accès public <sup>1)</sup>
Sans voie piétonne ni aire de jeux	AA1	AA3
Avec voie piétonne ou avec aire de jeux	AA2	AA4
1) Notion prise dans un sens général.		

– Façade protégée (vis-à-vis des chocs extérieurs) :

- situation derrière un autre ouvrage (muret, garde-corps, cour anglaise) ;
- ou derrière des plantations (protection relative).

– Classe d'exposition :

Situation de l'ouvrage de façade	Types d'aires d'activités			
	AA1	AA2	AA3	AA4
En étage ( $h > 2,50$ m)	Q1	Q1	Q1	Q1 <sup>1)</sup>
En rez-de-chaussée surélevé ( $h \geq 1,00$ m)	Q1	Q1	Q2	Q2
En retrait	Q1	Q1	Q2	Q3
En rez-de-chaussée	Q2	Q3	Q3	Q4
1) Si AA4 est une aire de jeu de ballon, la classe à adopter est Q2 jusqu'à 6 m de hauteur.				

– Notion de remplacement ou de réparation des éléments :

Dans le cas où un élément soumis aux essais de chocs conventionnels de conservation des performances est facilement remplaçable ou réparable, l'énergie de choc peut être réduite sans toutefois descendre en dessous de 1/3 de la valeur prescrite.

Est considérée comme « facilement remplaçable » toute partie d'ouvrage qui à tout moment peut être remplacée rapidement, ce qui exige :

- une facilité de dépose et de pose (existence d'une balancelle d'entretien) ;
- une facilité d'approvisionnement d'un produit identique ou équivalent ;
- une possibilité, pour l'utilisateur, de rétablir immédiatement, même à titre provisoire, la sécurité et le confort de base.

Par extension, est également considérée comme « facilement réparable » toute partie d'ouvrage dont la réparation peut être effectuée rapidement par un artisan ou un dépositaire sous réserve que cette réparation ne risque pas de diminuer les caractéristiques de l'ouvrage.

Nota :

Ces notions sont néanmoins subjectives, et il y a lieu de considérer le risque de difficulté de réparation ou de remplacement avec des systèmes peu courants

qui apparaissent puis disparaissent du marché. Le coût de réparation ou de remplacement peut alors s'avérer très disproportionné au coût de la partie d'ouvrage affectée.

– Critère de résistance :

Le critère de résistance aux chocs est satisfait si les parois extérieures ne subissent pas de détérioration mettant en cause la conservation de leurs performances, leur durabilité ou, d'une façon inadmissible, leur aspect (exemple : détérioration de la peau de surface).

Le tableau suivant donne l'énergie de choc exprimée en joules. Les chocs sont définis d'après la norme P 08-301.

M = corps mou.

D = corps dur.

Le chiffre qui suit la lettre indique la masse du corps en kg.

Energie de choc

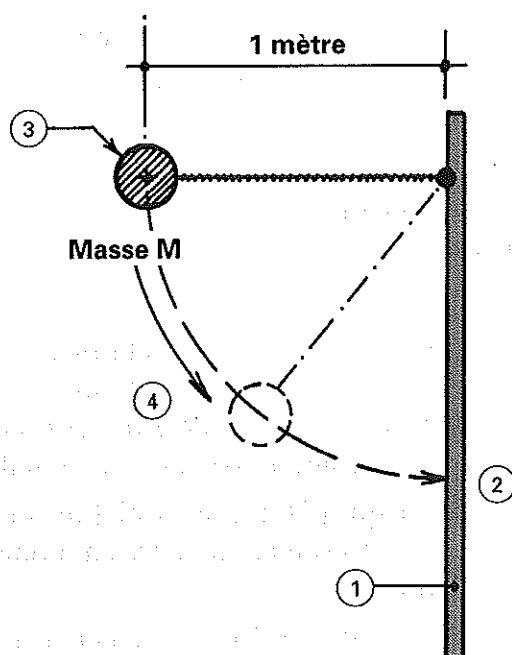
« Q »	Corps de choc	Paroi difficilement remplaçable	Paroi facilement remplaçable
Q1	M 50	0	0
	M 3	10	3
	D 1	0	0
	D 0,5	3	1
Q2	M 50	0	0
	M 3	60	20
	D 1	0	0
	D 0,5	3	1
Q3	M 50	300	100
	M 3	60	20
	D 1	0	0
	D 0,5	3	1
Q4	M 50	400	130
	M 3	60	20
	D 1	10	3
	D 0,5	0	0

#### c) Résistance aux chocs des systèmes

La résistance est déterminée par essai défini dans la norme P 08-301.

Les types de corps de chocs et les énergies correspondantes sont ceux du tableau ci-dessus.

L'essai est réalisé généralement par chute pendulaire, l'énergie cinétique étant prise égale à l'énergie potentielle du corps de choc.



**Energie de choc – Essai de chute pendulaire**

- (1) Paroi d'essai
- (2) Impact ou choc
- (3) Masse **M** (kg) à une distance de 1 mètre
- (4) Effet pendulaire

Energie développée en joules :  $M \times 1^m = M$  joules

#### 4. Sécurité incendie

##### a) Bases de la réglementation

Les façades sont concernées par les règlements de sécurité contre le risque d'incendie vis-à-vis de deux types de risques :

- la transmission du feu d'un bâtiment à un autre (réaction au feu du matériau situé en peau extérieure) ;
- la transmission du feu d'un niveau du bâtiment au niveau supérieur dans le cas de bâtiments à plusieurs niveaux.

La réglementation s'applique aux *travaux neufs*.

Pour les bâtiments existants, il y a lieu de se référer aux textes suivants :

- article GN-10 de l'arrêté du 25 juin 1980 relatif aux ERP (établissements recevant du public) ;
- circulaire du 13 décembre 1982 (« Habitat ») qui recommande de réduire le risque de transmission du feu d'un niveau au niveau supérieur (cf. Instructions techniques « Façades » n° 249 ci-après).

*b) Classification des bâtiments d'habitation en quatre familles (arrêté du 31 janvier 1986)*

– 1<sup>re</sup> famille :

- individuel : **R + 1** jumelé ou isolé ;
- individuel : rez-de-chaussée en bande ;
- individuel : **R + 1** en bande, mais structure indépendante.

– 2<sup>e</sup> famille :

- individuel : autre cas ;
- collectif : jusqu'à **R + 3**.

– 3<sup>e</sup> famille :

- collectif jusqu'à **R + 7** ; 3 conditions :
  - dernier plancher à moins de 25 m ;
  - portes palières à moins de 7 m des escaliers ;
  - accès escalier atteint par voies d'échelles ;
- collectif jusqu'à **R + 7** ne satisfaisant pas à l'une des conditions précédentes, mais présentant un accès à moins de 50 mètres d'une voie ouverte à la circulation.

– 4<sup>e</sup> famille : collectif dont le plancher haut est situé entre 28 et 50 mètres avec un accès à moins de 50 mètres d'une voie ouverte à la circulation.

*c) Réaction au feu des revêtements extérieurs (extrait de l'arrêté du 31 janvier 1986)*

Le classement est effectué à partir d'essais réalisés par des laboratoires agréés par le ministère de l'Intérieur. Il concerne le revêtement appliqué sur son support, et non le revêtement seul.

Pour les bardages avec lame d'air, le classement s'applique au parement.

Pour les ERP, le classement des revêtements est défini à l'article CO-20 de l'arrêté : classement M3.

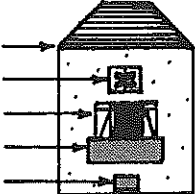
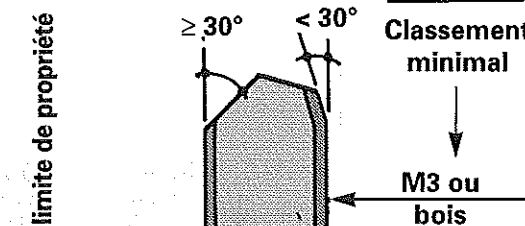
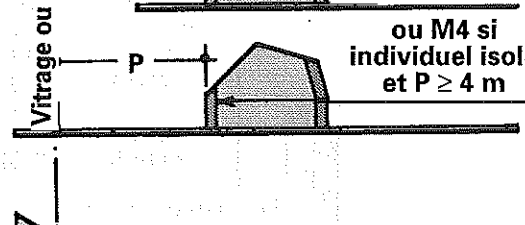
Toutefois, lorsque la règle du « C + D » n'est pas appliquée à l'ensemble d'une façade, le classement doit être au plus M2.

Pour les hôtels-restaurants d'altitude (type OA), les dispositions sont plus sévères : pas de matériaux synthétiques.

Pour les IGH (immeubles de grande hauteur), l'arrêté du 18 octobre 1977, section III, GH 42, prévoit : « Les matériaux constitutifs des parements extérieurs des façades doivent être MO ».

## Revêtements de façades

sauf : Inclinaison  $\geq 30^\circ$  (art. 15°)  
et { Menuiseries  
Fermetures  
Remplissages de garde-corps  
Coffrets de branchements

	ind.		collectifs	
	1	2	3 A B	4
 Classement minimal M3 ou bois ou M4 si individuel isolé et $P \geq 4$ m	•	•	•	
 M2 si $\frac{P}{H} < 0,8$ M2 R-de-C = M2			•	•
 M3 ou bois si $\frac{P}{H} \geq 0,8$ R-de-C = M2			•	•

(\*) mesurée à distance « P »

(D'après Doc. CSTB)

## Classement de réaction au feu maximal en habitat

Rappel du classement (anciennes désignations) :

M0 : Incombustible

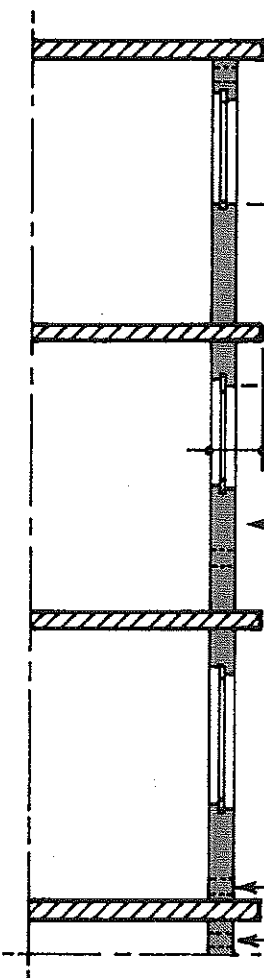
M1 : Non inflammable

M2 : Difficilement inflammable

M3 : Moyennement inflammable

M4 : Facilement inflammable

d) Règle du « C + D » ou limitation de la transmission du feu d'un niveau à un niveau supérieur

	ind.		collectifs		
	1	2	3		4
			A	B	
 <p>Indice caractéristique de classe suivant essai des façades vitrées, exprimé en mètres ou hauteur exprimée en mètres (si maçonnerie traditionnelle dispensée d'essai selon instruction technique n° 249)</p> <p>C</p> <p>D Distance mesurée en mètres</p> <p>Si masse combustible <math>M \leq 25 \text{ Mj/m}^2</math></p> <p><math>C + D \geq 0,60</math></p> <p><math>C + D \geq 0,80</math></p> <p><math>M &gt; 25 \text{ Mj/m}^2</math> <math>\leq 80 \text{ Mj/m}^2</math></p> <p><math>C + D \geq 0,80 \text{ m}</math></p> <p><math>C + D \geq 1,00 \text{ m}</math></p> <p><math>M &gt; 80 \text{ Mj/m}^2</math></p> <p><math>C + D \geq 1,10 \text{ m}</math></p> <p><math>C + D \geq 1,30 \text{ m}</math></p> <p>Ventilations <math>\leq 200 \text{ cm}^2</math> chacune : non prises en compte dans le calcul</p>					
			.		
				.	.
			.		
				.	.
			.		
				.	.
				.	.

Règle du « C + D »  
Façades avec ouvertures, sauf façades d'escaliers (art. 18)

Cette règle s'applique aux façades comportant des baies superposées pour lesquelles il importe de limiter le risque de transmission d'un feu d'un étage à un autre dans le cas d'un embrasement généralisé au niveau inférieur.

- Cas de l'habitat : voir la figure ci-dessus.
- Cas des ERP : la règle correspond à celle de l'habitat famille 3A et 4.



Toutefois, l'article CO-21 (arrêté du 25 juin 1980) précise les cas d'application de cette règle :

1/ Façades de bâtiments comportant des locaux réservés au sommeil par destination, au-dessus du 1<sup>er</sup> étage.

2/ Façades de bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau est à plus de 8 mètres du sol et qui répondent, en outre, à l'une des conditions suivantes :

- bâtiment divisé en secteurs suivant les dispositions de l'article CO-24 ;
- bâtiment divisé en compartiments suivant les dispositions de l'article CO-25.

3/ Parties de façades situées au droit des planchers hauts des locaux à risques importants.

4/ Parties de façades situées au droit des planchers d'isolement avec un tiers.

Cette règle n'est pas exigée :

- si l'établissement recevant du public occupe la totalité du bâtiment et s'il est entièrement équipé soit d'une installation fixe d'extinction automatique à eau conforme aux normes NF, soit d'un système d'alarme de type 1 ;
  - en outre, dans les cas 1/ et 2/ ci-dessus, si les éléments constitutifs de la façade comportent des vides susceptibles de créer un effet de cheminée, ces vides doivent être recoupés tous les deux niveaux par les matériaux de catégorie MO.
- Pour les hôtels-restaurants d'altitude, le « C + D » est applicable en **R + 1**, et les vides d'air (bardages) doivent être recoupés tous les niveaux.
- Pour les IGH (arrêté du 18 octobre 1977, III, article GH-12) :
- le potentiel calorifique des façades, menuiseries exclues, doit être  $< 25 \text{ MJ/m}^2$  ;
  - les panneaux des façades vitrées doivent satisfaire, en outre, à la condition  $C + D > 1,20 \text{ m}$  ;
  - la conformité aux dispositions précédentes, ainsi que celle concernant la réaction au feu des parements extérieurs, doit être certifiée (visa CSTB).

*e) Annexe – Instruction technique « Façades » n° 249 – Modificatif (circulaire du 3 juillet 1991) – Section III – Règles complémentaires*

Nota :

Les numéros des articles sont ceux de la circulaire du 3 juillet 1991.

« 3.1 – Réaction au feu des façades-rideaux :

Les revêtements extérieurs des façades-rideaux doivent être en matériaux de catégorie M2 lorsque la masse mobilisable est supérieure à  $80 \text{ MJ/m}^2$  quelle que soit la valeur du C + D.

### 3.2 – Isolation par l'extérieur de maçonneries et bétons<sup>1)</sup> :

L'isolation par l'extérieur de maçonneries et bétons est réputée satisfaire au critère de non-propagation au 3<sup>e</sup> niveau de l'essai LEPİR II, si elle utilise l'une des techniques citées ci-après, sous réserve que l'exigence relative à la réaction au feu du système soit satisfaite.

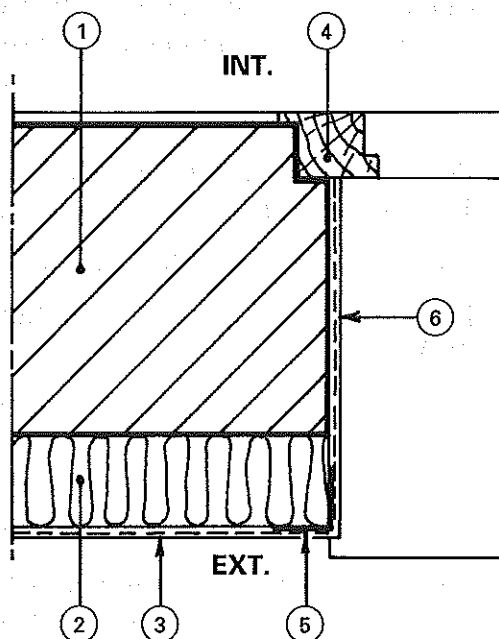
#### 3.2.1 – Enduit mince armé d'un treillis de fibres de verre sur polystyrène expansé classé M1<sup>2)</sup> d'épaisseur quelconque :

- en cas de fenêtres au nu intérieur, le treillis de fibres de verre doit être fixé au droit des baies lorsque l'épaisseur de polystyrène expansé classé M1 est supérieure à 60 mm en partie courante ;
- en cas de fenêtre au nu extérieur, une telle fixation doit être réalisée quelle que soit l'épaisseur d'isolant.

Le but de cette disposition est d'éviter le flottement du treillis en le fixant au pourtour des baies.

Cette fixation peut être réalisée :

- a) Dans le cas où la menuiserie est au nu intérieur et sans retour d'isolant en tableau : par le retour de l'enduit armé : »



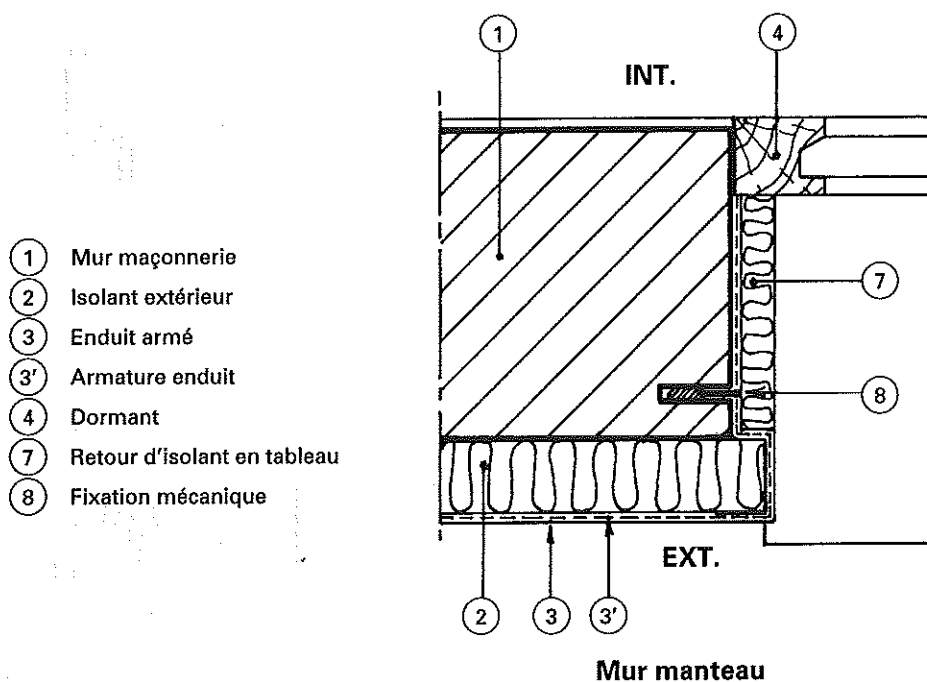
**Mur manteau (réglementation incendie)**

- |                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| ① Mur maçonnerie    | ④ Dormant                            |
| ② Isolant extérieur | ⑤ Profil métallique                  |
| ③ Enduit mince armé | ⑥ Enduit retourné en tableau sur mur |

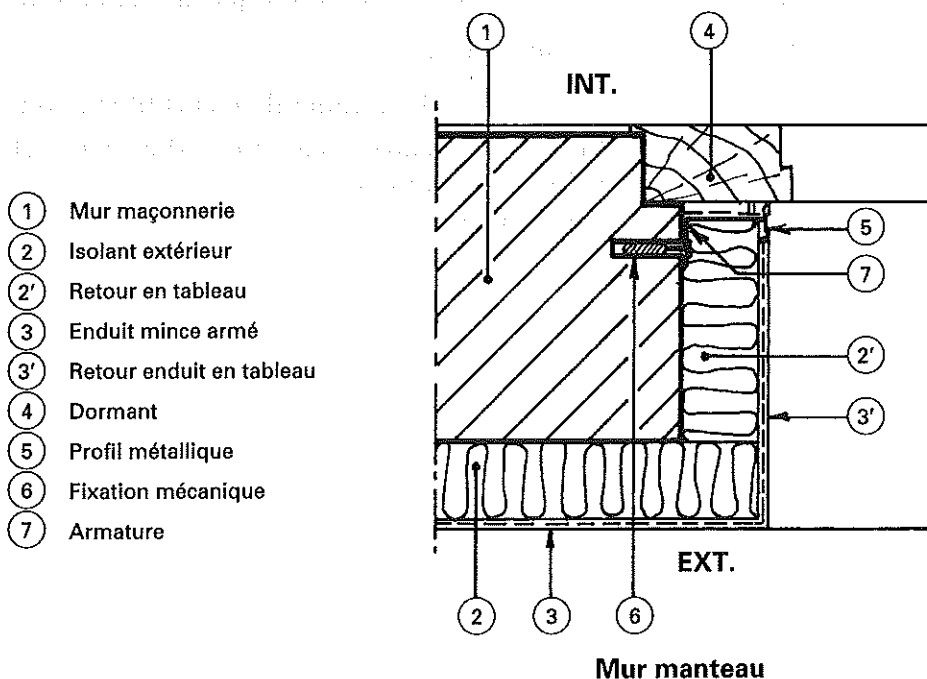
1) Texte annexé à la circulaire du 3 juillet 1991.

2) Seul le polystyrène expansé M1 est admis. L'essai pour matériau fusible est effectué sur une éprouvette de 80 mm d'épaisseur.

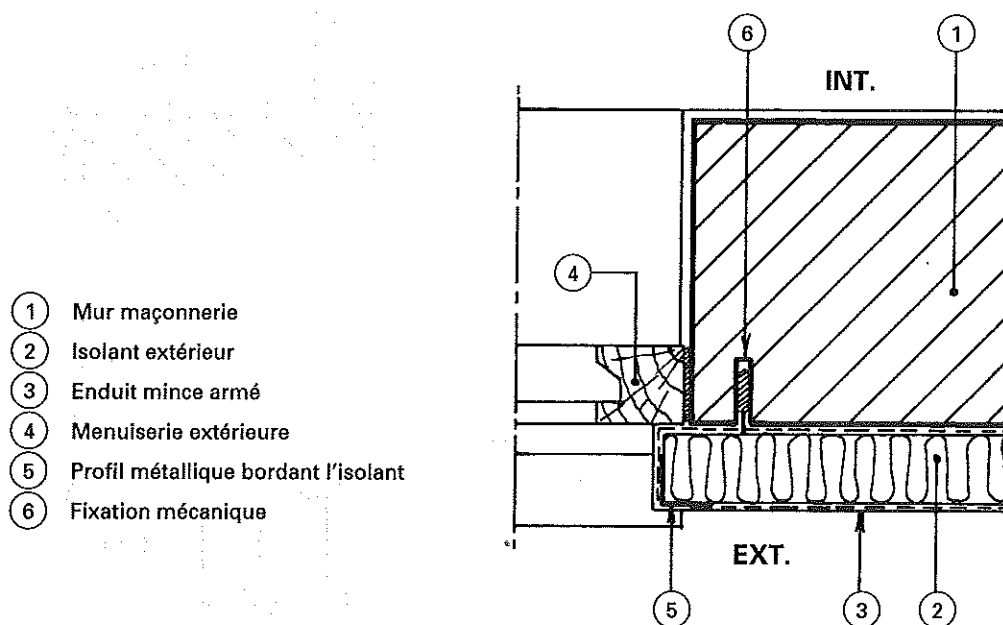
« b) Dans le cas où la menuiserie est au nu intérieur et avec un retour d'isolant en tableau : par un profil métallique (par exemple d'encadrement de baie) pinçant l'armature : »



« Ou, dans le cas de retour de l'enduit, par des fixations mécaniques de l'armature sur l'encadrement. Cette fixation peut être réalisée soit en linteau, soit en tableau, soit à l'appui de baie : »



« c) Dans le cas où la menuiserie est au nu extérieur, l'armature est fixée à intervalles réguliers, soit sur le gros œuvre, soit sur des profils métalliques de rive : »



**Mur manteau (menuiserie extérieure)**

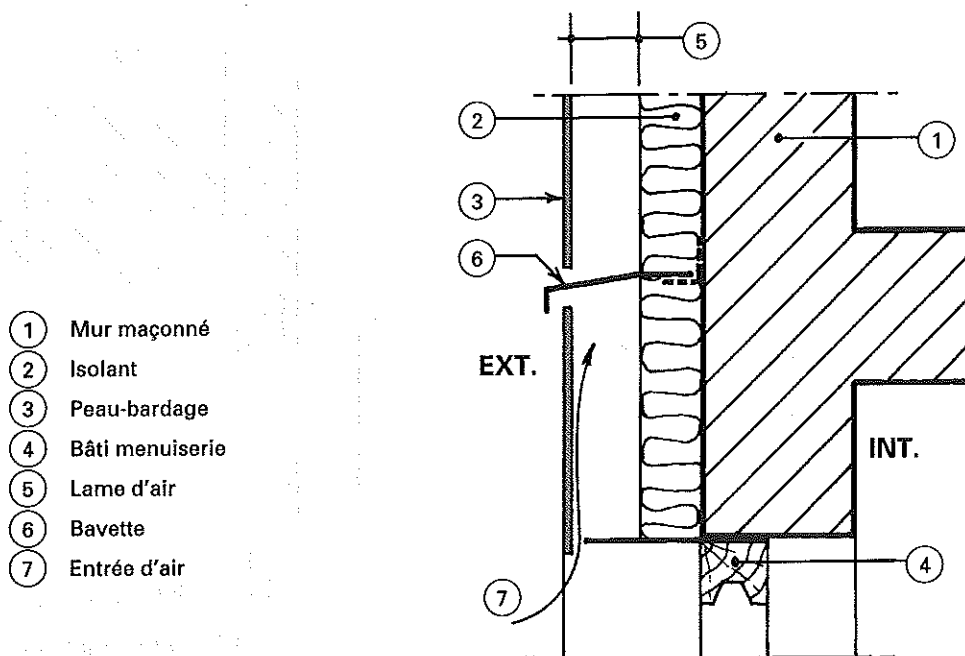
« 3.2.2 – Enduit hydraulique armé d'un treillis métallique ou d'un treillis en fibre de verre, sur isolant plastique alvéolaire.

3.2.3 – Enduit mince ou enduit hydraulique sur isolant minéral.

3.2.4 – Bardages rapportés.

3.2.4.1 – Bardages sans isolant minéral et sans liteaux bois :

Les chevrons en bois, verticaux, sont admis. Pour les ERP, en application de l'article CO 21, le regroupement de la lame d'air est obligatoire. Ceci peut être réalisé par exemple par une bavette en tôle d'acier ou d'aluminium : »



**Mur avec bardage  
(coupe verticale)**

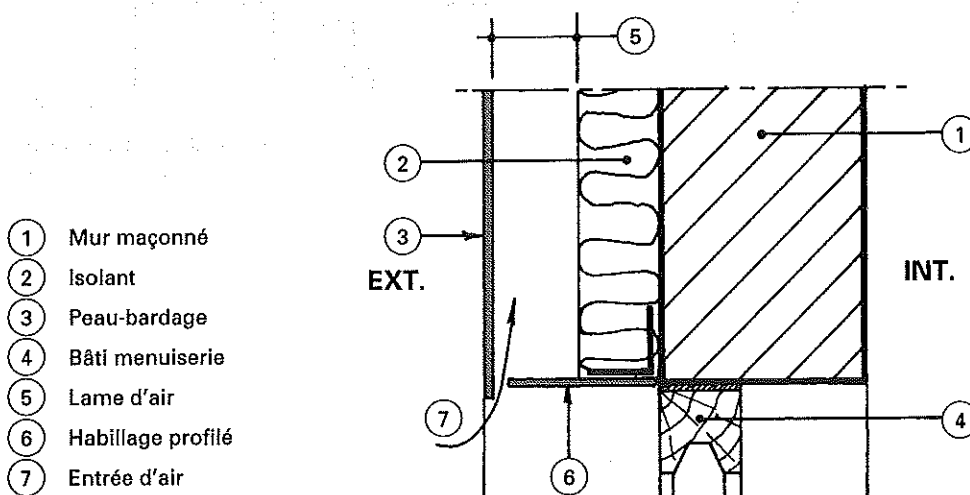
« Pour les bâtiments d'habitation :

– dans le cas où les menuiseries sont au nu intérieur, aucune disposition particulière n'est demandée ;

– dans le cas où les menuiseries sont au nu extérieur, il convient d'appliquer l'une des dispositions ci-après :

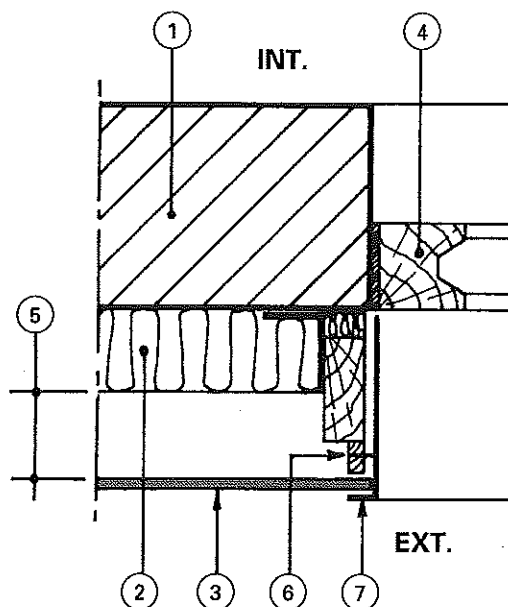
a) Recouper la lame d'air à chaque niveau par une bavette métallique en tôle d'acier ou d'aluminium.

b) Rendre les encadrements de baie sur leurs quatre côtés, compte tenu de l'isolant, de degré pare-flamme 1/4 d'heure (par exemple par une tôle d'acier galvanisé ou inox, ou par une épaisseur de 15 mm minimum de bois) : »



**Mur avec bardage (coupe verticale – détail)**

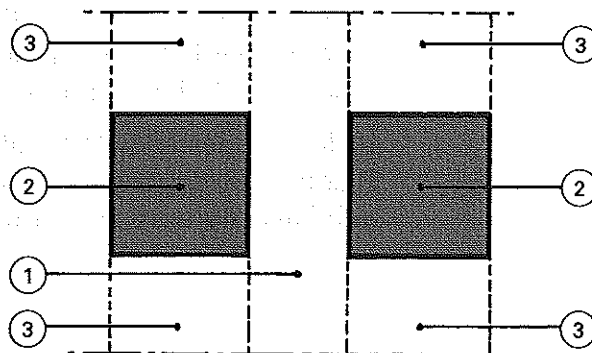
- ① Mur maçonné
- ② Isolant
- ③ Peau-bardage
- ④ Bâti menuiserie
- ⑤ Lame d'air
- ⑥ Habillage profilé
- ⑦ Entrée d'air



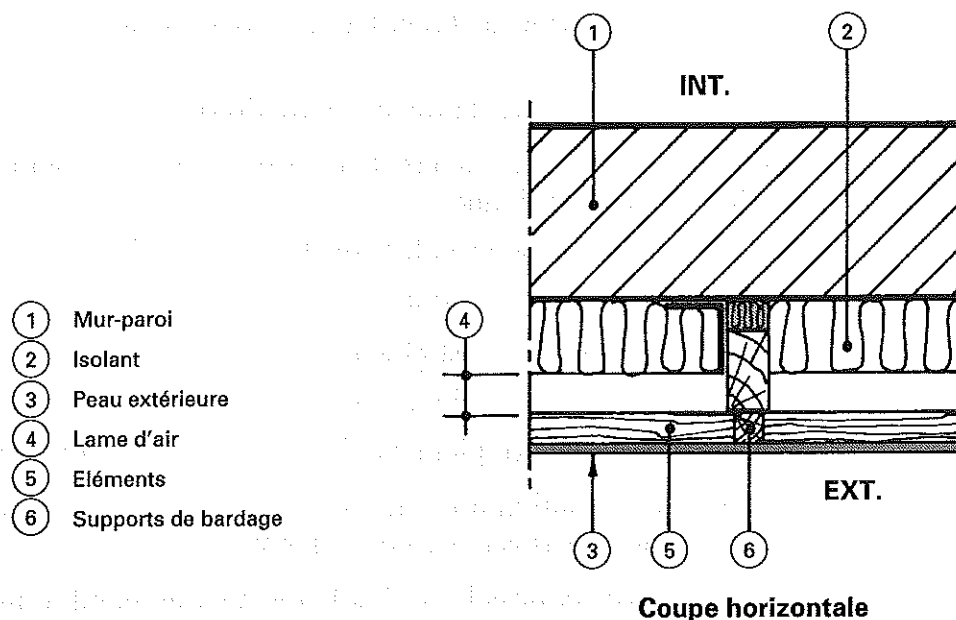
**Mur avec bardage  
(coupe horizontale)**

« c) Séparer les bandes verticales situées au droit des baies vitrées et au droit des trumeaux par des dispositions assurant un degré pare-flamme de 1/4 d'heure (par exemple par des chevrons et de la laine minérale) de façon à :  
Traiter les bandes verticales au droit des trumeaux en bardage : »

- ① Peau-bardage bande continue
- ② Baie bande discontinue
- ③ Autre système de peau



**Disposition façade pour respect  
de la règle « C + D »**



« Traiter les bandes verticales au droit des fenêtres :

- soit par un autre procédé d'isolation extérieure sans lame d'air ;
- soit par un procédé de bardage avec une ventilation, niveau par niveau. En linteau, ce dispositif est complété par un élément pare-flamme 1/4 d'heure.

### 3.2.4.2 – Bardages avec polystyrène expansé M1 et/ou avec liteaux bois :

Dans le cas où les menuiseries sont au nu intérieur, il convient d'appliquer une des quatre dispositions ci-dessus, la lame d'air ne pouvant être recoupée que tous les deux niveaux.

Dans le cas où les menuiseries sont au nu extérieur, il convient d'appliquer une des quatre dispositions ci-dessus, le degré pare-flamme étant amené à 1/2 heure. »

## 5. Réglementation thermique

### a) Généralités

La réglementation thermique ne concerne que les travaux neufs. Elle a été instituée à partir de 1974 (arrêté du 10 avril 1974 et décret n° 74-306 du 10 avril 1974) et modifiée depuis par de nombreux textes. L'essentiel des dispositions figure dans les décrets et arrêtés d'avril et mai 1988 dont les éléments relatifs aux façades sont résumés ci-après :

Les buts de la réglementation sont :

- les économies d'énergie ;
- l'amélioration du confort des occupants.

Cette réglementation s'applique :

- à l'enveloppe (parois – coefficient K) ;

- au volume des locaux (ventilation – coefficient G) et au renouvellement de l'air ;
- aux équipements (chauffage, ventilation).

Elle permet aux concepteurs de répartir de manière optimale les niveaux de performance énergétique :

- entre les équipements et les enveloppes (parois) ;
- entre les différentes parois de l'enveloppe.

L'exigence à satisfaire est globale :

- soit par logement (réglementation de l'habitat) ;
- soit par bâtiment (réglementation du secteur non résidentiel).

Le niveau d'isolation d'un mur peut donc varier en fonction des choix faits pour les autres parois et les équipements.

Mais les niveaux possibles d'isolation sont en nombre limité si l'on adopte l'option 1 (article 3 de l'arrêté du 5 avril 1988) :

« L'application de la réglementation peut consister, pour les maisons individuelles, dans l'application de solutions techniques, dispensant de tout calcul, approuvées par le ministre chargé de la Construction et de l'Habitation.

Ce dernier définit par arrêté spécifique les petits immeubles collectifs comportant 50 logements au moins, auxquels peuvent s'appliquer des solutions techniques dispensant de tout calcul ».

#### *b) Bâtiments neufs d'habitation*

Le décret du 5 avril 1988 (articles R. 111-6 et 111-7 du Code de la construction et de l'habitation) vise les bâtiments neufs d'habitation et les surélévations et additions constituant un agrandissement de logements existants (article R.111-1 du Code de la construction et de l'habitation). Le tableau suivant indique les choix possibles pour le respect de la réglementation « Habitat » selon les quatre options (1, 2, 3, 4).

- *Option 1* : solutions techniques (voir article 3 de l'arrêté ci-dessus).



Possibilités de choix	Maisons individuelles	Immeuble collectif	
		de 50 logements au plus	de plus de 50 logements
Option 1	Solutions techniques	Solutions techniques	–
Option 2	$GV_{ref}$	$GV_{ref}$	
Option 3	$BV_{ref}$ et $GV_{ref} + 15 \% \text{ max.}$	$BV_{ref}$ et $GV_{ref} + 15 \% \text{ max.}$	
Option 4	$C_{ref}$ et $GV_{ref} + 20 \% \text{ max.}$	$C_{ref}$ et $GV_{ref} + 20 \% \text{ max.}$	
<p>GV : coefficient V correspondant aux déperditions thermiques (W) d'un logement, par les parois et par renouvellement d'air pour 1 degré K d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur (unité : W/K).</p> <p>BV : coefficient correspondant aux besoins annuels en chauffage (W) d'un logement, divisés par l'écart moyen de température (K) entre l'intérieur et l'extérieur durant la période de chauffage (unité : W/K).</p>		<p>C : coefficient correspondant à l'évaluation théorique des performances thermiques globales en matière de chauffage et d'eau chaude sanitaire (consommation résultant des besoins et des rendements d'installation).</p> <p>ref : les coefficients de références <math>GV_{ref}</math>, <math>BV_{ref}</math> et <math>C_{ref}</math> sont calculés selon la réglementation pour un logement donné.</p>	

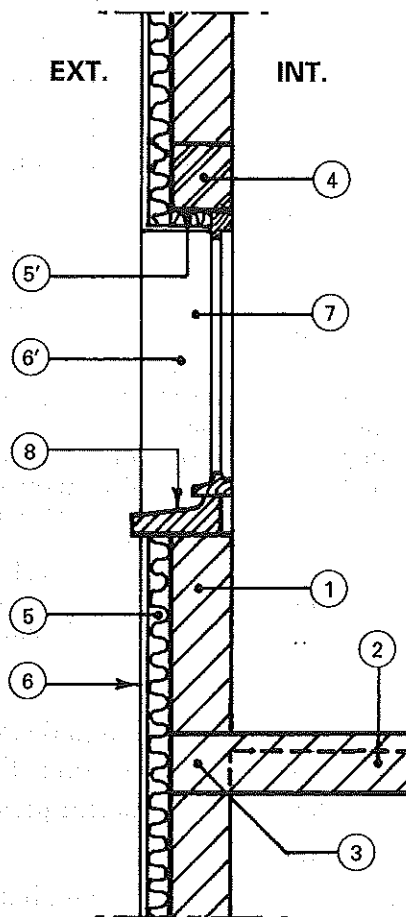
Les solutions techniques fixent des valeurs forfaitaires de résistance thermique des parois de l'isolation par zone climatique, par type de chauffage en fonction des autres paramètres « thermiques » de la construction :

- ensoleillement ;
- système de chauffage et eau chaude sanitaire ;
- ventilation, menuiserie.

Les isolants utilisés doivent avoir la certification ACERMI (indication de la résistance thermique R certifiée).

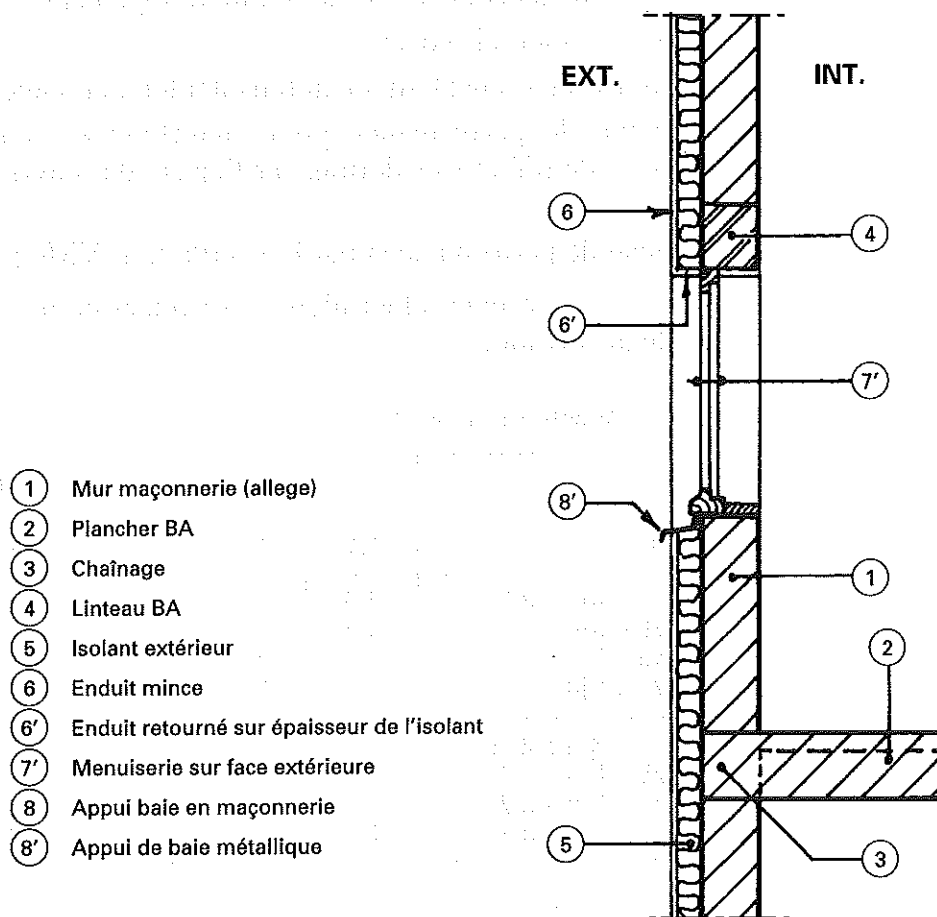
- 1<sup>er</sup> cas : maisons individuelles.

Les solutions techniques définissent six niveaux d'isolation pour les murs extérieurs, exprimés par leur résistance thermique 5 (cf. tableau suivant) (R exprimé en  $m^2 \cdot K/W$ ) et tiennent compte de la position de la menuiserie.



**Menuiserie posée  
au nu intérieur**

- |                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| ① Mur maçonnerie (allege) | ⑤' Retour en tableau             |
| ② Plancher BA             | ⑥ Enduit mince                   |
| ③ Chaînage                | ⑥' Retour en tableau             |
| ④ Linteau BA              | ⑦ Menuiserie sur face intérieure |
| ⑤ Isolant extérieur       | ⑧ Appui baie en maçonnerie       |



Menuiserie posée au nu  
extérieur façade

#### Niveaux d'isolation pour les murs extérieurs

Niveaux d'isolation	Menuiserie au nu intérieur <sup>1)</sup>	Menuiserie au nu extérieur
1	1,1	1,0
2	1,2	1,1
3	1,4	1,2
4	1,6	1,4
5	2,0	1,6
6	2,4	2,0
1) Avec retour d'isolant en tableau.		

- 2<sup>e</sup> cas : logements collectifs (maximum 50 logements) :

Les paramètres sont ici fixés :

- un seul niveau d'ensoleillement (ensoleillement quelconque) ;
- un niveau de performance pour chauffage et eau chaude sanitaire (systèmes de références définis par l'arrêté du 5 avril 1988 ou systèmes équivalents) ;
- un niveau de performance pour la ventilation (VMC).

Les valeurs des résistances thermiques exprimées en  $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$  sont données par le tableau suivant :

Valeur des résistances thermiques

Type de chauffage		Electrique			Non électrique		
Zone climatique		H1	H2	H3	H1	H2	H3
Menuiserie au nu intérieur	$K_{jn} \leq 2,25$	1,6	1,4	—	—	—	—
	$2,25 < K_{jn} \leq 2,45$	1,8	1,6	—	—	—	—
	$2,45 < K_{jn} \leq 2,7$	2,2	1,9	1,5	1,4	1,2	—
	$2,7 < K_{jn} \leq 3,1$	2,9	2,4	1,9	1,6	1,5	1,3
Menuiserie au nu extérieur	$K_{jn} \leq 2,25$	1,4	—	—	—	—	—
	$2,25 < K_{jn} \leq 2,45$	1,6	1,5	—	—	—	—
	$2,45 < K_{jn} \leq 2,7$	1,9	1,7	1,4	1,2	—	—
	$2,7 < K_{jn} \leq 3,1$	2,5	2,1	1,6	1,5	1,3	1,2

avec  $K_{jn}$  = coefficient K paroi jour/nuit (pour les menuiseries).

– *Option 2* : basée sur la valeur du coefficient **GV** (coefficient de déperdition volumique).

Deux exigences indépendantes l'une de l'autre doivent être respectées :

- une exigence de résultat :

Les déperditions thermiques du logement doivent rester inférieures à une valeur de référence **GV<sub>ref</sub>**

avec : **GV<sub>ref</sub> = DP<sub>ref</sub> + DR<sub>ref</sub>**

dans laquelle :

**DP<sub>ref</sub>** = déperditions thermiques de référence par les parois.

**DR<sub>ref</sub>** = déperditions thermiques de référence par renouvellement d'air.

- une exigence de moyen :

Le système de chauffage et d'eau chaude sanitaire doit obligatoirement correspondre à la configuration d'équipement de référence défini dans l'arrêté du 5 avril 1988 pour le type d'énergie utilisé.

Avec cette option, le concepteur ne peut donc intervenir que sur les paramètres du **GV<sub>ref</sub>**.

**Déperditions par les parois (déperditions thermiques de référence)**

- 1<sup>er</sup> cas : maisons individuelles :

Expression générale :

$$DP_{ref} = a \cdot S_1 + b \cdot S_2 + c \cdot S_3 + d \cdot S_4 + e \cdot S_5 \text{ (RCL + 0,3)}$$

- 2<sup>e</sup> cas : logements en immeubles collectifs (quel que soit leur nombre dans un même bâtiment) :

Expression générale :

$$DP_{ref} = f (S_1 + S_2) + g \cdot S_3 + h \cdot S_4 + i \cdot S_5 \text{ (RCL + 0,3)} + j \cdot S_6$$

Dans ces deux expressions, les termes utilisés ont les significations suivantes :

**S<sub>1</sub>** = Surface de la toiture.

**S<sub>2</sub>** = Surface du plancher bas.

**S<sub>3</sub>** = Surface des murs extérieurs.

**S<sub>4</sub>** = Surface des portes extérieures.

**S<sub>5</sub>** = Surface des fenêtres et portes-fenêtres.

**S<sub>6</sub>** = Surface des murs et portes mitoyens de locaux non chauffés.

**RCL** = Rapport de la surface « de clair » des fenêtres et portes-fenêtres à leur surface en tableau.

**c** } Coefficients homogènes à des coefficients K globaux de murs  
**g** } extérieurs.

Type de chauffage	Electrique			Non électrique		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Maison individuelle Valeur de <b>c</b>	0,6			0,65	0,7	0,8
Logement en collectif Valeur de <b>g</b>	0,65		0,75	0,8	0,85	0,9

Le respect de la réglementation peut consister à limiter à ces valeurs les coefficients K globaux des murs extérieurs qui varient :

- pour les maisons individuelles : de 0,60 W/m<sup>2</sup> . K (zone H1 - chauffage électrique) à 0,80 W/m<sup>2</sup> . K (zone H3 - chauffage non électrique) ;
- pour les logements en immeubles collectifs : de 0,65 W/m<sup>2</sup> . K (zone H1 - chauffage électrique) à 0,90 W/m<sup>2</sup> . K (zone H3 - chauffage non électrique).

Nota (à titre indicatif) :

Une valeur de **kg** de 0,60 W/m<sup>2</sup> . K correspond en maison individuelle, selon le type d'isolation et la constitution des planchers, à des coefficients K de murs en partie courante situés entre 0,50 W/m<sup>2</sup> . K (R = 1,45 m<sup>2</sup> . K/W) et 0,35 W/m<sup>2</sup> . K (R = 2,30 m<sup>2</sup> . K/W).

– *Option 3* : basée sur le coefficient **BV** (apports gratuits) :

Trois exigences indépendantes les unes des autres doivent être respectées.

- Deux exigences de résultat :

- \* Les besoins thermiques du logement (**BV**) représentant les déperditions thermiques du logement diminuées des apports gratuits, doivent rester inférieurs à une valeur de référence (**BV<sub>ref</sub>**).

Cette valeur se calcule à partir du coefficient **GV<sub>ref</sub>** en supposant que l'ensoleillement est quelconque et que l'inertie de la construction est moyenne.

- \* Les déperditions thermiques du logement (**GV**) ne doivent pas dépasser de plus de 15 % la valeur de référence **GV<sub>ref</sub>**.

- Une exigence de moyens, relative au système de chauffage et d'eau chaude sanitaire, identique à l'option 2.

Les parois opaques, dans la mesure où la construction ne comporte pas de composants solaires spécifiques (murs à effet de serre, vérandas...), ne participent généralement pas à la captation solaire, mais peuvent contribuer à la récupération de ces apports en fonction de l'inertie thermique de ces parois.

On peut également augmenter la masse utile en contact avec l'air pour augmenter la couverture d'apports gratuits.

– *Option 4* : basée sur le coefficient **C**.

Cette option nécessite d'effectuer un calcul complet portant sur tous les paramètres thermiques de la construction afin de vérifier que la performance thermique globale du logement en matière de chauffage et d'eau chaude sanitaire (coefficient **C**) est inférieure à la valeur du coefficient **C** de référence (**C<sub>ref</sub>**).

Si cette condition est respectée, il est possible de diminuer les prestations relatives à l'enveloppe du logement dans la limite de 1,20 **GV<sub>ref</sub>**. Cette limite ne peut être dépassée du fait que la pérennité des équipements thermiques est moindre que celle des produits de l'enveloppe.

*c) Les bâtiments neufs à usage non résidentiel*

Les arrêtés de 1988 imposent le respect d'un coefficient de déperdition volumique de référence **G.1<sub>ref</sub>** dont l'expression générale est :

$$G \cdot 1_{ref} = a \cdot \frac{A_1}{V} + b \cdot \frac{A_2}{V} + c \cdot \frac{P}{V} + d \cdot \frac{A_{3e}}{V}$$

$$\text{ou } = \frac{1}{V} (a \cdot A_1 + b \cdot A_2 + c \cdot P + d \cdot A_3 + e \cdot V)$$

avec :

**a, b, c, d, e** = coefficients définis dans chacun des sept arrêtés en fonction :

- du type de chauffage ;
- de la zone climatique ;
- de la classe des bâtiments considérés.

- a . A<sub>1</sub>** = déperditions thermiques par les murs.  
**b . A<sub>2</sub>** = déperditions par le plancher bas ou la toiture.  
**c . P** = déperdition dans le cas de dallage sur terre-plein.  
**d . A<sub>3</sub> + e . V** = concerne les déperditions par les parois vitrées.  
**V** = volume du logement.

*Solutions proposées* pour respecter le coefficient **G<sub>1ref</sub>** en limitant les déperditions par type de parois :

- Solution 1 : prendre la valeur du coefficient **a** comme valeur de transmission thermique globale **K<sub>g</sub>** de tous les murs du bâtiment.
- Solution 2 : différencier les pignons et les façades lorsque celles-ci comportent beaucoup d'ouvertures (meilleur isolement des pignons).

Exemples de valeurs calculées de **K<sub>g</sub>** :

**Tous bâtiments non résidentiels à occupation discontinue**

Type de chauffage	Electrique			Non électrique		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Zone climatique						
Valeur fixée par le règlement (a)	1,00	1,05	1,15	1,15	1,25	1,35
Solution 1 Tous murs semblables	1,00	1,05	1,15	1,15	1,25	1,35
Solution 2 Façade	1,15	1,15	1,35	1,35	1,35	1,45
Pignon	0,85	0,95	0,95	0,95	1,15	1,25

**Bâtiments non résidentiels, sanitaires et sociaux, famille A  
(bâtiments hospitaliers) à occupation continue**

Type de chauffage	Electrique			Non électrique		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Zone climatique						
Valeur fixée par le règlement (a)	0,85	0,90	0,95	0,90	0,95	1,00
Solution 1 Tous murs semblables	0,85	0,90	0,95	0,90	0,95	1,00
Solution 2 Façade	1,00	1,10	1,15	1,10	1,15	1,15
Pignon	0,70	0,70	0,75	0,70	0,75	0,85

**Bâtiments non résidentiels (autres bâtiments à occupation continue)**

Type de chauffage	Electrique			Non électrique		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Zone climatique						
Valeur fixée par le règlement (a)	0,90	0,95	1,00	0,95	1,00	1,05
Solution 1 Tous murs semblables	0,90	0,95	1,00	0,95	1,00	1,05
Solution 2 Façade Pignon	1,10 0,70	1,15 0,75	1,15 0,85	1,15 0,75	1,15 0,85	1,15 0,95

Nota :

Les calculs de déperditions thermiques (coefficient K des parois) figurent dans le présent ouvrage :

– en Partie 2/1.7 :

- principes ;
- exemples de calcul ;
- courbe des températures dans une paroi.

– en Partie 13/14 :

- notions fondamentales d'isolation thermique des bâtiments.

**6. Etanchéité à la pluie***a) Généralités – Présentation*

L'exigence d'étanchéité à la pluie est indépendante de la conception de la paroi.

Cette exigence doit être durable. Les techniques nouvelles de murs manteaux à base d'enduits organiques minces présentent un recul parfois insuffisant vis-à-vis de la pérennité de l'exigence.

Les différentes classifications de murs manteaux correspondent en fait à différentes solutions de mur de type IV défini par le DTU 20.1.

*b) Définition des types de murs (XI à XIV)*

Le Cahier CSTB n° 1 833 (mars 1983, Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique) définit les différentes catégories de murs manteaux pour lesquels l'isolation est disposée sur la face extérieure du mur.

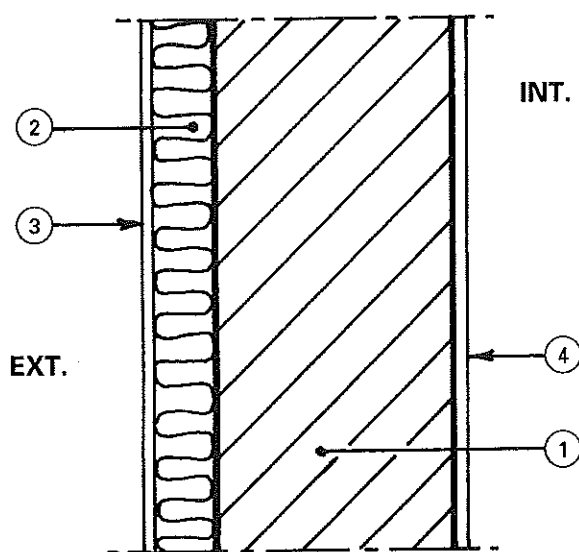


*c) Mur de type XI*

## – Définition :

Ce mur ne comporte aucune disposition spécifique permettant de s'opposer au cheminement de l'eau de pluie jusqu'au parement intérieur.

Le système d'isolation et la paroi-support sont chacun considérés comme perméables à l'eau.



Mur manteau de type XI

- |   |  |
|---|--|
| <p>① Mur en maçonnerie d'éléments non enduits insuffisante pour être du type I au sens DTU 20.1 ou béton banché à parement élémentaire (DTU 23.1)</p> | <p>② Isolant extérieur type panneau ou mortier léger</p> <p>③ Enduit hydraulique armé ou non</p> <p>④ Enduit plâtre intérieur éventuel</p> |
|---|--|

## – Commentaires :

Dans un tel mur, les trois conditions suivantes sont réunies :

- le système d'isolation ne peut empêcher l'eau de pluie d'atteindre la maçonnerie du fait, soit de la faible imperméabilité à l'eau de sa peau (fissuration ou perméance forte), soit de la forte capillarité ou du peu d'imperméabilité de l'isolant ;
- la paroi-support elle-même non revêtue du système d'isolation n'est pas suffisante pour pouvoir être considérée seule comme de type I au sens des DTU 20.1 et 23.1 ;
- il n'y a pas de coupure de capillarité dans le système, ni dans la paroi, ni entre les deux.

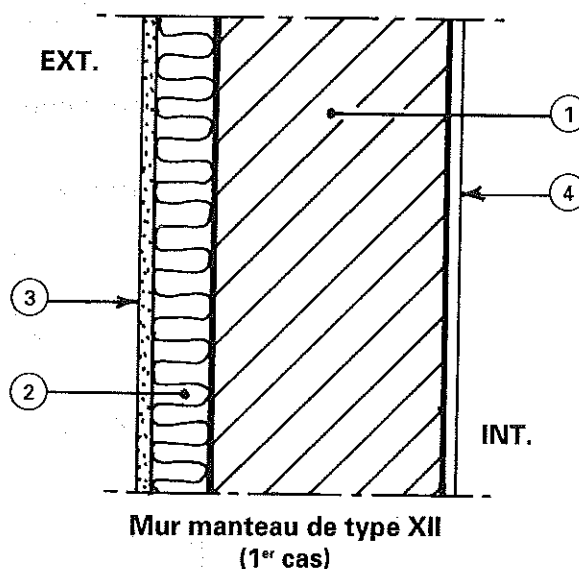
*d) Mur de type XII*

## – Définition

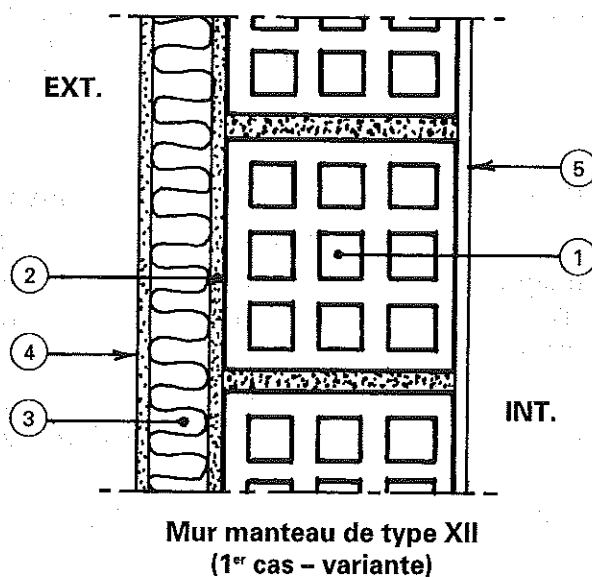
Un mur de type XII comporte :

- soit un système d'isolation capable de s'opposer au cheminement de l'eau vers l'intérieur (1<sup>er</sup> cas).

Dans ce cas, le système d'isolation à lui seul n'est pas suffisamment étanche à l'eau, et la paroi-support vient compléter cette étanchéité ;



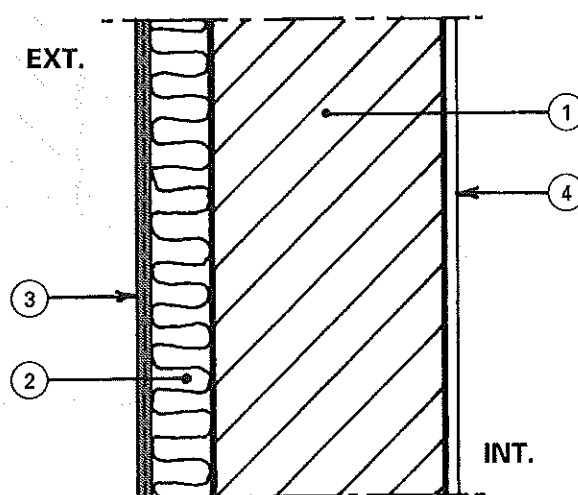
- ① Béton banché à parement ordinaire
- ② Isolant extérieur (PSE en plaque complexe fibragglo – mortier léger)
- ③ Enduit hydraulique armé ou non
- ④ Enduit plâtre intérieur éventuel



- ① Maçonnerie d'élément enduite à l'extérieur
- ② Enduit à base de liant hydraulique
- ③ Isolant extérieur, PSE en plaques, fibragglo-mortier léger
- ④ Enduit hydraulique armé ou non
- ⑤ Enduit intérieur plâtre

- soit une paroi en maçonnerie pouvant empêcher de faibles quantités d'eau de pénétrer vers l'intérieur (2<sup>e</sup> cas).

Dans ce cas, le système est suffisamment étanche (pour les expositions à la pluie moyennement sévères).



Mur manteau de type XII (2<sup>e</sup> cas)

- ① Maçonnerie d'éléments non enduite à l'extérieur ou béton banché à parement élémentaire
- ② PSE en plaques
- ③ Enduit à base de liant organique armé d'un treillis de verre
- ④ Enduit plâtre intérieur éventuel

– Commentaires :

L'étanchéité à l'eau du mur de type XII est assurée :

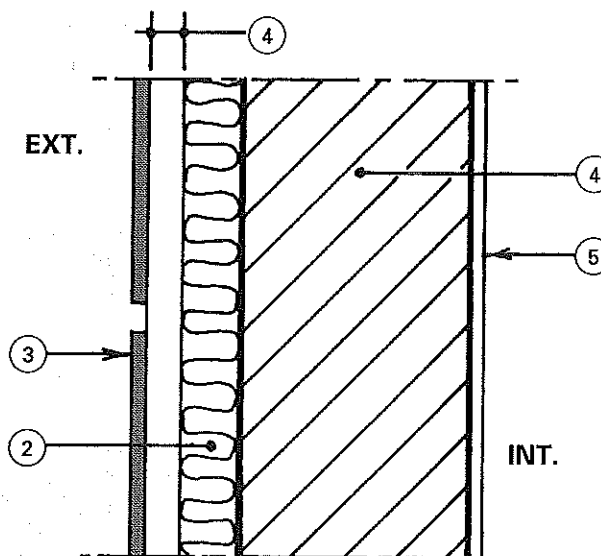
- soit par les caractéristiques d'étanchéité du système d'isolation, indépendamment du support lui-même ;
- soit par une paroi considérée à elle seule comme étant de type I au sens des DTU 20.1 ou 23.1 (hormis les règles d'épaisseur) car la protection apportée par le système d'isolation limitant les arrivées d'eau, la conservation de la fonction étanchéité est assurée.

e) Mur de type XIII

– Définition :

Un mur de type XIII comporte :

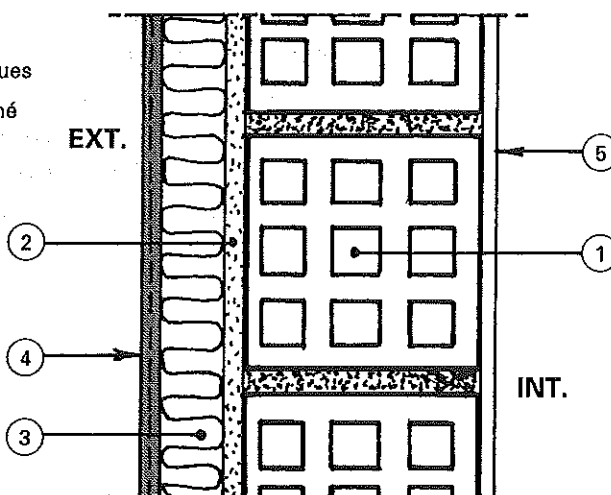
- soit un système d'isolation par l'extérieur dont la peau extérieure n'est pas totalement étanche à l'eau mais derrière laquelle est disposée une lame d'air continue permettant la récupération et l'évacuation des eaux d'infiltration (1<sup>er</sup> cas) ;

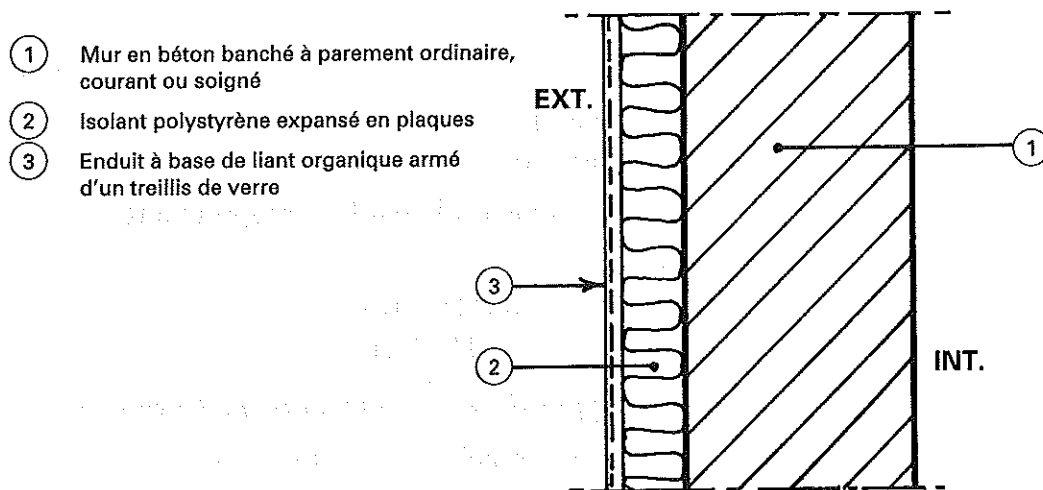
Mur manteau de type XIII (1<sup>er</sup> cas)

- ① Paroi en maçonnerie d'éléments ou en béton banché (quel que soit le parement)
- ② Isolant extérieur non hydrophile
- ③ Peau extérieure à joints ouverts
- ④ Lame d'air
- ⑤ Enduit plâtre intérieur éventuel

• soit un système d'isolation par l'extérieur s'opposant au cheminement de l'eau par capillarité et par gravité, mis en œuvre sur une maçonnerie suffisamment imperméable pour s'opposer au cheminement de l'eau qui pourrait l'atteindre accidentellement (2<sup>e</sup> cas).

- ① Maçonnerie d'éléments
- ② Enduit extérieur
- ③ Isolant polystyrène expansé en plaques
- ④ Enduit à base de liant organique armé d'un treillis de verre
- ⑤ Enduit plâtre intérieur

Mur manteau de type XIII (2<sup>e</sup> cas)

Mur manteau de type XIII (2<sup>e</sup> cas – variante)

## – Commentaires :

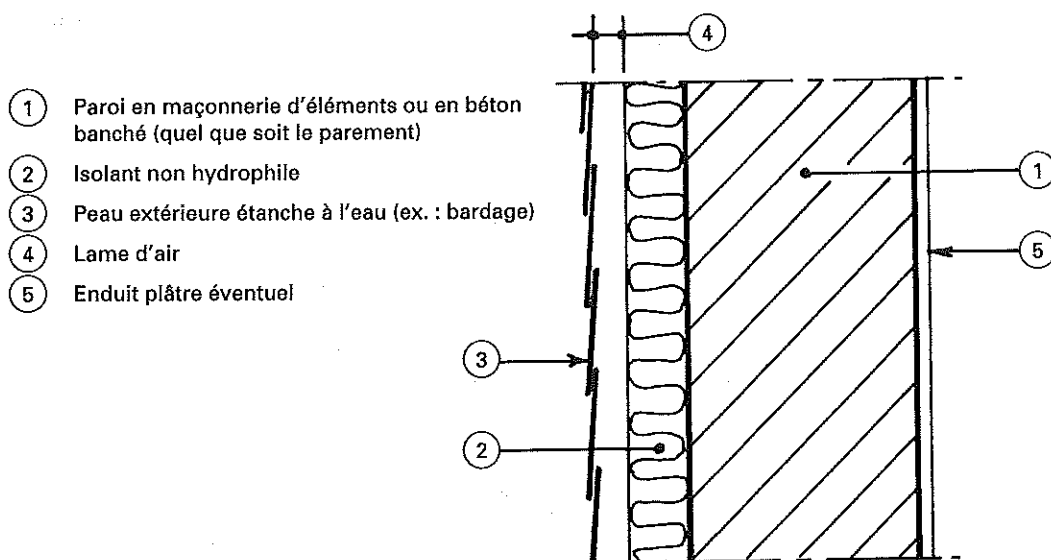
Le principe du mur de type XIII est basé sur le fait qu'en conditions d'exposition sévères, l'eau qui atteint le système d'isolation peut, en quantité limitée, pénétrer derrière la peau extérieure de celui-ci.

Il faut alors soit la recueillir et l'évacuer si les matériaux sont sensibles à l'humidité ou s'ils ne peuvent sécher normalement, soit prévoir une disposition complémentaire sur la maçonnerie elle-même.

## f) Mur de type XIV

## – Définition :

Pour ce type de mur, l'étanchéité est assurée par la peau extérieure du système d'isolation à elle seule.



Mur manteau de type XIV

– Commentaires :

L'eau ne peut pénétrer derrière la peau extérieure du fait :

- de l'étanchéité intrinsèque du matériau ;
- des dispositions prises aux jonctions.

La solution classique est le bardage rapporté à recouvrement avec isolation.

On retrouve :

- le mur type IVa du DTU 20.1 ;
- le mur type IV du DTU 23.1.

#### g) Choix des types de murs en fonction de l'exposition à la pluie

Le tableau suivant précise le type minimal de mur à prévoir selon son exposition, en fonction :

– des situations (a, b, c, d) de la construction (mêmes définitions que DTU 20.1).

La situation d non abritée comprend deux cas :

- le littoral ;
- le front de mer.

– de la hauteur du mur au-dessus du sol (cinq cas).

#### Choix des types de murs en fonction de l'exposition à la pluie

Hauteur du mur au-dessus du sol (m)	Situations a, b, c		Situation d		
	Façades abritées	Façades non abritées	Façades abritées	Façades non abritées	
				Zone littorale sauf front de mer	Front de mer
6	XI	XI	XI	XII	XII
6 - 18	XI	XII	XI	XII	XII
18 - 28	XI	XII	XI	XII	XIII
28 - 50		XIII		XIII	XIII
50 - 100		XIII		XIV	XIV

## 7. Condensations – Transferts de vapeur à travers les parois

### a) Généralités

Le mur manteau permet d'éliminer ou de limiter :

- les risques de condensations superficielles intérieures ;
- les risques de condensations au sein de la structure porteuse.

Les risques de condensation dans les systèmes proposés sont appréciés au cas par cas.

Ils sont en général plus faibles et dus au séchage des murs neufs ou au refroidissement nocturne (bardages).

Les dispositions adoptées pour la conception des systèmes permettent d'éviter ce type de désordre.

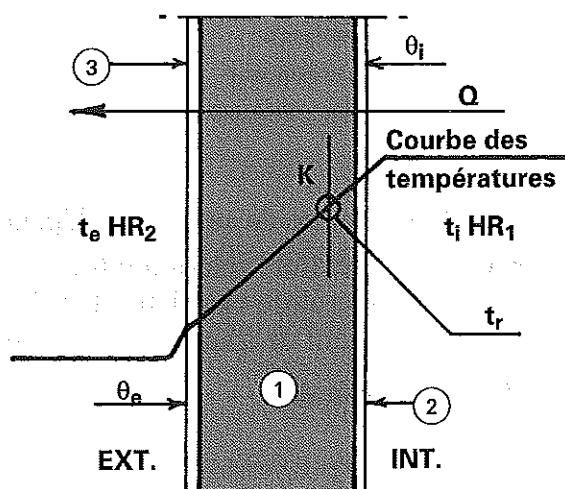
Pour les travaux de réhabilitation, il y a lieu de diagnostiquer l'état de la ventilation, notamment dans le cas de modification des fenêtres.

#### b) Condensations superficielles intérieures

Le problème général des condensations est traité en partie 13/14.4.

##### Cas des parties courantes de paroi verticale

– Les condensations ont lieu sur la face interne du mur lorsque la température de surface du mur  $\theta_i$  est inférieure au point de rosée de l'air ambiant (cf. diagramme de Mollier)  $\theta_e$ .



① Paroi principale (maçonnerie)

② Enduit intérieur

③ Enduit extérieur

$K$  = Coefficient de transmission surfacique de la paroi

$Q$  = Flux déperditions thermiques. Sens des migrations de vapeur d'eau

$\theta_i$  = Température de surface parement intérieure

$t_i$  = Température d'air intérieure

$\theta_i < t_i$

$\theta_e$  = Température de surface parement extérieure

$t_e$  = Température d'air extérieure

$\theta_e > t_e$

$HR_i$  = Humidité relative air intérieure (pression de vapeur)

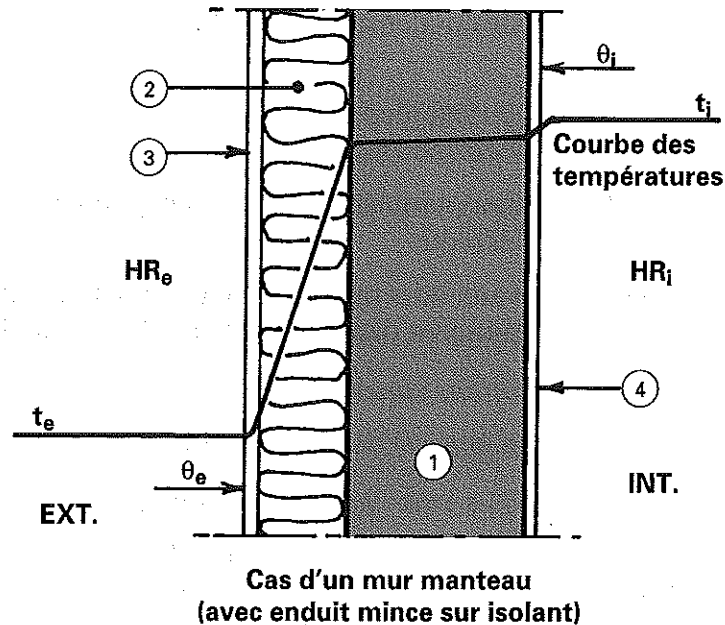
$HR_e$  = Humidité relative air extérieure (pression de vapeur)

$HR_i > HR_e$

##### Cas d'un mur courant (non isolé)

##### Période d'hiver

Si  $t_r$  est le point de rosée correspondant à  $t_i$  et  $HR_i$  est supérieur à  $\theta_i$ , il y aura des condensations sur la face interne. Un enduit plâtre (non revêtu de peinture type laque) peut absorber une partie de la condensation superficielle. Le tracé de la courbe des températures dans la paroi permet de repérer la position du point de rosée.



- ① Paroi maçonnerie
- ② Isolation extérieure
- ③ Enduit mince extérieur
- ④ Enduit intérieur éventuel

– La température de surface  $\theta_i$  dépend :

- de la température intérieure  $t_i$  ;
- de la température extérieure  $t_e$  ;
- du coefficient de transmission thermique  $K$  de la paroi.

Relation générale :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_0} + R_a$$

avec :  $K_0$  = coefficient  $K$  du mur non isolé.

$R_a$  = résistance thermique de l'isolation.

$K$  = coefficient du mur isolé.

– La température  $t_r$  ou point de rosée dépend :

- de la température ambiante  $t_i$  ;
- du taux d'humidité  $w_i$  (gr/m<sup>3</sup>) de l'air intérieur (cf. diagramme de Mollier au chapitre 13/2).

– Le taux d'humidité intérieure varie en permanence en fonction de l'occupation et de la production de vapeur d'eau ainsi que du renouvellement d'air :

$$w_i = w_e + \frac{W}{V}$$

avec :

$w_i$  = taux d'humidité intérieur.



$w_e$  = taux d'humidité extérieur (air renouvelé).

$W$  = production de vapeur d'eau ( $\text{g/m}^3$  par heure).

$n$  = taux de renouvellement horaire.

– Les risques de condensation diminuent :

- si on isole mieux :  $K$  diminue,  $\theta_i$  augmente ;
- si on ventile mieux :  $n$  augmente,  $w_i$  diminue ;
- si on chauffe plus,  $t_i$  augmente ;
- si on diminue la production de vapeur d'eau intérieure ( $W$ ).

*c) Condensations superficielles au droit des points singuliers*

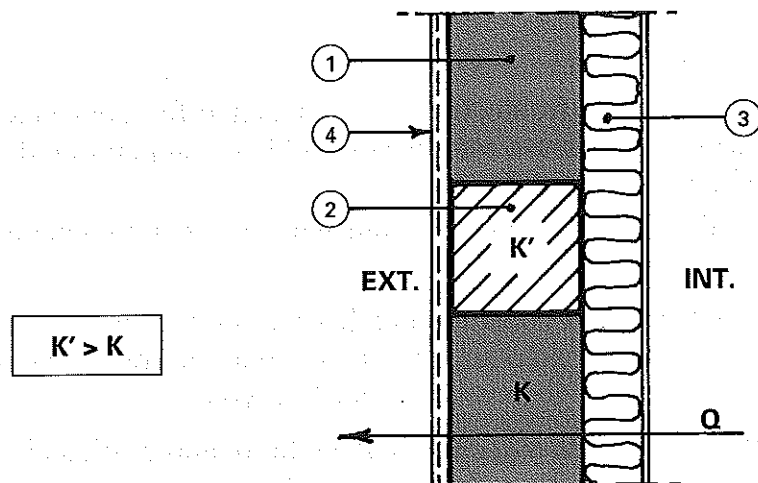
Dans le cas du mur manteau, il y a peu de discontinuités d'isolation, donc de ponts thermiques.

Les conceptions actuelles ne peuvent supprimer complètement les ponts thermiques.

Le risque de condensation au droit d'un pont thermique est donc faible.

*d) Condensations dans la masse*

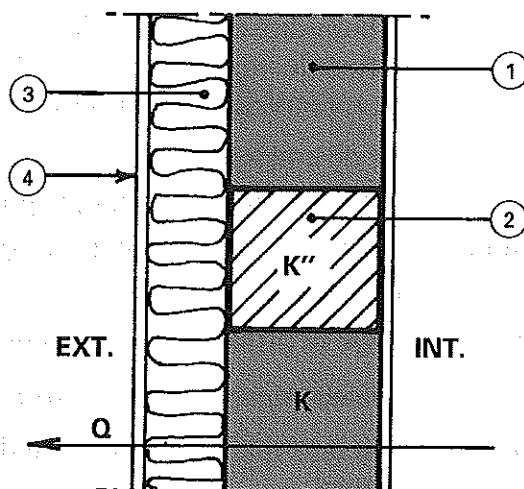
Pour une paroi lourde en période hivernale, les condensations dans la masse sont en général très faibles lorsqu'on utilise un mur manteau.



**Pont thermique, mur traditionnel  
coupe horizontale**

- ① Mur maçonnerie
- ② Poteau BA ossature
- ③ Doublage isolant

- ④ Enduit extérieur grillage
- $K$  = Coefficient deperdition paroi partie courante
- $K'$  = Coefficient deperdition au droit poteau BA



Pont thermique mur manteau

- ① Maçonnerie remplissage
- ② Poteau BA
- ③ Isolant extérieur

- ④ Enduit mince sur isolant
- $K =$  Tableau coefficient en partie courante
- $K'' =$  Valeur coefficient au droit poteau BA

La valeur de  $K''$  diffère très peu de  $K$  car l'isolant intervient pour une très grande part dans la résistance thermique de la paroi.

Ceci tient au fait :

- qu'en période froide, les locaux sont chauffés, donc la température de paroi sur sa face intérieure est très voisine de la température d'air intérieure, donc supérieure au point de rosée ;
- les différents systèmes de mur manteau sont en général très perméables à la vapeur d'eau.

La paroi-support constitue une barrière de vapeur et le transfert d'humidité est faible vers l'extérieur, donc sans risques de condensations nuisibles. Néanmoins, certaines dispositions sont à prévoir.

– Pour un mur en maçonnerie neuf, les quantités d'eau à évacuer ne sont pas négligeables (séchage des matériaux) : jusqu'à 15 l/m<sup>2</sup>.

Les enduits appliqués sur isolant doivent être suffisamment perméables.

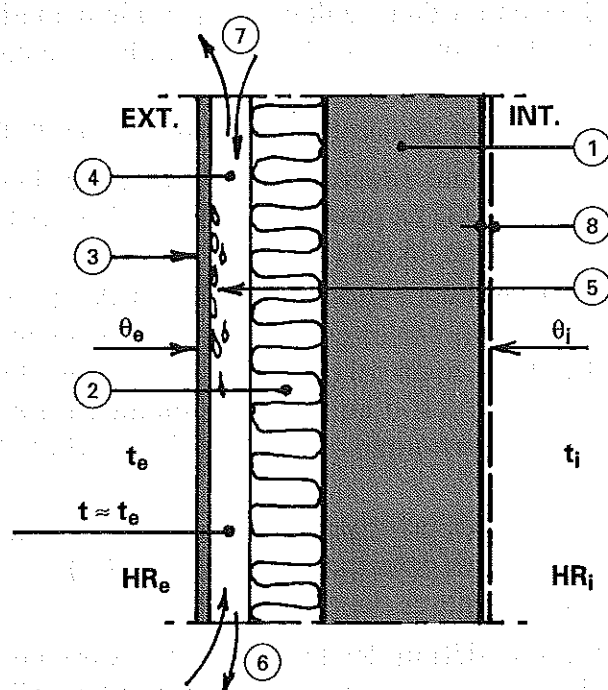
Un délai de six à huit semaines est nécessaire avant pose de l'isolation. La période de l'année est à prendre en compte avec l'ensoleillement et la présence de vent qui accélère le processus de séchage.

L'emploi d'enduits sur isolants et de certaines vêtues pour des locaux à forte hygrométrie est déconseillé en l'absence de barrière de vapeur satisfaisante côté intérieur.

– Les bardages rapportés doivent être conçus pour évacuer les eaux de condensation internes au niveau de la lame d'air (cas du rayonnement nocturne).

Il y a lieu de prévoir des orifices de ventilation en partie haute et en partie basse pour assurer une bonne conservation des bois supports et éviter la corrosion des parties métalliques (fixations).

L'ensemble de l'ossature et de l'isolation doit être conçu pour ne pas subir des dommages compte tenu d'une humidification temporaire accidentelle.



Risque de condensation  
mur manteau (bardages)

- (1) Paroi maçonnerie
- (2) Isolant extérieur
- (3) Peau extérieure bardage
- (4) Lame d'air ventilée
- (5) Condensation sur face interne bardage, effet de paroi froide
- (6) (7) Entrées, sorties d'air

Nota :

Pour des locaux à forte  $HR_i$  (hygrométrie intérieure), il y a lieu de disposer sur la face interne de la paroi une barrière de vapeur (8).

## 8. Isolement acoustique

### a) Généralités

La façade doit être considérée :

- pour l'isolement vis-à-vis des bruits extérieurs ;
- et pour l'isolement entre locaux adjacents vis-à-vis des transmissions latérales.

La conformité par rapport au règlement est appréciée par mesure sur le bâtiment terminé (norme NF S 31-057).

La cotation Qualitel peut servir d'évaluation.

#### *b) Exigences réglementaires*

Sans entrer dans le détail de la réglementation acoustique qui fera l'objet de développements en Partie 13/15, les exigences réglementaires sont définies par les textes suivants :

- arrêté du 26 octobre 1978, modifié le 23 février 1983 ;
- habitations situées en zone C (définie elle-même par le décret n° 87-310 du 21 mai 1987) à proximité des aérodromes : isolement des pièces principales et cuisine  $\geq 35$  dB (A) ;
- habitations exposées aux bruits des transports terrestres : isolement des pièces principales et cuisine  $\geq 45, 40, 35$  ou  $30$  dB (A) selon les autorisations d'utilisation du sol et annexe 1 de l'arrêté du 6 octobre 1978. L'article 7 de cet arrêté prévoit d'autre part le maintien d'exigences de pureté de l'air et de confort thermique en période chaude ( $t_e \leq 27$  °C) en maintenant les fenêtres fermées :
  - en pièces principales et cuisine pour 45 à 40 dB (A) ;
  - en pièces principales pour 35 dB (A) ;
  - en chambres pour 30 dB (A).

L'arrêté définit des températures extérieures de base en saison chaude pour chaque canton (annexe 2) ainsi que les indices d'isolement en fonction de la nature et de la typologie des voies de circulation, de la distance du bâtiment à ces voies et de sa hauteur (annexe 1).

#### *c) Principes d'évaluation*

Les principales méthodes d'évaluation sont définies :

- dans le Cahier du CSTB n° 1 855 (juin 1983) ;
- dans la méthode Qualitel.

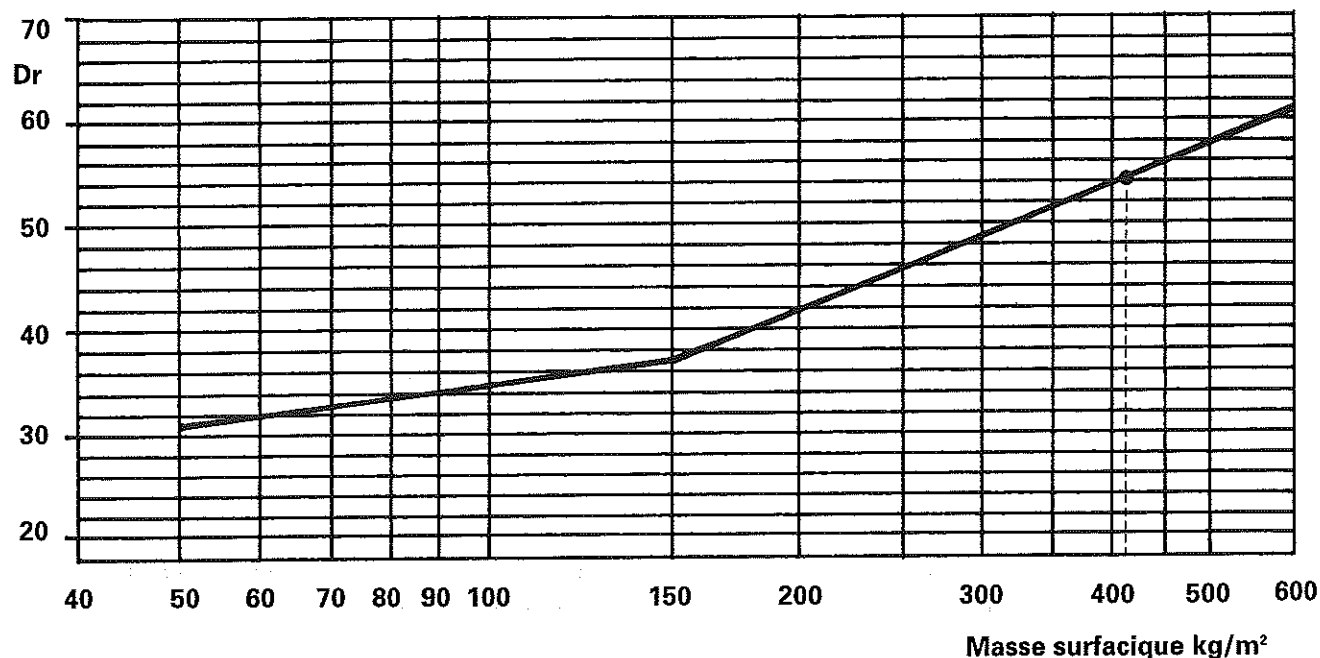
Ces méthodes ne sont pas exposées dans le présent ouvrage.

#### *d) Résultats pour le mur manteau*

##### *– Paroi lourde en maçonnerie :*

La loi de masse est appliquée à la paroi lourde qui constitue l'essentiel de la paroi.

Cette loi ne s'applique qu'aux parois pleines et homogènes.



(D'après documentation CSTB)

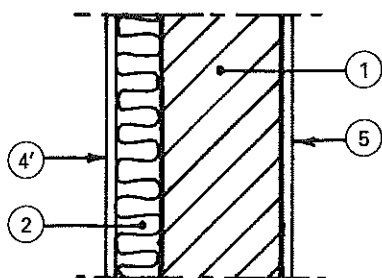
Diagramme de la loi de masse

Exemple : une paroi de 0,15 m en béton banché a une masse de 360 kg/m² environ, donc un isolement de 52 dB.

Toutefois, la loi de masse doit être corrigée par la loi de fréquence (fréquence critique).

Par ailleurs, la méthode Qualitel prévoit une correction en l'absence de PV d'essai de laboratoire :

- 1<sup>er</sup> cas : parois en maçonnerie :



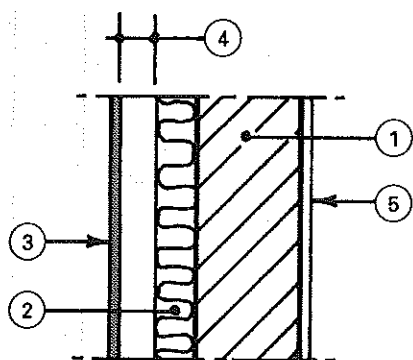
- ① Maçonnerie
- ② Isolant
- ④' Enduit mince
- ⑤ Enduit

Parois		Correction en dB (A)
Béton ou bloc béton	Enduit hydraulique	- 5
	Enduit organique	- 4
Brique creuse	Enduit hydraulique	- 2
	Enduit organique	0

Correction : 1<sup>er</sup> cas

Parois simples en béton ou maçonnerie enduite avec isolation par enduit sur isolant en mousse rigide

- 2<sup>e</sup> cas : parois maçonnerie + isolant + lame d'air + bardage :



- ① Maçonnerie
- ② Isolant
- ③ Lame d'air
- ④ Bardage
- ⑤ Enduit

Parois	Correction en dB (A)
Bardages légers	+ 4
Bardages lourds	+ 7

**Correction : 2<sup>e</sup> cas**  
**Parois simples en béton ou maçonnerie**  
**enduite sur une face au moins avec isolation**  
**par laine minérale + lame d'air + bardage**

– *Parois simples en béton ou en maçonnerie enduite sur une face au moins avec isolation par fibre minérale + lame d'air + bardage*

Nota :

Cette correction intervient peu sur les résultats compte tenu des niveaux exigés et des valeurs importantes obtenues avec les parois lourdes. D'autre part, les fenêtres déterminent dans la plupart des cas l'indice d'isolement des façades lourdes.

Néanmoins, cette correction est à prendre en compte lorsque des niveaux élevés d'isolement acoustique sont exigés (45 ou 50 dB) avec fenêtres et entrées bien isolées acoustiquement.

## E. Labels et classements

### 1. Label Qualitel

#### a) Généralités

Ce label est délivré par l'association Qualitel sur demande d'un maître d'ouvrage pour un projet de logement neuf (cf. Guide Qualitel).

Le mur manteau est concerné pour l'essentiel par :

- la protection contre les bruits émis à l'extérieur du bâtiment ;
- le confort d'entretien d'été ;
- le coût d'entretien des façades.

#### b) Protection contre les bruits

Cf. paragraphe 8, « isolement acoustique ».

*c) Confort thermique d'été*

La cotation prend en compte les paramètres suivants :

- la zone climatique d'été (définie par arrêté du 6 octobre 1978) ;
- l'inertie de la construction ;
- la protection solaire et l'orientation ;
- la ventilation.

On distingue cinq classes d'inertie :

- 1) Construction très lourde.
- 2) Construction lourde.
- 3) Construction moyennement lourde.
- 4) Construction légère.
- 5) Construction très légère.

Les constructions réalisées en murs manteaux sont généralement classées en construction lourde (2). Les maisons sur terre-plein avec plancher profitant de l'inertie du sol peuvent être admises en classe : construction très lourde (1).

*d) Coût d'entretien des façades*

Deux cotations interviennent :

- durabilité ;
  - entretien.
- Pour la durabilité, la plupart des systèmes et techniques utilisés permettent d'obtenir le niveau maximal (5).
- Pour l'entretien, la cotation est variable selon les techniques. Cotation 5 (maximum) pour :
- revêtement attaché en pierre mince ;
  - contre-mur en briques perforées (mur à double paroi) ;
  - bardages rapportés en amiante-ciment brut, émaillé ou vernissé, en terre cuite, ardoise, pierre mince, bardeaux et clins en bois brut, PVC, polyester avec charges minérales, acier émaillé.

**2. Classement reVETIR**

*a) Classement* délivré par l'association Epebat sur demande faite par un industriel titulaire d'un système.

*b) Critères de classement*

**r** = Facilité de réparation.

**e** = Facilité d'entretien.

**V** = Résistance au vent.

**E** = Étanchéité à l'eau.

**T** = Tenue aux chocs.

**I** = Comportement en cas d'incendie.

**R** = Résistance thermique.

*c) Niveaux de classement*

- attribués après essais, calcul ou appréciation pour  $r = 1$  à 4 ;
- pour la résistance au vent = 1 à 3.

*d) Recommandations d'emploi*

Cf. document R8B de Epebat.



## 2/1.5

# Matériaux utilisés

---

### 1. Généralités, classement

Les matériaux utilisés pour les structures verticales massives sont d'origine :

- naturelle : pierre de taille ;
- manufacturée :
  - briques de terre cuite ;
  - blocs de béton de granulats courants ;
  - blocs de béton cellulaire.

### 2. Pierre naturelle

Les pierres utilisées pour la construction de structures massives en maçonnerie proviennent de l'extraction en carrière, de matériaux naturels généralement de type calcaire. On utilise également :

- des grès, granites ;
- des pierres volcaniques (lave).

Les éléments se présentent sous des formes variées :

- moellons bruts irréguliers ;
- moellons équarris de forme parallélépipédique ;
- pierre appareillée selon un calepin (ou dessin de pose).

### 3. Briques de terre cuite

#### a) Briques pleines de terre cuite

C'est le type le plus ancien et le plus répandu dans le monde, et dont les dimensions courantes varient peu, de manière à ce qu'elles puissent être appréhendées à la main. Les modes d'appareillage sont nombreux.

#### b) Briques creuses de terre cuite

Elles sont également fort répandues, surtout en France.

C'est un matériel traditionnel courant qui a suivi une évolution relativement récente en fonction des exigences thermiques.

*c) Blocs de terre cuite à perforations verticales*

C'est une technique différente et performante au point de vue résistance mécanique et isolation thermique.

#### **4. Blocs manufacturés de béton**

On trouve des :

- blocs typifiés de granulats courants ;
- blocs typifiés de granulats légers ;
- blocs de béton cellulaire autoclavé ;
- blocs à isolation intégrée (combinaison d'éléments en béton de granulats courants et d'éléments de polystyrène expansé).

La plupart des matériaux courants font l'objet de normes NF (série P). La pierre de taille correspond à la série B. Les matériaux évolués tels que les blocs spéciaux et à fonction isolante, sont soumis à la procédure Atec (Avis technique GS.16).

## 2/1.6

# Exigences

### 1. Généralités

Les parois verticales et murs traditionnels en maçonnerie d'éléments ou en béton banché armé doivent assurer, pour les bâtiments d'usage courant, les fonctions suivantes :

- stabilité mécanique sous les sollicitations normales provenant des charges appliquées ou des déformations imposées par les phénomènes thermiques, climatiques et de retrait ;
- sécurité en cas d'incendie et éventuellement en cas de séismes ou d'autres sollicitations exceptionnelles ;
- étanchéité à la pluie ;
- contribution à la satisfaction des exigences hygrothermiques et acoustiques ;
- aspect extérieur et/ou intérieur de la construction.

### 2. Fonction portance, stabilité

#### *a) Pour les maçonneries d'éléments*

On se référera :

- au CCT (Cahier des clauses techniques) du DTU 20.1 ;
- aux règles BAEL 91 (règles techniques de conception et calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites) pour les ouvrages en béton armé incorporés aux maçonneries (chaînage, linteaux, etc.) ;
- aux règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions : règles NV 65 révisées 67-70, complétées 74-75 et règles Neige 84 ;
- au DTU 20.12 pour la conception des murs destinés à être associés à une toiture-terrasse avec plancher béton armé ou béton précontraint (conception du gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité).

#### *b) Pour les voiles en béton banché armé*

On se référera :

- au Cahier des clauses techniques (CCT) du DTU 20.1 ;
- aux règles BAEL 91 ;
- aux règles NV 65 et Neige 84 ;
- au DTU 20.12 pour le gros œuvre des toitures-terrasses.

### **3. Fonction sécurité : incendie et sécurité sous sollicitations exceptionnelles**

#### *a) Incendie*

La sécurité en cas d'incendie est à apprécier selon la destination des ouvrages en fonction des dispositions réglementaires en vigueur.

Notamment par référence :

- aux règles FB (octobre 1987) : méthode de prévision par le calcul, du comportement au feu des structures en béton ;
- aux règles FP M 88 (septembre 1988) : méthode de prévision par le calcul, du comportement au feu des poteaux mixtes (acier + béton).

#### *b) Séisme*

Pour la prise en compte des séismes dans les zones visées par ces phénomènes :

- les règles PS 69 : règles parasismiques et annexes ;
- les règles PS-MI 69 : construction parasismique des maisons individuelles et bâtiments assimilés. Dispositions constructives (mai 1990).

### **4. Fonction résistance à la pénétration de l'eau de pluie à travers les murs extérieurs**

- DTU 20.1 : pour les parois en maçonnerie d'éléments ;
- DTU 23.1 : pour les parois en béton banché.

### **5. Contribution à la satisfaction des exigences hygrothermiques et acoustiques**

Les exigences relatives à ces fonctions dépendent de la destination du bâtiment.

Il s'agit, pour ces deux types d'exigences, d'une contribution pour les parois verticales, car d'autres éléments interviennent :

- au niveau des structures horizontales et des revêtements (bruits d'impact) ;
- au niveau de l'occupation des locaux (hygrométrie – risques de condensation – ventilation) ;
- avec l'incorporation dans les parois, d'autres ouvrages tels que les menuiseries.

Pour le calcul des caractéristiques thermiques des parois, on se réfère au DTU = règles Th. K ou Th. G :

« Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction. »

Pour l'isolation acoustique, on pourra se référer au document CSTB :

« Exemples de solutions pour faciliter l'application du règlement de construction des bâtiments d'habitation »<sup>1)</sup>.

1) Cahier CSTB – n° 1373 (avril 1976).

## 2/1.7

# Exigences hygrothermiques (développement). Exemples

### 1. Généralités

Ce type d'exigences est *d'ordre réglementaire* en France depuis 1974 (arrêté du 10 avril 1974, relatif à l'isolation thermique et au réglage automatique des installations de chauffage dans les bâtiments d'habitation).

Les déperditions thermiques des locaux s'effectuent :

- à travers les parois séparant l'ambiance extérieure soumise aux conditions climatiques et l'ambiance intérieure en fonction des conditions d'occupation ;
- par renouvellement d'air nécessité par l'occupation des locaux et le dégagement de vapeur d'eau, d'air vicié, etc.

Les indications données ci-après concernent les caractéristiques thermiques des parois et les dispositions à prévoir pour réduire les déperditions à travers celles-ci.

### 2. Principe de l'isolation thermique d'une paroi

Les éléments suivants sont établis pour des parois verticales (murs ou voiles extérieurs) mais sont transposables, aux coefficients d'échanges superficiels pris (direction du flux), aux ouvrages horizontaux (toitures-terrasses)<sup>1)</sup>.

*a) Principe des échanges thermiques (ou déperditions) au travers d'une paroi simple (homogène)*

---

#### Dessin

---

Principe de déperditions et échanges thermiques  
au travers d'une paroi simple

A11

---

1) Voir la partie 7.

*b) Principe des échanges thermiques (ou déperditions) au travers d'une paroi composite*

**Dessin**

Principe des déperditions et échanges thermiques  
au travers d'une paroi composite

A12

Les rapports  $\frac{e_1}{\lambda_1}$ ,  $\frac{e_3}{\lambda_3}$ , etc., correspondent à des parois élémentaires homogènes d'épaisseurs  $e_1$ ,  $e_3$ , ... et de conductivités thermiques respectives  $\lambda_1$ ,  $\lambda_3$ , ...

Pour les lames d'air ou matériaux comprenant des lames d'air (cas des briques creuses), le rapport  $\frac{e}{\lambda}$  est remplacé par la résistance thermique correspondante.

$r_2$  = par exemple pour une brique creuse (valeur forfaitaire selon les règles Th K, ou expérimentale)

$r_4$  = lame d'air (valeur fonction de l'épaisseur et du type ventilé ou non).

*c) Principe de calcul d'un coefficient K de paroi*

Méthodologie – présentation des calculs (d'après le dessin A12).

Intérieur ↓ Extérieur	Nature des parois élémentaires		e (m)	$\lambda$ (W/m °C)	$\frac{e}{\lambda}$ ou r
		$1/h_i$			$0,11''$
	① Enduit plâtre		$e_1$	$\lambda_1$	$e_1/\lambda_1$
	② Cloison doublage				$r_2$
	③ Isolant thermique		$e_3$	$\lambda_3$	$e_3/\lambda_3$
	④ Lame d'air				$r_4$
	⑤ Mur porteur plein		$e_5$	$\lambda_5$	$e_5/\lambda_5$
	⑥ Enduit extérieur		$e_6$	$\lambda_6$	$e_6/\lambda_6$
		$1/h_e$			$0,06''$
					$\sum \frac{e}{\lambda} = \frac{1}{K}$

1) Les valeurs de  $1/h_i$  et  $1/h_e$  sont données par les règles Th K en fonction de la direction du flux.

**Dessins**

Premier cas : mur à paroi simple

A13

Deuxième cas : mur composite

A14

Dans le cas d'un mur composite, le plâtre cartonné (complexe isolant ② ③) comporte un pare-vapeur incorporé destiné à éviter les condensations dans l'épaisseur de l'isolant.

### 3. Amélioration de l'isolation thermique d'un mur existant

#### a) Etat initial

##### \_\_\_\_\_ Dessin \_\_\_\_\_

Amélioration d'un mur existant, état initial

A15

Pour les éléments ② ③ et ④ du dessin A15, le rapport  $\frac{e}{\lambda}$  a été remplacé par la valeur des résistances thermiques correspondantes.  $\lambda$

#### b) Etat nouveau après amélioration

##### \_\_\_\_\_ Dessin \_\_\_\_\_

Amélioration d'un mur existant, état nouveau après amélioration  
(mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur)

A16

- Objectif = on veut obtenir une valeur de K de 0,50 W/m<sup>2</sup> °C

$$\text{Soit } \frac{1}{K} = 2,00 = R$$

- Solution : ajouter une résistance thermique complémentaire, sous forme d'une isolation par l'extérieur, avec son enduit protecteur.

$$\Delta R = 2,00 - 0,865 = R_{\text{initial}} = 1,135$$

	e(m)	$\lambda$ W/m °C	r ou e/ $\lambda$
Enduit armé protecteur synthétique	0,01	0,4	$\Delta R = 1,135$ 0,025
Isolant utilisé polystyrène expansé	x	0,039	Nouveau $\Delta R = 1,110$

$$\text{d'où } x_{\text{mini}} = 1,11 \times 0,039 = 0,043$$

Pratiquement, on utilisera un panneau de 0,05 m ou 50 mm. L'épaisseur de 50 mm donne, après correction,

$$\frac{1}{K} = 2,172 \text{ soit } K = 0,46 \text{ W/m}^2 \text{ °C, meilleur que } 0,50.$$

#### 4. Courbe des températures à l'intérieur d'une paroi

##### a) Principe

Dans une paroi simple et homogène, on passe d'une température ambiante intérieure  $t_i$  à une température extérieure  $t_e$  (inférieure en hiver) d'une manière uniforme ou linéaire. S'il s'avère que la température extérieure est négative ( $< 0^\circ\text{C}$ ), le point 0 se situera *dans* l'épaisseur de la paroi du côté du parement extérieur.

Les matériaux poreux qui auront absorbé de l'eau avant les périodes de gel, seront susceptibles de faire éclater la paroi.

Dans une paroi composite, le tracé de la courbe des températures est plus complexe et il est nécessaire de positionner dans la paroi, deux points de température :

- le point  $0^\circ\text{C}$  pour déterminer le risque de gel interne de la paroi ;
- le point de rosée (ou température de rosée), température au-dessous de laquelle il y a risque de condensation interne, du fait des phénomènes de migration de vapeur d'eau résultant de l'occupation du local.

Dans les deux cas, il est nécessaire de connaître la courbe des températures dans la paroi.

##### b) Tracé de la courbe des températures

Deux méthodes sont utilisées :

- la méthode analytique, ou calcul par récurrence ;
- la méthode graphique, dont la précision est liée au dessin et qui est estimée selon la dimension de l'épure à  $0,1^\circ\text{C}$  ( $\pm$ ), ce qui est généralement suffisant.

##### Dessin

Exposé de la méthode graphique correspondant au dessin A14

A17

##### Marche à suivre

Sur le diagramme à coordonnées rectangulaires dont les axes sont tracés à une échelle suffisante pour obtenir une précision de l'ordre de  $0,1^\circ\text{C}$  ( $\pm$ ) pour les températures, on porte :

- en ordonnées : la valeur  $\Delta t = t_i - t_e$   
soit, si  $t_e$  est  $< 0 \rightarrow \Delta t = t_i - |t_e|$  ;
- en abscisses, les résistances partielles ( $r$  ou  $e/\lambda$ ) figurant dans la colonne de droite des tableaux de calcul de  $K$ 
  - en commençant par  $1/h_i$  à partir de l'origine de l'axe des abscisses ;
  - puis avec les valeurs  $r_1, r_2, \dots$  à titre de vérification, l'extrémité du dernier élément ( $1/h_e$ ) devant donner pour l'ensemble des  $\sum r$  la valeur totale de la résistance  $R$  (ou  $1/K$ ) de la paroi.



Joindre AB ligne oblique.

A partir de chaque extrémité de segment  $r_1, r_2, \dots$ , monter une ligne verticale qui recoupe la ligne oblique AB.

Rappeler le point d'intersection par une horizontale jusqu'à l'axe des ordonnées pour lire les températures  $\sigma_e, t_2, t_1, \sigma_i \dots$

---

**Dessins**

---

Tracé graphique correspondant au dessin A14

A18

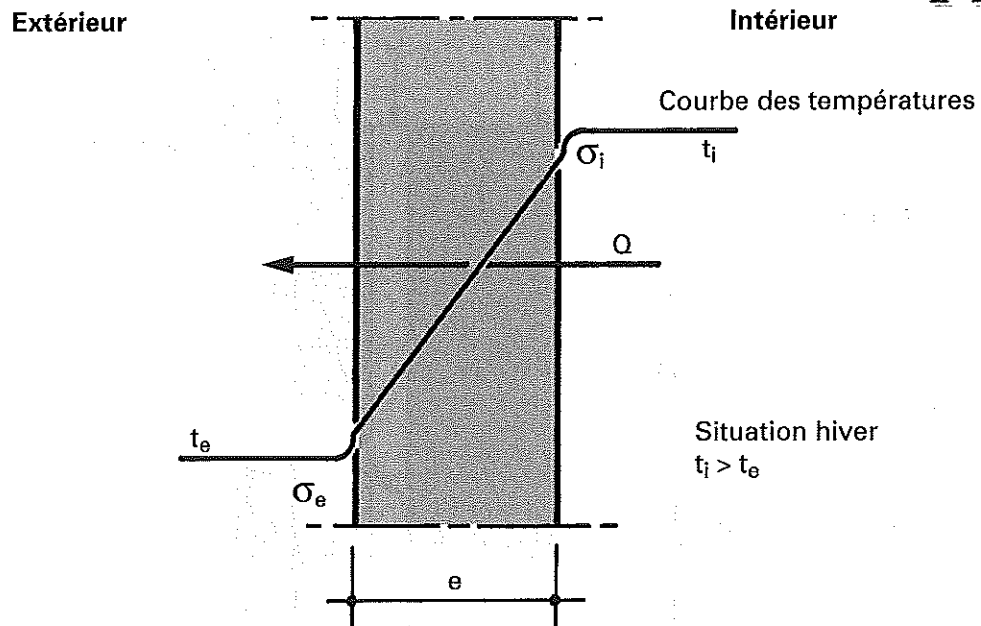
Diagramme : courbe des températures

A19

---



A11

 $t_i$  = Température ambiante intérieure (°C) $t_e$  = Température ambiante extérieure (°C) $\sigma_i$  = Température de surface côté intérieur paroi (°C) $\sigma_e$  = Température de surface côté extérieur paroi (°C) $Q$  = Flux thermique (déperditions surfaciques)

$$Q = S \cdot q$$

 $q$  = Flux unitaire (par m<sup>2</sup> de surface) $S$  = Surface paroi (m<sup>2</sup>)

$$q = (t_i - t_e) K$$

 $K$  = Coefficient de transmission thermique de la paroi (W/m<sup>2</sup> °C)défini par  $\frac{1}{K} = R$  = résistance thermique de la paroi

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}$$

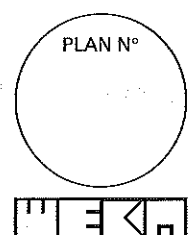
 $\frac{1}{h_i}$  = Coefficient d'échange superficiel entre ambiance intérieure et face intérieure paroi $\frac{1}{h_e}$  = Coefficient d'échange superficiel entre face extérieure paroi et ambiance extérieure $e$  = Epaisseur paroi (pleine – homogène) (m) $\lambda$  = Conductivité thermique du matériau constituant la paroi (W/m °C) $\frac{e}{\lambda} = r$  = Résistance thermique de la paroi d'épaisseur  $e$  et de conductivité  $\lambda$ (Les parois hétérogènes, telles que celles constituées par des matériaux creux, sont caractérisées par la valeur  $r$ )

### Principe des déperditions et échanges thermiques au travers d'une paroi simple

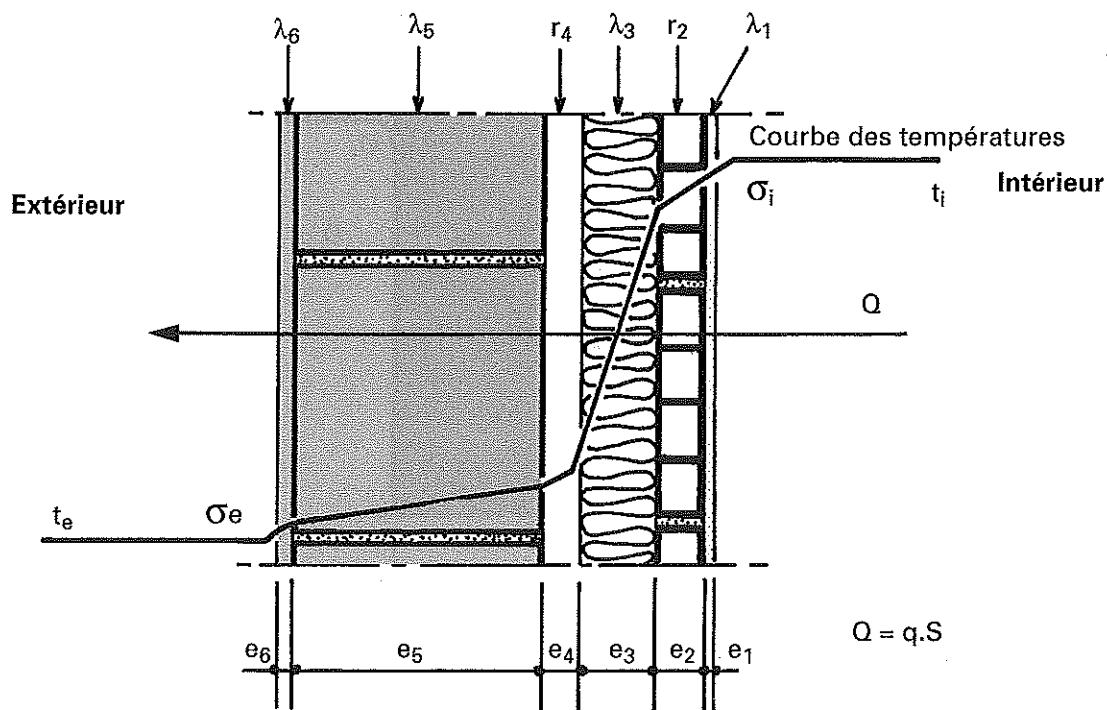
Echelle : –

CABINET

LE



## A12



$$q = (t_i - t_e) K$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \sum \frac{e}{\lambda}$$

$$\sum \frac{e}{\lambda} = \frac{e_1}{\lambda_1} + r_2 + \frac{e_3}{\lambda_3} + r_4 + \frac{e_5}{\lambda_5} + \frac{e_6}{\lambda_6}$$

e = Epaisseur

e<sub>1</sub> = Enduit intérieur plâtre

e<sub>2</sub> = Cloison de doublage en briques plâtrières

e<sub>3</sub> = Isolant thermique en panneaux rigides

e<sub>4</sub> = Lamé d'air

e<sub>5</sub> = Mur porteur plein (agglos pleins – voile béton)

e<sub>6</sub> = Enduit extérieur

**Principe des déperditions et échanges thermiques  
au travers d'une paroi composite**

Echelle : –

CABINET

LE

PLAN N°



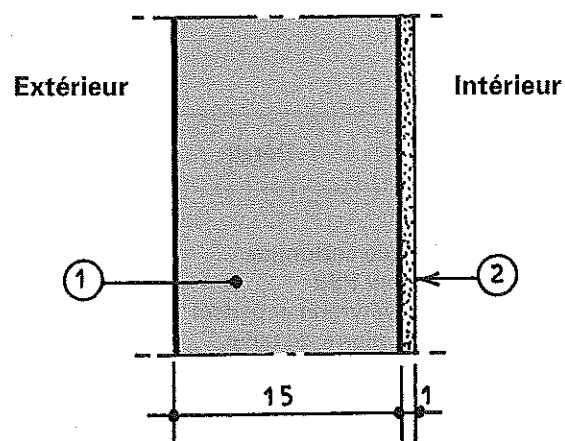
A13

Détail	e (m)	$\lambda$ <sup>1)</sup> W/m °C	e/ $\lambda$
1/h <sub>i</sub>			→ 0,110
Enduit plâtre	0,01	0,35	0,028
Voile béton banché	0,15	1,75	0,086
1/h <sub>e</sub>			→ 0,060
<b>Total</b>			<b>0,284</b>

1) Valeurs correspondant aux règles Th-77.

$$\Sigma = 0,284 = \frac{1}{K}$$

$$K = 3,52 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$



① Voile béton banché 0,15 m  
 $\lambda = 1,75 \text{ W/m °C}$

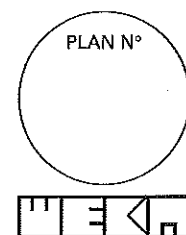
② Enduit plâtre 0,01 m  
 $\lambda = 0,35 \text{ W/m °C}$

**Principe de calcul d'un coefficient K de paroi**  
**1<sup>er</sup> cas : mur à parois simples**

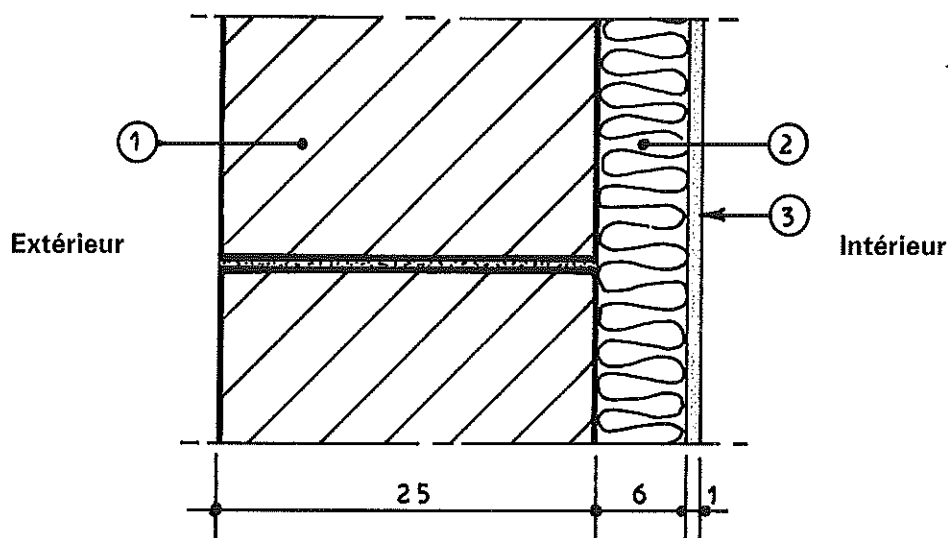
Echelle : 1/5

CABINET

LE



A14



Caractéristiques et calculs

Détail		e (m)	$\lambda$ <sup>1)</sup> W/m °C	e/λ
Plaque cartonnée Isolant PSE (polystyrène expansé) Mur pierre de taille	1/h <sub>i</sub>	0,01	0,35	0,110
		0,06	0,039	0,028
		0,25	1,00	1,538
	1/h <sub>e</sub>			0,250
				0,060
<b>Total</b>				<b>Σ = 1,986</b>

1) Valeurs correspondant aux règles Th-77.

$$\Sigma = 1,986 = \frac{1}{K}$$

$$K = 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

- ① Mur de pierre de taille porteuse
- ② Isolant polystyrène expansé (PSE)
- ③ Plaque de plâtre cartonnée

**Principe de calcul d'un coefficient K de paroi**  
**2° cas : mur à paroi composite**

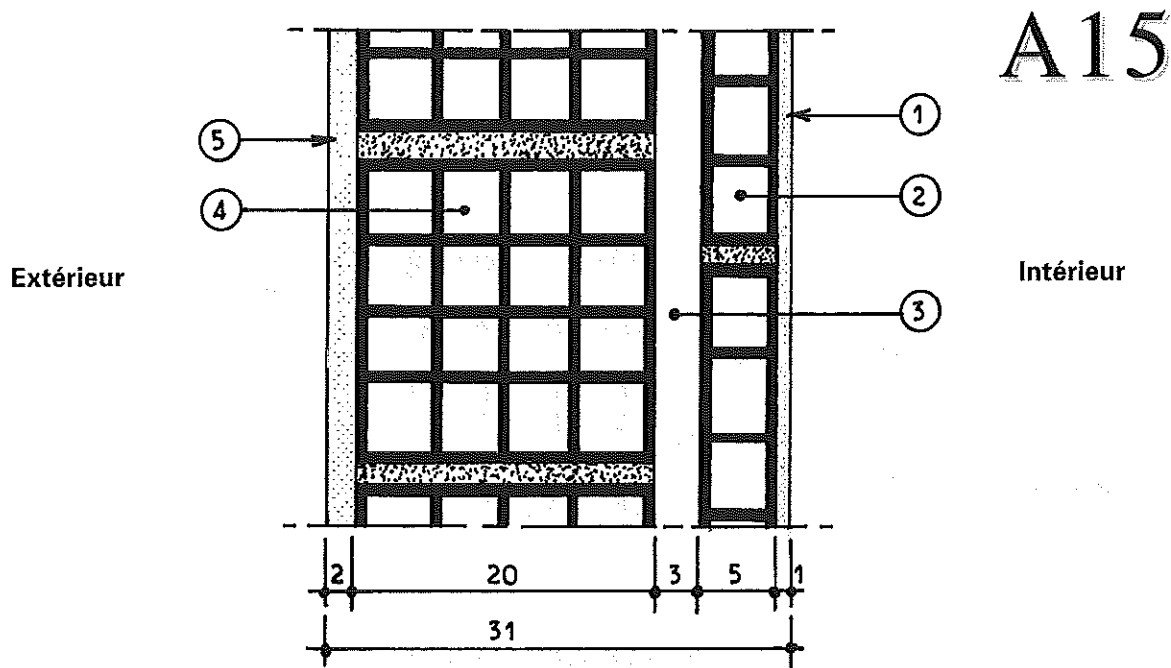
Echelle : 1/5

CABINET

LE

PLAN N°





## Caractéristiques et calculs

Numéros	Détail	e (m)	$\lambda$ <sup>1)</sup> W/m °C	e/λ
①	Enduit plâtre	0,01	0,35	0,11
②	Cloison doublage briques plâtrières	—	—	0,10 <sup>1)</sup>
③	Lame d'air	—	—	0,16
④	Mur briques creuses courantes	—	—	0,39
⑤	Enduit extérieur	0,02	1,15	0,017
				0,06
	TOTAL			$\Sigma = 0,865$

1) Valeurs correspondant aux règles Th-77.

$$\Sigma = 0,865 = \frac{1}{K}$$

d'où  $K = 1,156 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$

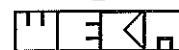
Amélioration d'un mur existant, état initial

Echelle : 1/5

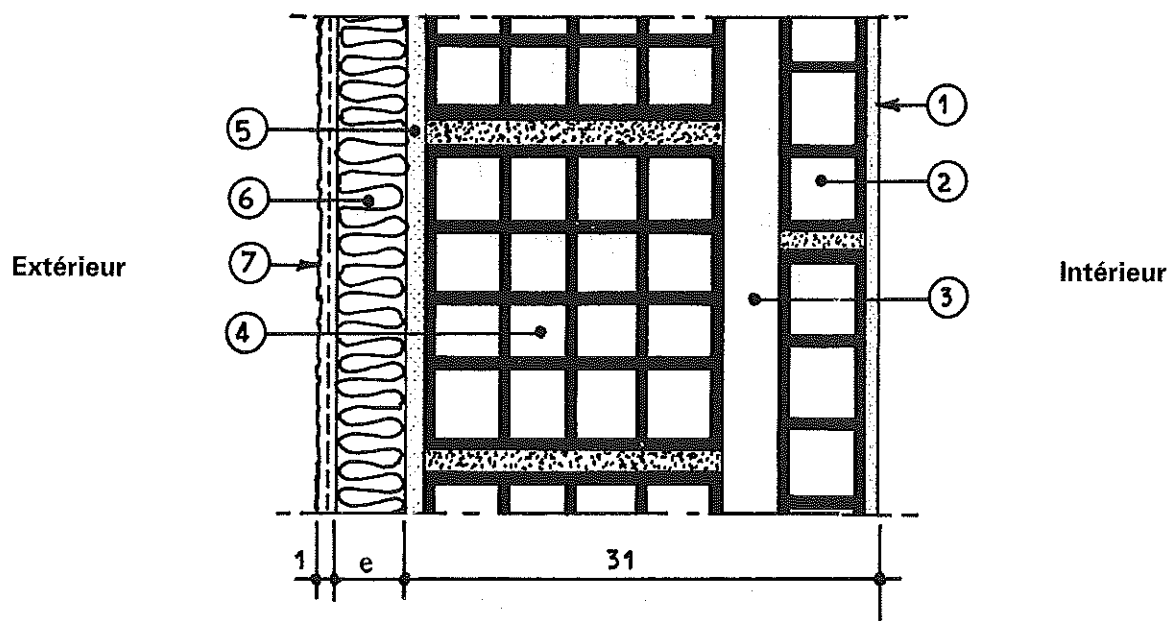
CABINET

LE

PLAN N°



A16



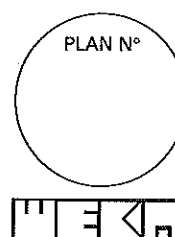
- ① Enduit plâtre
- ② Cloison de doublage briques plâtrières
- ③ Lambe d'air
- ④ Mur en briques creuses courantes
- ⑤ Enduit traditionnel
- ⑥ Isolant placé à l'extérieur
- ⑦ Enduit armé protecteur synthétique

**Amélioration d'un mur existant,  
état nouveau après amélioration (mise en place  
d'une isolation thermique par l'extérieur)**

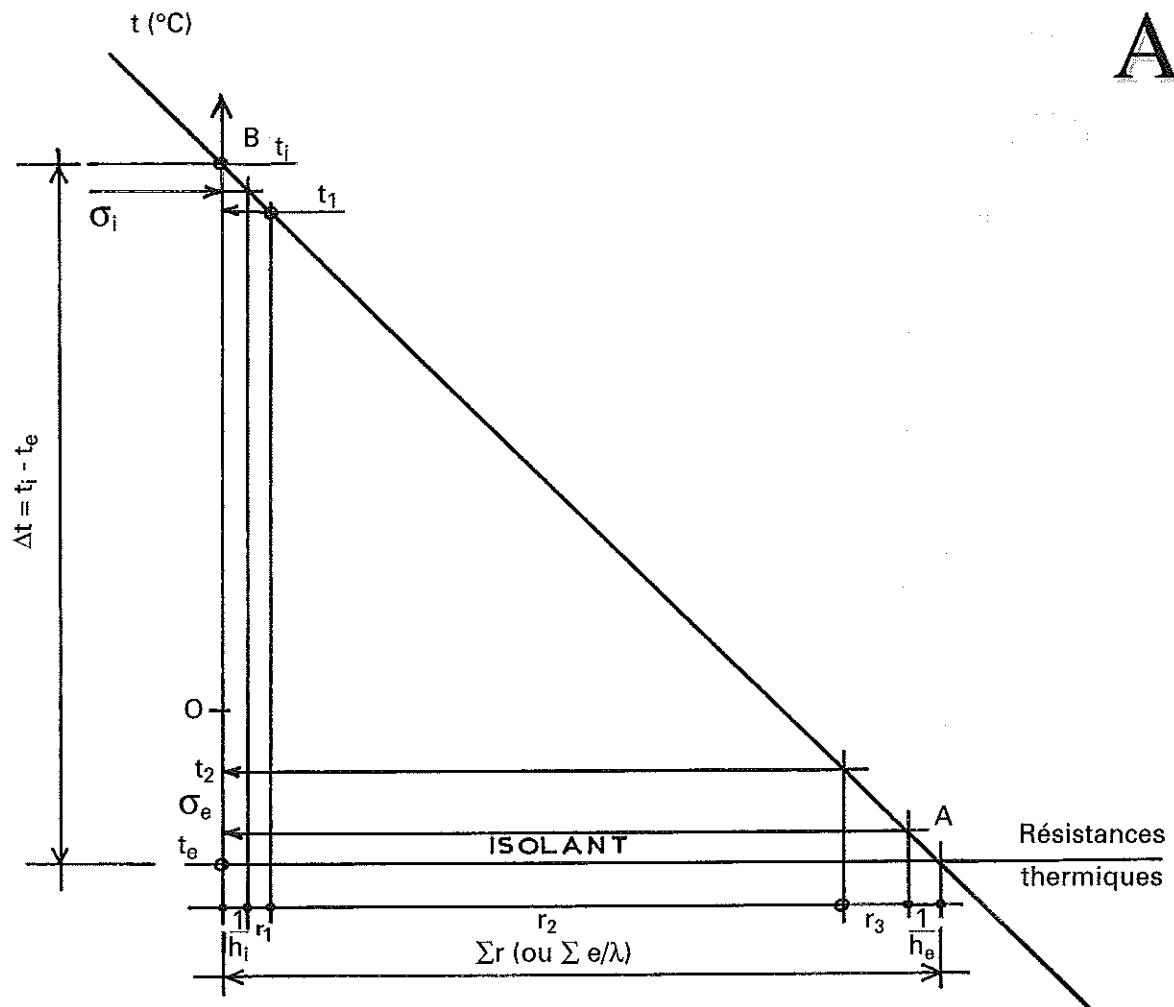
Echelle : 1/5

CABINET

LE





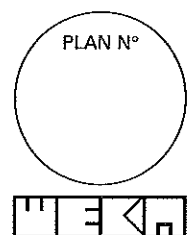


### Courbe des températures à l'intérieur d'une paroi, détermination par méthode graphique

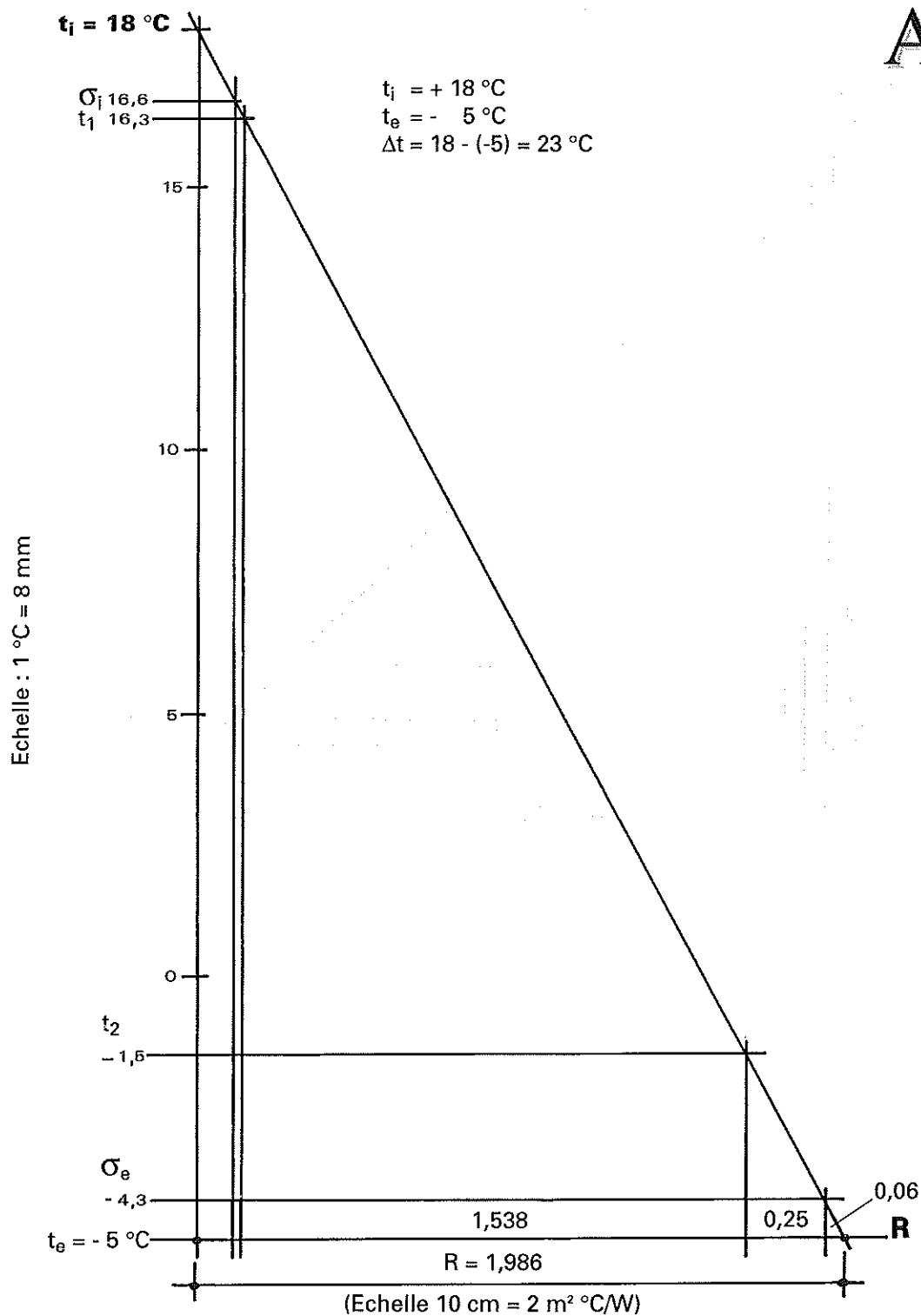
Echelle : –

CABINET

LE



A18

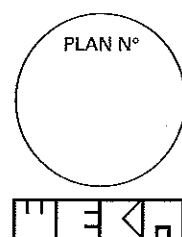


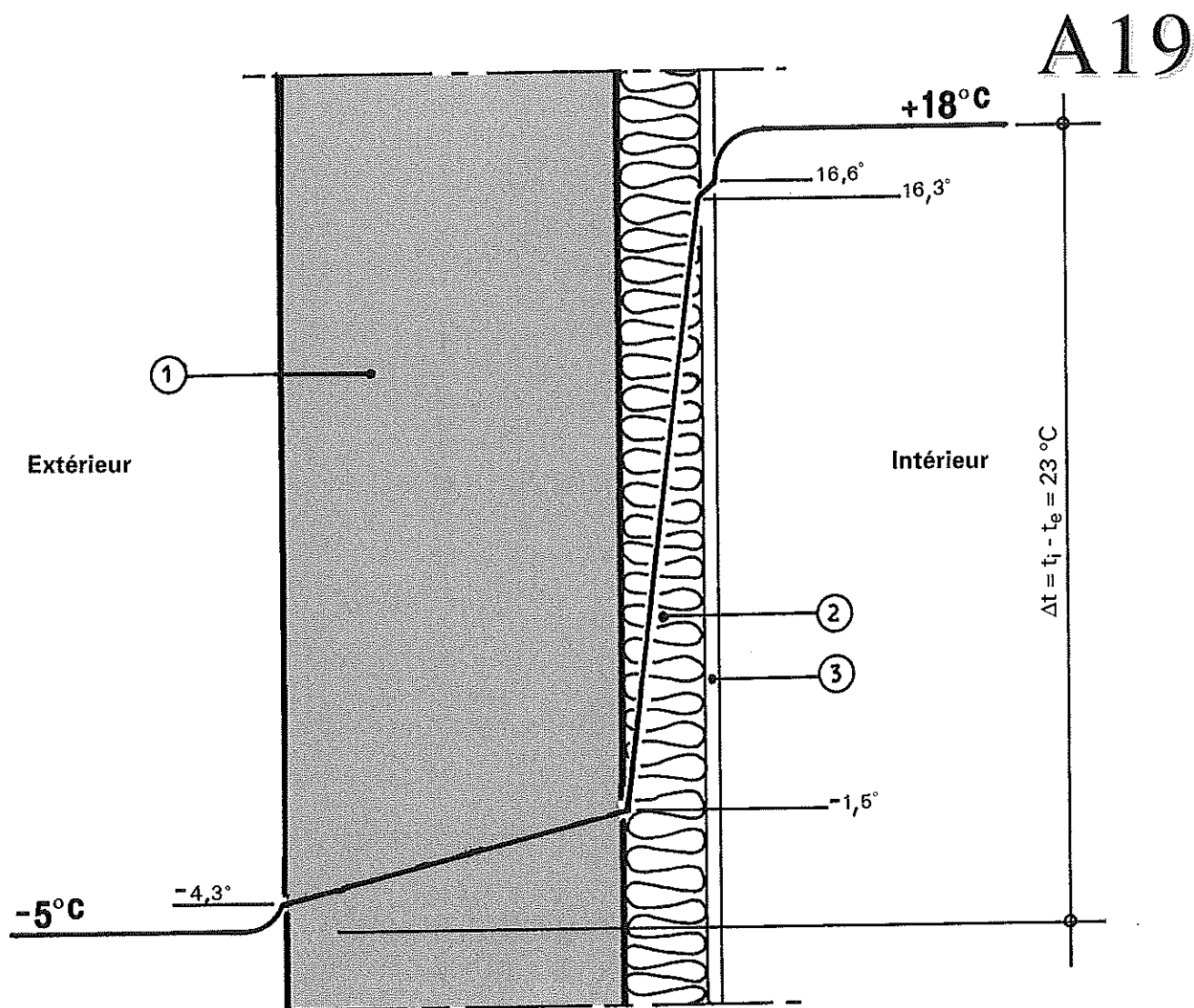
**Application du tracé graphique de la courbe des températures  
à l'intérieur d'une paroi**

Echelle : -

CABINET

LE





Nota : selon l'échelle prise pour le tracé graphique, la précision obtenue est de l'ordre de  $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

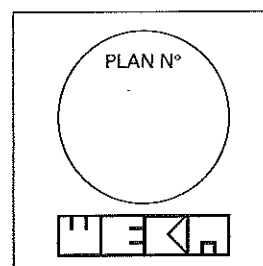
- ① Pierre de taille
  - ② Isolant PSE
  - ③ Plâtre cartonné
- complexe de doublage isolant

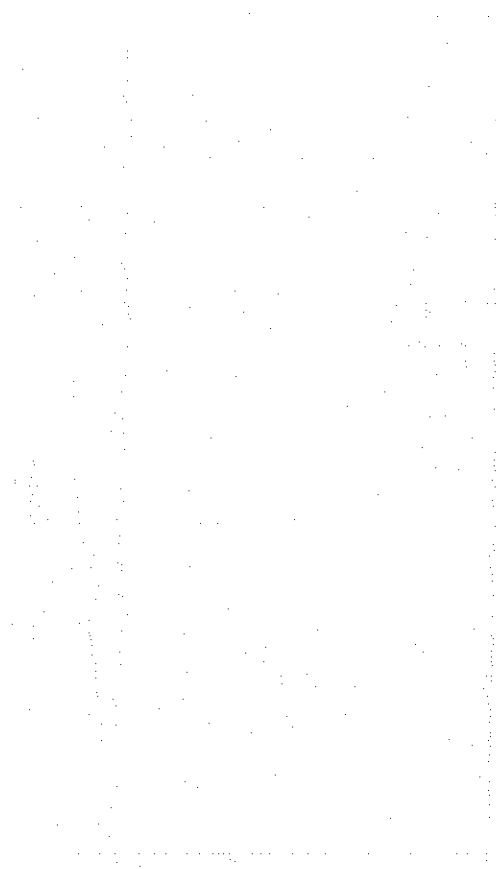
### Courbe des températures à travers un mur composite

Echelle : -

CABINET

LE





## 2/1.8

# Exigences acoustiques des maçonneries de structure

---

### 1. Généralités

Au point de vue acoustique, les maçonneries verticales de structure doivent, en dehors de la satisfaction aux autres exigences (Cf. chapitre 2/1.6), apporter leur contribution aux exigences acoustiques. Il y a lieu de distinguer :

*a) Les structures verticales extérieures ou parois extérieures* qui séparent l'ambiance extérieure soumise aux bruits aériens d'origine extérieure (véhicules routiers, trains, avions, bruits d'installations industrielles, etc.).

*b) Les structures verticales intérieures ou parois intérieures* (murs de refends) qui séparent :

- soit des locaux différents (propriétaires ou locataires distincts) ;
- soit des locaux correspondant à un même appartement ou logement avec des exigences d'occupation différentes (séjour, repos ou activités, service, etc.) et soumis à des bruits aériens, et, plus rarement, à des bruits d'impact.

Ces parois, dans chacun des cas, peuvent être pleines, sans ouvertures :

- murs pignons aveugles pour des parois extérieures ;
- murs ou voiles séparatifs de blocs de bâtiments au droit d'un joint de structure.

Elles sont le plus souvent percées par des ouvertures (portes, passages, baies libres ou fenêtres, portes-fenêtres).

En matière de satisfaction aux exigences acoustiques, l'isolement doit être considéré par rapport aux éléments les plus faibles, avec une pondération en fonction de la dimension des discontinuités de parois (cas des menuiseries extérieures).

Il est rappelé que la satisfaction aux exigences acoustiques est d'ordre réglementaire.

## 2. Rappel des textes de réglementation acoustique (cas général)

### a) Immeubles à usage d'habitation

– Règlement de construction (R.C.) :

- décret n° 69-596 du 14 juin 1969 ;
- arrêté du 14 juin 1969 ;
- arrêté du 22 décembre 1975 (modifiant le précédent) ;
- décrets des 22 décembre 1977 et 12 mai 1981 sur le voisinage des aérodromes ;
- arrêté du 23 juin 1978 sur les chaufferies ;
- arrêté du 6 octobre 1978 sur l'isolation aux bruits extérieurs ;
- arrêté du 23 février 1983 modifiant le précédent.

– Label confort acoustique :

- arrêté du 10 février 1972 ;
- circulaire du 29 juin 1972 ;
- arrêté du 23 mars 1978 modifiant l'exigence sur les bruits extérieurs.
- circulaire du 23 avril 1979.
- circulaire du 7 janvier 1985 sur l'attribution des points.

Les textes concernant le label acoustique n'ont pas de caractère obligatoire.

### b) Bâtiments industriels

– Textes généraux concernant la responsabilité civile (Cf. § e)).

– Protection des travailleurs :

- circulaire du 26 novembre 1971 ;
- circulaire du 26 août 1975 (mesures).

– Etablissements dangereux, insalubres ou incommodes : circulaire du 21 juin 1976.

### c) Education nationale

Les constructions d'établissements d'enseignement du premier degré font l'objet de cahiers des clauses techniques. Les constructions industrialisées font l'objet de cahiers des prescriptions techniques générales.

### d) Hôtels

L'arrêté du 16 septembre 1974 sur le classement des hôtels impose une « isolation suffisante conformément aux règlements régissant la construction ».

### e) Textes généraux pour tous bâtiments

– Responsabilité civile :

L'article 1382 du Code civil peut être invoqué concernant la gêne produite par les installations immobilières. Pour le critère de définition de la gêne causée par les bruits, la jurisprudence prend en compte les recommandations du

28 juin 1963 de la Commission d'étude du bruit du ministère de la Santé publique, selon laquelle la gêne correspond à un bruit perturbateur dépassant le niveau de bruit d'ambiance de :

- 5 dB le jour (7 h à 22 h) ;
- 3 dB la nuit (22 h à 7 h).

La norme NF S 31.010 fixe les modalités des mesures pour déterminer la gêne dans une zone habitée.

- Construction autour des aéroports :

Le décret n° 77-1066 du 22 septembre 1977 interdit ou limite les constructions nouvelles selon leur nature et selon la zone A, B ou C. Les limitations sont indiquées dans les permis de construire.

Pour les immeubles d'habitation, l'arrêté du 6 octobre 1978 prescrit en zone C un isolement de 35 dB (A).

- Equipements immobiliers :

Le décret n° 75-960 du 17 octobre 1975 prévoit une limitation des niveaux sonores émis par les appareils de préparation et de conservation des aliments, production et diffusion de calories ou frigories, conditionnement d'air, ascenseurs et monte-charge, de bureau, etc.

- Garantie d'isolation pour les constructions neuves :

La loi du 4 janvier 1978 (article 7) précise que « en matière de défaut d'isolation acoustique, la garantie des constructeurs est celle du parfait achèvement et non d'ordre décennal ».

Néanmoins, il est prudent de se référer à la jurisprudence existante.

### 3. Cas des immeubles d'habitation

#### a) Récapitulation des exigences

				Exigences					
				du R.C.			du Label		
				Niveau de bruit reçu en dB (A) à ne pas dépasser dans les locaux suivants					
Emplacement d'émission du bruit testé		Définition du bruit testé	pièces princi- pales	cuisine bains WC	bâtiments collectifs		bâtiment ind. accolé		
					chambre	séjour			
Bruits aériens intérieurs au bâtiment	chambre d'un autre logement		80 dB/oct. <sup>2)</sup>	35		32	29	27	
	séjour d'un autre logement		80 dB/oct.	35		29	32	27	
	pièce humide d'un autre logement		80 dB/oct.	35	38	27	29	27	
	circulation commune		70 dB/oct.	35	38	29	32		
	local commercial ou industriel		85 dB/oct.	35	38	32	32	27	
local d'activité		85 dB/oct.							
Bruits aér. int. au log.		séjour du logement testé	70 dB/oct.	–	–	35 (dans les chambres)			
Bruits d'impact			machine à choc	70	–	67		64	
Bruits d'équipement	indi- viduel	du logement testé	chauffage ventilation etc.	équipement considéré	–	–	30		30
		d'autres logements	ventilation équip. d'eau	" "	35 35	35 <sup>1)</sup> 35 <sup>1)</sup>	32 32		
	collec- tif	équip. de ventilation autres équipements (ascenseurs)		" "	30 30	35 <sup>1)</sup> 38 <sup>1)</sup>	25 25		
				Isolement minimal (et non niveau max.)					
				suiv. type de voie (I ou II) et critères définis dans l'an. à l'arrêté		suivant zone de façade à définir par DDE			
Bruits extérieurs au bâtiment		à 2 m devant la façade	bruit routier type	45 40 35 30 –	Zone I : 40 Zone II : 35 Zone III : 30 Zone IV : –				

1) Seulement dans les cuisines.

2) Oct. = par bande d'octave.



*b) Vérifications*

Pour vérifier la conformité au règlement de construction, un code d'essai est appliqué en ne considérant que :

- les bruits aériens intérieurs au bâtiment ;
- les bruits d'impact ;
- les bruits d'équipements.

Il n'est pas tenu compte de l'isolation jour/nuit (bruits aériens intérieurs) ni de l'isolation aux bruits extérieurs.

Il est tenu compte d'une tolérance de 3 dB pour l'incertitude des mesures.

Les résultats sont classés :

C = conforme ;

C\* = conforme avec une tolérance de 3 dB ;

NC = non conforme (4 à 6 dB de différence) ;

E = non conforme (plus de 6 dB de différence).

Pour le label acoustique, on procède par attribution de points.



## 2/1.9

# Choix du mur de façade en fonction de l'exposition à la pluie

---

### 1. Généralités

Les éléments qui suivent concernent les parois extérieures constituées en *maçonneries de petits éléments*.

La classification des murs en quatre types principaux I, II, III et IV, est faite au chapitre 2/1.4.

Les choix mentionnés dans les tableaux suivants sont établis en tant que solutions minimales à partir des facteurs explicités au chapitre 2/1.4, soit :

- hauteur du mur au-dessus du sol (m) ;
- situations (a), (b), (c) ou (d) ;
- façades abritées ou non abritées.

Pour faciliter l'exploitation, les maçonneries correspondent à deux cas courants :

- maçonneries destinées à être apparentes ;
- maçonneries destinées à recevoir un enduit ou un revêtement extérieur traditionnel.

Les situations (a) (b) et (c) sont regroupées. La situation (d) est considérée séparément.

Les éléments (tableaux de choix) donnés ci-après correspondent aux dispositions du DTU 20.1.

## 2. Maçonneries destinées à rester apparentes

### a) Situations (a), (b), (c)

Tableau 1

Hauteur du mur au-dessus du sol (m)	Situation a, b ou c	
	Façades abritées	Façades non abritées
< 6	II a <sup>1)</sup>	II a <sup>2) 5)</sup>
6-18	II a <sup>1)</sup>	II a <sup>2) 5)</sup>
18-28	II a <sup>1)</sup>	II b <sup>2) 5)</sup> ou III <sup>3)</sup>
28-50		4)
50-100		4)

1) Pour ces cas d'exposition, il est possible, exceptionnellement et sur justifications (référence à l'expérience locale...), d'utiliser des murs du type I en pierres apparentes (pierres de taille ou moellons), sous réserve de respecter les épaisseurs minimales fixées par les *Règles de calcul DTU 20.1*.

2) Pour ces cas d'exposition, ce type de mur nécessite, pour certaines maçonneries, des dispositions complémentaires explicitées dans le chapitre correspondant aux matériaux constitutifs du *cahier des clauses techniques d'exécution DTU 20.1* enduit côté intérieur (*art. 3,223*) ou jointoiement après coup (*art. 3,222.3*).

3) Dans les cas courants, le mur du type II b, moyennant les dispositions complémentaires visées au renvoi <sup>2)</sup>, est suffisant ; toutefois, en fonction des connaissances de la sévérité des conditions climatiques de lieu, le concepteur peut demander l'exécution d'un mur de type III.

4) Ces cas correspondent à des utilisations exceptionnelles non visées par le présent document et devant faire l'objet d'une étude particulière.

5) Dans le cas d'utilisation de bloc en béton apparent à alvéoles débouchant et pour toutes les façades non abritées, il convient d'utiliser des murs de type III.

### b) Situation (d)

Tableau 2

Hauteur du mur au-dessus du sol (m)	Situation d		
	Façades abritées	Façades non abritées	
		Zone littorale sauf front de mer	Front de mer
< 6	II a <sup>1)</sup>	II b <sup>2) 5)</sup> ou III <sup>3)</sup>	III
6-18	II a <sup>1)</sup>	II b <sup>2) 5)</sup> ou III <sup>3)</sup>	III
18-28	II a <sup>1)</sup>	III	III <sup>2)</sup>
28-50		4)	4)
50-100		4)	4)

Mêmes remarques que ci-dessus pour situations (a) (b) (c), tableau 1.

### 3. Maçonneries destinées à recevoir un enduit ou revêtement traditionnel extérieur

#### a) Situations (a), (b), (c)

Tableau 3

Hauteur du mur au-dessus du sol (m)	Situation a, b ou c	
	Façades abritées	Façades non abritées
< 6	I	I ou II a <sup>2)</sup>
6-18	I	I ou II a <sup>3)</sup>
18-28	I <sup>1)</sup>	I ou II a <sup>4)</sup>
28-50		II a ou II b <sup>2)</sup>
50-100		III ou IV <sup>2)</sup>

1) Pour ces conditions d'exposition, les façades comportant des balcons et loggias ne peuvent, en règle générale, être considérées comme abritées (voir art. 3,231.5).

2) Excepté pour les murs du type IV, il n'a pas été tenu compte, dans l'analyse qui précède, de la nature du revêtement extérieur, qui peut cependant contribuer à la résistance à la pénétration de l'eau de pluie. Il reste, bien entendu, possible au concepteur d'user de ce paramètre pour préciser son choix en considération de la situation particulière de l'ouvrage.

3) Le mur du type I ne peut, dans ces conditions d'exposition, être utilisé que lorsque l'épaisseur brute de la paroi en maçonnerie est supérieure ou égale à 27,5 cm. Dans les autres cas, la solution minimale est le mur du type II a.

4) Le mur du type I peut, dans ces conditions d'exposition, être admis en fonction des conditions climatiques particulières du lieu et sous réserve de justifications résultant d'expériences locales satisfaisantes, lorsque l'épaisseur brute de la paroi en maçonnerie est supérieure ou égale à 32,5 cm, en blocs perforés de terre cuite et blocs de béton de granulats courants.

Dans les autres cas, la solution minimale est le mur du type II a.

5) Le mur du type I peut, dans ces conditions d'exposition, être admis en fonction des conditions climatiques particulières du lieu et sous réserve de justifications résultant d'expériences locales satisfaisantes, lorsque l'épaisseur brute de la paroi en maçonnerie est supérieure ou égale à :

- 37,5 cm en blocs perforés de terre cuite ;
- 27,5 cm en blocs de béton ;
- 27,5 cm en blocs de béton cellulaire autoclavé.

Dans les autres cas la solution minimale est le mur de type II a.

6) Le mur de type II b peut, dans ces conditions d'exposition, être admis en fonction des conditions climatiques particulières du lieu et sous réserve de justifications résultant d'expériences locales satisfaisantes.

Dans les autres cas, la solution minimale est le mur de type III.

#### b) Situation (d)

Tableau 4

Hauteur du mur au-dessus du sol (m)	Situation d		
	Façades abritées	Façades non abritées	
		Zone littorale sauf front de mer	Front de mer
< 6	I	I ou II a <sup>5)</sup>	II b
6-18	I	II a	II b
18-28	I <sup>1)</sup>	II b	II b <sup>6)</sup> ou III
28-50		III	III
50-100		IV	IV

Mêmes remarques que tableau 3.

#### 4. Remarques générales concernant les tableaux 1, 2, 3 et 4

a) *Les choix de murs de façade* suivant l'exposition à la pluie correspondent à une prédétermination en fonction des facteurs ou critères retenus. Toutefois, la diversité des matériaux de maçonnerie d'éléments conduit à des dispositions complémentaires qui sont développées dans les chapitres suivants :

- 2/2 : murs en pierres naturelles (moellons et meulières) ;
- 2/3 : murs en briques de terre cuite ;
- 2/4 : murs en blocs de granulats courants ;
- 2/5 : murs en blocs de béton de granulats légers ou de béton léger ;
- 2/6 : murs composites en maçonnerie ;
- 2/7 : murs doubles en maçonnerie d'éléments.

b) *Une bonne connaissance du climat local* et de l'environnement est nécessaire pour bien apprécier les différents facteurs d'exposition locale et la pérennité des masques (facteurs plus aléatoires).

c) *Les épaisseurs minimales admissibles* pour chaque type de mur sont données dans les différents chapitres désignés ci-dessus en fonction de la nature des éléments de maçonnerie.

Toutefois, des épaisseurs inférieures à celles définies peuvent être adoptées sous réserve de vérification et d'appréciation des différents paramètres de choix.

Ces différents cas nécessitant des études particulières et des justifications, ils ne peuvent être traités dans le présent ouvrage.

## 2/2

# Murs en pierres naturelles

---

## 2/2.1

### Types, nature

---

#### 1. Types de murs en pierre (naturelle)

La plupart des murs en pierre correspondent à des constructions anciennes ou modernes en éléments sciés et posés selon un calepin ou un dessin d'appareillage.

Toutefois, des murs plus rustiques sont constitués d'éléments ou moellons de forme irrégulière appareillés souvent en *opus incertum* avec rejointoiement extérieur.

Quelques tentatives ont été faites à partir d'éléments présciés débités comme des blocs analogues à des parpaings.

#### 2. Nature des pierres utilisées

La majeure partie des pierres utilisées est d'origine sédimentaire (calcaire) de masse volumique et de dureté, fonctions des sollicitations (résistance mécanique) et position de l'élément dans la construction (exposition à la pluie).

D'autres natures de pierre ont été utilisées et sont parfois utilisées régionalement.

- Granit (ouest Bretagne) ;
- Grès (Alsace) ;
- Pierres volcaniques (laves) (Auvergne).

Une variété silico-calcaire ou meulière a été abondamment utilisée en région parisienne entre les deux conflits 1914-1918 et 1939-1945, sous forme de « meulière caverneuse ».



## 2/3

# Murs en briques de terre cuite

---

## 2/3.1

### Types

---

Un classement établi par le DTU 20.1 en quatre types de murs, concerne l'ensemble des murs vis-à-vis du risque de pénétration de l'eau de pluie.

Le classement suivant est basé sur les différents modèles ou types de briques :

- 1) briques creuses d'usage courant (perforations horizontales) ;
- 2) briques creuses type G (perforations horizontales) ;
- 3) blocs perforés de terre cuite (perforations verticales) ;
- 4) briques pleines (ou perforées) :
  - ordinaires,
  - de parement.

La combinaison de ces différents modèles, avec les revêtements extérieurs éventuels (enduits), avec les doublages intérieurs, selon la classification en quatre types de murs, selon l'exposition à la pluie (I. II. III. IV), conduit à un grand nombre de cas de figures.

Par ailleurs, pour les briques pleines de parement, et en fonction de l'épaisseur du mur, un certain nombre d'appareillages des éléments intervenant sur l'aspect du mur, est possible.



## 2/3.2

# Briques creuses

---

### 1. Dispositions générales

#### a) *Qualité*

Les briques doivent répondre à la définition et aux prescriptions de qualité spécifiées dans la norme NF P 13-301.

#### b) *Résistance*

Le choix doit être fait en fonction des charges à supporter.

#### c) *Mortiers de hourdage*

Il en existe plusieurs sortes :

- mortier de chaux hydraulique ;
- mortier de ciment ;
- mortier bâtard (chaux plus ciment).

- Dosages : en fonction résistance (cf. DTU 20.1).
- Cas des maçonneries apparentes : le mortier ne doit pas provoquer l'apparition d'efflorescences persistantes.

#### d) *Mise en œuvre des éléments (cf. DTU 20.1)*

Humidification des éléments par trempage et égouttage.

Joints verticaux décalés entre assises consécutives (L/3 mini).

Épaisseur des joints : 10 à 20 mm.

### 2. Trumeaux porteurs

Largeur du trumeau  $\geq 1,00$  m pour permettre l'utilisation d'éléments courants.

Si  $l < 0,80$  (2 éléments courants), prévoir élément porteur en béton prolongé jusqu'au chaînage inférieur.

### 3. Dispositions courantes

---

#### Dessins

---

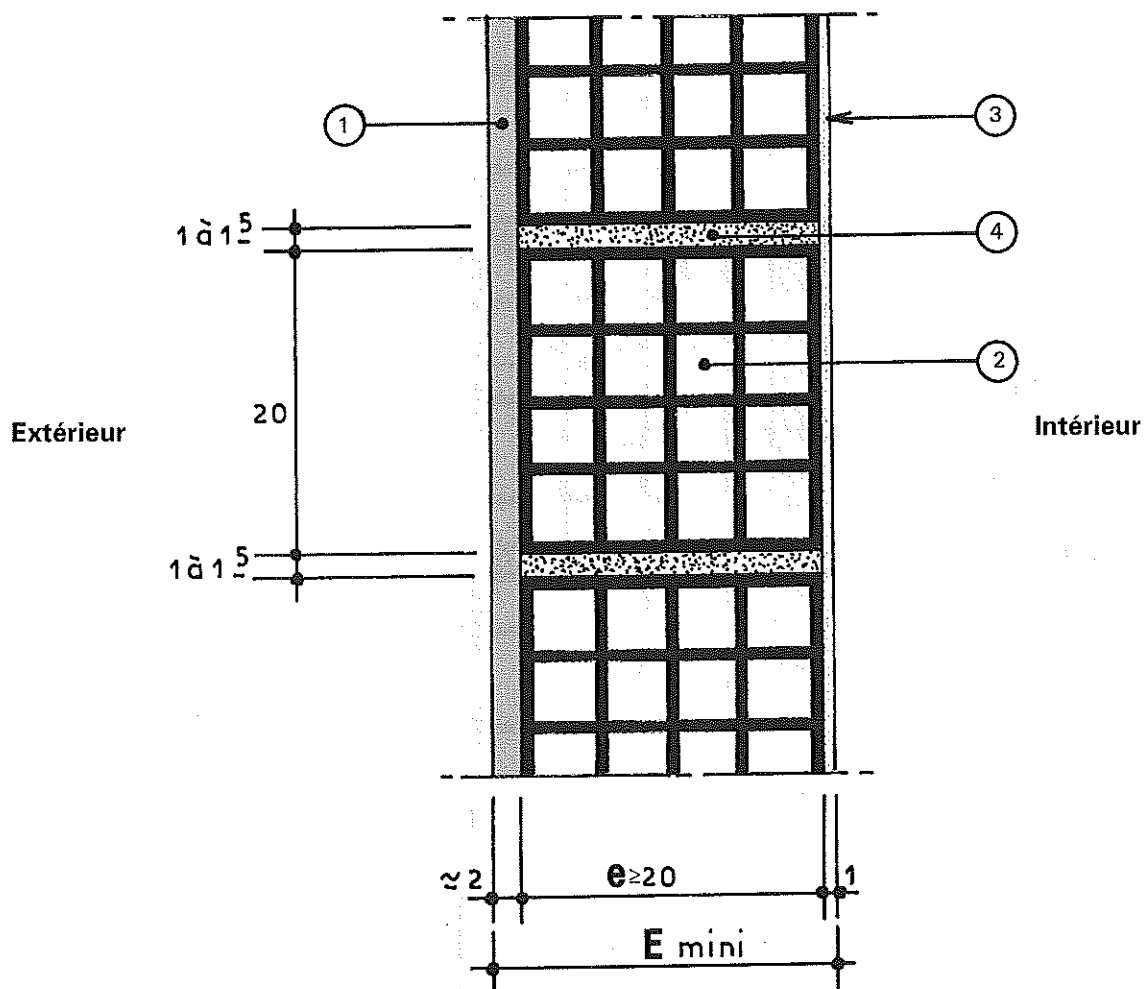
Mur simple type I (briques creuses modèle courant)  
Mur simple type I (briques creuses type G)

C1  
C2

---



C1



e = Epaisseur minimale brute

E = Epaisseur totale finie

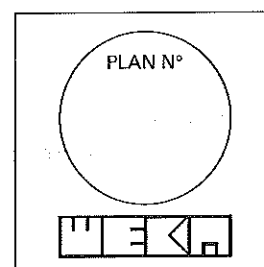
- ① Enduit extérieur à base de liants hydrauliques (ciment – chaux)
- ② Brique creuse de terre cuite (nombre d'alvéoles variable suivant épaisseur)
- ③ Enduit intérieur (plâtre)
- ④ Joint de hourdage (mortier de pose) à base de liants hydrauliques

**Briques creuses (courantes) à perforations horizontales  
mur simple (type I)**

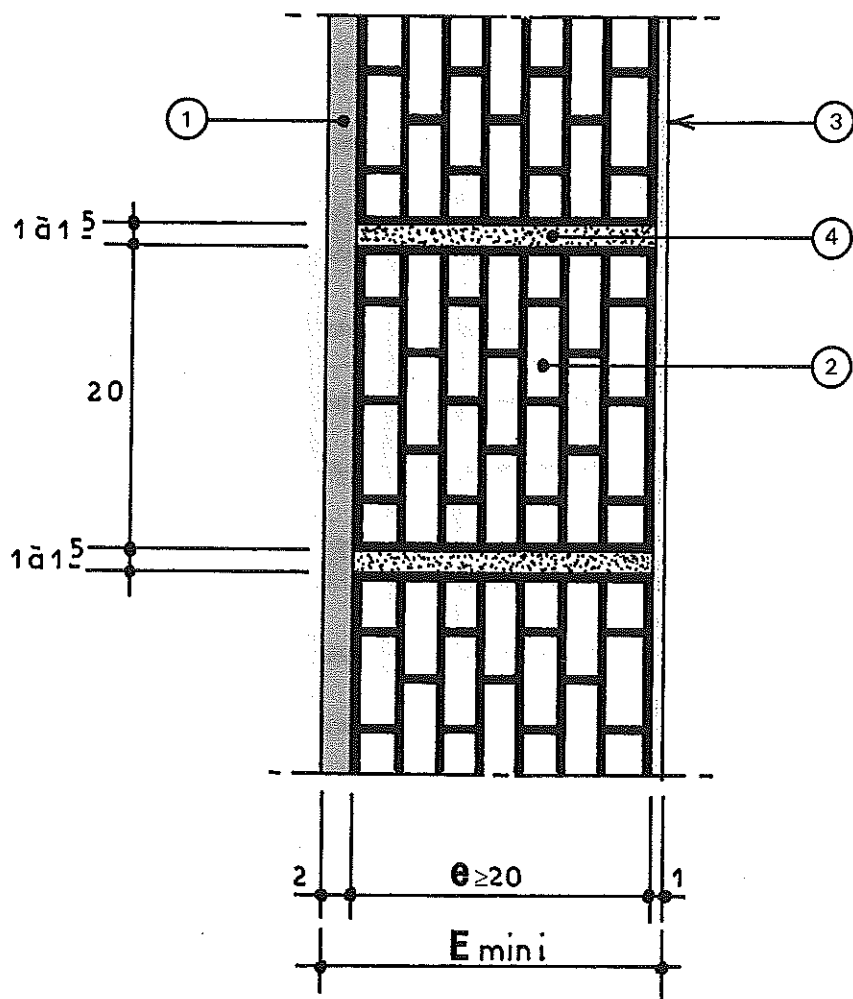
Echelle : 1/5

CABINET

LE



C2



e = Epaisseur minimale brute

E = Epaisseur totale finie

① Enduit extérieur à base de liants hydrauliques

② Brique creuse de terre cuite  
(nombre d'alvéoles variable suivant épaisseur)

③ Enduit intérieur (plâtre)

④ Joint de hourdage (mortier de pose) à base de liants hydrauliques

Epaisseur cm	Nombre (indicatif) rangées d'alvéoles
20	7
22 <sup>s</sup>	8
25	9-10
27 <sup>s</sup>	10
30	11-12
32 <sup>s</sup>	14
35	15

**Briques creuses, type G ;  
perforations horizontales (mur simple, type I)**

Echelle : 1/5

CABINET

LE

PLAN N°



## 2/3.3

# Blocs perforés

---

### 1. Dispositions générales

Les briques creuses courantes sont à perforations horizontales.

Les briques creuses à perforations verticales prennent le nom de blocs perforés. Ces blocs sont de deux types :

- blocs perforés à enduire (cf. NF P 13-305) ;
- blocs spéciaux « G » spécialement étudiés pour l'isolation thermique.

Il existe quatre classes de résistance en fonction des charges à supporter.

Les dispositions relatives à leur mise en œuvre sont décrites dans le DTU 20.1 et les règles précédentes concernant les briques creuses, s'appliquent.

### 2. Trumeaux porteurs

Mêmes dispositions que les briques creuses de modèle courant.

### 3. Dispositions courantes

---

#### Dessin

Mur simple type I avec blocs à perforations verticales

C3

---

Figure 2.10

Figure 2.11

Figure 2.12

Figure 2.13

Figure 2.14

Figure 2.15

Figure 2.16

Figure 2.17

Figure 2.18

Figure 2.19

Figure 2.20

Figure 2.21

Figure 2.22

Figure 2.23

Figure 2.24

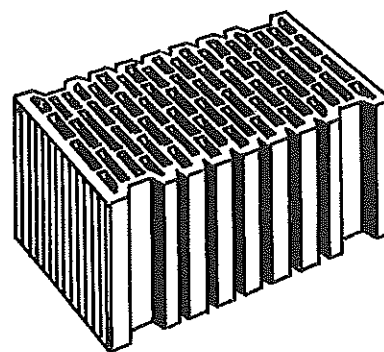
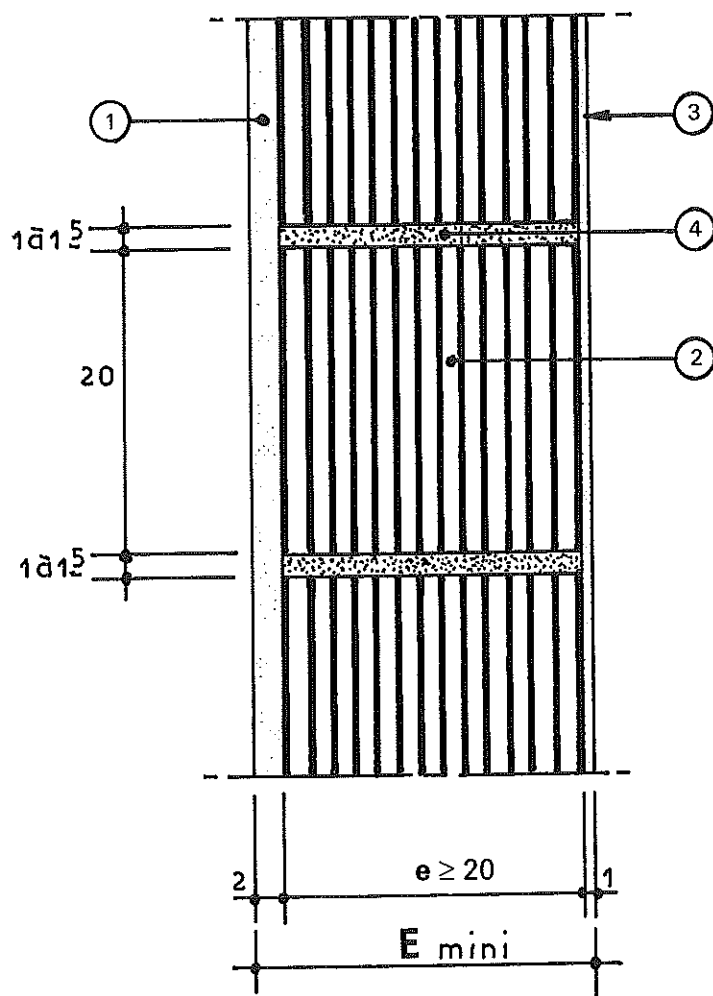
Figure 2.25

Figure 2.26

Figure 2.27



C3



Bloc perforé (perspective)

Types	en cm	Nombre rangées alvéoles
Petit format	14 à 20	—
Moyen format	20 à 30	12 à 15
Grand format	30 à 42	13 à 21

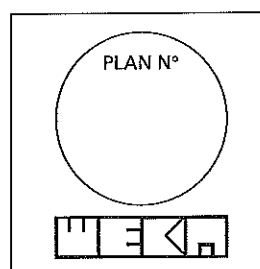
- ① Enduit extérieur à base de liants hydrauliques (ciment – chaux)
- ② Brique creuse de terre cuite  
(nombre de rangées d'alvéoles continues dans le sens vertical suivant épaisseur)
- ③ Enduit intérieur (plâtre)
- ④ Joint de hourdage (mortier de pose) à base de liants hydrauliques

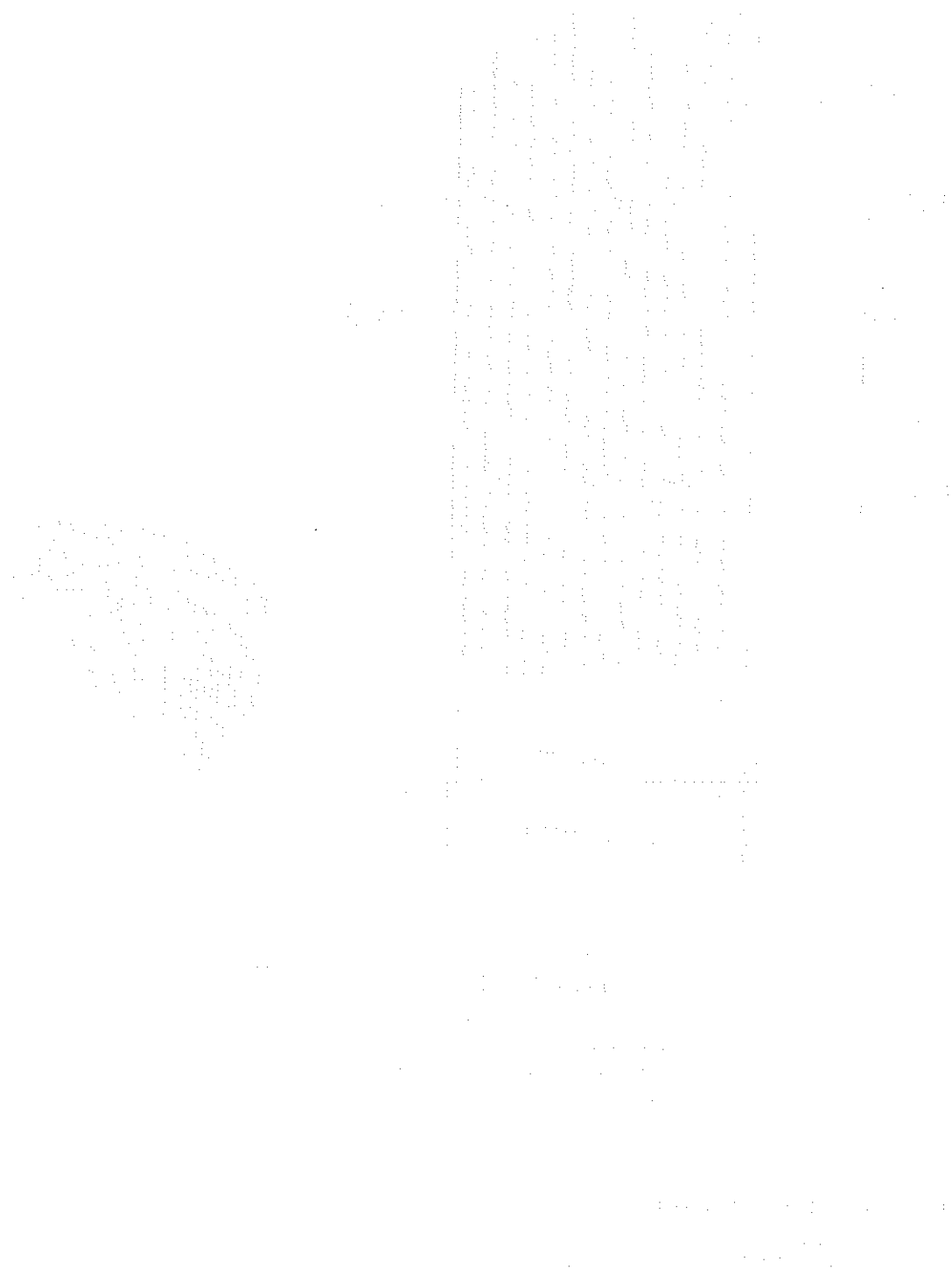
**Blocs perforés de terre cuite ; perforations verticales  
(mur simple, type I)**

Echelle : 1/5

CABINET

LE





## 2/3.4

# Briques pleines

---

### 1. Dispositions générales

Les briques de cette catégorie se présentent sous forme de parallélépipèdes rectangles obtenus par filage ou éventuellement par pressage (cas des briques pleines).

Les briques sont pleines ou perforées (perforations verticales ou perpendiculaires au lit de pose).

La section des trous des briques perforées est  $\leq$  à 40 % de la section totale et à 50 % de celle-ci pour les briques à enduire.

Deux types existent :

- les briques destinées à rester apparentes ;
- les briques destinées à être enduites.

Qualité. Spécifications.

Ces produits correspondent aux normes :

NF P 13-304 – briques en terre cuite destinées à rester apparentes.

NF P 13-305 – briques pleines ou perforées et blocs perforés en terre cuite à enduire.

Quatre classes de résistance mécanique existent en fonction des charges de murs.

Mise en œuvre : Cf. DTU 20.1

### 2. Trumeaux porteurs

La largeur minimale est de 0,45 m.

### 3. Dispositions courantes

---

Dessin

Coupe courante mur briques pleines 0,22 avec doublage isolant

C4

---

#### 4. Dispositions appareillage (montage des lits)

##### a) Premier cas : mur en Q22

###### Dessins

Montage en boutisses	C5
Boutisses – paneresses alternées et décalées	C6
Un lit en boutisse	
Un lit en panneresse et boutisse	C7
Lits alternés (un lit en boutisse – un lit en panneresse)	C8
Lits composites alternés (deux boutisses – deux paneresses)	C9
Un lit boutisse alterné avec deux lits paneresses	C10

##### b) Deuxième cas : mur en Q34

###### Dessins

Montage deux boutisses contre une panneresse alternée dans chaque lit avec décalage de lit à lit	C11
Montage par paneresses et boutisses croisées et décalage de lit à lit	C12
Combinaison de quatre boutisses avec deux paneresses alternées et décalage de lit à lit	C13

##### c) Troisième cas : mur en Q45

###### Dessins

Combinaison symétrique dans l'épaisseur de deux boutisses avec deux paneresses. Lits identiques décalés	C14
Lit 1 : combinaison idem cas précédent	
Lit 2 : pose en boutisses bout à bout	C15
Combinaison alternée de deux boutisses avec deux paneresses et décalage de lit à lit	C16
Combinaison alternée de deux boutisses avec paneresses et décalage de lit à lit différent du cas précédent	C17

#### 5. Murs en briques pleines apparentes

##### a) Joints - types

###### Dessin

Dispositions acceptables (profil des joints)	C18
--	-----

*b) Principe*

Le profil des joints de maçonneries extérieures apparentes ne doit pas s'opposer à l'écoulement des eaux de ruissellement.

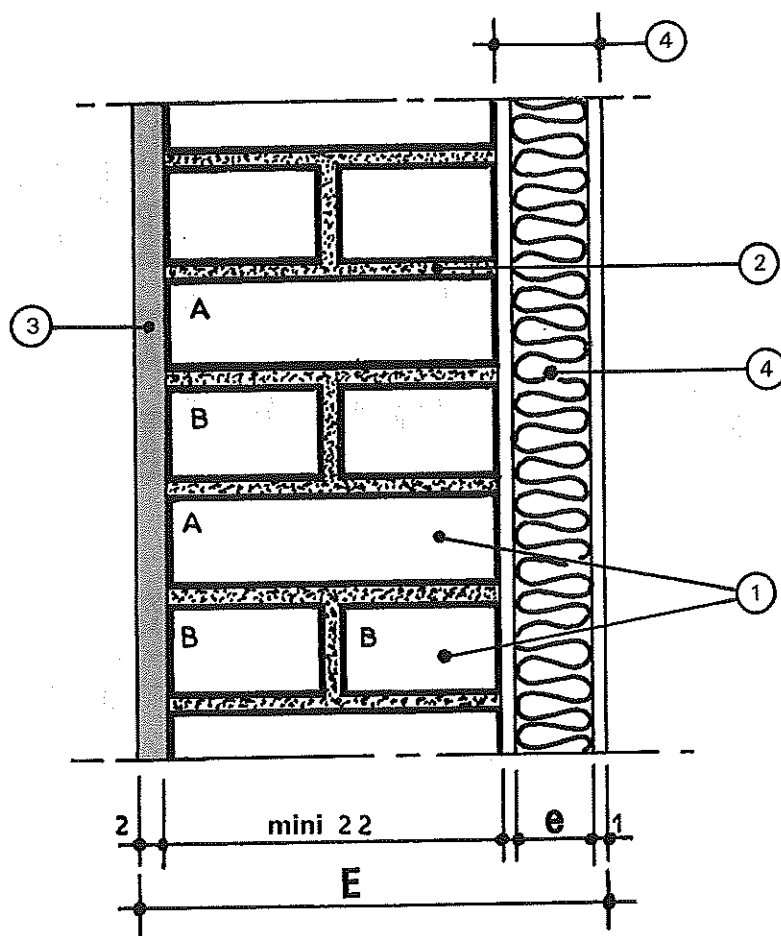
\_\_\_\_\_ **Dessin** \_\_\_\_\_

Dispositions à éviter

C19



C4



- ① Brique pleine ou perforée posée à plat à enduire  
 A En boutisse  
 B En panneresse
- ② Mortier de pose à base de liants hydrauliques
- ③ Enduit extérieur à base de liants hydrauliques (ciment – chaux)
- ④ Complexe isolant

e = Epaisseur isolant  
 (fonction de l'isolation requise)

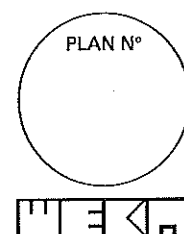
E = Epaisseur totale finie

**Mur plein avec doublage isolant intérieur**

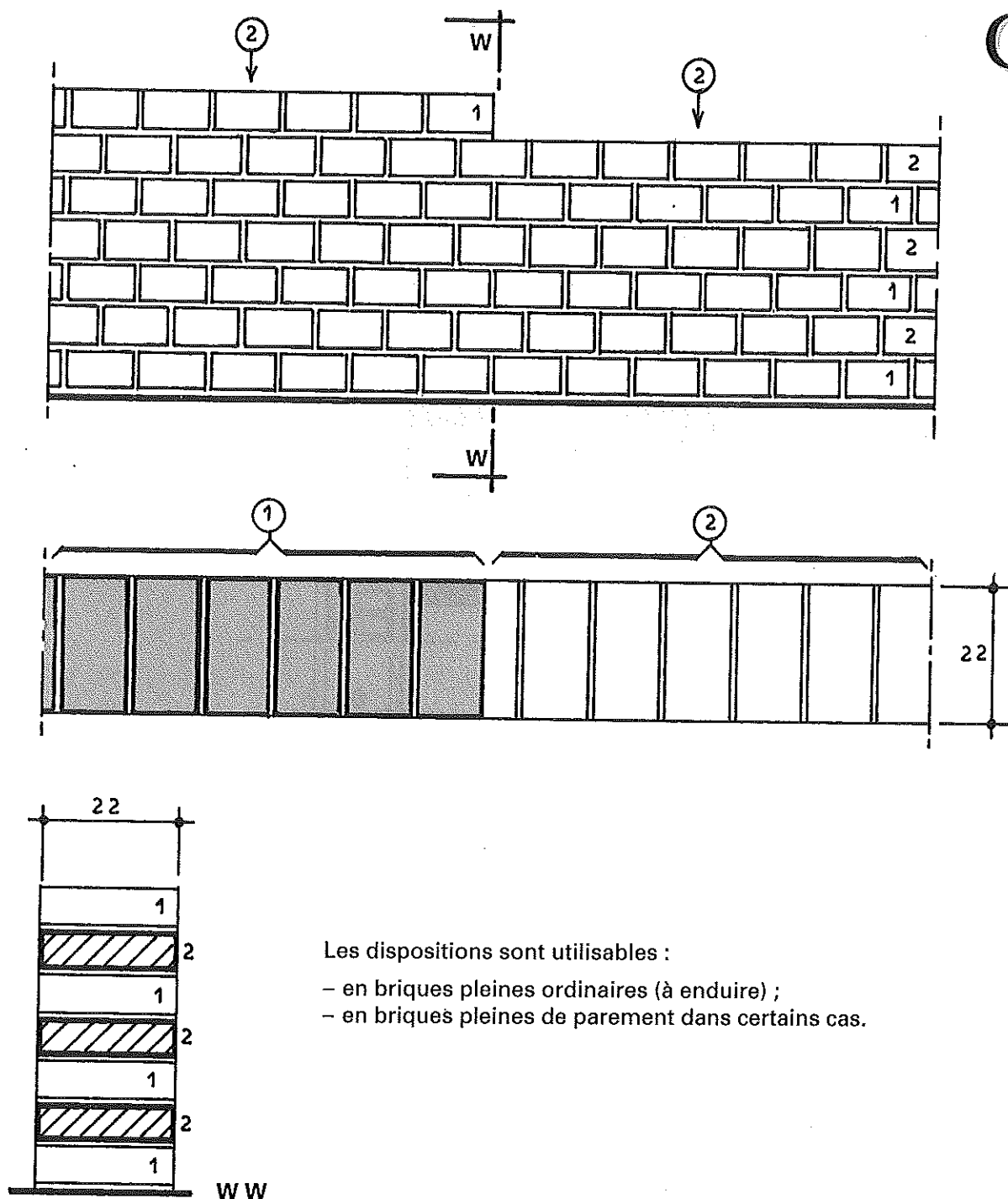
Echelle : 1/5

CABINET

LE



C5



① Lit impair

② Lit pair

**Murs en briques pleines – schéma d'appareillage.**  
**Dispositions en boutisses d'un mur de 0,22 brut**

Echelle : 1/10

CABINET

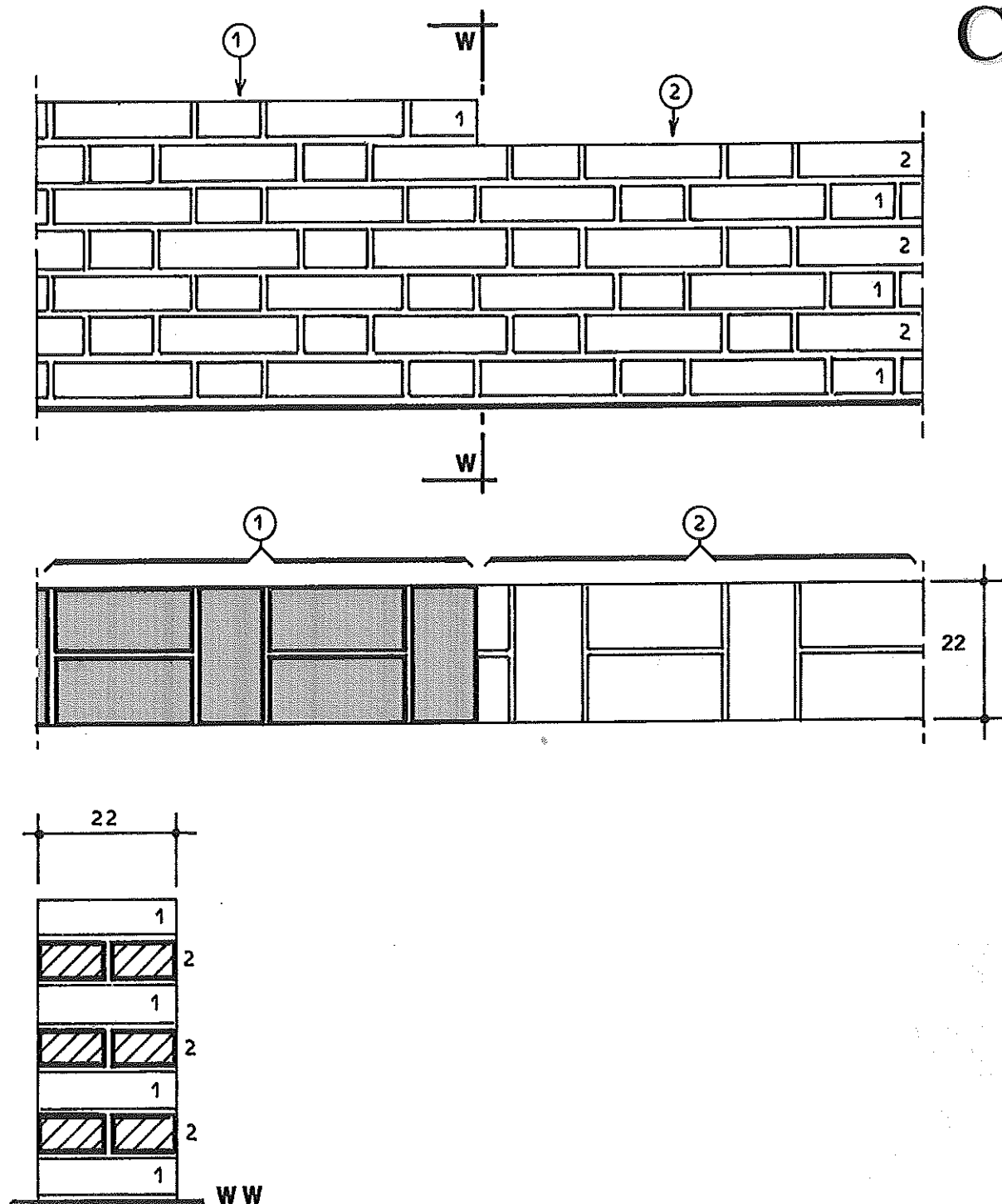
LE

PLAN N°





C6



① Lit impair

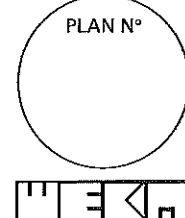
② Lit pair

**Dispositions en boutisses et panneresses alternées et décalées  
(mur de 0,22 brut)**

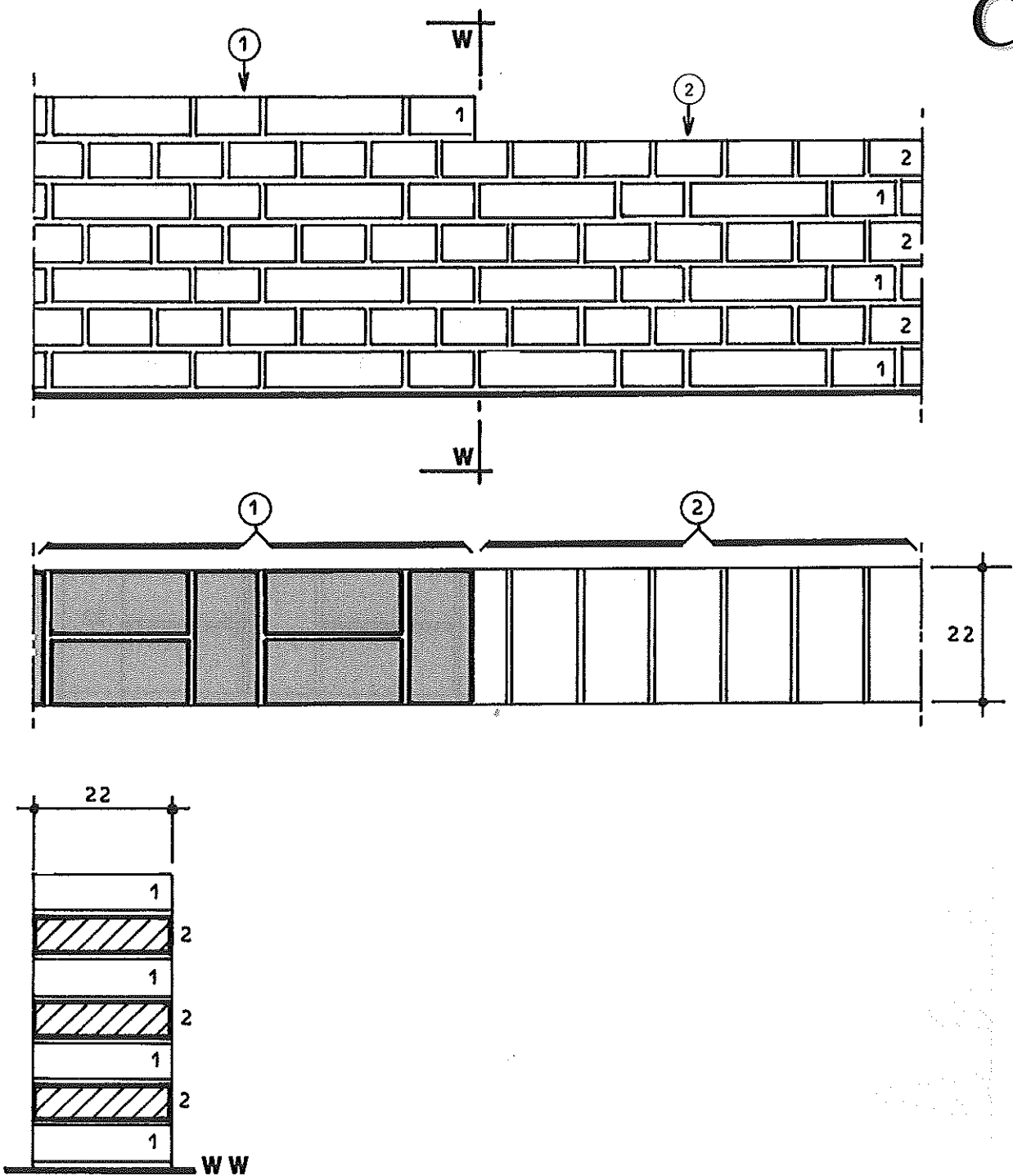
Echelle : 1/10

CABINET

LE



C7



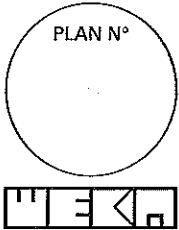
- ① Lit impair
- ② Lit pair

**Dispositions par lits alternés (mur de 0,22 brut)**  
- un lit en boutisse  
- un lit en boutisse et panneresse

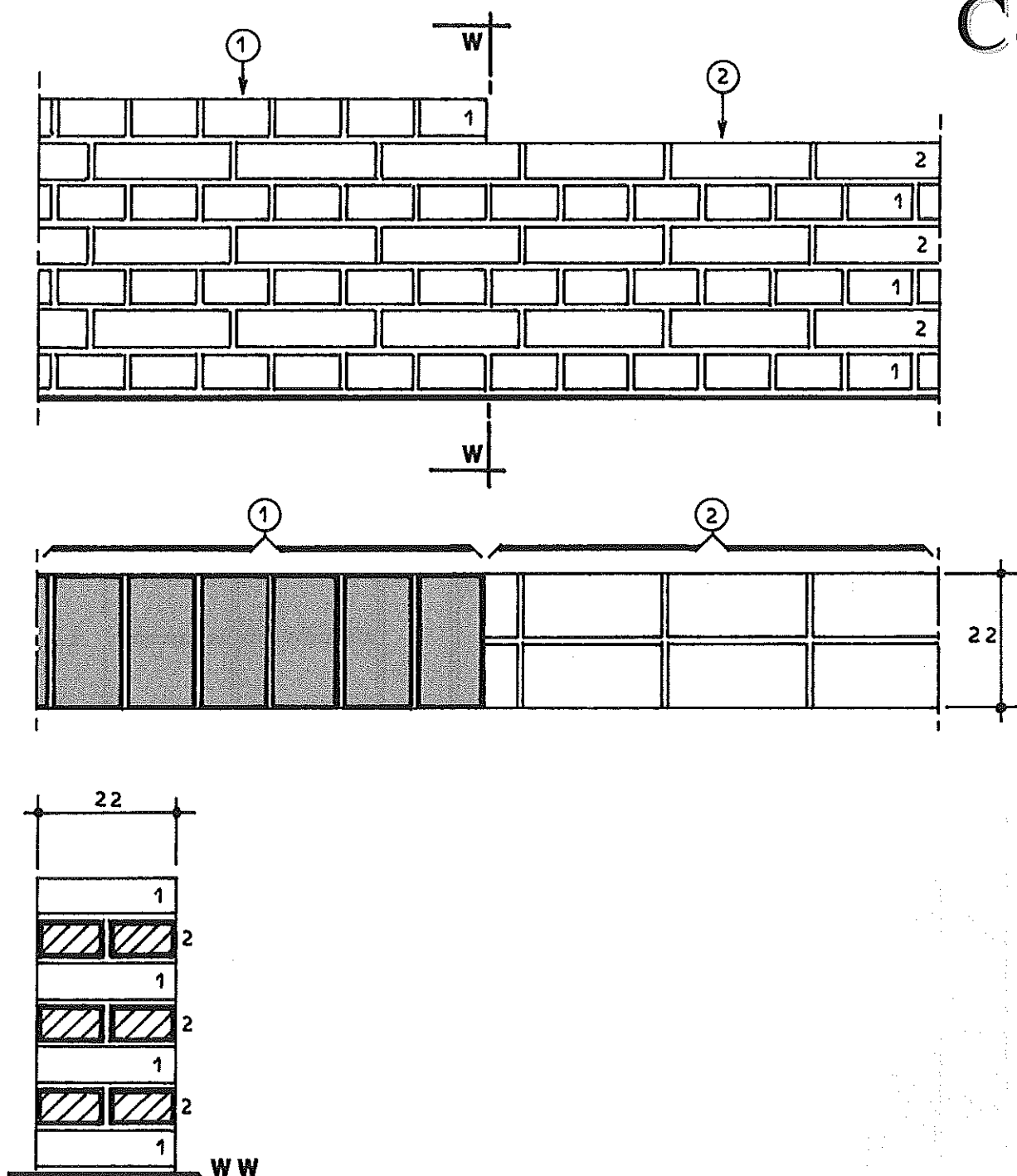
Echelle : 1/10

CABINET

LE



C8



① Lit impair

② Lit pair

**Dispositions par lits alternés (mur de 0,22 brut)**

– un lit en boutisse

– un lit en panneresse

Echelle : 1/10

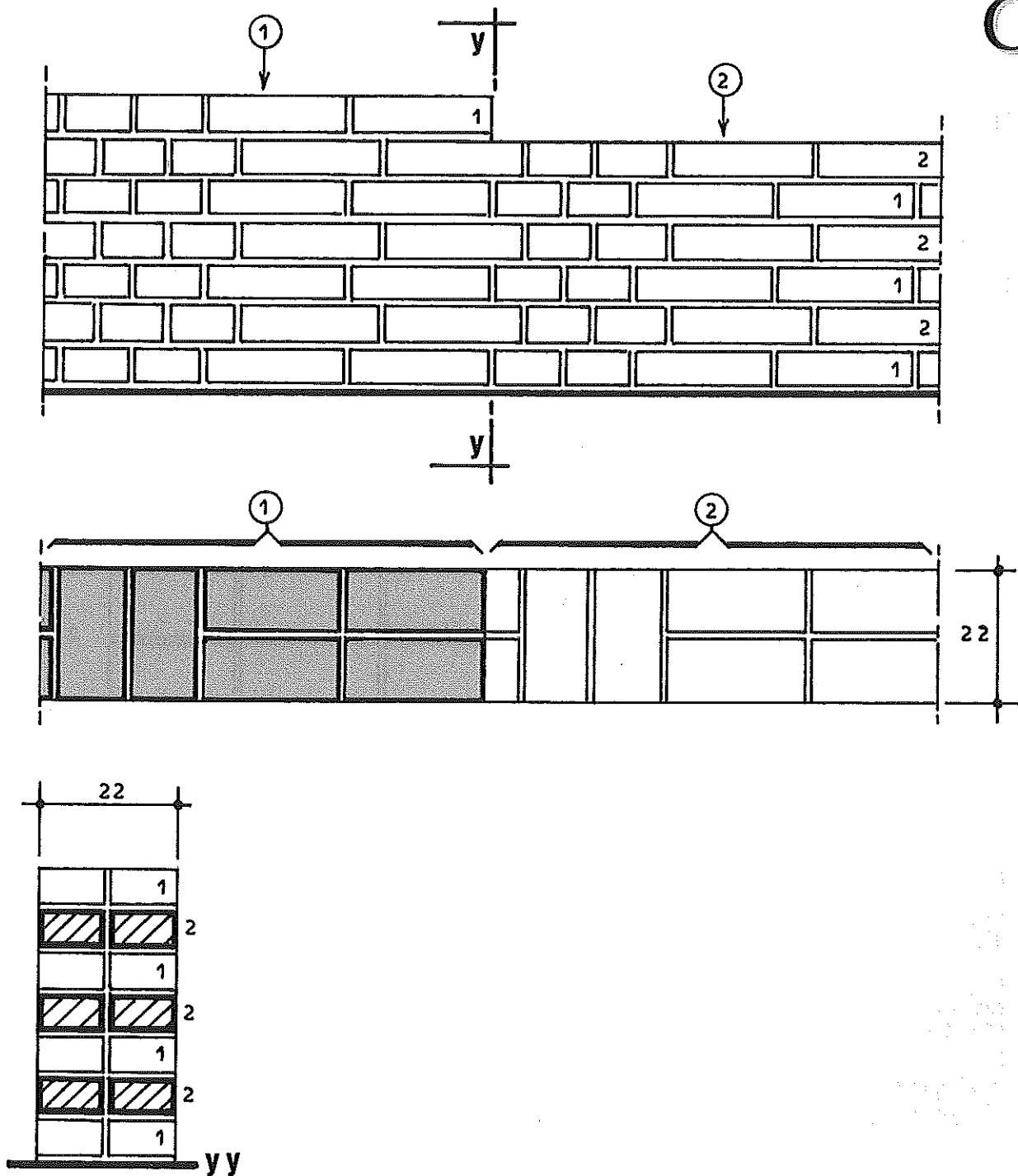
CABINET

LE

PLAN N°



C9



- ① Lit impair  
② Lit pair

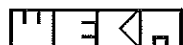
**Disposition par lits composites décalés (mur de 0,22 brut) ;  
dans le même lit, association de 2 boutisses consécutives  
avec 2 panneresses consécutives**

Echelle : 1/10

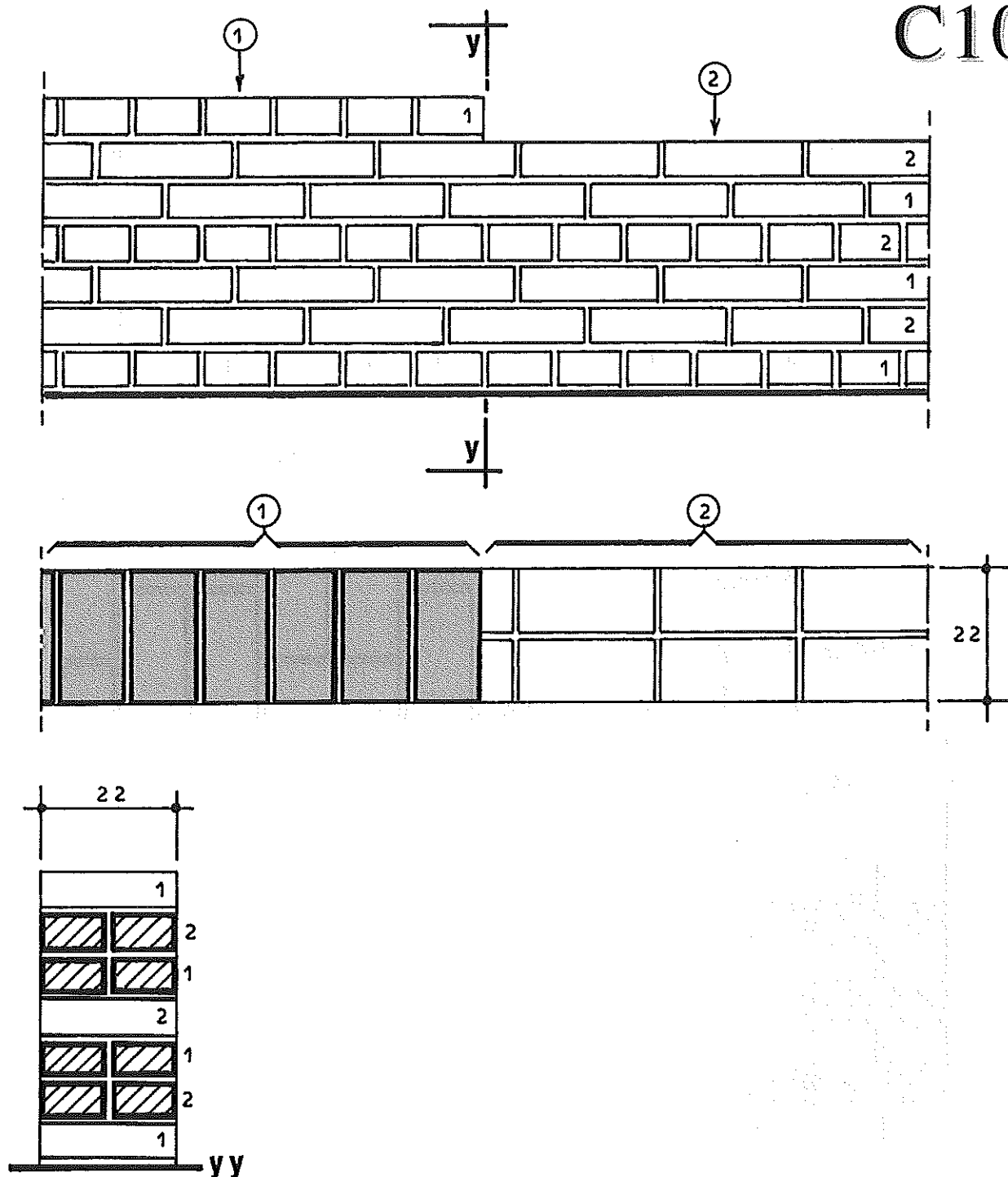
CABINET

LE

PLAN N°



C10



① Lit impair

② Lit pair

**Disposition par lits alternés (mur de 0,22 brut)****– un lit en boutisse****– deux lits en panneresses**

Echelle : 1/10

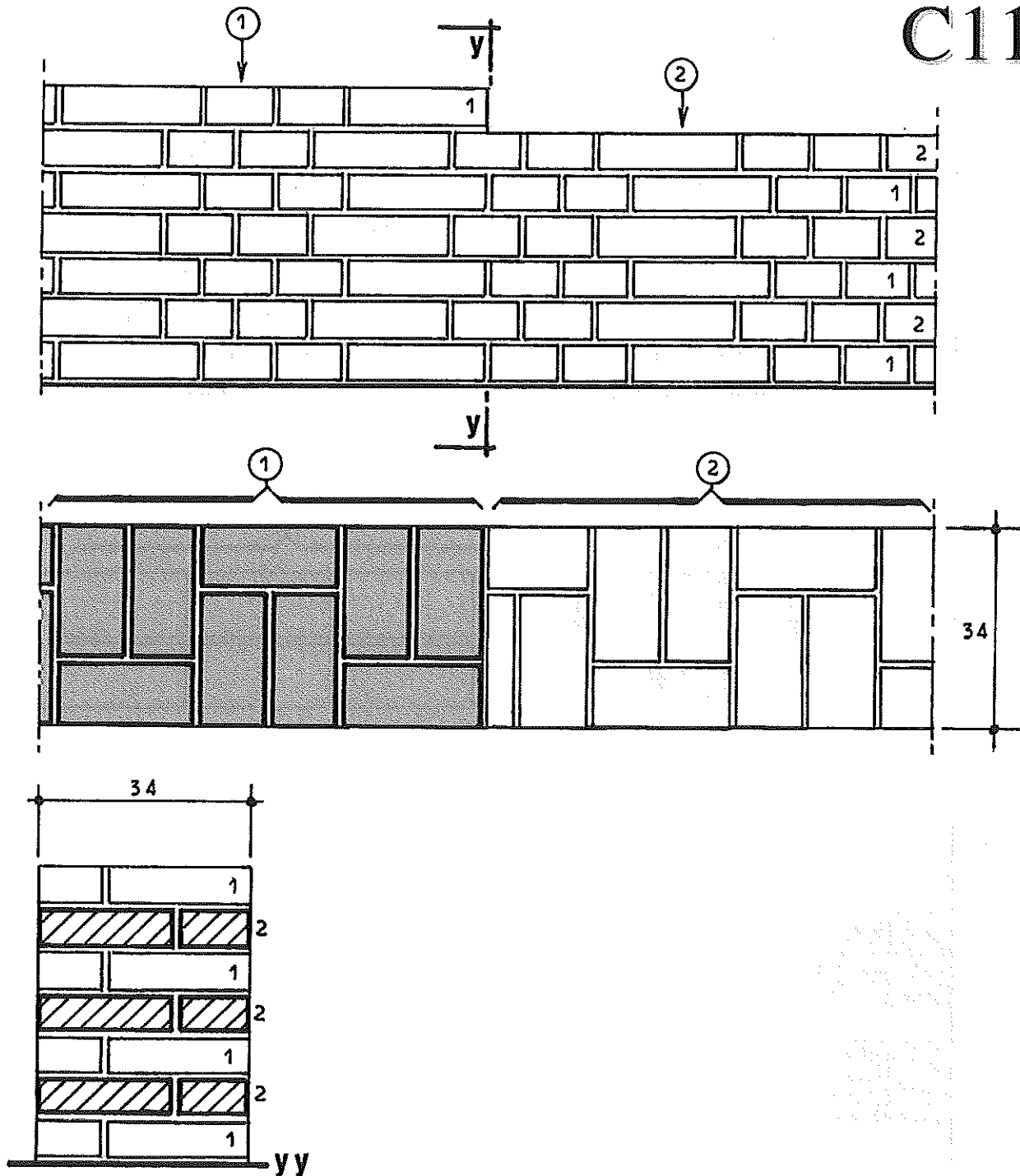
CABINET

LE

PLAN N°



C11



- ① Lit impair  
② Lit pair

**Disposition par lits composites décalés (mur de 0,34 brut) ;  
dans le même lit, association de 2 boutisses consécutives  
avec 1 panneresse**

Echelle : 1/10

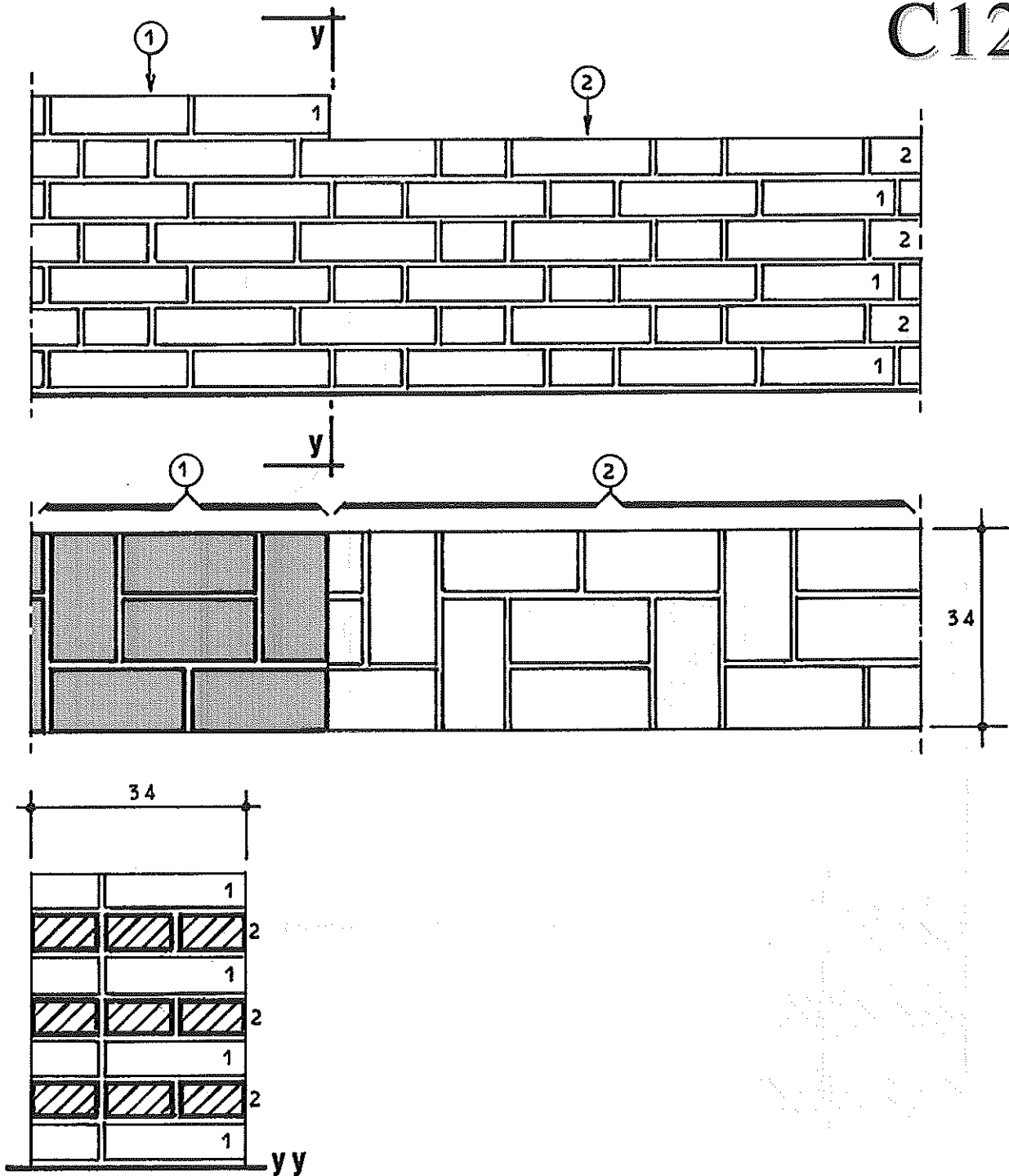
CABINET

LE

PLAN N°



C12



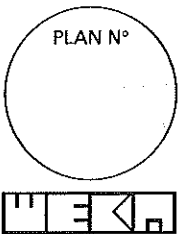
- ① Lit impair
- ② Lit pair

Disposition par lits composites décalés (mur de 0,34 brut) ;  
dans le même lit, association de boutisses et de panneresses

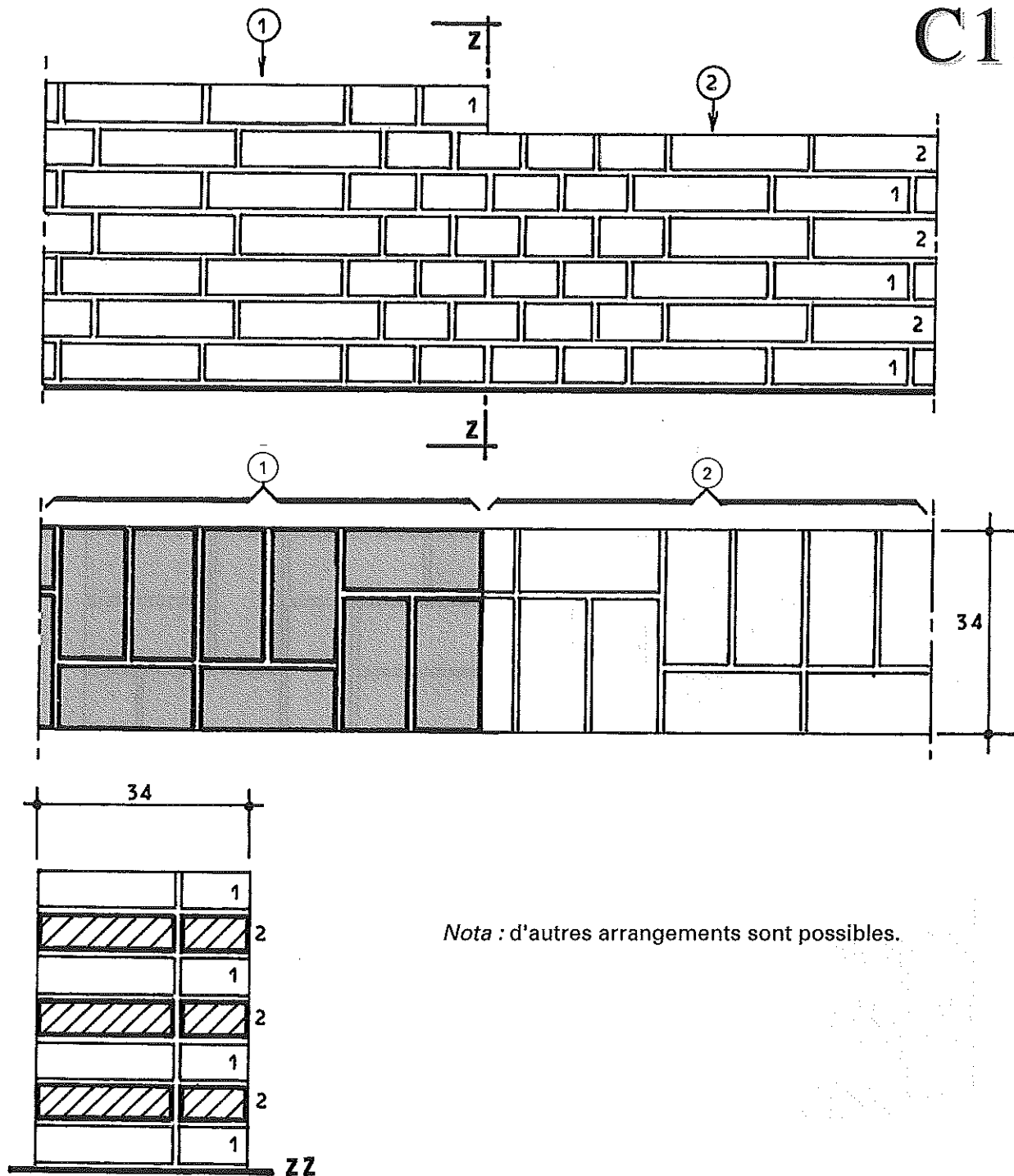
Echelle : 1/10

CABINET

LE



C13



- ① Lit impair  
② Lit pair

**Disposition par lits composites décalés (mur de 0,34 brut) ;  
dans le même lit, association de 4 boutisses et de 2 panneresses**

Echelle : 1/10

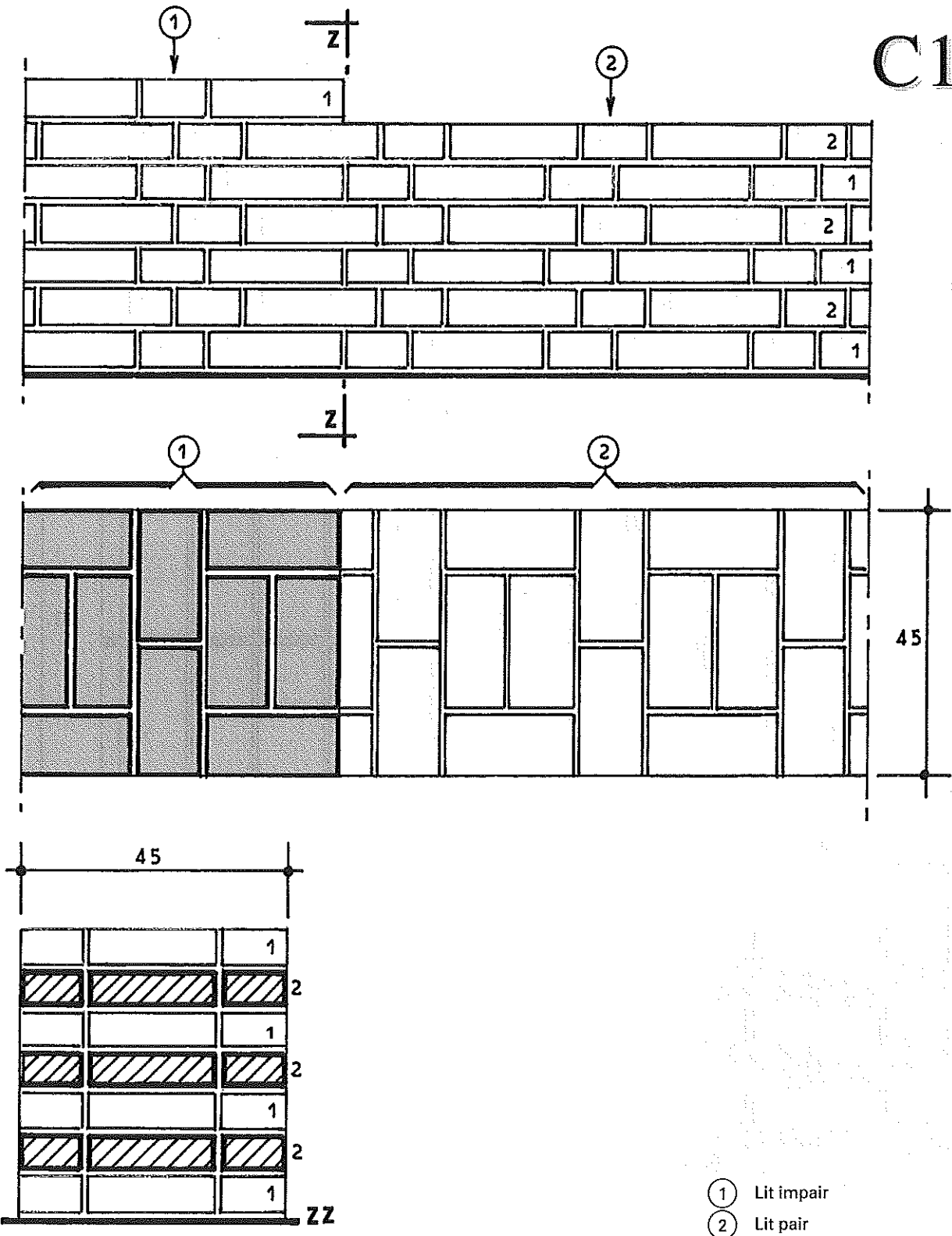
CABINET

LE

PLAN N°







Combinaison symétrique dans l'espace de 2 boutisses avec 2 panneresses. Lits identiques décalés

Echelle : 1/10

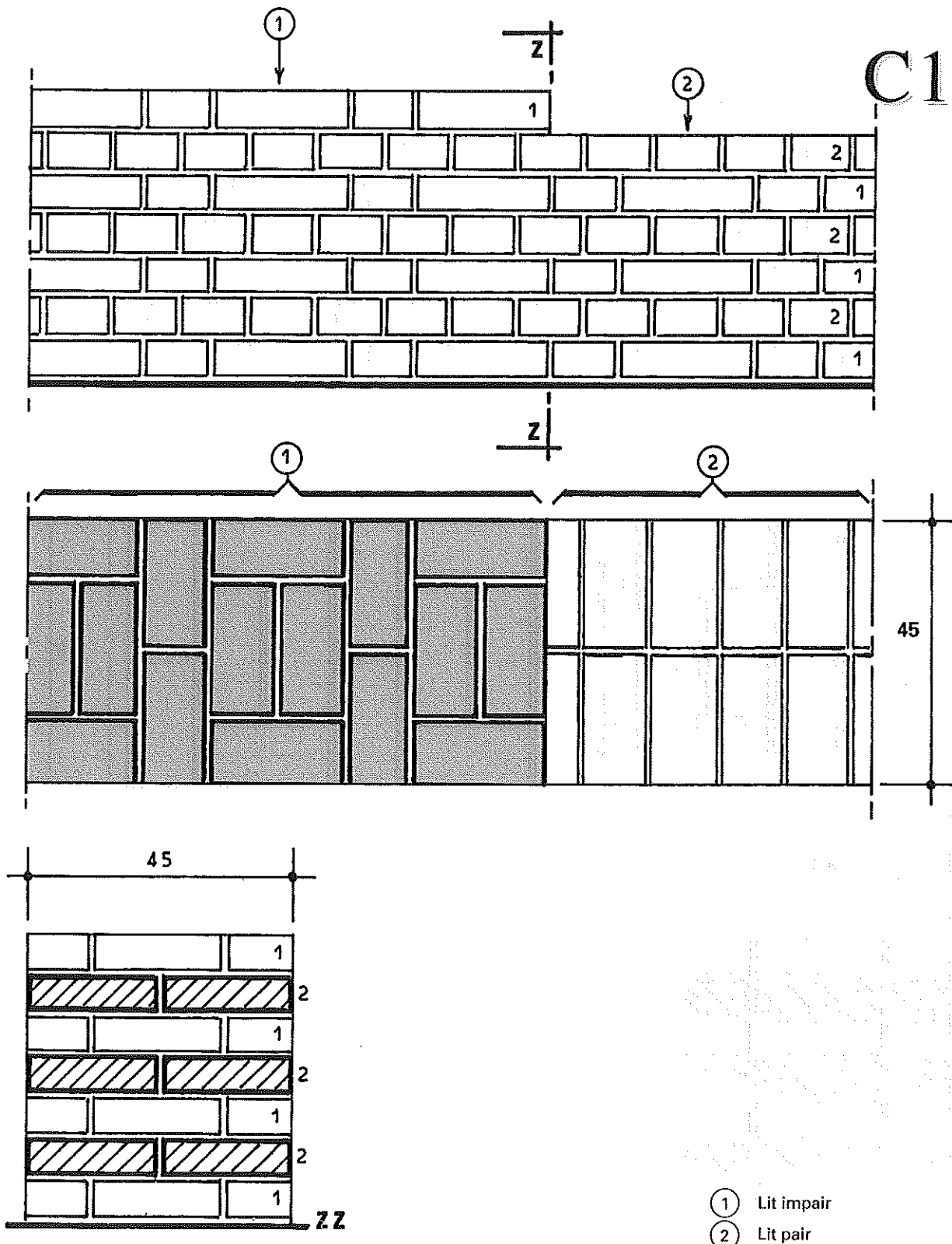
CABINET

LE

PLAN N°



C15



**Disposition par lits composites alternés**  
**Lit 1 : combinaison analogue au cas précédent**  
**Lit 2 : pose en boutisses bout à bout**

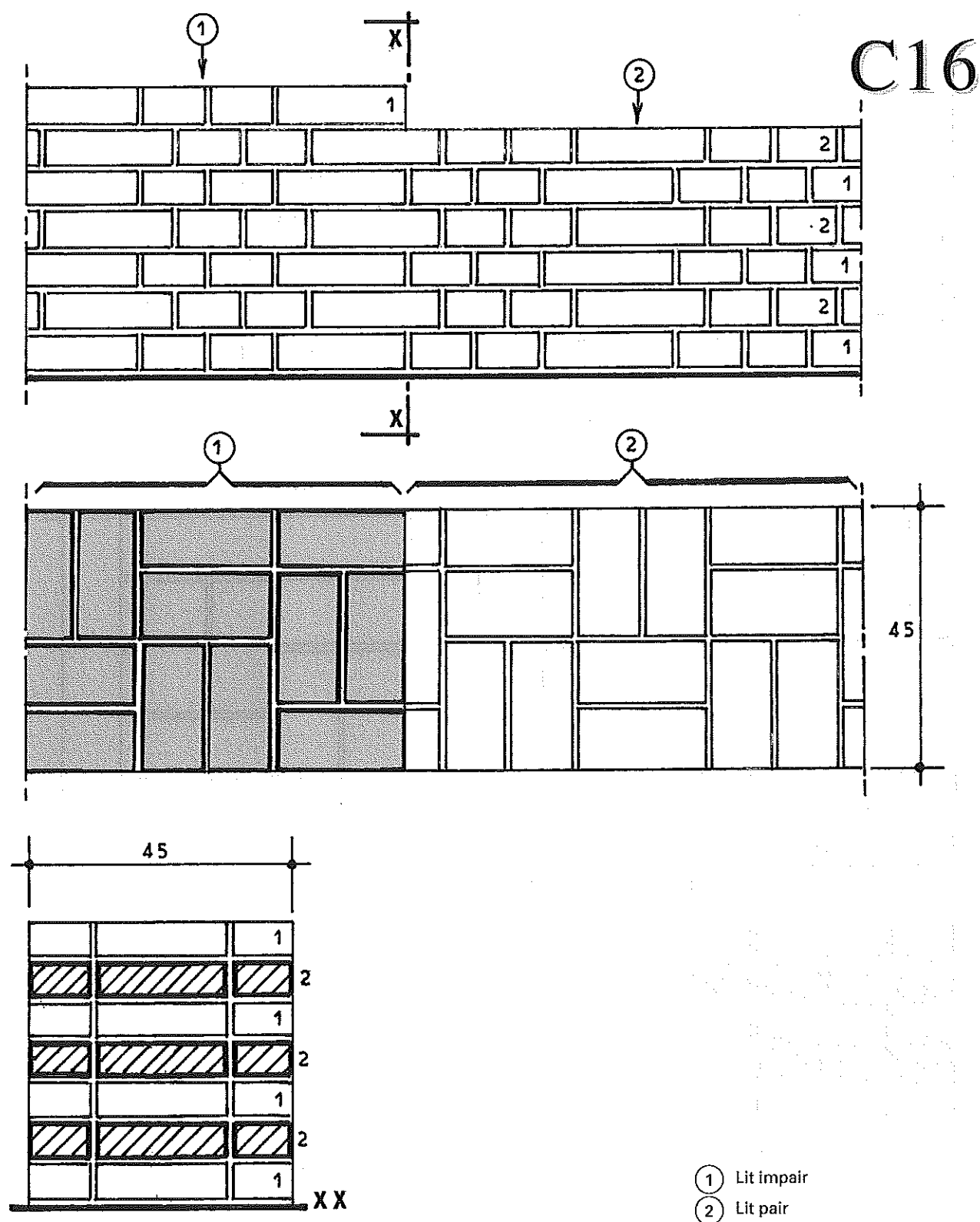
Echelle : 1/10

CABINET

LE

PLAN N°





**Disposition par lits composites décalés de 2 boutisses avec 2 panneresses**

Echelle : 1/10

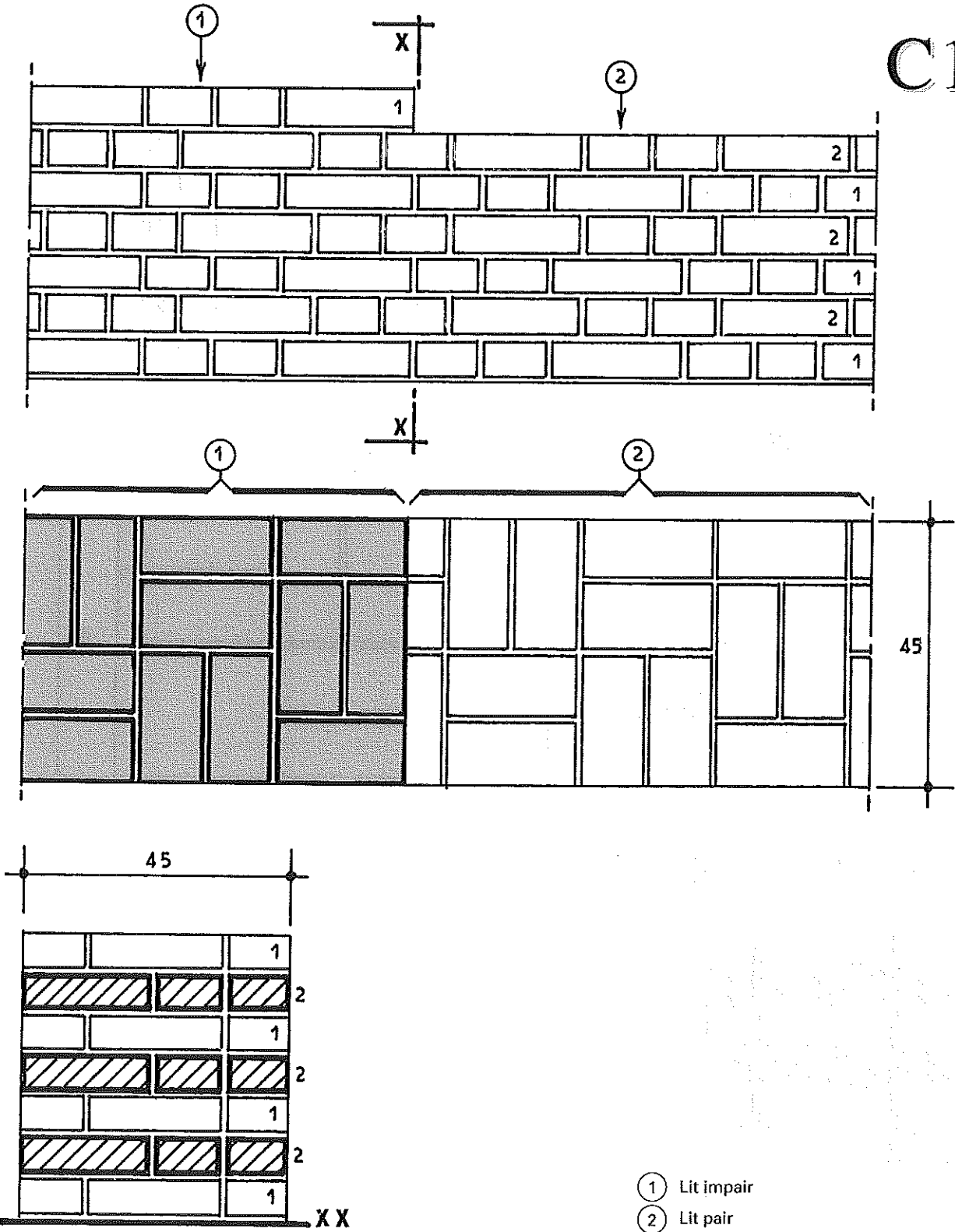
# CABINET

LE

PLAN N°



C17



Disposition par lits composites décalés de 2 boutisses avec 2 panneresses (décalage différent du dessin C16)

Echelle : 1/10

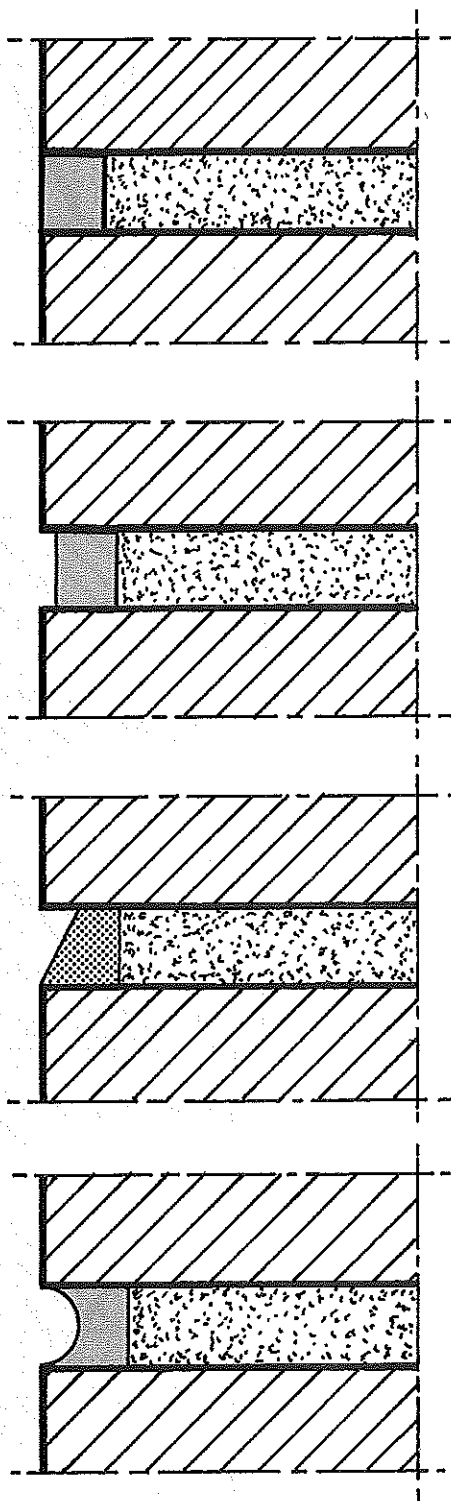
CABINET

LE

PLAN N°



C18

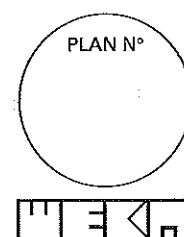


**Exemples de profils de joints conseillés  
(écoulement normal des eaux et ruissellement)**

Echelle : 1/1

CABINET

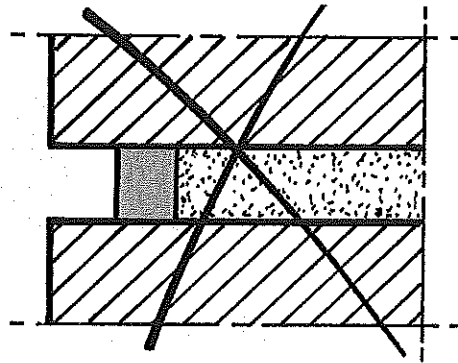
LE



C19

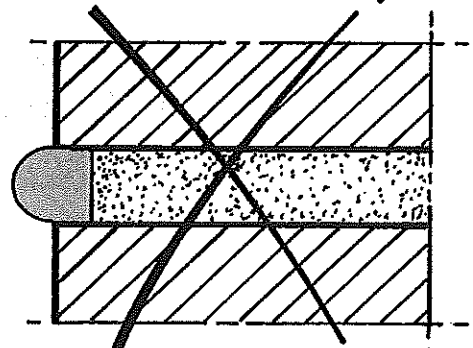
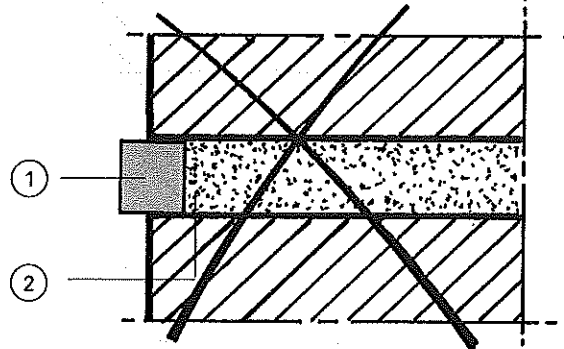
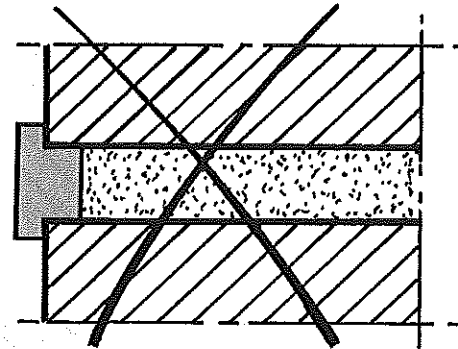
**Joint en creux**

(retient l'eau qui s'infiltré par capillarité)

**Jointes saillants**

(ruissellement de l'eau freiné)

- ① Mortier de rejointoiement
- ② Mortier de hourdage

**Profils des joints à éviter**

Echelle : 1/1

CABINET

LE

PLAN N°



## 2/3.5

# Blocs spéciaux à isolation intégrée

---

### 1. Dispositions générales

Pour les briques creuses ou blocs à perforations verticales comportant généralement un grand nombre d'alvéoles séparées par de fines cloisons en terre cuite, l'isolation thermique résulte de la somme des résistances thermiques des lames d'air. L'amélioration obtenue avec les nouveaux blocs type G à grand nombre de petites alvéoles n'est cependant pas toujours suffisante pour satisfaire aux exigences, sans cesse accrues, de la réglementation thermique.

D'où l'idée d'intercaler, dans les éléments, des couches isolantes de matériaux plus performants au point de vue thermique (en général, mousses alvéolaires de polystyrène expansé ou PSE).

### 2. Codification technique

Ces matériaux ne répondent pas aux définitions et caractéristiques des normes des produits courants ; ils relèvent de la procédure d'Atec (Avis technique).

Pour certains, les dispositions concernant la mise en œuvre sont différentes de celles définies dans le DTU 20.1 « Parois et murs en maçonnerie de petits éléments ».

### 3. Dispositions pratiques

---

#### Dessins

---

Brique PLUS II (Atec 16/89-223) :

définition de l'élément

C20

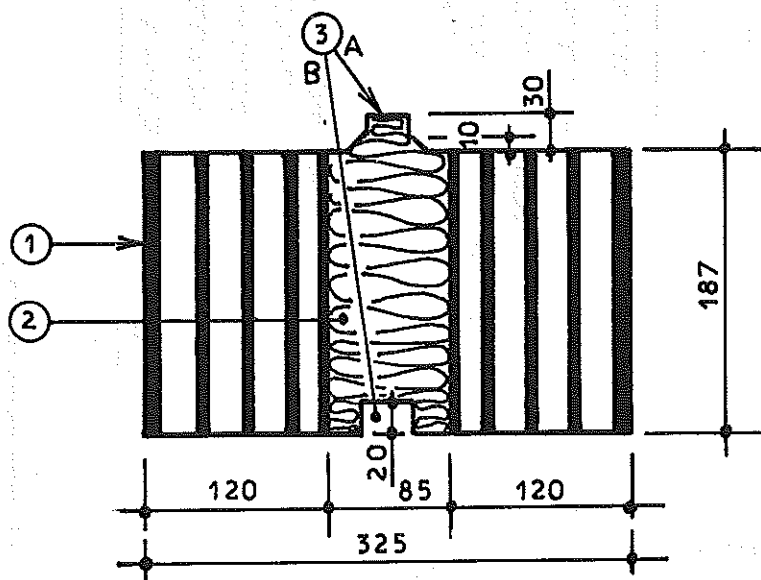
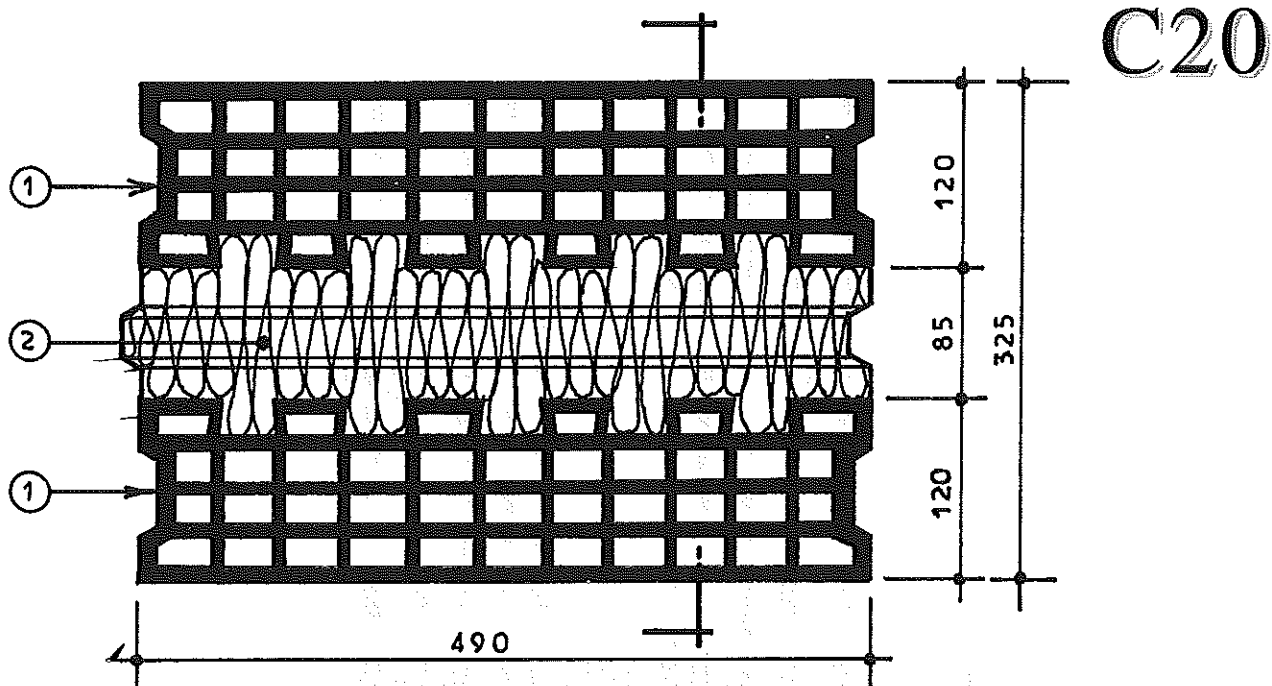
Mise en œuvre et joint horizontal

C21

---







- ① Blocs (2) de terre cuite perforée (perforations verticales)
- ② Bloc polystyrène (PSE) mis en place à la fabrication
- ③ Système d'emboîtement rainure languette (PSE)
  - A : languette
  - B : rainure

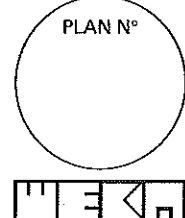
(D'après Atec)

**Brique PLUS II (Atec 16/89-223) : définition de l'élément**

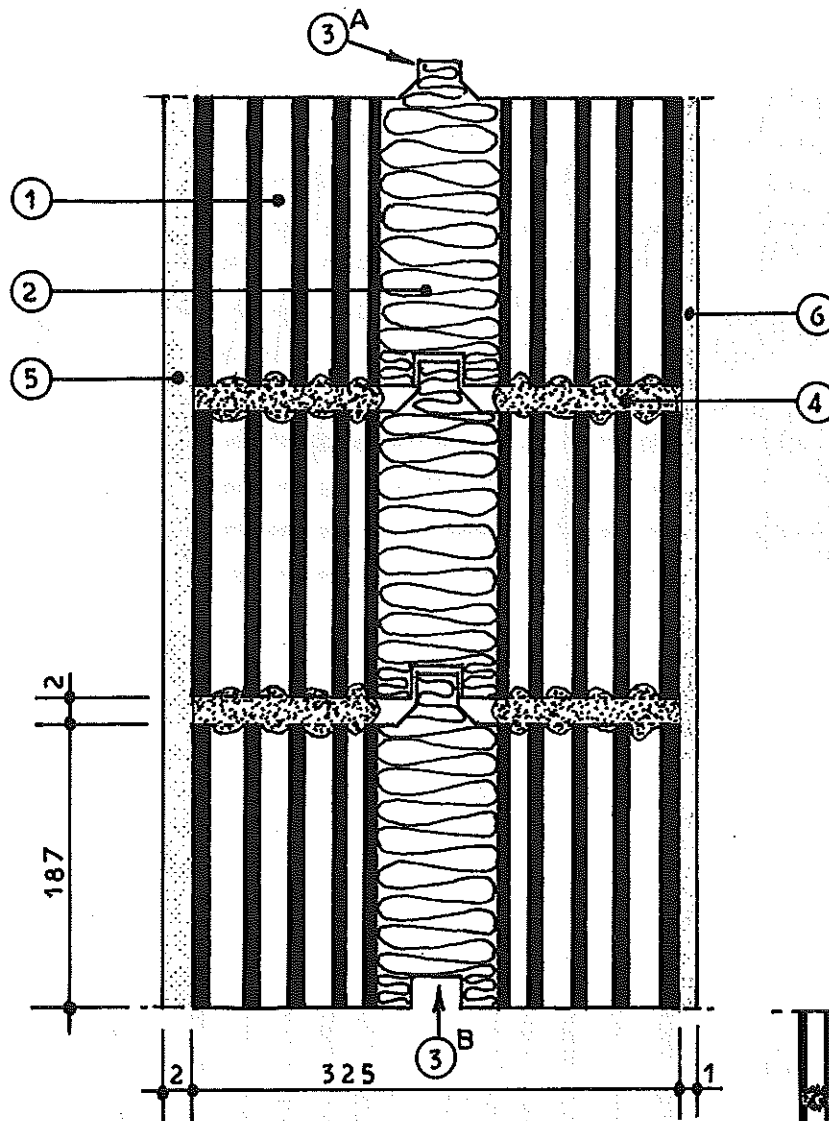
Echelle : 1/5

CABINET

LE

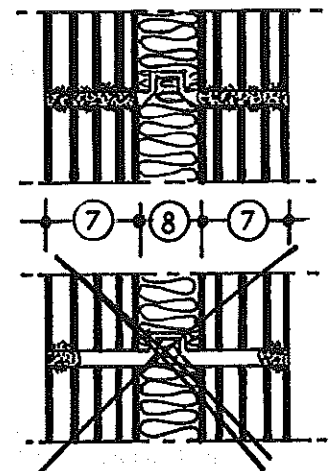


C21



Même principe pour blocs de 300 ou 350 mm d'épaisseur

- ① Blocs (2) de terre cuite perforée (perforations verticales)
- ② Bloc polystyrène (PSE) mis en place à la fabrication
- ③ Système d'emboîtement rainure languette (PSE)
  - 3A : languette
  - 3B : rainure
- ④ Mortier de hourdage (joint horizontal) limité à la partie terre cuite
- ⑤ Enduit extérieur
- ⑥ Enduit intérieur
- ⑦ Zones de hourdage (120-120)
- ⑧ Pas de mortier au droit de l'isolant (PSE)



(D'après Atec)

### Mise en œuvre et joint horizontal

Echelle : 1/5

CABINET

LE

PLAN N°



## 2/4

# Murs en blocs de béton de granulats courants

---

## 2/4.1

### Types

---

Ce type d'éléments est utilisé de manière très courante pratiquement sous toutes les latitudes.

La fabrication est artisanale dans les pays en cours de développement et industrialisée avec contrôles, marques de qualité, en France et en Europe.

On peut considérer que c'est, avec la tôle ondulée employée en couverture, le matériau le plus utilisé dans le monde.

On distingue deux types principaux :

- les éléments pleins (dimensions courantes nominales 15 x 20 x 40  
15 x 20 x 50  
20 x 20 x 40  
20 x 20 x 50) ;
- les éléments creux ou alvéolés pour lesquels il existe une grande variété, selon la forme ou la géométrie ainsi que le nombre des alvéoles.

Ceux qui font l'objet du présent chapitre sont constitués de granulats courants. Ces éléments font l'objet des normes suivantes :

- NF P 14-301 (septembre 1983) : blocs en béton de granulats courants pour murs et cloisons ;
- NF P 14-402 (septembre 1983) : blocs en béton pour murs et cloisons (dimensions).

La plupart sont de qualité « à enduire ». Ceux destinés à rester apparents doivent répondre aux spécifications définies à l'annexe 3 du DTU 20.1, dans l'attente d'une norme spécifique.

Les blocs de béton de granulats courants sont classés en deux types :

- 1. les blocs de béton de granulats courants à enduire ;
- 2. les blocs de béton de granulats courants à rester apparents.

Les blocs de béton de granulats courants à enduire sont classés en deux types :

- 1. les blocs de béton de granulats courants à enduire à surface lisse ;
- 2. les blocs de béton de granulats courants à enduire à surface rugueuse.

Les blocs de béton de granulats courants à rester apparents sont classés en deux types :

- 1. les blocs de béton de granulats courants à rester apparents à surface lisse ;
- 2. les blocs de béton de granulats courants à rester apparents à surface rugueuse.

Les blocs de béton de granulats courants à enduire à surface lisse sont classés en deux types :

- 1. les blocs de béton de granulats courants à enduire à surface lisse à surface lisse ;
- 2. les blocs de béton de granulats courants à enduire à surface lisse à surface rugueuse.

Les blocs de béton de granulats courants à enduire à surface rugueuse sont classés en deux types :

- 1. les blocs de béton de granulats courants à enduire à surface rugueuse à surface lisse ;
- 2. les blocs de béton de granulats courants à enduire à surface rugueuse à surface rugueuse.

Les blocs de béton de granulats courants à rester apparents à surface lisse sont classés en deux types :

- 1. les blocs de béton de granulats courants à rester apparents à surface lisse à surface lisse ;
- 2. les blocs de béton de granulats courants à rester apparents à surface lisse à surface rugueuse.

Les blocs de béton de granulats courants à rester apparents à surface rugueuse sont classés en deux types :

- 1. les blocs de béton de granulats courants à rester apparents à surface rugueuse à surface lisse ;
- 2. les blocs de béton de granulats courants à rester apparents à surface rugueuse à surface rugueuse.

## 2/4.2

# Blocs pleins

---

Ils sont relativement moins utilisés que les blocs creux ou alvéolés, à cause de leur poids unitaire. Leur utilisation correspond :

- à des murs-poids devant résister à des efforts horizontaux (de faible importance) et/ou à des charges verticales importantes ;
- à des murs enterrés ou semi-enterrés ;
- à des murs-poids ayant une fonction d'isolation acoustique (loi de masse).

---

### Dessin

---

Blocs pleins, mur type I

D1

---

2017

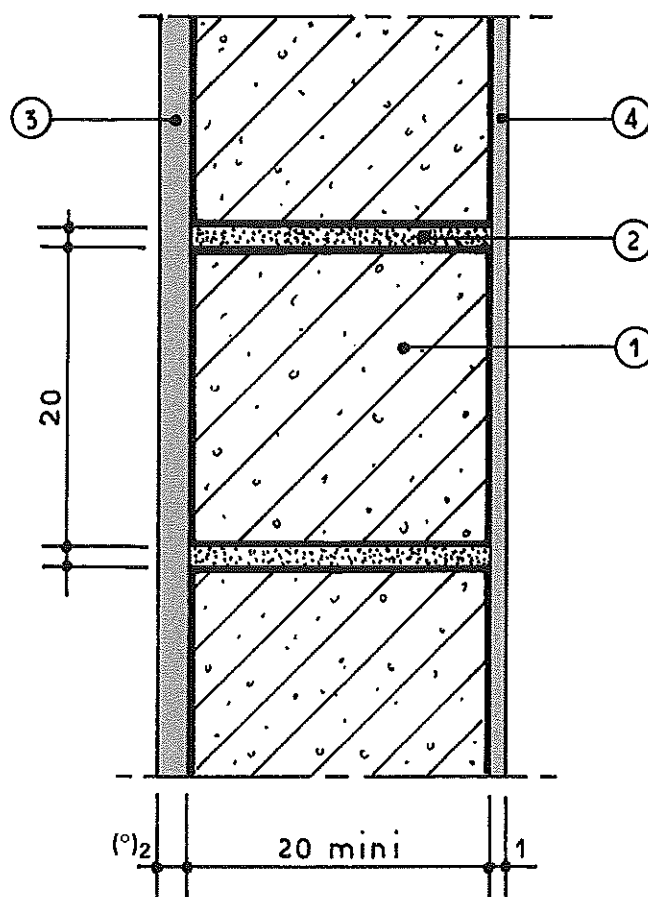
2017

2017

2017

2017

D1



- ① Blocs pleins de granulats courants
- ② Mortier de pose, joint de hourdage
- ③ Enduit extérieur à base de liants hydrauliques (ciment – chaux)
- ④ Enduit intérieur (plâtre ou ciment)

(°) Epaisseur pour un enduit traditionnel  
(non applicable à un enduit type monocouche)

**Blocs pleins (NF P. 14-301 et P. 14-402)**  
**Mur type I**

Echelle : 1/5

CABINET

LE

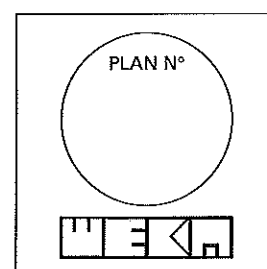




Figure 2.1 : Mur en blocs de béton de granulats courants

Figure 2.1 : Mur en blocs de béton de granulats courants



## 2/4.3

# Blocs creux

---

Ce sont les éléments les plus utilisés tant en maçonneries porteuses qu'en maçonneries de remplissage. Actuellement, la plupart des blocs produits industriellement en France ont la marque NF.

---

### Dessin

---

Mur simple, type I, enduit

D2

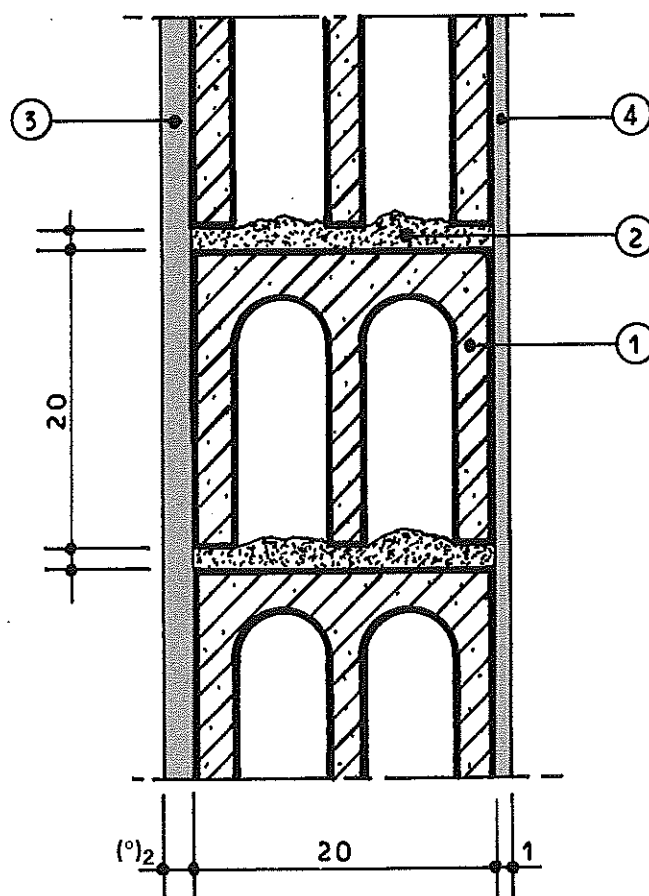
---

0,15 m

0,15 m

0,15 m

D2



*Nota : compte-tenu de la diversité des types de blocs creux, la coupe type correspond à une représentation conventionnelle.*

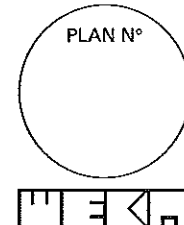
- ① Blocs creux, béton de granulats courants
- ② Joint de hourdage, mortier de pose
- ③ Enduit extérieur à base de liants hydrauliques (ciment – chaux)
- ④ Enduit intérieur (plâtre ou ciment)
- (°) Epaisseur pour un enduit traditionnel (non applicable à un enduit monocouche)

**Blocs creux (NF P. 14-301 et P. 14-402)**  
**Mur simple, type I, enduit**

Echelle : 1/5

CABINET

LE



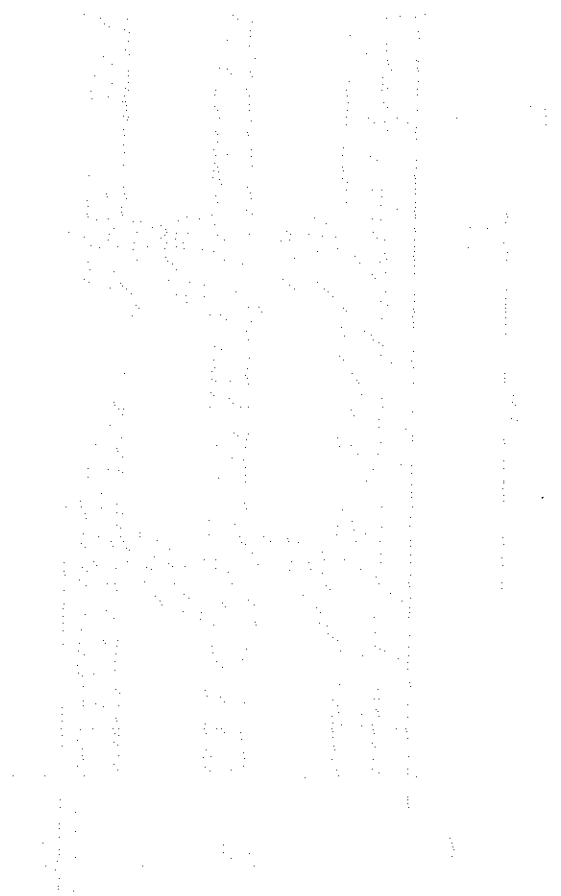


Figure 2.1.1 : Mur en blocs de béton de granulats courants

Figure 2.1.1 : Mur en blocs de béton de granulats courants

## 2/4.4

# Blocs à isolation intégrée

---

### 1. Dispositions générales

Le principe est le même que pour les briques creuses de terre à isolation intégrée (Cf. 2/3.5). Les exigences sans cesse accrues de l'isolation thermique, ont poussé les fabricants à créer des blocs alvéolés composites comprenant des planelles ou éléments minces en béton de granulats courants associés avec des éléments moulés isolants (généralement en PSE : polystyrène expansé).

### 2. Codification technique

Ces matériaux font également l'objet de la procédure d'Atec (Avis technique).

Pour certains types, la mise en œuvre nécessite des dispositions spécifiques, définies dans le dossier d'Avis technique, et souvent différentes de celles du DTU 20.1.

### 3. Dispositions pratiques

---

#### Dessin

---

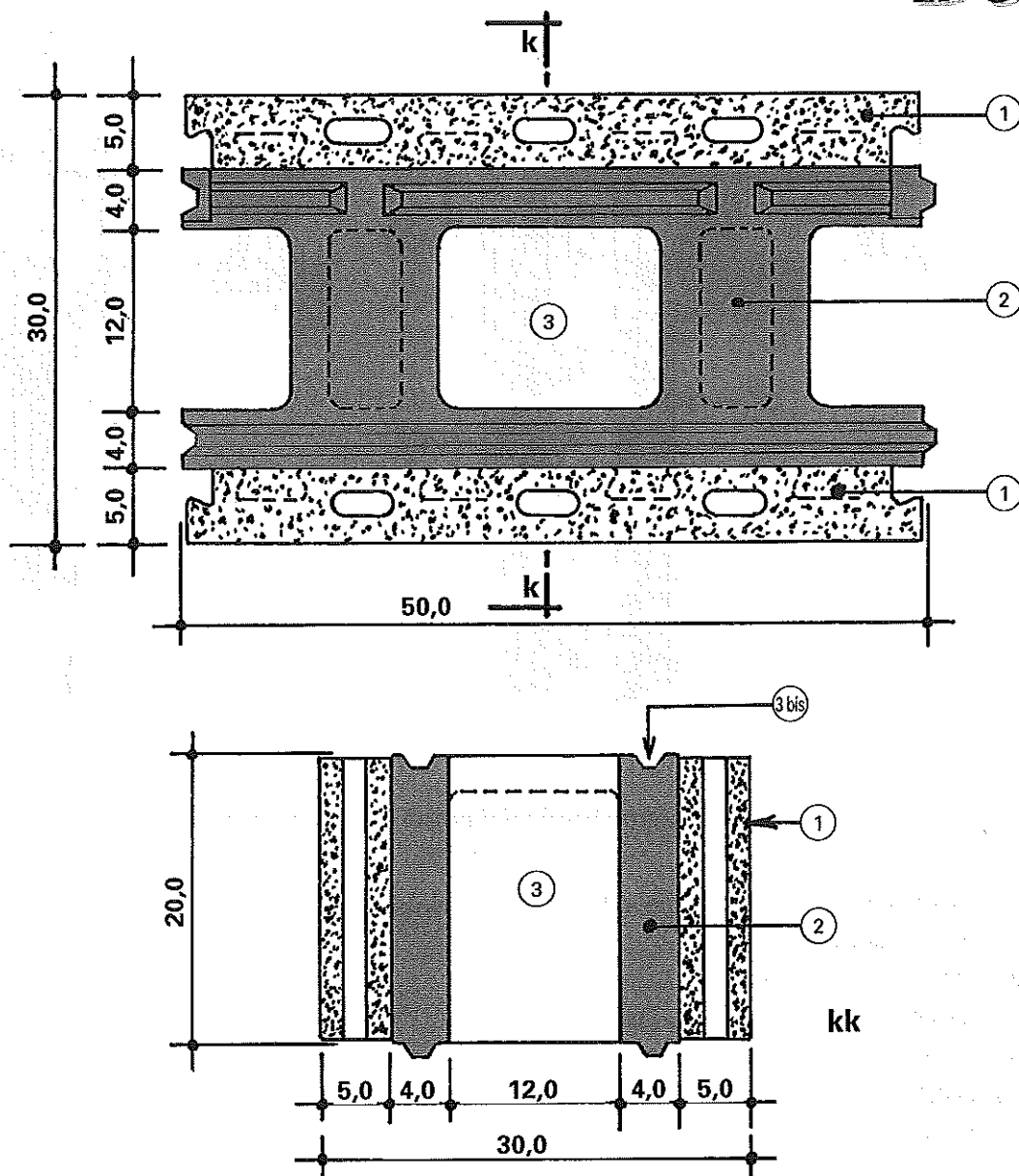
Système BABI (Atec 16/89-218) :  
définition du bloc et mise en œuvre

D3

---



D3

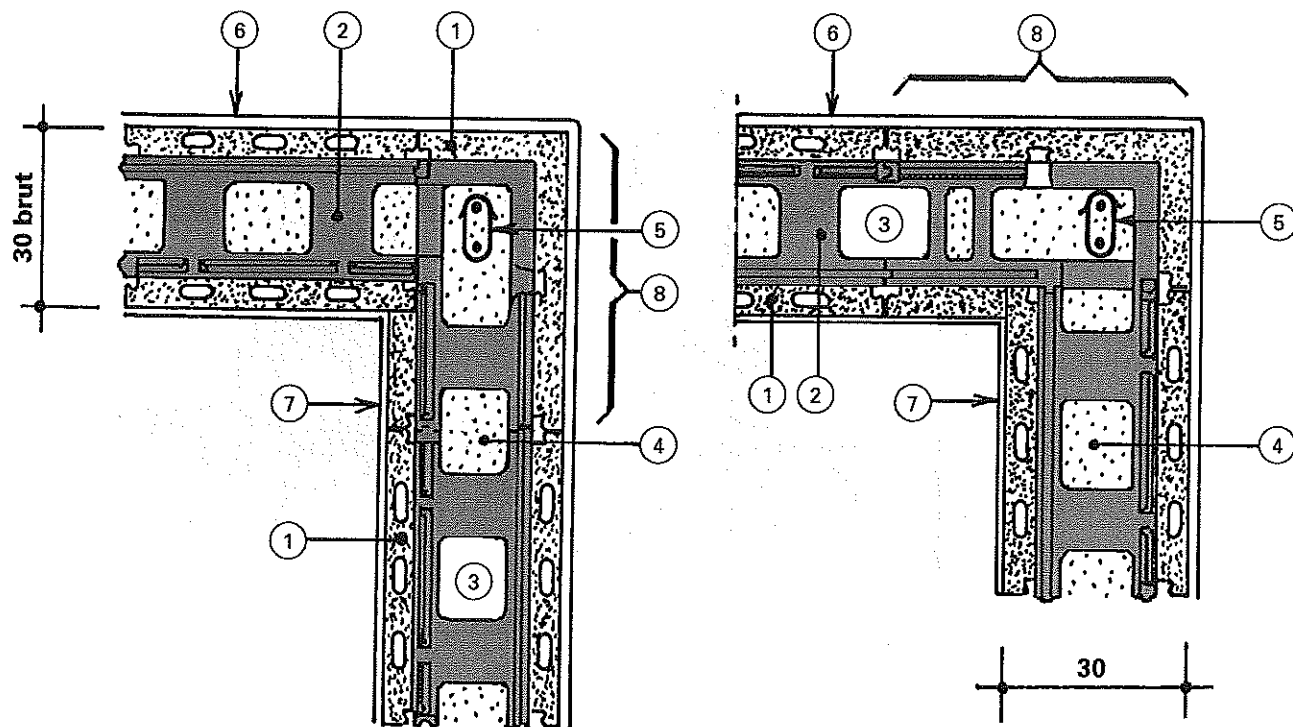


(D'après Atec 16/89-218)

**Coupe kk****Système BABI : définition du bloc et mise en œuvre**

- ① Planelles intérieures et extérieures en béton de granulats courants
- ② Polystyrène expansé (PSE)
- ③ Vide réservé pour la pose
- ③bis Pas de mortier de pose pour joint horizontal (emboîtement tenon-feuilleure)

D3



(D'après Atec 16/89-218)

### Système BABI : définition du bloc et mise en œuvre

- ① Planelles intérieures et extérieures en béton de granulats courants
- ② Polystyrène expansé (PSE)
- ③ Vide réservé pour la pose
- ④ Remplissage (mortier de pose ou béton)
- ⑤ Renfort d'angle (chaînage vertical)
- ⑥ Enduit extérieur
- ⑦ Enduit intérieur
- ⑧ Blocs spéciaux d'angle



## 2/6

# Murs composites en maçonnerie

---

## 2/6.1

# Dispositions générales

---

### 1. Principe, définition

Les murs composites correspondent à l'association, dans leur épaisseur (paroi brute proprement dite, compte non tenu des revêtements ou doublages éventuels), de matériaux de maçonnerie ayant des comportements mécaniques et thermohygrométriques très voisins.

Les possibilités d'association étant en fait assez limitées, il convient d'éliminer celles qui ne correspondent pas au principe précédent.

### 2. Exemples d'incompatibilités

Association d'éléments de terre cuite (briques pleines ou perforées, blocs perforés, briques creuses) ou béton cellulaire avec toute autre nature de maçonnerie.

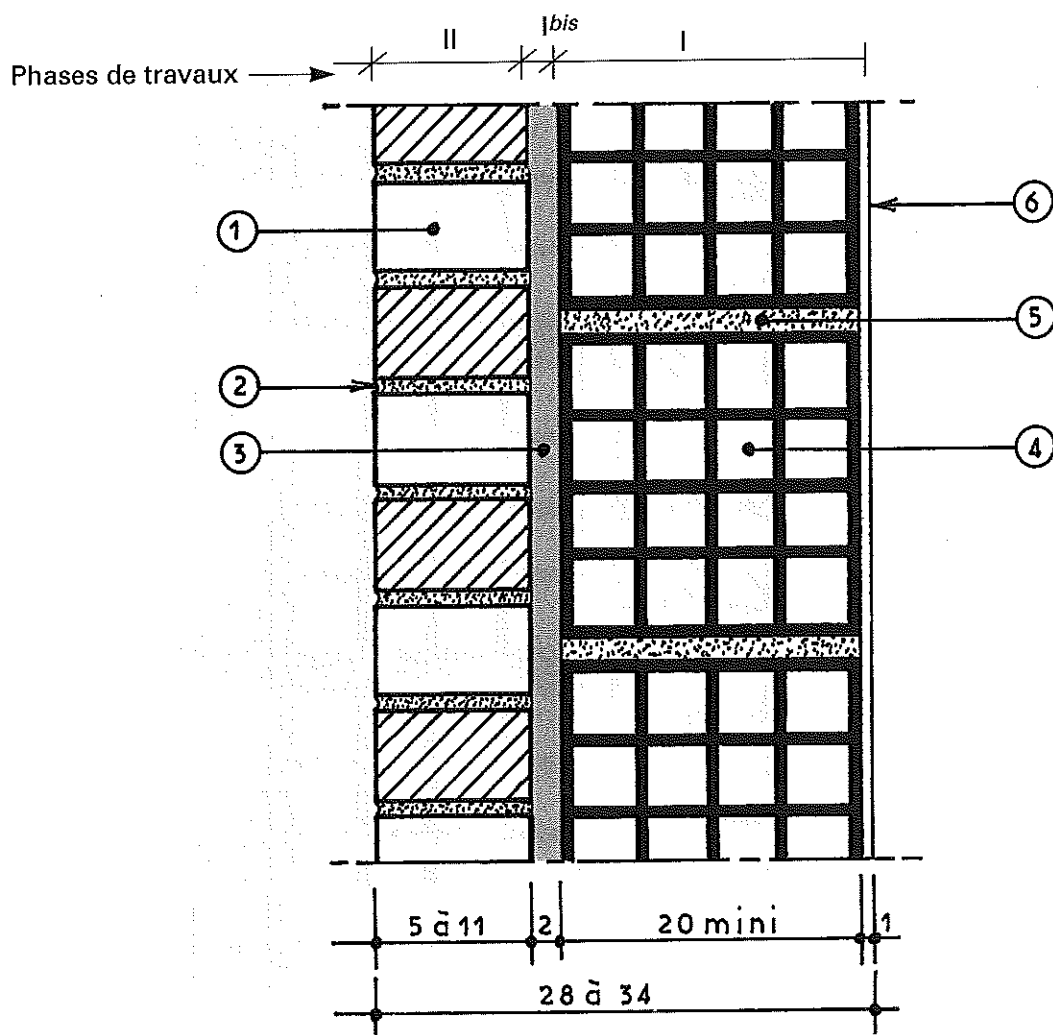
Association de blocs de béton de granulats courants avec des blocs de granulats légers.

### 3. Associations traditionnelles admissibles

#### Dessins

Brique pleine (ou perforée) avec brique creuse ou blocs perforés de terre cuite	F1
Variante avec doublage isolant	F2
Béton banché avec pierre de taille (moellons)	F3
Béton banché avec brique pleine ou perforée	F4

F1



- ① Brique de parement pleine ou perforée (phase II)
- ② Joint (mortier de pose + rejointoiement)
- ③ Enduit traditionnel à base de liants hydrauliques (phase *bis*)
- ④ Brique creuse montée en premier (phase I)
- ⑤ Mortier de pose
- ⑥ Enduit intérieur (plâtre)

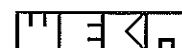
**Association briques creuses et briques pleines**

Echelle : 1/5

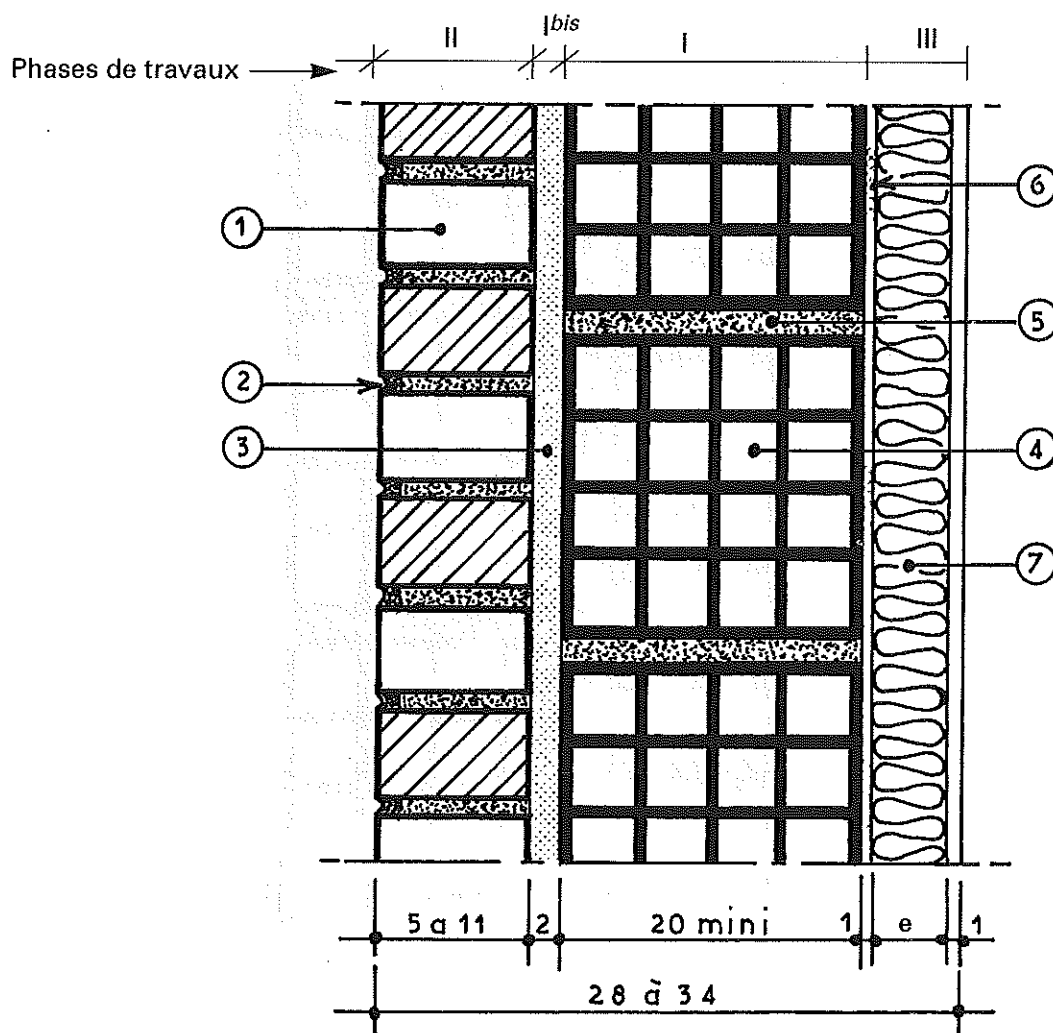
CABINET

LE

PLAN N°



F2



- ① Brique de parement pleine ou perforée (phase II)
- ② Joint (mortier de pose + rejointoiement)
- ③ Enduit traditionnel à base de liants hydrauliques (phase I<sup>bis</sup>)
- ④ Brique creuse montée en premier (phase I)
- ⑤ Mortier de pose
- ⑥ Plot de colle
- ⑦ Complexe isolant, plâtre cartonné (phase III)

e = Epaisseur isolant

Association briques creuses et briques pleines

Echelle : 1/5

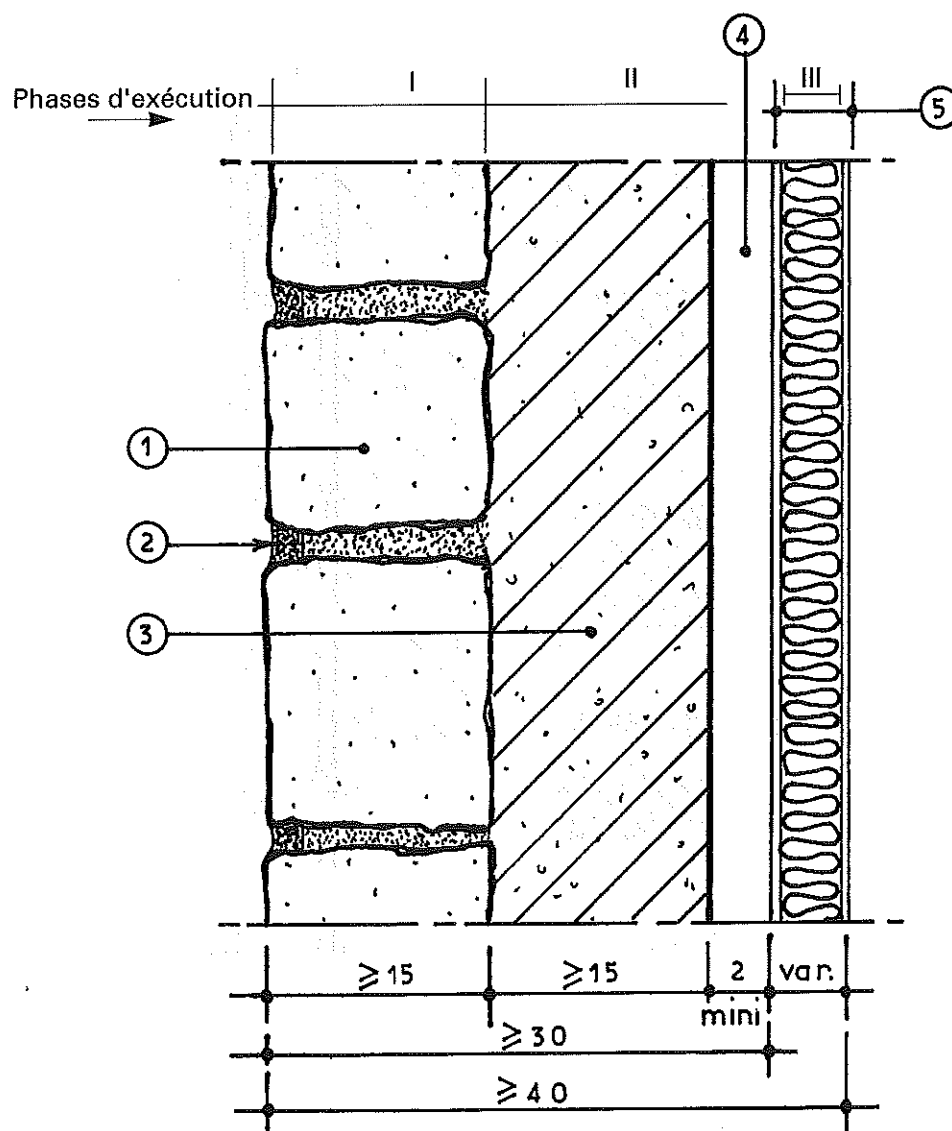
CABINET

LE

PLAN N°



F3



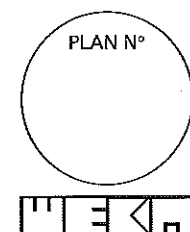
- ① Moellons assisés montés au mortier (phase I)
- ② Joints (mortier de pose) + rejointoiement
- ③ Béton banché (phase II) coulé par assises au fur et à mesure du montage moellons
- ④ Lamé d'air (coupure capillaire)
- ⑤ Complexe isolant (plâtre cartonné + isolant PSE) (phase III)

### Association pierre de taille et béton banché

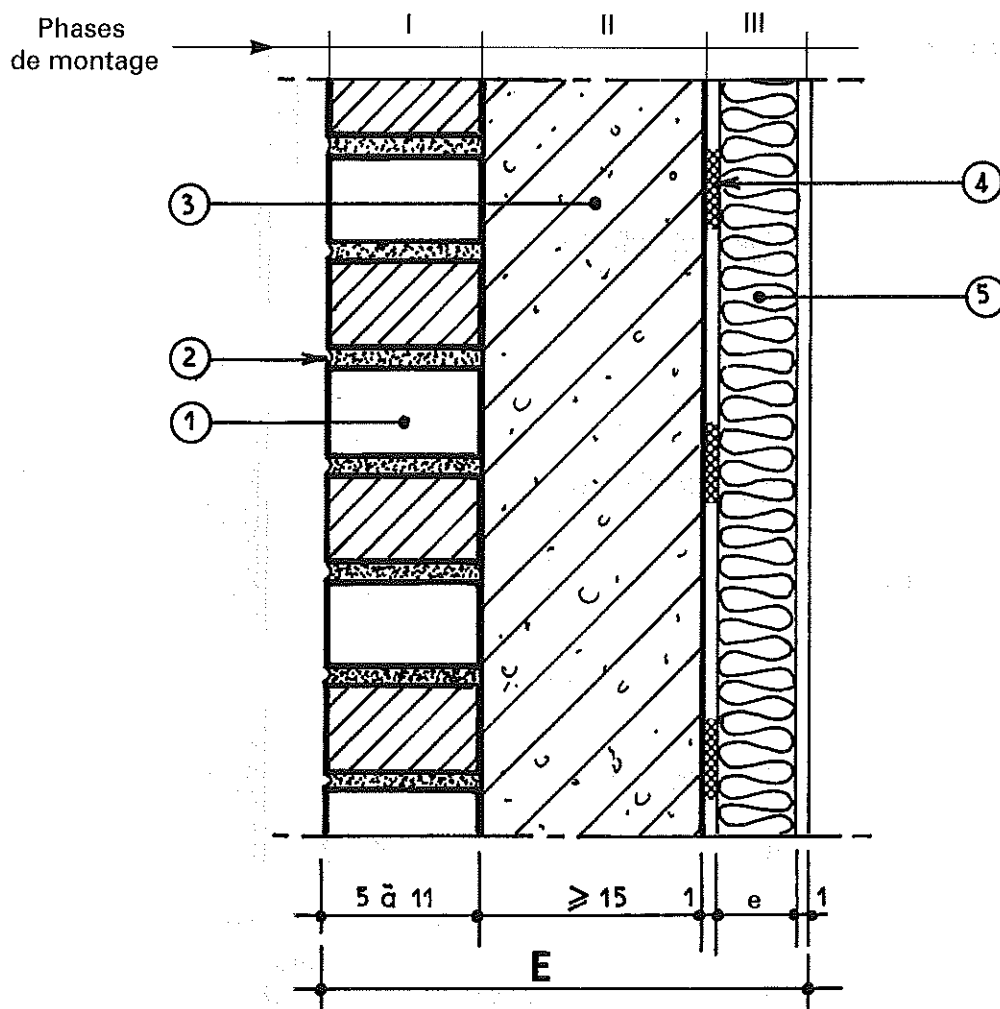
Echelle : 1/5

CABINET

LE



F4



- ① Brique de parement pleine ou perforée (phase I)
- ② Joint (mortier de pose + rejointoiment)
- ③ Enduit traditionnel à base de liants hydrauliques
- ④ Béton banché (phase II) coulé par assises au fur et à mesure du montage moellons
- ⑤ Plots de colle (colle pour montage cloison de doublage)
- ⑥ Complexe isolant PSE, plâtre cartonné (phase III)

e = Epaisseur isolant

E = Epaisseur totale mur

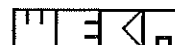
### Association de briques de parement et béton banché

Echelle : 1/5

CABINET

LE

PLAN N°



## 2/7

# Murs doubles

## 2/7.1

# Dispositions générales

### 1. Principe, définitions

Les murs doubles comportent deux parois séparées par une lame d'air formant coupure de capillarité.

Ils correspondent à deux types de maçonnerie :

- les maçonneries porteuses (paroi interne à fonction porteuse) ;
- les maçonneries de remplissage et les maçonneries faiblement chargées (maisons individuelles).

Les épaisseur et nature de chaque paroi peuvent être identiques ou différentes.

Des dispositions particulières peuvent être nécessaires dans certains cas pour assurer la stabilité de la paroi extérieure (attaches par exemple).

### 2. Exemples

#### a) Premier cas

##### Dessins

Mur double constitué de deux parois en briques pleines  
*Variante* : mur avec isolation incorporée

G1  
G2

*b) Deuxième cas***Dessin**

Mur double constitué de deux parois différentes en briques :

- paroi extérieure : briques pleines de parement
- paroi intérieure : briques creuses courantes

G3

*c) Troisième cas***Dessins**

Mur double constitué d'une paroi extérieure en pierre (parement)  
et d'une paroi intérieure en blocs de béton de granulats courants

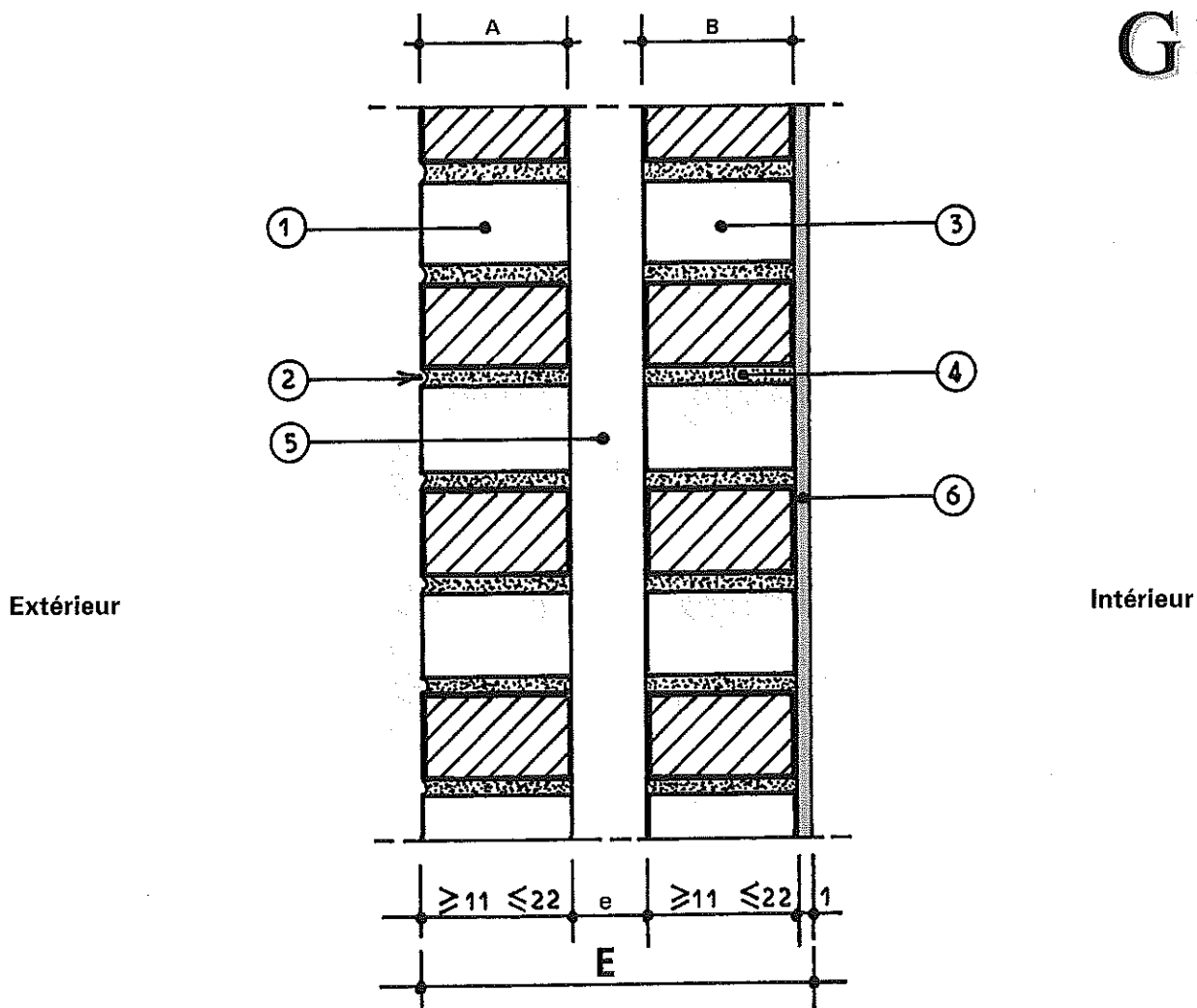
G4

*Variante* : avec isolation thermique intercalée (l'isolant est placé  
dans la lame d'air dont l'épaisseur est prévue plus grande)

G5



G1



- ① Paroi extérieure : brique pleine (parement)
- ② Joint de pose, rejointoiement après coup
- ③ Paroi intérieure : brique pleine (porteuse)
- ④ Joint de pose
- ⑤ Lame d'air (coupure capillaire)
- ⑥ Enduit intérieur éventuel (plâtre)

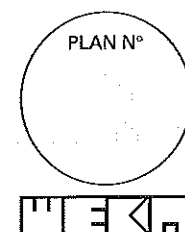
A, B = Epaisseur parois simples  
 e = Epaisseur lame d'air  
 E = Epaisseur totale mur fini

**Mur double constitué de deux parois  
 en briques pleines**  
**Mur non isolé**

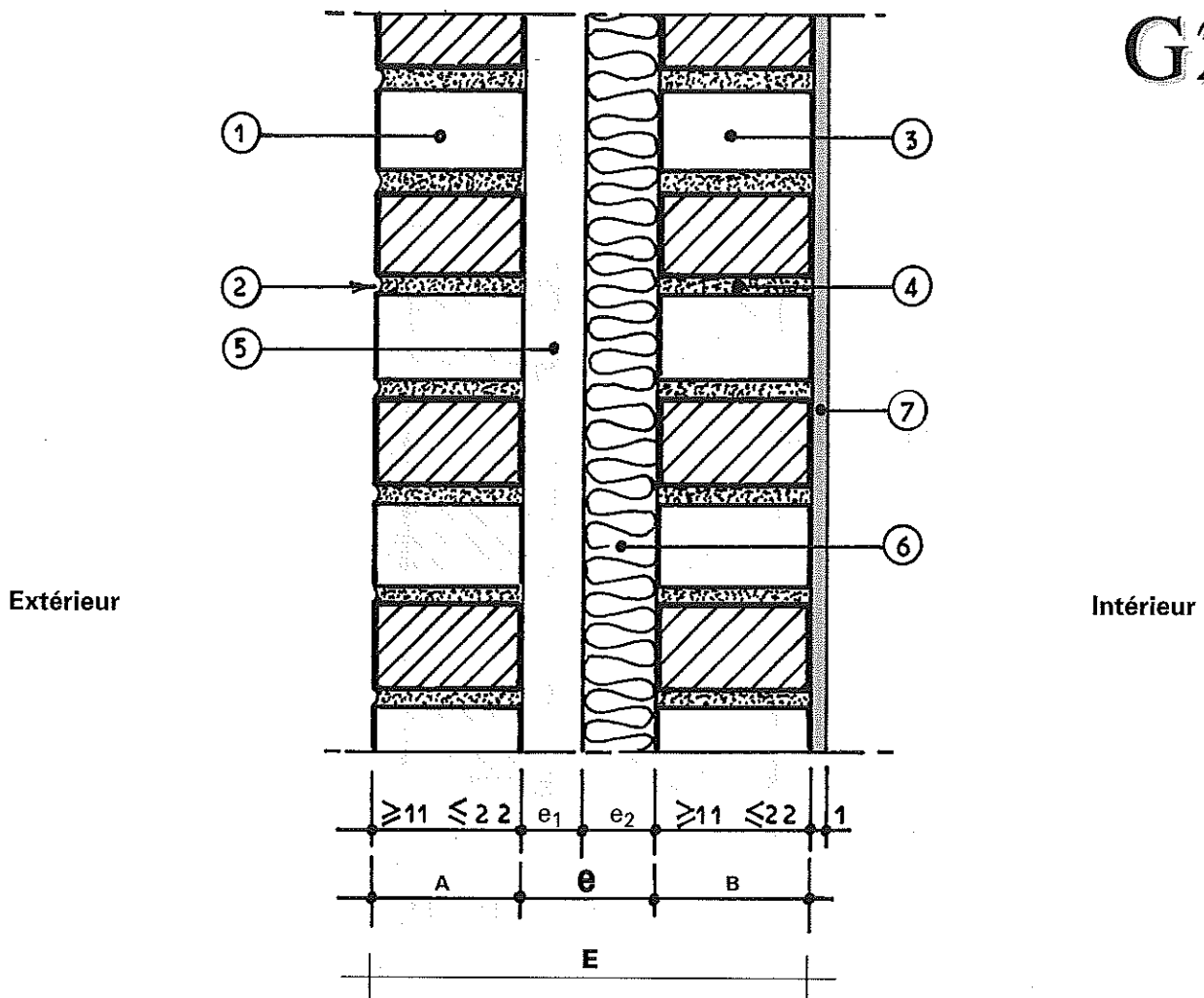
Echelle : -

CABINET

LE



G2



- ① Paroi extérieure : brique pleine (parement)
- ② Joint de pose + rejointoiement après coup
- ③ Paroi intérieure : brique pleine (porteuse)
- ④ Joint de pose, mortier liants hydrauliques
- ⑤ Lame d'air (coupure capillaire)
- ⑥ Isolant (éventuel)
- ⑦ Enduit intérieur éventuel (plâtre)

A . B = Epaisseur parois simples  
 e =  $e_1 + e_2$  : Lame d'air + isolant  
 E = Epaisseur totale finie

**Mur double constitué de deux parois  
 en briques pleines**  
**Mur isolé**

Echelle : -

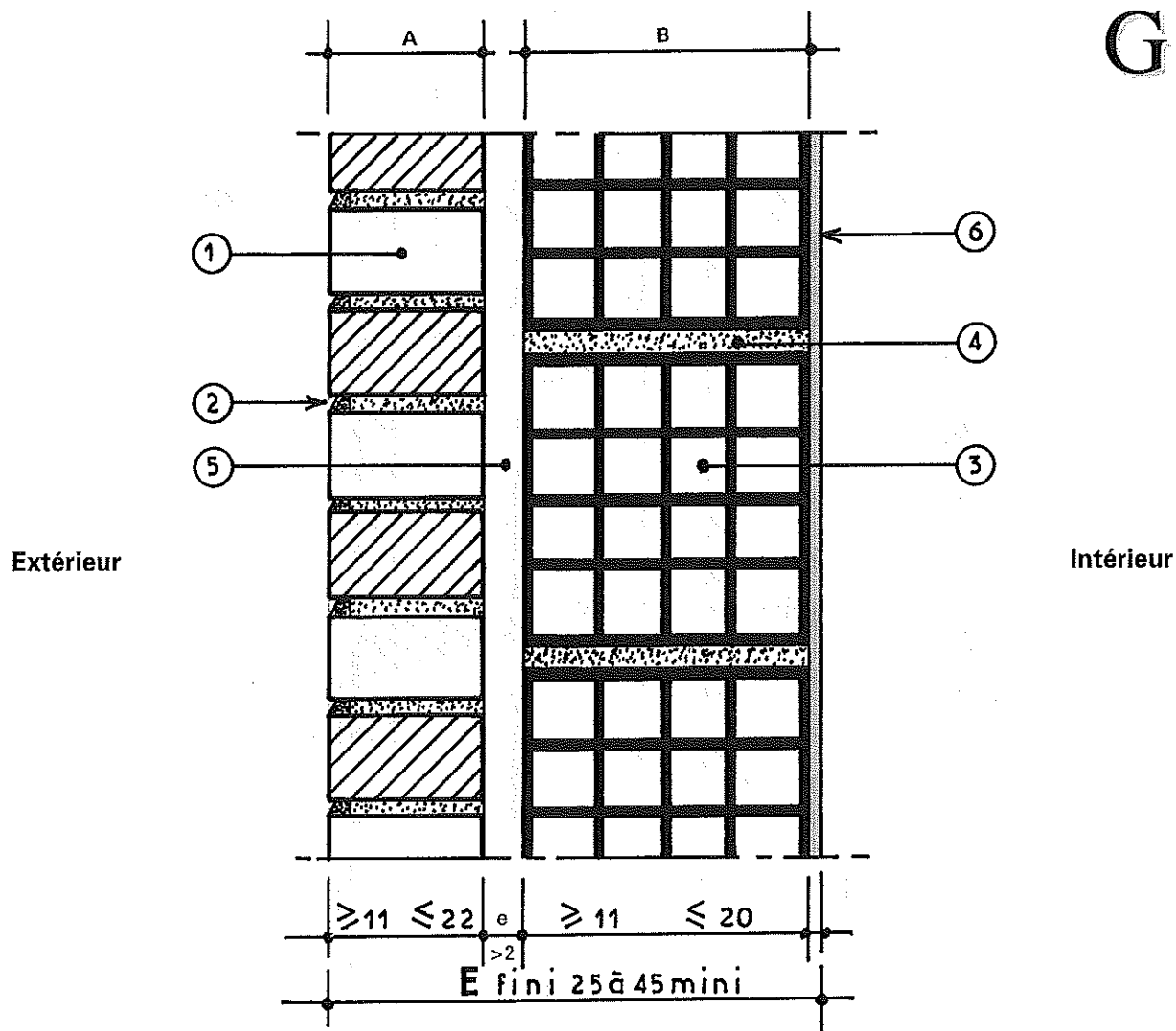
CABINET

LE

PLAN N°



G3



- ① Brique pleine paroi extérieure (parement)
- ② Joint de pose, rejointoyé mortier
- ③ Brique creuse paroi intérieure (porteuse)
- ④ Joint de pose
- ⑤ Lame d'air (coupure capillaire)
- ⑥ Enduit intérieur (plâtre)

A = Mur « parement »

B = Mur « porteur »

e = Epaisseur lame d'air

E = Epaisseur totale finie

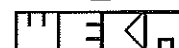
**Mur double constitué d'une paroi en briques pleines  
et d'une paroi en briques creuses**

Echelle : -

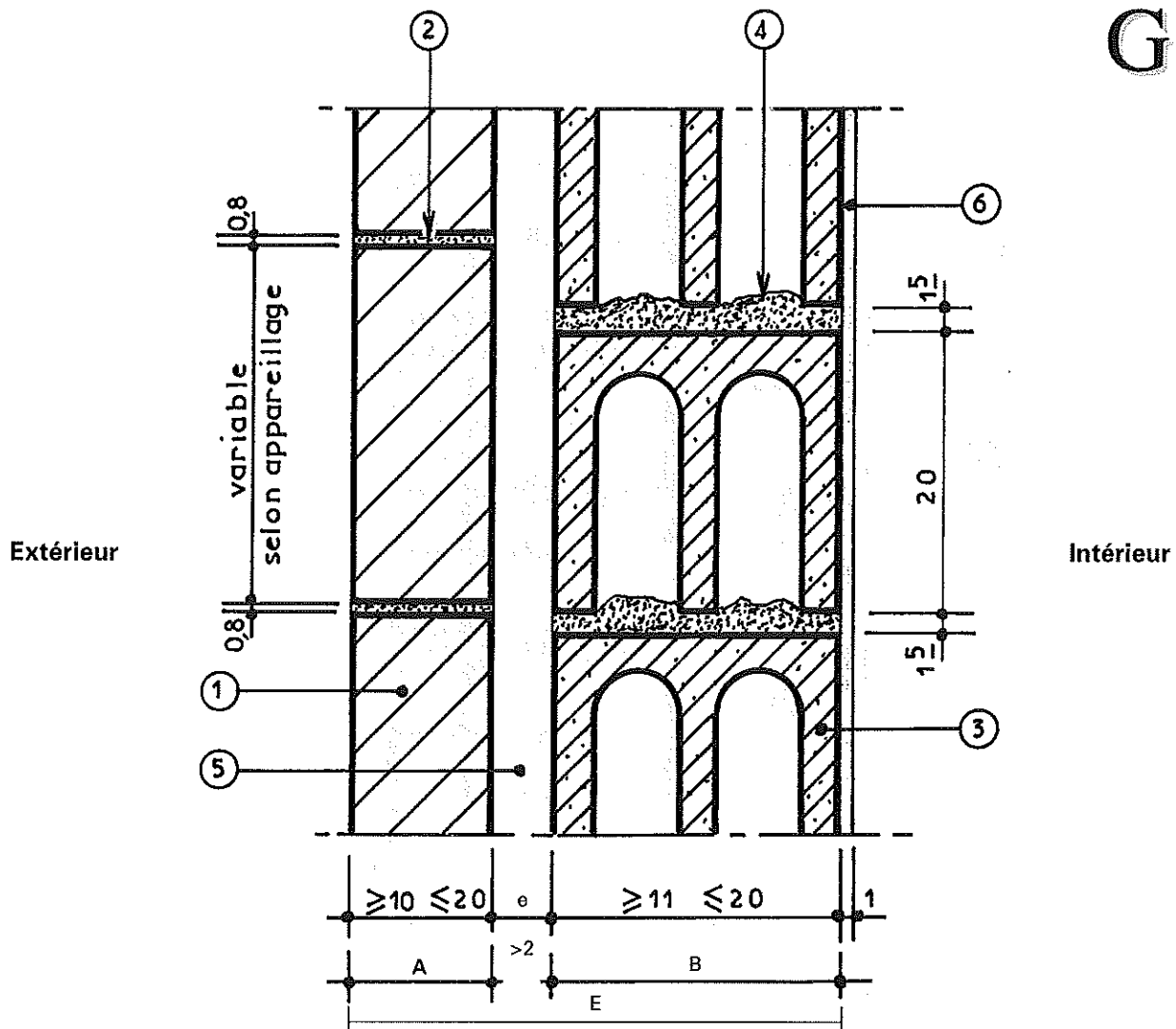
CABINET

LE

PLAN N°



G4



- ① Mur pierre prétaillée appareillée par assises horizontales (parement non porteur)
- ② Joint de pose avec rejointoiement
- ③ Blocs creux de béton de granulats courants (mur porteur)
- ④ Mortier de hourdage (joint)
- ⑤ lame d'air (coupure capillaire)
- ⑥ Enduit intérieur (plâtre)

A . B = Epaisseurs des parois extérieure et intérieure

e = Epaisseur lame d'air

E = Epaisseur totale finie du mur double

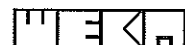
**Mur double constitué d'une paroi en pierre  
et d'une paroi en blocs béton**

Echelle : -

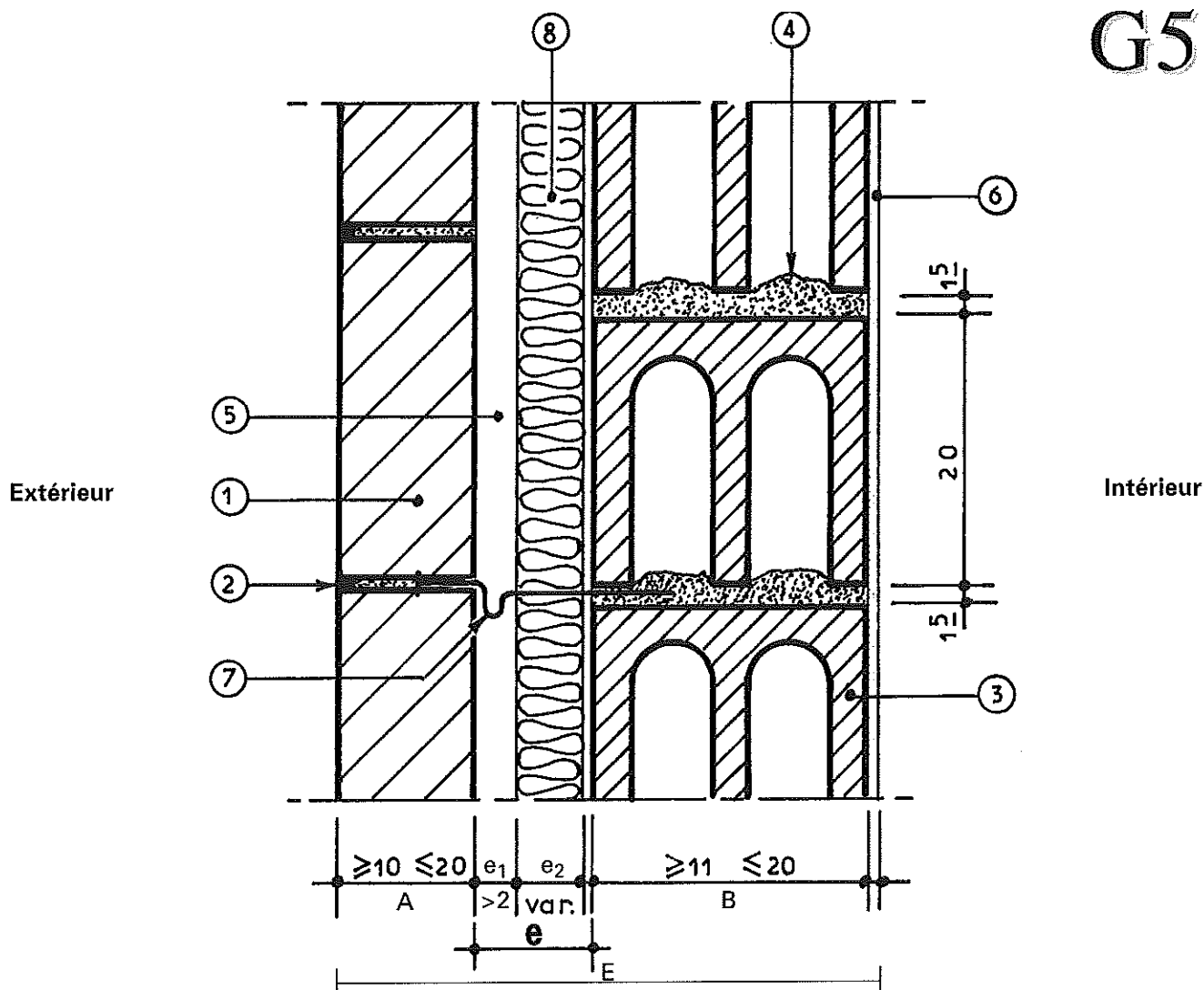
CABINET

LE

PLAN N°



G5



- ① Mur pierre prétaillée appareillée par assises horizontales (parement)
- ② Joint de pose avec rejointoiment
- ③ Blocs creux de béton de granulats courants (mur porteur)
- ④ Mortier de hourdage (joint)
- ⑤ Lamé d'air (coupure capillaire)
- ⑥ Enduit intérieur (plâtre)
- ⑦ Epingle spéciale de liaison entre paroi porteuse et mur parement
- ⑧ Isolant thermique (éventuel) en panneaux rigides, fixé mécaniquement sur ③

A . B = Epaisseurs parois extérieure et intérieure

e =  $e_1 + e_2$  : Lamé d'air + isolant

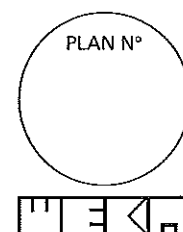
E = Epaisseur totale finie du mur double

**Mur double constitué d'une paroi en pierre  
et d'une paroi en blocs béton (variante)**

Echelle : -

CABINET

LE





Les murs doubles sont constitués de deux murs en maçonnerie ou en béton, séparés par un espace d'air. Cette configuration permet d'améliorer l'isolation thermique et acoustique de la structure. Les murs doubles sont souvent utilisés pour les façades extérieures des bâtiments, en particulier dans les zones à forte pollution sonore ou thermique.

Les murs doubles peuvent être réalisés en maçonnerie ou en béton. Les murs en maçonnerie sont généralement plus légers que les murs en béton, mais ils offrent une meilleure isolation thermique. Les murs en béton sont plus résistants et offrent une meilleure isolation acoustique.

Les murs doubles sont souvent réalisés en deux couches de maçonnerie ou de béton, séparées par un espace d'air. Cet espace d'air agit comme une barrière thermique et acoustique, réduisant les pertes de chaleur et le bruit. Les murs doubles sont également plus résistants aux incendies que les murs simples.

## 2/8

# Murs voiles en béton banché

---

## 2/8.1

# Dispositions générales

---

### 1. Principe, définition, types

Les murs voiles en béton banché sont réalisés *in situ* par le coulage d'un béton courant de structure entre deux coffrages verticaux ou banches. Ils réalisent une paroi de qualité homogène, continue (permettant néanmoins, par l'incorporation d'inserts, de prévoir des ouvertures).

Ils sont armés ou non selon les sollicitations qu'ils ont à subir. Les parois extérieures des voiles de façades comportent en outre une armature anti-retrait dite « armature de peau », placée près du parement mais suffisamment enrobée. On distingue, vis-à-vis du risque de pénétration de l'eau de pluie, quatre types de murs en béton banché. Ce type d'ouvrage relève du DTU 23.1 (février 1990).

### 2. Types de murs, dispositions minimales

#### a) Mur type I

---

#### Dessins

---

Voile simple  
Définition  
Epaisseur minimale  
Armature minimale

*b) Mur type II***Dessins***Premier cas*

Définition

Epaisseur minimale

Armature minimale

H2

*Deuxième cas (variante)*

Avec complexe isolant collé sur face interne de la paroi

H3

*Troisième cas (variante)*

Complexe plâtre-isolant cloué sur réseau de tasseaux bois

H4

*Quatrième cas (variante)*

Voile béton banché avec cloison de doublage traditionnelle

H5

*c) Mur voile, type III<sup>1)</sup>***Dessins**

Définition

Epaisseur minimale

Armature minimale

H6

*d) Mur voile béton banché type IV***Dessins***Premier cas*

Solution bardage essentage

H7

*Deuxième cas*

Solution : isolation par l'extérieur (procédure Atec : Avis technique)

H8

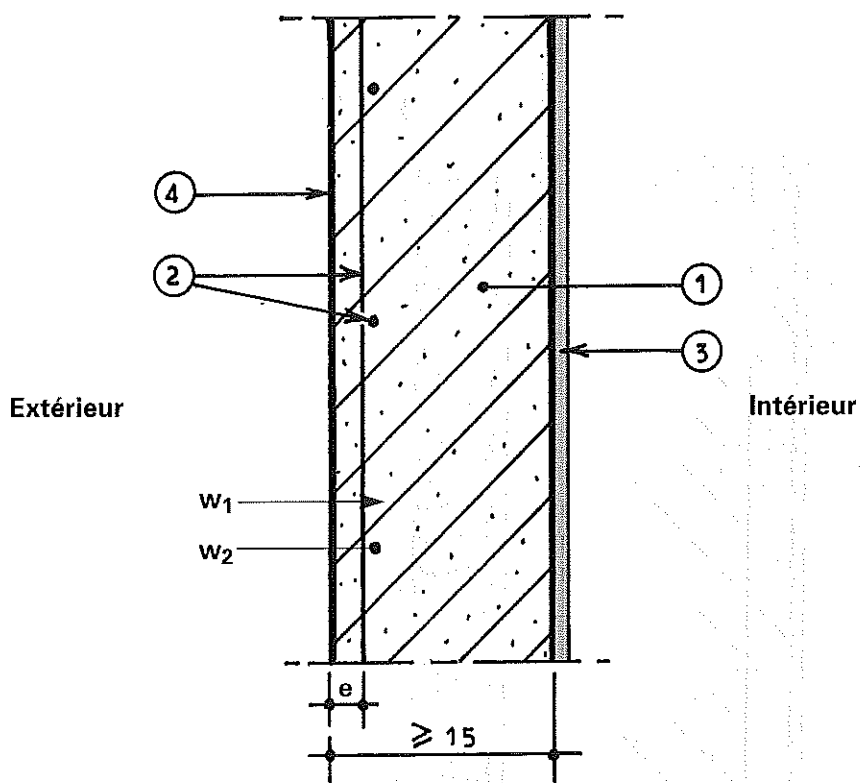
*Troisième cas*Solution : isolation par l'extérieur avec revêtement pierre dure attachée  
(solution traditionnelle DTU 55.2)

H9

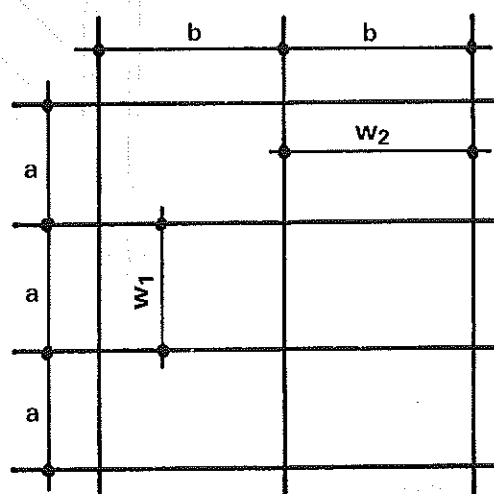
1) Système peu utilisé avec les voiles en béton banché du fait des sujétions de mise en place du dispositif d'évacuation.



H1

**Spécifications**

$a \leq 0,33 \text{ m}$   
 $b \leq 0,50 \text{ m}$   
 $w_1 \geq 1,2 \text{ cm}^2/\text{ml}$   
 $w_2 \geq 0,6 \text{ cm}^2/\text{ml}$



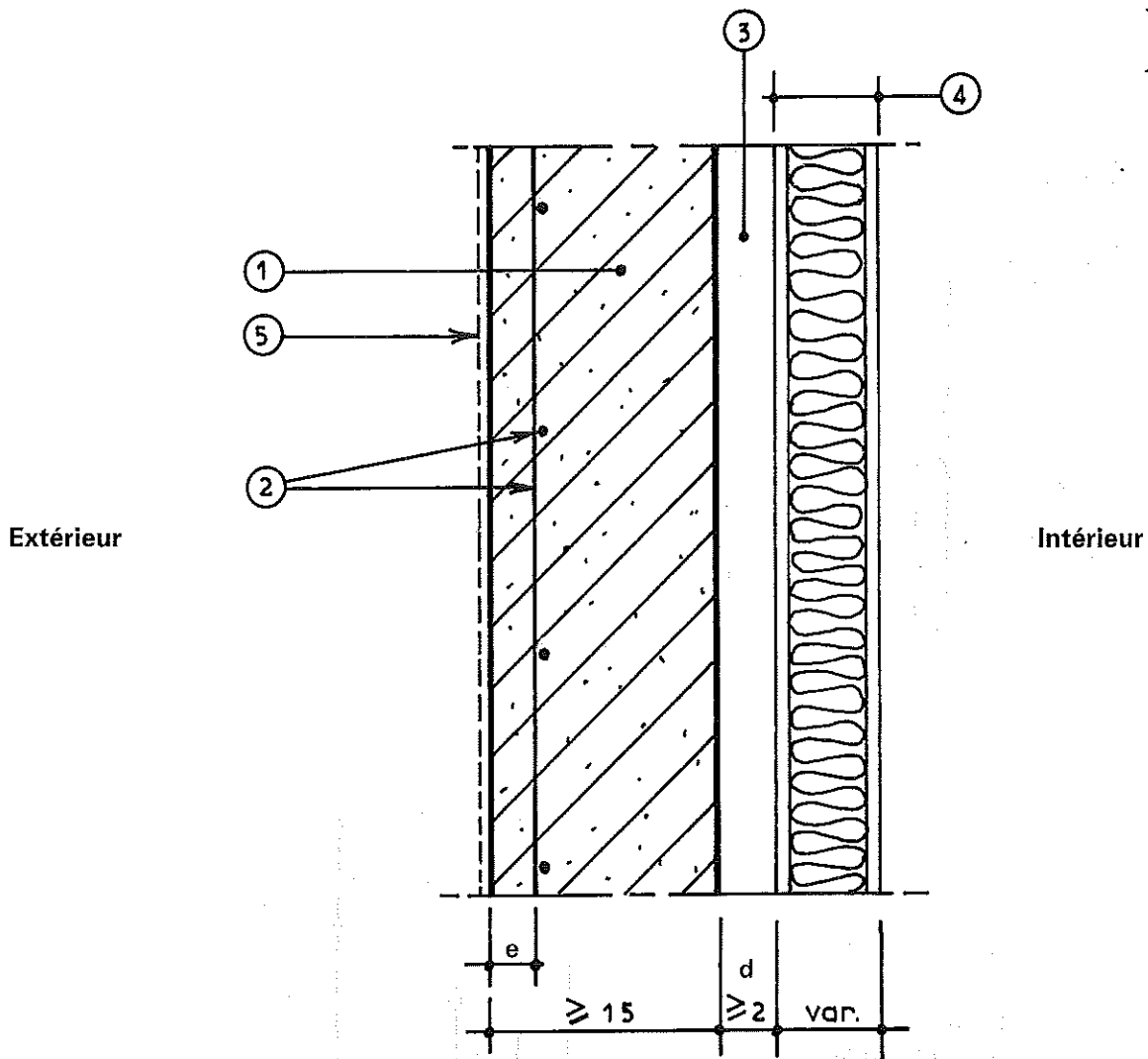
- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② Armature minimale côté face extérieure dite « armature de peau »
- ③ Parement intérieur avec enduit de finition ou enduit isolant
- ④ Parement extérieur apparent ou revêtu

$e$  = Epaisseur minimale d'enrobage  
 $\geq 3 \text{ cm}$  cas courant  
 $\geq 3 \text{ à } 5 \text{ cm}$  exposition sévère

<b>Mur type I</b>	
Echelle : 1/5	
CABINET	LE

PLAN N°  
-----------------

H2



- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② Armature minimale dite « armature de peau » sur face extérieure mêmes dispositions (a, b,  $w_1$ ,  $w_2$ ) que cas précédent
- ③ Lame d'air continue (coupure de capillarité)
- ④ Complexe isolant (dispositif autostable type sandwich plâtre cartonné), deux faces, épaisseur variable avec isolant
- ⑤ Parement extérieur (peinture, revêtement scellé, etc.)

Armatures : voir dessin H1

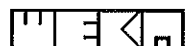
**d** = Epaisseur lame d'air**e** = Epaisseur minimale d'enrobage**Mur voile de type II, 1<sup>er</sup> cas**

Echelle : 1/5

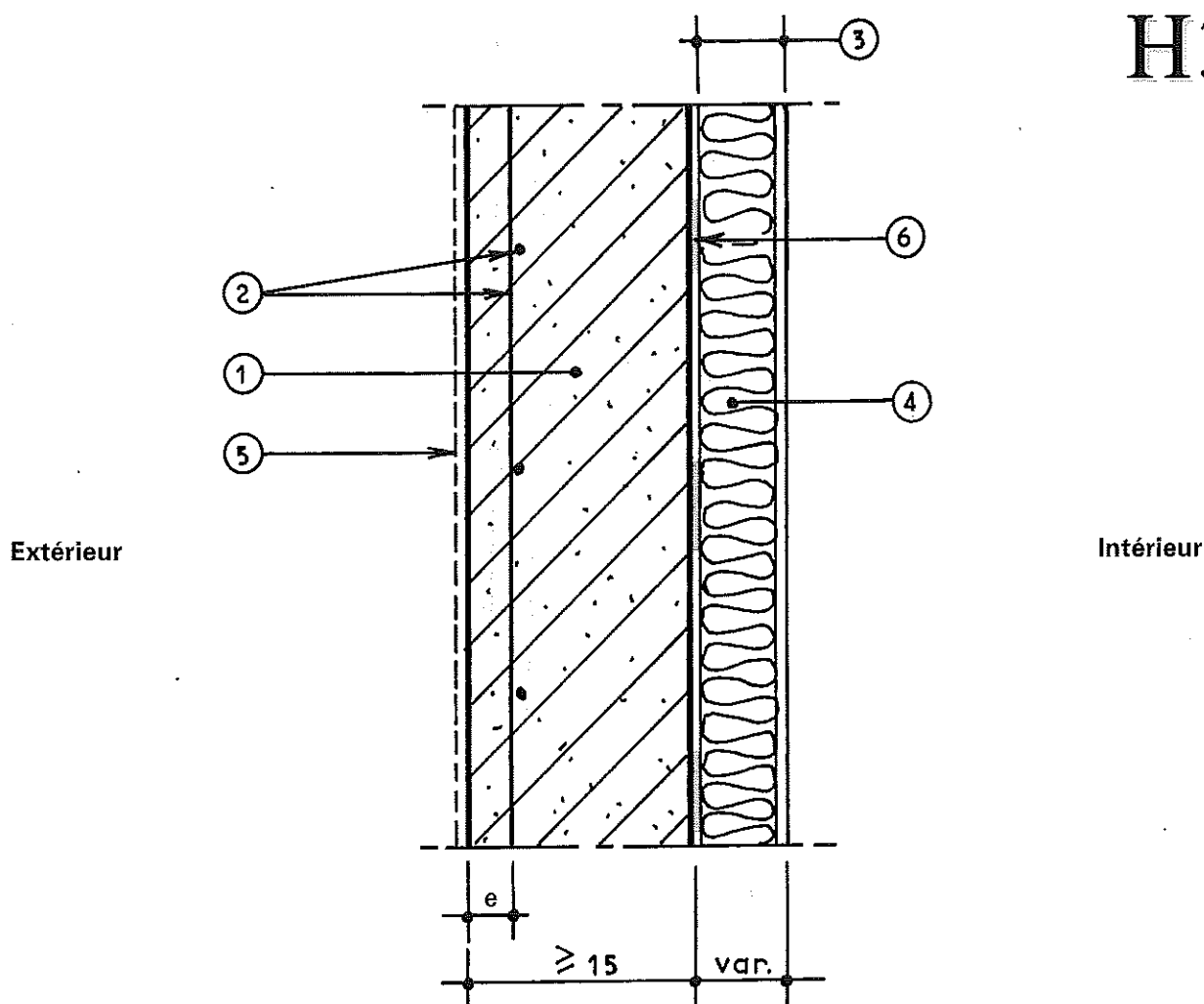
CABINET

LE

PLAN N°



H3



- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② Armature minimale « de peau » (surface extérieure). Cf. mur type I
- ③ Complexe isolant isolant + plâtre cartonné une face
- ④ Isolant non hydrophile
- ⑤ Parement extérieur (peinture-revêtement scellé, etc.)
- ⑥ Plots de colle

Armatures : voir dessin H1

**Mur voile de type II (variante), 2<sup>e</sup> cas**

Echelle : 1/5

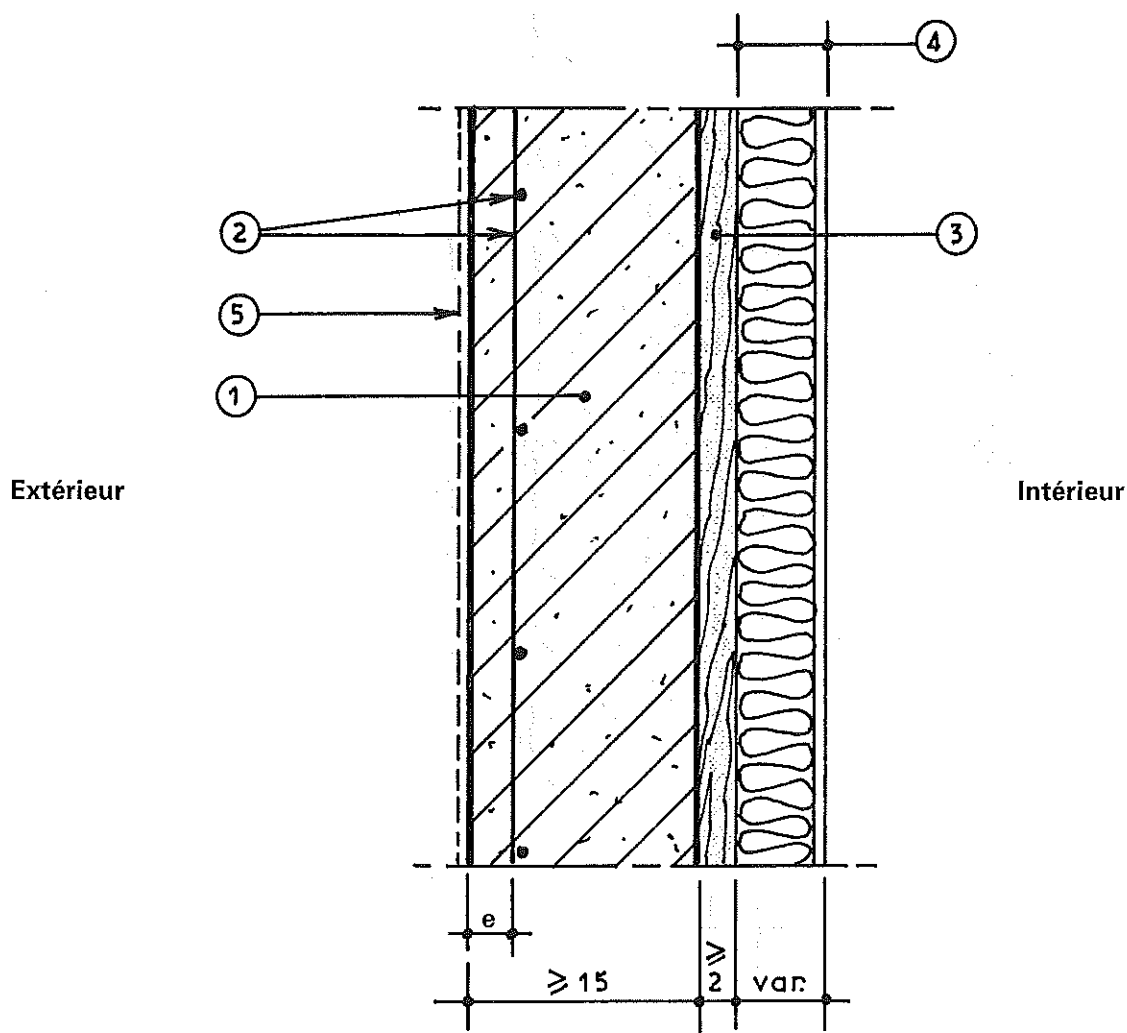
CABINET

LE

PLAN N°



H4



- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② « Armature de peau » (surface extérieure) (Cf. mur type I)
- ③ Tasseaux verticaux en bois fixés mécaniquement sur voile (par pistoletage)
- ④ Complexe isolant-plâtre cartonné une face fixé sur tasseaux
- ⑥ Parement extérieur (peinture, revêtement scellé)

Armatures : voir dessin H1

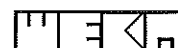
**Mur voile type II (variante), 3° cas**

Echelle : 1/5

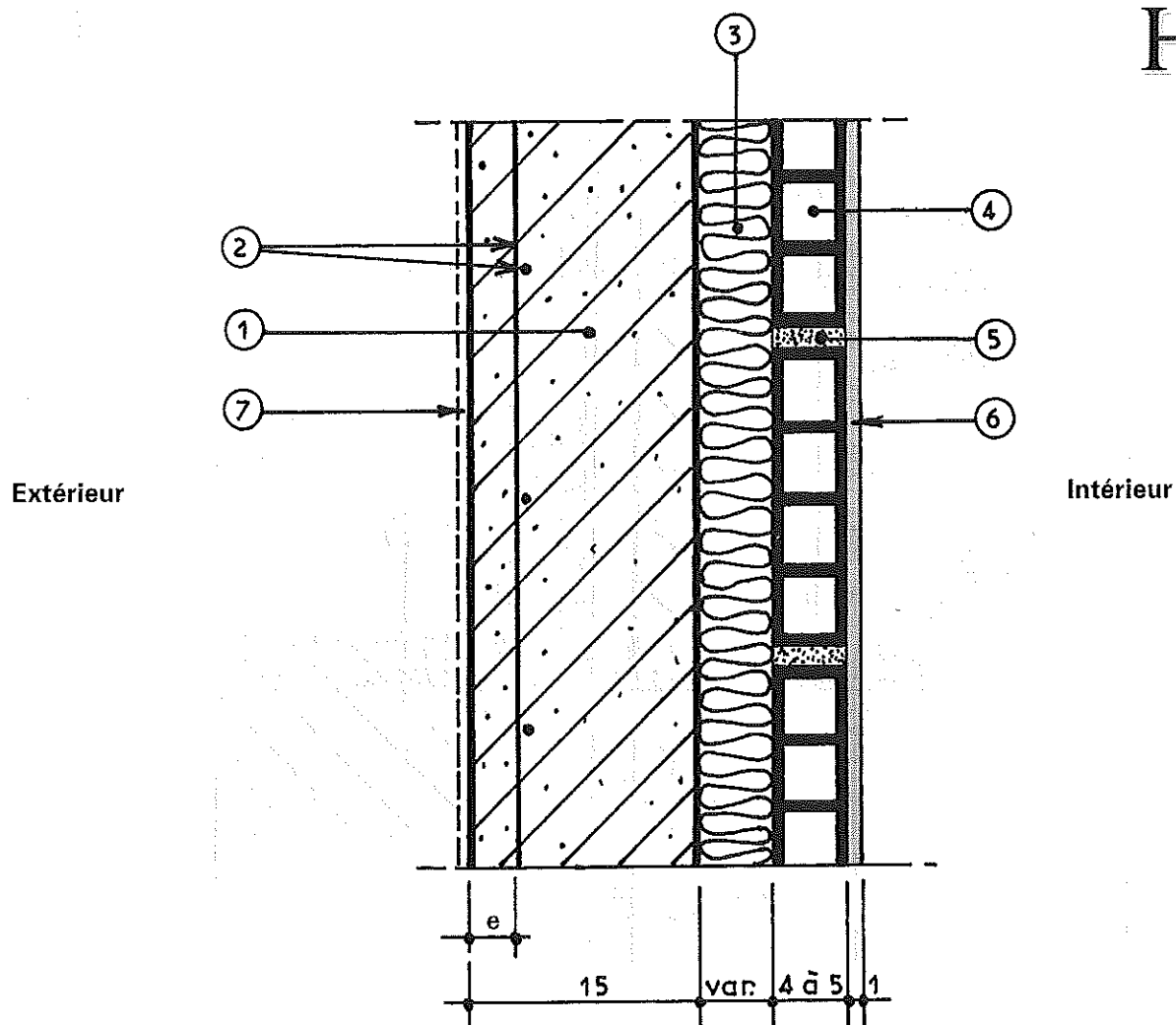
CABINET

LE

PLAN N°



H5



- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② Armature minimale « de peau » surface extérieure (Cf. mur type I)
- ③ Isolant non hydrophile en panneaux rigides ou semi-rigides
- ④ Contre-cloison en briques plâtrières
- ⑤ Hourdage (plâtre ou mortier de ciment)
- ⑥ Parement intérieur (plâtre)
- ⑦ Parement extérieur

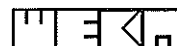
**Mur voile type II (variante), 4<sup>e</sup> cas**

Echelle : 1/5

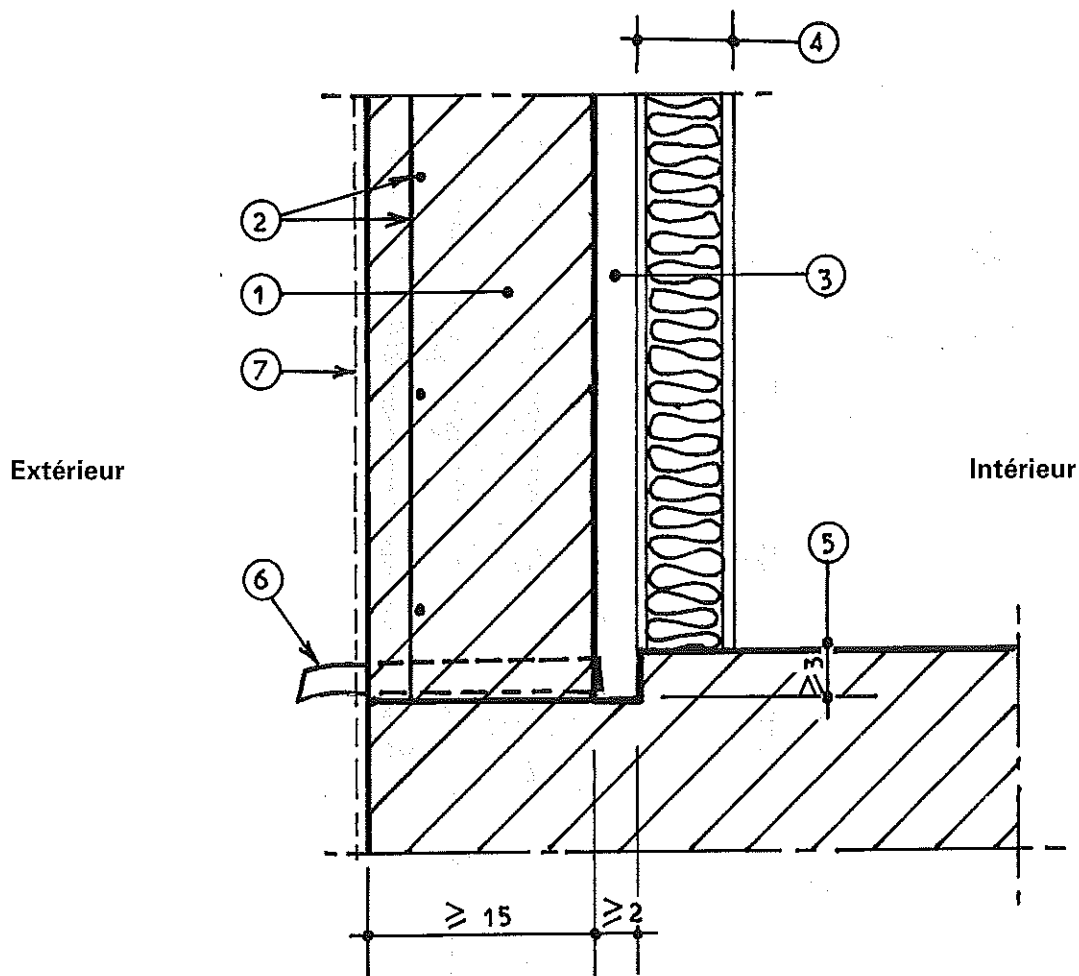
CABINET

LE

PLAN N°



H6



- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② Armature minimale « de peau » surface extérieure (Cf. mur type I)
- ③ Lame d'air (coupure capillaire)
- ④ Complexe isolant-plâtre cartonné deux faces (système autostable)
- ⑤ Dénivellation plancher pour recueil eaux d'infiltration éventuelles
- ⑥ Dispositif d'évacuation vers l'extérieur des eaux collectées
- ⑦ Parement extérieur (peinture, revêtement scellé)

Armatures : voir dessin H1

**Mur voile de type III. Principe. Solution type**

Echelle : 1/5

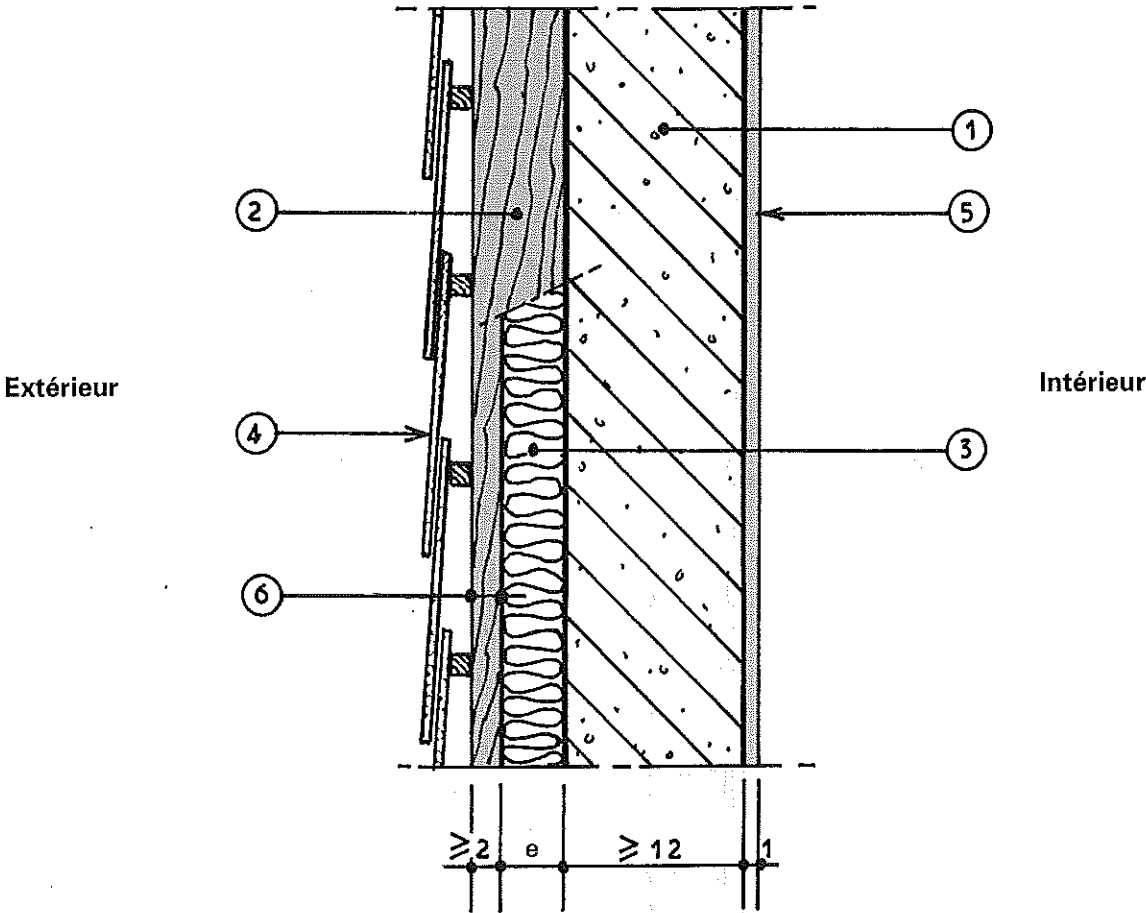
CABINET

LE

PLAN N°



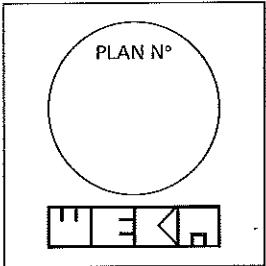
H7



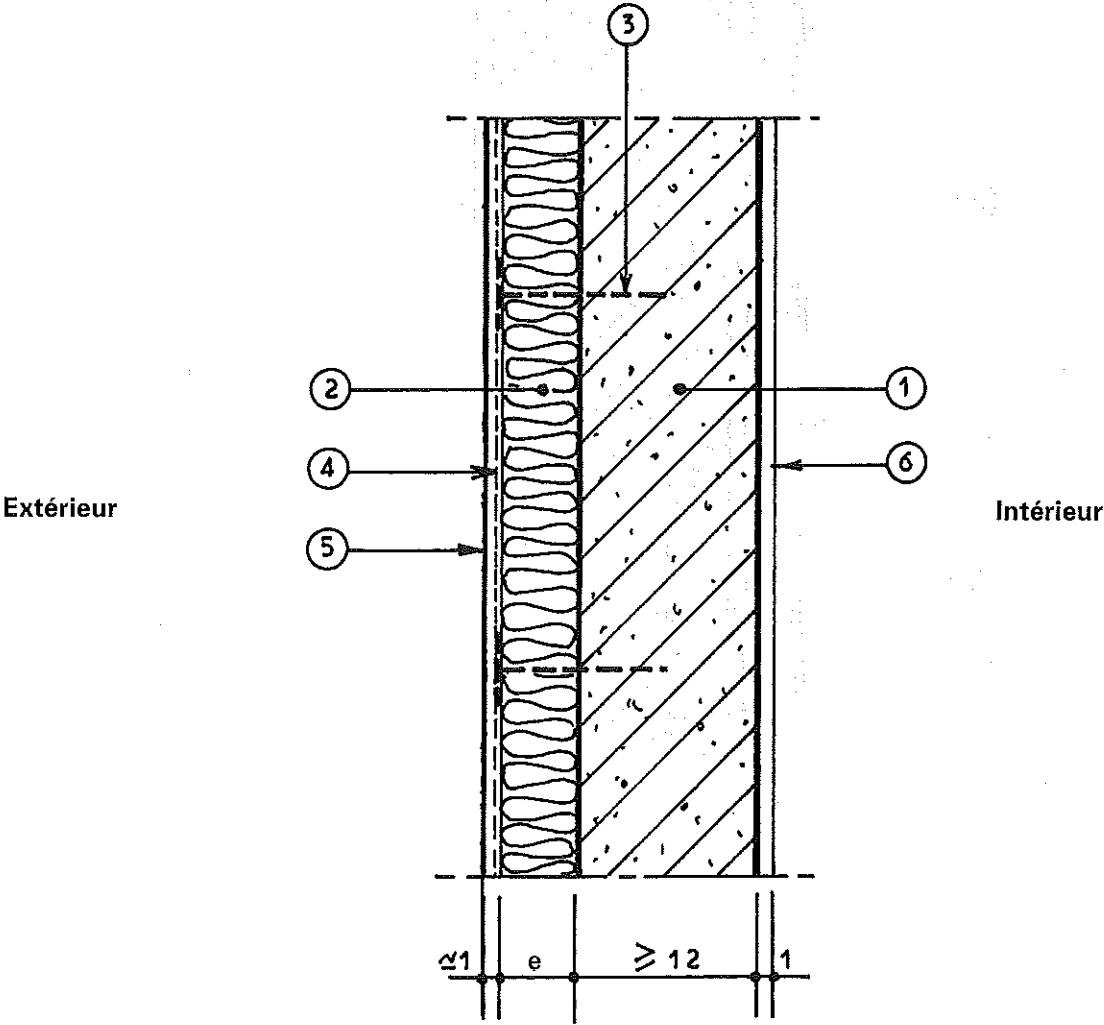
- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② Ossature (bois ou métal) destinée à supporter l'élément bardage
- ③ Isolant thermique en panneaux rigides fixés mécaniquement
- ④ Bardage technique, couverture (ou autre dispositif équivalent)
- ⑤ Parement intérieur (enduit plâtre)
- ⑥ Lame d'air de ventilation

e = Epaisseur isolant

<b>Mur de type IV. Principe. Solution bardage essentage</b>	
Echelle : 1/5	
CABINET	LE

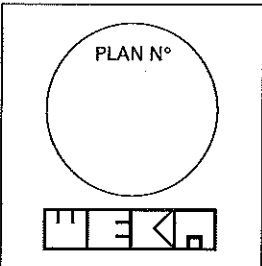


H8



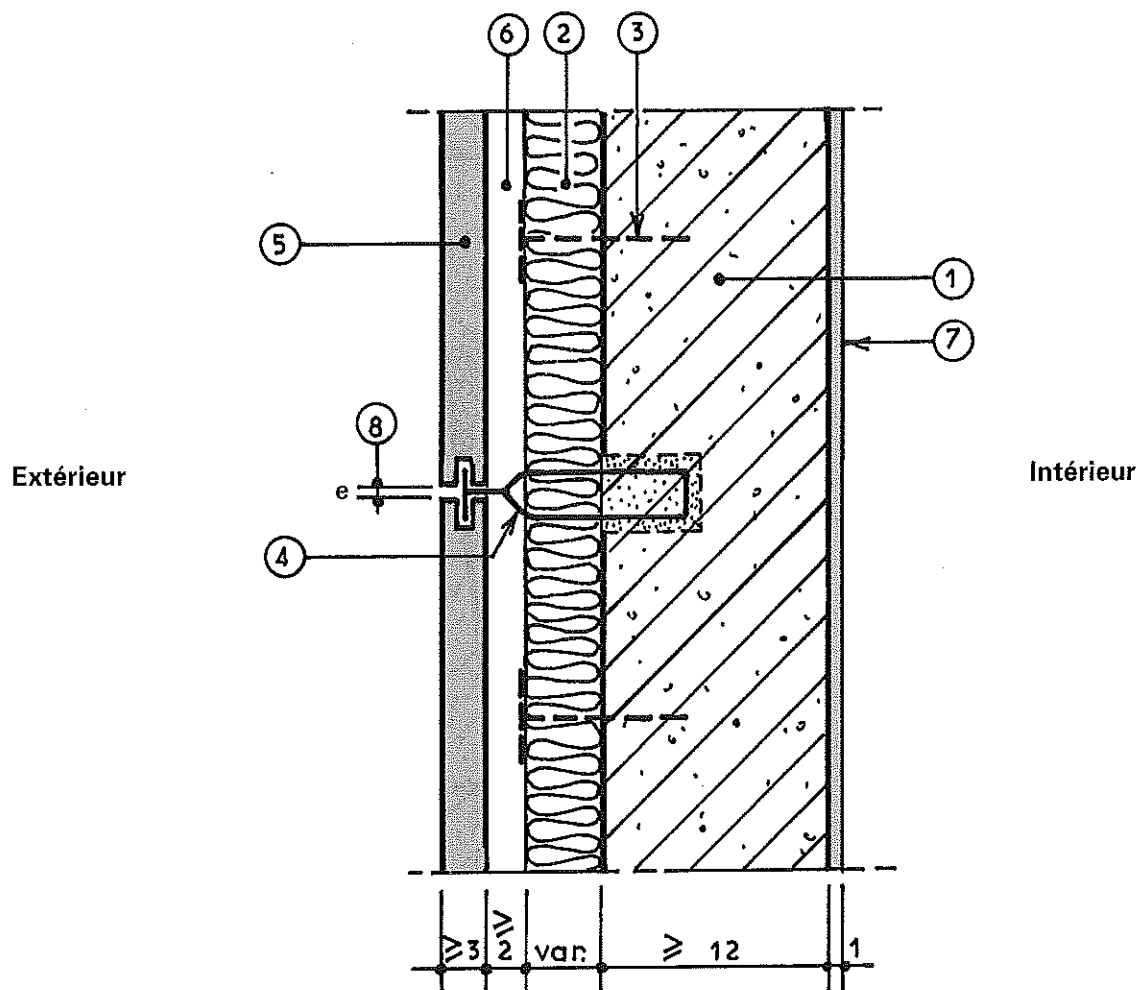
- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② Isolant thermique en panneaux rigides
- ③ Fixations mécaniques
- ④ Armature, résille synthétique
- ⑤ Enduit de parement extérieur compatible
- ⑥ Parement intérieur (enduit plâtre)

Mur type IV (variante). Isolation par l'extérieur	
Echelle : 1/5	
CABINET	LE





H9



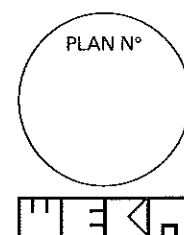
- ① Voile porteur (ou non) en béton banché
- ② Isolant thermique en panneaux rigides
- ③ Fixations mécaniques
- ④ Attache porteuse du revêtement pierre dure.  
Scellée dans voile
- ⑤ Pierre dure de parement
- ⑥ Lame d'air ventilée (coupure capillaire)
- ⑦ Parement intérieur (enduit plâtre)
- ⑧ Joint courant  
 $e \geq 4$  mm joint libre (ouvert)  
 $\geq 5$  mm joint avec mastic

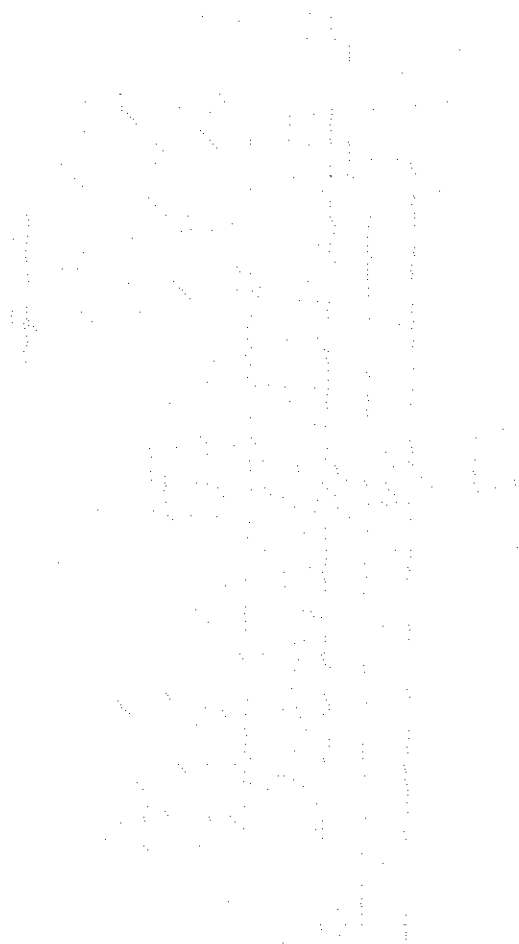
**Mur type IV (variante). Isolation par l'extérieur  
Protection par revêtement pierre dure attaché**

Echelle : 1/5

CABINET

LE





Les murs voiles en béton banché sont conçus pour résister aux efforts de compression, de traction et de cisaillement. Ils sont généralement réalisés en béton armé, avec des armatures en acier pour renforcer la structure. Les dispositions générales de ces murs doivent tenir compte de leur hauteur, de leur épaisseur et des charges qu'ils supportent. Les normes en vigueur, telles que l'Eurocode 2, fournissent des règles de calcul et de dimensionnement pour garantir la sécurité et la durabilité de ces structures.

Les murs voiles en béton banché sont conçus pour résister aux efforts de compression, de traction et de cisaillement. Ils sont généralement réalisés en béton armé, avec des armatures en acier pour renforcer la structure. Les dispositions générales de ces murs doivent tenir compte de leur hauteur, de leur épaisseur et des charges qu'ils supportent.

## 2/8.2

# Dispositions particulières

### 1. Murs de type I

L'ensemble de la structure porteuse est en béton armé :

- pour le voile vertical en béton banché (armature minimale dite armature de « peau ») ;
- pour le plancher, à chaque niveau.

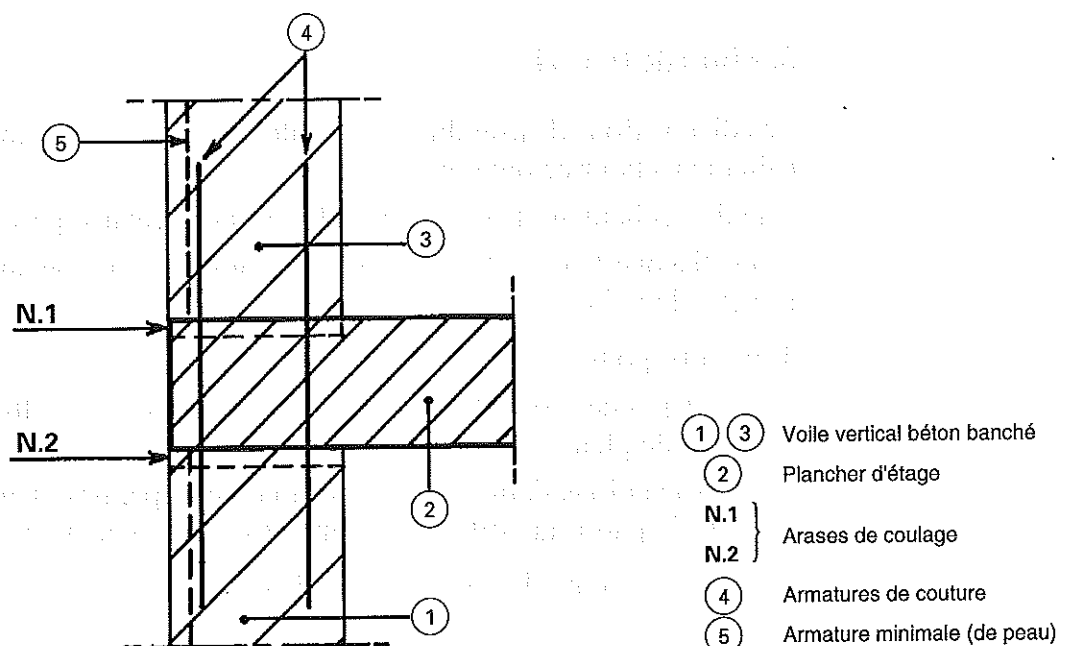
Ces deux types d'ouvrages sont réalisés à des périodes différentes et sont séparés par des plans de reprise de coulage.

En fait, à chaque plancher existent deux plans de reprise :

- l'une sous le plancher ;
- l'autre sur le plancher.

Ces deux plans constituent des fissures potentielles, donc des risques de pénétration accidentelle d'eau de pluie.

La précaution courante consiste à couturer ces plans par des armatures.



Du fait du coulage du béton dans des coffrages à parement lisse ou soigné, la paroi extérieure peut rester apparente ou être complétée par un enduit ou revêtement adhérent :

- soit non imperméable par lui-même ;
- soit dont l'imperméabilité risque d'être affectée par une fissuration accidentelle de la paroi en béton banché.

Exemples :

- Revêtements muraux scellés ;
- peintures ordinaires ou à charges grossières ;
- enduits traditionnels ;
- enduits de parement plastique.

## **2. Murs de type II (coupure capillaire continue)**

Les dispositions générales sont les mêmes que dans le cas précédent (armatures de couture).

Les dispositions particulières concernant le parement extérieur sont les mêmes que pour le mur de type I.

Le risque de pénétration étant accru par rapport au cas précédent du fait des conditions d'exposition, ce sont la cloison de doublage et la lame d'air-coupure capillaire qui limitent le risque de cheminement vers l'intérieur :

- choix d'un isolant non hydrophile ;
- dispositions concernant la cloison de doublage.

Ces dispositions sont analogues à celles des murs en maçonnerie en petits éléments (Cf. chapitre 2/1.4).

## **3. Murs de type III**

Les dispositions d'ensemble sont analogues à celles des murs en maçonnerie d'éléments pour ce qui concerne :

- le décrochement de niveau ( $\geq 0,03$  m) au niveau supérieur du plancher ;
- les dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux ayant accidentellement traversé le voile banché.

Toutefois, pour ce cas :

- il n'y a pas de profil PVC pour la collecte des eaux infiltrées ; c'est le décrochement de plancher qui réalise le canal de collecte ;
- les évacuations s'effectuent (théoriquement) par des exutoires en PVC scellés dans la paroi du voile au niveau bas du décrochement.

En réalité, ce type de mur est peu utilisé.

#### 4. Murs de type IV

Le principe de ce mur est le même que pour les murs en maçonneries de petits éléments. L'étanchéité de la paroi à la pluie est obtenue par des revêtements dérivés :

- des techniques d'étanchéité, pour les cas de traitement curatif ;
- des techniques de couverture en travaux neufs (bardage par petits éléments, essentages).

Certaines solutions relèvent de la procédure des Atec (Avis techniques).

Exemples :

Isolation thermique par l'extérieur (Cf. chapitre 2/8.1, dessin H8) : dans les techniques traditionnelles, les revêtements en pierre dure attachée et isolation par l'extérieur constituent des solutions intéressantes (Cf. chapitre 2/8.1, dessin H9).



## 2/8.3

# Critères de choix

---

### 1. Généralités

Les structures en voiles de béton banché (armé) sont généralement réservées à des constructions faisant intervenir des exigences de résistance et de stabilité :

- sous-sols multiples enterrés = reprise poussée des terres ;
- immeubles de grande hauteur : structure complète en béton armé par voiles, structures mixtes ;
- structures nécessitant des éléments de contreventement (exemple : constructions antisismiques), etc.

### 2. Autres critères

a) *Les voiles étant réalisés entre banches, ils présentent généralement des parements soignés* pouvant permettre de supprimer l'application d'enduits ou de revêtements épais.

b) *L'aspect monolithe des parois*, tant extérieures qu'intérieures, constitue un élément favorable de la tenue générale de l'ouvrage sous les différentes sollicitations climatiques normales, ou d'exploitation (charges de service), ou encore exceptionnelles (séismes).

Les liaisons entre voiles façades et refends intérieurs contribuent au contreventement d'ensemble.

c) *Le coût relatif* entre une solution par maçonnerie porteuse en petits éléments et une solution par voiles en béton banché est à examiner lorsque les conditions de la première solution sont limitées au point de vue de la résistance et de la stabilité et en faisant intervenir les autres critères.

### 3. Choix du type de mur à paroi en béton banché en fonction de l'exposition à la pluie

a) *Les éléments à prendre en compte* sont les mêmes que ceux des murs en maçonneries d'éléments, c'est-à-dire :

- la situation de la construction (quatre types de situations depuis l'intérieur d'un grand centre urbain jusqu'à la situation en bordure de littoral maritime) ;

- la hauteur de la paroi exposée au-dessus du sol : de moins de 6 m au-dessus du sol à 50 m et au-dessus de 50 m ;
- la présence ou l'absence d'une protection contre le vent (effet de masque) :
  - façades abritées ;
  - façades non abritées.

b) En fonction de ces éléments, les solutions minimales sont données dans le tableau suivant<sup>1)</sup> :

Hauteur de la paroi au-dessus du sol (en m)	Situation			
	a, b ou c		d	
	Façade		Façade	
	abritée	non abritée	abritée <sup>1)</sup>	non abritée
< 6	I	I	I	II
De 6 à 18	I	II	I	II
De 18 à 28	I <sup>2)</sup>	II	I	II ou III <sup>3)</sup>
De 28 à 50		II		III
> 50		II à IV <sup>4)</sup>		IV

2) Dans ces conditions d'exposition, les façades comportant des balcons et loggias ne peuvent, en règle générale, être considérées comme abritées.

3) III en front de mer seulement.

4) Il n'a pas été tenu compte dans l'analyse qui précède de la nature du revêtement des murs type II et III qui peut cependant contribuer à la résistance à la pénétration de l'eau de pluie, et il reste bien entendu possible au concepteur d'utiliser ce paramètre pour préciser son choix.

#### Remarques :

- Il semble qu'au-delà de 50 m, il n'y ait pas de limite supérieure pouvant nécessiter une étude particulière.
- Une bonne connaissance du climat local et de l'environnement est nécessaire pour bien apprécier les divers facteurs d'exposition, notamment l'exposition locale et la pérennité des masques.
- Différents types de murs peuvent être pris sur la hauteur d'un même mur (pignon ou façade). Dans certains cas, seuls les niveaux supérieurs nécessitent une protection du type mur IV (bardage, par exemple).

1) Extrait DTU 23.1.



# 3/0

## Sommaire

---

### 3/1 Informations générales

- 3/1.1 Présentation
- 3/1.2 Domaine d'utilisation
- 3/1.3 Codification technique
- 3/1.4 Principes de construction
- 3/1.5 Exigences
- 3/1.6 Types de parois

### 3/2 Maisons à ossatures légères

- 3/2.1 Généralités – Classement
- 3/2.2 Maisons à ossature bois
- 3/2.3 Maisons à ossature métallique
- 3/2.4 Ossatures complexes
- 3/2.5 Voiles porteurs

### 3/3 Façades légères

- 3/3.1 Généralités
- 3/3.2 Principes généraux de conception
- 3/3.3 Conception de la façade légère –  
Position par rapport à la structure

### 3/4 Bardages métalliques

- ...
- 3/4.2 Principes généraux – Classification – Codification
- 3/4.3 Bardages « simple peau »
- 3/4.4 Bardages « double peau »
- 3/4.5 Panneaux sandwichs
- ...
- 3/4.7 Bardages rapportés

### 3/5 Baradages en amiante-ciment

- ...
- 3/5.3 Bardages « simple peau »



# 3/1

## Informations générales

---

### 3/1.1

## Présentation

---

Par opposition aux structures massives de type traditionnel définies dans la partie 2, on désigne par structures ou constructions légères, les bâtiments (généralement des maisons individuelles) dans lesquels les murs et les cloisons sont réalisés principalement avec des matériaux autres que les matériaux de maçonnerie tels que petits éléments (briques, blocs creux ou agglomérés de béton, béton, etc.).

Lorsqu'ils sont utilisés, ils n'interviennent qu'en complément à d'autres matériaux, par exemple en doublage ou remplissage d'ossatures.

Dans ces conditions la masse surfacique des parois est généralement inférieure à 150 kg/m<sup>2</sup>.

Par contre, dans ce type de constructions, quelques ouvrages en nombre limité peuvent être traités en ouvrages « lourds ». C'est le cas des sols (dallages-revêtements), des planchers ou des murs de refends (exigences acoustiques ou réglementation incendie). La fonction porteuse est souvent dissociée de celle de l'étanchéité à l'eau qui est assurée par un revêtement indépendant à l'arrière duquel une lame d'air ventilée est souvent nécessaire.

Une des caractéristiques des structures légères est leur possibilité de préfabrication intéressante dans le cas de modèles ou séries, assemblés sur place par modules.

1.1.1

1.1.2

1.1.3

1.1.4

1.1.5

1.1.6

1.1.7

1.1.8

## 3/1.2

# Domaine d'utilisation

---

Les structures légères, et plus particulièrement les structures verticales, ont des domaines d'utilisation spécifiques que l'on peut regrouper en trois grandes catégories.

### 1. Maisons légères

Elles sont généralement à ossature bois ou métal (voir chapitre 3/2) ou mixte.

### 2. Façades légères

Elles sont associées à des structures de type ossature béton armé ou métallique (voir chapitre 3/3).

### 3. Bardages (type industriel)

Ils sont utilisés principalement en « peau » extérieure des bâtiments industriels ou en parois à fonctions complexes (exemple : entrepôts frigorifiques).

Ces ouvrages, caractérisés par leurs dimensions importantes et leurs fonctions (parois), sont à distinguer des ouvrages de revêtements de type plus récent tels que les vêtues ou bardures, les vêtages ou bardages rapportés. Ils sont utilisés pour les bâtiments en construction neuve ou en réhabilitation. Ils ont généralement une fonction décorative (parement) et réalisent (ou non) l'exigence d'isolation.

Les bardages rapportés et systèmes dérivés sont étudiés en partie 12.



## 3/1.3

# Codification technique

---

### 1. Domaines d'emploi

- Selon les domaines d'emploi, les structures légères correspondent :
- au domaine traditionnel (DTU – Règles professionnelles) ;
  - au domaine des techniques non courantes (Avis techniques).

### 2. Maisons légères

#### *a) Maisons et bâtiments à ossature bois*

- DTU 31.2 (novembre 1989) (NF P 21-204) :
  - cahier des clauses techniques ;
  - annexes non contractuelles ;
  - cahier des clauses spéciales.

#### *b) Maisons et bâtiments à ossature métallique ou mixte*

- DTU 32.1 (juin 1964) Charpente en acier :
  - cahier des charges ;
  - cahier des clauses spéciales.
- DTU 32.2 (avril 1967) Charpente en alliage d'aluminium :
  - cahier des charges (additifs n° 1/n° 2) ;
  - cahier des clauses spéciales.
- Procédure d'Avis technique (Atec).

### 3. Façades légères

- Pas de DTU spécifique.
- DTU rattachés :
  - DTU 36.1 (décembre 1984) Menuiserie en bois ;
  - DTU 37.1 (mars 1984) Menuiseries métalliques ;
- Règles professionnelles ».

---

1) Voir 6 p. suivante.

#### 4. Bardages

- Pas de DTU spécifique.
- Procédure d'Avis technique.
- Règles professionnelles <sup>1)</sup>.

#### 5. Autres textes applicables

##### a) Règles de calcul

- Règles AL (juillet 1976) : règles de calcul et de conception des charpentes en alliage d'aluminium.
- Règles CB 71 (modif. 75) : règles de calcul des charpentes en bois.
- Règles CM 66 : règles de calcul des constructions en acier.

##### b) Règles « climatiques »

- Règles N 84 (juillet-août 1987) : actions de la neige sur les constructions.
- Règles NV 65 – Modificatifs et annexes : règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes.

##### c) Sécurité des constructions – séismes

- Justification par le calcul de la sécurité des constructions : règles de calcul des constructions en éléments à parois minces en acier (avril 1978).
- Règles PS Mi 89 (mai 1990) : construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés. Dispositions constructives.

#### 6. Règles professionnelles <sup>1)</sup>

##### a) Façades légères

- Fabrication et mise en œuvre des façades rideaux et des façades panneaux métalliques (première édition, février 1974).
- Fabrication et mise en œuvre des façades rideaux et façades panneaux métalliques (deuxième édition, septembre 1979).

##### b) Bardages métalliques

- Bardages simples et bardages isolants double peau : Tome 1, édition novembre 1978.
- Bardages métalliques (fabrication et mise en œuvre) : 2<sup>e</sup> édition, janvier 1981.

1) Origine : – CITAG : Centre d'information de la tôle d'acier galvanisée ;  
– SNFA : Syndicat national de la construction des fenêtres, façades et activités associées ;  
– SNPPA : Syndicat national des produits plats en acier.



## 3/1.4

# Principes de construction

---

### 1. Principes généraux

Les principes généraux de construction des structures légères dépendent des types de construction envisagés.

### 2. Structures

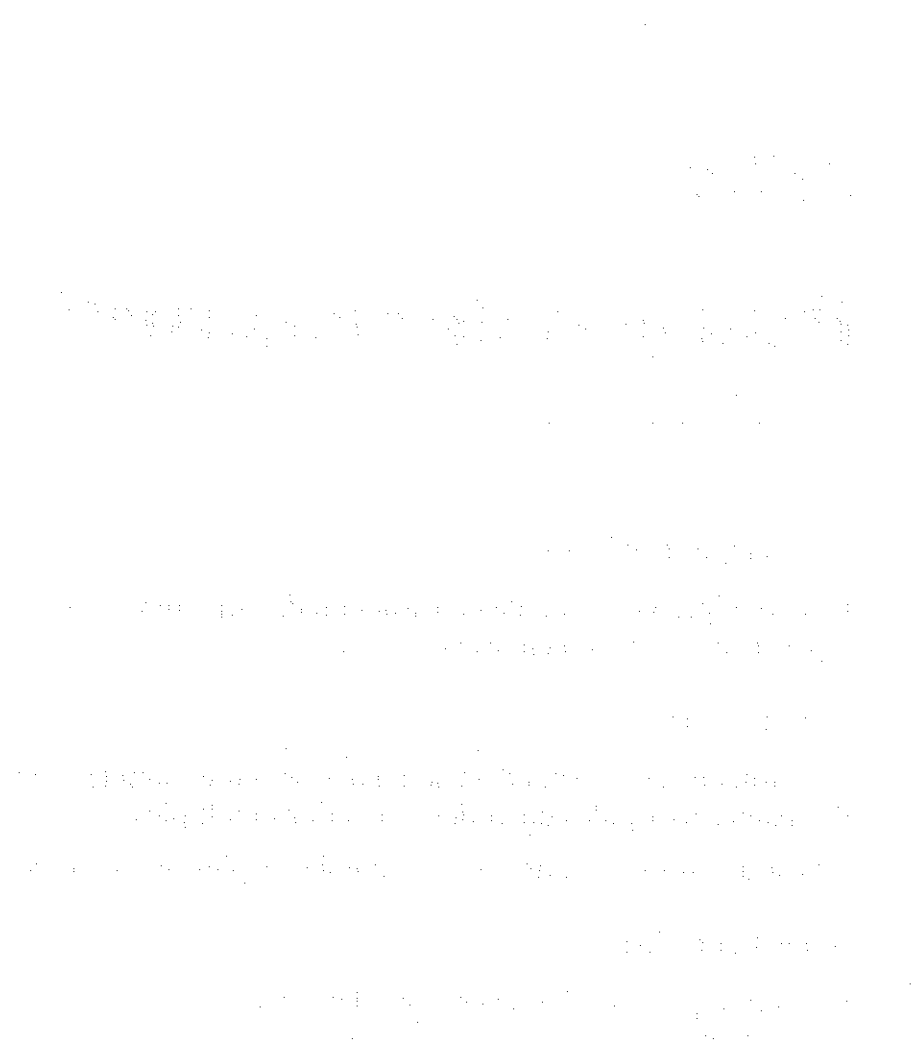
Les structures correspondent soit à des ossatures simples ou multiples, soit à des panneaux rigides ou voiles à fonctions multiples.

Ces structures comportent des assemblages plus ou moins complexes.

### 3. Particularités

Certains types (façades légères, bardages) peuvent ne comporter que des panneaux assemblés sur ou dans une ossature.

Les principes détaillés seront donnés pour chaque type de structure.



## 3/1.5

# Exigences

---

### 1. Généralités

Les constructions légères – et principalement les structures verticales légères – doivent assurer, comme les structures massives, les fonctions ou exigences courantes suivantes :

- stabilité mécanique sous les sollicitations normales provenant des charges appliquées ou des déformations imposées par les phénomènes thermiques, climatiques ou de retrait ;
- tenue au vent (effets de pression et de dépression) ;
- sécurité en cas d'incendie et de séismes ou autres sollicitations exceptionnelles ;
- étanchéité à la pluie pour les éléments extérieurs ;
- contribution à la satisfaction des exigences hygrothermiques et acoustiques ;
- aspect extérieur et/ou intérieur de la construction.

### 2. Exigences particulières

Les constructions légères, et plus particulièrement les panneaux ou éléments de remplissage, doivent pouvoir résister à des effets de chocs pouvant intervenir de l'intérieur ou de l'extérieur.

Les dispositifs de fixation de ces éléments aux structures doivent également être conçus et réalisés pour répondre à ces exigences.

En outre, les éléments doivent pouvoir être remplacés facilement en cas de désordres importants (interchangeabilité) de type accidentel.



## 3/1.6

# Types de parois

---

### 1. Généralités

La présentation des structures légères a repris la notion de *paroi* plutôt que de mur, terme impropre pour :

- les parois extérieures ;
- les parois intérieures.

Ceci résulte du fait qu'en France, les structures légères concernent surtout les maisons individuelles et que, dans ce domaine de la construction, ce type de structure est relativement peu répandu, contrairement à ce qui se passe sur le continent nord-américain (USA-Canada).

Dans tous les cas traités en partie 3, c'est la notion relative de poids de structure ou de paroi qui est considéré :

- structure « légère » à base de bois ou de métal, avec des éléments de remplissage ou peau constituant l'enveloppe, également de poids réduit ;
- façades légères en tant que parois minces, légères, à base de bois, métal, éléments de remplissage, composites, de poids réduit ;
- bardages réservés aux bâtiments industriels, en tant que parois légères (ou relativement légères) à base d'acier ou d'aluminium, ou de maçonnerie (béton cellulaire).

Les parois envisagées dans ces trois familles sont :

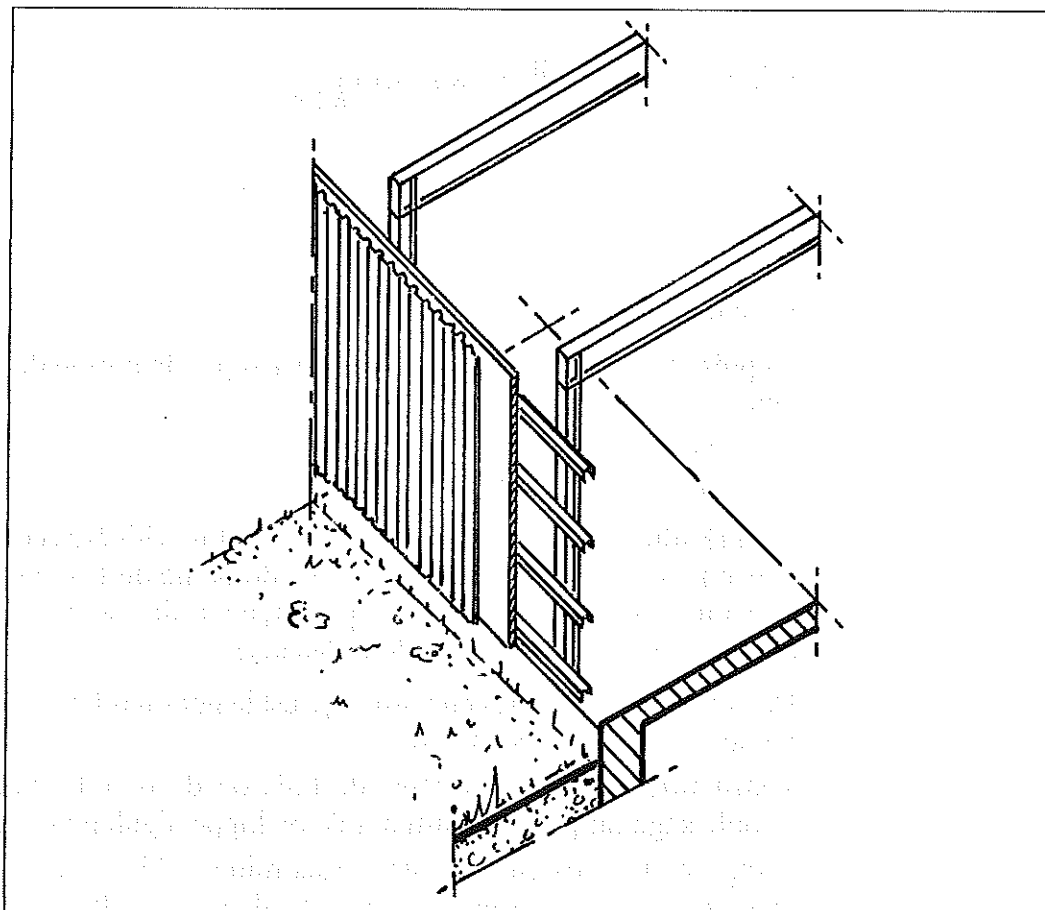
- extérieures et intérieures dans les structures légères (maisons individuelles) ;
- extérieures dans les façades légères et les bardages.

### 2. Parois extérieures (murs)

Le terme « mur » mentionné ici est considéré dans sa signification « paroi » (ou élément de l'enveloppe du bâtiment).

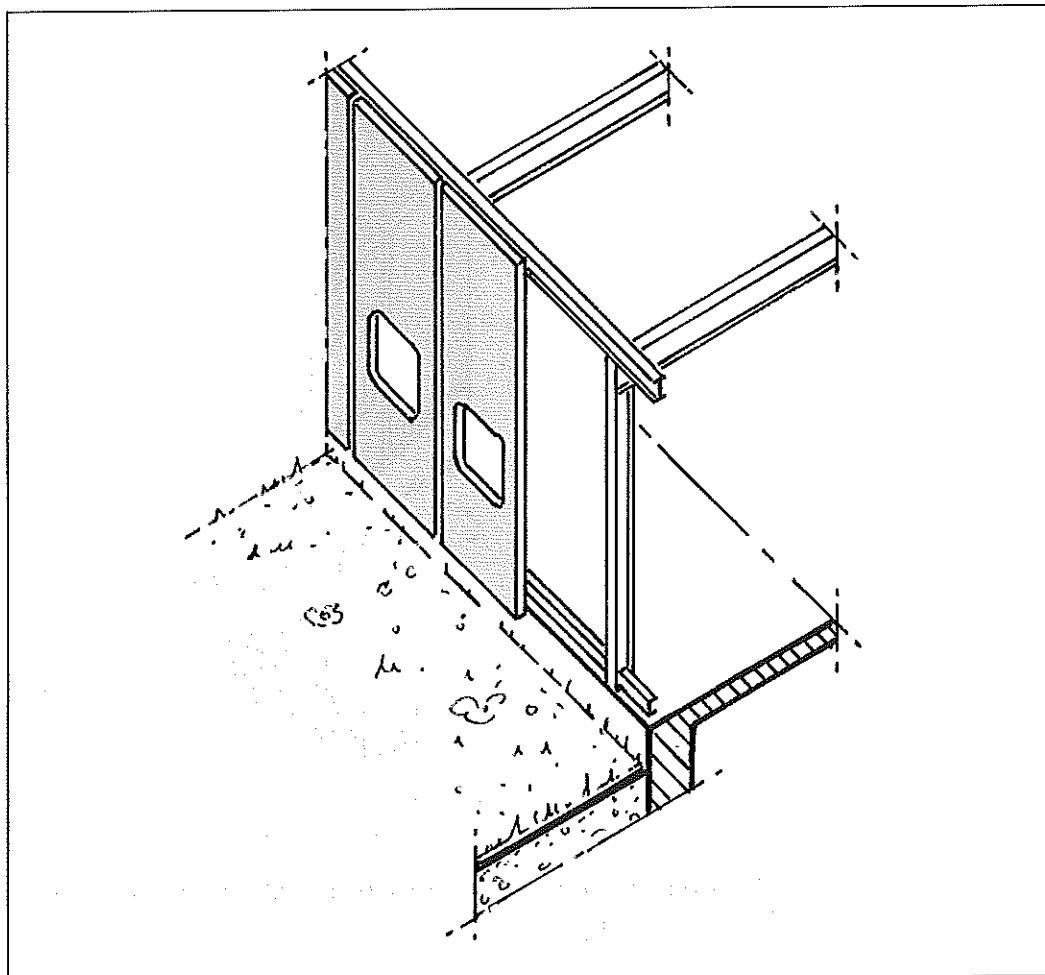
Dans les structures légères ou considérées comme telles dans la partie 3, il y a lieu de distinguer pour les parois extérieures deux types de parois.

*a) Les parois non porteuses, placées devant une ossature porteuse ou résistante*



Ici la paroi extérieure est « multicouche » et passe devant l'ossature pour éviter les ponts thermiques.

Les points critiques se situent à la base, au raccord avec la toiture et avec les fenêtres.



Dans ce cas, la paroi extérieure est préfabriquée par panneaux de type sandwich.

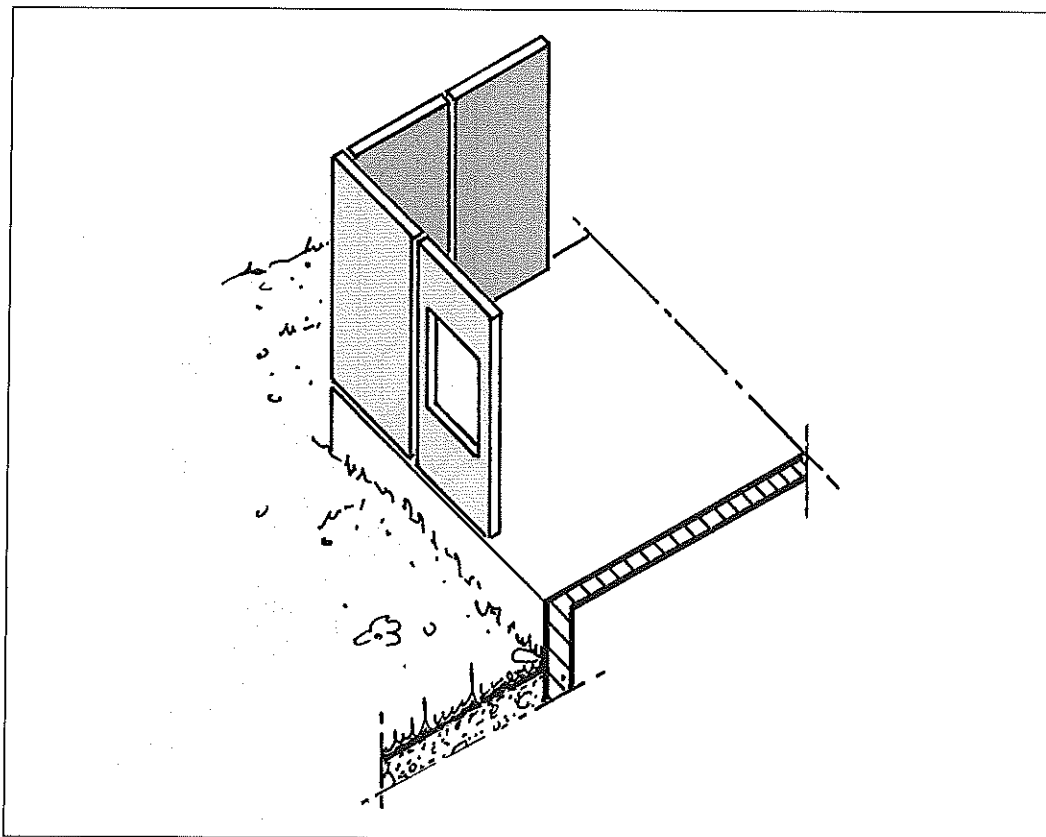
Les points critiques se situent en partie basse et haute, au droit des joints entre panneaux. Les menuiseries intégrées aux panneaux ou constituant des panneaux complets posent des problèmes spécifiques si leur mise en œuvre est faite sur chantier.

*b) Les parois sont porteuses et constituées*

– Soit par des panneaux préfabriqués montés sur place, de type opaque ou comportant des menuiseries intégrées.

La structure portante généralement limitée à un ou deux niveaux est intégrée dans le panneau.

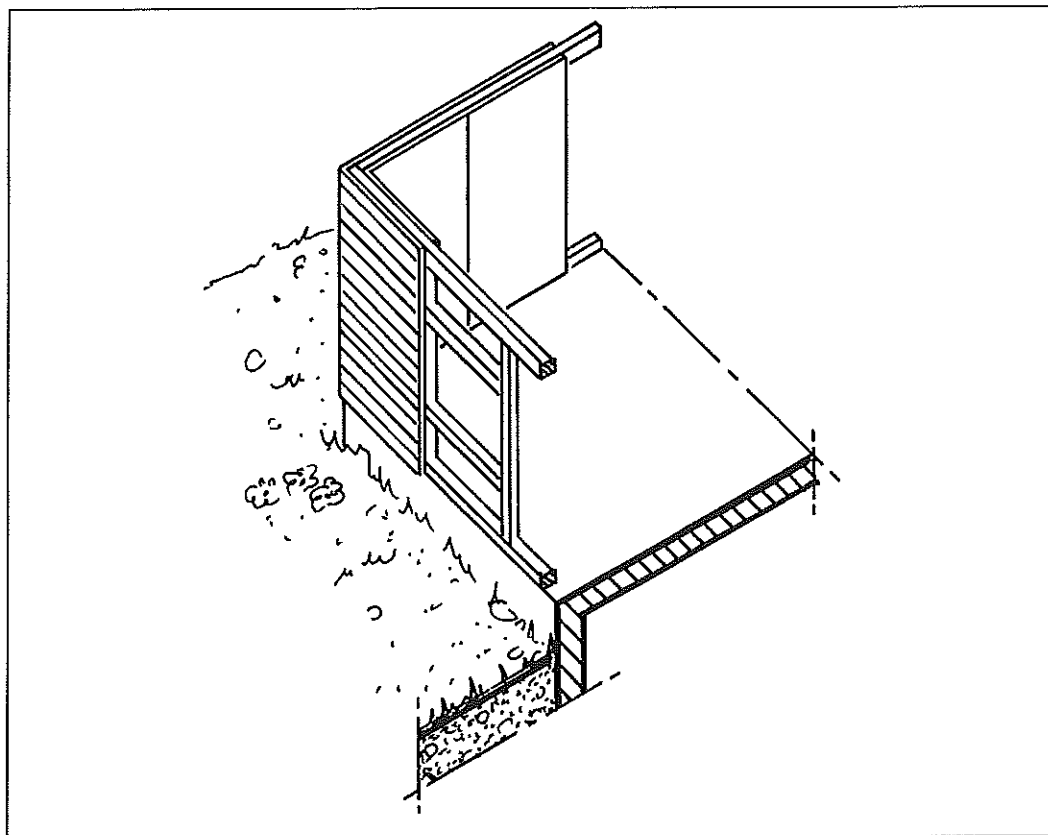
Les points critiques correspondent aux ponts thermiques et au traitement des joints entre panneaux.



– Soit par une charpente (ossature généralement en bois d'abord montée sur place puis équipée des éléments de la paroi (extérieurs, intérieurs ou intercalaires).

Les points faibles restent les raccords avec la base et la toiture.





### 3. Parois intérieures (cloisons)

#### a) Cas général

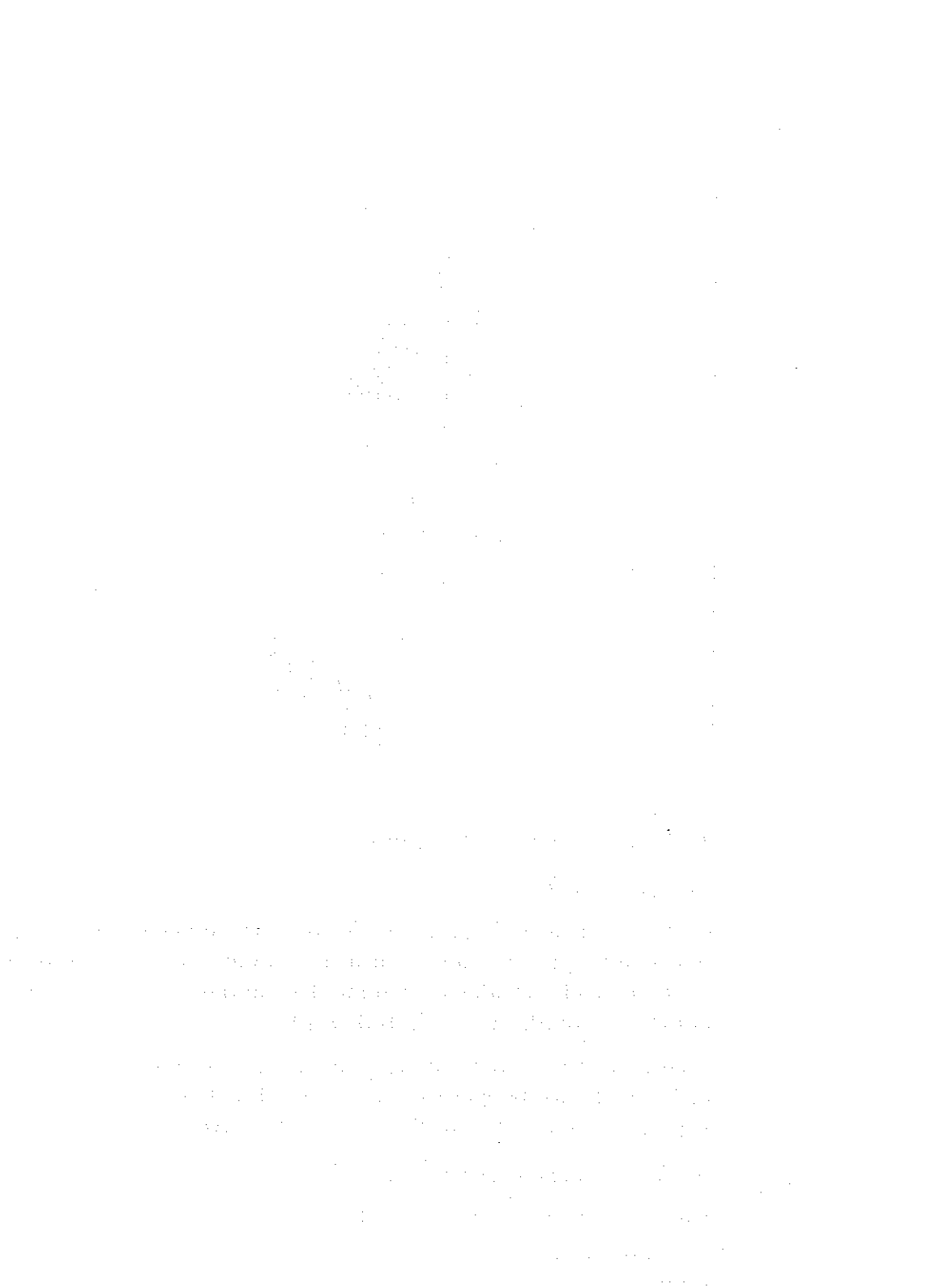
Que les constructions soient à structure massive ou légère, les parois intérieures qui correspondent à la désignation courante de *cloisons* sont généralement considérées comme des ouvrages légers du fait de leur faible poids unitaire (de l'ordre de 100 k/m<sup>2</sup>).

Le rôle de ces ouvrages correspond à la séparation des locaux ou des parties de locaux ; ces ouvrages font partie, avec les plafonds rapportés, d'un ensemble appelé « ouvrages de partition » (cf. partie 10).

#### b) Cas des structures verticales légères

Dans ce type de structure, les cloisons sont :

- soit des ouvrages porteurs (refends) ; l'ouvrage se compose de l'ossature proprement dite et de deux parements opaques sur lesquels des revêtements peuvent être appliqués ;
- soit des ouvrages non porteurs :
  - de type courant ou traditionnel ;
  - de type adapté à la structure légère ou faisant partie du procédé ou technique utilisés.



## 3/2

# Maisons à ossatures légères

---

## 3/2.1

# Généralités – Classement

---

Le critère d'organisation des structures étant basé sur la fonction portance ou résistance, plusieurs classements sont possibles.

Toutefois le classement principal est établi selon le tableau suivant, à partir des éléments suivants.

### 1. La structure porteuse

#### a) Constitution

Il existe deux familles principales :

- structure à « points porteurs » ou ossature composée d'éléments horizontaux et verticaux ;
- structure à « voiles porteurs » ou panneaux rigides porteurs.

Structure	Constitution	Matériau	Niveau de préfabrication	Type de compléments	Nature des compléments	Type de revêtements
<b>Ossature</b>	Monolithe	Bois	Réalisation complète sur chantier	Remplissage	Autoportants	Bardages (voir détail)
	Complexe	Métal Béton Composites Matières plastiques	↓ Module tridimensionnel	Revêtements	Solidaire  Collaborants	Revêtements isolants vêtue, vêtage
<b>Voile porteur</b>	Monolithe	Bois	Idem	Revêtements	Autoportants	Idem
	Complexe	Métal Composites			Solidaire	

*b) Constitution du matériau utilisé pour la structure porteuse*

Dans les deux familles principales indiquées ci-dessus, la constitution est monolithe ou complexe.

*c) Matériau de base utilisé pour réaliser la structure*

- bois ;
- métal (acier galvanisé, alu) ;
- béton préfabriqué ;
- composites ;
- isolants.

*d) Niveau de préparation en usine ou atelier de la structure et d'intégration des éléments complémentaires*

Ceux-ci comprennent principalement :

- l'isolation thermique ;
- les remplissages ;
- les revêtements ;
- les équipements de baies.

Le niveau de préfabrication peut être très variable, depuis le simple découpage à dimension des éléments d'ossature, assemblés ensuite sur le site, jusqu'à la préparation en usine de modules tridimensionnels équipés, décorés, et parfois meublés en usine.

## 2. Des ouvrages complémentaires

*a) Type des ouvrages complémentaires*

- remplissages ;
- revêtements ;
- isolants.

*b) Nature des ouvrages complémentaires*

- autoportants (stabilité propre) ;
- solidaires ;
- collaborants.



## 3/2.2

# Maisons à ossature bois

---

C'est le type le plus répandu de structures légères.

Il y a eu, en France, un renouveau de ce type de construction avec la « filière » bois et une tentative de développement de la M.O.B.<sup>1)</sup>

La plupart des réalisations correspondent à des maisons individuelles à un seul niveau (R + O), avec ou sans combles aménagés ou aménageables.

Il semble toutefois, après quelques années de lancement, que ce type de construction qui correspond à 90 % des maisons individuelles du continent nord-américain (USA-Canada) n'a pas trouvé, en France, le même intérêt que dans ces pays.

On peut distinguer deux types :

- le système ossature poteaux-poutres ;
- le système ossature en bois de petite section.

Le second système est beaucoup plus développé hors de France (USA-Canada-nord de l'Europe).

---

### Dessins

---

Maison à ossature classique (poteaux, poutres)	B1
Maison à ossature en bois de petite section	B2

---

### 1. Ossature poteaux-poutres

Les pièces de bois correspondent à un équarissage important avec une trame (espacement poteaux) de l'ordre de 3 à 5 m.

Les éléments de structure horizontale sont complétés par un solivage recevant le platelage de plancher qui est presque toujours en bois.

La plupart des constructions (en France) sont à un seul niveau de rez-de-chaussée légèrement surélevé sur un terre-plein (dallage) ou des fondations par plots

---

1) M.O.B : Maison à Ossature Bois.

et longrines généralement préfabriquées. Lorsque la pente du toit le permet, les combles sont aménagés ou peuvent être aménagés ultérieurement sous réserve que la charpente et le plancher du comble le permettent.

Les collectifs M.O.B. (avec étages) sont rares, compte tenu des conditions liées à la sécurité incendie. L'ossature constituée de poteaux et poutres est autostable vis-à-vis des efforts verticaux et horizontaux, le contreventement étant assuré dans les deux sens par des dispositifs tels que :

- croix de Saint-André (éléments métalliques) ;
- panneaux pleins rigides empêchant la déformation de certaines mailles d'ossature.

Les assemblages des éléments d'ossature, élaborés en usine, nécessitent dans la plupart des cas une main-d'œuvre qualifiée.

## 2. Ossature en bois de petite section

Les pièces de bois sont de faible section surtout pour les éléments verticaux (40 x 100 mm) avec des espacements plus courts (0,40 à 0,60 m) et assemblages par clous (clouage pneumatique). Ce type est moins répandu en France qu'aux USA et au Canada, où les bois ont des sections normalisées correspondant à des multiples du pouce ("-, soit 2,5 cm environ).

Dans les cas d'ossature ci-dessus, on utilise surtout des résineux : sapin, épicéa, pin sylvestre, pin maritime.

Depuis peu, quelques utilisations de peuplier robusta et de pin douglas ont été faites.

Dans le second cas, la stabilité générale aux efforts horizontaux est assurée par les remplissages des mailles multiples et par des revêtements rigides (extérieurs-intérieurs).

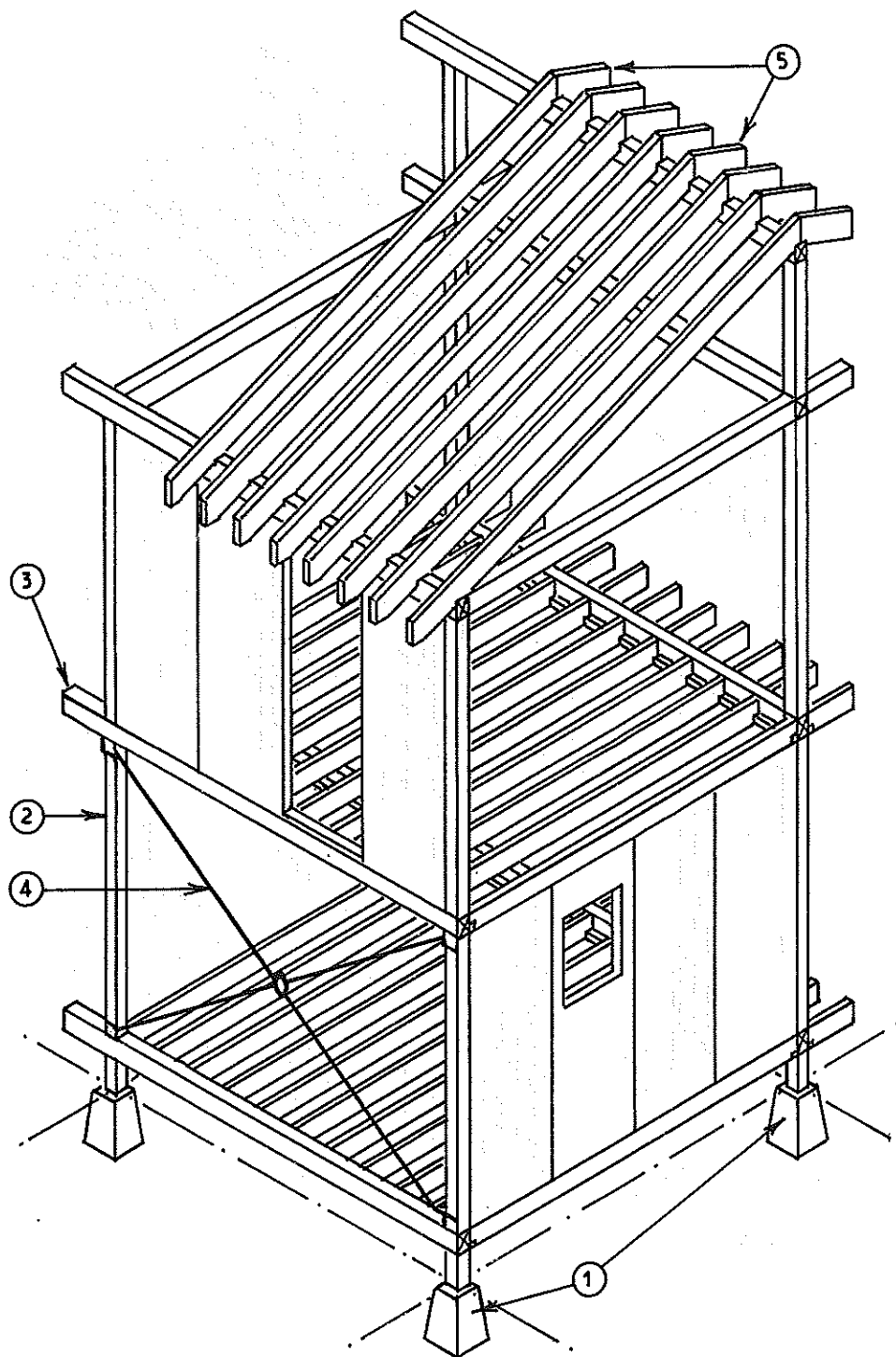
Dans les deux cas, les planchers sont constitués d'éléments légers, c'est-à-dire d'un platelage bois (parquet ou panneaux de particules) sur solivage bois. Ce dernier peut être apparent ou masqué par une plaque de plâtre cartoné.

Ce type de plancher, trop léger, présente des caractéristiques acoustiques généralement insuffisantes (loi de masse) pour la transmission des bruits aériens. Toutefois les locaux sont occupés par la même famille généralement et les dispositions réglementaires ne sont pas exigibles.

Pour la transmission des bruits d'impact, on peut améliorer les caractéristiques acoustiques par remplissage des intervalles entre solives avec une laine minérale, faire un double platelage avec matériau résilient (feutre) interposé et revêtement de sol adéquat (tapis, moquette).



B1



① Massifs, plots de fondations

② Poteaux

③ Poutre

④ Contreventement (croix de Saint-André)

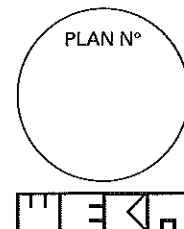
⑤ Charpente toiture

**Maison à ossature classique (poteaux, poutres)**

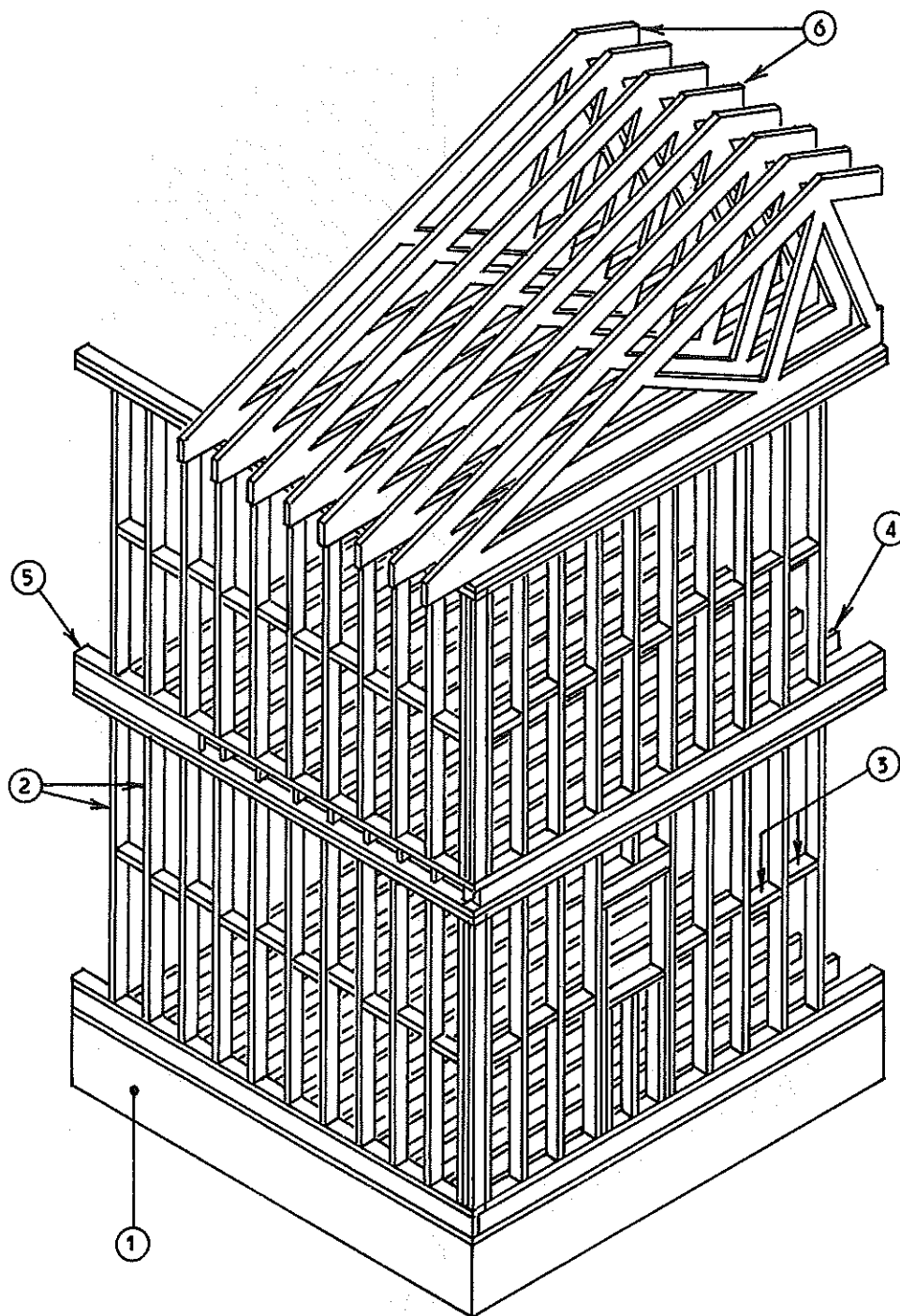
Echelle : —

CABINET

LE



B2



① Semelle ou longrine continue (fondation)

② Poteaux multiples

③ Lisse intermédiaire (entretoise)

④ Poutrelles de plancher

⑤ Chaînage, liaison

⑥ Fermettes – Charpente toiture

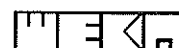
**Maison à ossature en bois de petite section**

Echelle : —

CABINET

LE

PLAN N°



## 3/2.3

# Maisons à ossature métallique

---

Pour des questions évidentes de coût, les ossatures sont en acier sous forme de :

- profilés laminés à chaud ;
- profilés reconstitués soudés à partir de tôles (épaisseur : 3 à 5 mm) ;
- profilés en tôle mince pliée (jusqu'à 3 mm d'épaisseur).

La trame est de l'ordre de 3 à 5 m comme dans le cas des M.O.B., lorsqu'on utilise des profilés laminés à chaud ou reconstitués par soudure.

Du fait de ses possibilités, cette technique est assez peu utilisée en maison individuelle et beaucoup plus en petits collectifs.

L'utilisation de profilés en tôle pliée mince réduit les trames à 1 m environ, avec préfabrication de panneaux assemblés sur chantier.

---

### Dessin

---

Panneau métallique : tôle mince pliée (système CHP)

B3

La protection contre la corrosion est le problème essentiel de ce type de structure.

On utilise la galvanisation à chaud classe Z 275 <sup>1)</sup> pour les profilés en tôle mince pliée ; et la peinture, souvent à base bitumineuse, pour les profilés laminés à chaud.

Les éléments de structure horizontale sont des solivages acier ou bois avec platelage bois, comme pour les M.O.B.

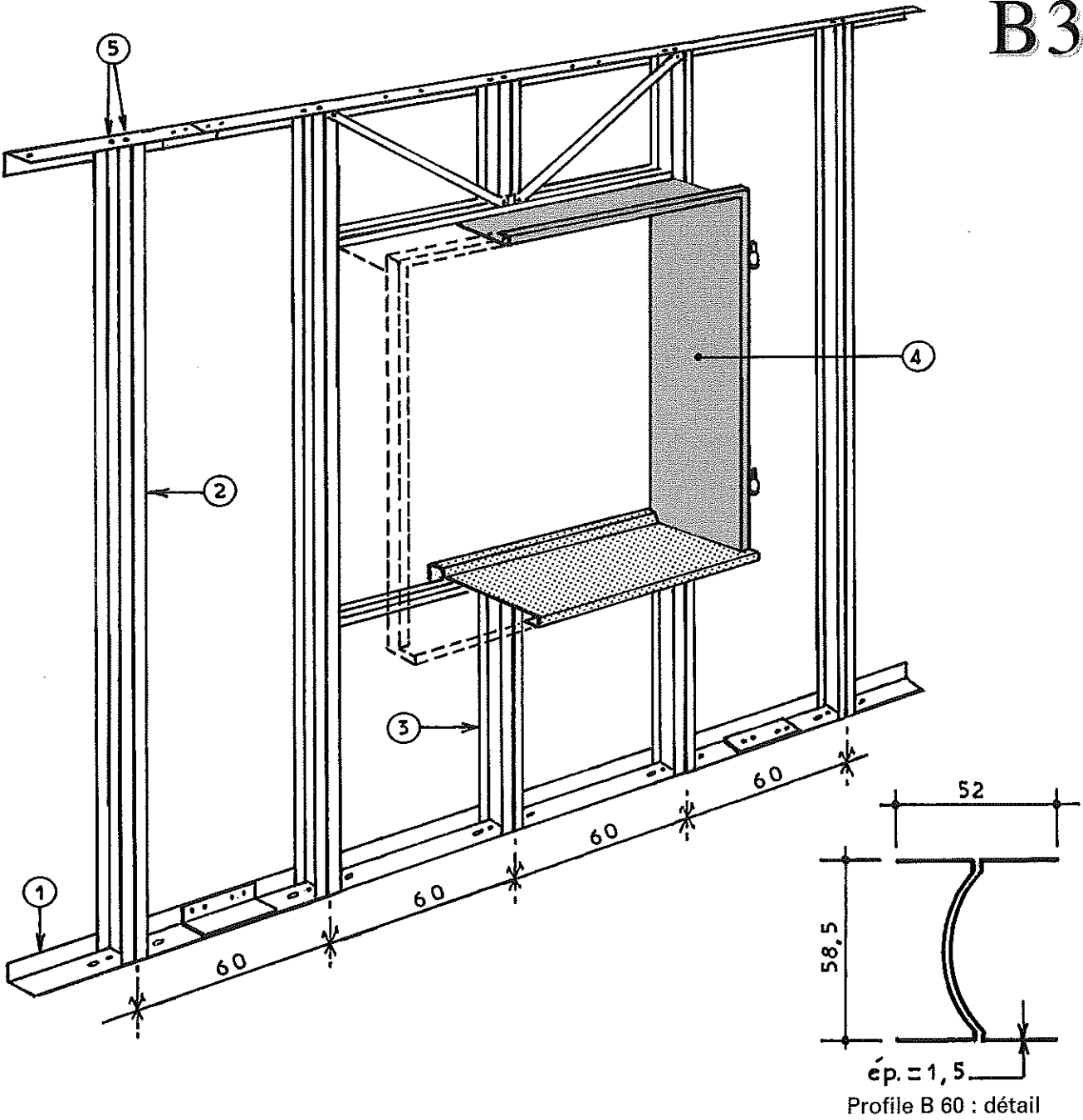
La stabilité vis-à-vis des efforts horizontaux dans le plan des murs, est généralement assurée par des croix de Saint-André, qui ne sont plus apparentes après remplissage.

---

1) Procédé Zenzimir par trempage : 275 g/m<sup>2</sup> double face de protection zinc minimum.

1. Les maisons à ossature métallique sont des constructions légères, rapides à construire, et adaptées aux zones à risque sismique.
2. Elles sont constituées d'une ossature métallique (acier ou aluminium) qui supporte les murs, les planchers et les toitures.
3. Les murs sont généralement en briques creuses, en blocs de béton léger ou en panneaux sandwich.
4. Les planchers sont en bois massif, en panneaux de bois ou en panneaux de béton léger.
5. Les toitures sont en charpente métallique ou en panneaux sandwich.
6. Les maisons à ossature métallique sont adaptées aux zones à risque sismique car elles sont légères et élastiques.
7. Elles sont également adaptées aux zones à risque d'inondation car elles sont légères et peuvent être évacuées facilement.
8. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque d'incendie car elles sont résistantes au feu.
9. Elles sont également adaptées aux zones à risque de pollution car elles sont faciles à nettoyer.
10. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de bruit car elles sont isolantes.
11. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'air car elles sont faciles à nettoyer.
12. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'eau car elles sont faciles à nettoyer.
13. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de la terre car elles sont faciles à nettoyer.
14. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'air, de l'eau et de la terre car elles sont faciles à nettoyer.
15. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'air, de l'eau et de la terre car elles sont faciles à nettoyer.
16. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'air, de l'eau et de la terre car elles sont faciles à nettoyer.
17. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'air, de l'eau et de la terre car elles sont faciles à nettoyer.
18. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'air, de l'eau et de la terre car elles sont faciles à nettoyer.
19. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'air, de l'eau et de la terre car elles sont faciles à nettoyer.
20. Les maisons à ossature métallique sont également adaptées aux zones à risque de pollution de l'air, de l'eau et de la terre car elles sont faciles à nettoyer.

B3



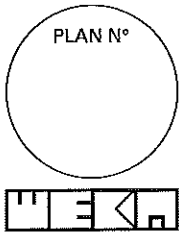
- 1 Lisse horizontale (L. 62 x 35 x 15)
- 2 Profil courant vertical (Cf. détail)
- 3 Profil raccord baie
- 4 Précadre baie
- 5 Liaisons

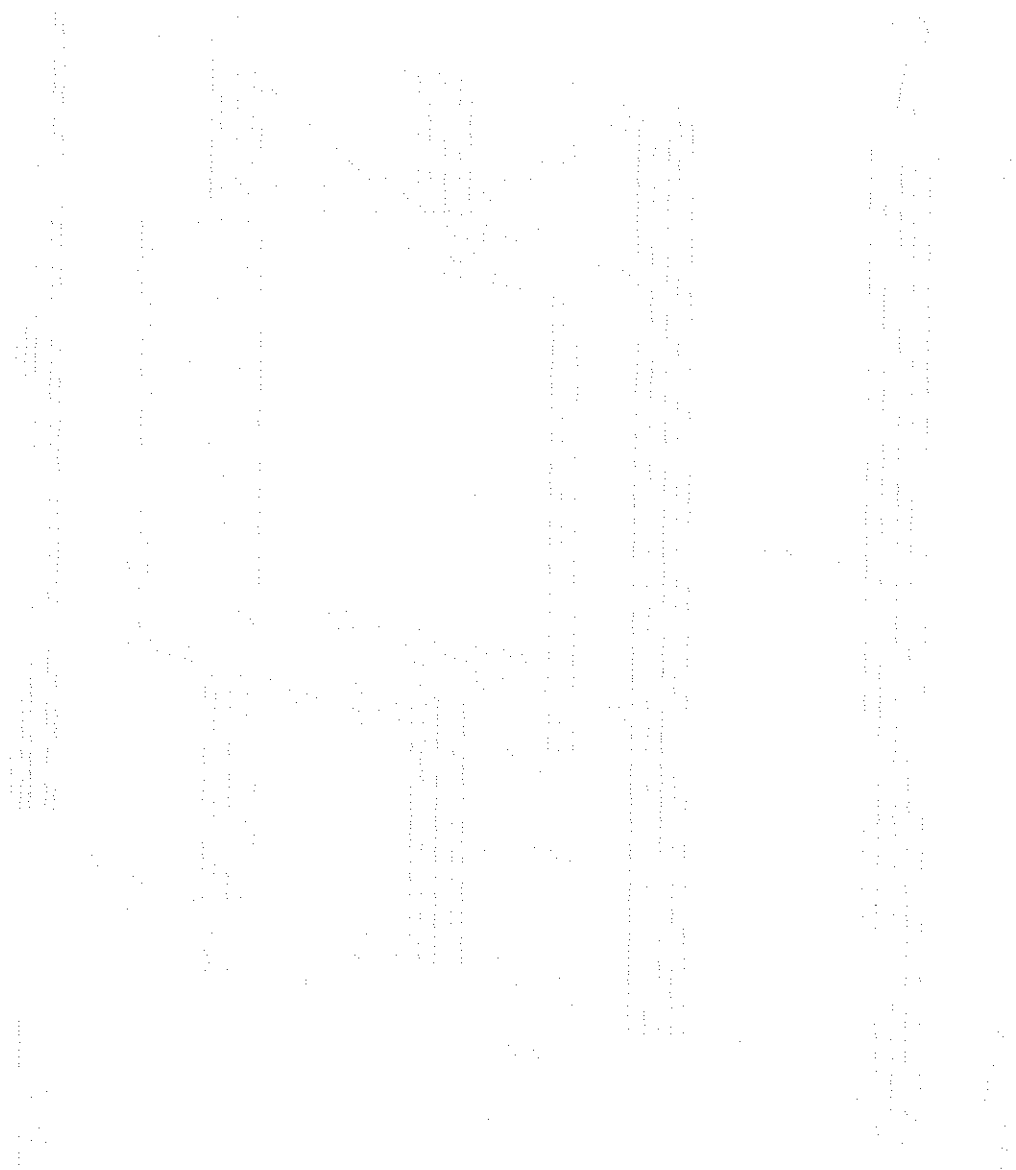
Panneau métallique : tôle mince pliée (système CHP)

Echelle :

CABINET

LE





## 3/2.4

# Ossatures complexes

---

Ce type d'ossature, apparu récemment en France, correspond à l'association du bois et de l'acier, surtout pour les éléments comprimés (poteaux).

---

### Dessin

---

Détail poteau mixte : bois-acier

B4

---

Le bois constituant les montants absorbe les efforts de compression. L'acier sous forme d'un treillis de liaison assure le contreventement et la rigidité de la pièce.

L'économie de matière est réelle et dans une paroi verticale extérieure, l'isolant peut être pratiquement mis en place de façon continue.

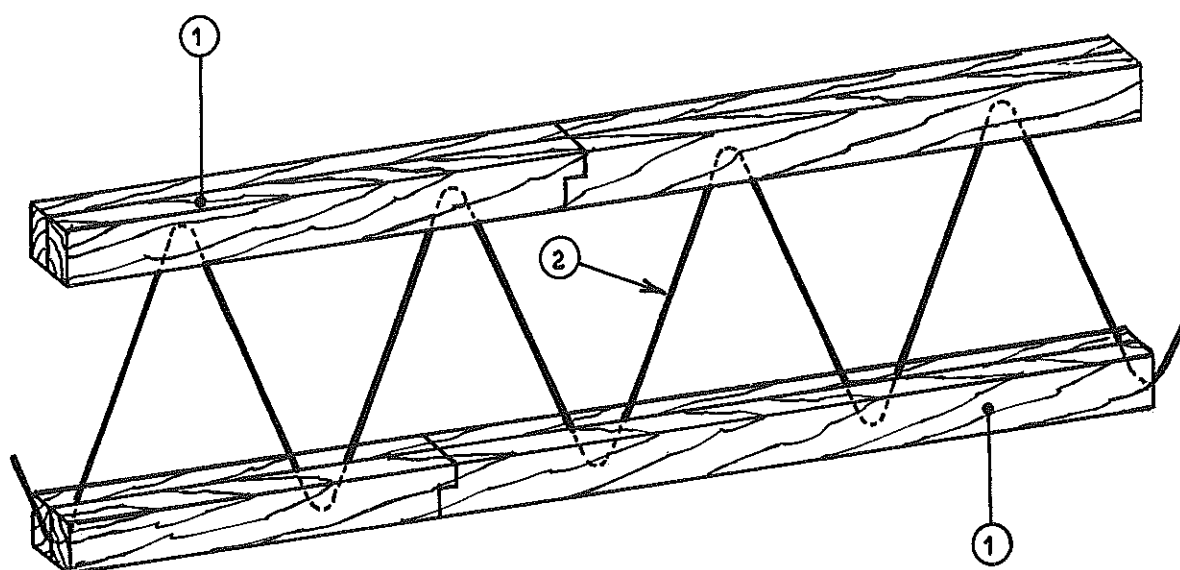
Le même principe peut être utilisé pour des poutrelles de plancher, à condition d'avoir des membrures continues pour absorber les efforts de traction. Ce système permet de franchir des portées importantes et présente l'avantage de la clouabilité (platelage, faux-plafond).

Cette technique est originaire des pays nordiques, et son développement est limité en France.



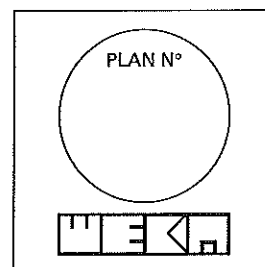


B4



- ① Éléments tendus ou comprimés (membrures) – bois  
② Treillis de liaison (acier)

<b>Détail poteau mixte : bois-acier</b>	
Echelle : –	
CABINET	LE





## 3/2.5

# Voiles porteurs

### 1. Généralités – Principes

On retrouve en structures légères, le même principe que pour les structures lourdes traditionnelles.

Les éléments porteurs sont :

- soit ponctuels (poteaux) dans les systèmes dits à ossatures (Cf. 3/2.2 ; 2.3 ; 2.4) ;
- soit continus (voiles) dans les systèmes à voiles porteurs qui comportent différents types.

En structures légères, les voiles porteurs, tels qu'on les rencontre en France depuis une vingtaine d'années, sont des panneaux dérivés du bois (contreplaqué CTB.X – panneaux de particules CTB.H) dont le collage résiste à l'humidité (urée formol mélamine ou phénolique).

L'épaisseur de ces panneaux est comprise entre 50 et 70 mm.

La technologie est originaire de Suisse, mais est exploitée en France.

Elle correspond, pour la description précédente, au voile dit « monolithe ».

### 2. Voile complexe

Le panneau utilisé est ici un panneau sandwich composé de deux parements minces à faible résistance porteuse, collés sur une âme isolante qui améliore considérablement l'inertie transversale et permet une résistance à la compression accrue, sans risque de flambement.

Cette résistance est généralement suffisante pour les utilisations courantes limitées à des maisons à un ou deux niveaux maximum.

Les panneaux sandwichs sont généralement symétriques :

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| – contreplaqué<br>polystyrène expansé<br>contreplaqué                     | } Système maison Koppers |
| – panneaux de particules<br>polystyrène expansé<br>panneaux de particules |                          |

– fibres-ciment  
polystyrène expansé  
fibres-ciment

} Système maison 124

### Dessin

Maisons à voile porteur complexe  
« Rolimur » (Rougier – Océan – Landex)

B5

Il existe également des panneaux sandwichs à parois en tôles métalliques.

Leur développement a été freiné par les problèmes liés au risque « incendie » ainsi qu'à leur faible inertie thermique.

Tous ces « complexes » sont susceptibles de la procédure d'Avis technique (Atec).

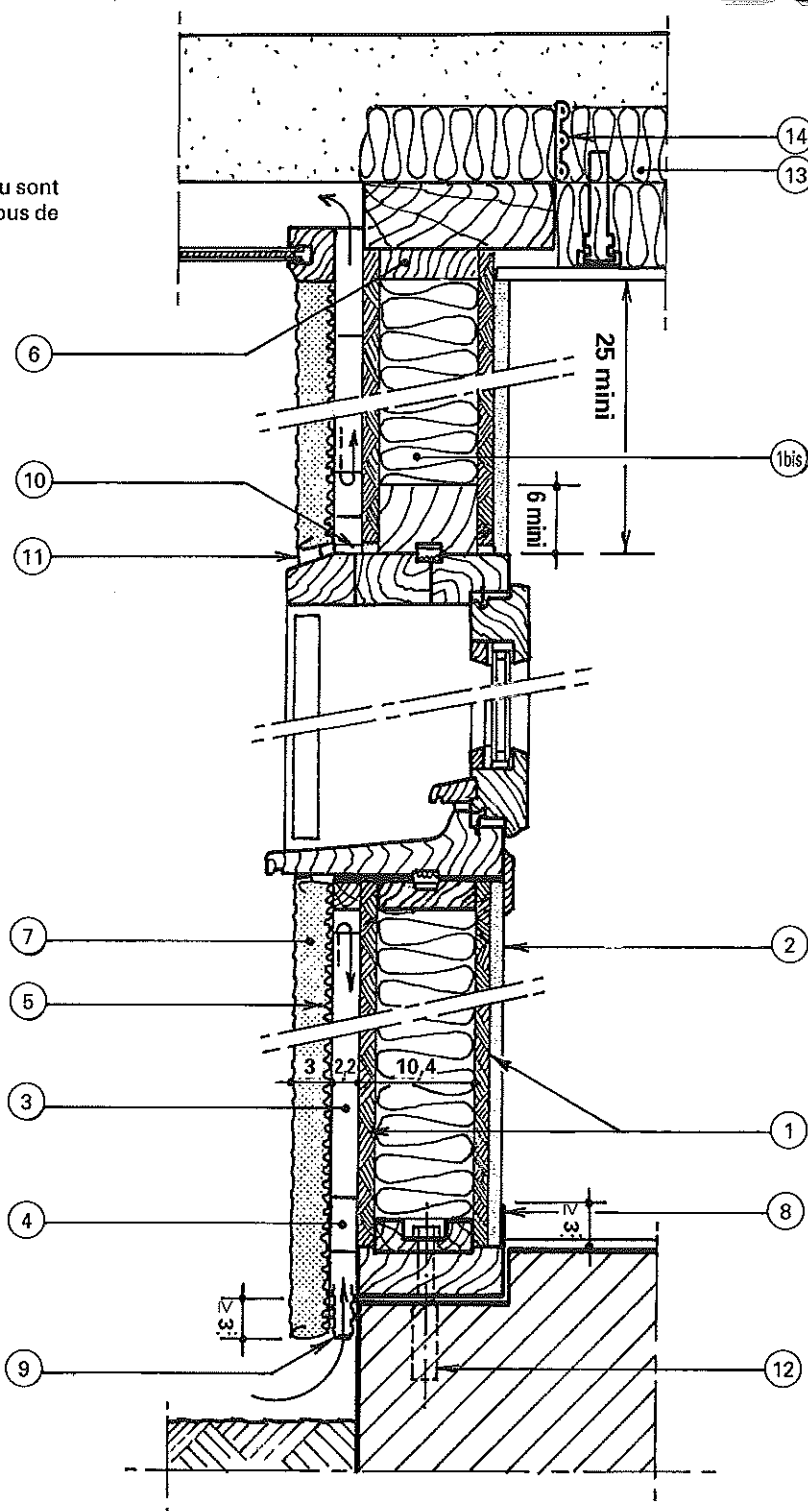
B5

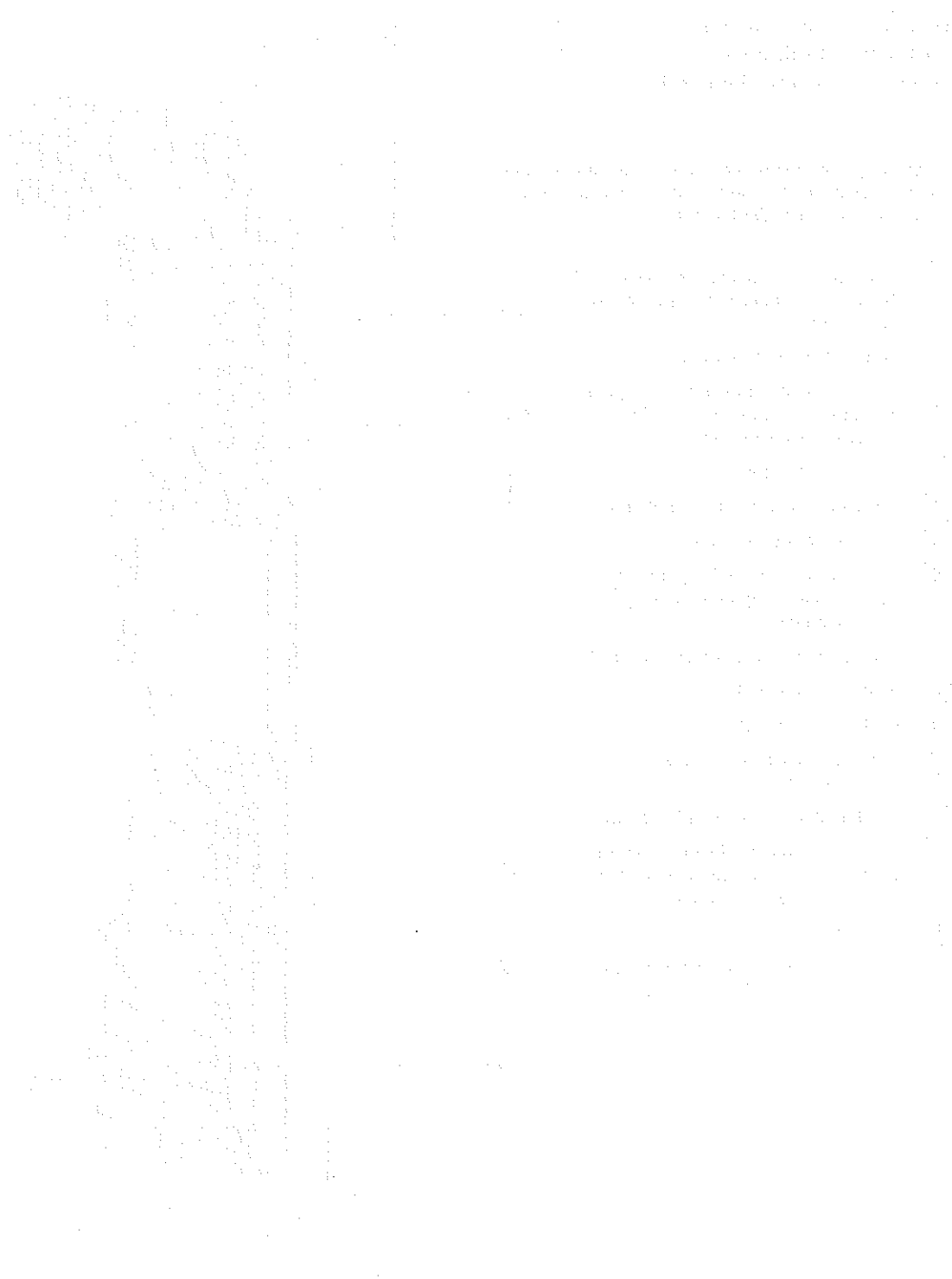
**Maisons à voile porteur  
complexe « Rolimur »  
(Rougier – Océan – Landex)**

Nota :

Toutes les pièces de bois constituant un panneau sont encollées de polyuréthane et assemblées par clous de 40 en acier galvanisé (5 ou 6/ml).

- ① Panneaux de particules de bois CTB-H (hydrofuges traités anticryptogamique ; ep. 12 mm)
- ①bis Ame isolante polystyrène
- ② Plaque de plâtre 1 ou 1,3 cm ou plaque de plâtre 4 à 6 mm armée de fibres de verre, collée en usine
- ③ Lattes 22/40 posées en usine
- ④ Tasseau 22/40 rapporté sur chantier
- ⑤ Nergalto N6 ou Stucanet
- ⑥ Fourrures de liaison des panneaux de particules (largeur variable selon panneau)
- ⑦ Enduit au mortier selon DTU 26.1 – 31.2
- ⑧ Feutre bitumé 36 S
- ⑨ Grillage anti-insectes
- ⑩ Cordon mousse imprégnée (sur la périphérie)
- ⑪ Cordon d'étanchéité (sur la périphérie)
- ⑫ Cheville métallique Ø8 ou Ø10 mm ; type expansion. Fixation en angle à au moins 0,20 m de l'arête
- ⑬ Laine de verre
- ⑭ Système de fixation des fermettes permettant leur libre dilatation





# 3/3

## Façades légères

---

### 3/3.1

## Généralités – Présentation

---

Ces structures ont été rattachées à la présente partie en raison des critères suivants :

### 1. Caractéristiques

Ils constituent une construction légère, caractérisée par :

- une faible masse ( $\leq 100 \text{ kg/m}^2$  pour les parois opaques) ;
- l'utilisation de produits manufacturés, très différents des matériaux ou produits utilisés en maçonnerie :
  - produits métalliques ;
  - produits ligneux ;
  - produits fibreux ;
  - matériaux verriers ;
  - matériaux de synthèse.

### 2. Spécificités

Ils concernent les façades et composent :

- les ouvrages opaques ;
- les baies équipées ;
- ou les vides.

Les parements sont à l'état fini et ne nécessitent pas de revêtement après pose.

### 3. Utilisation

Ils entrent dans la réalisation des murs ou parois de bâtiments d'usage courant (logement, bureaux, hôpitaux, écoles...), ou autres (industriels, agricoles, commerciaux...), avec des exigences différentes de celles des bâtiments courants.

Du fait de leur légèreté, ils sont portés, en général, par la structure de la construction.

Le cas des murs ou parois de maisons individuelles légères constitue l'exception (façades faiblement porteuses). Ce type d'utilisation est très limité.

Historiquement, cette technique de façade a connu un bon développement en France entre 1960 et 1980 ( $\geq 25$  millions de  $m^2$  ; pour un total de 500 millions de  $m^2$ , toutes techniques confondues).

Le recul s'est accusé surtout de 1975 à 1980 pour des raisons diverses :

- système non concurrentiel, sauf lorsque le poids intervenait de manière prépondérante (immeubles de grande hauteur) ;
- difficulté d'adaptation aux exigences (surtout thermiques) liée aux coûts ;
- difficulté de traiter les déperditions localisées (ponts thermiques) à coût concurrentiel.

D'autres systèmes nécessités par la réhabilitation de l'habitat ancien, se sont développés à partir de techniques issues des façades légères avec les bardages rapportés sur une ossature fixée à la maçonnerie, incorporant généralement l'isolation thermique par l'extérieur et améliorant la résistance à la pénétration de l'eau de pluie à travers les façades.

Il existe actuellement un grand nombre de solutions satisfaisantes et dont l'aspect extérieur au niveau de la « peau » de surface doit permettre aux architectes de s'exprimer en utilisant des matériaux variés par leurs nature, texture, couleur, forme, etc.

La combinaison de ces éléments avec des vitrages a fait apparaître de nouvelles architectures plus adaptées aux exigences et aux goûts de l'époque. Néanmoins les réalisations exigent un soin accru au niveau de la conception, et le souci des détails d'exécution.



## 3/3.2

# Principes généraux de conception

---

L'activité actuelle en bâtiment se divisant en deux secteurs bien distincts, il convient de traiter :

- les travaux neufs ;
- les travaux de rénovation.

### 1. Travaux neufs

Les principes qui suivent correspondent aux conceptions actuelles, afin d'éviter le retour aux erreurs passées et de permettre aux architectes, maîtres d'œuvre, industriels fabricants, une plus grande liberté d'adaptation et de combinaison de solutions.

#### *a) Premier principe*

Ne pas réaliser de composant industriel intégrant en usine le revêtement extérieur et le revêtement intérieur.

En effet l'emploi de produits industrialisés n'est valable que si un gain appréciable de qualité peut être obtenu avec une économie de temps à la mise en œuvre.

Sauf cas exceptionnels, tenant compte par exemple d'écarts dimensionnels importants, il est préférable que le revêtement extérieur ne soit pas posé en usine.

Il est plus facile, par ailleurs, afin de séparer l'intérieur de l'extérieur à l'aide de deux écrans successifs, chacun d'eux se partageant les fonctions d'une façade, d'utiliser des composants peu élaborés.

Il est possible de s'en tenir aux pré-assemblage en usine des éléments d'ossature.

Dans ces conditions on peut :

- conserver les avantages de la façade panneau (feu + acoustique) en prévoyant une paroi intérieure venant buter de plancher à plancher ;
- conserver les avantages de la façade rideau (isolation thermique) en prévoyant une cloison extérieure filant dans le sens vertical (pour protéger les

nez de planchers) et dans le sens horizontal (pour protéger les nez de refends), tout en recherchant une paroi bien étanche à l'eau.

*b) Deuxième principe*

Faire appel à des produits industrialisés pour la réalisation des différents constituants de façades :

- revêtements extérieurs ;
- panneaux dérivés du bois ;
- plaques de parement de plâtre ;
- carreaux de plâtre à parement lisse.

*c) Troisième principe*

Offrir aux architectes de nombreuses possibilités de choix pour les revêtements extérieurs.

*d) Quatrième principe*

Prévoir une isolation thermique importante, correctement dimensionnée.

*e) Cinquième principe*

Réaliser une bonne étanchéité à l'eau pour réduire les risques de sinistre (difficultés de réparations) et donner une durabilité satisfaisante à l'ensemble de l'ouvrage.

Le schéma ou méthode de construction est basé sur les points suivants, qui seront repris en détail dans les exemples de solutions :

- ossature (de la façade légère) ou cadre ;
- revêtements extérieurs ;
- revêtements intérieurs ;
- équipements de baies ;
- produits de calfeutrement.

## **2. Travaux de rénovation**

Les façades légères de la période précédente (1960-1980) ne satisfont plus les exigences actuelles, notamment au point de vue de l'isolation thermique, dont l'exigence a pris un caractère réglementaire à partir de 1974.

Beaucoup d'imperfections telles que les ponts thermiques au droit des dalles de planchers et des voiles de refends, se sont manifestées.

Les risques de condensation résultant du manque d'efficacité des pare-vapeur, des défauts de ventilation des locaux, de la faible inertie des parois et des températures de surface, sont réels et entraînent beaucoup de condensations superficielles qui dégradent les parois.

L'étanchéité à l'eau et à l'air par le vieillissement des dispositifs et produits d'étanchéité, ainsi que l'aspect, ne donnent plus satisfaction.

Les solutions sont parfois difficiles voire inexistantes, sauf à changer la totalité des éléments de façade ou à rapporter une autre façade en avant de l'ancienne.

Chaque cas est un cas d'espèce requérant une solution particulière adaptée.



## 3/3.3

# Conception de la façade légère – Position par rapport à la structure

### 1. Terminologie – Classement

Les définitions qui suivent sont extraites de la norme NF P 00-101 « Façades légères – Définitions – Classifications – Terminologie ».

La structure porteuse est constituée d'éléments porteurs verticaux, poteaux isolés ou voiles refends, et d'éléments porteurs horizontaux (planchers-dalles).

La façade peut prendre différentes positions par rapport au nu de cette structure selon les différents cas mentionnés ci-après.

On distingue trois cas ou familles de façades légères :

#### *a) Façade rideau (ou mur rideau)*

Façade légère constituée d'une ou de plusieurs parois légères situées entièrement en avant d'un nez de plancher.

– façade rideau intégrale : la façade rideau présente une paroi extérieure qui n'est pas interrompue par les refends ou les poteaux ;

– façade rideau verticale : la paroi extérieure est interrompue par les refends et/ou par les poteaux.

#### *b) Façade semi-rideau (ou mur semi-rideau)*

Façade légère, multiparois, dont la paroi extérieure est située en avant d'un nez de plancher, et dont la paroi intérieure est insérée entre deux planchers consécutifs.

– façade semi-rideau intégrale : la paroi extérieure n'est interrompue ni par les refends, ni par les poteaux ;

– façade semi-rideau verticale : la paroi extérieure est interrompue par les refends et/ou par les poteaux.

#### *c) Façade panneau (ou mur panneau)*

Façade légère monoparoi ou multiparois insérées entièrement entre planchers.

- façade panneau insérée : la paroi extérieure est interrompue par les refends et/ou par les poteaux ;
- façade panneau filante : la paroi extérieure n'est interrompue ni par les refends, ni par les poteaux.

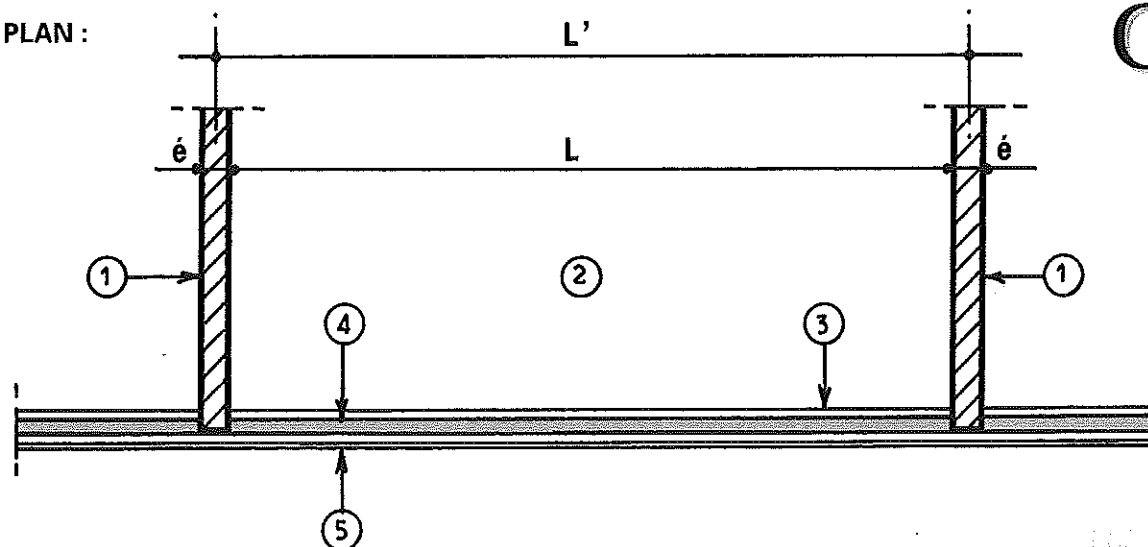
## 2. Mur rideau – Façade rideau

### a) Façade rideau intégrale

#### Dessins

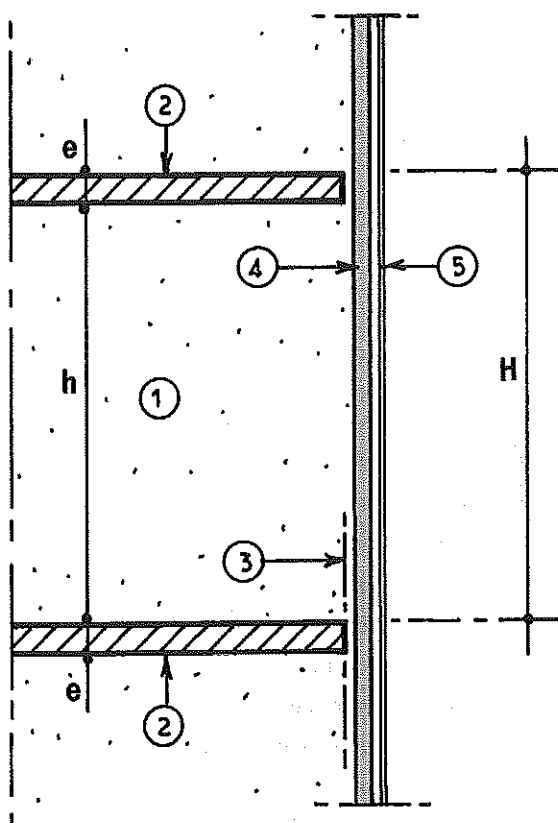
Structure à refends transversaux porteurs	C1
Structure poteaux et dalles (planchers-dalles)	C2
Structure à refends transversaux porteurs (variante de C1)	C3
Structure à poteaux et dalles (variante de C2)	C4
Structure à poteaux et dalles (variante de C4)	C5
Poteaux d'ossature apparents entièrement dégagés	C6

PLAN :



C1

COUPE :



- ① Murs ou voiles refends transversaux
- ② Dalle-plancher
- ③ Nez de plancher
- ④ Paroi intérieure } Façade rideau
- ⑤ Paroi extérieure }

e = Epaisseur plancher

é = Epaisseur refend

L = Distance entre voiles / refends

L' = Entr'axe refends (trame structure :  $L' = L + e'$ )

H = Hauteur d'étage

h = Hauteur libre sous dalle

**Façade rideau intégrale : structure  
à refends transversaux porteurs**

Echelle : —

CABINET

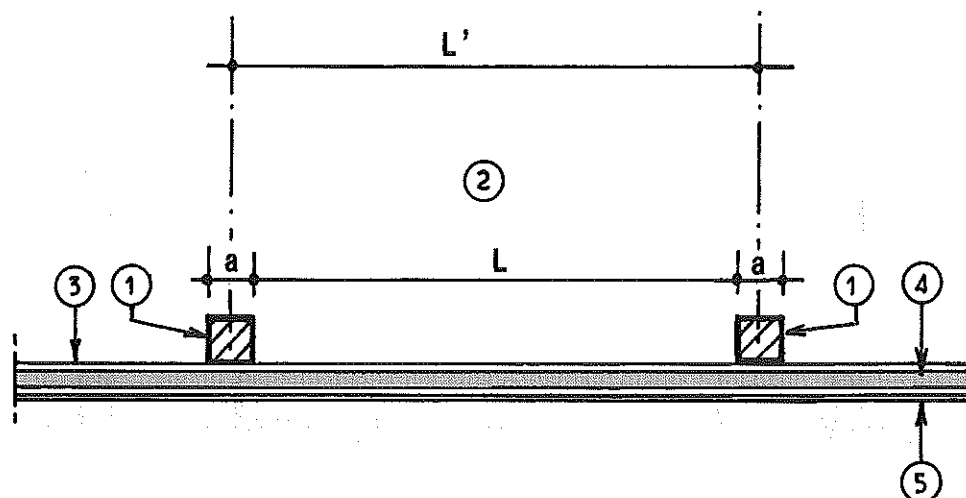
LE

PLAN N°

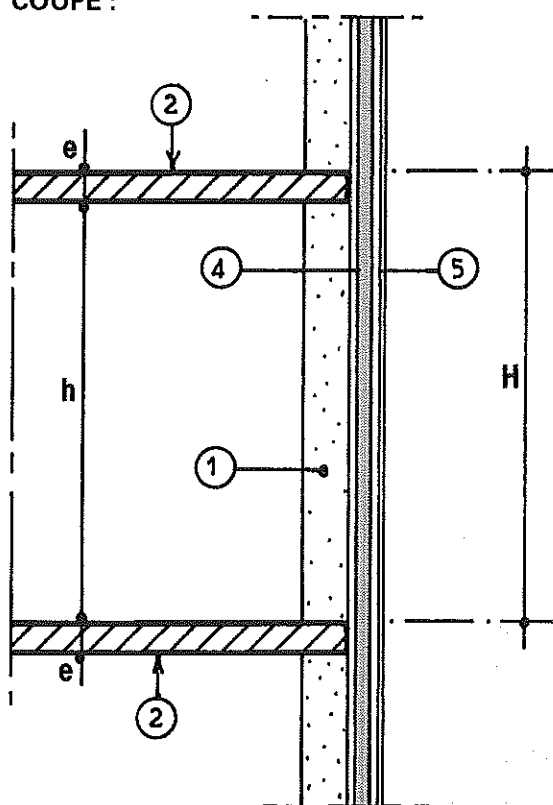


C2

PLAN :



COUPE :



- ① Poteaux B.A. – Ossature non visible en façade
- ② Plancher-dalle (sans retombée)
- ③ Nez de plancher
- ④ Paroi intérieure } Façade rideau
- ⑤ Paroi extérieure }

L = Distance entre poteaux

 $L' = L + a$  = trame – Entr'axe poteaux

a = Epaisseur poteau

H = Hauteur d'étage = h + e

h = Hauteur libre sous dalle

e = Epaisseur dalle

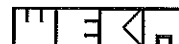
**Façade rideau intégrale : structure à poteaux  
et dalles (planchers-dalles)**

Echelle : —

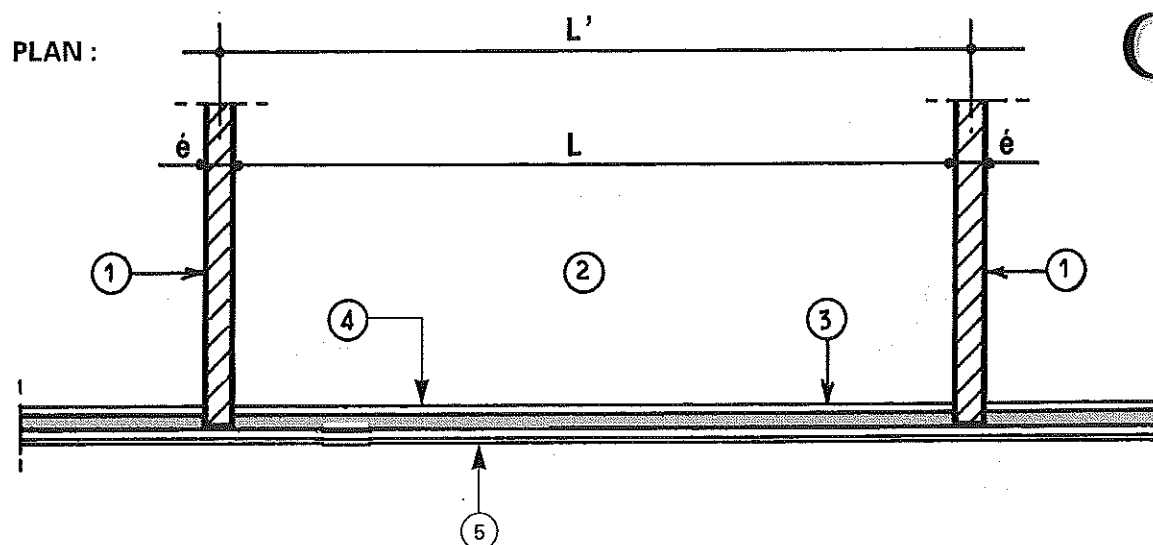
CABINET

LE

PLAN N°







C3

**COUPE :**

- ① Murs ou voiles refends transversaux
- ② Dalle-plancher
- ③ Nez de plancher
- ④ Paroi intérieure (insérée entre refends)
- ⑤ Paroi extérieure (rideau)

} Façade rideau

L = Distance entre refends  
 L' = Entr'axe refends = L + e'  
 H = Hauteur d'étage = h + e  
 h = Hauteur libre sous dalle  
 e = Epaisseur plancher  
 é = Epaisseur refend

**Façade rideau intégrale : structure à refends transversaux porteurs (variante de C1)**

Echelle : —

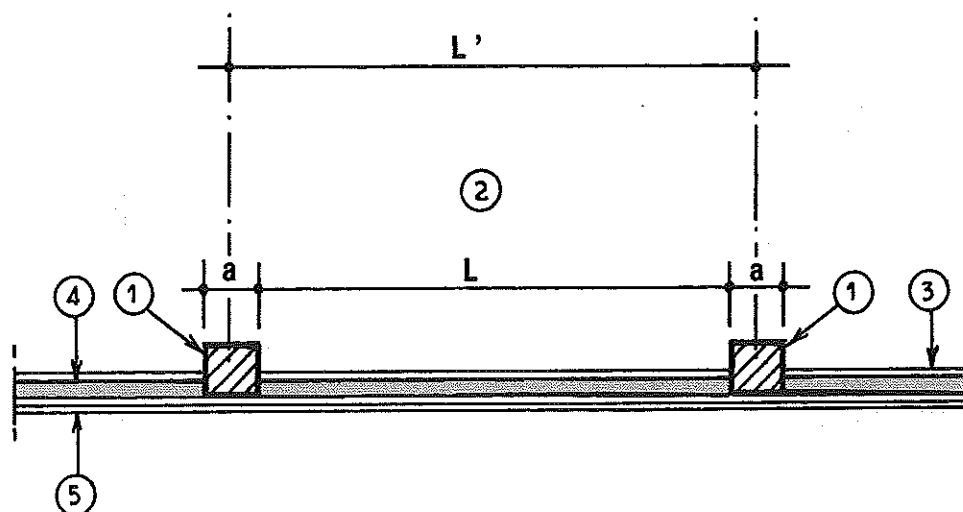
CABINET

LE

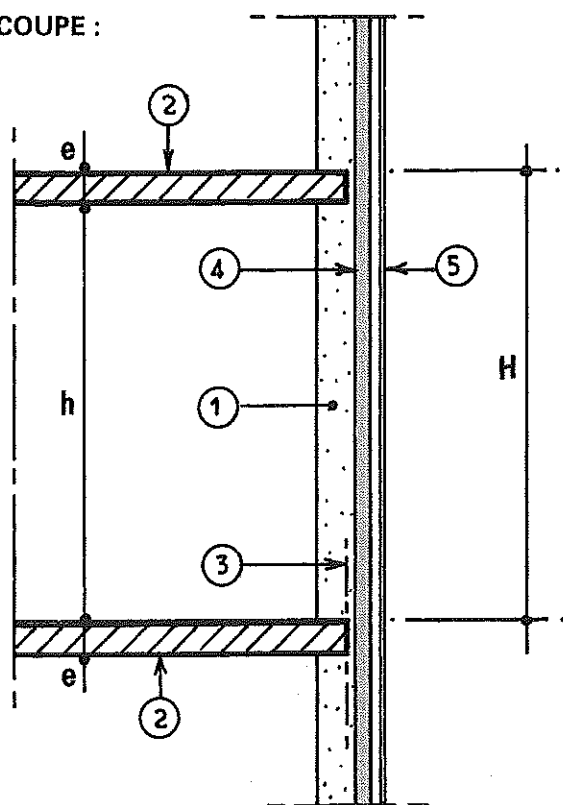
PLAN N°

C4

PLAN :



COUPE :



- ① Poteaux B.A.
  - ② Plancher-dalle (sans retombée)
  - ③ Nez de plancher
  - ④ Paroi intérieure (insérée entre refends)
  - ⑤ Paroi extérieure (rideau)
- } Façade rideau

L = Distance entre poteaux

L' = L + a = distance entr'axes (trame structure)

a = Cote poteau

H = Hauteur d'étage = h + e

h = Hauteur libre sous dalle

e = Epaisseur plancher

**Façade rideau intégrale : structure à poteaux  
et dalles (variante de C2)**

Echelle : —

CABINET

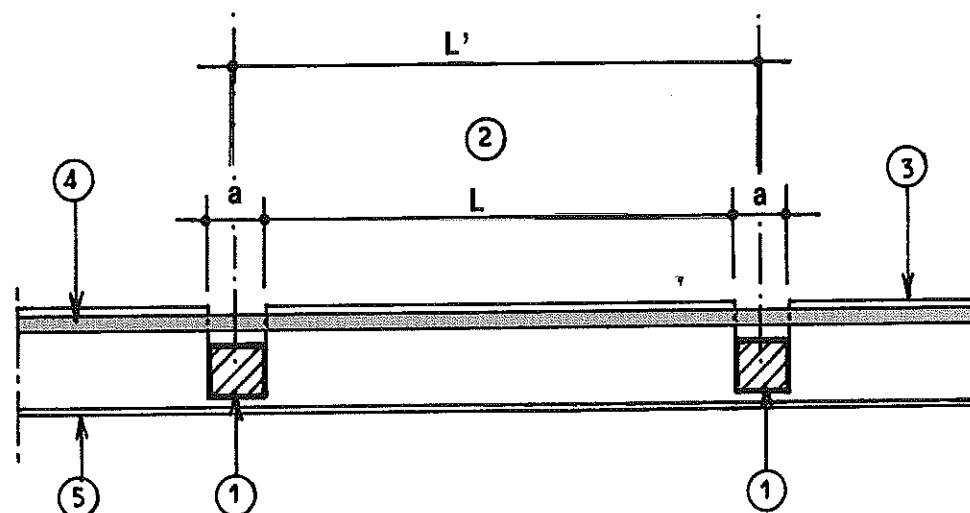
LE

PLAN N°

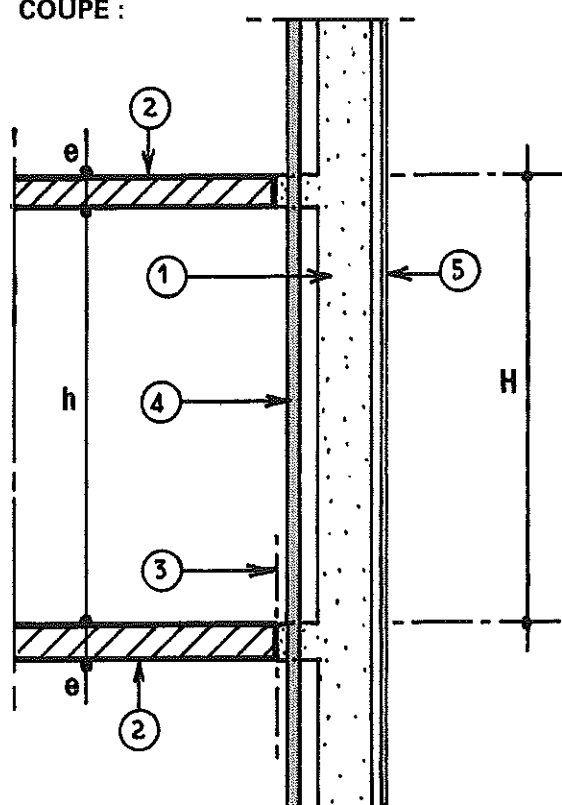


C5

PLAN :



COUPE :



- ① Poteaux B.A. (en avancée de la dalle)
  - ② Plancher-dalle (sans retombée)
  - ③ Nez de plancher
  - ④ Paroi intérieure continue
  - ⑤ Paroi extérieure (rideau)
- } Façade rideau

L = Distance entre poteaux

L' = Entr'axes poteaux (trame structure) = L + a

a = Cote poteau

H = Hauteur d'étage = h + e

h = Hauteur libre sous dalle

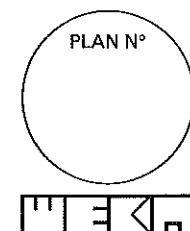
e = Epaisseur plancher

**Façade rideau intégrale : structure à poteaux  
et dalles (variante de C4)**

Echelle : —

CABINET

LE



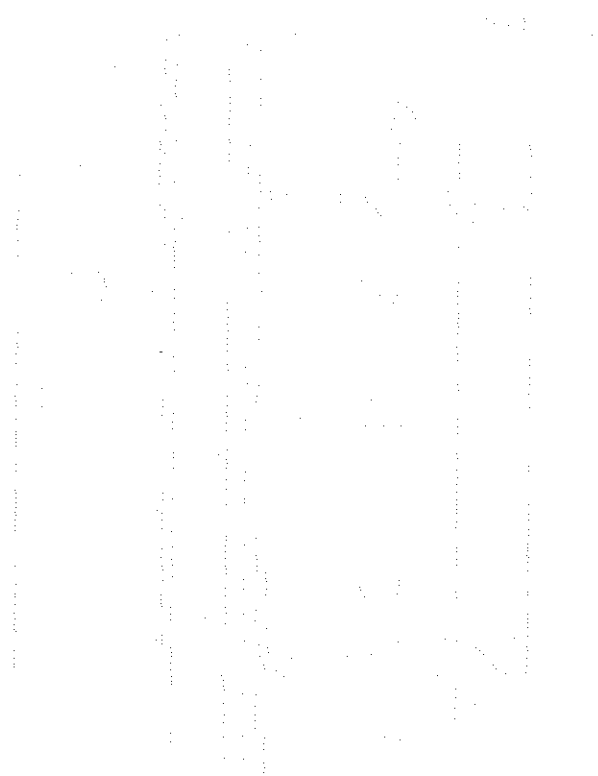
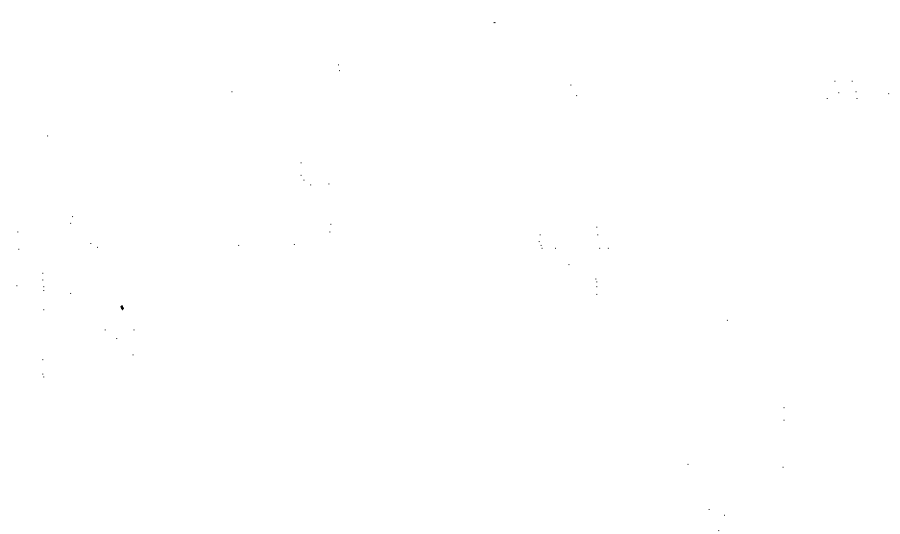
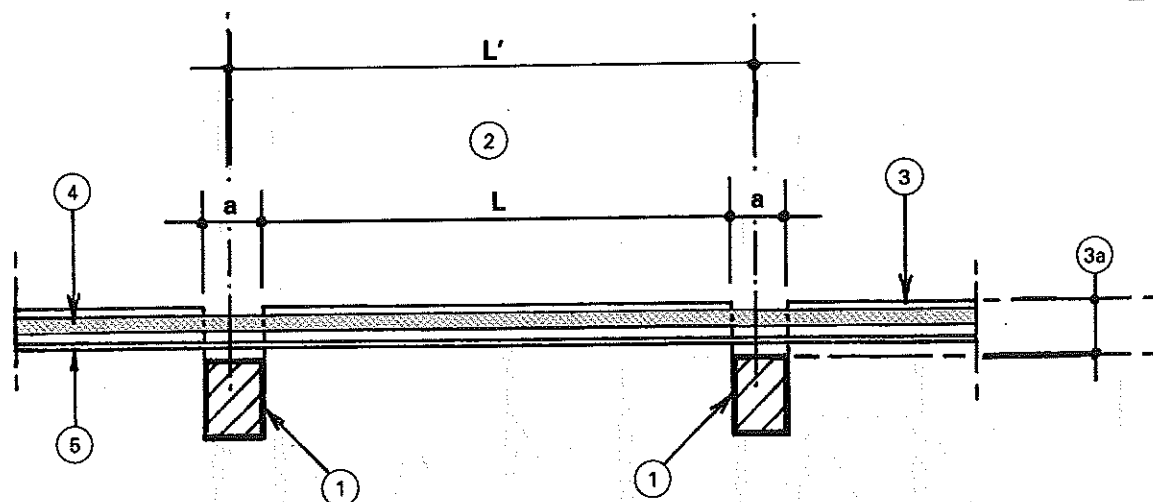


Diagram illustrating the structure of a vertical facade element, showing a grid of points and lines, with labels 'a' and 'b' indicating dimensions or sections.

C6



Plan

- (1) Poteaux BA apparents
- (2) Dalle-plancher
- (3) Nez de plancher
- (3a) Élément dalle d'appui sur poteau
- (4) Paroi intérieure } Façade rideau
- (5) Paroi extérieure }

$L$  = Distance entre poteaux

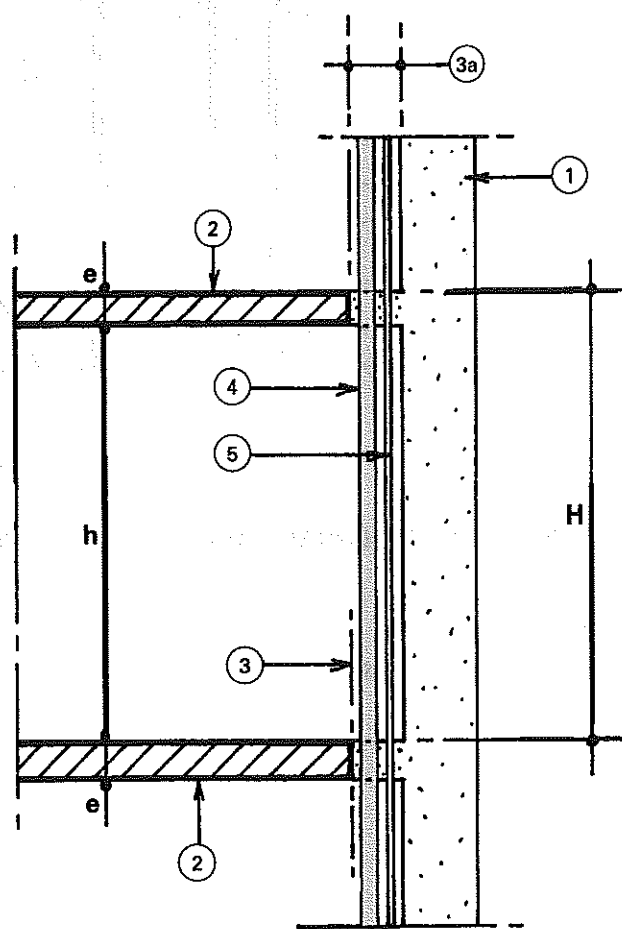
$L'$  = Entr'axe poteaux (trame structure) =  $L + a$

$a$  = Cote poteau

$H$  = Hauteur d'étage =  $L + e$

$h$  = Hauteur libre sous dalle

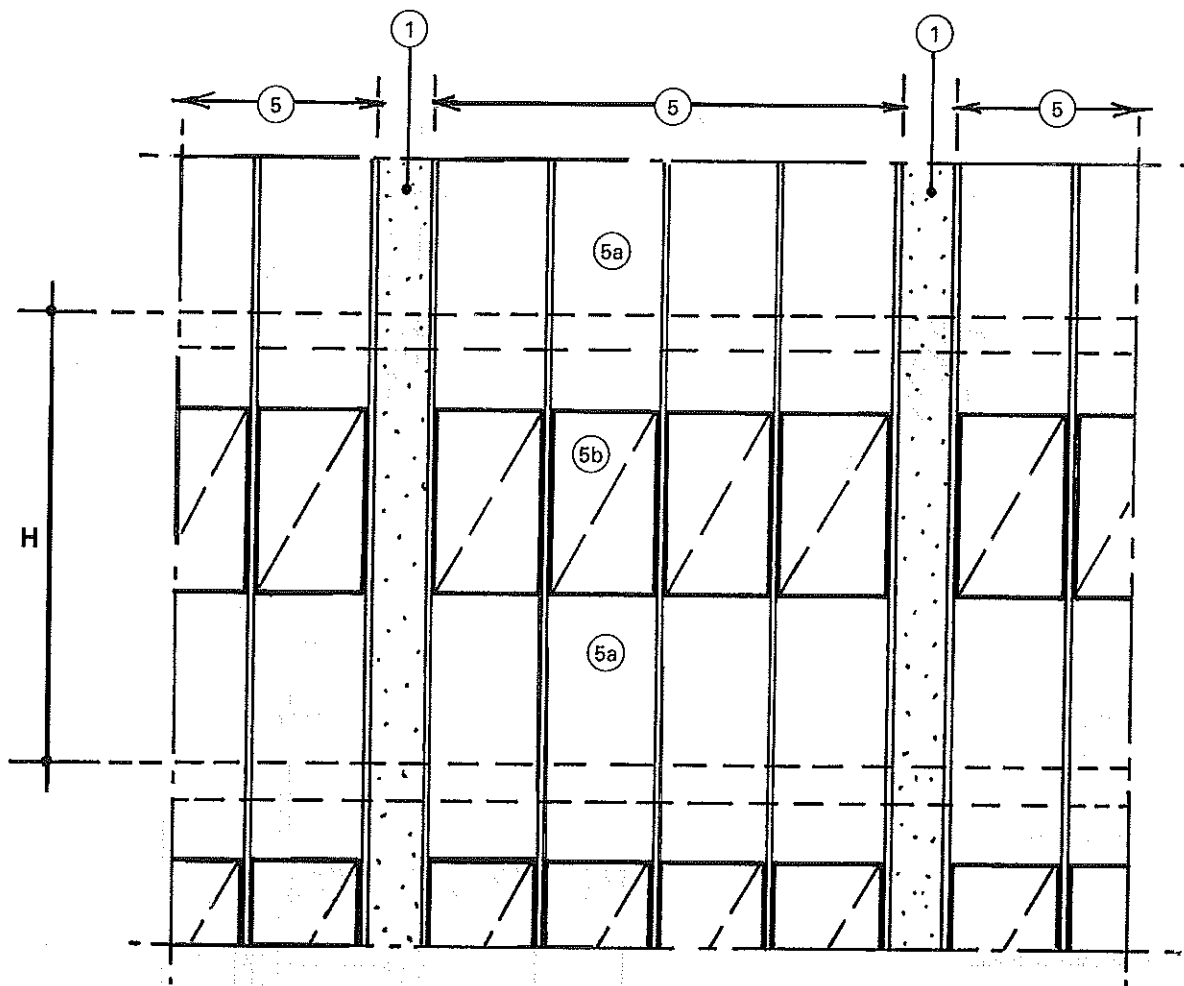
$e$  = Epaisseur plancher



Coupe

**FAÇADE RIDEAU INTÉGRALE : POTEAUX D'OSSATURE APPARENTS ENTIÈREMENT DÉGAGÉS**

C6



Elévation

### FAÇADE RIDEAU INTÉGRALE : POTEaux D'OSsATURE APPARENTS ENTièrement DÉGAGÉS

- ① Poteaux BA apparents
  - ⑤ Paroi extérieure, façade rideau
  - ⑤a Panneau opaque
  - ⑤b Baie
- $H =$  Hauteur d'étage  $= L + e$

*b) Façade rideau verticale*

<b>Dessins</b>	
Structure à refends transversaux porteurs	C7
Structure à poteaux et dalles (planchers-dalles)	C8
Structure à poteaux et dalles (variante)	C9

*c) Façade rideau : exemples*

– Exemple 1 : association poteaux ou voiles de structure avec les montants de panneaux du mur rideau.

<b>Dessin</b>	
Exemple 1 : accentuation des verticales	C10

– Exemple 2 : rideau en fonction de l'ossature B.A. (ou métal) non apparente en façade partie courante.

<b>Dessin</b>	
Exemple 2 : tramage en fonction de l'ossature (cachée)	C11

– Exemple 3 : tramage mur rideau et structure

**a** : les poteaux de structure sont placés près de la façade rideau.

**b** : les poteaux de structure sont dégagés de la façade rideau.

<b>Dessin</b>	
Exemple 3 : tramage en fonction de l'ossature (cachée)	C12

Les différentes dispositions peuvent conduire à une trame unique pour la façade rideau, poursuivie jusqu'à l'angle, ou à des panneaux d'angles spéciaux, qui dans certains cas peuvent être arrondis.

La structure de la façade est constituée de :

1. Les poutres

Les poutres sont des éléments structuraux qui supportent les charges de la façade. Elles sont généralement en acier ou en aluminium.

2. Les colonnes

Les colonnes sont des éléments structuraux qui supportent les charges de la façade. Elles sont généralement en acier ou en aluminium.

3. Les dalles

Les dalles sont des éléments structuraux qui supportent les charges de la façade. Elles sont généralement en acier ou en aluminium.

4. Les cloisons

Les cloisons sont des éléments structuraux qui supportent les charges de la façade. Elles sont généralement en acier ou en aluminium.

5. Les poteaux

Les poteaux sont des éléments structuraux qui supportent les charges de la façade. Ils sont généralement en acier ou en aluminium.

6. Les traverses

Les traverses sont des éléments structuraux qui supportent les charges de la façade. Elles sont généralement en acier ou en aluminium.

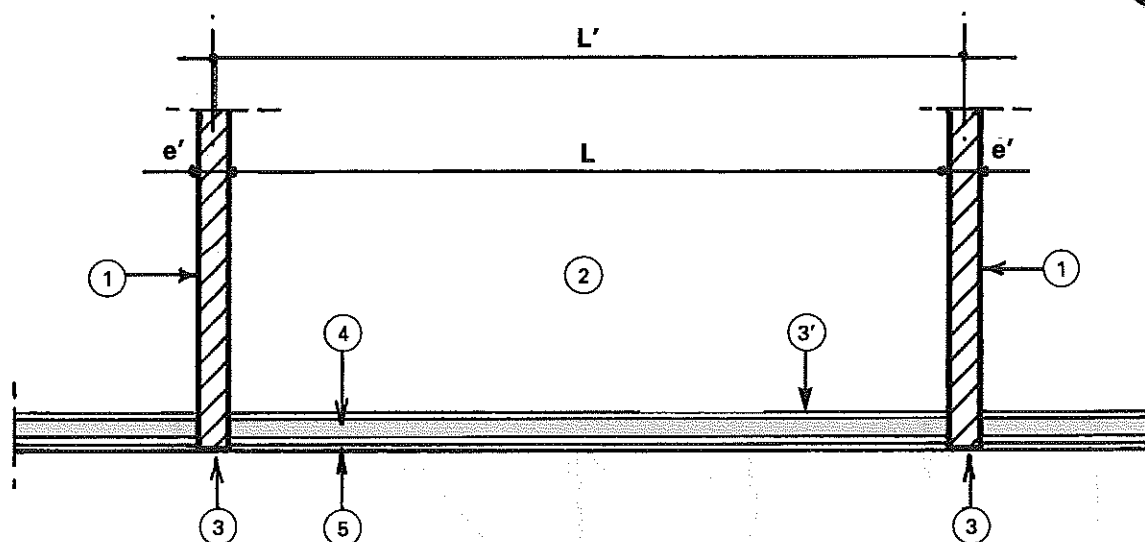
7. Les linteaux

Les linteaux sont des éléments structuraux qui supportent les charges de la façade. Ils sont généralement en acier ou en aluminium.

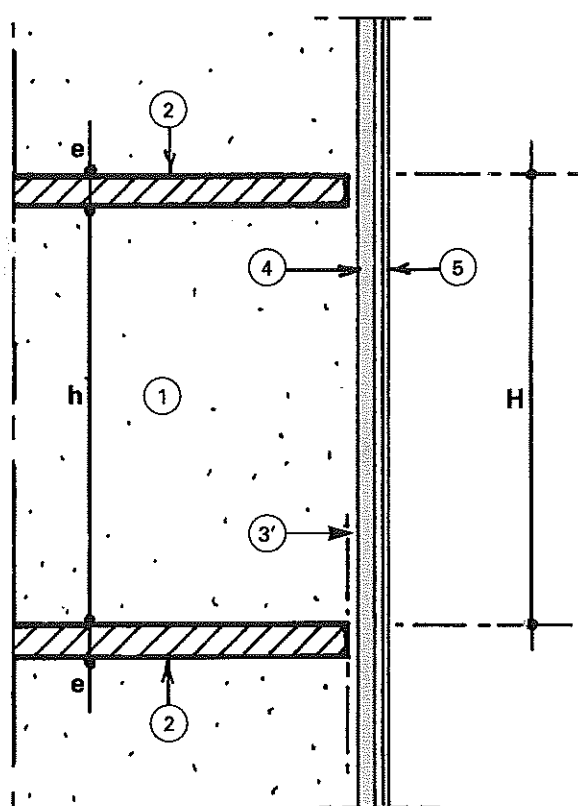
8. Les socles



C7



Plan

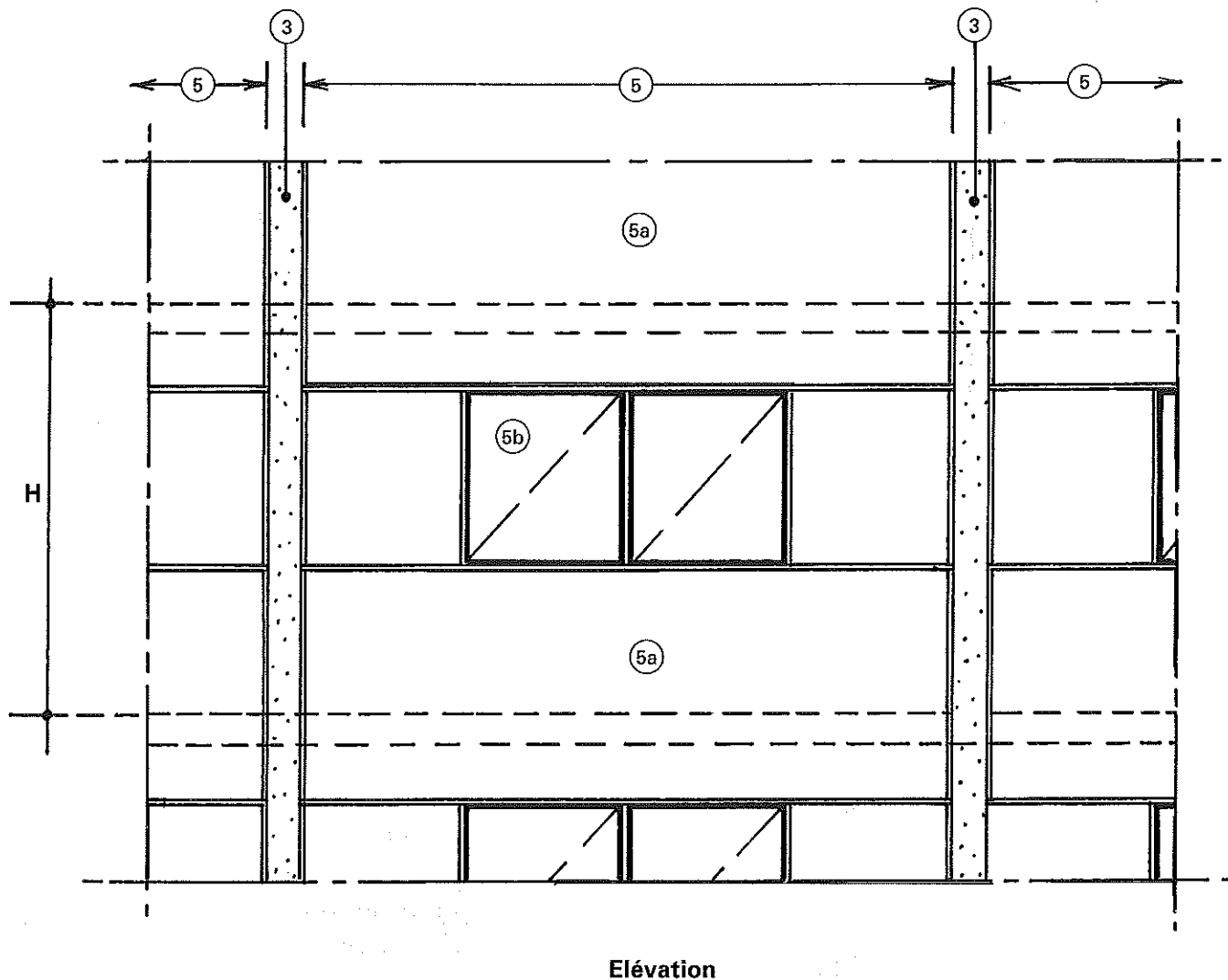


Coupe

- ① Murs-voiles refends transversaux
  - ② Dalle-plancher
  - ③ Nez de voile refend (face-vue)
  - ③' Nez de plancher
  - ④ Paroi intérieure
  - ⑤ Paroi extérieure
- } Façade rideau
- $L$  = Distance entre refends
- $L' = L + e'$  = distance entr'axes (trame)
- $e'$  = Epaisseur refend
- $H$  = Hauteur d'étage
- $h$  = Hauteur libre sous dalle
- $e$  = Epaisseur plancher

### FAÇADE RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À REFENDS TRANSVERSAUX PORTEURS

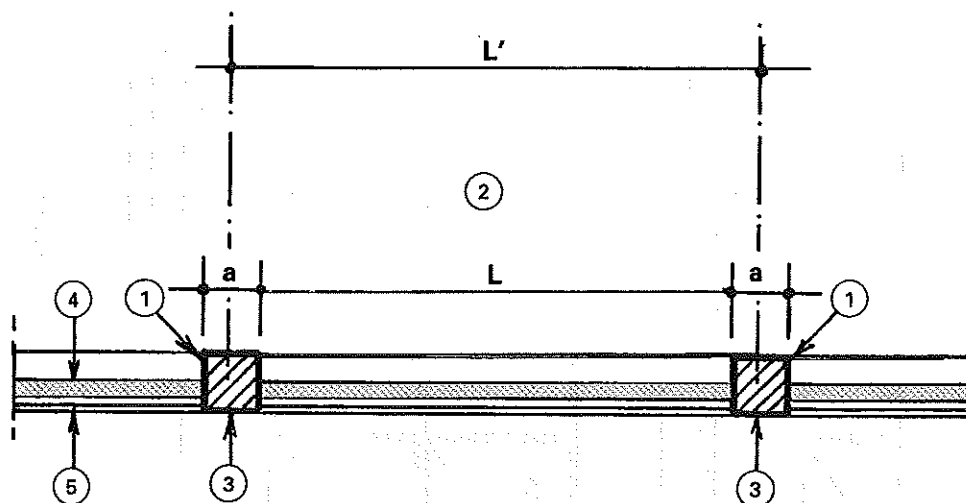
C7



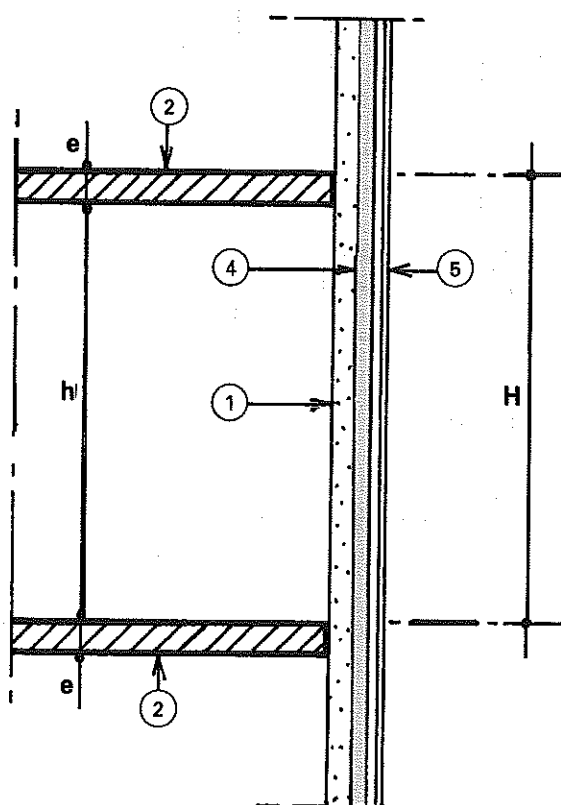
### FAÇADE RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À REFENDS TRANSVERSAUX PORTEURS

- ③ Nez de voile refend (face-vue)
- ⑤ Paroi extérieure, façade rideau
- ⑤a Paroi opaque
- ⑤b Baie
- H = Hauteur d'étage

C8



Plan

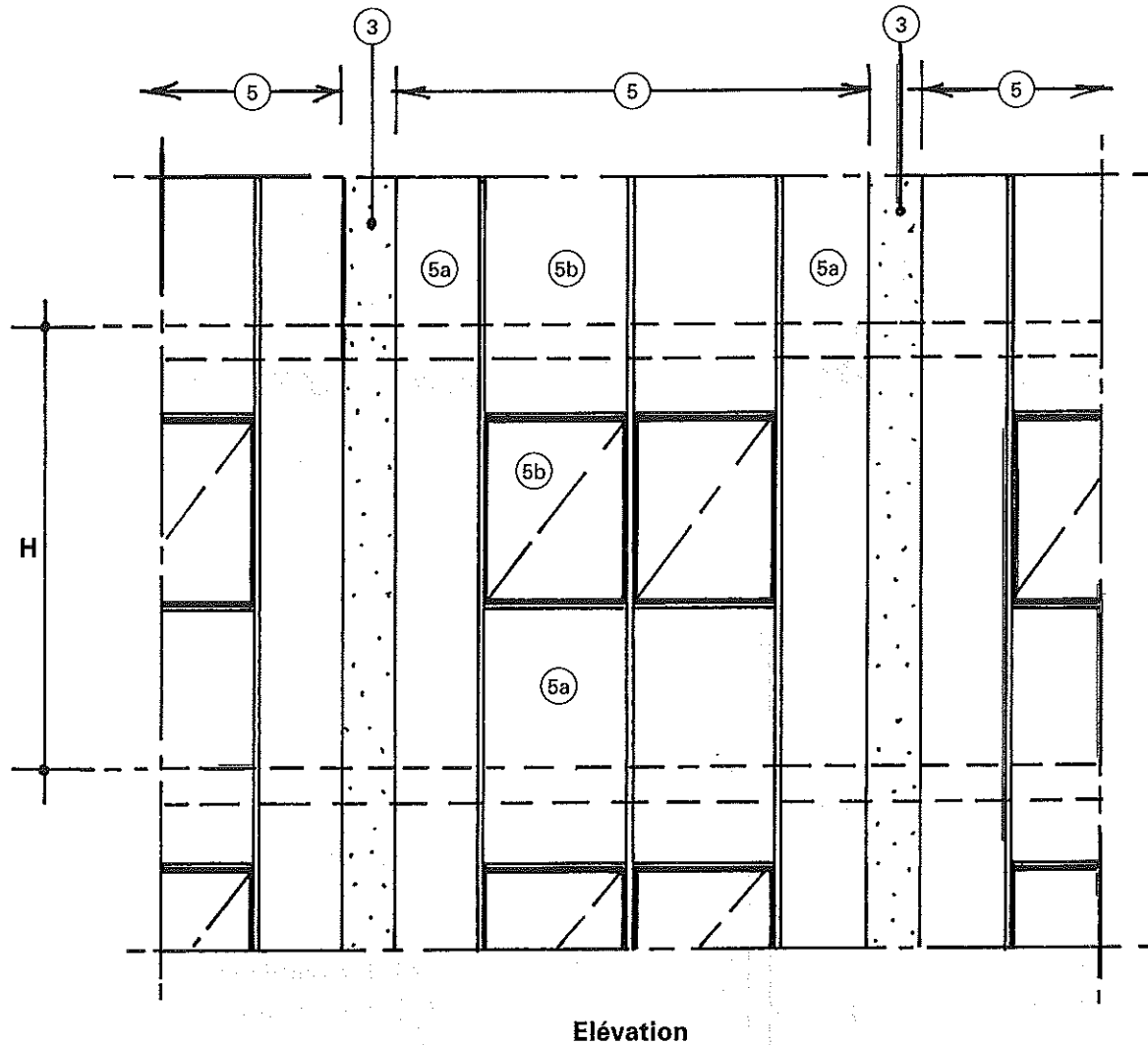


Coupe

- ① Poteau BA
- ② Dalle-plancher
- ③ Face-vue (façade) du poteau
- ④ Paroi intérieure } Façade rideau
- ⑤ Paroi extérieure }
- $L$  = Distance entre poteaux
- $L'$  = Distance entr'axes =  $L + a$
- $H$  = Hauteur d'étage =  $h + e$
- $h$  = Hauteur libre sous dalle
- $e$  = Epaisseur plancher
- $a$  = Cote poteau

### FAÇADE RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À POTEAUX ET DALLES (PLANCHERS-DALLES)

C8

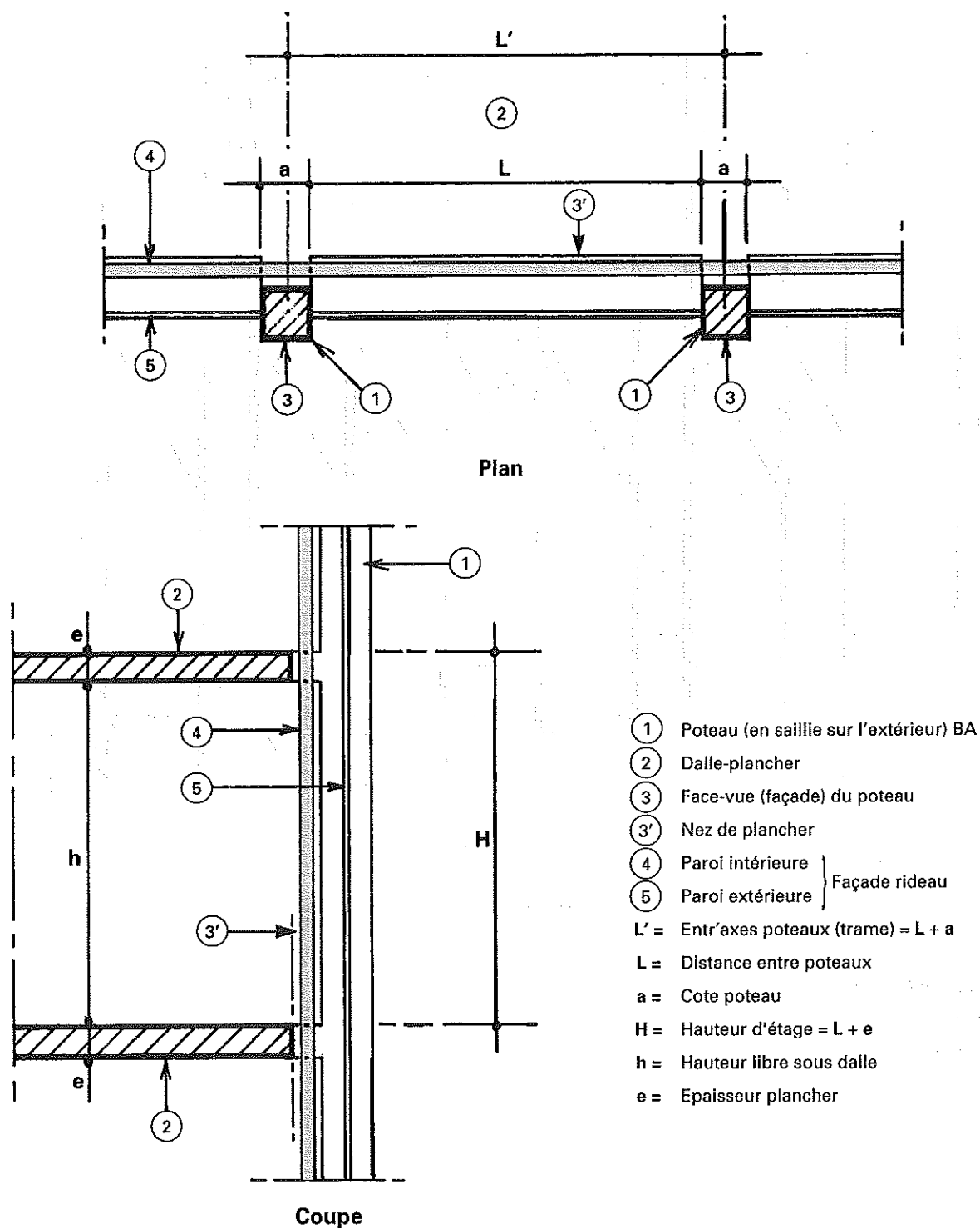


### FAÇADE RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À POTEUX ET DALLES (PLANCHERS-DALLES)

- ③ Face vue (façade) du poteau
- ⑤ Paroi extérieure, façade rideau
- ⑤a Paroi opaque
- ⑤b Baie

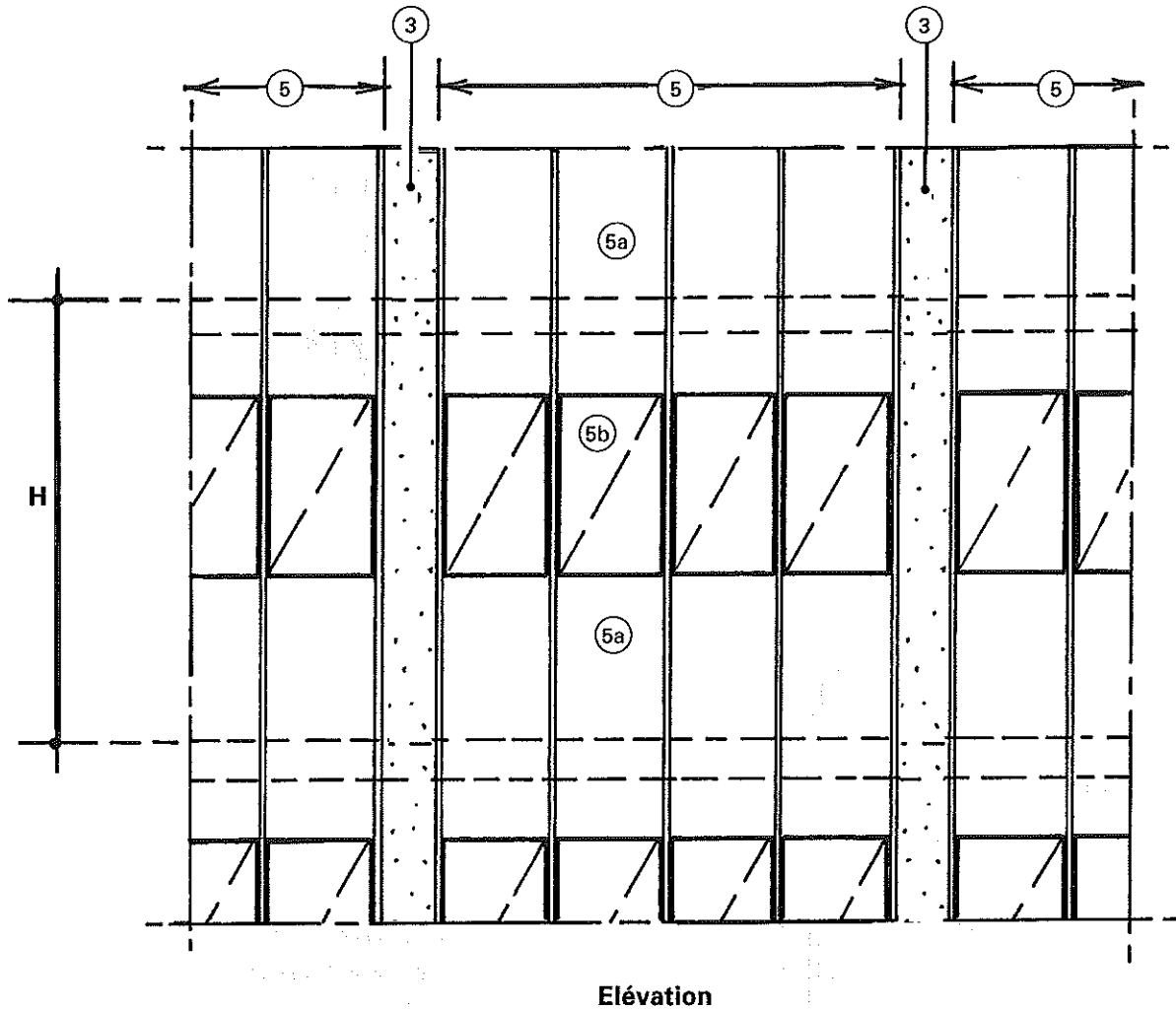
H = Hauteur d'étage = h + e

C9



FAÇADE RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À POTEAUX ET DALLES (VARIANTE)

C9

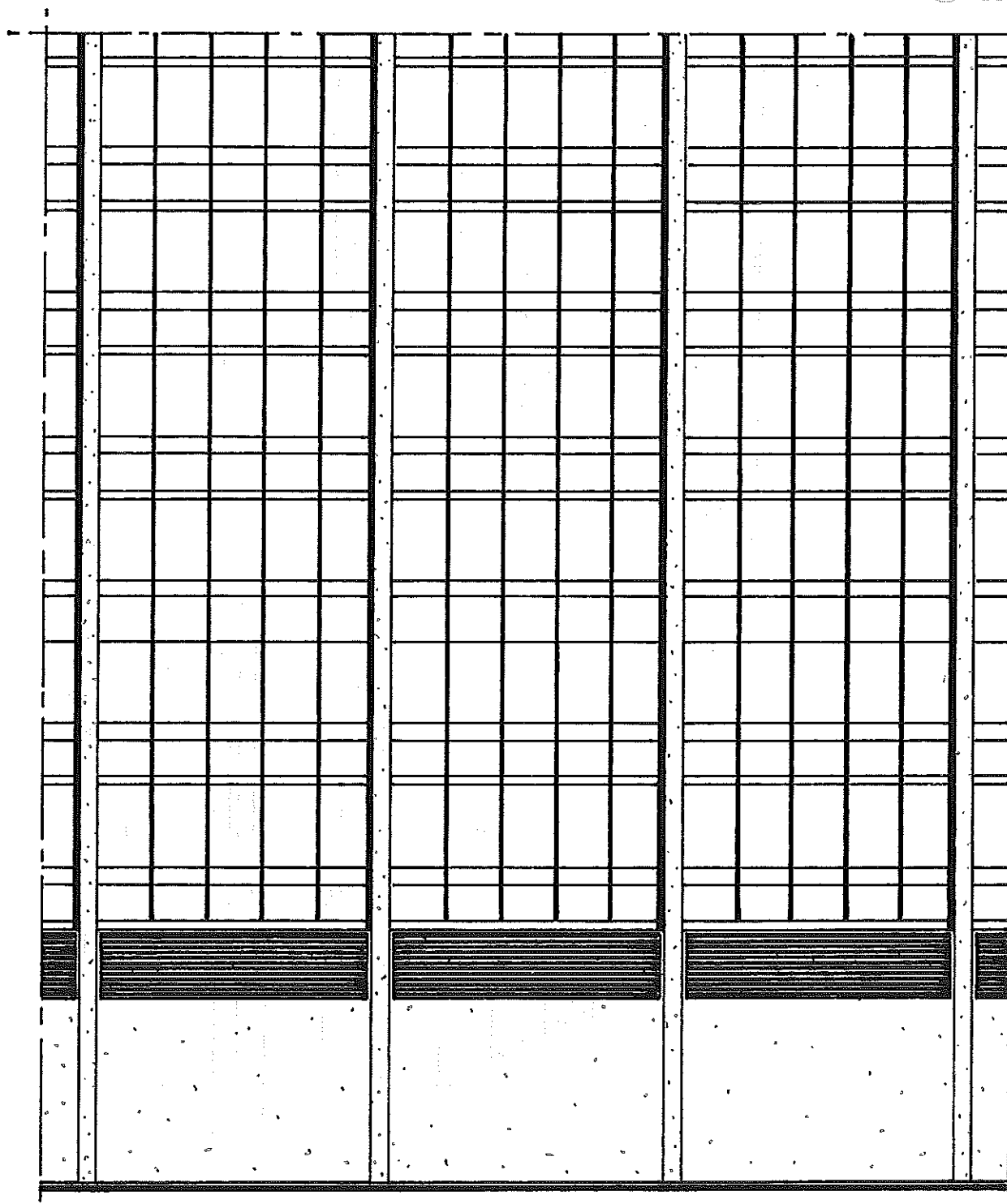


### FAÇADE RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À POTEAUX ET DALLES (VARIANTE)

- ③ Face vue (façade) du poteau
- ⑤ Paroi extérieure, façade rideau
- ⑤a Paroi opaque
- ⑤b Baie

H = Hauteur d'étage = L + e

C10



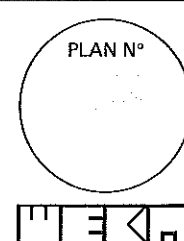
– association poteaux ou voiles structure  
et montants de panneaux murs rideau

**Façade rideau – Exemple 1 : accentuation des verticales**

Echelle : –

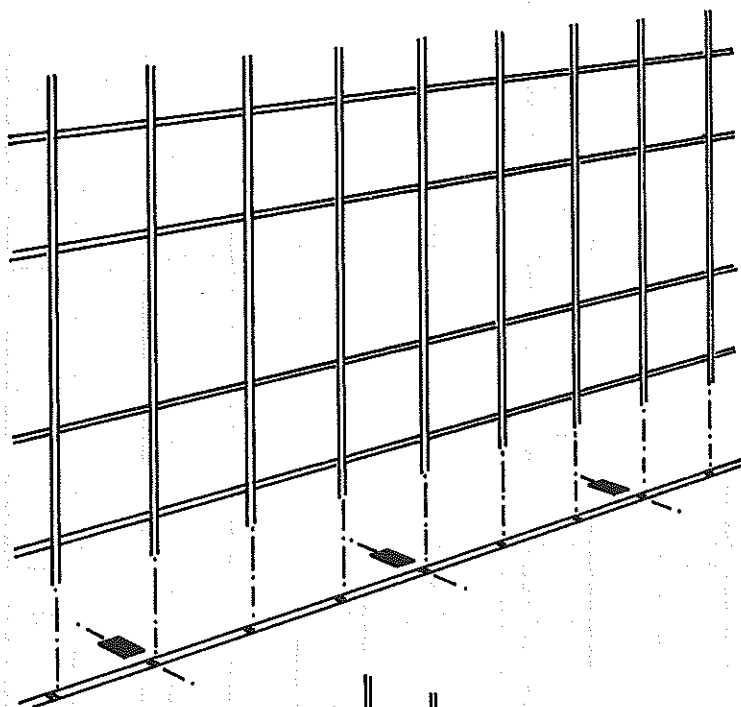
CABINET

LE

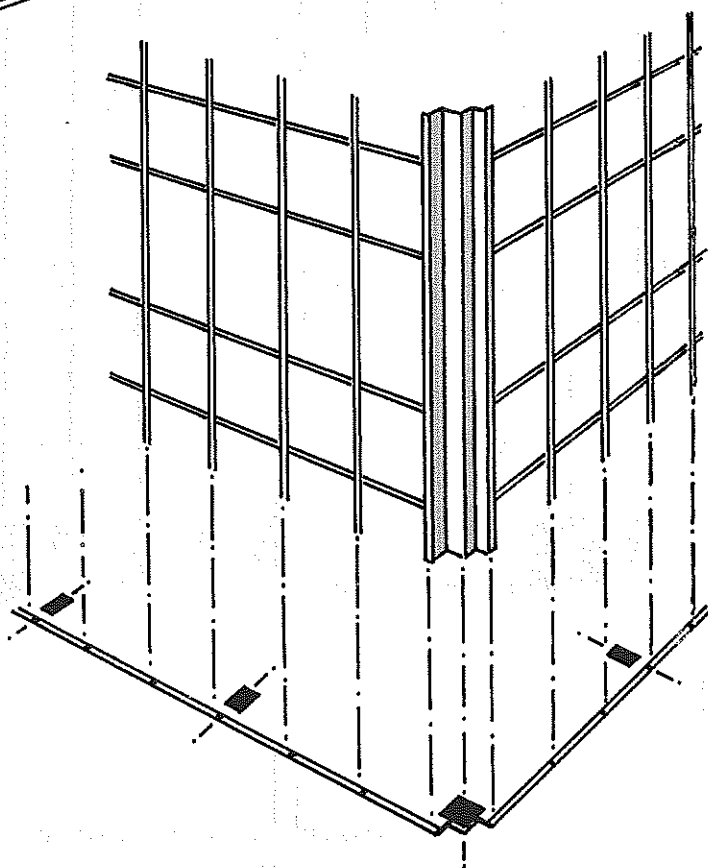


C11

a – Partie courante



b – Détail angle



**Façade rideau – Exemple 2 : tramage en fonction  
de l'ossature (cachée)**

Echelle : –

CABINET

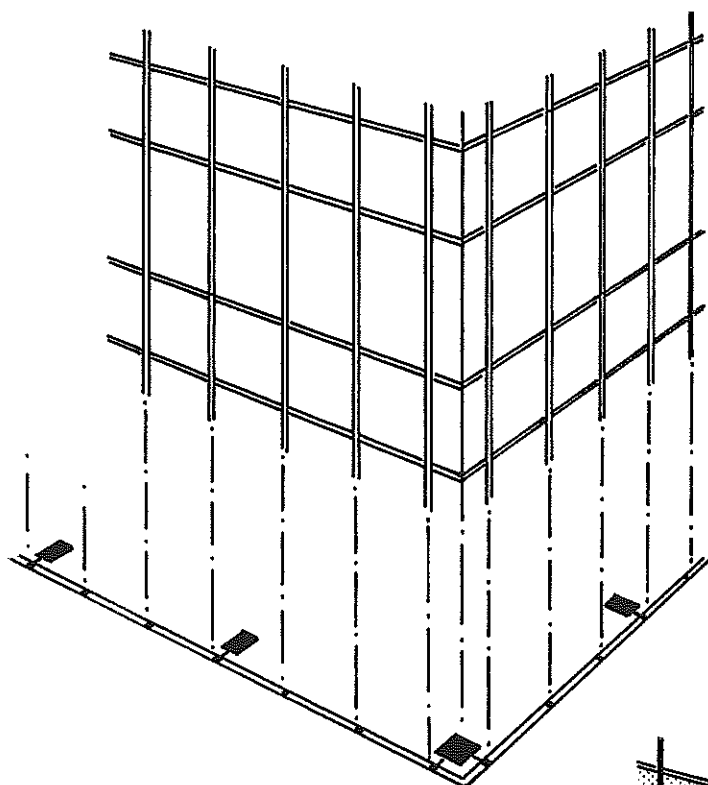
LE

PLAN N°

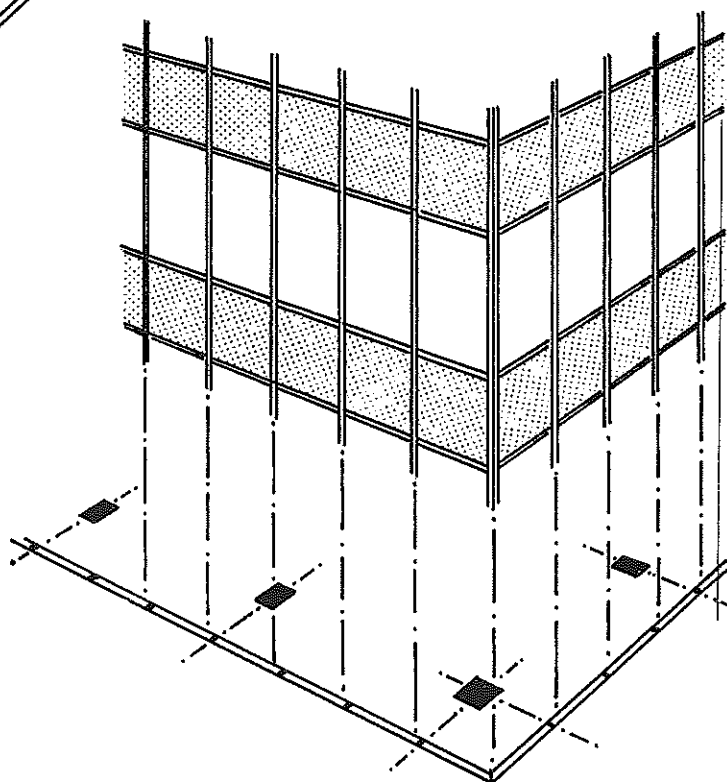




## C12



a – Poteaux près façade

b – Poteaux dégagés  
par rapport aux façades

**Façade rideau – Exemple 3 : tramage en fonction  
de l'ossature (cachée)**

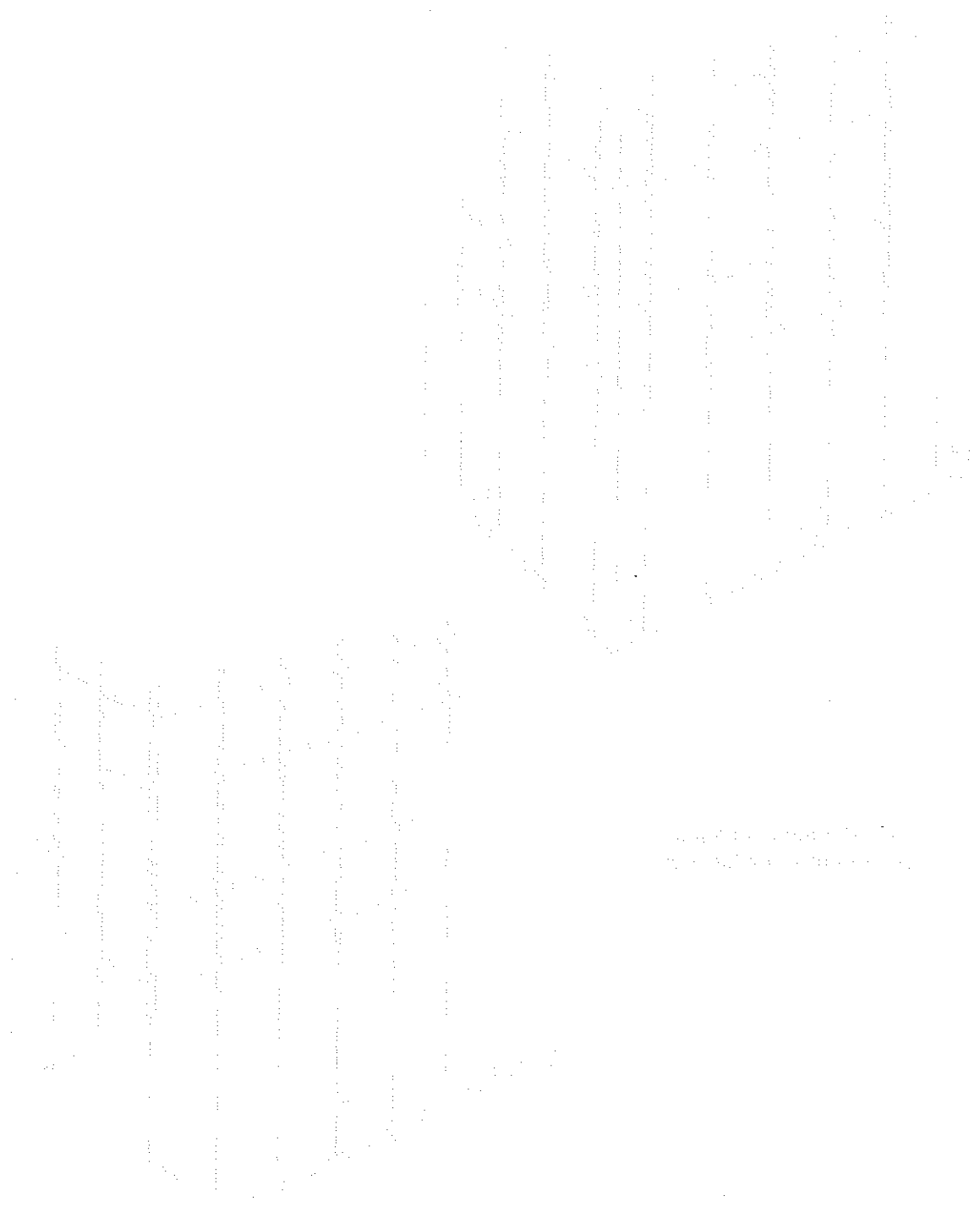
Echelle : –

CABINET

LE

PLAN N°





- Exemple 4 : accentuation des verticales :
  - de l'ossature proprement dite (renforcée par des montants de façade légère) ;
  - des panneaux de la façade rideau.

---

**Dessin**

---

---

Exemple 4 : accentuation des verticalesC13

---

– Exemple 5 : accentuation des lignes verticales uniquement par la façade légère.

– Exemple 6 : façade « plate » sans reliefs apparents.

Trame régulière avec répétition des panneaux comportant une allège et une baie (sauf angle).

---

**Dessin**

---

---

Exemples 5 et 6C14

---

– Exemple 7 : la structure est accusée dans le sens vertical (poteaux apparents ou habillage tôle).

La façade légère comporte des panneaux en relief (pointes de diamant).

– Exemple 8 : l'accentuation des verticales de la structure est moins forcée.

C'est la répétition par superposition dans le sens vertical des panneaux, ainsi que le format vertical des baies, qui donnent l'accentuation des verticales. Seules les parties allège sont en relief.

---

**Dessin**

---

---

Exemples 7 et 8C15

---

Le principe de la structure est simple : une ossature métallique (acier ou aluminium) supporte des panneaux de verre ou de plexiglas. Les panneaux sont fixés à l'ossature par des joints d'étanchéité.

La structure est conçue pour résister aux charges de vent et de neige. Les panneaux sont protégés contre les chocs par une couche de plexiglas ou de verre trempé.

Le principe de la structure est simple : une ossature métallique (acier ou aluminium) supporte des panneaux de verre ou de plexiglas. Les panneaux sont fixés à l'ossature par des joints d'étanchéité.

La structure est conçue pour résister aux charges de vent et de neige. Les panneaux sont protégés contre les chocs par une couche de plexiglas ou de verre trempé.

Le principe de la structure est simple : une ossature métallique (acier ou aluminium) supporte des panneaux de verre ou de plexiglas. Les panneaux sont fixés à l'ossature par des joints d'étanchéité.

La structure est conçue pour résister aux charges de vent et de neige. Les panneaux sont protégés contre les chocs par une couche de plexiglas ou de verre trempé.

Le principe de la structure est simple : une ossature métallique (acier ou aluminium) supporte des panneaux de verre ou de plexiglas. Les panneaux sont fixés à l'ossature par des joints d'étanchéité.

La structure est conçue pour résister aux charges de vent et de neige. Les panneaux sont protégés contre les chocs par une couche de plexiglas ou de verre trempé.

Le principe de la structure est simple : une ossature métallique (acier ou aluminium) supporte des panneaux de verre ou de plexiglas. Les panneaux sont fixés à l'ossature par des joints d'étanchéité.

La structure est conçue pour résister aux charges de vent et de neige. Les panneaux sont protégés contre les chocs par une couche de plexiglas ou de verre trempé.

Le principe de la structure est simple : une ossature métallique (acier ou aluminium) supporte des panneaux de verre ou de plexiglas. Les panneaux sont fixés à l'ossature par des joints d'étanchéité.

La structure est conçue pour résister aux charges de vent et de neige. Les panneaux sont protégés contre les chocs par une couche de plexiglas ou de verre trempé.

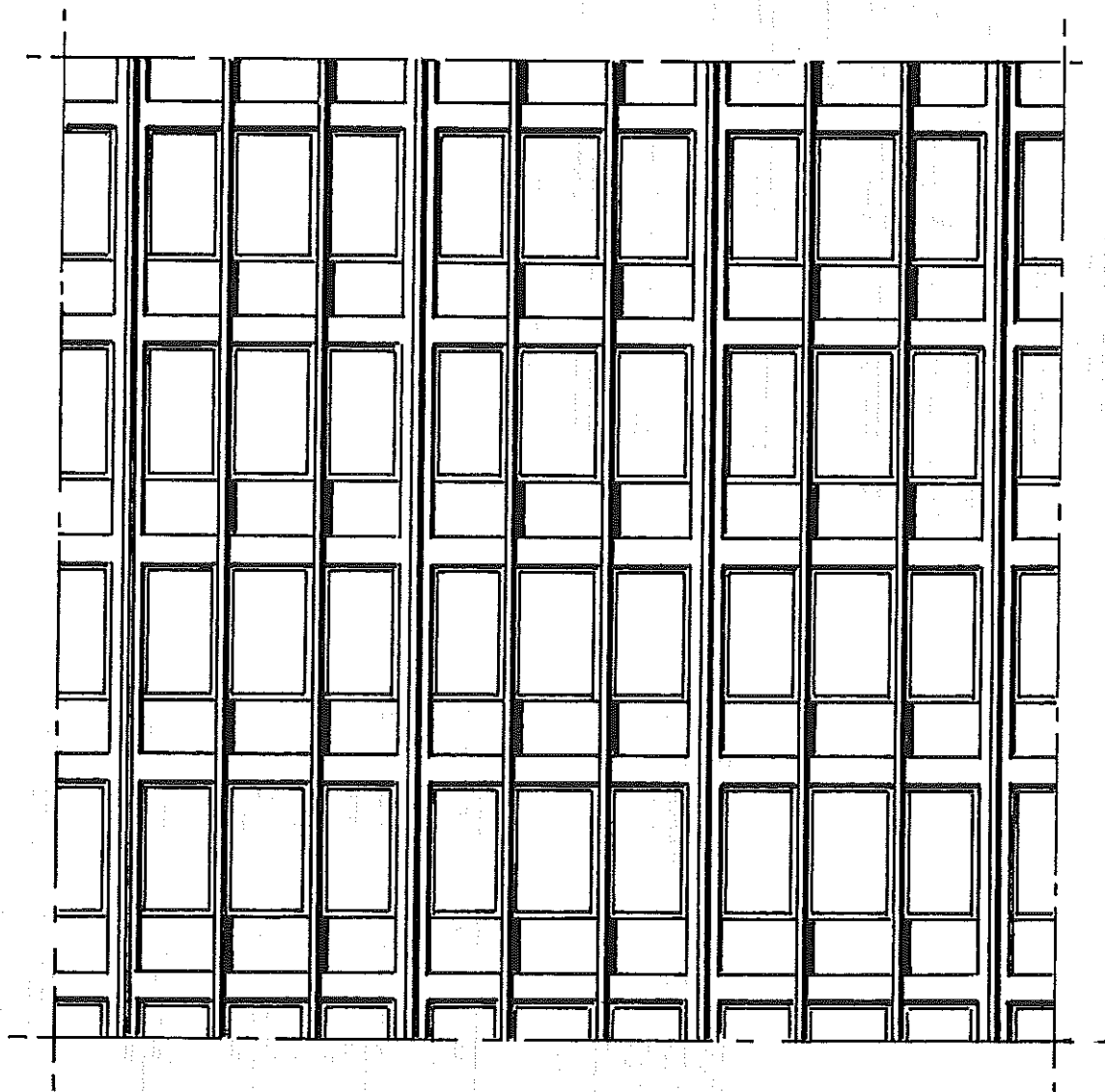
Le principe de la structure est simple : une ossature métallique (acier ou aluminium) supporte des panneaux de verre ou de plexiglas. Les panneaux sont fixés à l'ossature par des joints d'étanchéité.

La structure est conçue pour résister aux charges de vent et de neige. Les panneaux sont protégés contre les chocs par une couche de plexiglas ou de verre trempé.

Le principe de la structure est simple : une ossature métallique (acier ou aluminium) supporte des panneaux de verre ou de plexiglas. Les panneaux sont fixés à l'ossature par des joints d'étanchéité.

La structure est conçue pour résister aux charges de vent et de neige. Les panneaux sont protégés contre les chocs par une couche de plexiglas ou de verre trempé.

## C13



Accentuation :

- de l'ossature proprement dite
- des panneaux de la façade rideau

**Façade rideau – Exemple 4 : accentuation des verticales**

Echelle : –

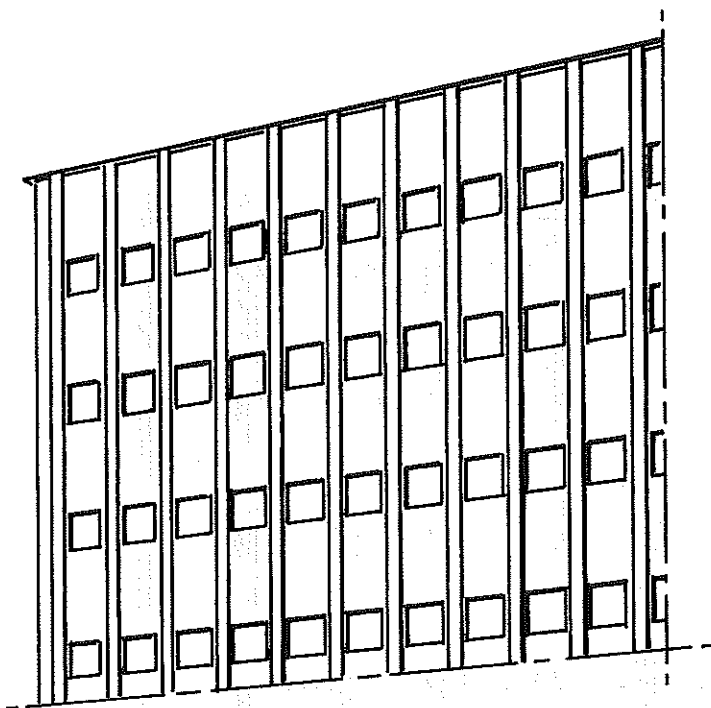
CABINET

LE

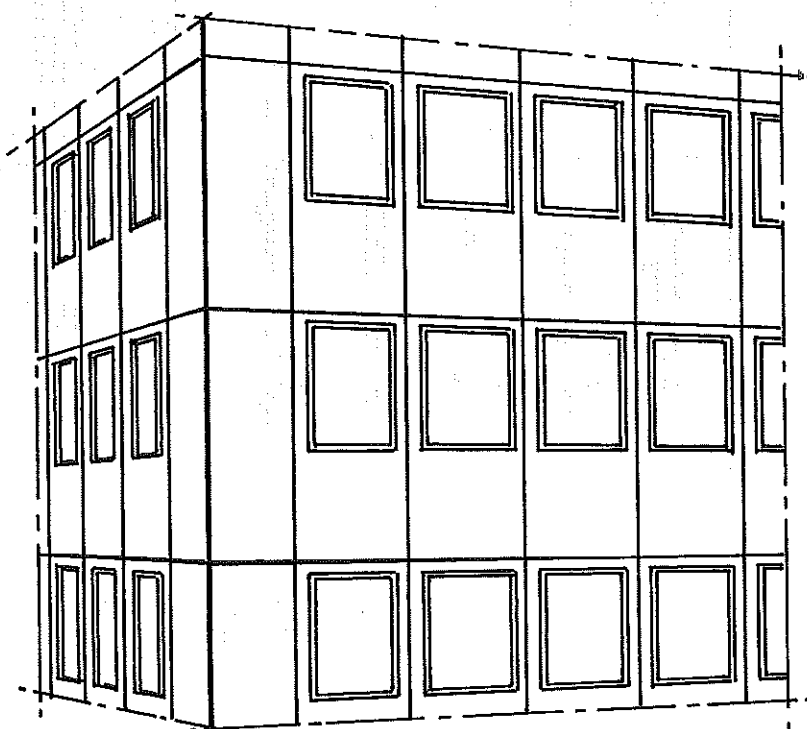
PLAN N°



C14



Ex. 5



Ex. 6

### Façade rideau – Exemples 5 et 6

CABINET

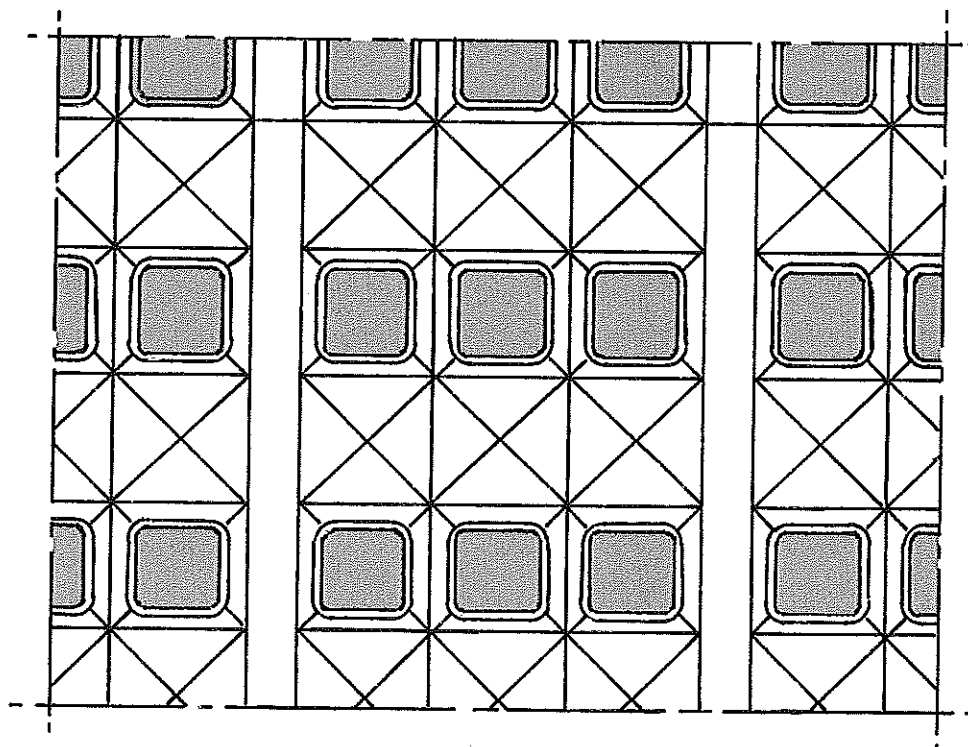
Echelle : —

LE

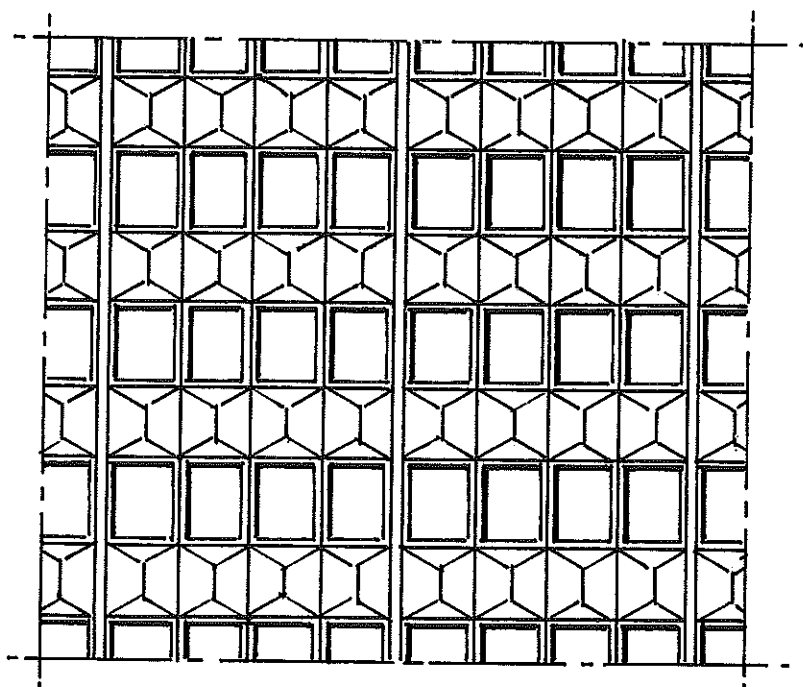
PLAN N°



C15



Ex. 7



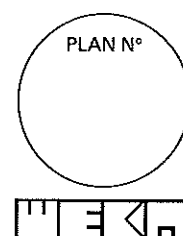
Ex. 8

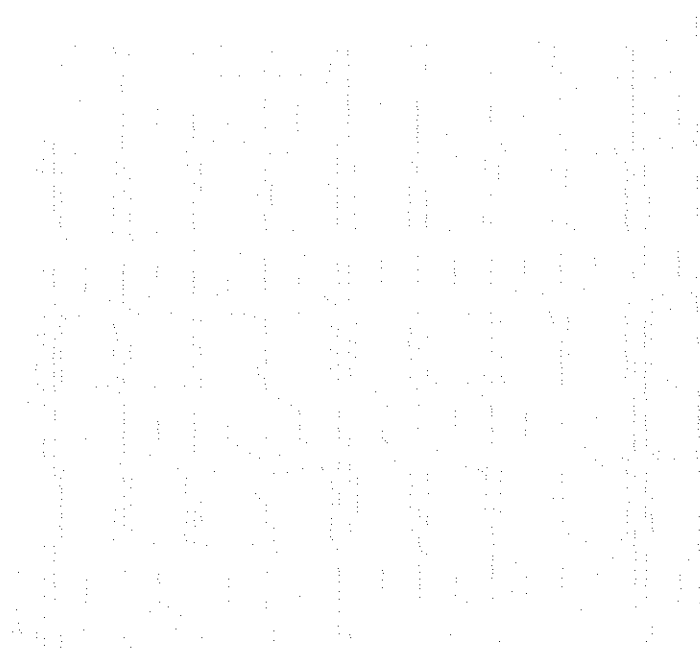
**Façade rideau – Exemples 7 et 8**

Echelle : –

CABINET

LE







### 3. Façade semi-rideau

#### *a) Façade semi-rideau intégrale*

---

##### Dessins

---

Structure à refends transversaux porteurs	C16
Structure à poteaux et planchers-dalles	C17
Structure à poteaux et planchers-dalles (variante)	C18
Structure à poteaux et planchers-dalles (variante)	C19

---

#### *b) Façade semi-rideau verticale*

---

##### Dessins

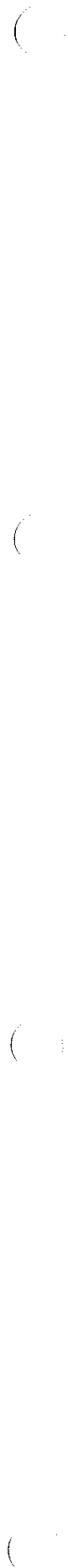
---

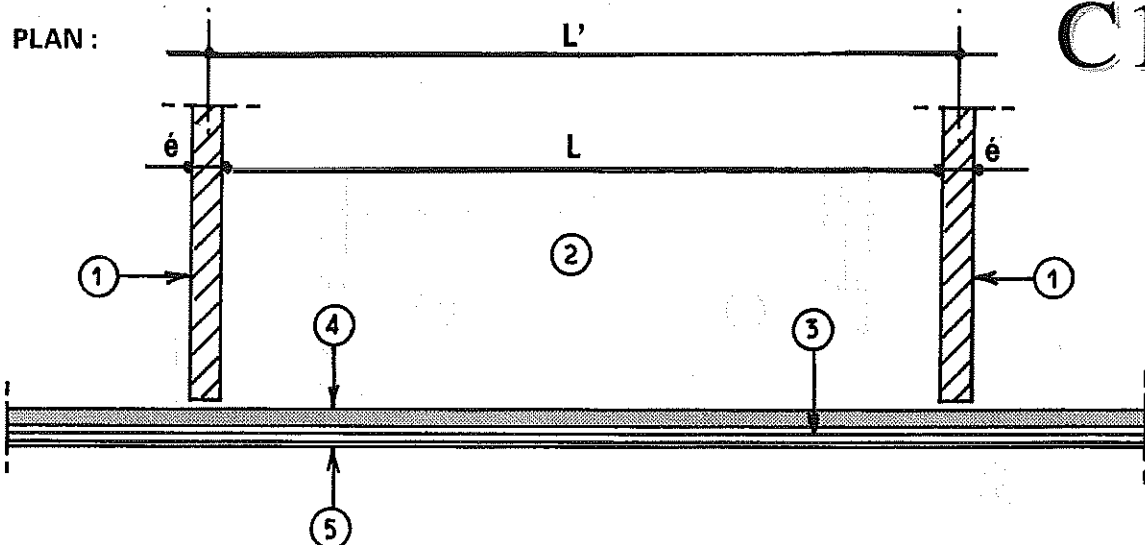
Structure à refends transversaux porteurs	C20
Structure à poteaux et planchers-dalles	C21

---

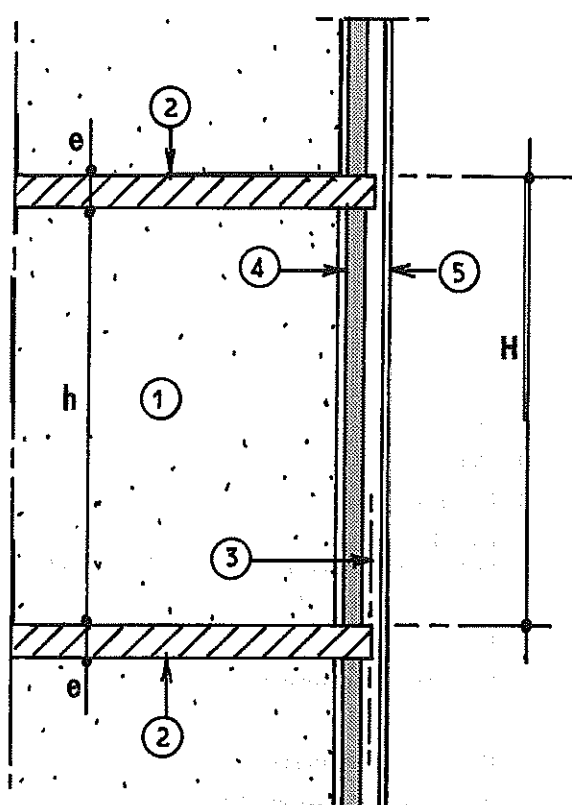
Les façades légères sont des structures verticales qui permettent de séparer l'intérieur d'un bâtiment de l'extérieur tout en laissant passer la lumière. Elles sont généralement constituées d'un cadre métallique ou en bois, sur lequel sont fixés des panneaux de verre, de plexiglas ou de polycarbonate. Les façades légères offrent de nombreux avantages, notamment une grande luminosité, une isolation thermique et acoustique, et une maintenance simplifiée.

Il est important de choisir le matériau et le système de fixation adaptés à l'usage et à l'environnement de la façade. Les façades légères peuvent être utilisées pour des locaux commerciaux, des écoles, des hôpitaux ou des habitations.





**COUPE :**



- ① Refends transversaux porteurs
  - ② Dalle-plancher
  - ③ Nez de plancher
  - ④ Paroi intérieure (prise entre dalles)
  - ⑤ Paroi extérieure (filante)
- } Façade semi-rideau intégrale

$L' =$  Entr'axes refends (trame)  $= L + e'$

$L =$  Distance entre refends

$e =$  Epaisseur refends

$H =$  Hauteur d'étage  $= h + e$

$h =$  Hauteur libre sous dalle

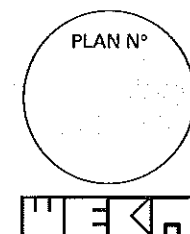
$e =$  Epaisseur planchers

**Façade semi-rideau intégrale : structure  
à refends transversaux porteurs**

Echelle : —

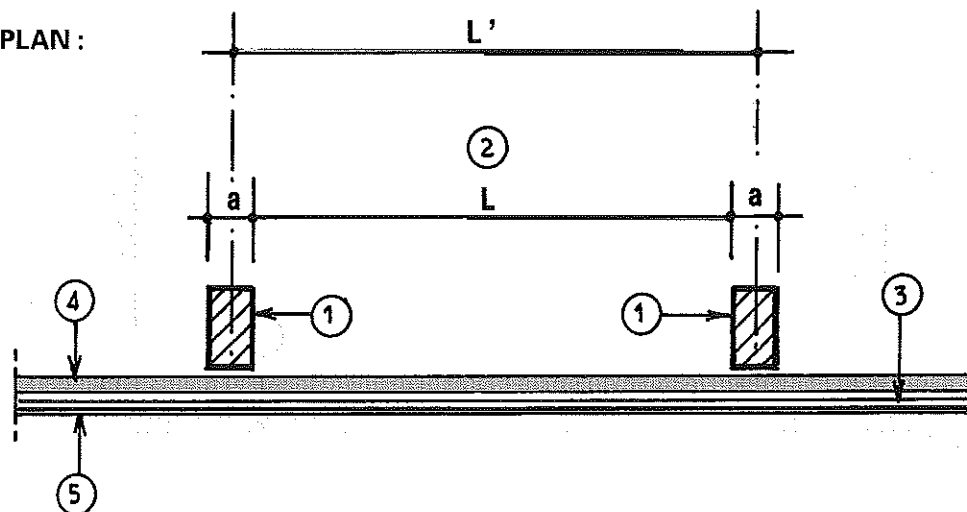
CABINET

LE

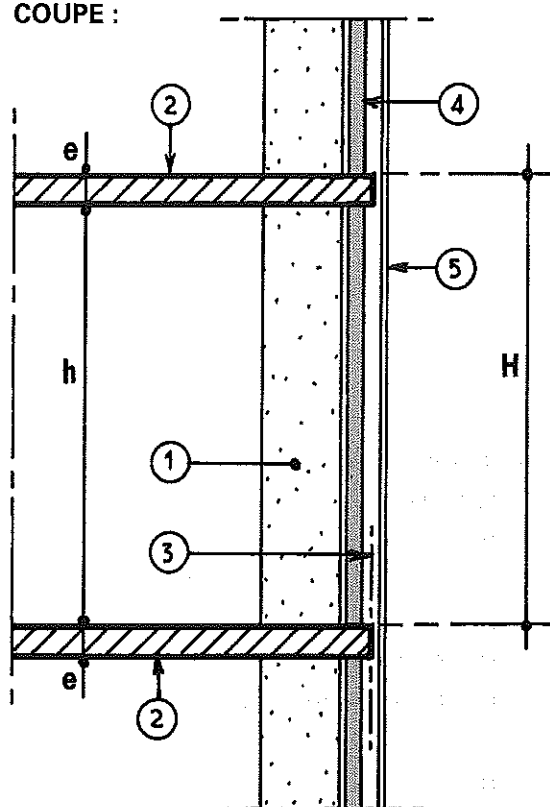


C17

PLAN :



COUPE :



- ① Poteaux B.A.
  - ② Plancher-dalle
  - ③ Nez de plancher
  - ④ Paroi intérieure (insérée entre dalles)
  - ⑤ Paroi extérieure (rideau)
- } Façade semi-rideau

$L' =$  Entr'axes poteaux (trame) =  $L + a$

$L =$  Distance entre poteaux

$a =$  Cote poteau

$H =$  Hauteur d'étage =  $h + e$

$h =$  Hauteur libre sous dalle

$e =$  Epaisseur dalle

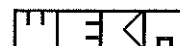
**Façade semi-rideau intégrale : structures à poteaux et planchers-dalles**

Echelle : —

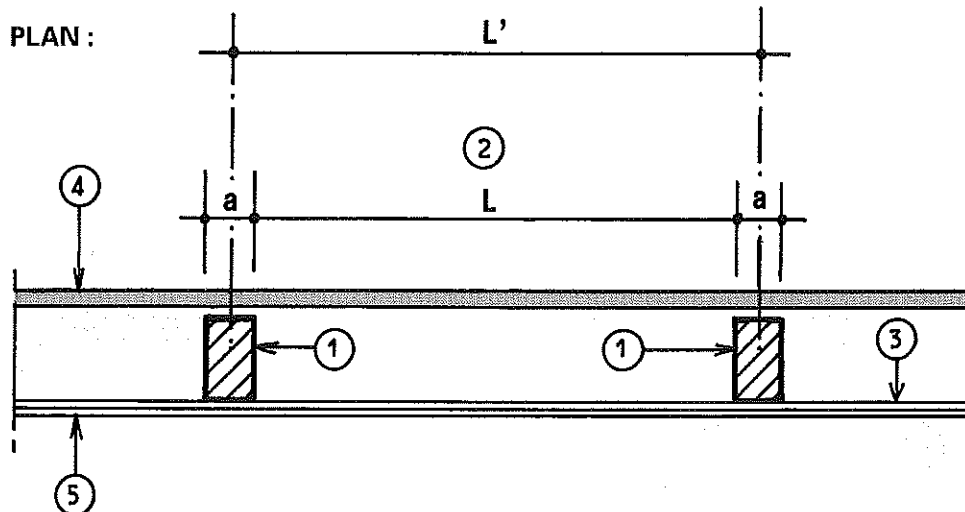
CABINET

LE

PLAN N°



C18

COUPE :

- ① Poteaux B.A.
- ② Plancher-dalle
- ③ Nez de plancher
- ④ Paroi intérieure (insérée entre dalles)
- ⑤ Paroi extérieure (rideau)

} Façade semi-rideau

$L' =$  Entr'axes poteaux  $= L + a$

$L =$  Distance entre poteaux

$a =$  Largeur poteau

$H =$  Hauteur d'étage  $= h + e$

$h =$  Hauteur libre sous dalle

$e =$  Epaisseur dalle

**Façade semi-rideau intégrale : structure à poteaux et planchers-dalles (variante)**

Echelle : —

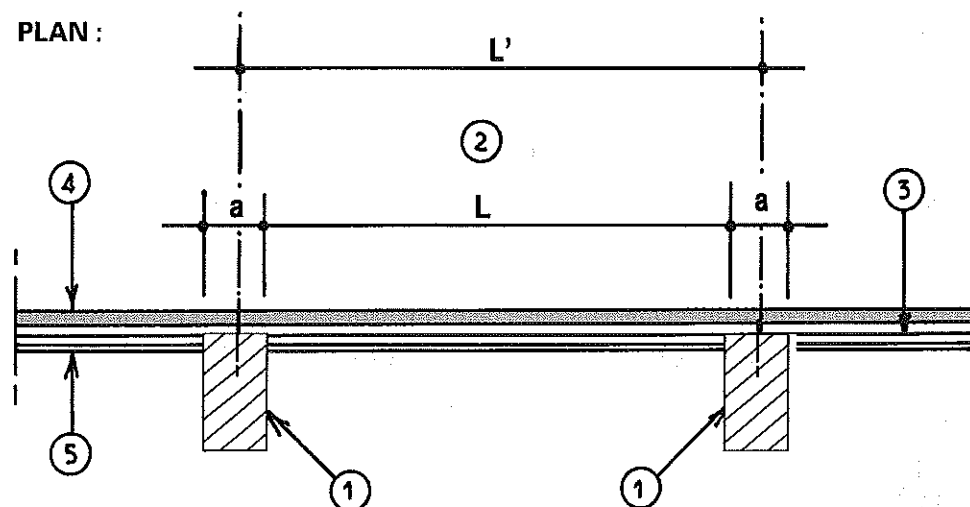
CABINET

LE

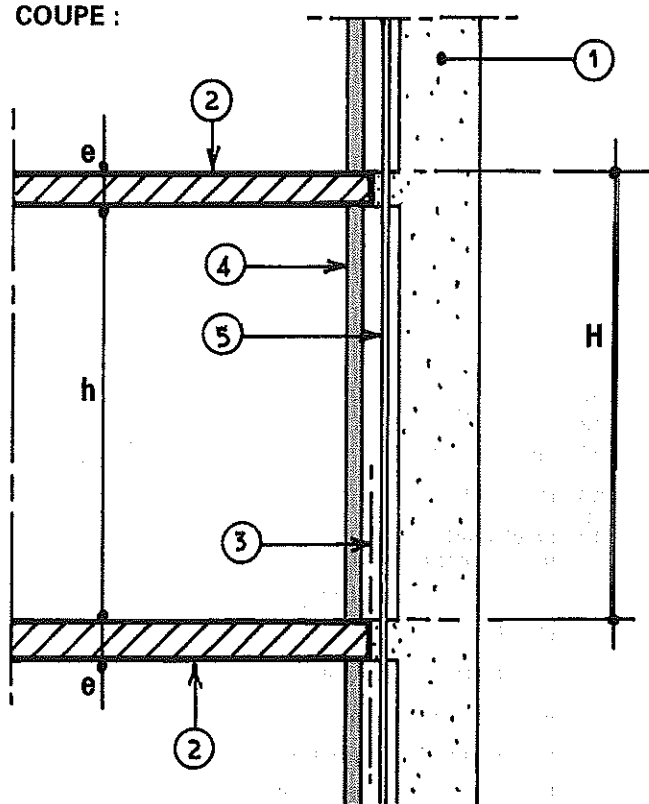
PLAN N°

C19

PLAN :



COUPE :



- ① Poteaux B.A. extérieurs
  - ② Dalle-plancher
  - ③ Nez de plancher
  - ④ Paroi intérieure (insérée entre dalles)
  - ⑤ Paroi extérieure (rideau)
- } Façade semi-rideau

 $L' = \text{Entr'axes poteaux} = L + a$ 
 $L = \text{Distance entre poteaux}$ 
 $a = \text{Largeur poteau}$ 
 $H = \text{Hauteur d'étage} = h + e$ 
 $h = \text{Hauteur libre sous dalle}$ 
 $e = \text{Epaisseur dalle}$ 

**Façade semi-rideau intégrale : structure à poteaux  
et planchers-dalles (variante)**

Echelle : —

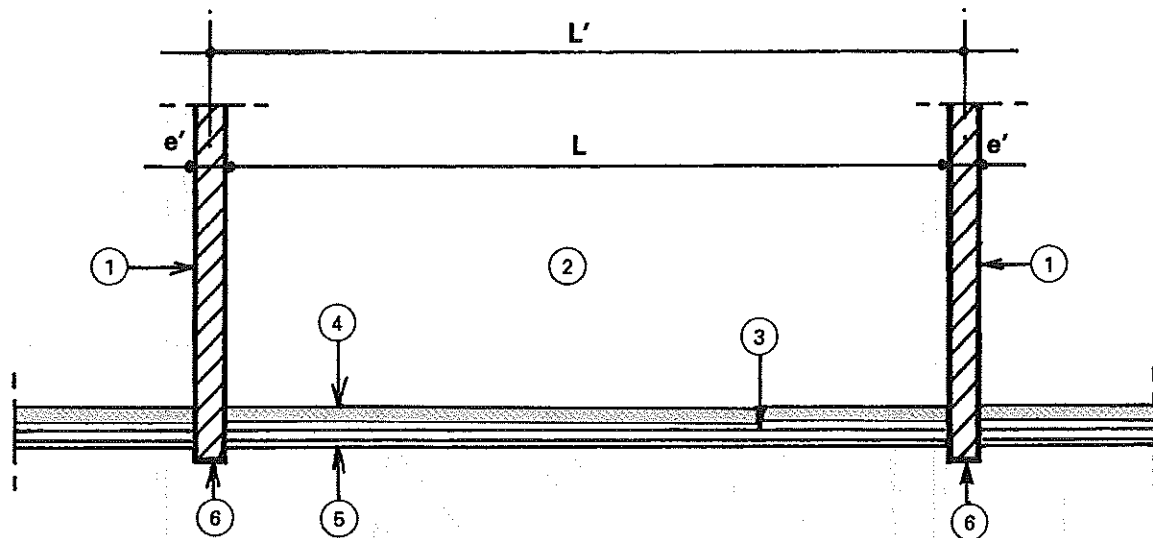
CABINET

LE

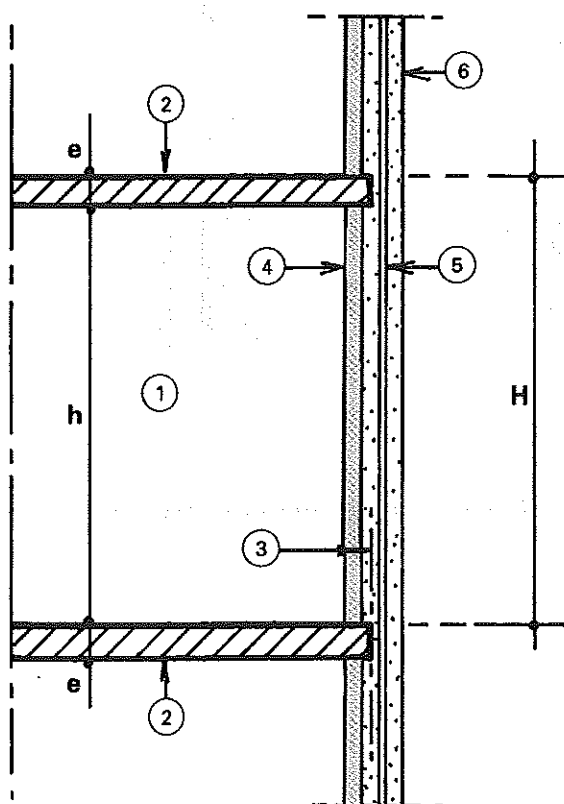
PLAN N°



C20



Plan



Coupe

- ① Refends transversaux porteurs
- ② Dalle-plancher
- ③ Nez de plancher
- ④ Paroi intérieure (inséré entre dalles)
- ⑤ Paroi extérieure (rideau)
- ⑥ Tête de voile apparente

$L' =$  Entr'axes refends  $= L + e'$

$L =$  Distance entre refends

$e' =$  Epaisseur refends

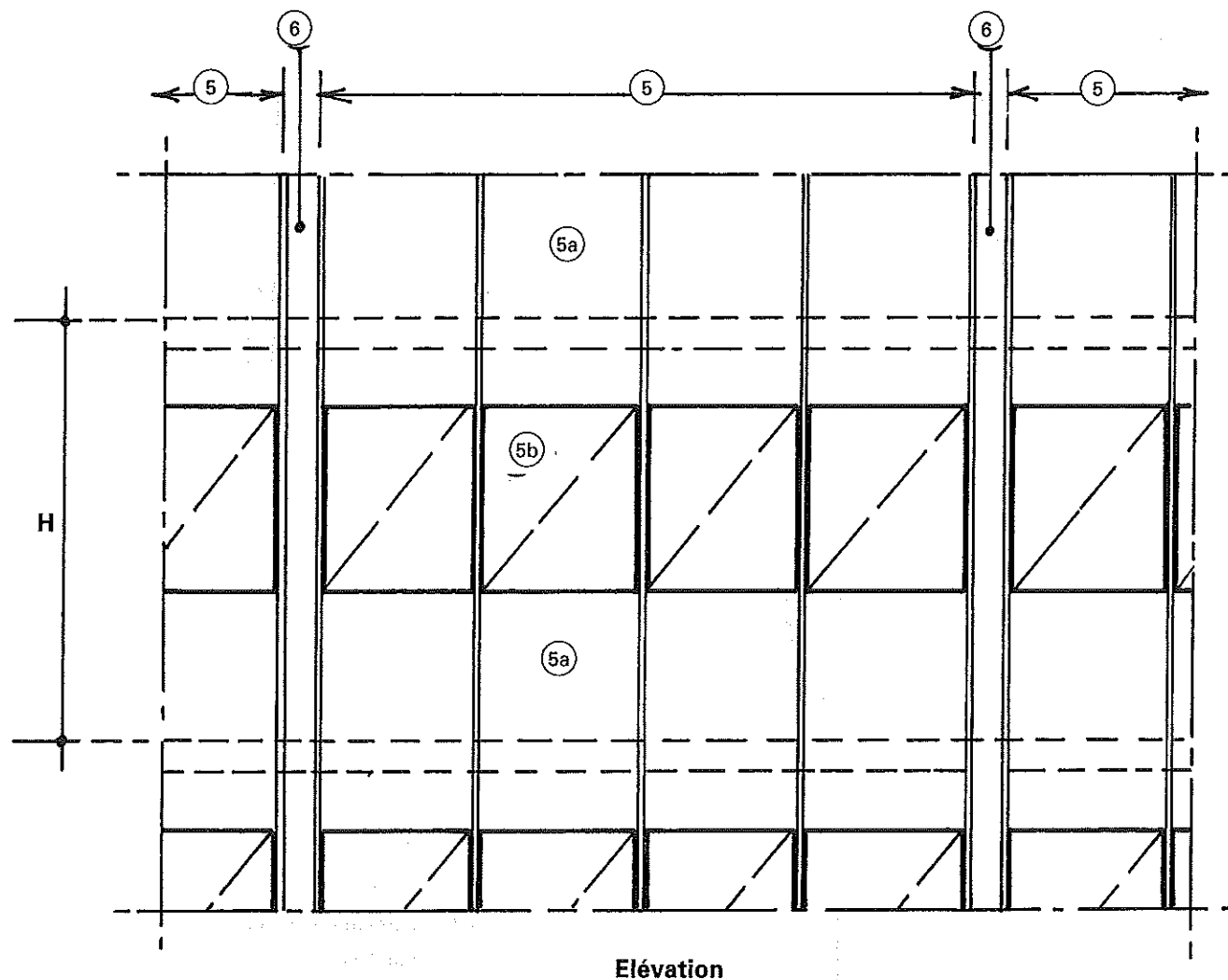
$H =$  Hauteur d'étage  $= h + e$

$h =$  Hauteur libre sous dalle

$e =$  Epaisseur dalle

**FAÇADE SEMI-RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À REFENDS TRANSVERSAUX PORTEURS**

C20

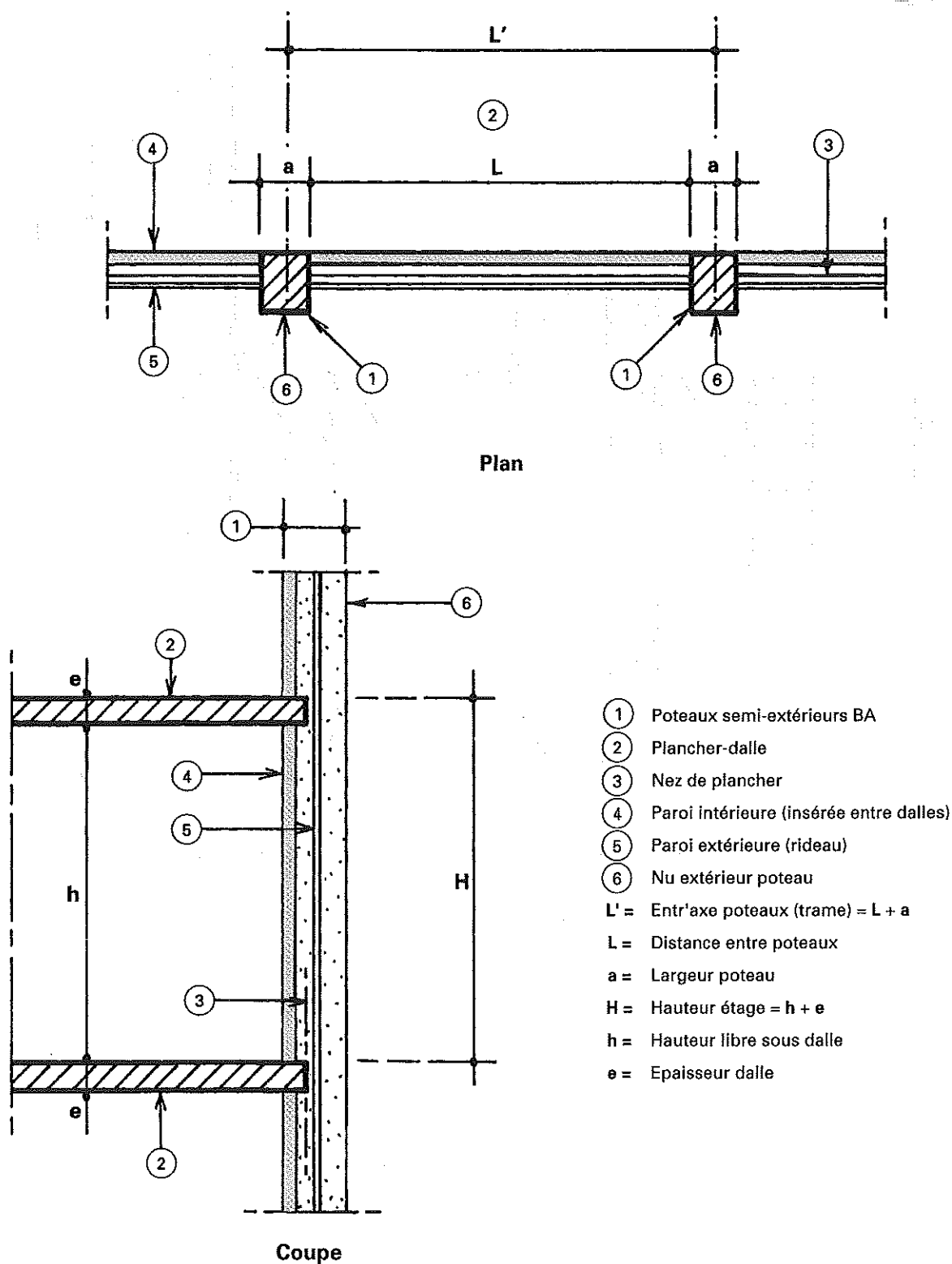


### FAÇADE SEMI-RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À REFENDS TRANSVERSAUX PORTEURS

- ⑤ Paroi extérieure (rideau)
  - ⑤a Panneau opaque
  - ⑤b Baie
  - ⑥ Tête de voile apparente
- H = Hauteur d'étage = h + e

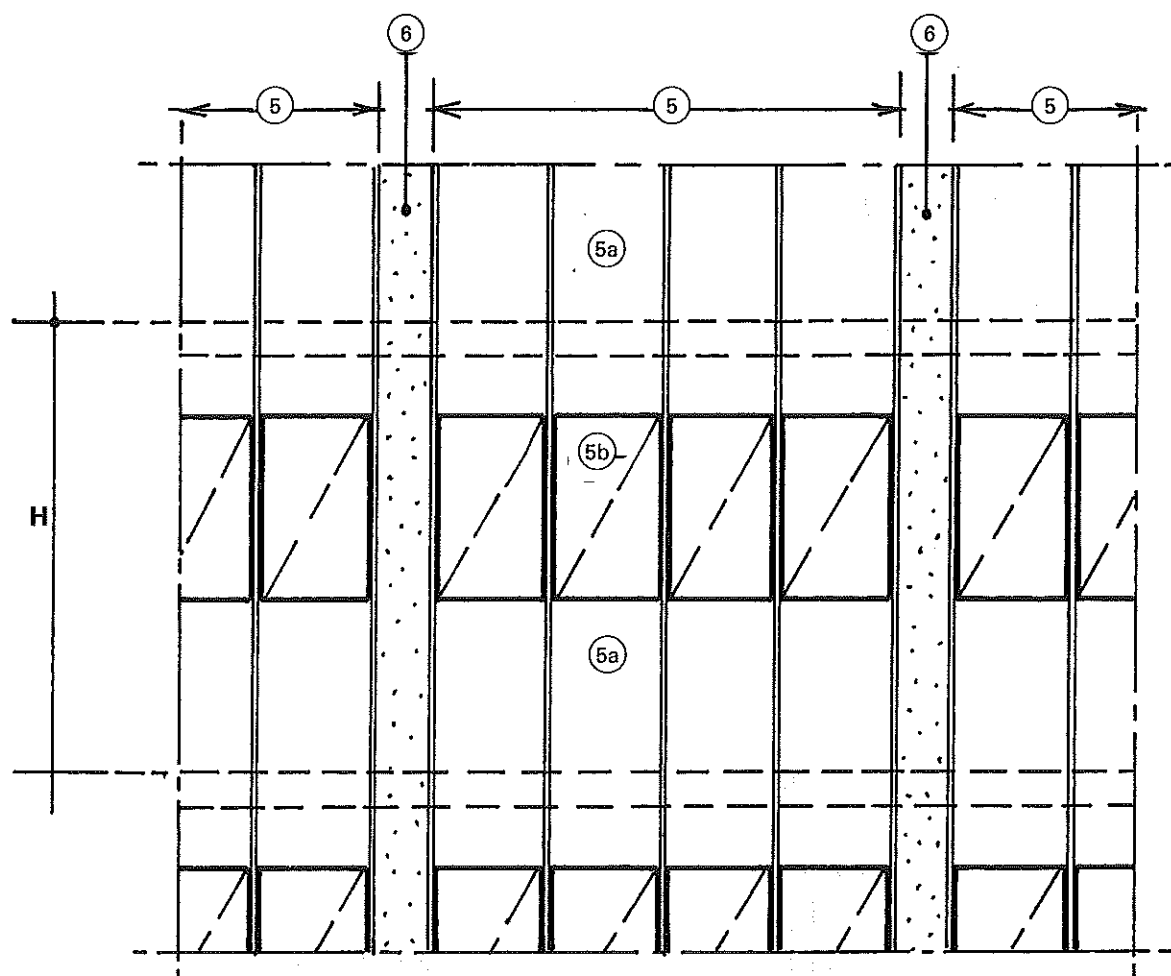


## C21



FAÇADE SEMI-RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES

C21



FAÇADE SEMI-RIDEAU VERTICALE : STRUCTURE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES

- ⑤ Paroi extérieure (rideau)
- ⑤a Panneau opaque
- ⑤b Baie
- ⑥ Nu extérieur poteau
- H = Hauteur d'étage = h + e

#### 4. Façade panneau

##### *a) Façade panneau filante*

<hr/> <b>Dessins</b> <hr/>	
Structure à refends transversaux porteurs	C22
Structure à poteaux et planchers-dalles	C23
Structure à poteaux et planchers-dalles (variante)	C24
Variante (ossature apparente)	C25

##### *b) Façade panneau insérée (dans la structure)*

<hr/> <b>Dessins</b> <hr/>	
Structure à refends transversaux porteurs	C26
Structure apparente à poteaux et planchers-dalles	C27
Structure à poteaux et planchers-dalles (variante)	C28



Les données techniques

Les données techniques

Les données techniques

Les données techniques

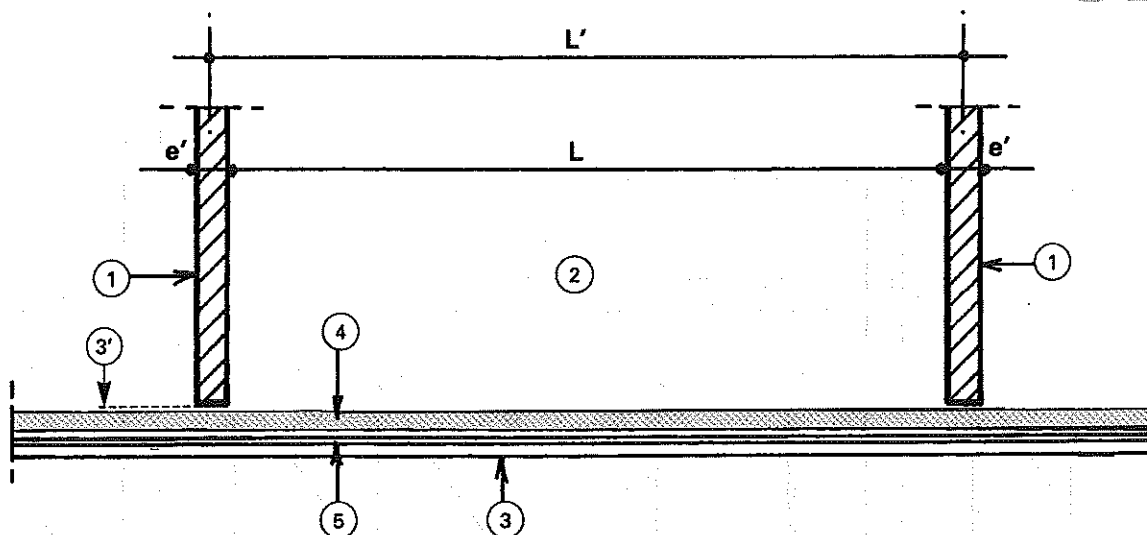
Les données techniques

Les données techniques

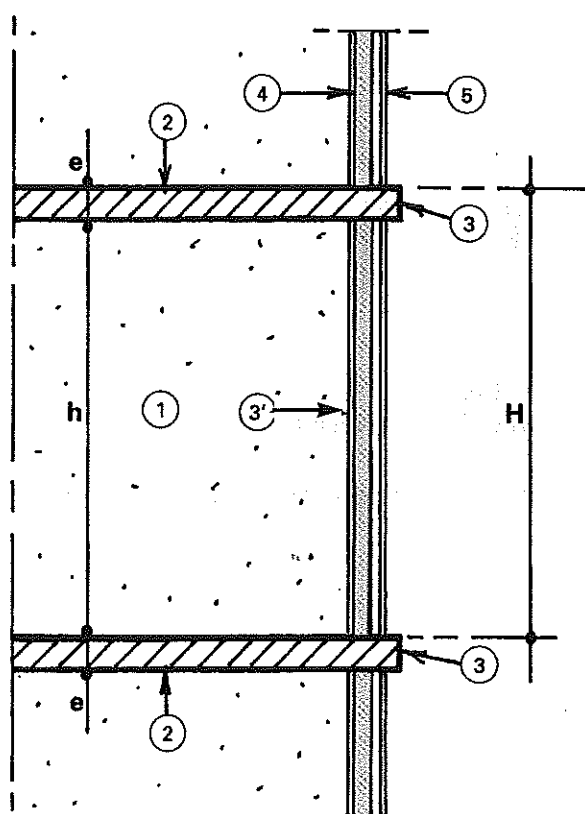
Les données techniques



C22



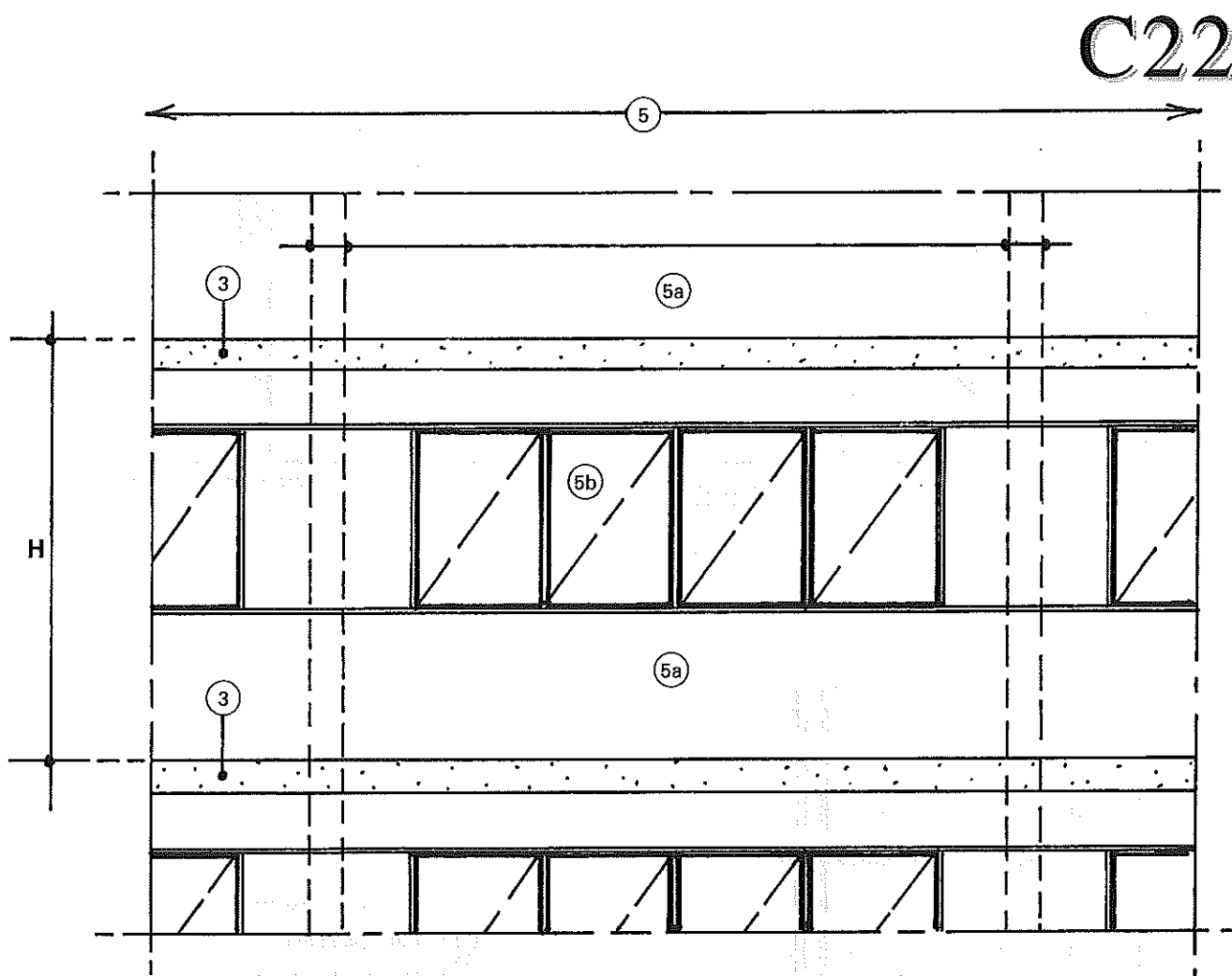
Plan



Coupe

- ① Refends transversaux porteurs
- ② Dalle-plancher
- ③ Nez de plancher (apparent)
- ③' Nu du refend
- ④ Paroi intérieure (insérée entre dalles)
- ⑤ Paroi extérieure (insérée entre dalles)
- $e$  = Epaisseur dalle
- $e'$  = Epaisseur refends
- $L$  = Distance entre refends
- $L'$  = Entr'axe refends =  $L + e'$
- $H$  = Hauteur étage =  $h + e$
- $h$  = Hauteur libre sous dalle

### FAÇADE PANNEAU FILANTE : STRUCTURE À REFENDS TRANSVERSAUX PORTEURS



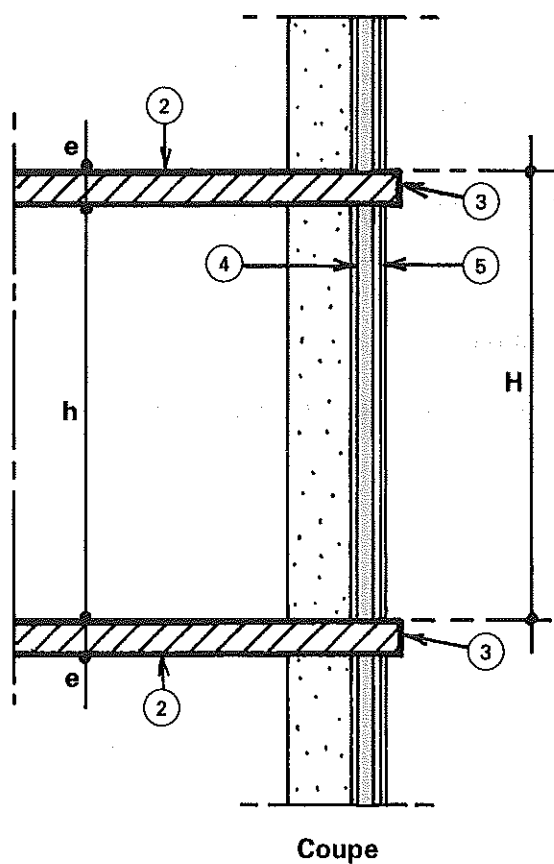
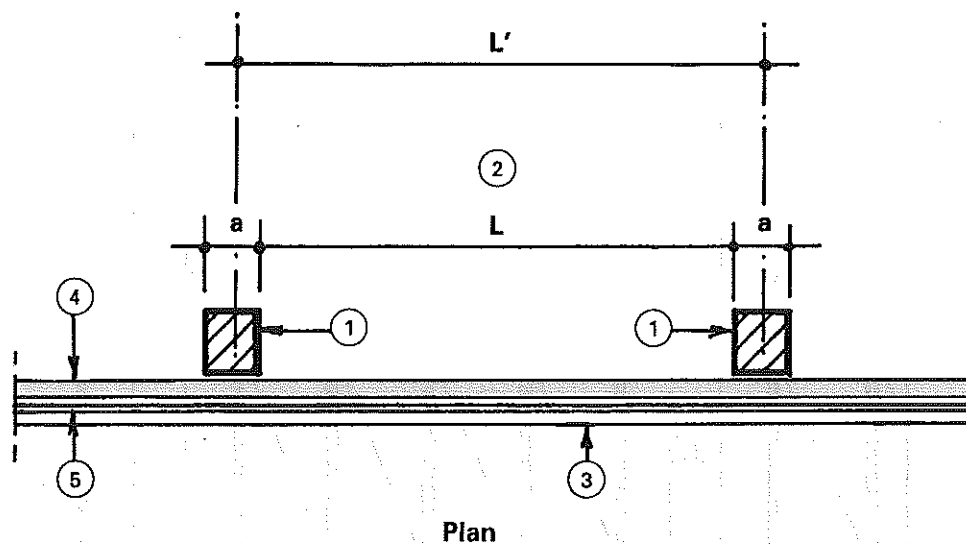
**Elévation**  
(voiles refends non visibles en façade)

**FAÇADE PANNEAU FILANTE : STRUCTURE À REFENDS TRANSVERSAUX PORTEURS**

- ③ Nez de plancher (apparent)
- ⑤ Paroi extérieure (insérée entre dalles)
- ⑤a Élément opaque (allège-linteau)
- ⑤b Baie

**H =** Hauteur d'étage =  $h + e$

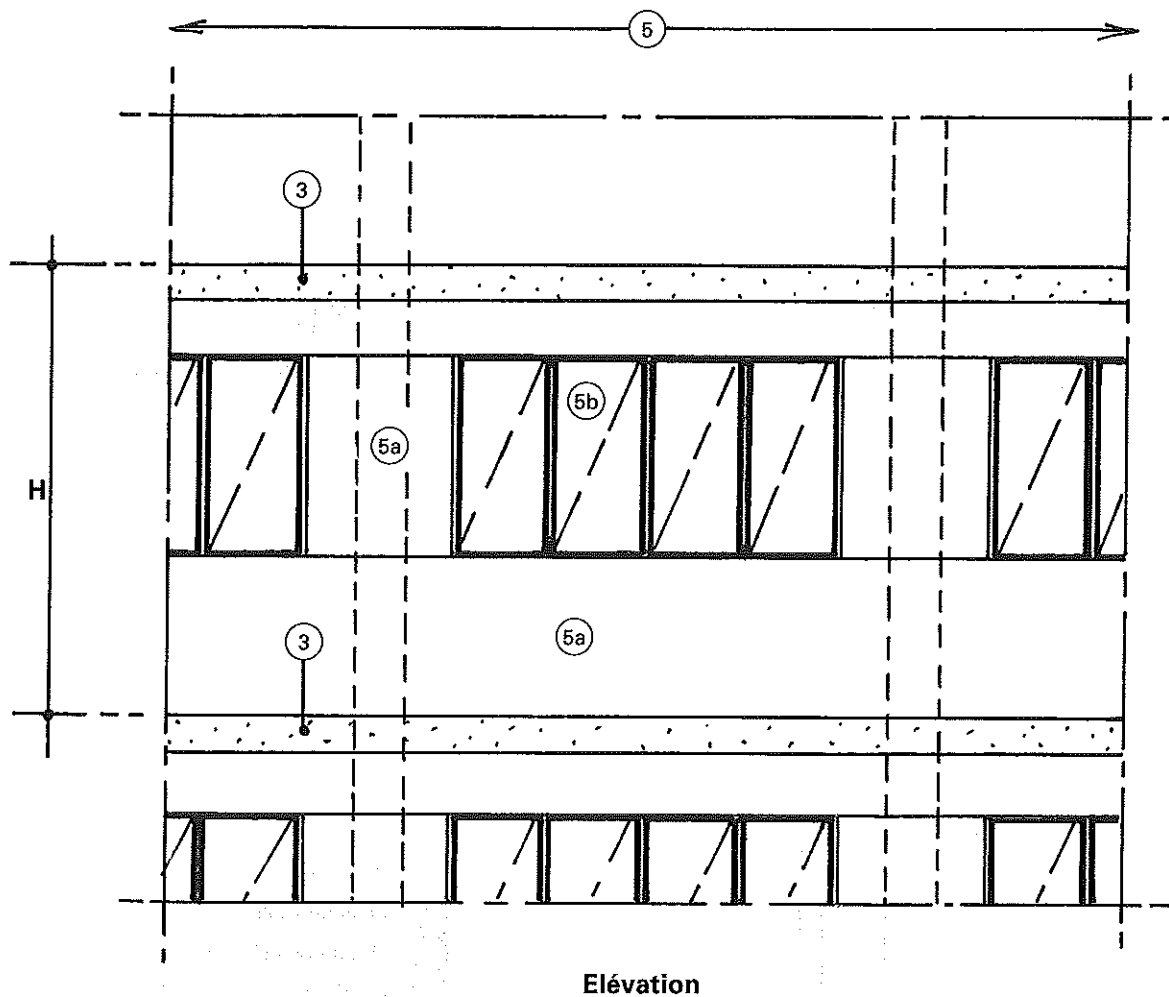
C23



- ① Poteaux BA
- ② Plancher-dalle
- ③ Nez de plancher (apparent)
- ④ Paroi intérieure (insérée entre dalles)
- ⑤ Paroi extérieure (insérée entre dalles)
- $L' =$  Entr'axe poteaux  $= L + a$
- $L =$  Distance entre poteaux
- $a =$  Largeur poteaux
- $H =$  Hauteur d'étage  $= h + e$
- $h =$  Hauteur libre sous dalle
- $e =$  Epaisseur dalle

FAÇADE PANNEAU FILANTE : STRUCTURE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES

C23

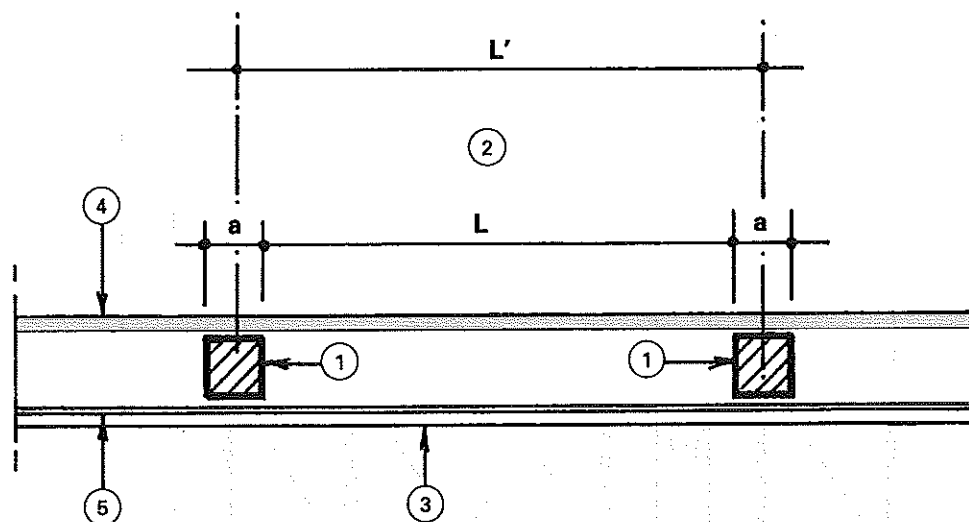


### FAÇADE PANNEAU FILANTE : STRUCTURE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES

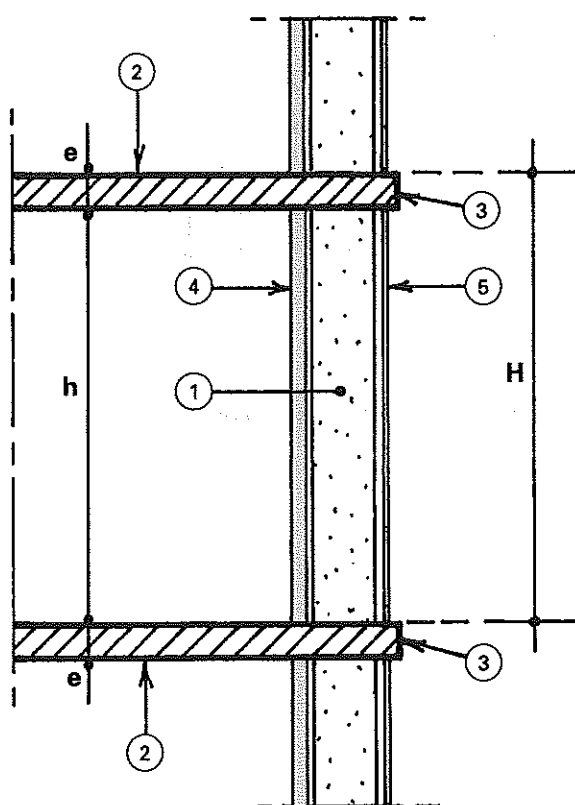
- ③ Nez de plancher (apparent)
- ⑤ Paroi extérieure (insérée entre dalles)
- ⑤a Paroi opaque (allège-linteau)
- ⑤b Baie
- H = Hauteur d'étage = h + e



C24



Plan

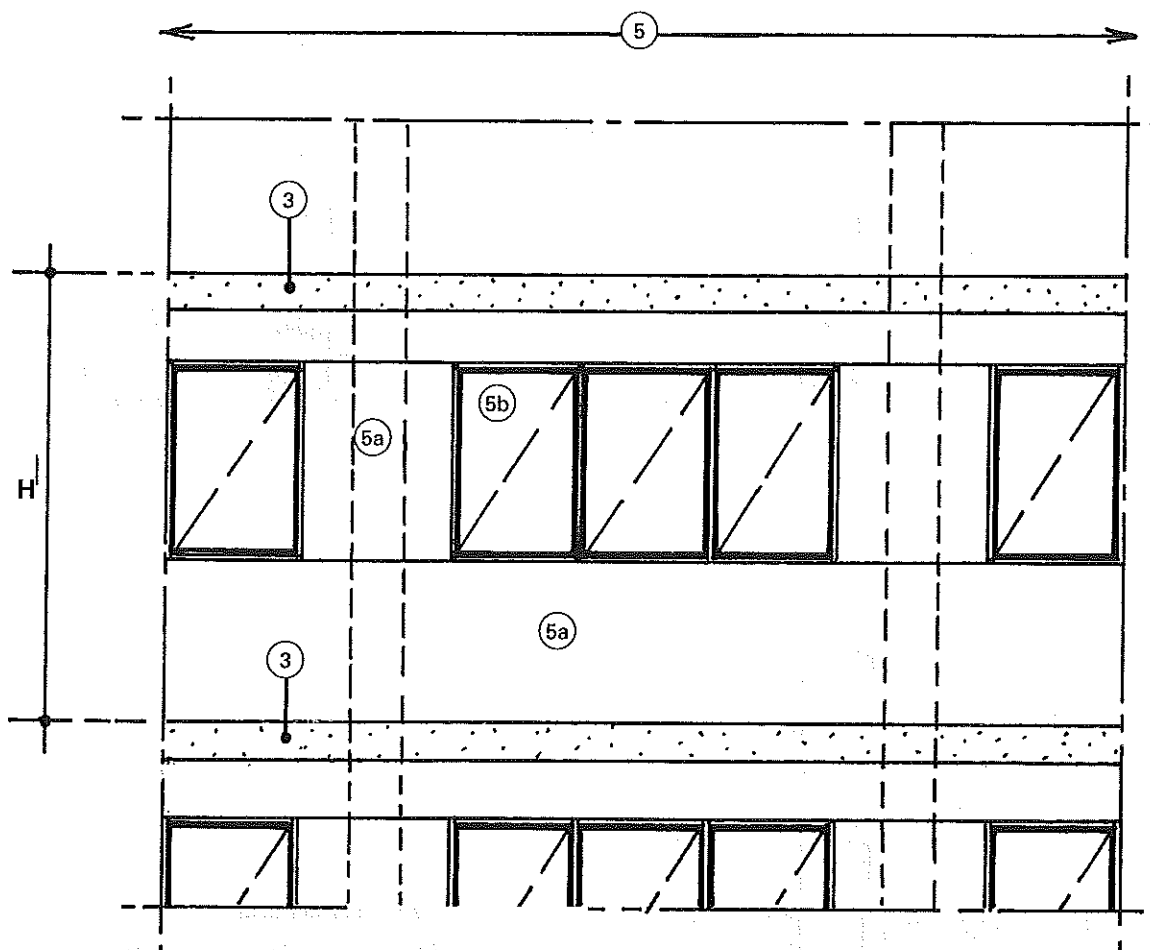


Coupe

- ① Poteaux BA
- ② Plancher-dalle
- ③ Nez de plancher (apparent)
- ④ Paroi intérieure (insérée entre dalles)
- ⑤ Paroi extérieure (insérée entre dalles)
- $L' =$  Entr'axe poteaux  $= L + a$
- $L =$  Distance entre poteaux
- $a =$  Largeur poteaux
- $H =$  Hauteur étage  $= h + e$
- $h =$  Hauteur libre sous dalle
- $e =$  Epaisseur dalle

FAÇADE PANNEAU FILANTE : STRUCTURE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES (VARIANTE)

C24



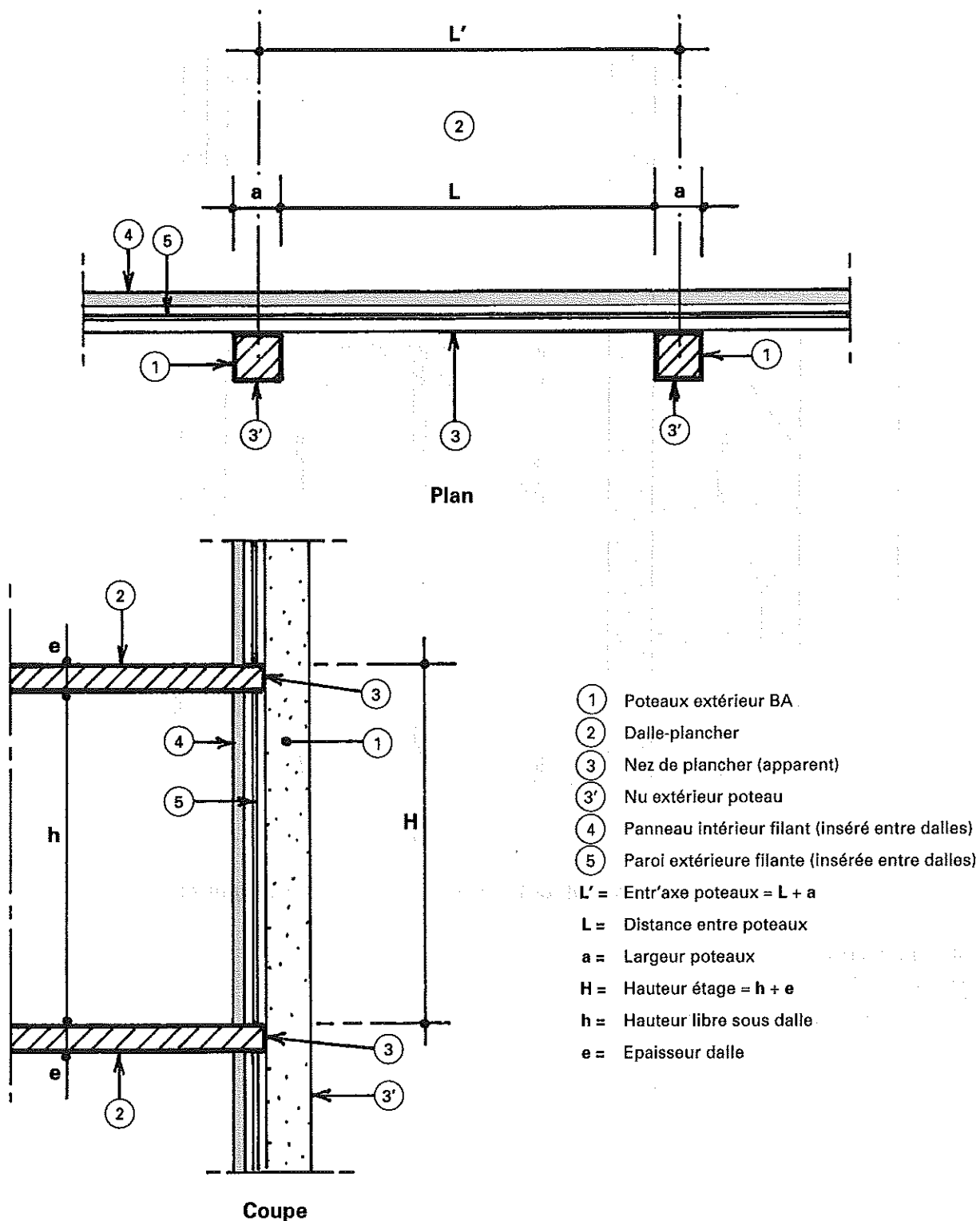
Elévation

### FAÇADE PANNEAU FILANTE : STRUCTURE À POTEaux ET PLANCHERS-DALLES (VARIANTE)

- ③ Nez de plancher (apparent)
- ⑤ Paroi extérieure (insérée entre dalles)
- ⑤a Paroi opaque (allège-linteau)
- ⑤b Paroi transparente (baie – vitrage)

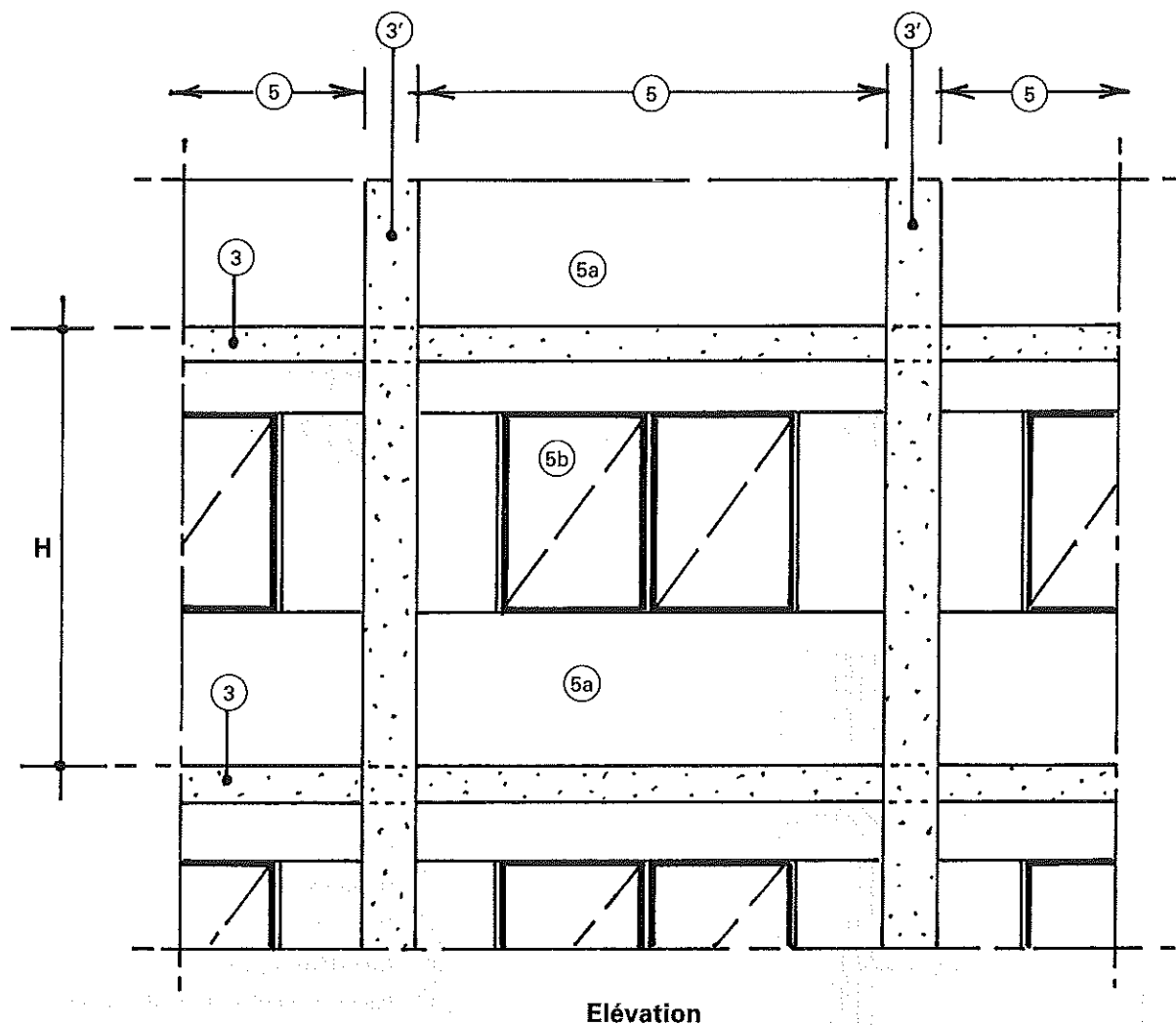
H = Hauteur d'étage = h + e

C25



FAÇADE PANNEAU FILANTE : VARIANTE (OSSATURE APPARENTE)

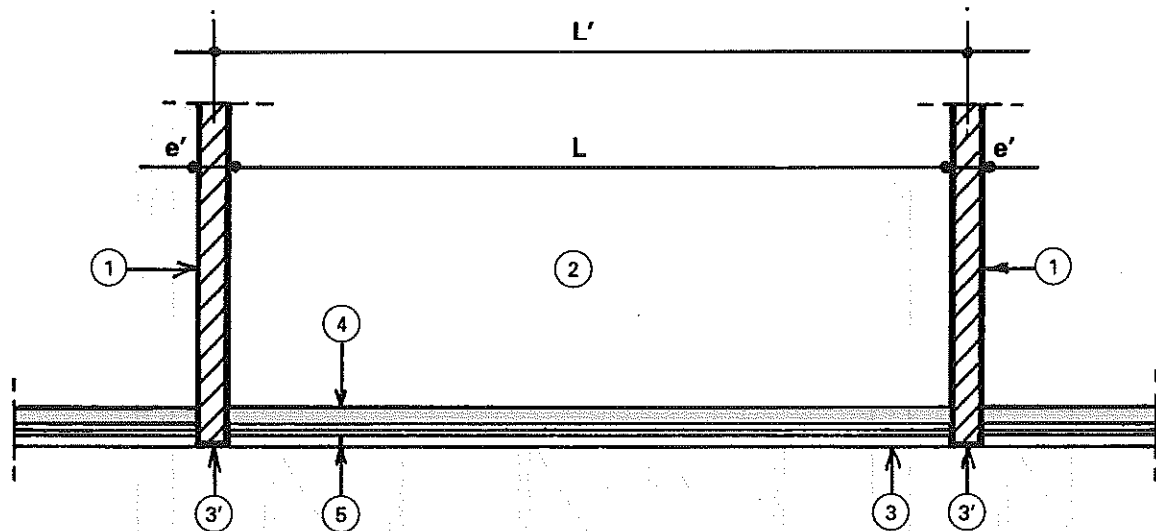
C25



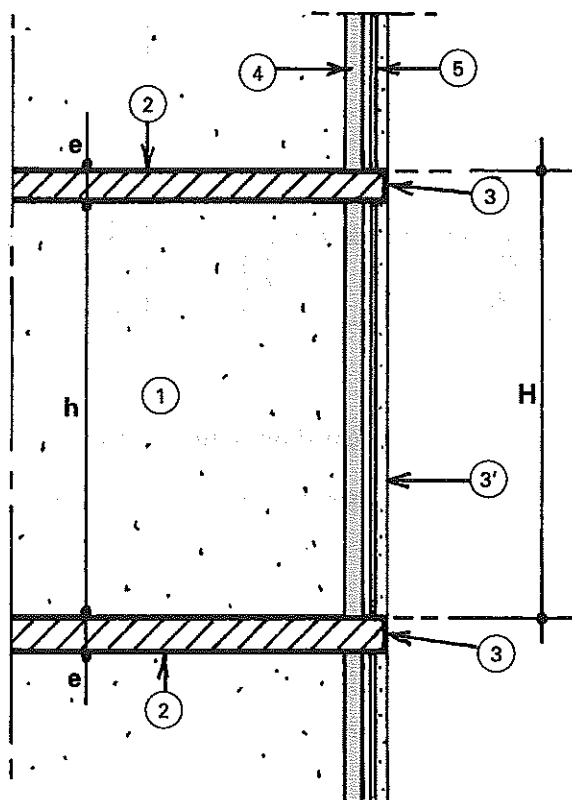
### FAÇADE PANNEAU FILANTE : VARIANTE (OSSATURE APPARENTE)

- ③ Nez de plancher (apparent)
- ③' Nu extérieur poteau
- ⑤ Paroi extérieure filante (insérée entre dalles)
- H = Hauteur d'étage = h + e

C26



Plan



Coupe

- ① Refends transversaux porteurs
  - ② Dalle-plancher
  - ③ Nez de plancher
  - ③' Nez de voile
  - ④ Paroi intérieure
  - ⑤ Paroi extérieure
- $L' =$  Entr'axe refends  $= L + e'$   
 $L =$  Distance entre refends  
 $e' =$  Epaisseur refends  
 $H =$  Hauteur d'étage  $= h + e$   
 $h =$  Hauteur libre sous dalle  
 $e =$  Epaisseur dalle

Nota :

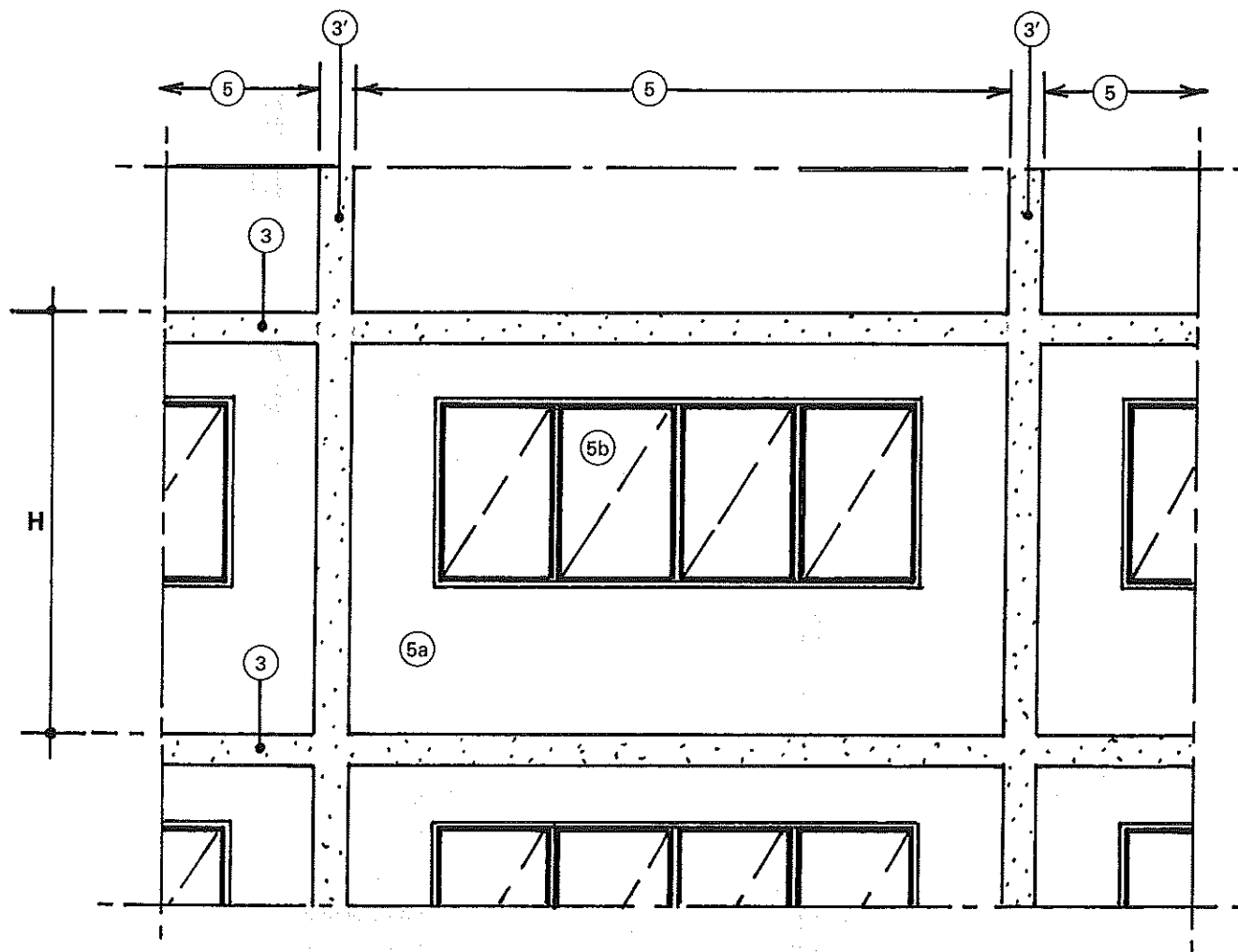
2 cas :

⑤ = 5a

⑤ = 5a + 5b (Cf. dessin suivant)

FAÇADE PANNEAU INSÉRÉE : STRUCTURE À REFENDS TRANSVERSAUX PORTEURS

C26



Elévation

L x h = maille ou dimensions panneau inséré (cas d'un panneau mixte)

## FAÇADE PANNEAU INSÉRÉE : STRUCTURE À REFENDS TRANSVERSAUX PORTEURS

- ③ Nez de plancher
  - ③' Nez de voile
  - ⑤ Paroi extérieure, inséré dans la maille
  - ⑤a Élément opaque du panneau
  - ⑤b Baie
- H = Hauteur d'étage = h + e

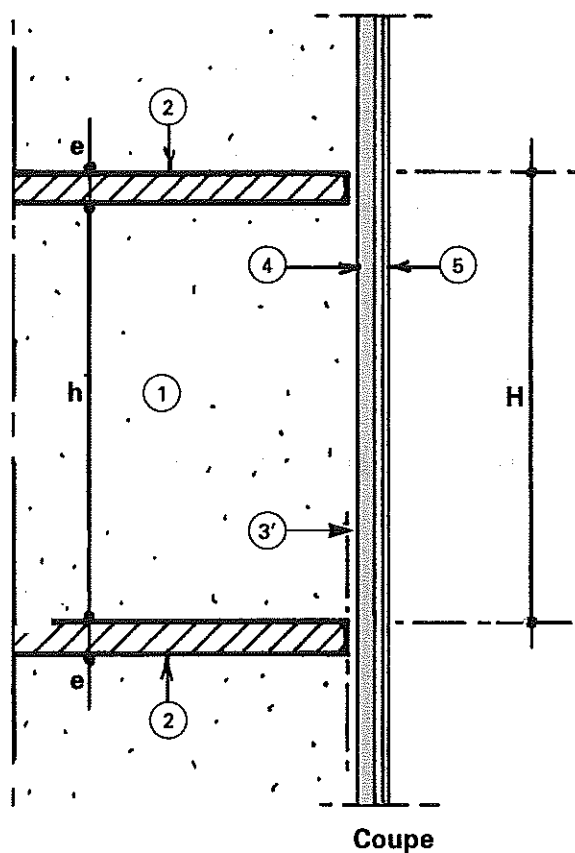
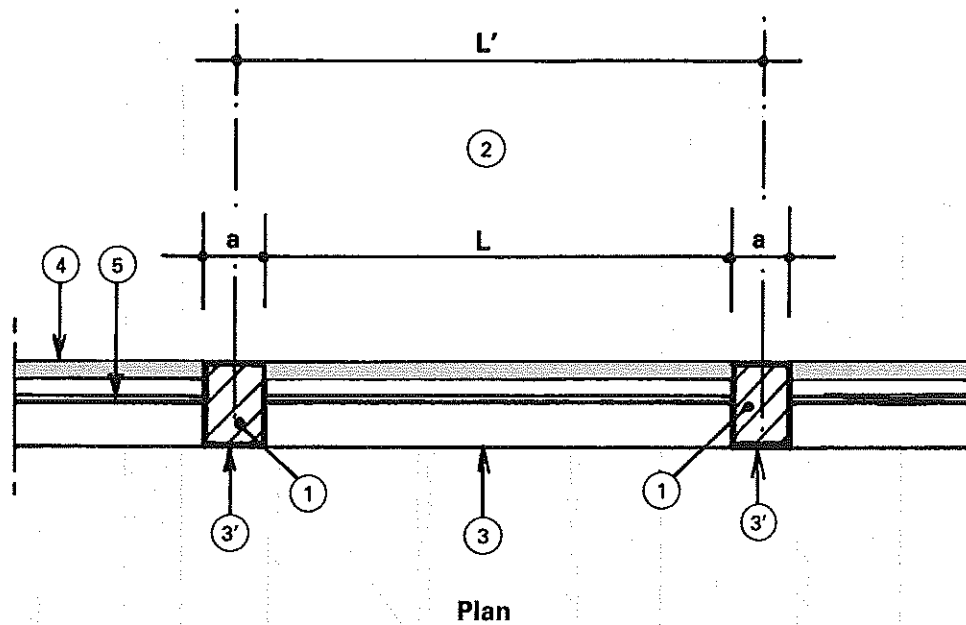
Nota :

2 cas :

⑤ = 5a

⑤ = 5a + 5b

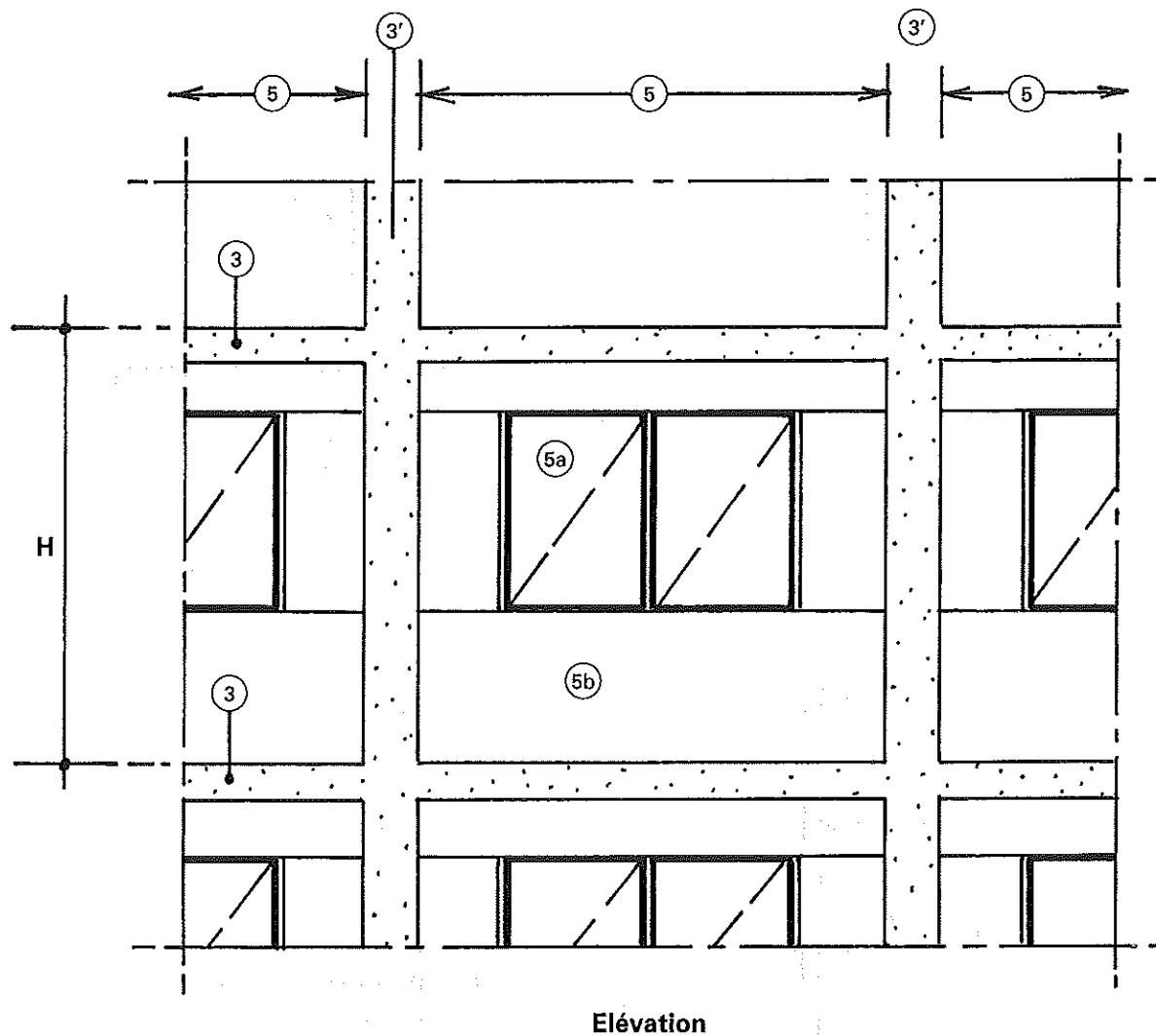
C27



- ① Poteaux saillants BA
  - ② Plancher-dalle
  - ③ Nez de plancher
  - ③' Nez de poteau
  - ④ Paroi intérieure
  - ⑤ Paroi extérieure
- $L' =$  Entr'axe poteaux  $= L + a$   
 $L =$  Distance entre poteaux  
 $a =$  Largeur poteau  
 $H =$  Hauteur d'étage  $= h + e$   
 $h =$  Hauteur libre sous dalle  
 $e =$  Epaisseur dalle  
 Maille  $= L \times h$
- } même nu  
 } insérées dans la maille  $L \times h$

**FAÇADE PANNEAU INSÉRÉE : STRUCTURE APPARENTE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES**

C27



### FAÇADE PANNEAU INSÉRÉE : STRUCTURE APPARENTE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES

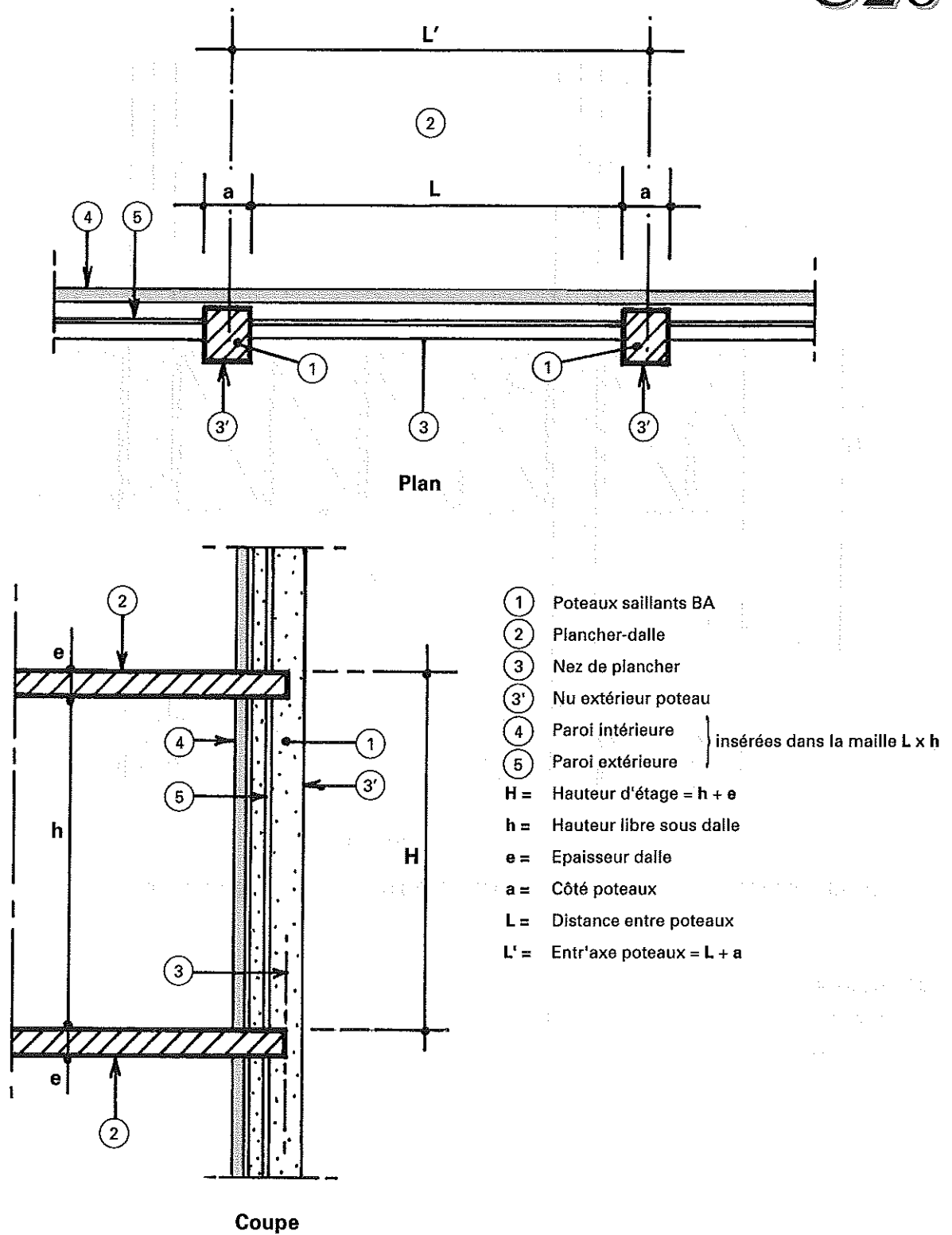
- ③ Nez de plancher
- ③' Nez de poteau
- ⑤ Paroi extérieure, insérée dans la maille  $L \times h$
- ⑤a Panneau opaque
- ⑤b Baie

$H =$  Hauteur d'étage  $= h + e$

Maille  $= L \times h$

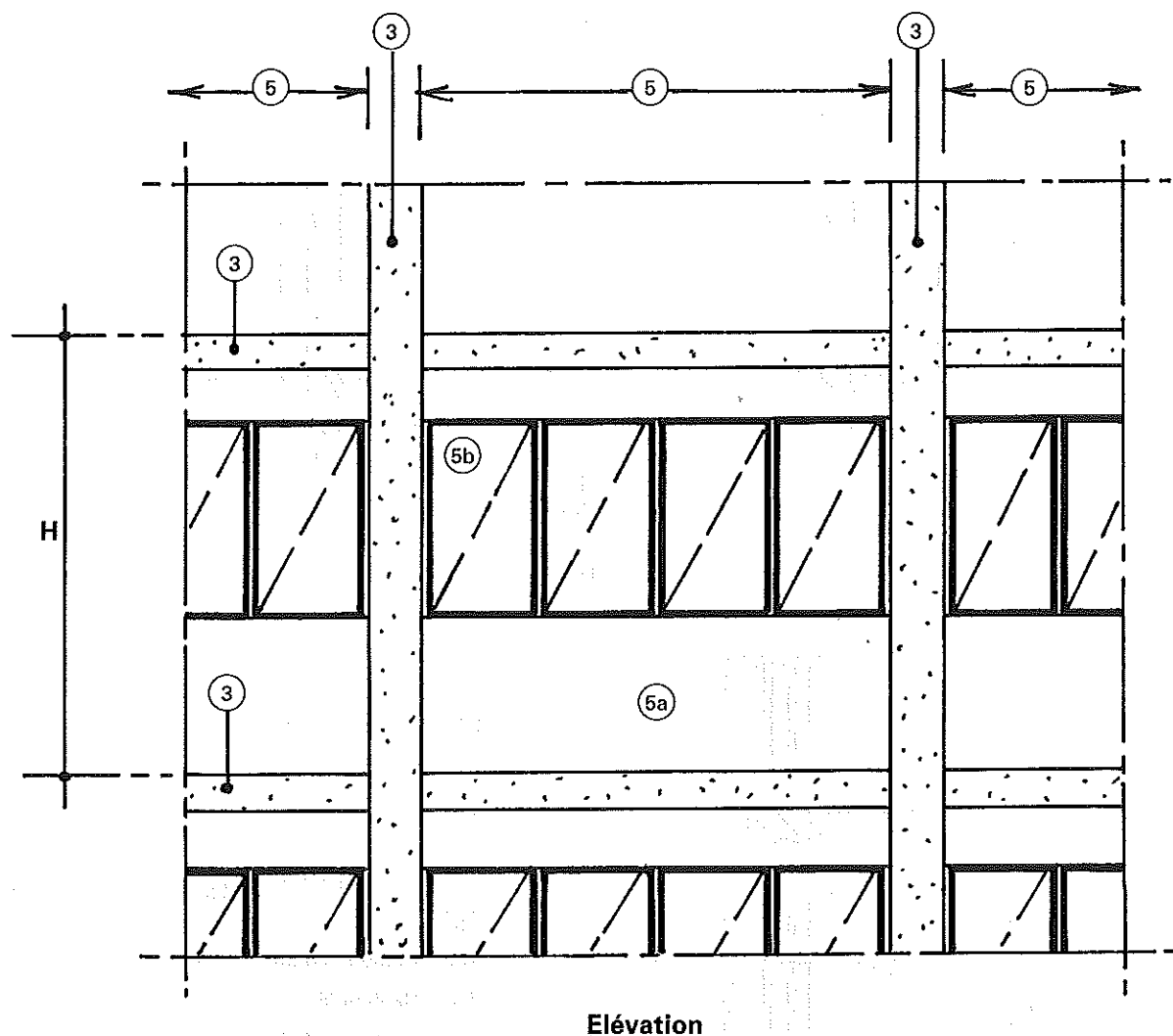


C28



FAÇADE PANNEAU INSÉRÉE : STRUCTURE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES (VARIANTE)

C28



**FAÇADE PANNEAU INSÉRÉE : STRUCTURE À POTEAUX ET PLANCHERS-DALLES (VARIANTE)**

- ③ Nez de plancher
- ⑤ Paroi extérieure, insérée dans la maille L x h
- ⑤a Panneau opaque
- ⑤b Baie
- H = Hauteur d'étage = h + e

*c) Exemples de dispositions*

Exemple 1 : accentuation des verticales par l'utilisation de panneaux rectangulaires (sens hauteur) et multiplication des montants verticaux.

---

**Dessin**

---

Exemple 1 : accentuation des verticales (poteaux)  
par retrait des planchers

C29

Exemple 2 : même effet d'accentuation des verticales. Disposition analogue mais avec des montants plus fins.

---

**Dessin**

---

Exemple 2 : accentuation des verticales par retrait des planchers

C30

Exemple 3 : disposition analogue avec affinement des montants verticaux et retrait des nez des planchers (panneaux dissymétriques).

---

**Dessin**

---

Exemple 3 : accentuation des verticales par retrait  
des planchers et affinement des poteaux

C31

Exemple 4 : détail de façade avec panneaux métalliques comportant une partie opaque (allège) et une baie ; poteaux de faible section habillés sur la face extérieure, saillants à l'intérieur.

Exemple 5 : disposition variante du cas précédent. Même aspect extérieur, mais un poteau sur deux est creux pour permettre le passage de canalisations d'alimentation de convecteurs en allège.

---

**Dessin**

---

Exemple 4 et 5 : mailles rectangulaires verticales

C32

Exemple 6 : structure apparente plus massive du fait d'un revêtement en pierre dure sur poteaux et nez de planchers. Panneaux en retrait avec une allège et une baie.

---

**Dessin**

---

Exemple 6 : mailles rectangulaires verticales

C33

La structure de la façade est constituée d'un ensemble de poutres et de colonnes. Les poutres sont fixées aux colonnes par des assemblages à moment. Les colonnes sont fixées au sol par des fondations.

Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les fondations sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

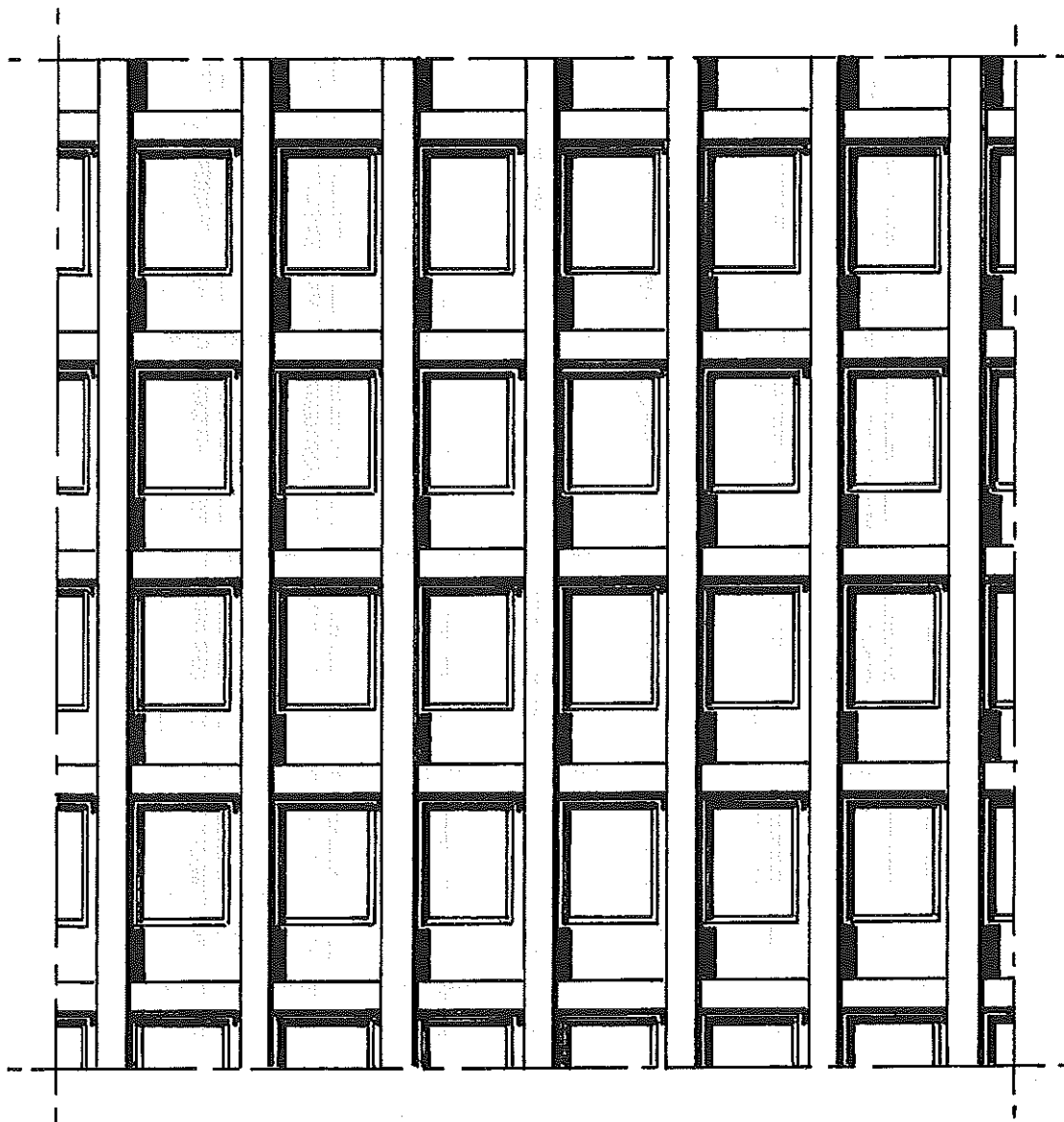
La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

La structure de la façade est dimensionnée pour résister aux charges de vent et de neige. Les poutres sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige. Les colonnes sont dimensionnées pour résister aux charges de vent et de neige.

C29



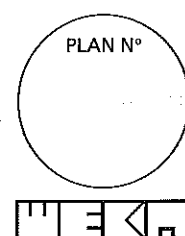
(1 panneau réduit par maille)

**Exemple 1 : accentuation des verticales  
(poteaux) par retrait des planchers**

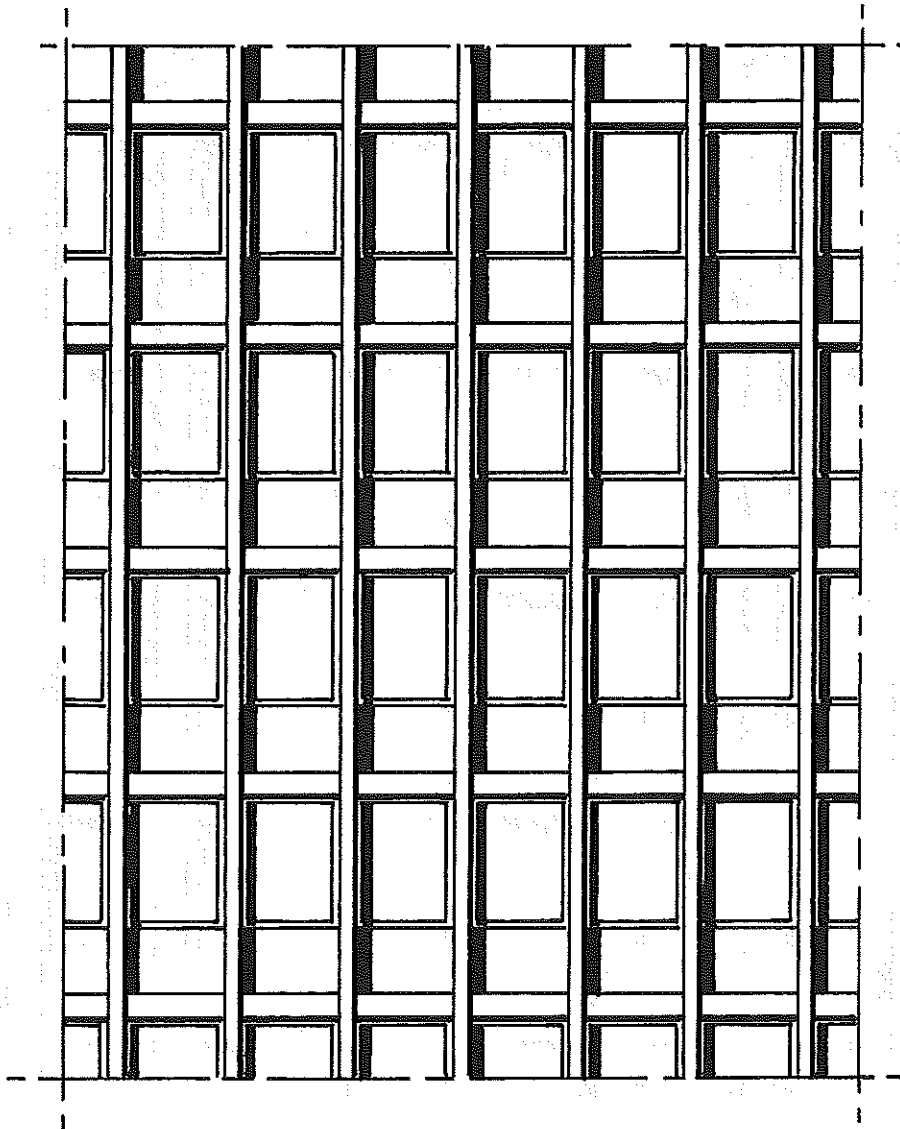
Echelle : —

CABINET

LE



C30



(1 panneau par maille, affinement des poteaux)

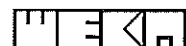
**Exemple 2 : accentuation des verticales  
par retrait des planchers**

Echelle : —

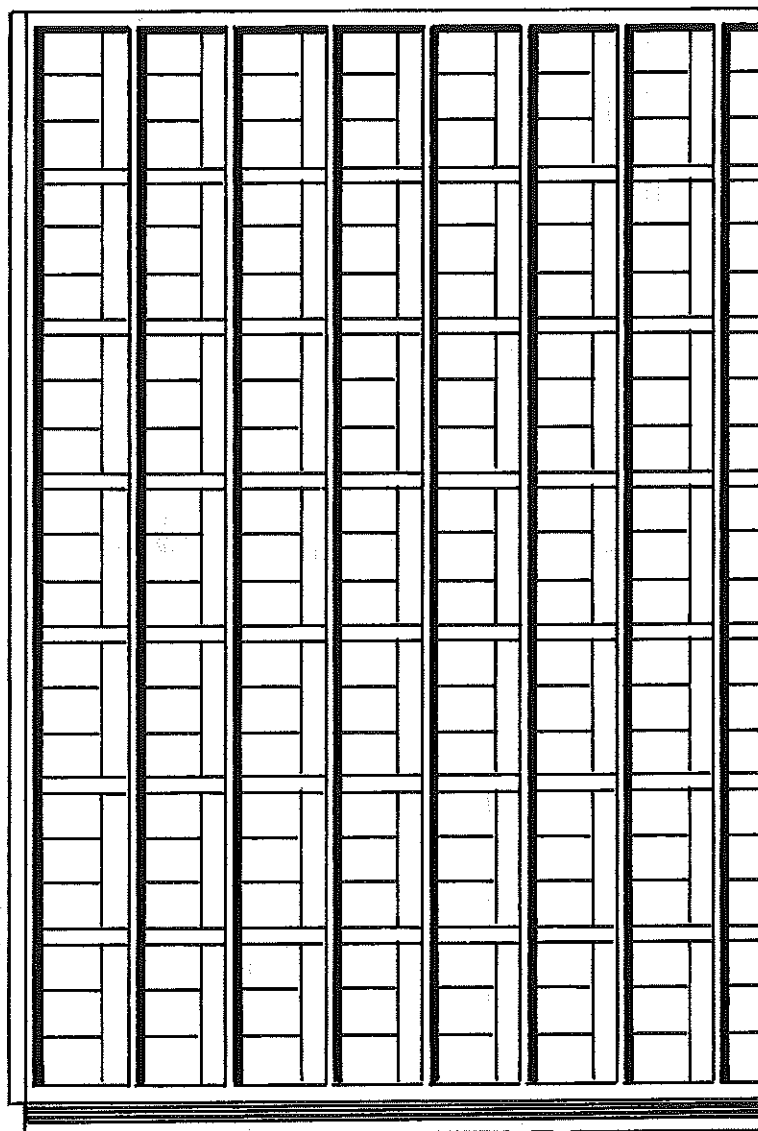
CABINET

LE

PLAN N°



C31

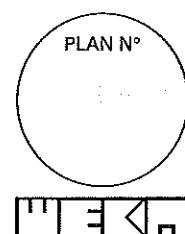


**Exemple 3 : accentuation des verticales par retrait  
des planchers et affinement des poteaux**

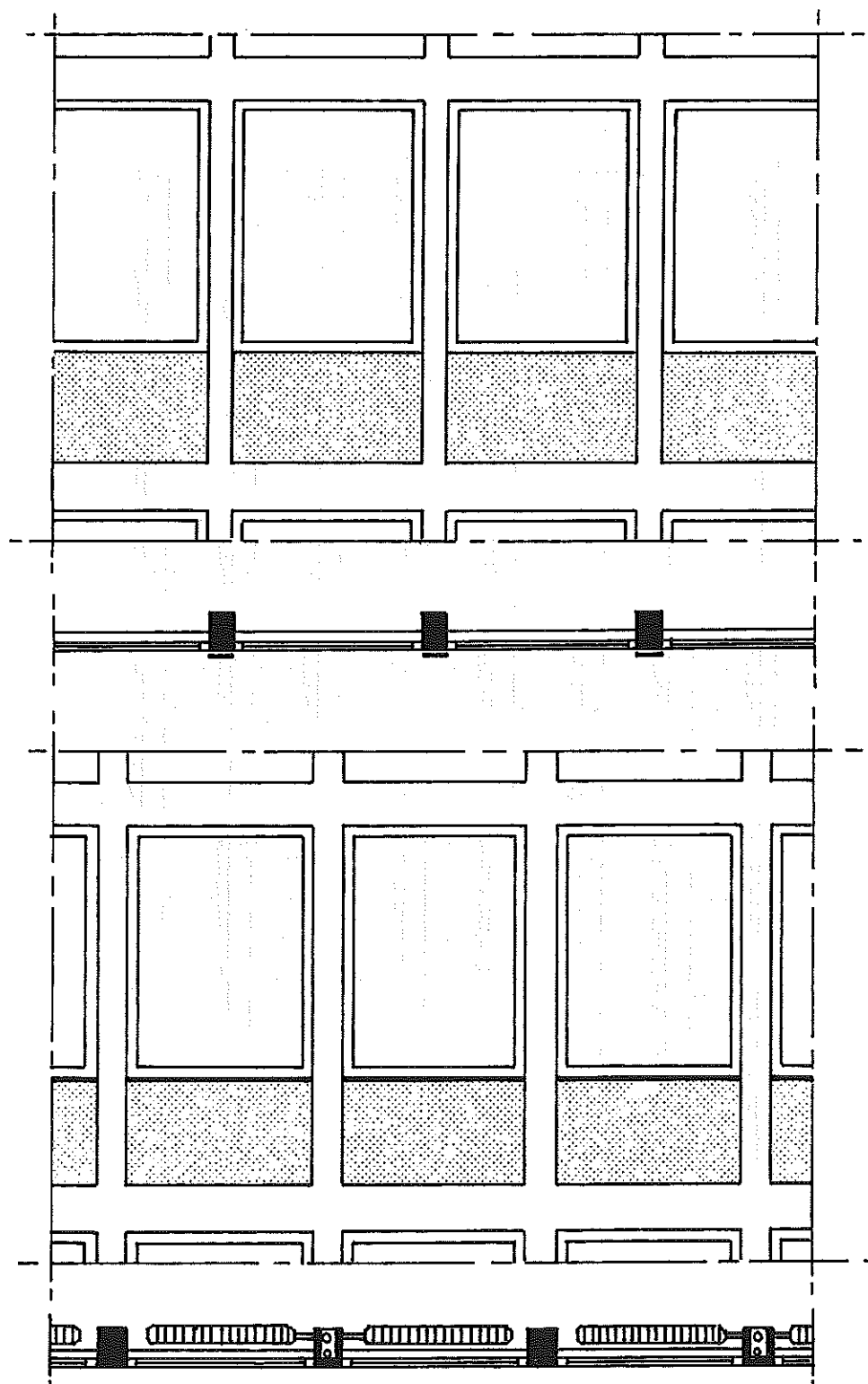
Echelle : —

CABINET

LE



C32



Même vue  
pour poteaux  
et nez  
de planchers

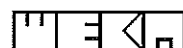
**Exemples 4 et 5 : mailles rectangulaires verticales**

Echelle : —

CABINET

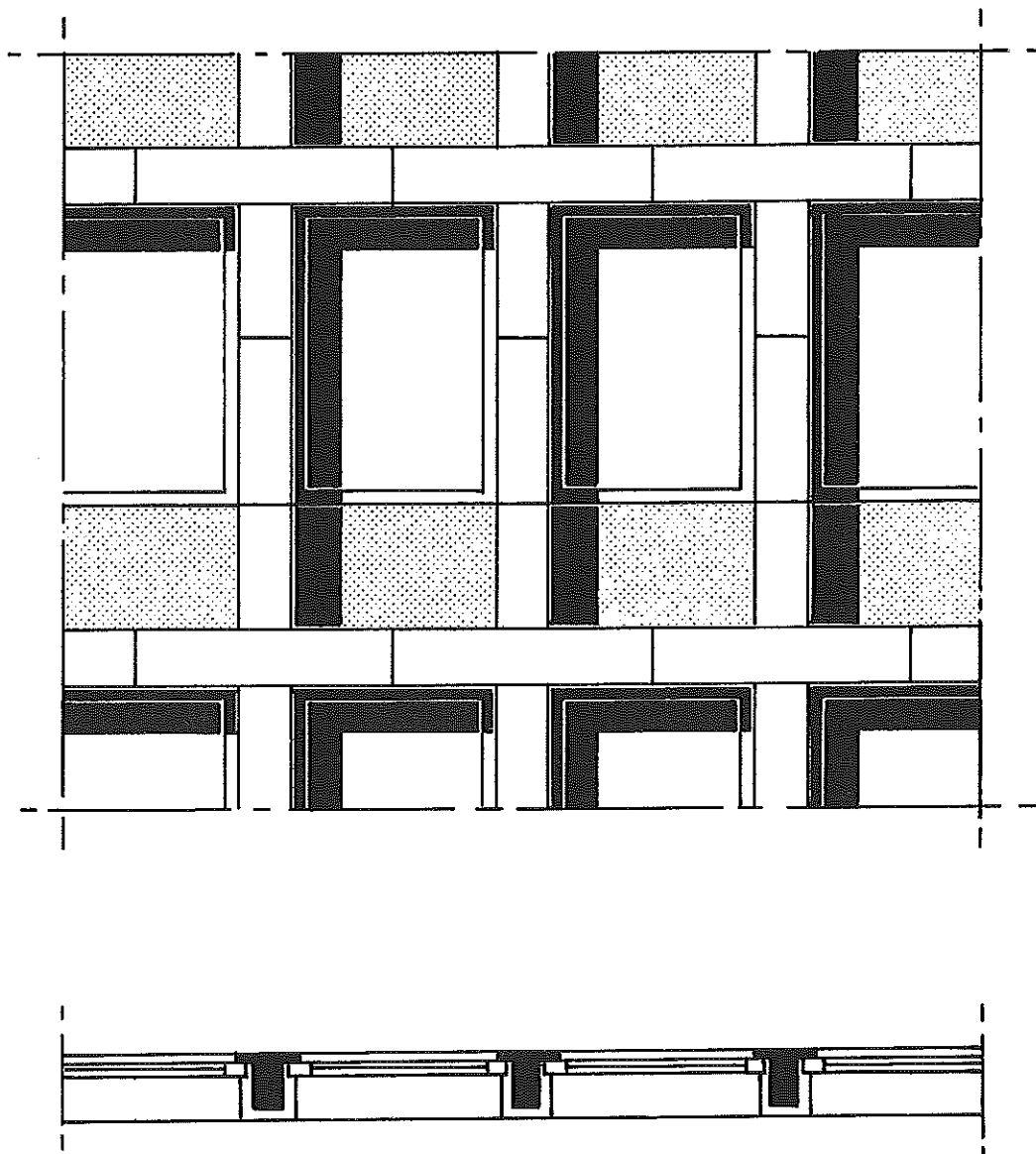
LE

PLAN N°





C33



(Habillage ossature par placage pierre dure, même nu pour poteaux et nez de dalles)

### Exemple 6 : mailles rectangulaires verticales

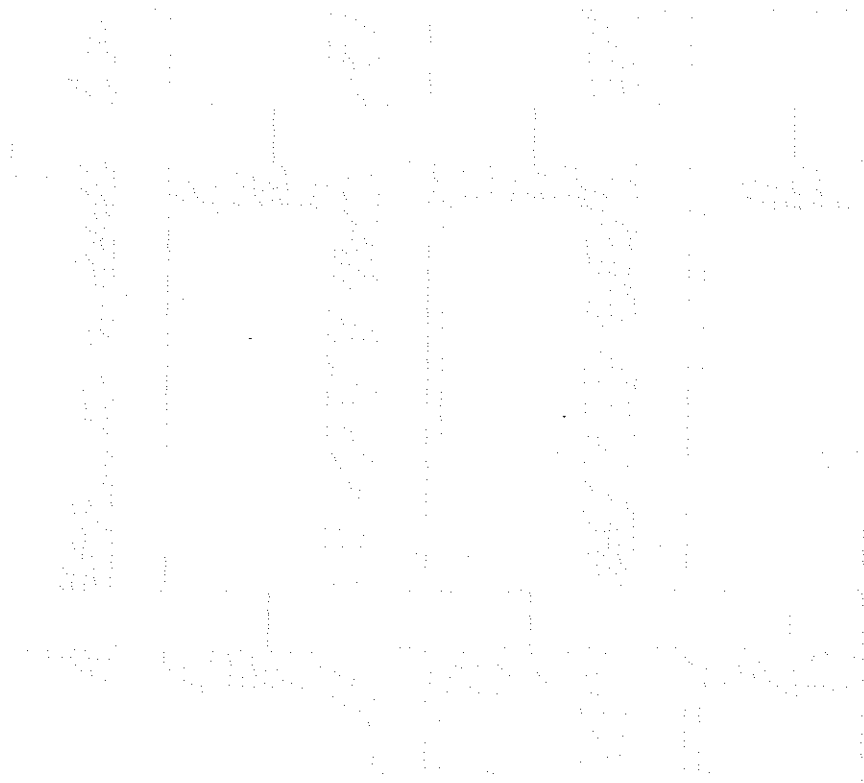
Echelle : —

CABINET

LE

PLAN N°





Exemple 7 : structure apparente où les nus extérieurs des nez de planchers et des faces extérieurs des montants ou poteaux sont dans le même plan (disposition variante de N.2 où les nez de planchers sont en retrait).

---

**Dessin**

---

Exemple 7 : mailles rectangulaires verticales

C34

---

Exemple 8 : malgré la répétition des montants entre panneaux, il y a ici accentuation des lignes horizontales par la saillie des nez de planchers et l'interruption des lignes verticales correspondant à ces montants.

---

**Dessin**

---

Exemple 8 : mailles rectangulaires verticales

C35

---

Exemple 9 : l'accentuation des lignes horizontales s'effectue par le même principe, avec des nez de planchers plus minces et malgré des montants verticaux plus larges.

---

**Dessin**

---

Exemple 9 : mailles rectangulaires verticales

C36

---

Exemple 10 : l'accentuation des lignes verticales par le doublement des montants verticaux est moins évident que dans les cas précédents du fait que les nez de planchers sont dans le même plan que les nus ou faces extérieurs des montants.

---

**Dessin**

---

Exemple 10 : mailles rectangulaires verticales

C37

---

Exemple 11 : détail de panneau de façade (métallique ou bois). Le panneau correspond à la maille formée par la structure : planchers et poteaux. Le montant intermédiaire ou meneau fait partie du panneau de façade.

---

**Dessin**

---

Exemple 11 : mailles rectangulaires horizontales

C38

---

La structure de la façade légère est constituée de deux éléments principaux : la structure de la façade et la structure de la toiture.

La structure de la façade est constituée de deux éléments principaux :

1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

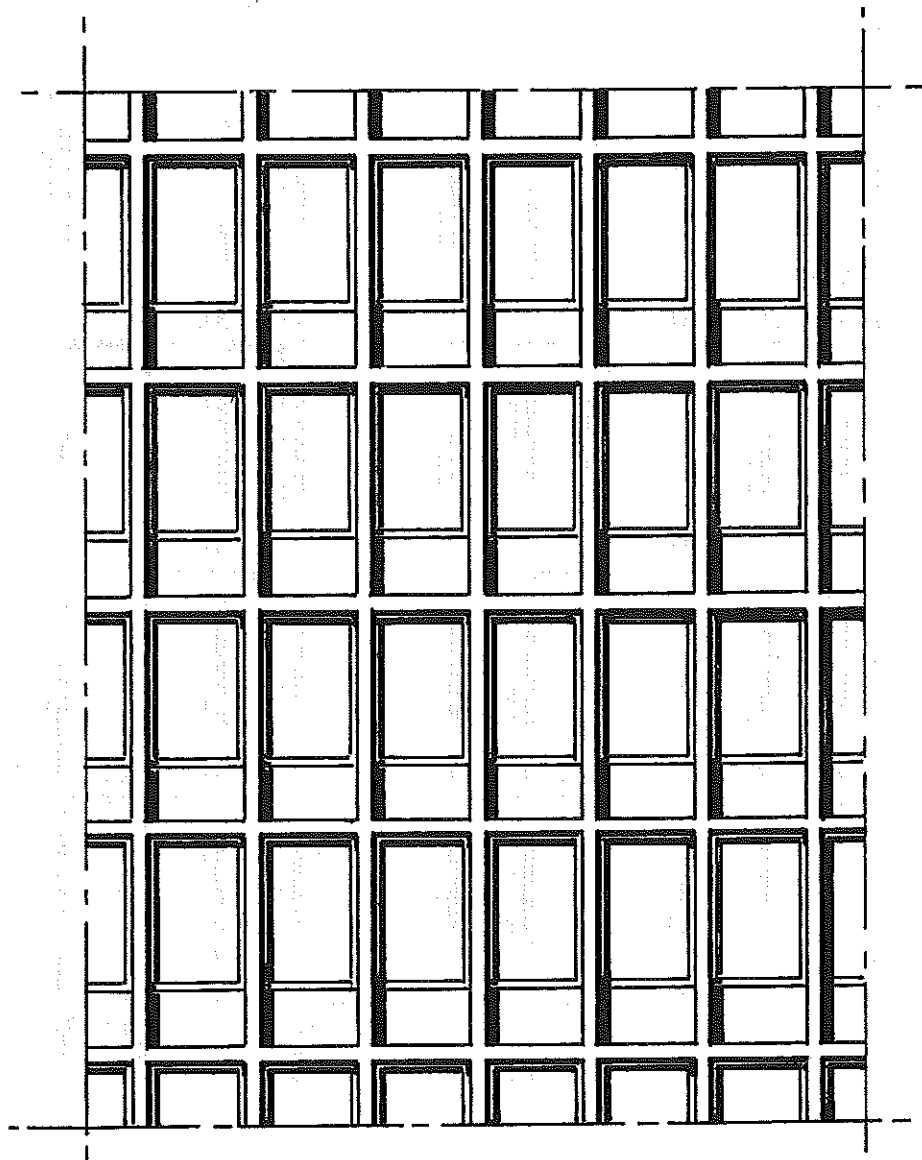
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

1. La structure de la façade : elle est constituée de deux éléments principaux :

C34



- Mailles de faible module
- Même nu pour poteaux et nez de dalles

**Exemple 7 : mailles rectangulaires verticales**

Echelle : --

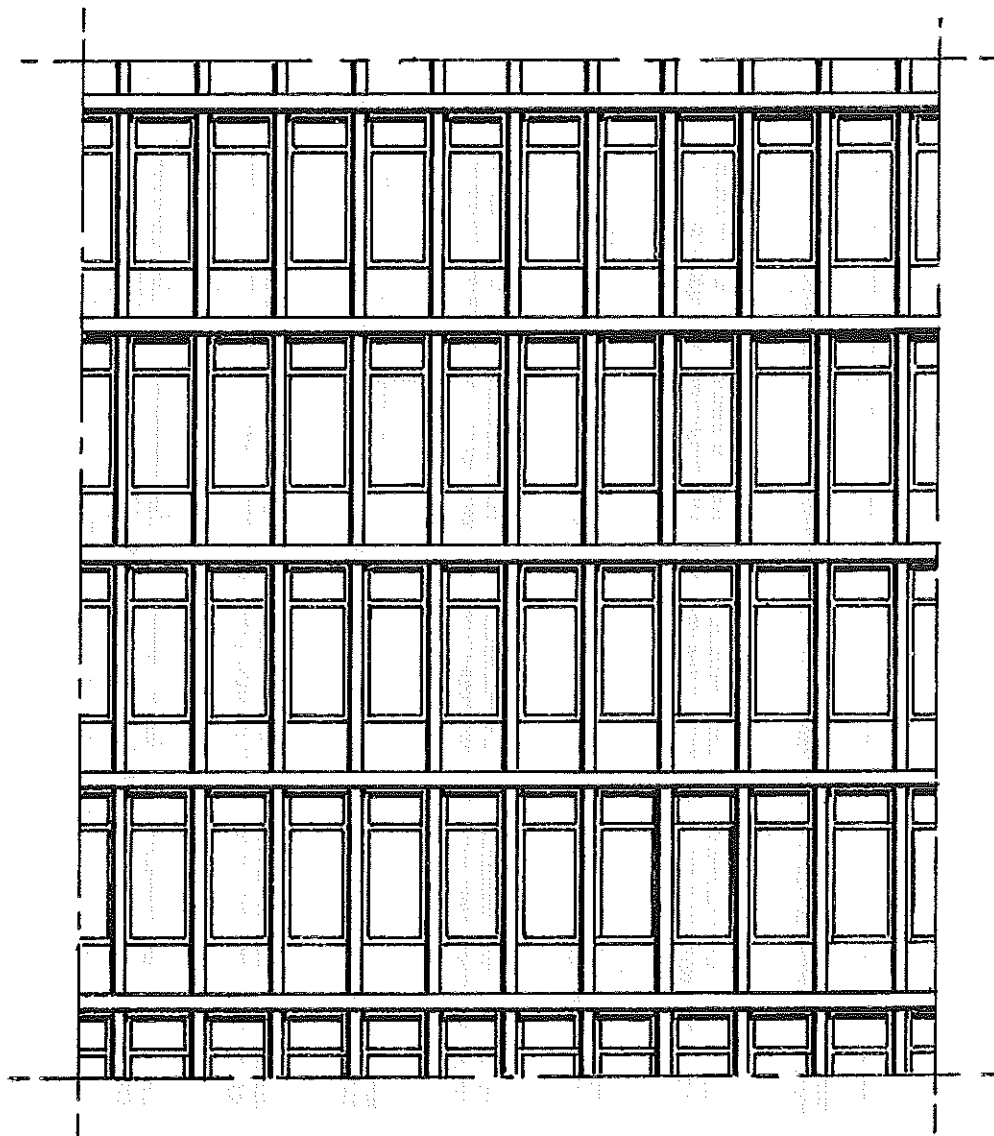
CABINET

LE

PLAN N°



C35



- Faible module en longueur (répétition des verticales)
- Nez de planchers saillants

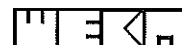
### Exemple 8 : mailles rectangulaires verticales

Echelle : —

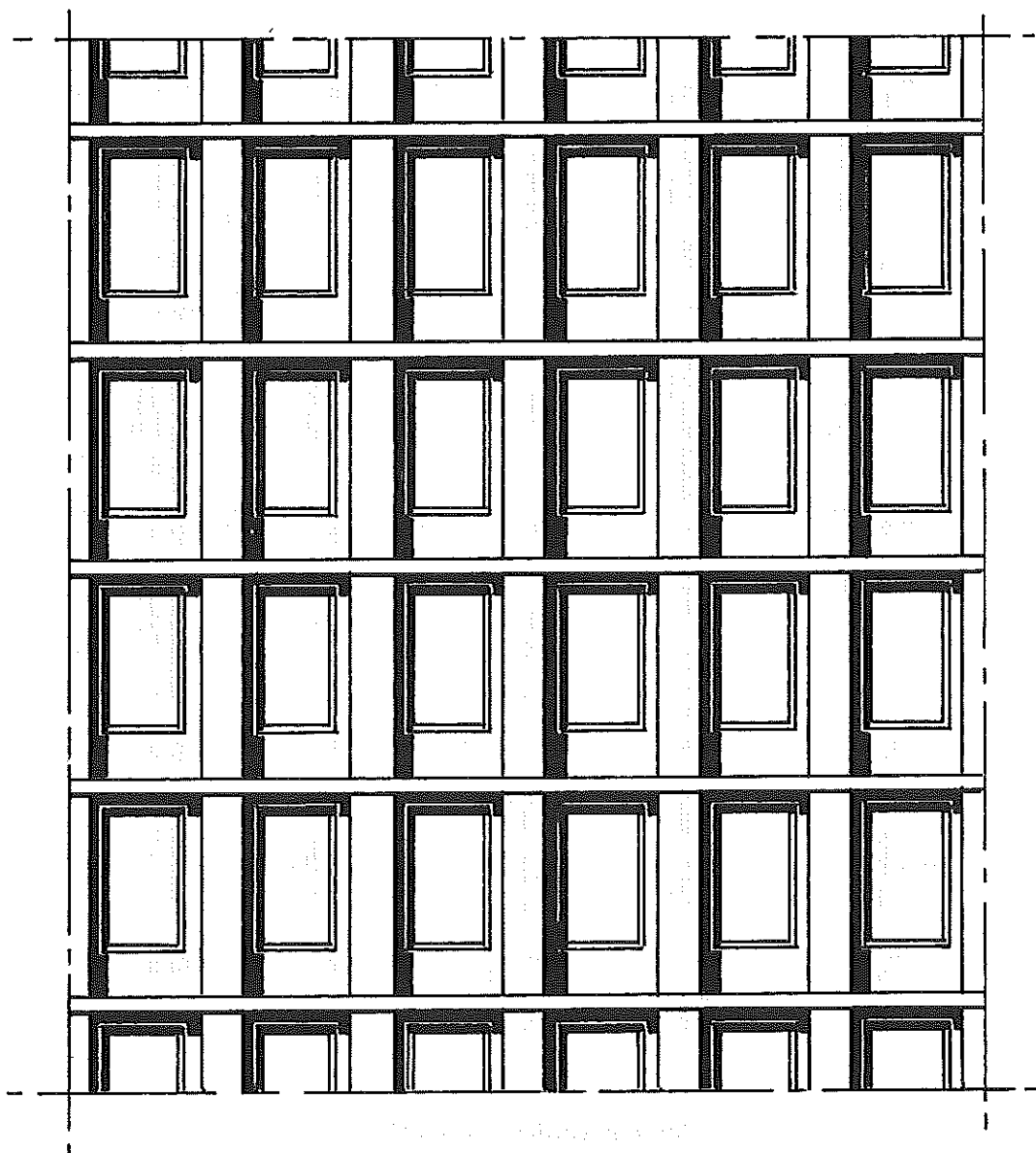
CABINET

LE

PLAN N°



C36



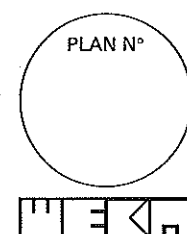
- Accentuation des verticales par épaissement des poteaux
- Mailles à faible module

**Exemple 9 : mailles rectangulaires verticales**

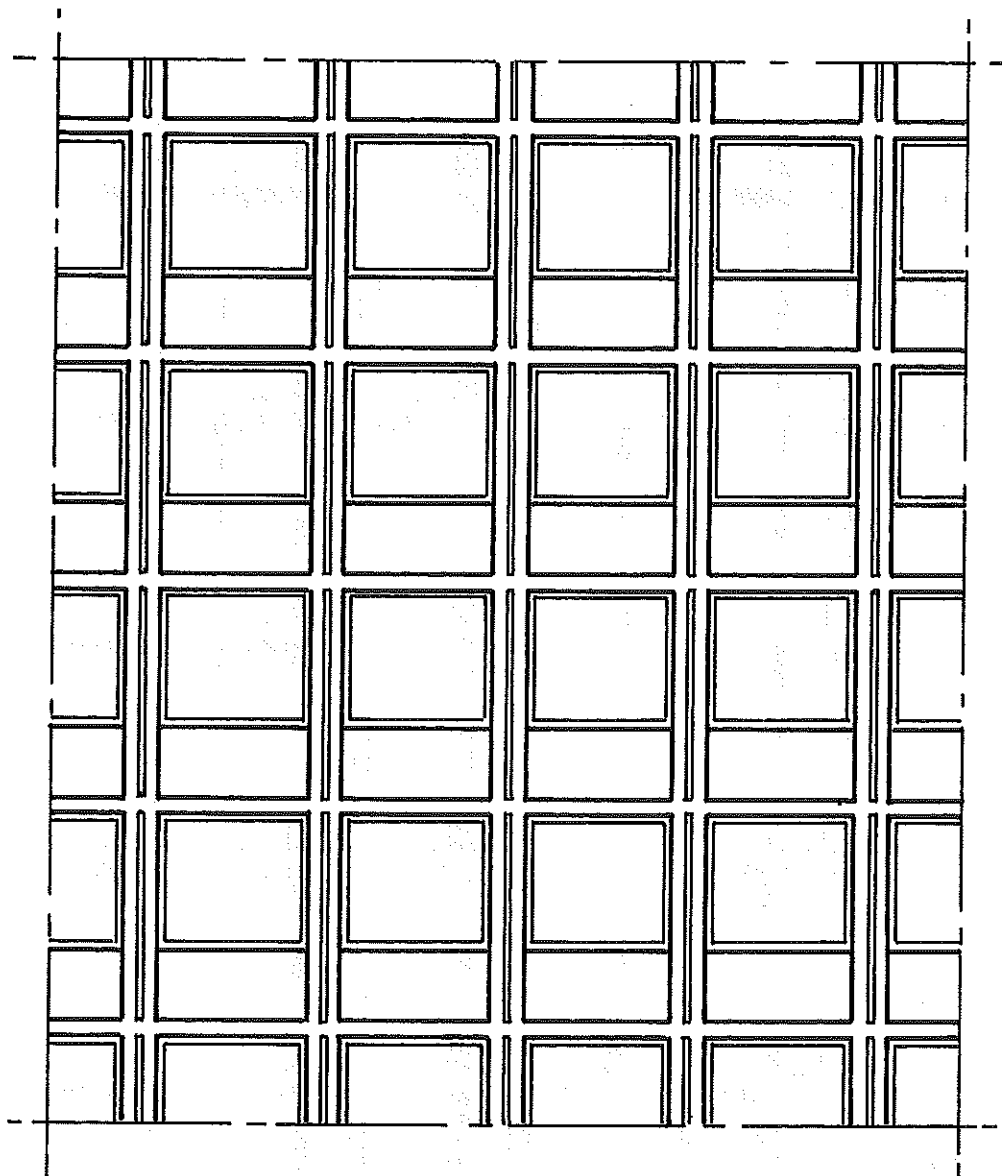
Echelle : —

CABINET

LE



C37



- Poteaux verticaux doublés
- Même nu pour poteaux et nez de dalles

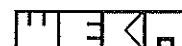
**Exemple 10 : mailles rectangulaires verticales**

Echelle : —

CABINET

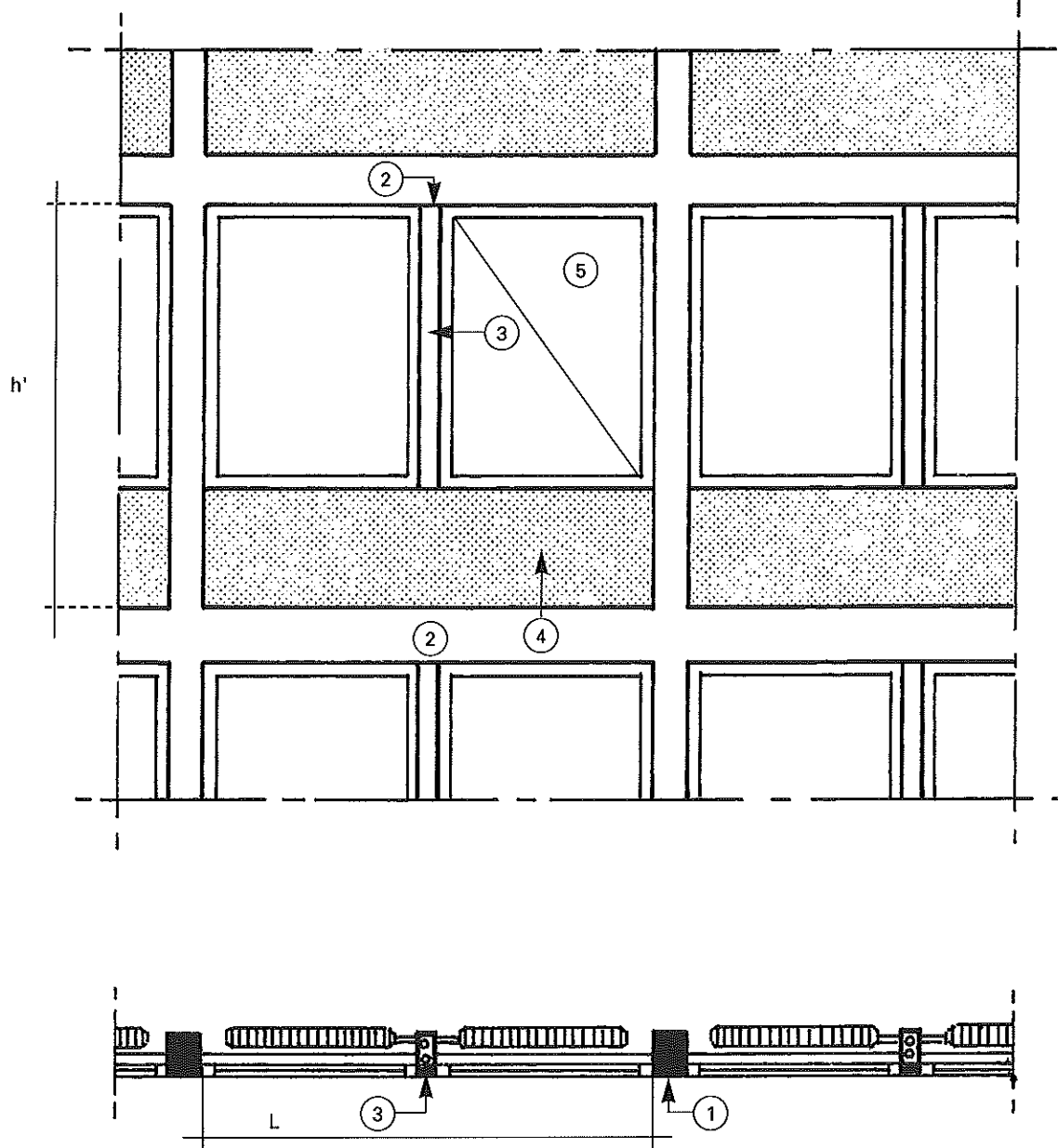
LE

PLAN N°





C38



Même nu pour poteaux et nez de dalles

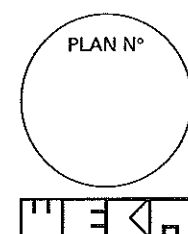
- ① Poteaux B.A.
- ② Poutres ou dalles-planchers
- ③ Meneau intermédiaire
- ④ Panneau – allège
- ⑤ Baies

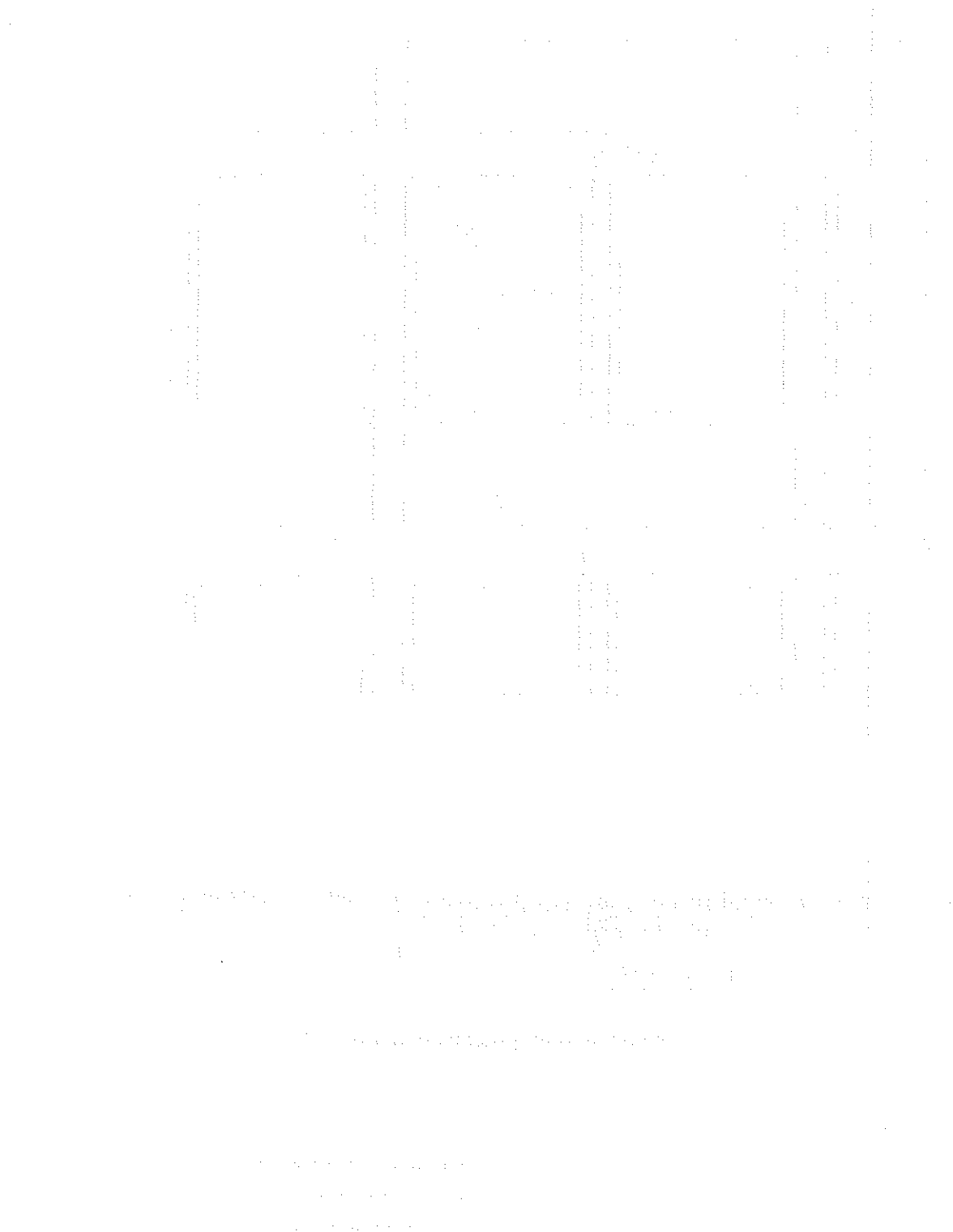
Dimensions du panneau  $L \times h'$  $L$  = Espacement entre poteaux $h'$  = Espacement entre poutres ou dalles planchers**Exemple 11 : mailles rectangulaires horizontales**

Echelle : —

CABINET

LE





Exemple 12 : accentuation forcée sur les lignes horizontales par :

- épaissement des nez de planchers ;
- retrait des poteaux ou refends ;
- amincissement de ces poteaux ;
- panneaux ne comportant qu'une allège en partie basse et une menuiserie en partie haute.

---

**Dessin**

---

Exemple 12 : mailles rectangulaires horizontales

C39

Exemple 13 : ici l'effet de « maille » par la mise au même nu des nez de dalles et des poteaux atténue l'effet des lignes horizontales bien que :

- les panneaux soient rectangulaires sens longueur ;
- les allèges soient basses et « courantes » d'un panneau à l'autre.

---

**Dessin**

---

Exemple 13 : maillage rectangulaire

C40

Exemple 14 : on retrouve l'accentuation des lignes horizontales par plusieurs artifices :

- mailles rectangulaires allongées dans le sens horizontal ;
- nez bandeau de plancher plus épais que les montants verticaux ;
- panneaux (deux par maille) avec allège basse et « courante » ;

ceci malgré :

- le même nu pour les bandeaux de planchers et les faces extérieures de refends ;
- la répétition des verticales de refends par les montants intermédiaires de panneaux.

---

**Dessin**

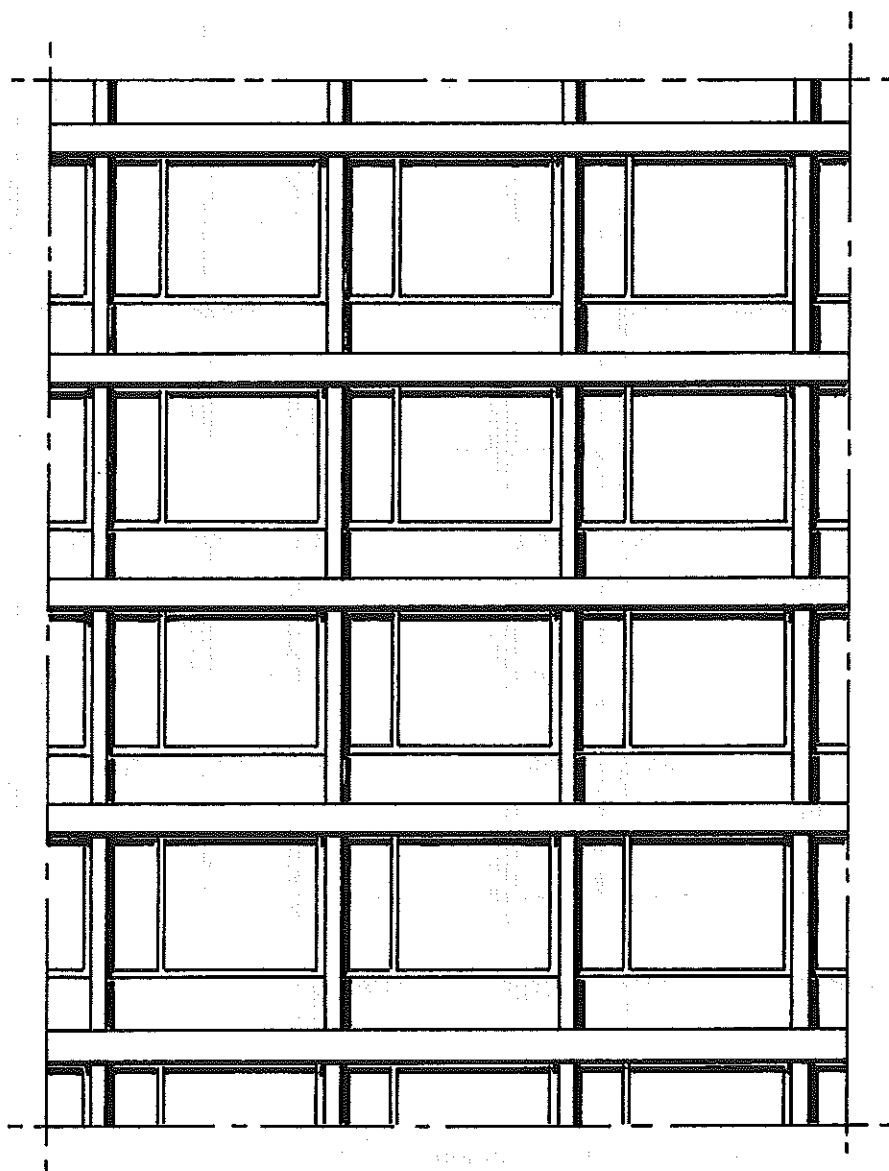
---

Exemple 14 : maillage rectangulaire

C41



C39



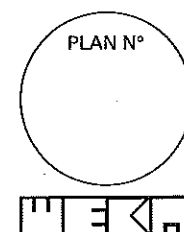
Renforcement des horizontales : nez de planchers saillants par rapport à nez de voiles ou poteaux

**Exemple 12 : mailles rectangulaires horizontales**

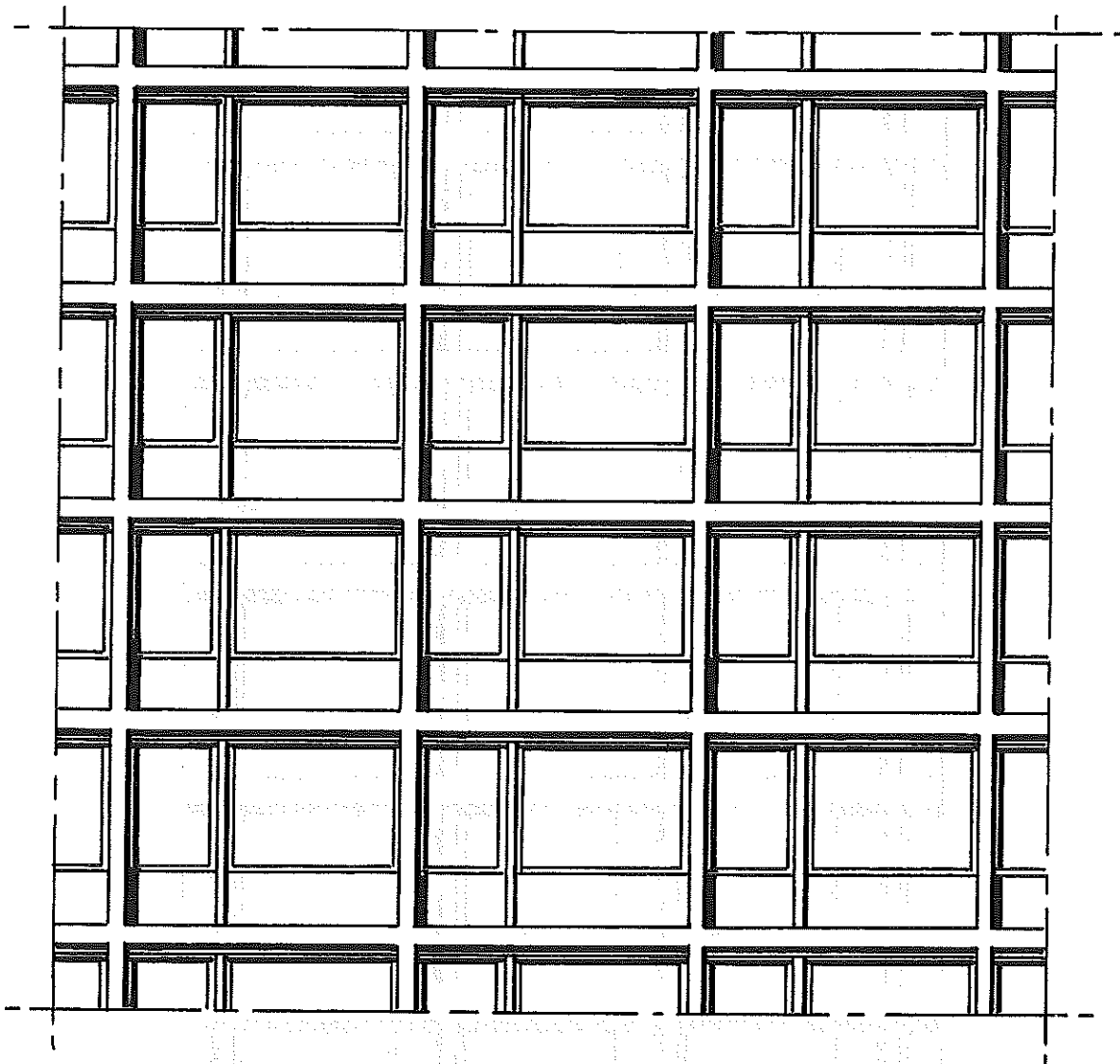
Echelle : —

CABINET

LE



C40



Nez de plancher et abouts de voiles au même nu

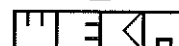
**Exemple 13 : maillage rectangulaire**

Echelle : —

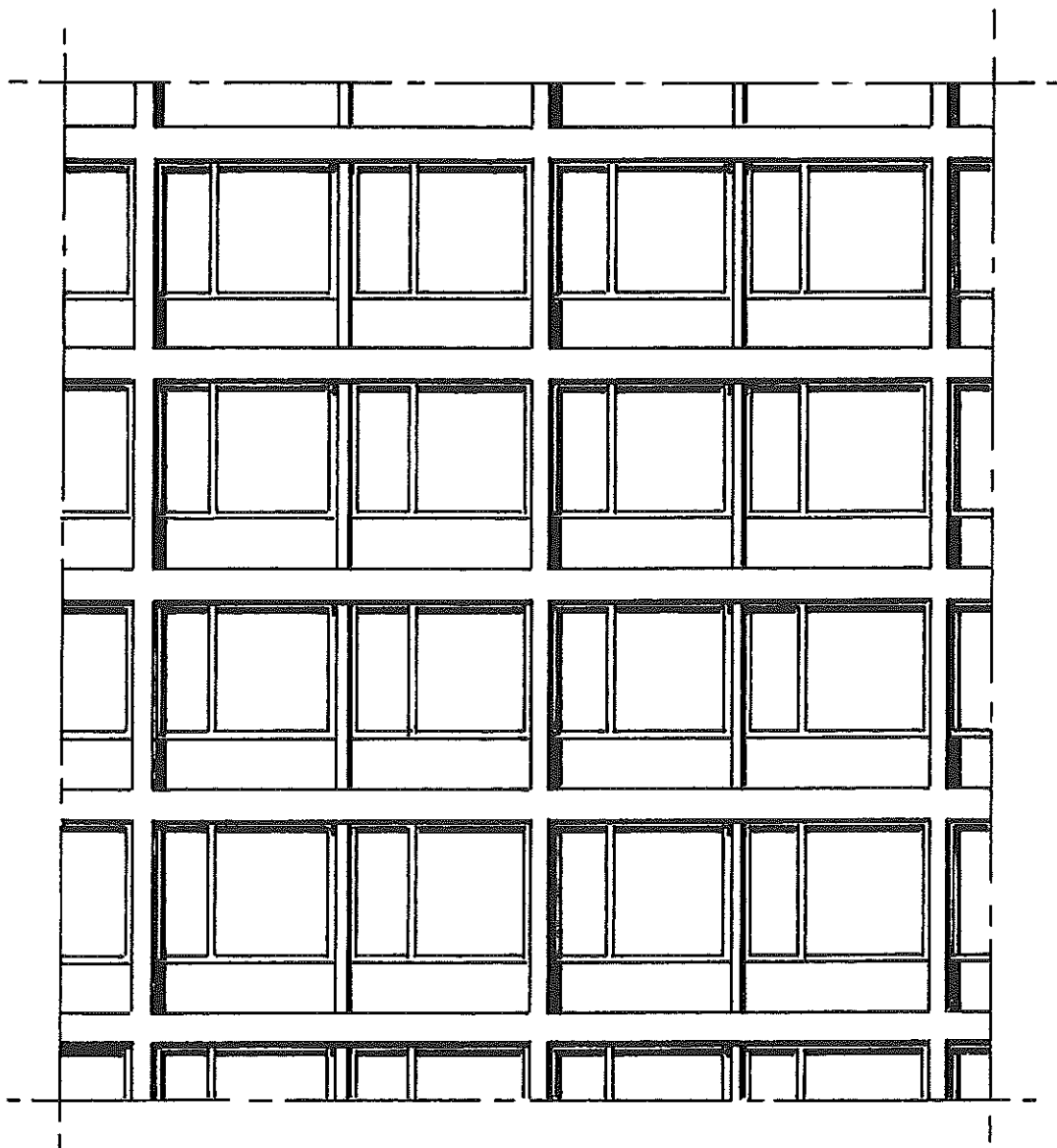
CABINET

LE

PLAN N°



C41



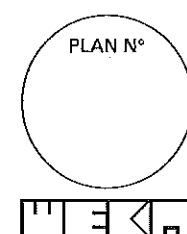
Accentuation des horizontales

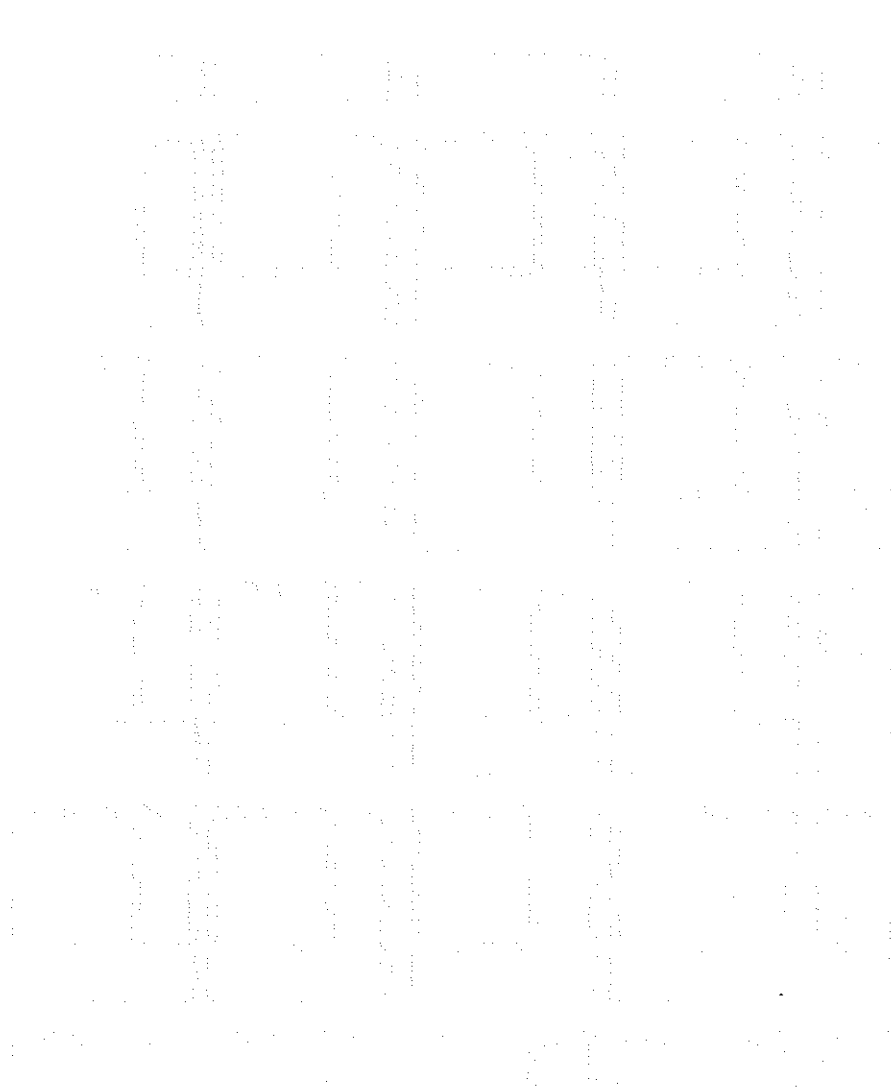
**Exemple 14 : maillage rectangulaire**

Echelle : —

CABINET

LE







Exemple 15 : la maille étant sensiblement carrée, les planchers et voiles (ou poteaux) ayant pratiquement la même épaisseur et étant placés dans le même plan vertical extérieur, il n'y a pas d'accentuation ni dans le sens vertical, ni dans le sens horizontal.

Par contre, l'effet de maille est réalisé avec une légère tendance à l'affirmation des lignes horizontales (mailles rectangulaires et allèges basses « courantes »).

---

**Dessin**

---

Exemple 15 : maillage rectangulaire horizontal

C42

Exemple 16 : l'effet d'ensemble ressemble au précédent avec une accentuation moins forcée pour les lignes horizontales par l'utilisation de nez ou traces de planchers plus épais, réduction des épaisseurs de refends et poteaux, amincissement des montants constitutifs des panneaux de façades.

Ce type de façade correspond souvent à l'utilisation de panneaux dits « menuisés » à base de bois et d'éléments de remplissage (EdR).

---

**Dessin**

---

Exemple 16 : maillage rectangulaire horizontal

C43

Exemple 17 : on retrouve ici un effet de « maille » avec des panneaux très découpés, notamment dans les zones d'allège qui peuvent être traitées avec des remplissages opaques ou translucides. Ce type peut également convenir à des panneaux menuisés.

---

**Dessin**

---

Exemple 17 : maillage rectangulaire horizontal

C44

Exemple 18 : effet de maille où la structure constitue un damier dans lequel les panneaux composés de deux éléments par maille sont placés de manière dissymétrique d'un étage à l'autre (alternance des parties opaques et des parties allège + baie).

---

**Dessin**

---

Exemple 18 : maillage carré – Alternance des baies

C45

Le principe de la structure légère est de séparer la structure de la façade. La structure est une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade. La façade est constituée de vitres, de panneaux solaires, de panneaux de verre teinté, etc.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade. La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade. La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade.

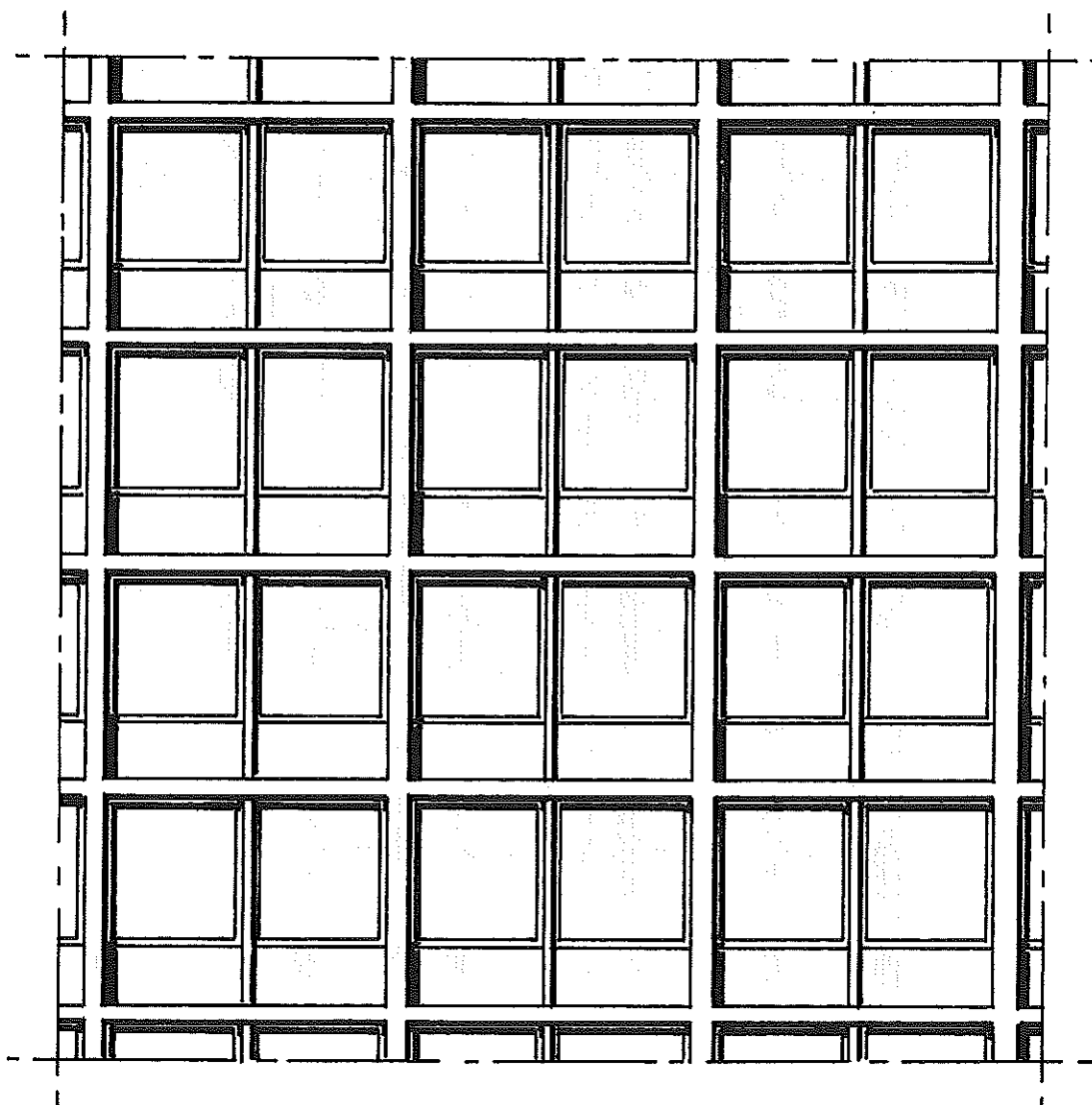
La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade.

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade. La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade. Elle est constituée d'une ossature en acier ou en aluminium, qui supporte les vitres et les éléments de façade.

Page 18

La structure légère est une structure qui permet de séparer la structure de la façade.

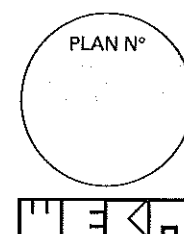
C42

**Exemple 15 : maillage rectangulaire horizontal**

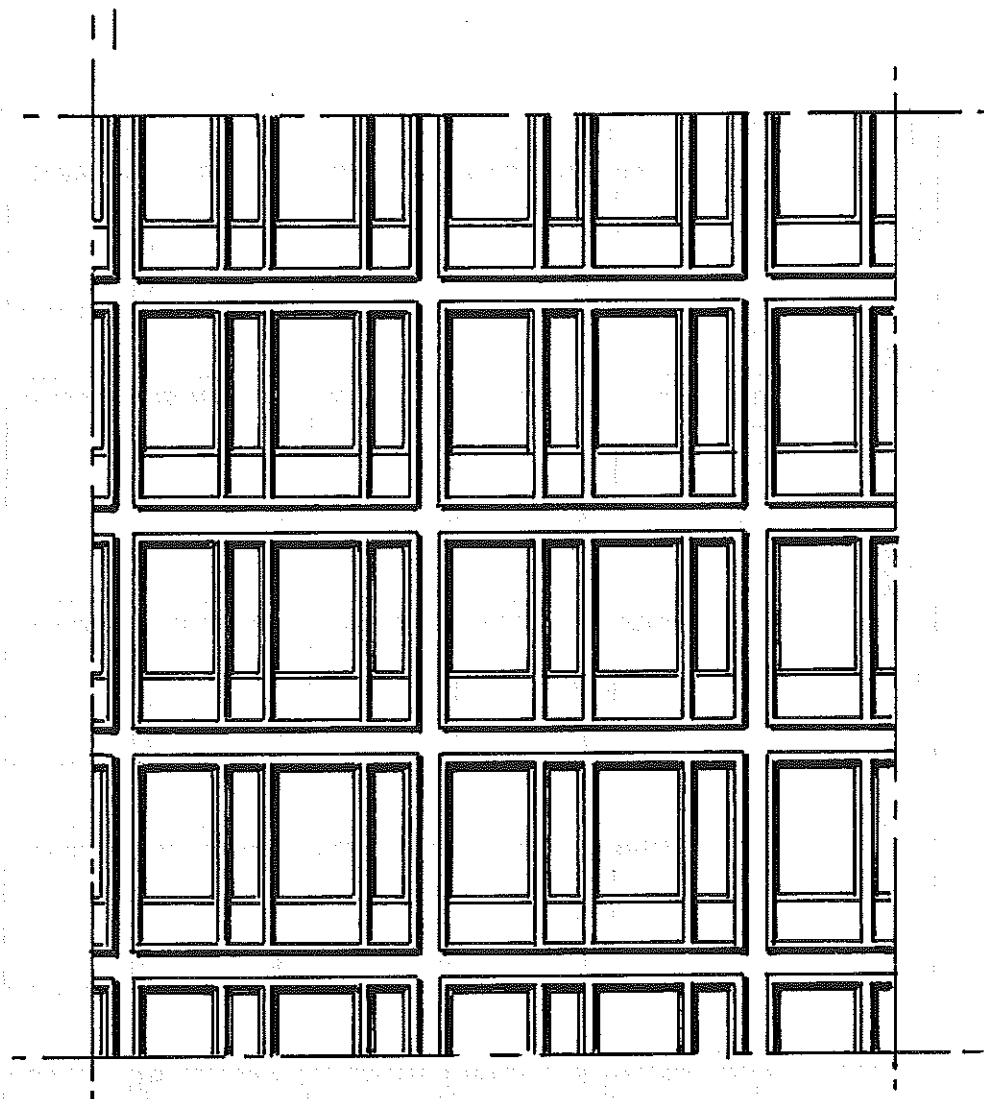
Echelle : —

CABINET

LE



C43



Intervention du panneau inséré dans les mailles

**Exemple 16 : maillage rectangulaire horizontal**

Echelle : —

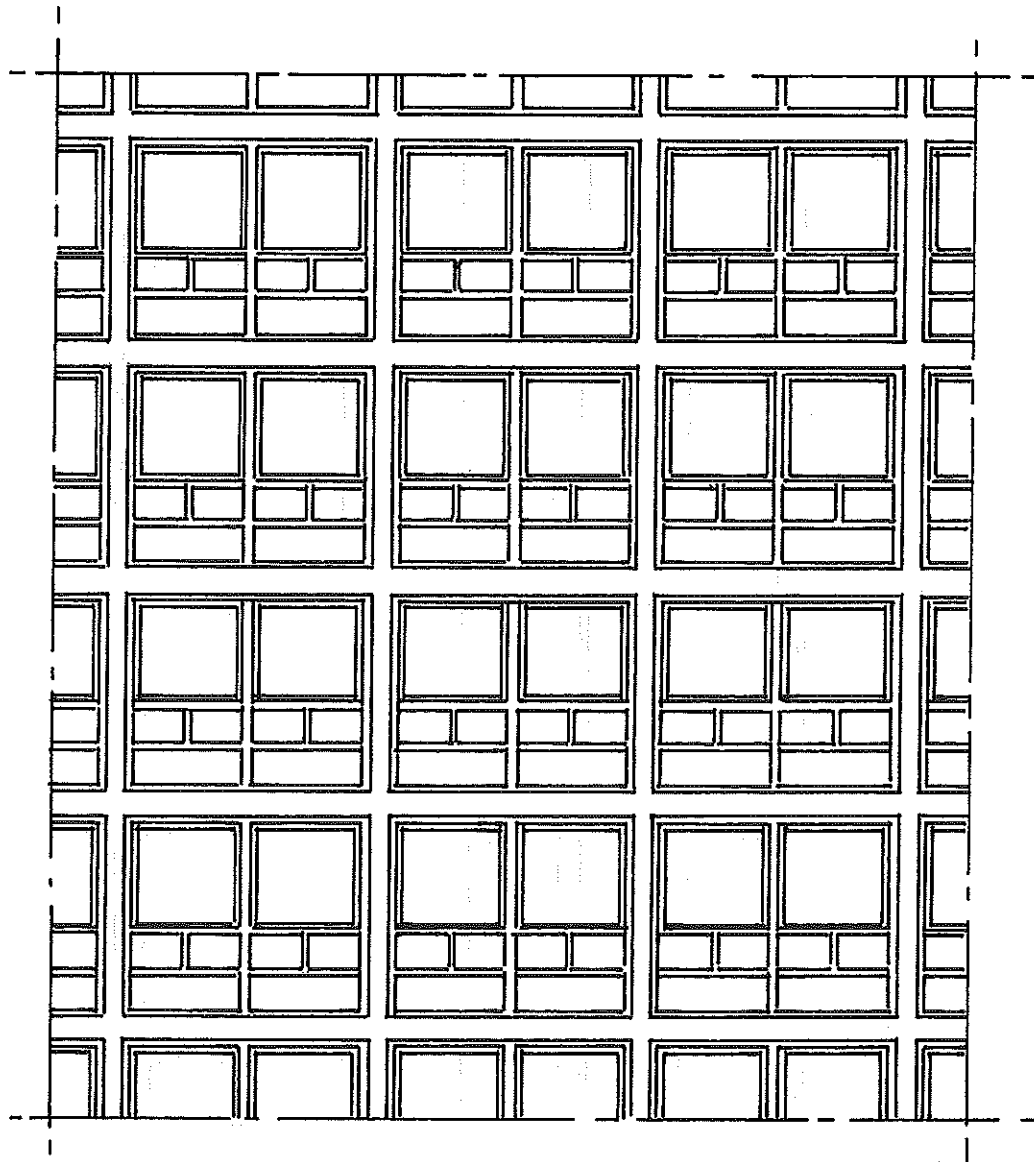
CABINET

LE

PLAN N°



C44



Intervention du panneau inséré dans les mailles

Intervention du panneau inséré dans les mailles  
Intervention du panneau inséré dans les mailles  
Intervention du panneau inséré dans les mailles

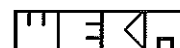
**Exemple 17 : maillage rectangulaire horizontal**

Echelle : —

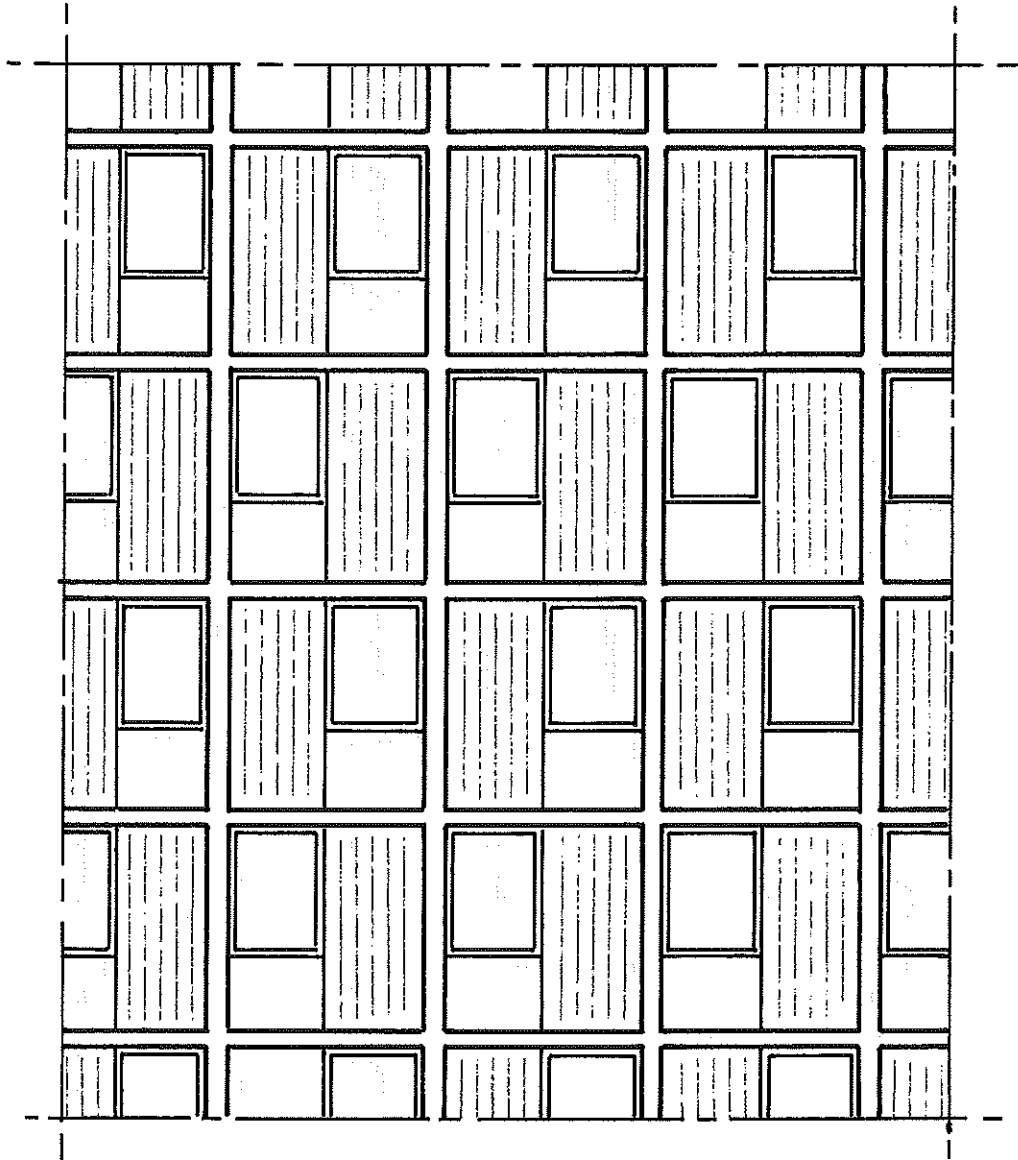
CABINET

LE

PLAN N°



C45



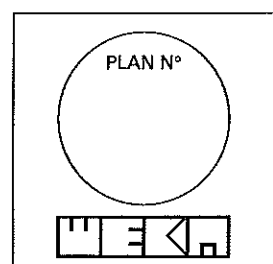
- Même nu pour nez de planchers et voiles
- Intervention du panneau inséré dans les mailles

### Exemple 18 : maillage carré – Alternance des baies

Echelle : —

CABINET

LE



Exemple 19 : effet de maille avec panneaux identiques ; c'est la géométrie du panneau dans la partie baie qui « anime » la façade.

---

**Dessin**

---

Exemple 19 : maillage carré

C46

---

Exemple 20 : effet de maille régulier par mailles carrées et panneaux-types menuisés avec allège basse courante en EdR (éléments de remplissage) et baies continues.

Façade « monotone » où l'animation ne peut se faire que par le choix et la couleur des EdR.

---

**Dessin**

---

Exemple 20 : maillage carré (ensemble)

C47

---

Exemple 21 : détail de façade à panneaux insérés dans la structure.

Accentuation des lignes verticales par l'épaississement des poteaux (saillants) d'ossature, l'amincissement et le retrait des planchers.

Simplification des panneaux par généralisation d'une allège basse courante et de baies continues.

---

**Dessin**

---

Exemple 21 : façade panneau inséré

C48

---

Exemple 22 : la structure (planchers, poteaux ou voile) est traitée de manière classique.

L'accentuation des verticales est réalisée par la mise en place d'éléments rapportés en béton préfabriqués (montants verticaux), liés à la structure, et insérés entre les panneaux.

Ces montants viennent en légère saillie par rapport aux nez de planchers.

Par maille, insertion de quatre montants et de trois panneaux élémentaires (une allège + une baie).

---

**Dessin**

---

Exemple 22 : façade panneau inséré

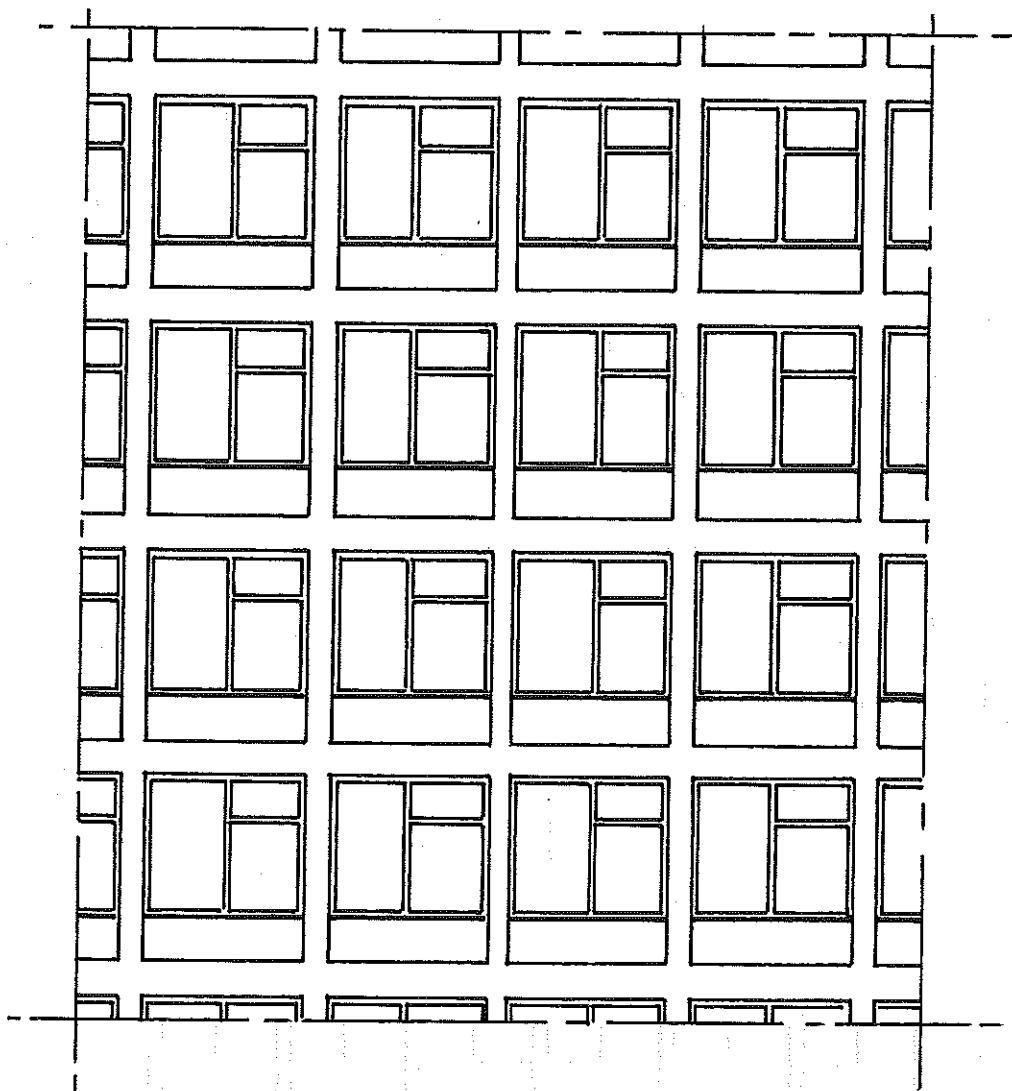
C49

---





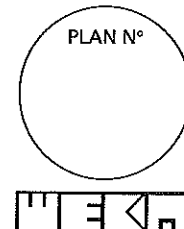
C46

**Exemple 19 : maillage carré**

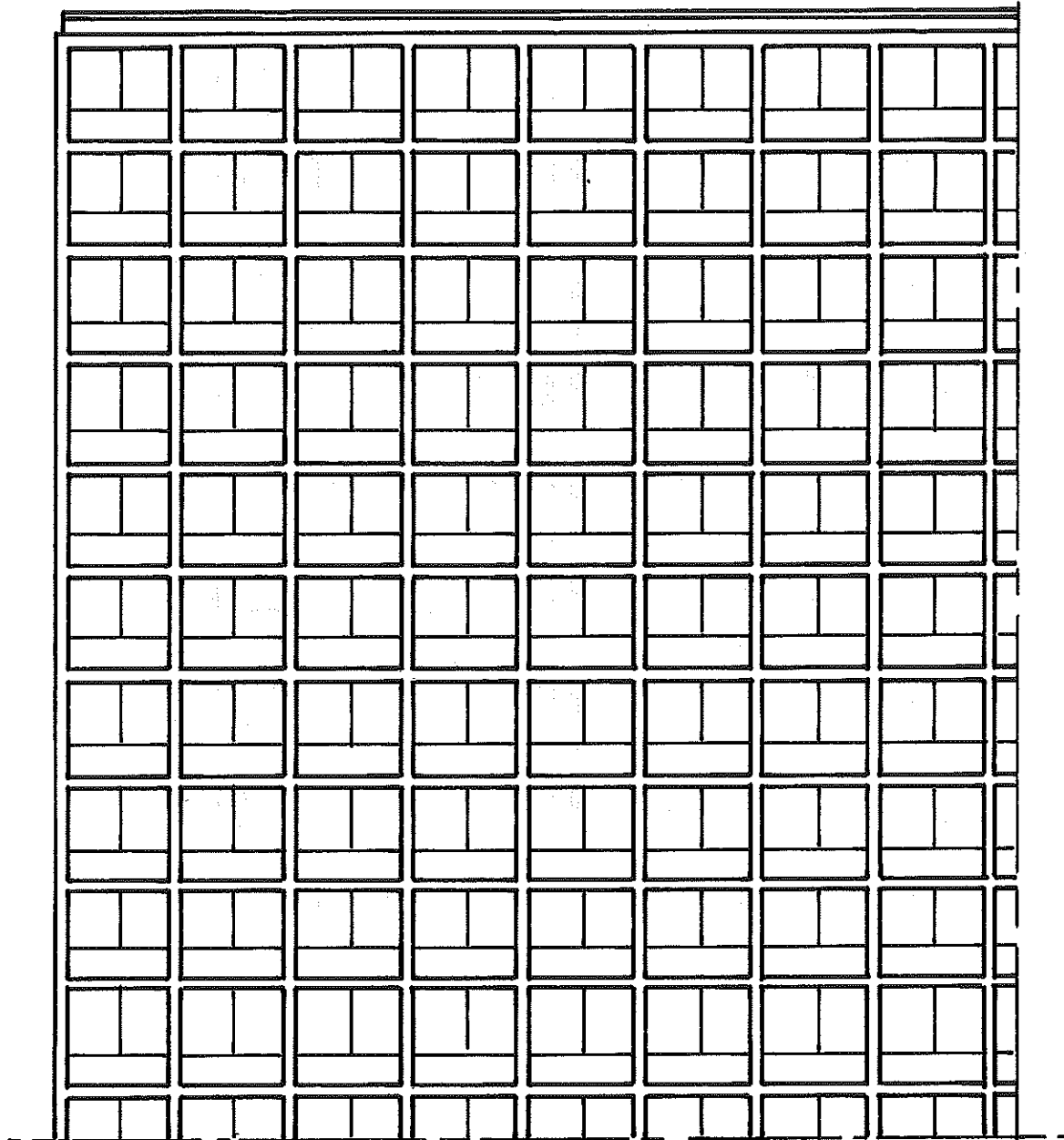
Echelle : —

CABINET

LE



C47

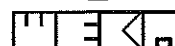
**Exemple 20 : maillage carré (ensemble)**

Echelle : —

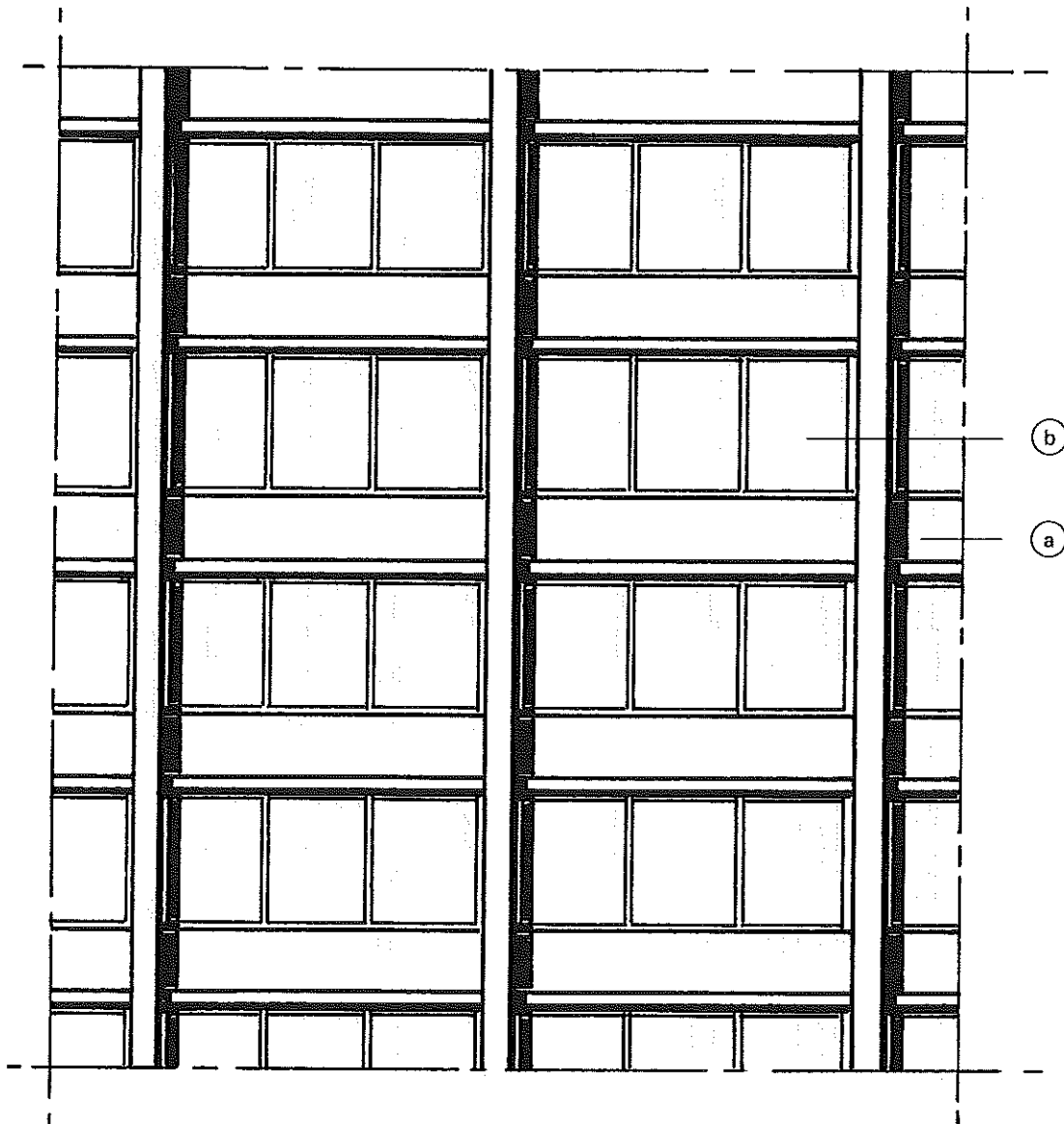
CABINET

LE

PLAN N°



C48



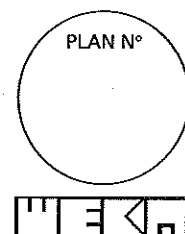
- Accentuation des verticales (abouts de voiles)
- Panneaux (a) – allège
- (b) – menuiserie

**Exemple 21 : façade panneau inséré**

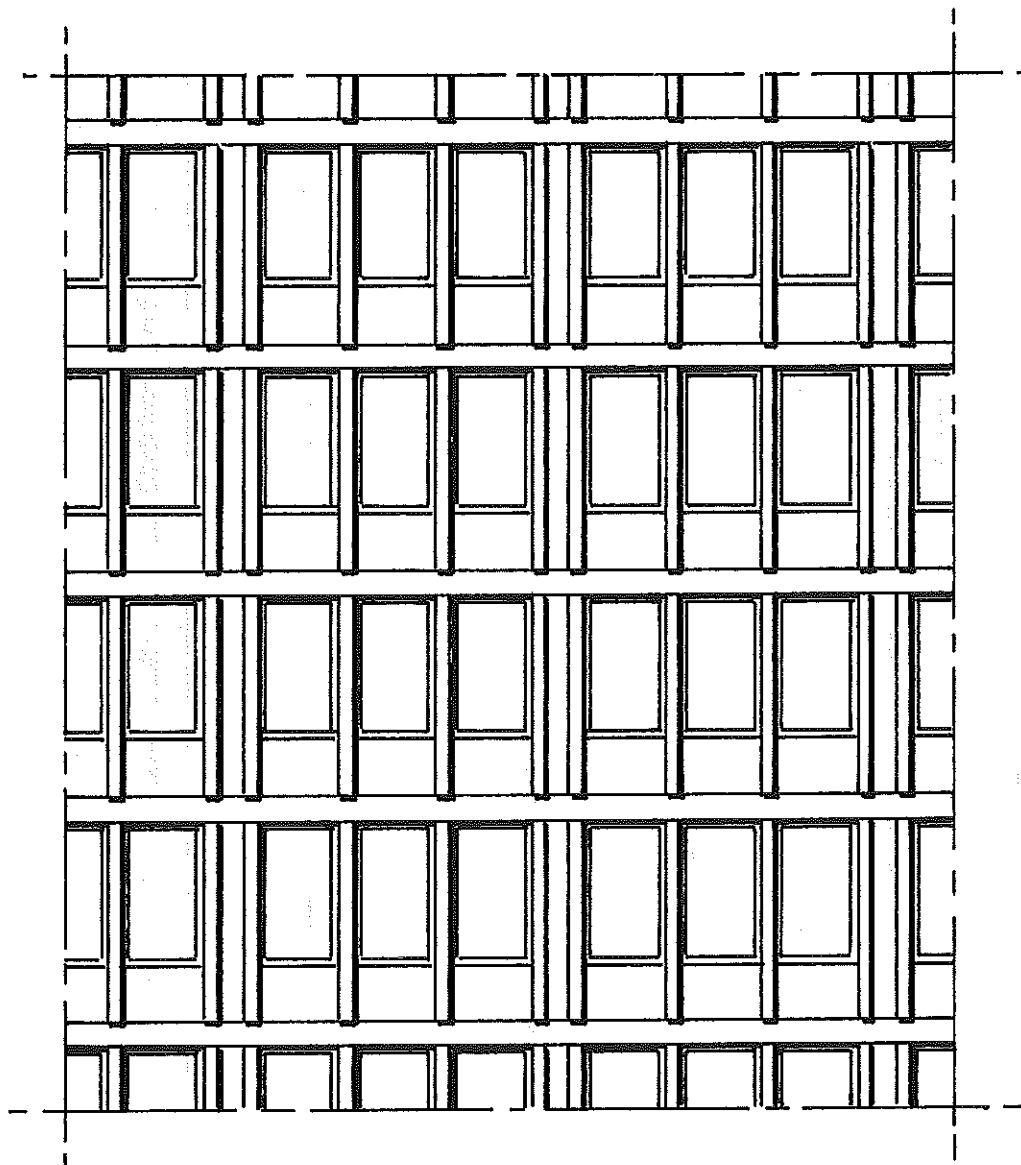
Echelle : –

CABINET

LE



C49



- Accentuation des horizontales
- Poteaux intermédiaires (montants des panneaux insérés)

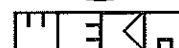
**Exemple 22 : façade panneau inséré**

Echelle : —

CABINET

LE

PLAN N°



Exemple 23 : ici la façade est entièrement maillée.

Les éléments verticaux (poteaux ou meneaux) sont très rapprochés.

Les éléments horizontaux correspondent aux traces ou nez de planchers et aux appuis de baies.

L'épaisseur des éléments verticaux et des éléments horizontaux est la même.

Le maillage détermine :

- des mailles carrées pour les panneaux d'allège (opaques) ;
- des mailles rectangulaires pour les baies.

Exemple de cas limite pour une façade panneau, du fait que les mailles sont remplies par :

- des EdR de faibles dimensions ;
- des menuiseries.

Façade très ouvragée et difficilement fiable par le linéaire de joints de calfeutrement qu'elle nécessite.

---

**Dessin**

---

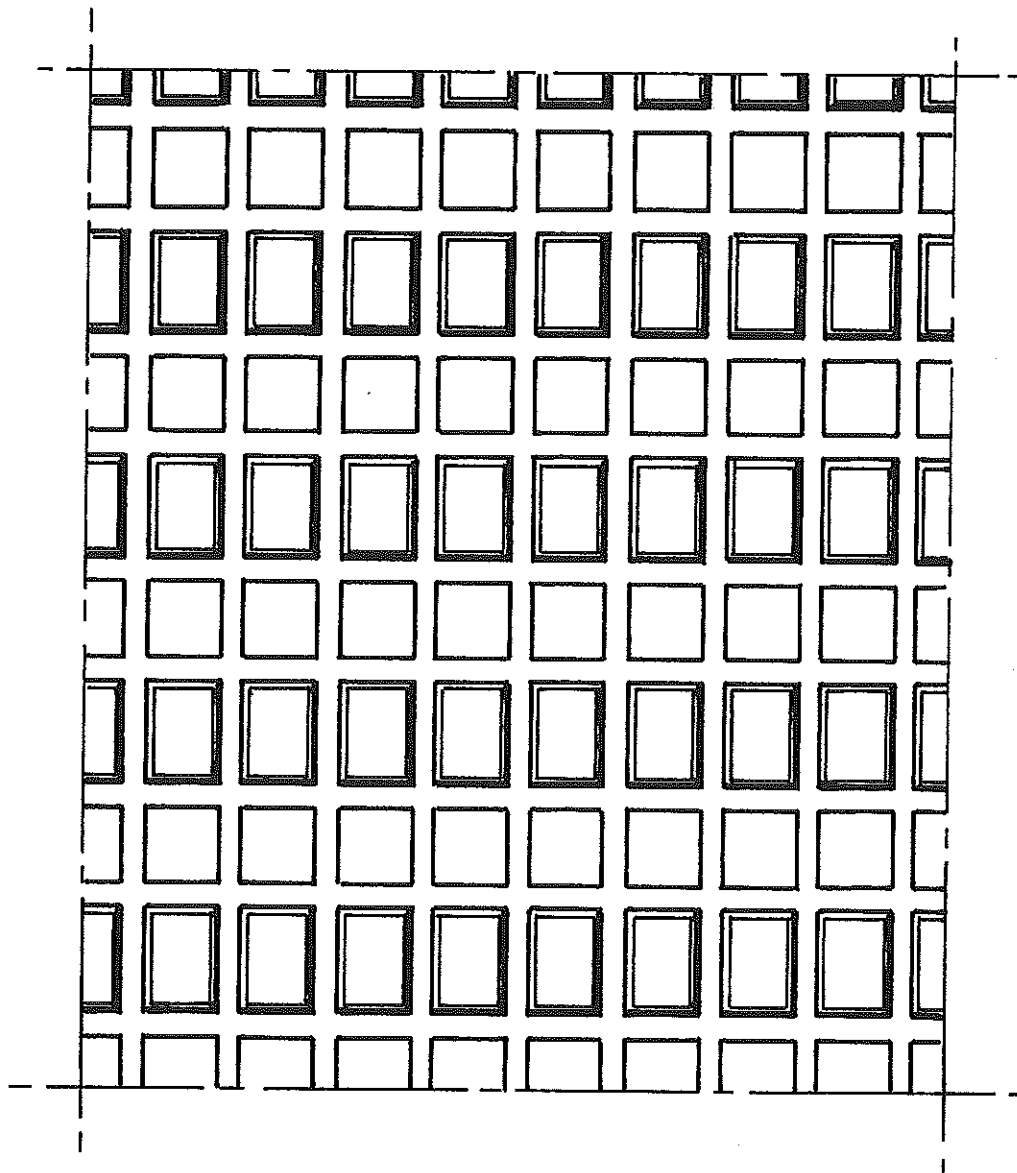
Exemple 23 : façade panneau maillé

C50

---

Le principe de la structure légère est de séparer la structure de la façade. La structure est constituée de poutres et de colonnes, et la façade est constituée de panneaux. Les poutres et les colonnes sont en acier ou en aluminium, et les panneaux sont en verre, en bois ou en composite. La structure est conçue pour résister aux charges de vent, de neige et de poids propre. La façade est conçue pour être légère et flexible, et pour permettre une grande variété de formes et de couleurs. Les structures légères sont souvent utilisées pour les bâtiments à usage commercial, industriel ou résidentiel. Elles offrent une grande liberté de conception et une excellente performance énergétique. Les structures légères sont également très durables et faciles à entretenir. Elles sont donc une solution idéale pour les façades légères.

C50



- Trame à petit module
- Remplissage : - panneau allège  
- panneau baie

**Exemple 23 : façade panneau maillé**

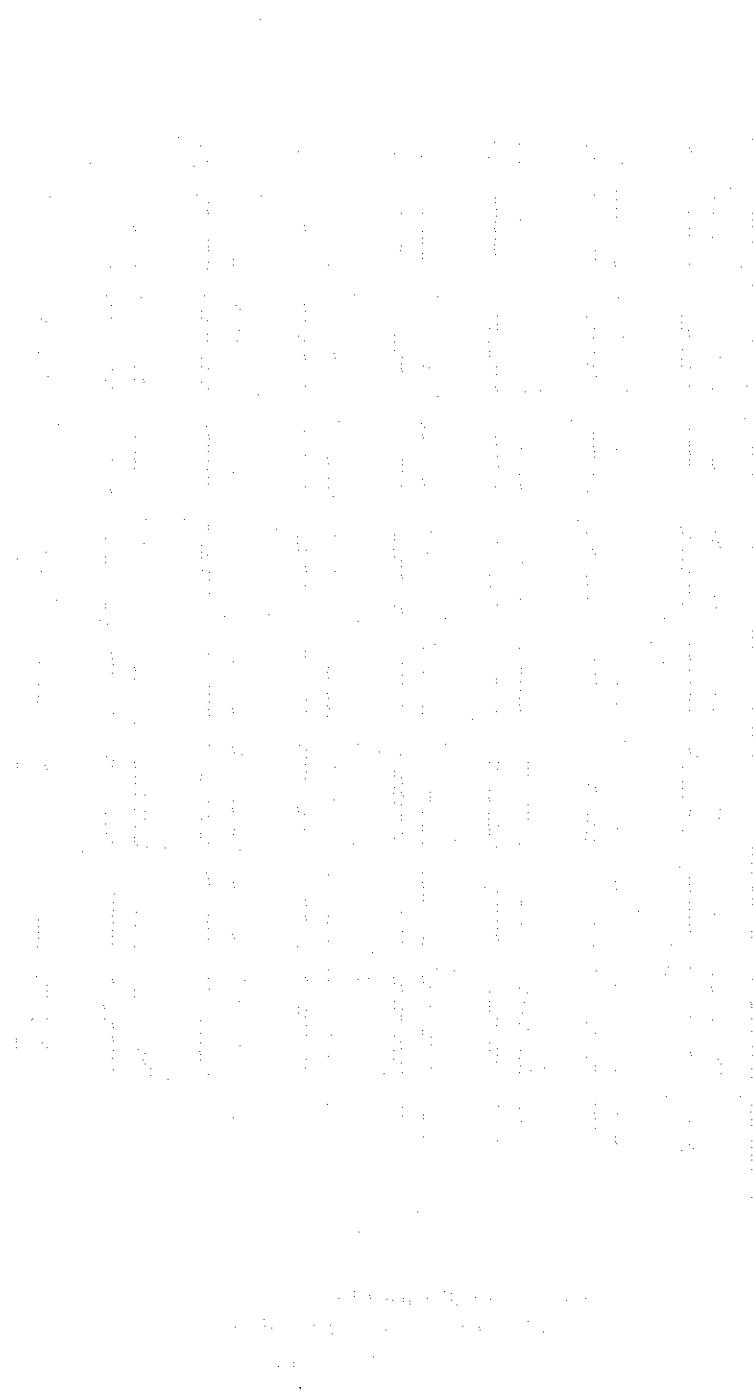
Echelle : —

CABINET

LE

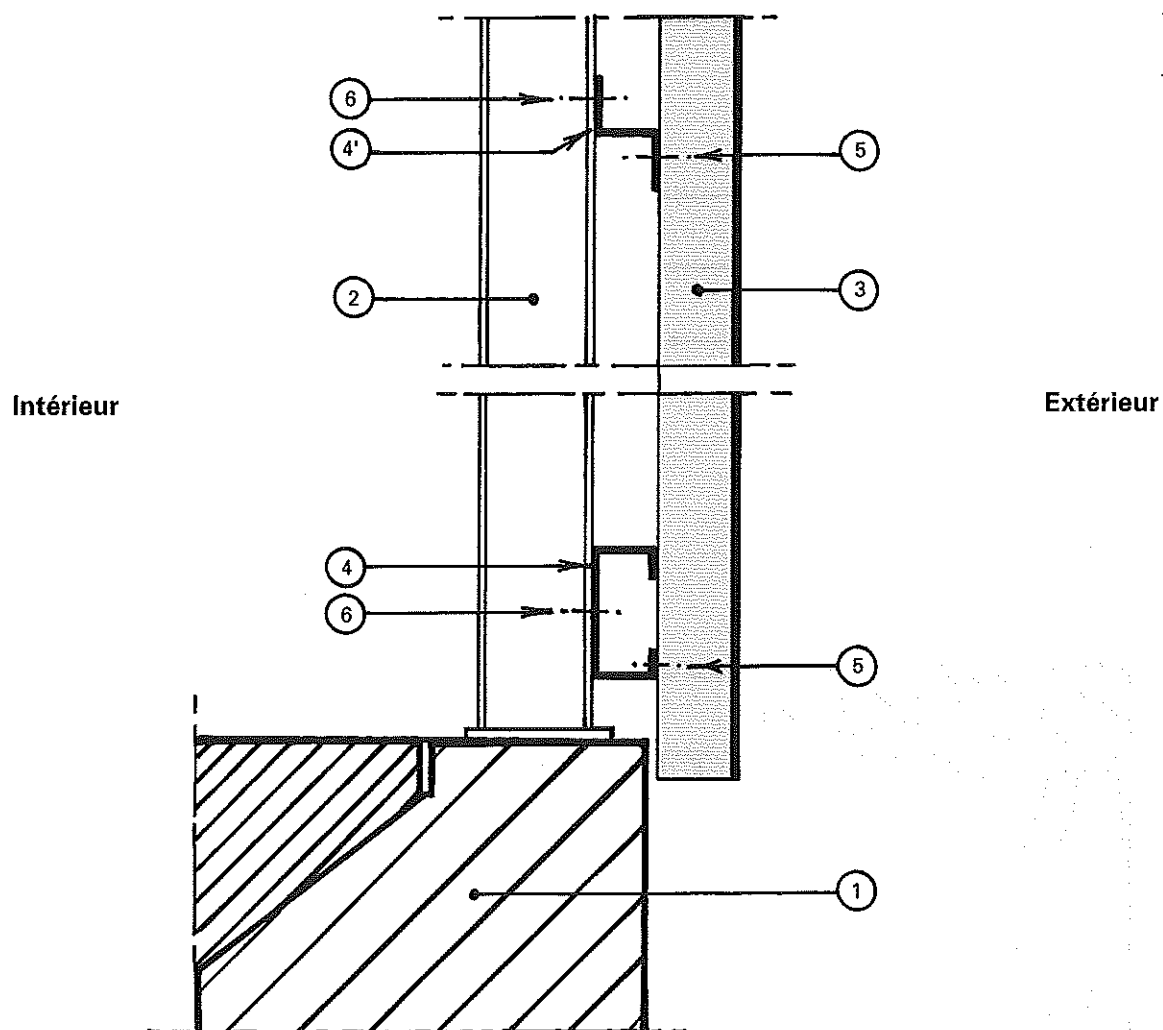
PLAN N°







D1



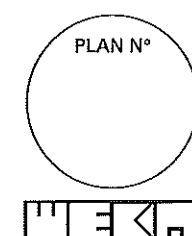
- ① Embase = mur maçonnerie
- ② Poteau métallique structure
- ③ Bardage simple (peau extérieure)
- ④ Lisse horizontale – Support de bardage (profil U)
- ④' Variante lisse (profil Z)
- ⑤ Fixation bardage/lisse
- ⑥ Fixation lisse/poteau

**Bardage métallique simple peau**

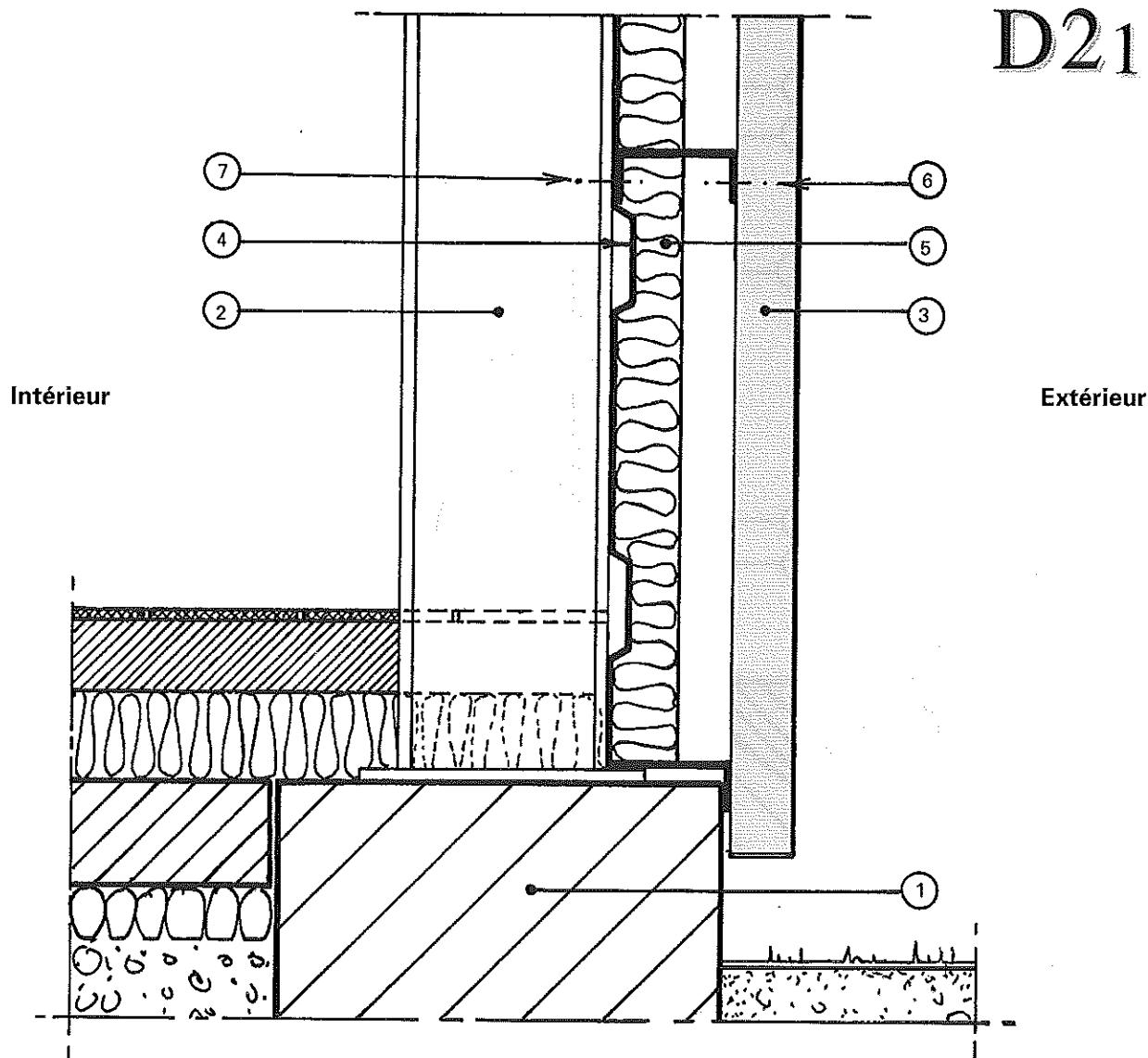
Echelle : –

CABINET

LE



D21



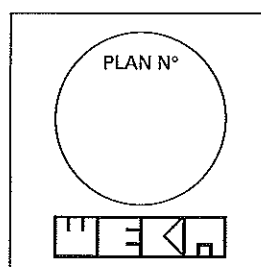
- ① Murette ou longrine maçonnerie
- ② Poteau métallique structure
- ③ Bardage – Peau extérieure (vertical)
- ④ Plateau intérieur (horizontal)
- ⑤ Isolant
- ⑥ Fixation bardage/plateau
- ⑦ Fixation plateau/poteau

## Bardage métallique double peau avec plateaux

Echelle : –

## CABINET

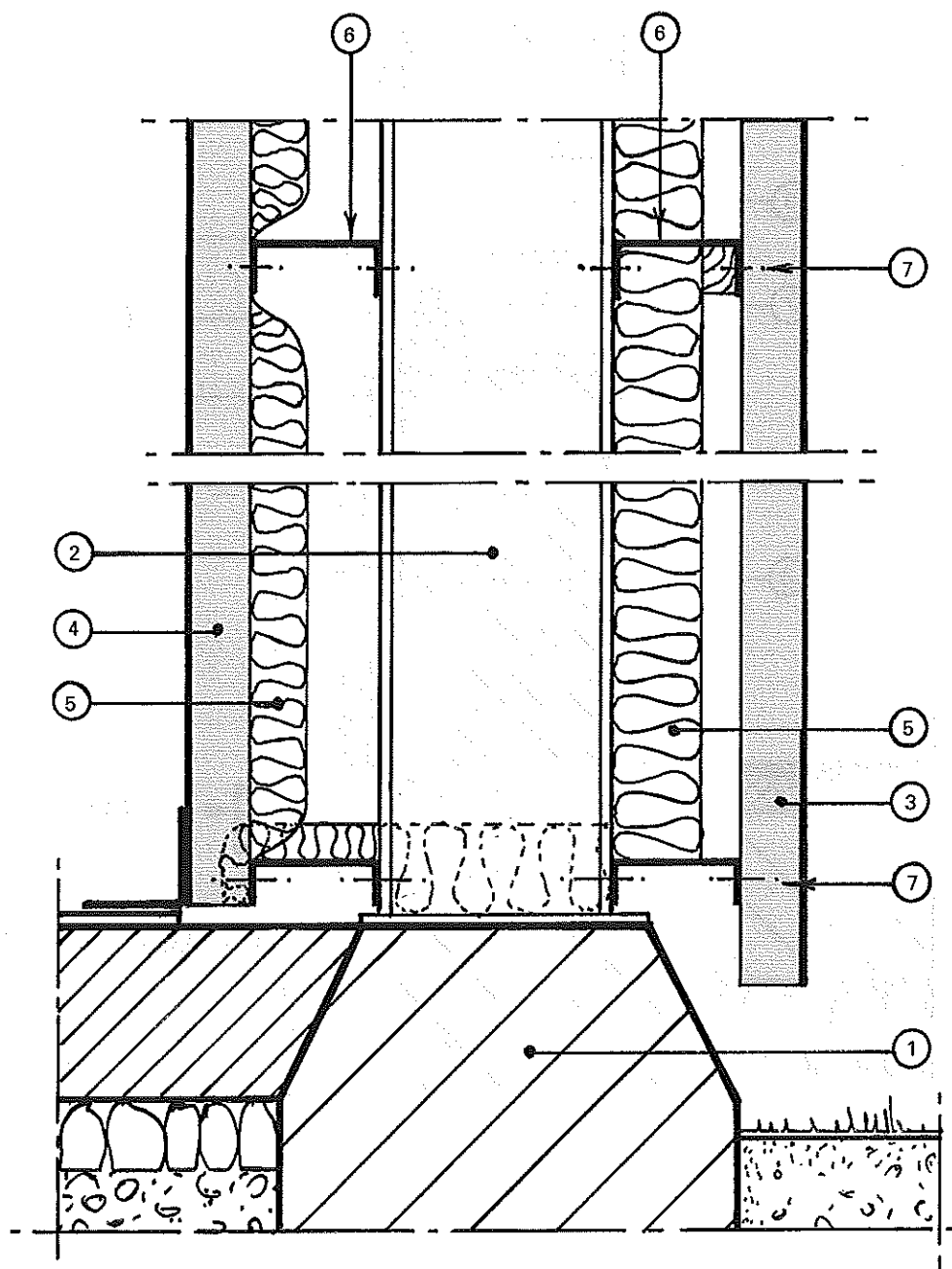
LE



D22

Intérieur

Extérieur



① Massif – Longrine – Soubassement (maçonnerie)

② Poteau métallique structure

③ Bardage extérieur

④ Bardage intérieur

⑤ Isolant

⑥ Lisses horizontales supports

⑦ Fixations

**Bardage métallique double peau avec plaques**

Echelle : –

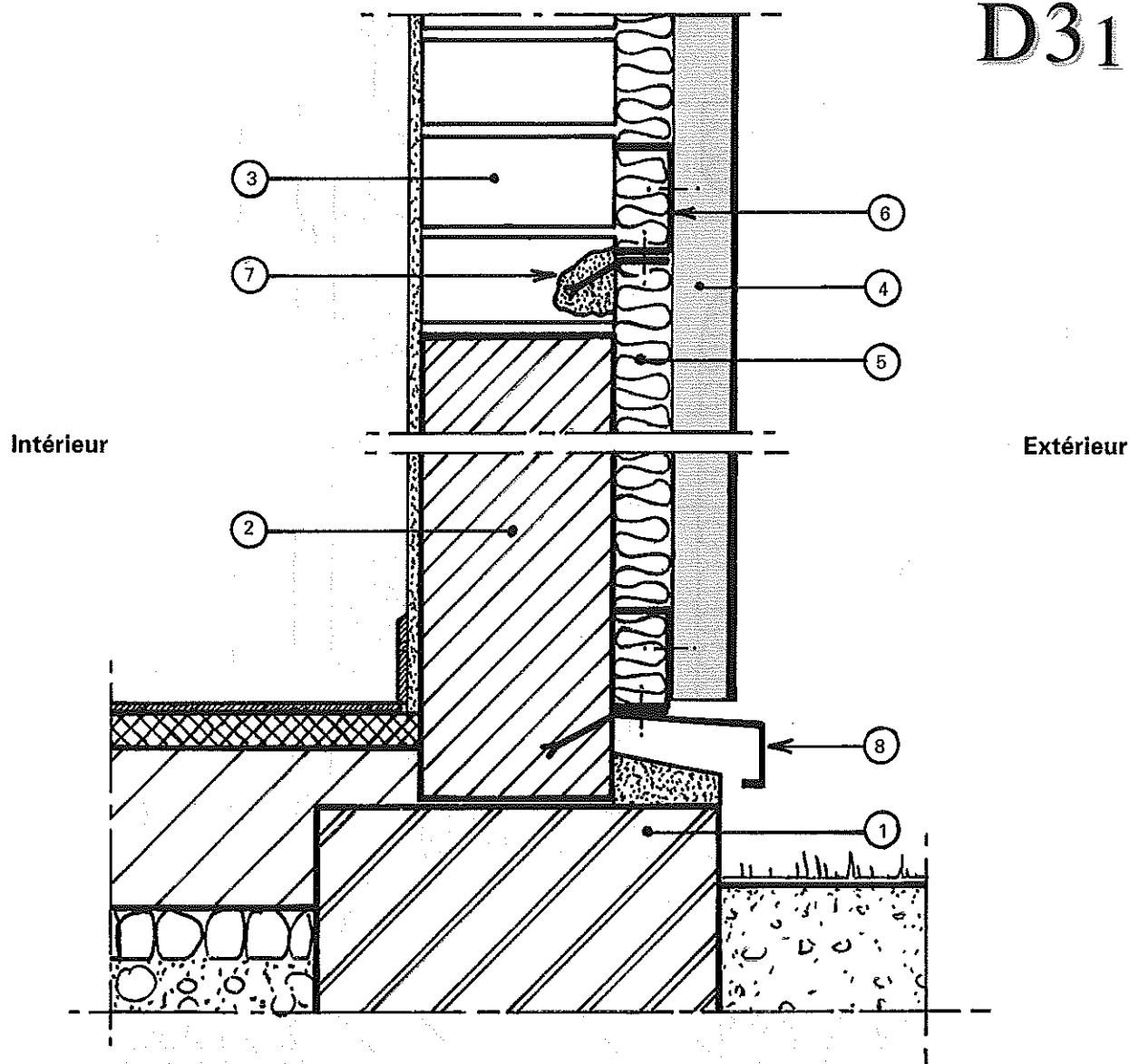
CABINET

LE

PLAN N°



D31



- ① Massif – Fondation
- ② Longrine
- ③ Mur maçonnerie
- ④ Bardage (vertical) rapporté

- ⑤ Isolant
- ⑥ Lisse horizontale support
- ⑦ Patte à scellement
- ⑧ Bande de rejet d'eau

**Bardage rapporté (non ventilé)**

Echelle : –

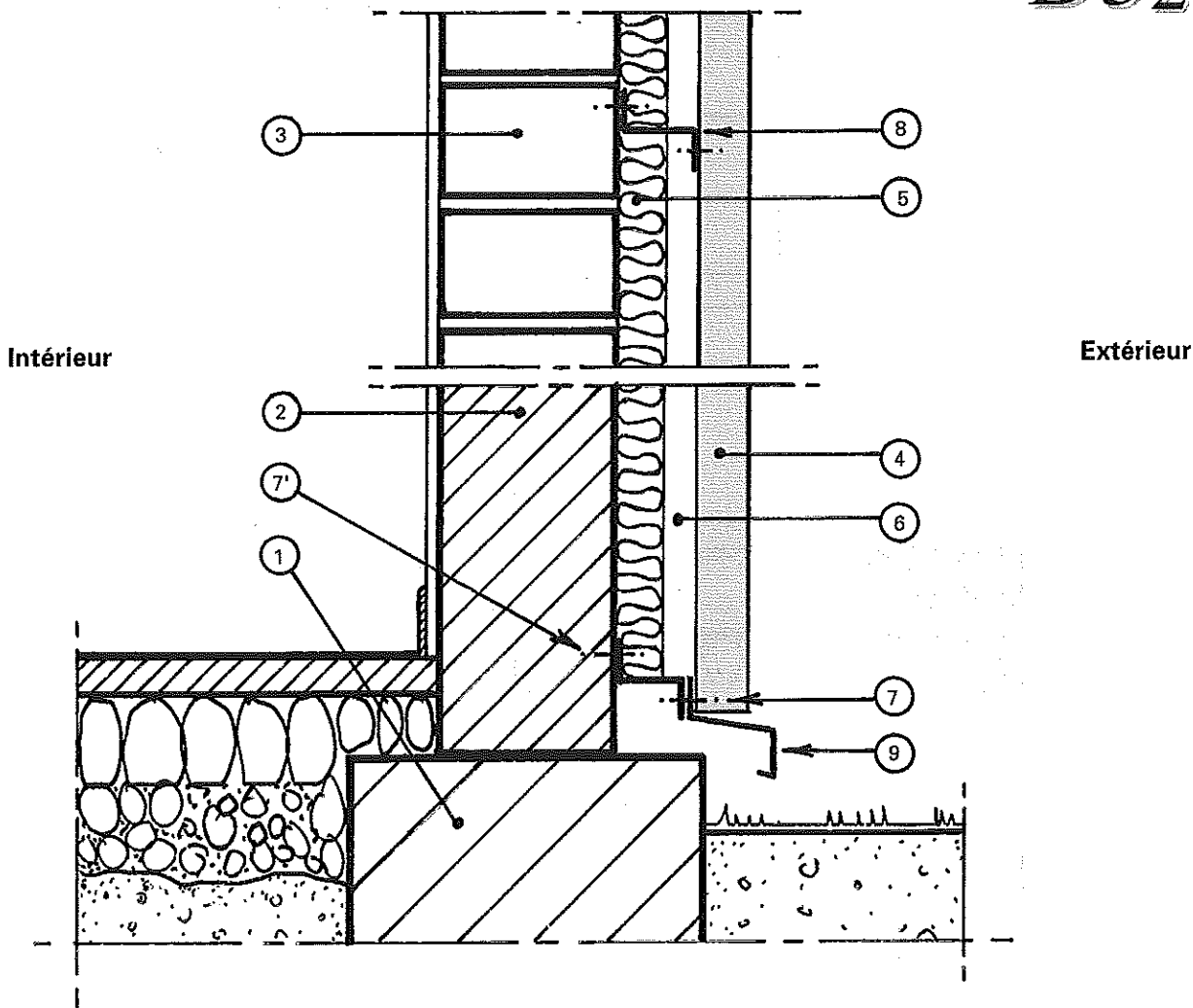
CABINET

LE

PLAN N°

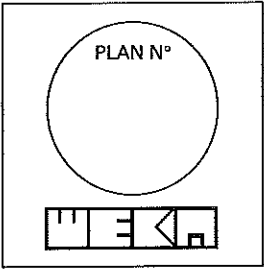


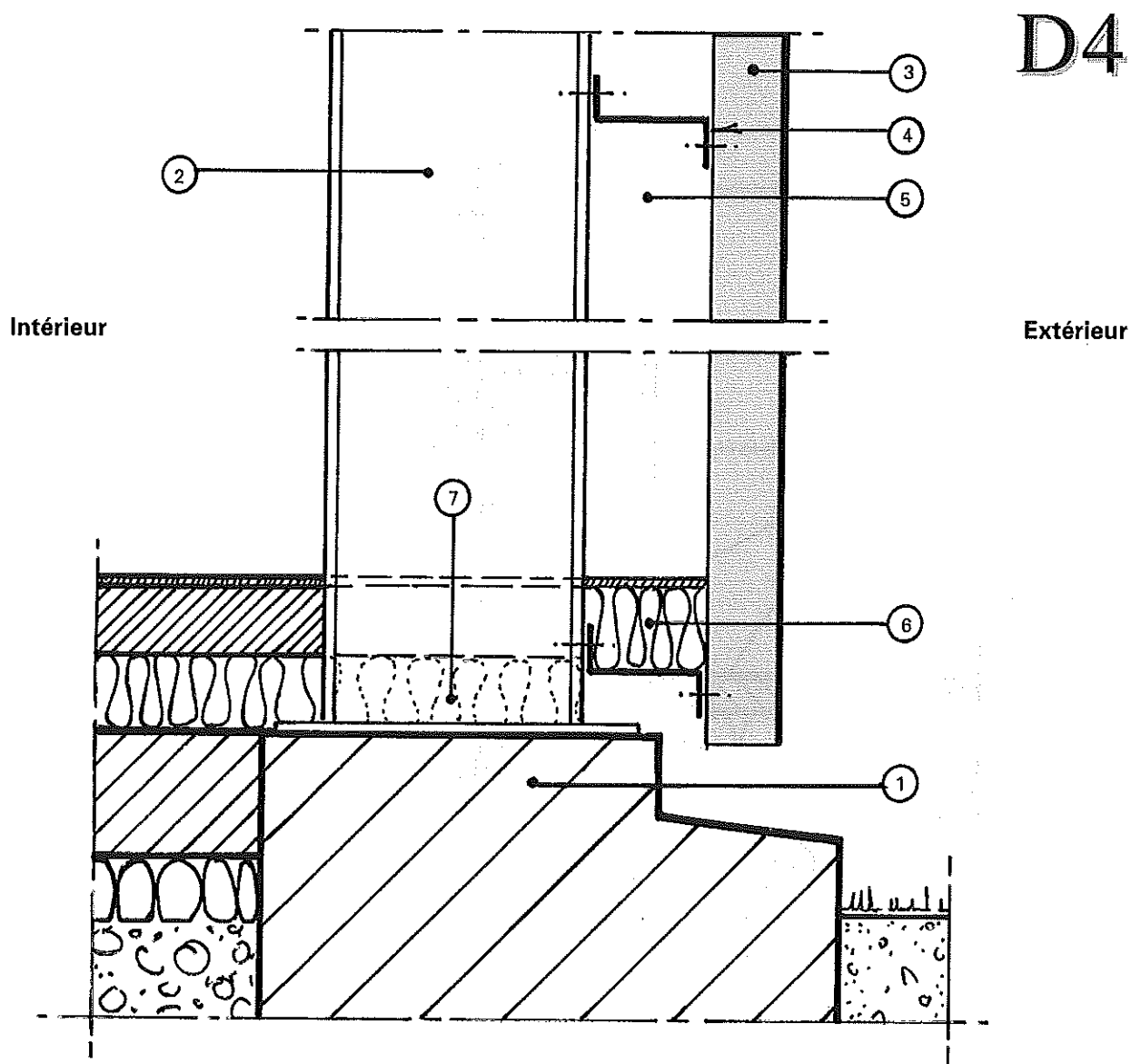
D32



- |   |                             |      |                           |
|---|-----------------------------|------|---------------------------|
| ① | Massif – Fondation          | ⑥    | Lame d'air                |
| ② | Longrine                    | ⑦ ⑦' | Fixations                 |
| ③ | Mur maçonnerie              | ⑧    | Lisse horizontale support |
| ④ | Bardage (vertical) rapporté | ⑨    | Bande de rejet d'eau      |
| ⑤ | Isolant                     |      |                           |

Bardage rapporté (ventilé)	
Echelle : -	
CABINET	LE





- ① Massif – Longrine
- ② Structure porteuse
- ③ Panneau monobloc isolant
- ④ Lisse horizontale support
- ⑤ Lame d'air non ventilée
- ⑥ ⑦ Isolant complémentaire (pont thermique)

### Bardages à panneaux monoblocs

Echelle : –

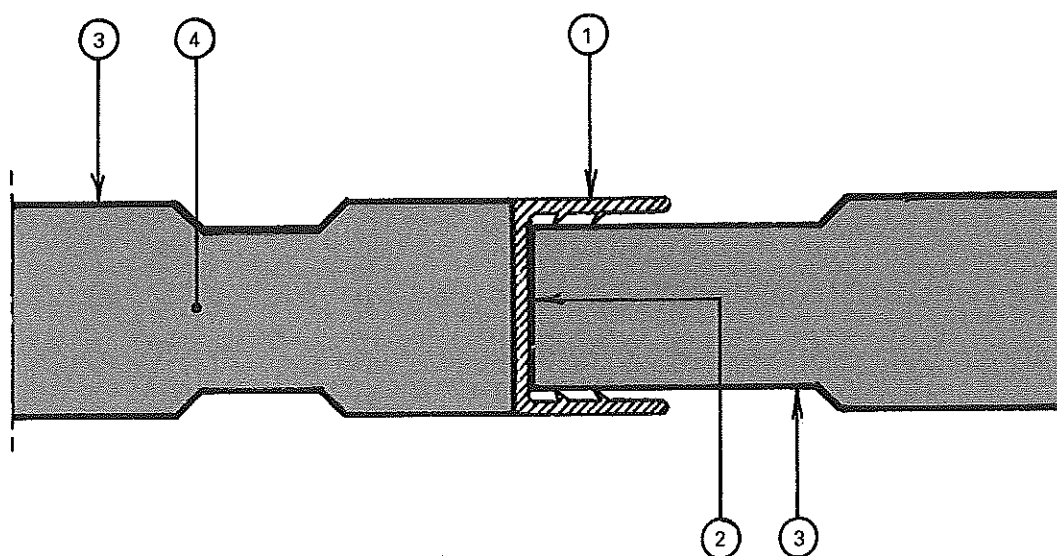
CABINET

LE

PLAN N°



D5



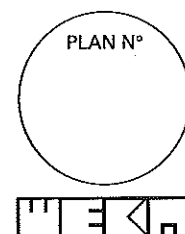
- ① Profil U – PVC à lèvres souples
- ② Kraft-alu
- ③ Parements prélaqués
- ④ Mousse de polyuréthane

**Panneau sandwich : coupe sur joint d'assemblage vertical**

Echelle : --

CABINET

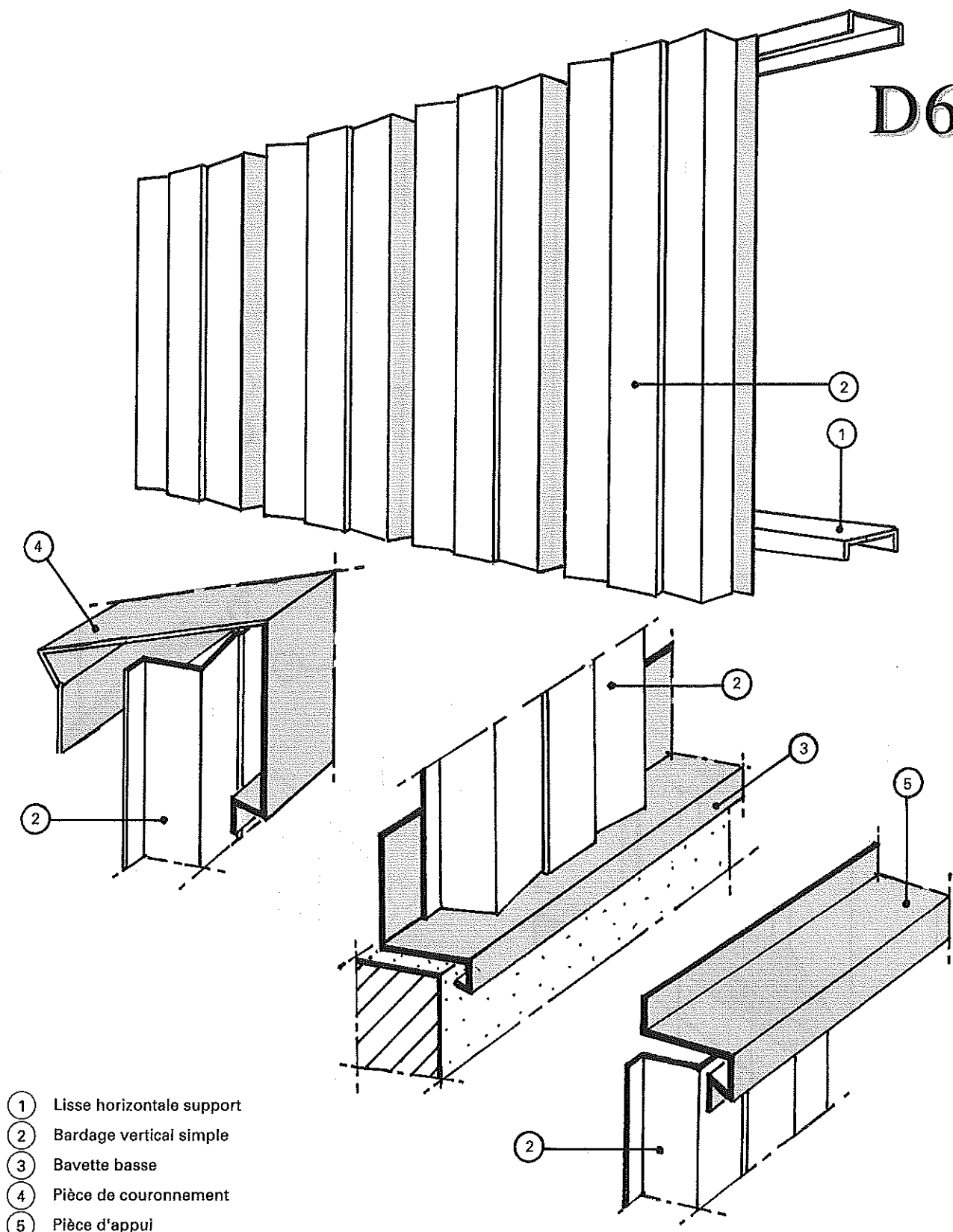
LE







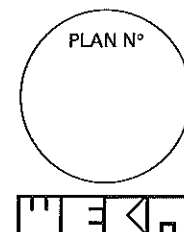
D61

**Bardage métallique simple : exemple 1**

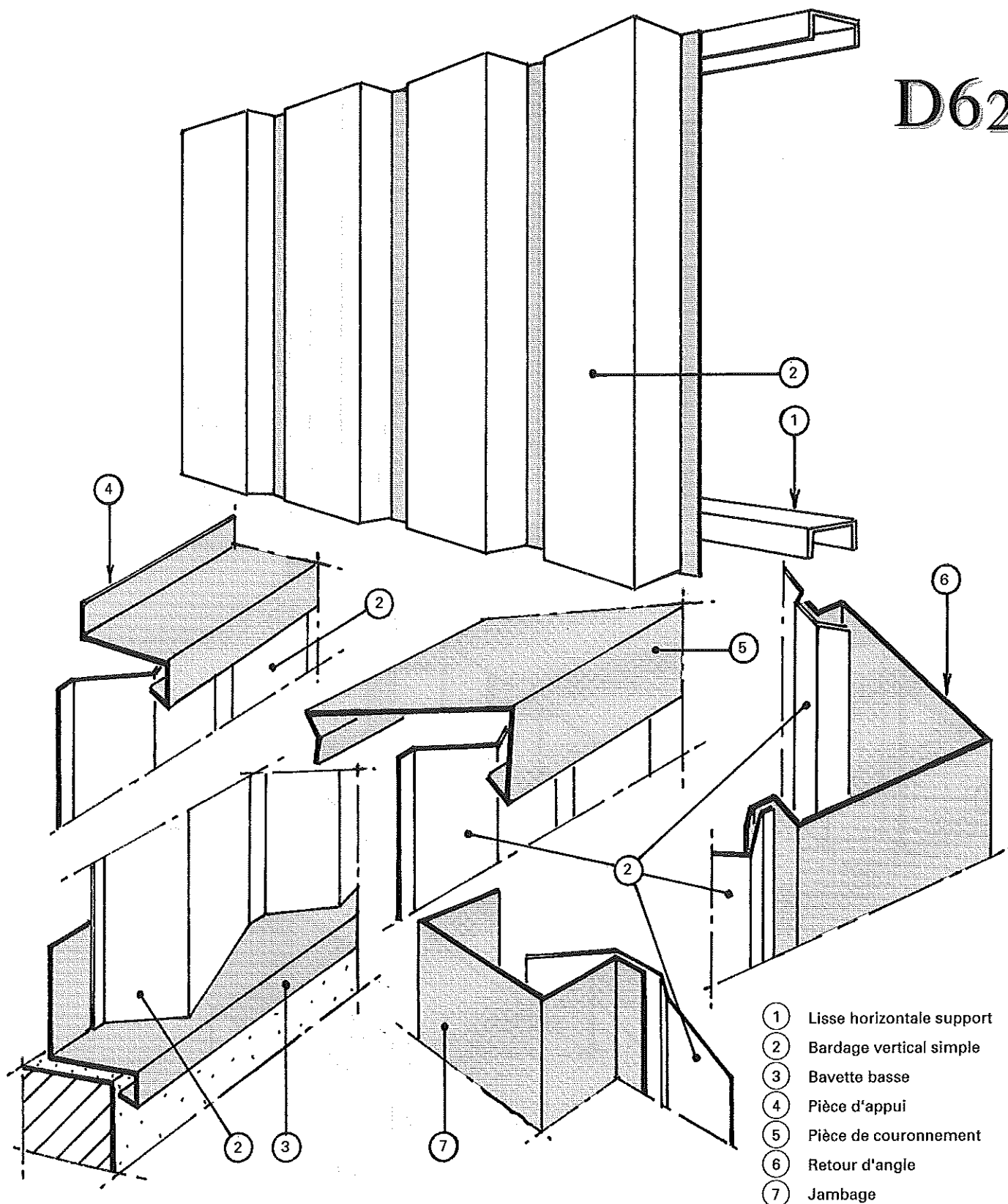
Echelle : -

CABINET

LE



D62



Bardage métallique simple : exemple 2

Echelle : -

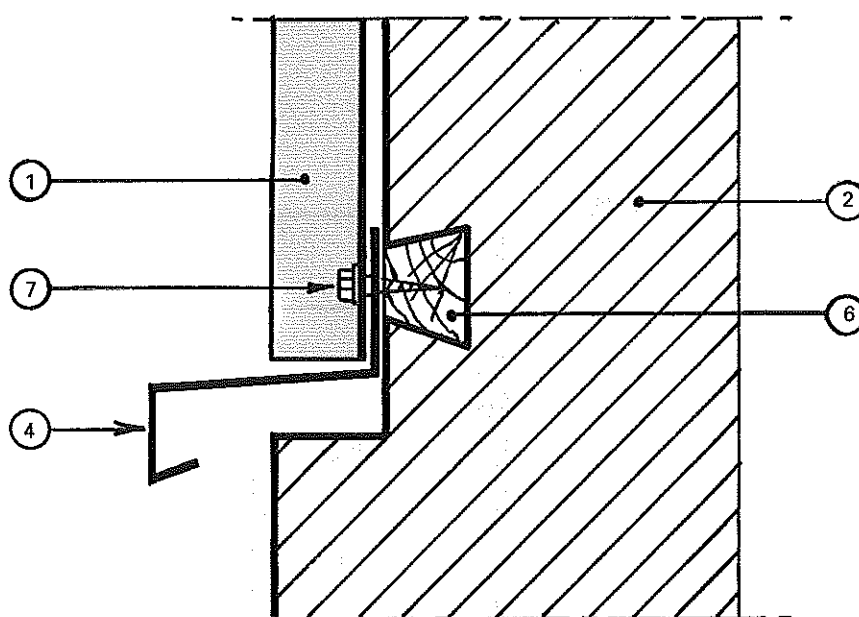
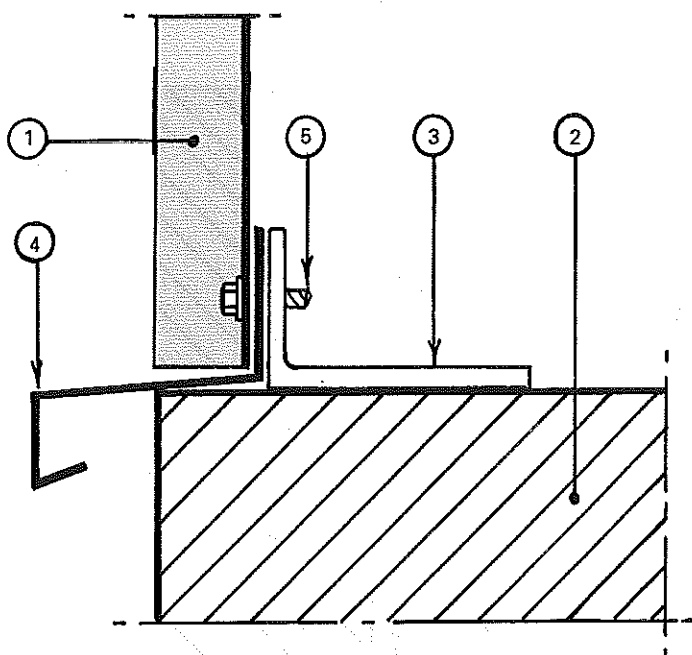
CABINET

LE

PLAN N°



D63



- ① Bardage simple
- ② Maçonnerie
- ③ Cornière à ailes inégales
- ④ Bavette rejet d'eau

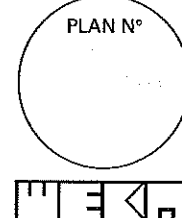
- ⑤ Vis autoforeuse
- ⑥ Tasseau en bois
- ⑦ Tire-fond

### Fixations en pied de bardage

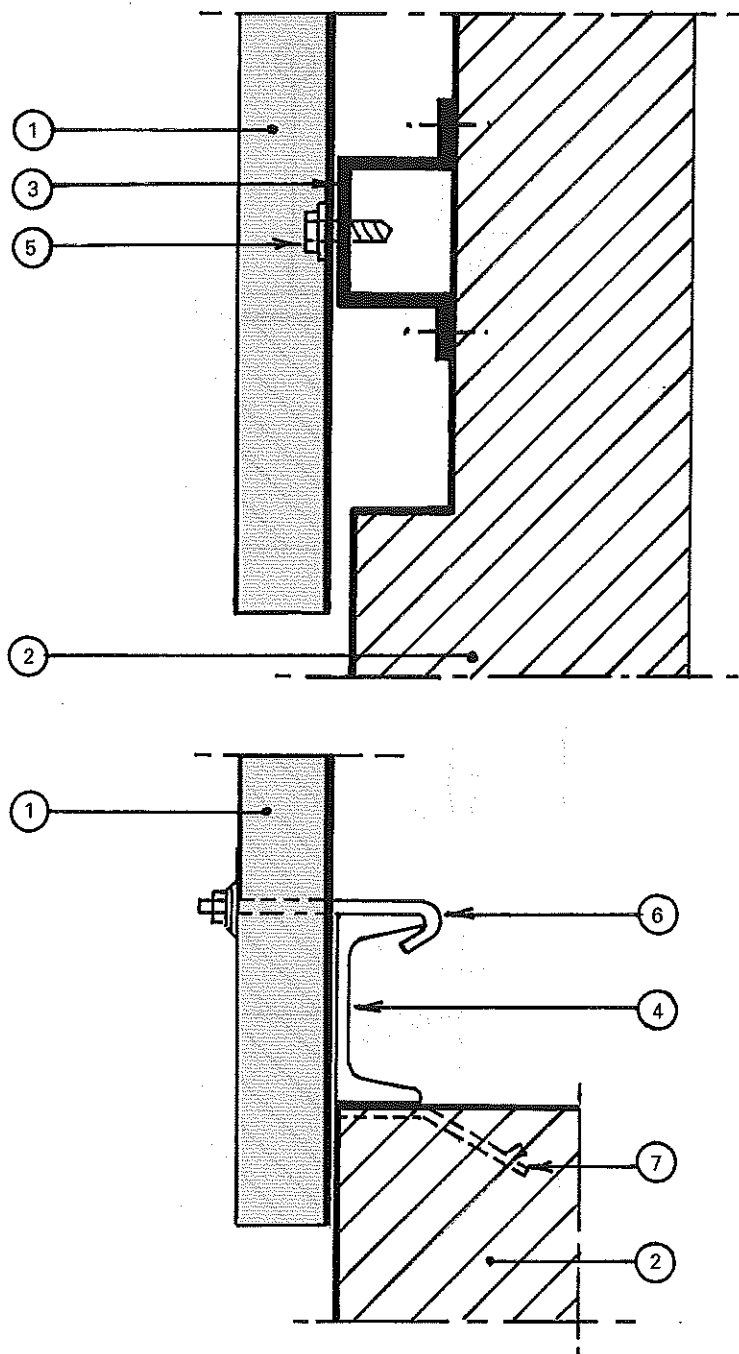
Echelle : -

CABINET

LE



D64



- ① Bardage simple
- ② Maçonnerie
- ③ Profil spécial en tôle (omega)
- ④ Lisse métallique basse (profilé U)

- ⑤ Vis autoforeuse
- ⑥ Boulon - Crochet
- ⑦ Patte à scellement

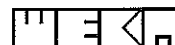
**Fixation en pied de bardage**

Echelle : -

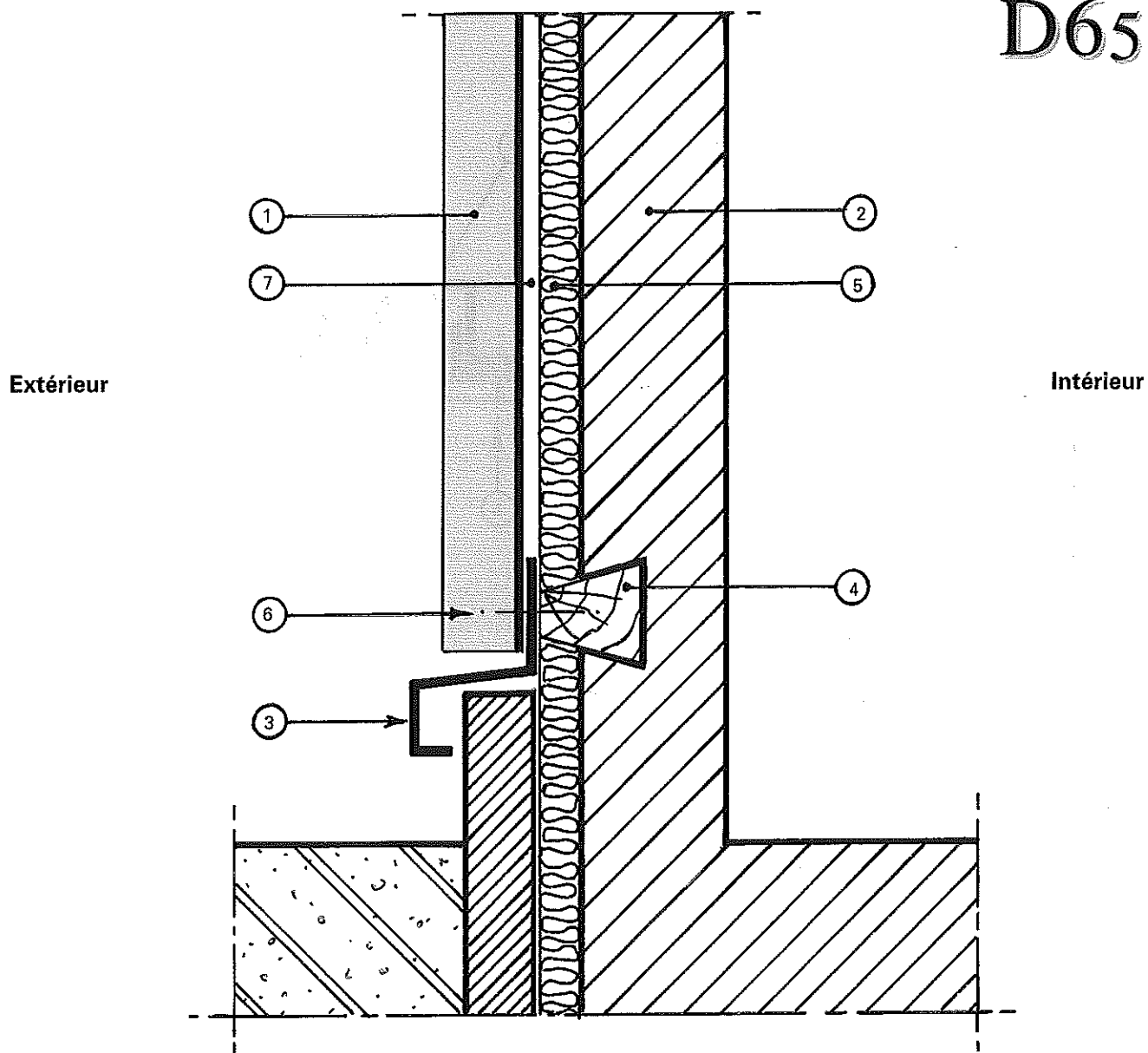
CABINET

LE

PLAN N°



D65



① Bardage simple

② Maçonnerie

③ Tôle bavette rejet d'eau

④ Tasseau bois

⑤ Isolant

⑥ Fixation

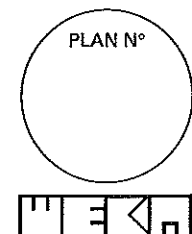
⑦ lame d'air

**Fixation en pied de bardage**

Echelle : -

CABINET

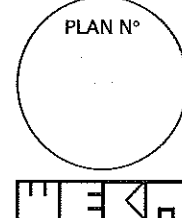
LE



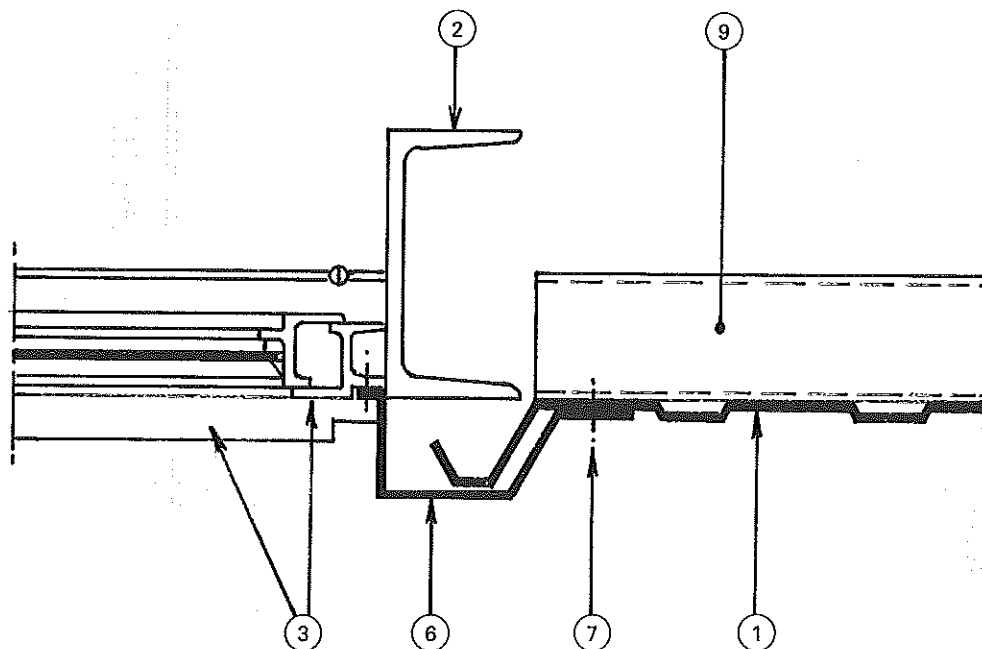
A cross-sectional diagram of a double-skin composite floor slab. The diagram shows two concrete slabs, one above the other, separated by a central gap. The top slab is reinforced with two layers of reinforcement: a bottom layer (labeled 1) and a top layer (labeled 4). The bottom slab is also reinforced with a bottom layer (labeled 2) and a top layer (labeled 5). The central gap is labeled 3. The diagram illustrates the structural components and reinforcement layout of the double-skin composite floor slab.

- ① Bardage simple
- ② Lisse métallique support
- ③ Poteaux de charpente
- ④ Profils spéciaux en tôle
- ⑤ Fixations

LE



D67

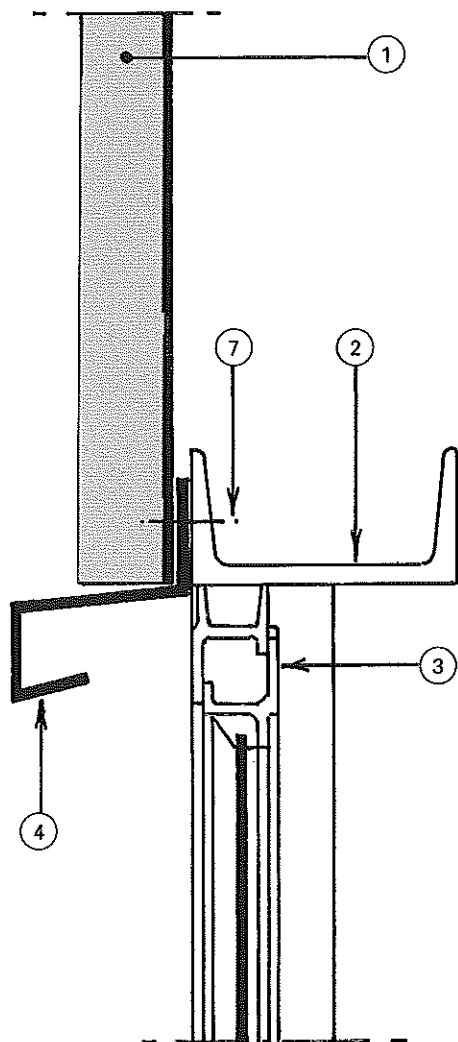


Raccordement avec le tableau

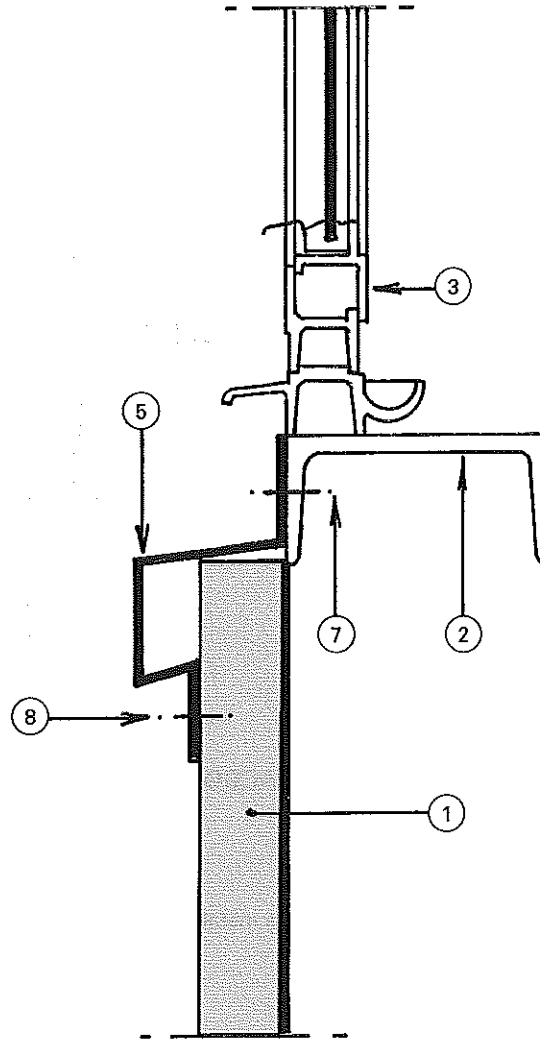
**RACCORDEMENT BARDAGE ET MENUISERIE MÉTALLIQUE  
COUPE HORIZONTALE**

- ① Bardage simple
- ② Encadrement menuiserie métallique
- ③ Menuiserie métallique
- ⑥ Profil spécial en tôle
- ⑦ Vis autotaraudeuse
- ⑨ Lisse métallique

D67



Raccordement sous le linteau



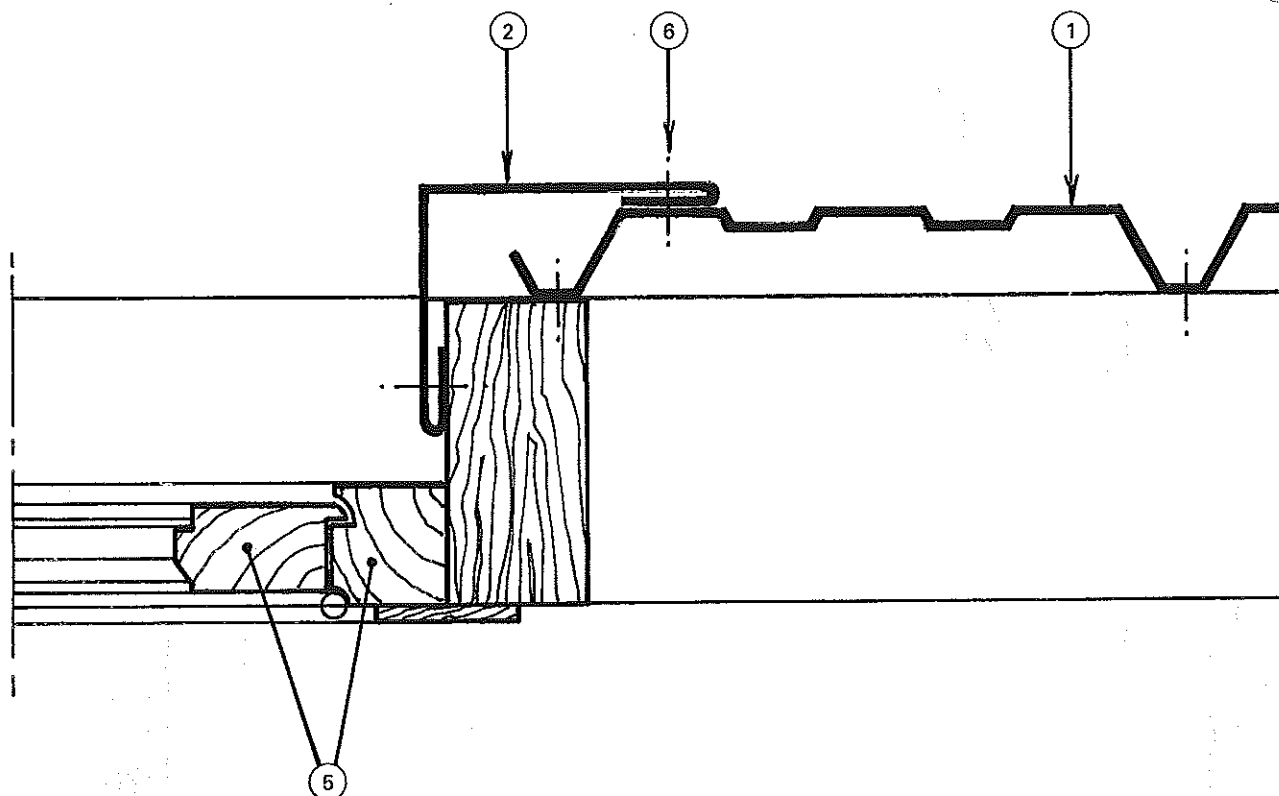
Raccordement avec la bavette d'appui

### RACCORDEMENT BARDAGE ET MENUISERIE MÉTALLIQUE COUPES VERTICALES

- ① Bardage simple
- ② Encadrement menuiserie métallique
- ③ Menuiserie métallique
- ④ Bavette rejet d'eau
- ⑤ Bavette appui de fenêtre
- ⑦ Vis autotaraudeuse
- ⑧ Boulon de couture



D68

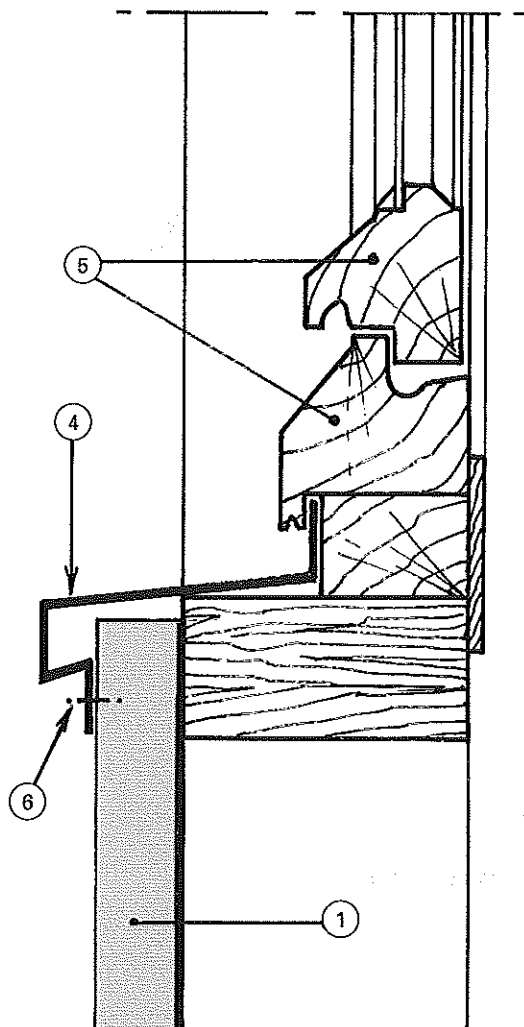


Jambage de porte en bois

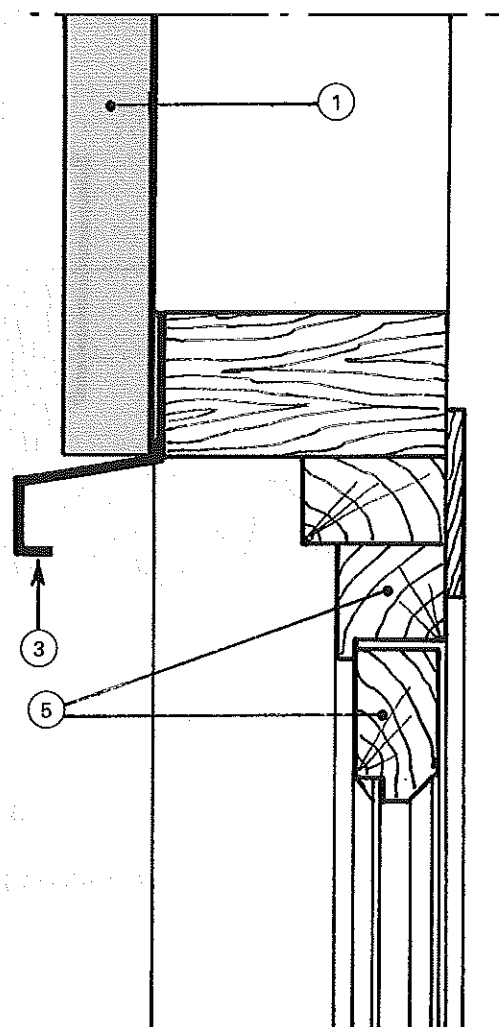
**RACCORDEMENT BARDAGE ET MENUISERIE BOIS  
COUPE HORIZONTALE**

- ① Bardage simple
- ② Jambage sur châssis bois
- ⑤ Menuiserie bois
- ⑥ Boulon de couture

D68



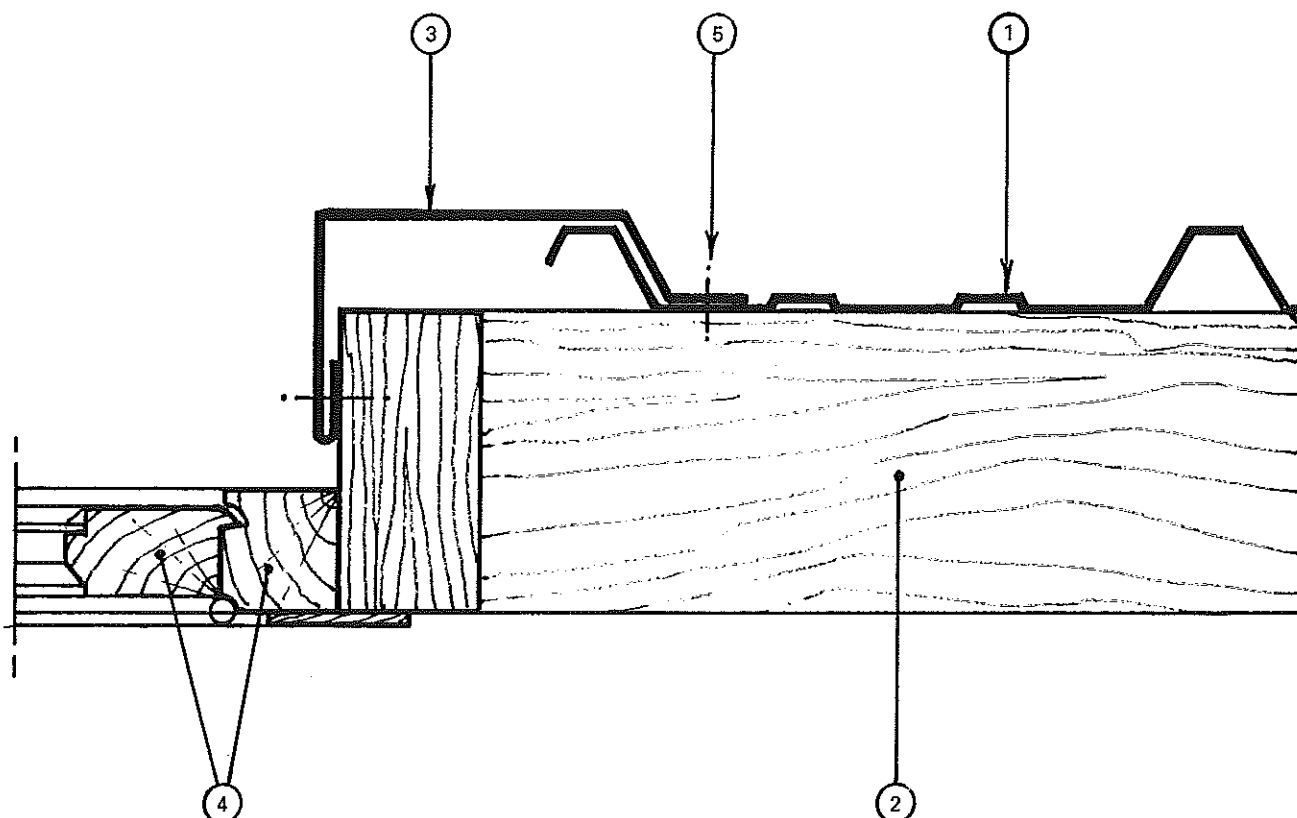
Raccordement appui de finition

Raccordement linteau  
(bavette rejet d'eau)

### RACCORDEMENT BARDAGE ET MENUISERIE BOIS COUPES VERTICALES

- ① Bardage simple
- ③ Bavette rejet d'eau
- ④ Bavette appui de fenêtre
- ⑤ Menuiserie bois
- ⑥ Boulon de couture

D69



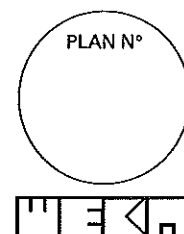
- ① Bardage simple
- ② Lisse en bois
- ③ Profil spécial en tôle
- ④ Menuiserie bois
- ⑤ Vis autotaraudeuse

**Jambage de porte en bois**

Echelle : –

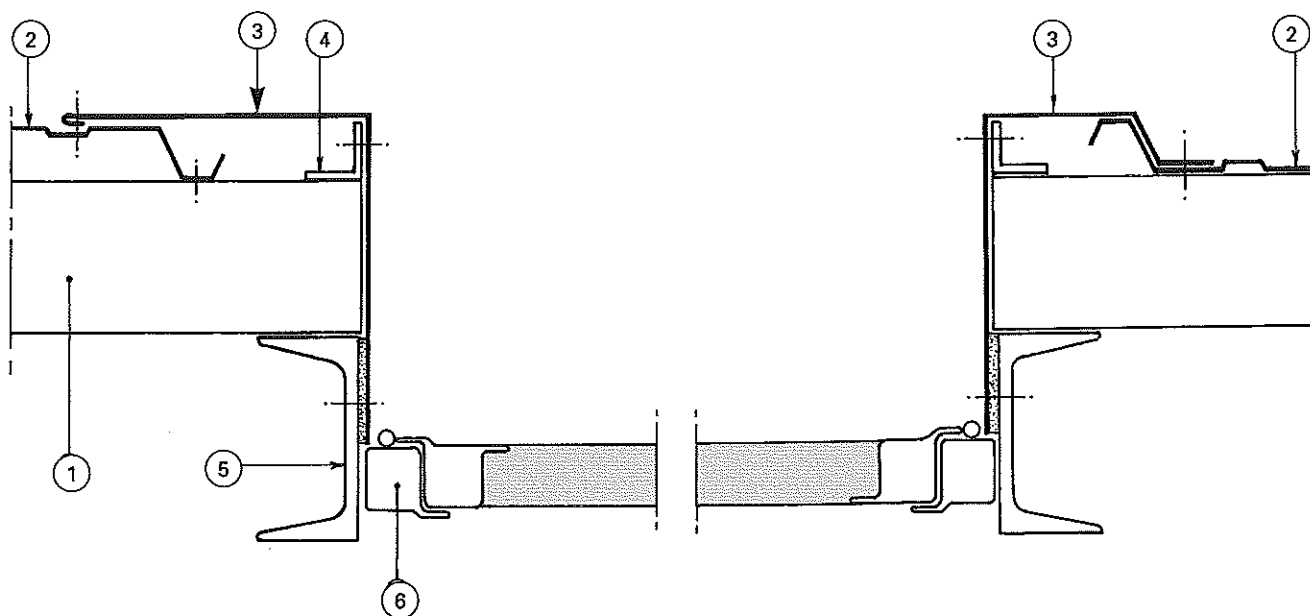
CABINET

LE





D610



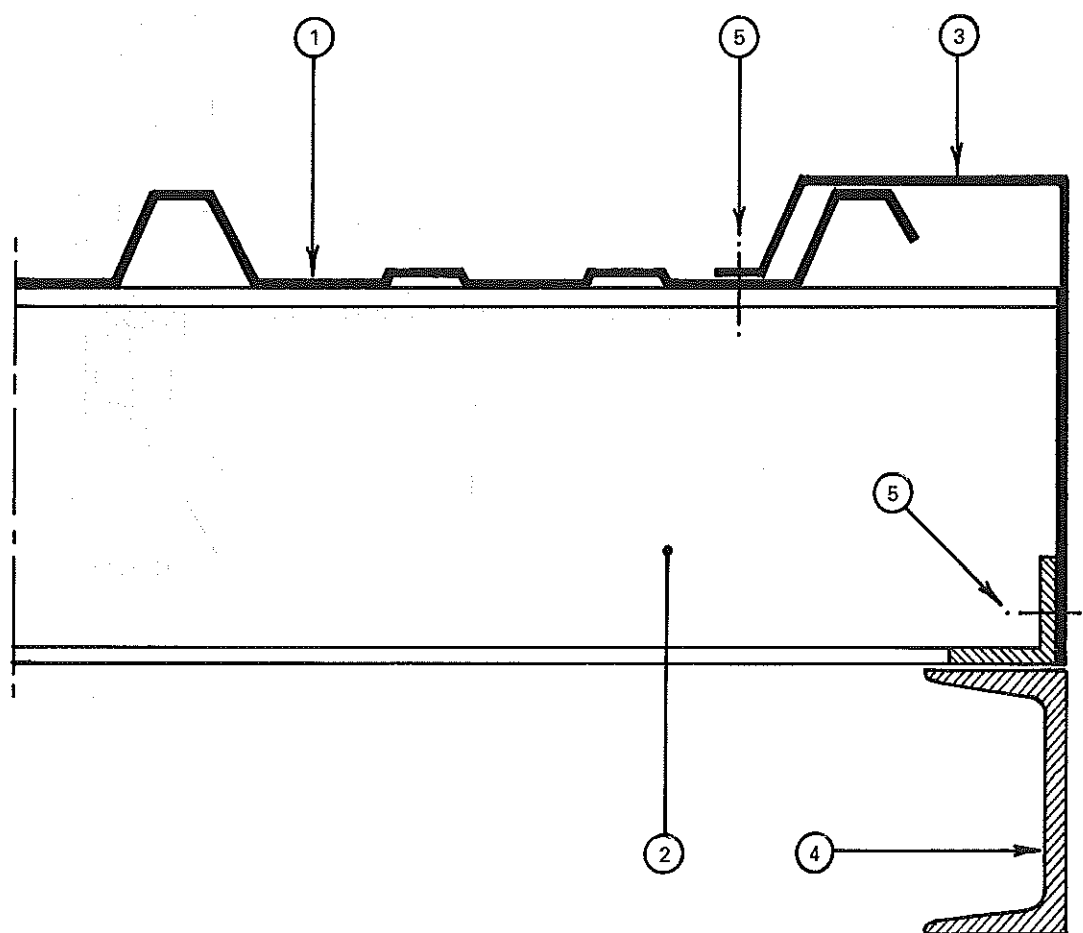
Jambage de porte métallique

- ① Lisse métallique
- ② Bardage
- ③ Profil spécial en tôle
- ④ Cornière
- ⑤ Encadrement menuiserie métallique
- ⑥ Menuiserie métallique



## COUPE HORIZONTALE

D611



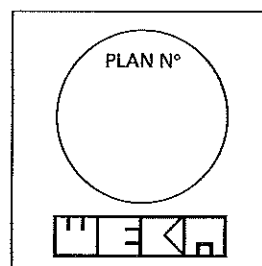
- ① Bardage simple
- ② Lisse métallique
- ③ Profil spécial en tôle
- ④ Encadrement menuiserie métallique
- ⑤ Vis autotaraudeuse

**Jambage de porte métallique : exemple**

Echelle : -

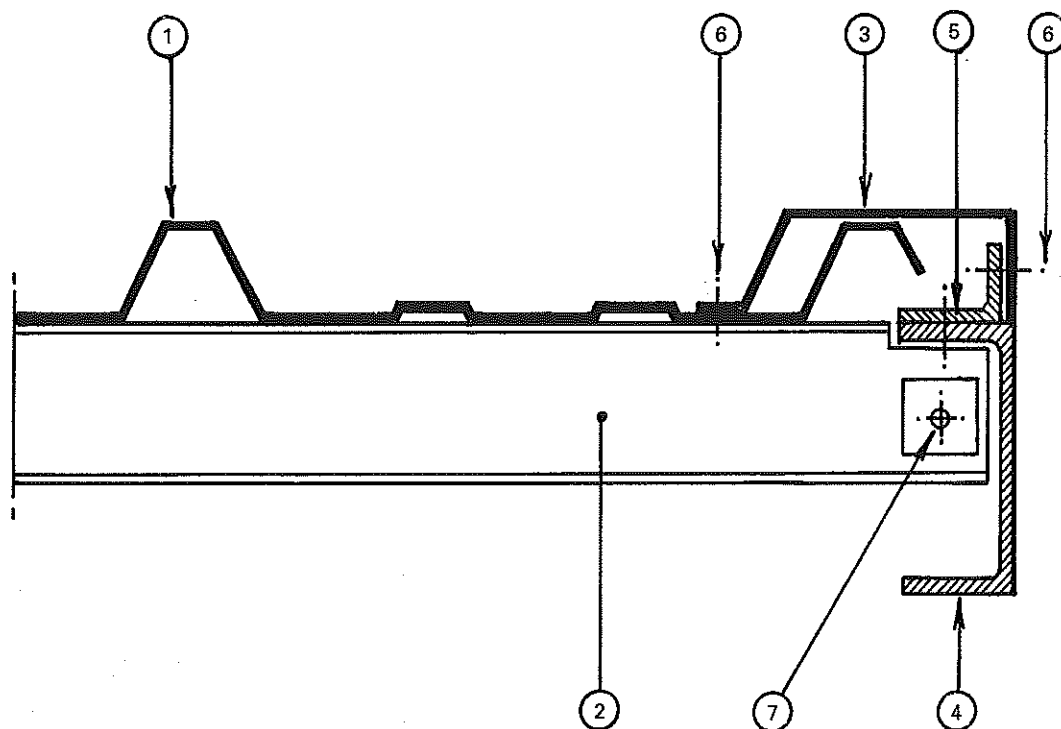
CABINET

LE



## COUPE HORIZONTALE

D612



- ① Bardage simple
- ② Lisse métallique
- ③ Profil spécial en tôle
- ④ Encadrement menuiserie métallique
- ⑤ Cornière
- ⑥ Vis autotaraudeuse
- ⑦ Fixation

**Jambage de porte métallique : exemple**

Echelle : -

CABINET

LE

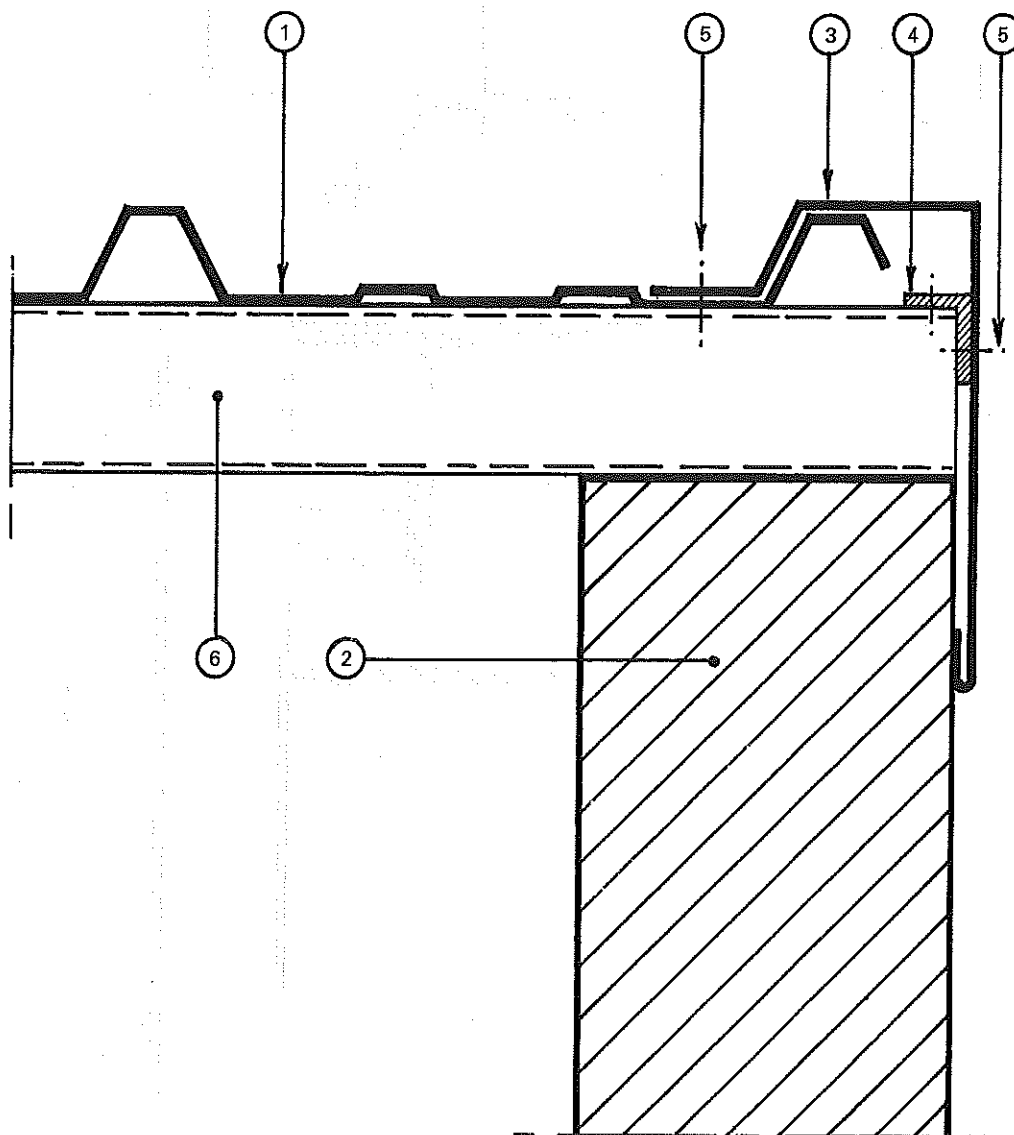
PLAN N°





## COUPE HORIZONTALE

D613



- ① Bardage
- ② Maçonnerie
- ③ Profil spécial en tôle
- ④ Cornière
- ⑤ Vis autotaraudeuse
- ⑥ Lisse horizontale support

**Détail angle – Retour sur maçonnerie**

Echelle : –

CABINET

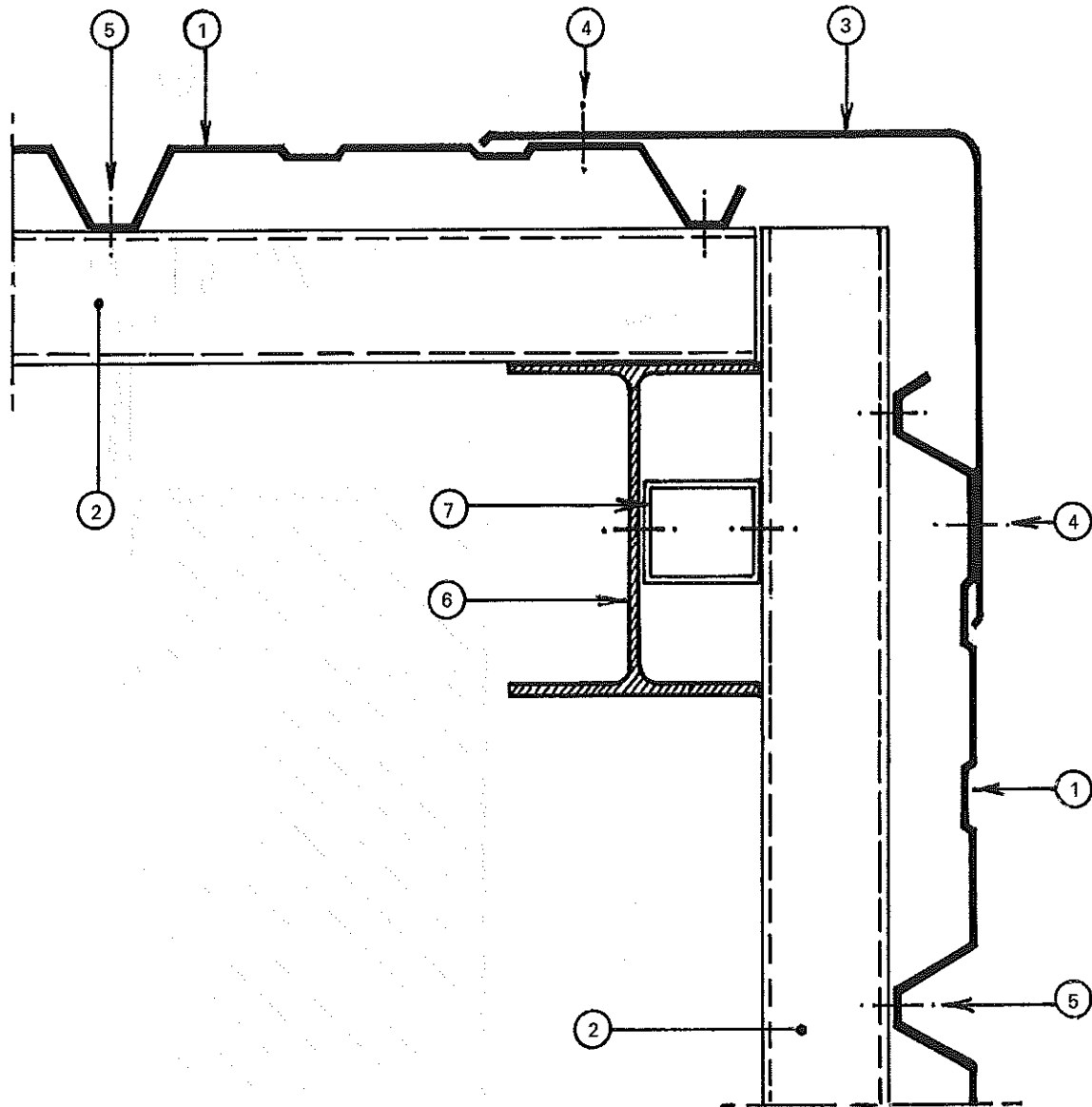
LE

PLAN N°



## COUPE HORIZONTALE

D614



- ① Bardage simple
- ② Lisse métallique
- ③ Bardage d'angle (pièce en tôle)
- ④ Boulon de couture
- ⑤ Vis autotaraudeuse
- ⑥ Poteau structure
- ⑦ Liaison poteau-lisse

**Raccordement d'angle**

Echelle : -

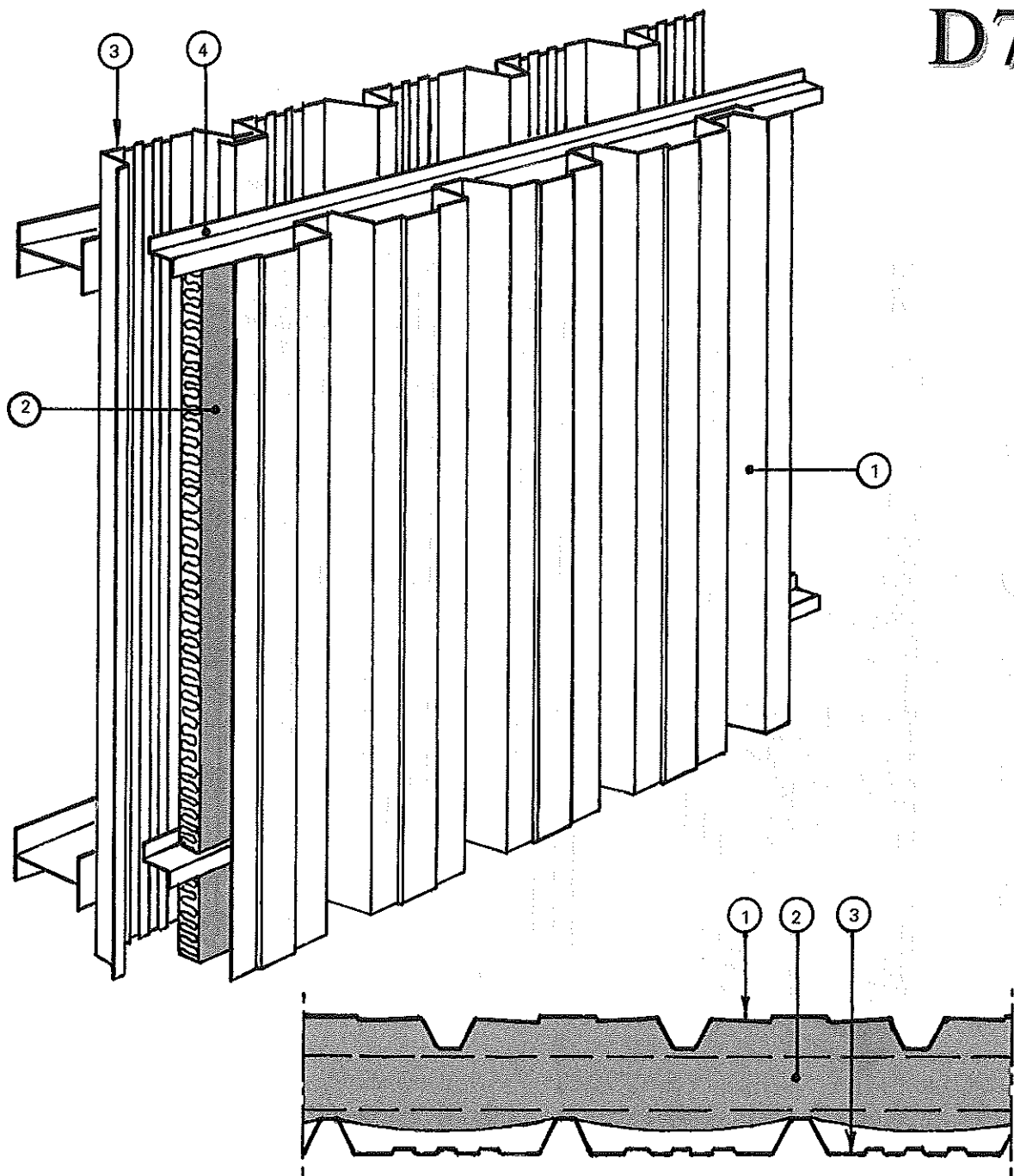
CABINET

LE

PLAN N°



D71



- ① Paroi extérieure
- ② Isolant en fibres minérales
- ③ Paroi intérieure
- ④ Z de fixation

**Bardage métallique « double peau » constitué d'éléments verticaux**

Echelle : –

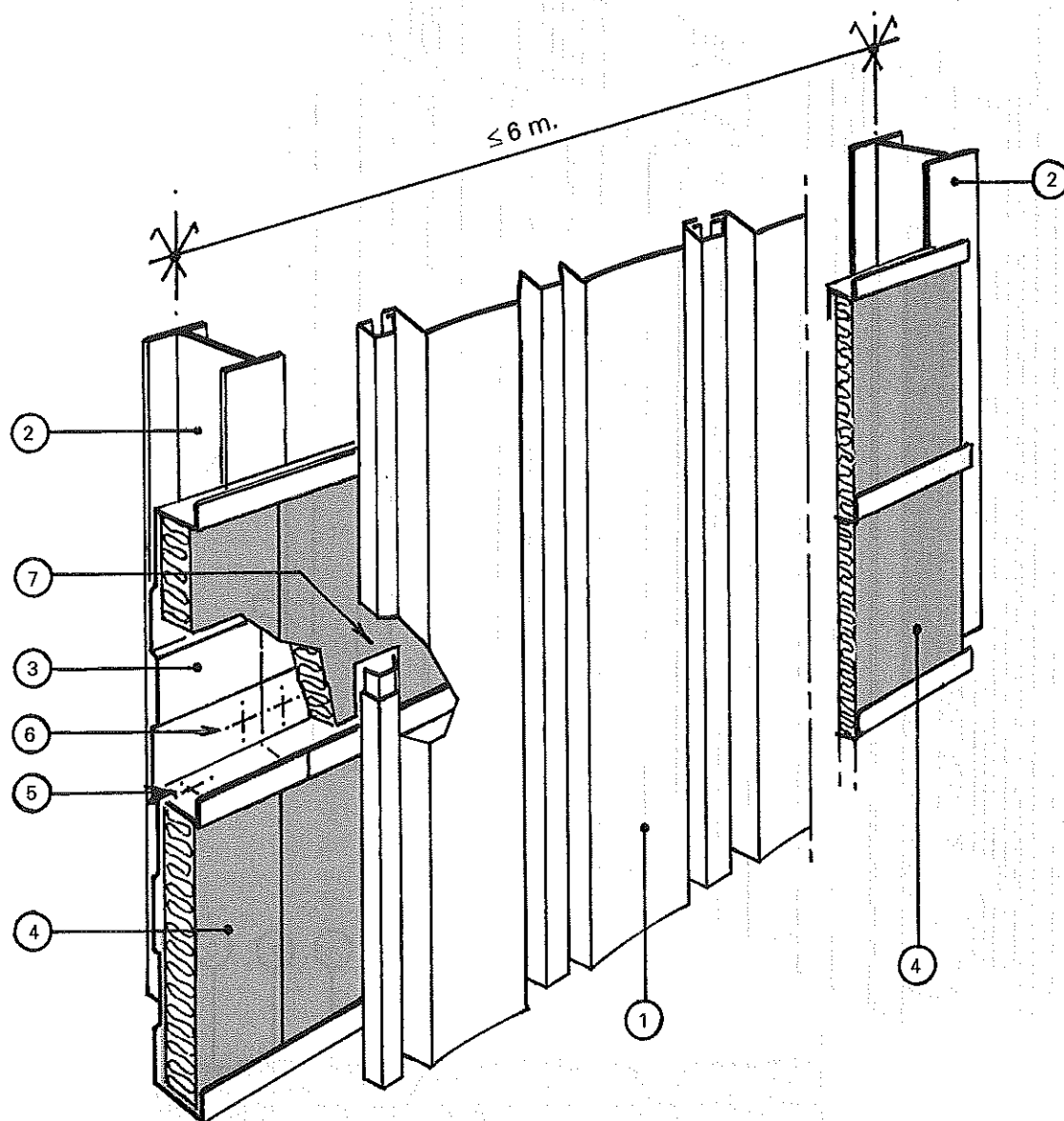
CABINET

LE

PLAN N°



D72



- ① Bardage vertical extérieur
- ② Poteaux verticaux structure
- ③ Bardage intérieur (plateau)
- ④ Isolation (fixée ou collée)

- ⑤ Fixation par boulons ou rivets
- ⑥ Fixation par boulons – Soudure ou clous pistoletés
- ⑦ Fixation courante

**Bardage métallique double peau constitué d'éléments horizontaux (plateaux) et d'éléments verticaux (peau extérieure)**

Echelle : –

CABINET

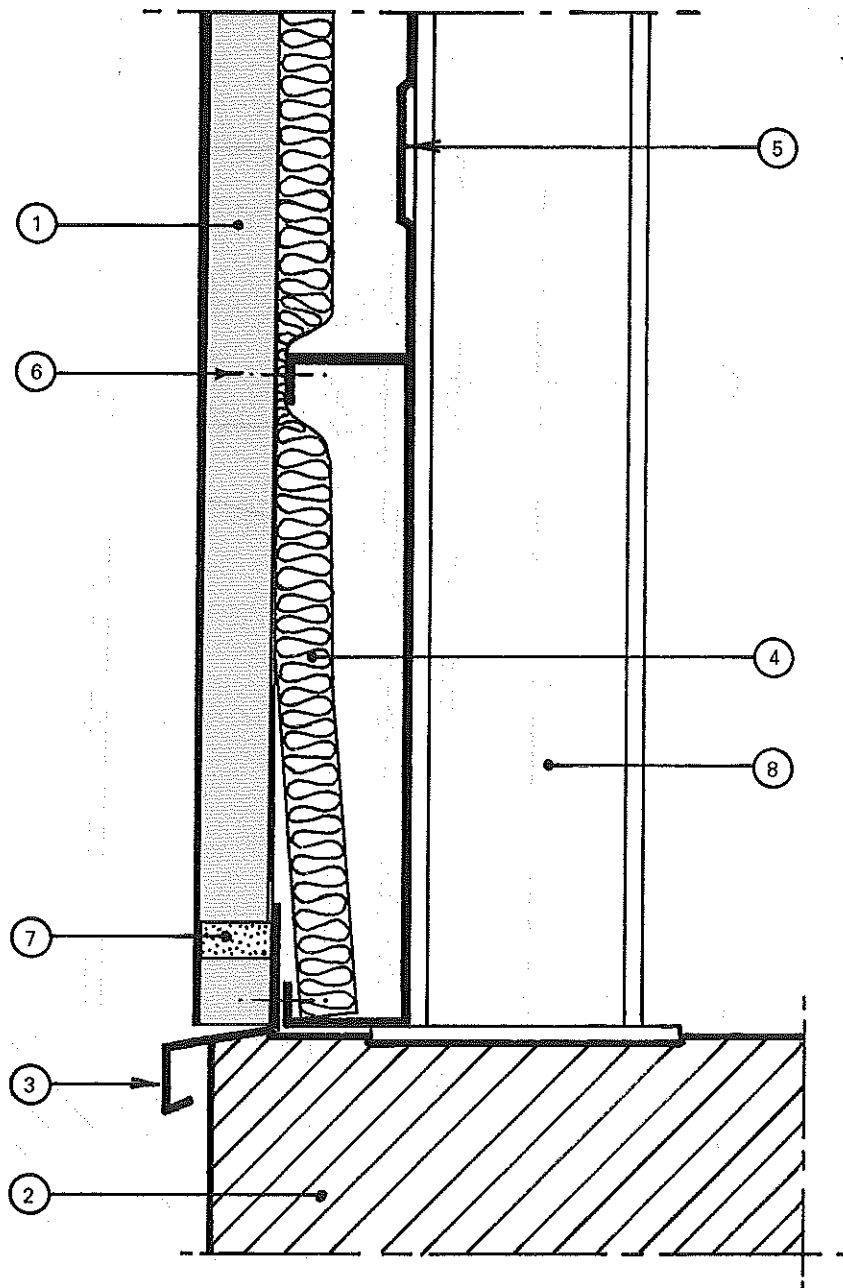
LE

PLAN N°



## COUPE VERTICALE

D73



- ① Bardage vertical extérieur
- ② Maçonnerie
- ③ Bavette rejet d'eau
- ④ Isolant

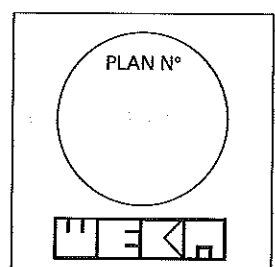
- ⑤ Peau intérieure du bardage (plateau)
- ⑥ Boulon de couture
- ⑦ Closoir en mousse plastique alvéolaire
- ⑧ Poteau structure

**Détail pied de bardage : exemple 1**

Echelle : -

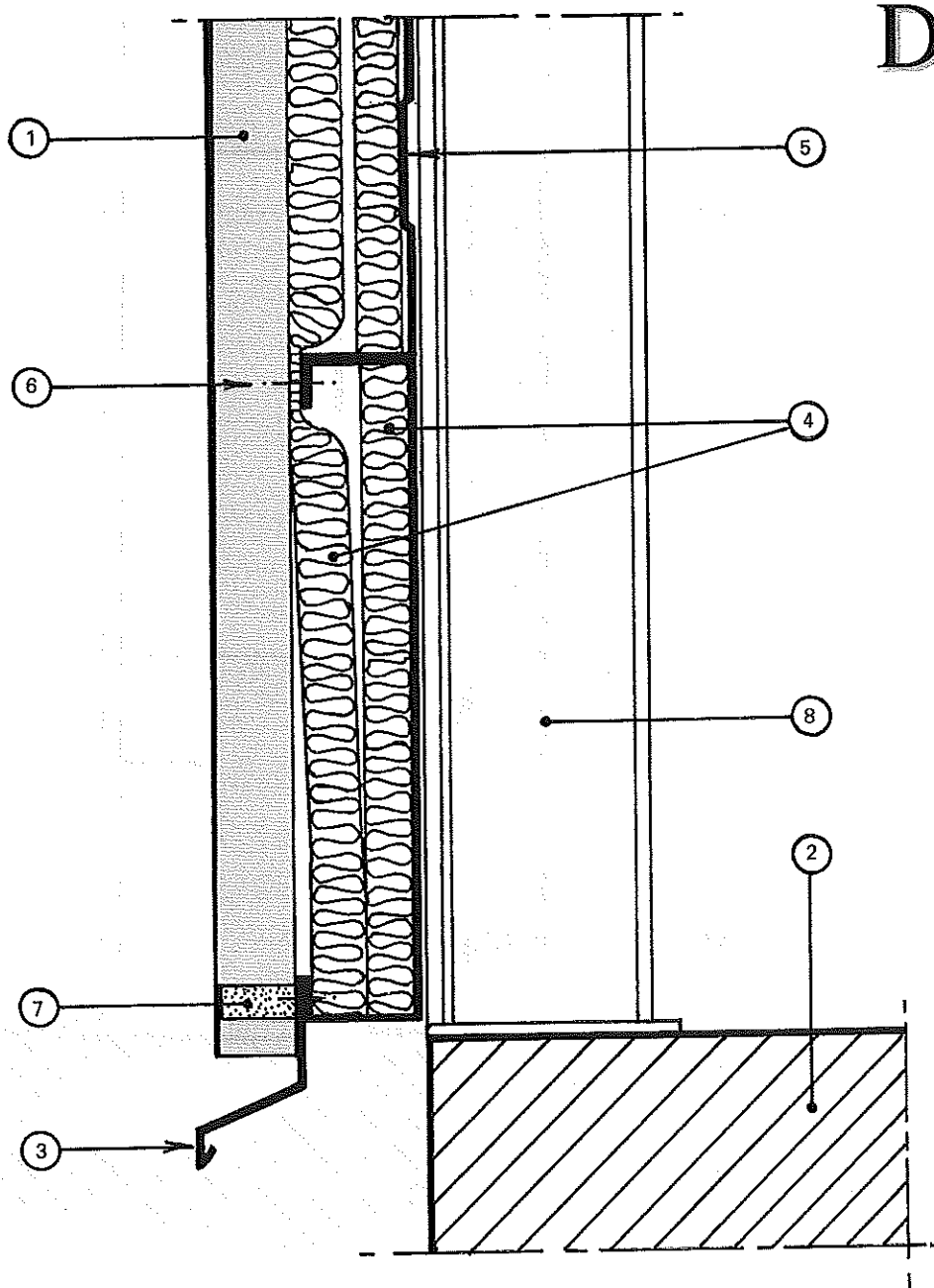
CABINET

LE



## COUPE VERTICALE

D74



- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| ① Bardage extérieur (vertical) | ⑤ Peau intérieure du bardage             |
| ② Maçonnerie                   | ⑥ Boulon de couture                      |
| ③ Bavette rejet d'eau          | ⑦ Closoir en mousse plastique alvéolaire |
| ④ Isolant (double nappe)       | ⑧ Poteau structure (plateau) horizontal  |

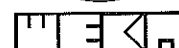
**Détail pied de bardage : exemple 2**

Echelle : -

CABINET

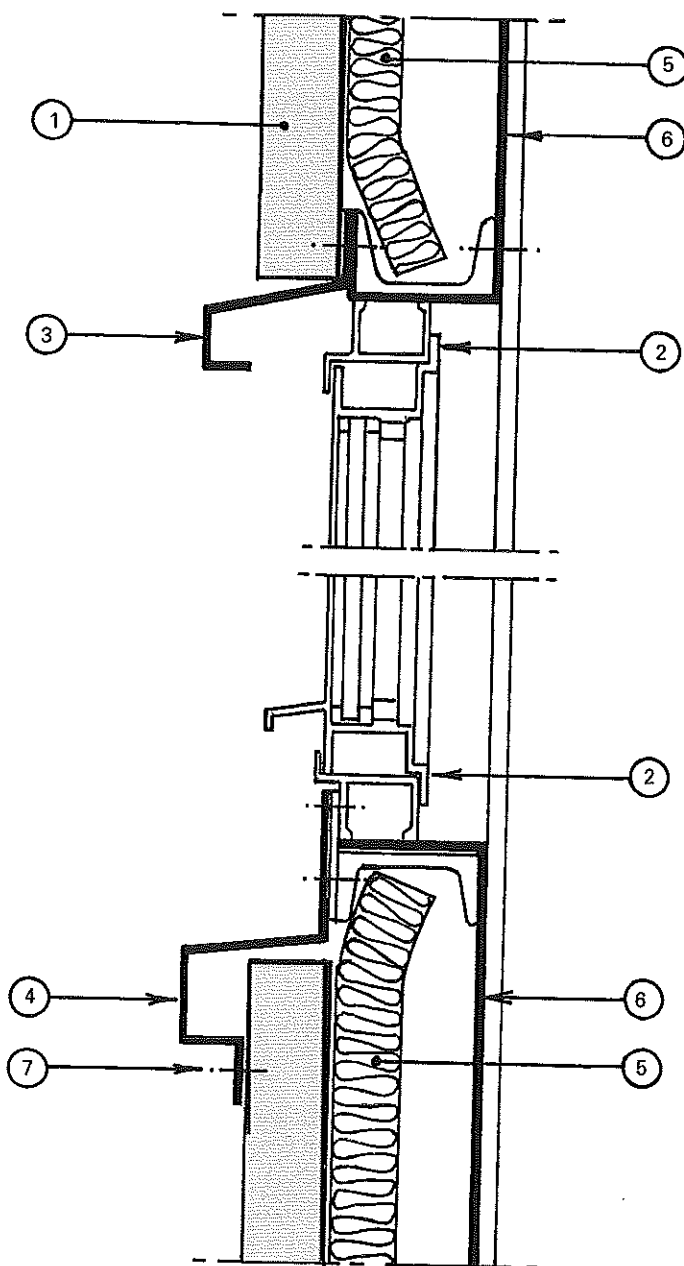
LE

PLAN N°



## COUPE VERTICALE

D75



- ① Bardage vertical extérieur
- ② Menuiserie métallique
- ③ Bavette rejet d'eau
- ④ Bavette appui de fenêtre

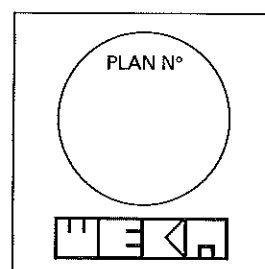
- ⑤ Isolant
- ⑥ Peau intérieure du bardage (plateau horizontal)
- ⑦ Boulon de couture

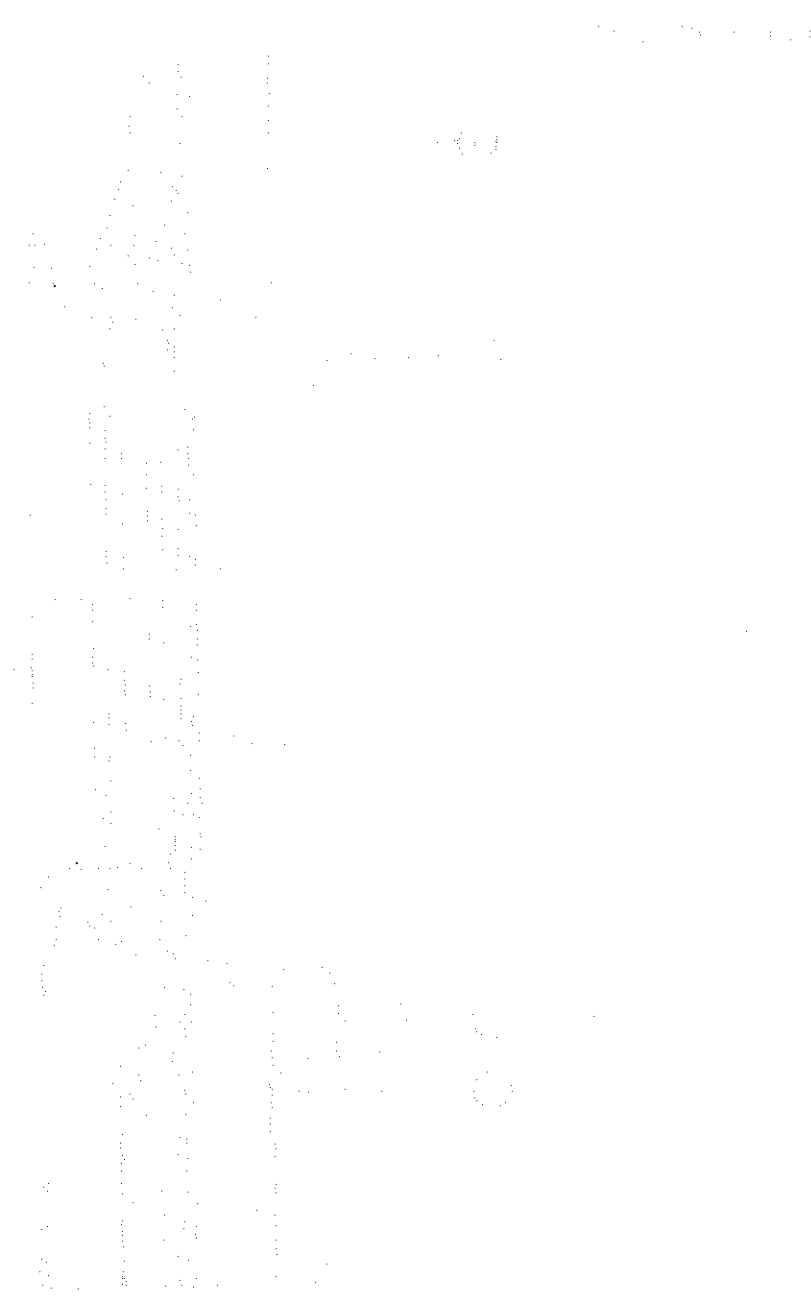
**Raccordement avec menuiserie métallique**

Echelle : -

CABINET

LE

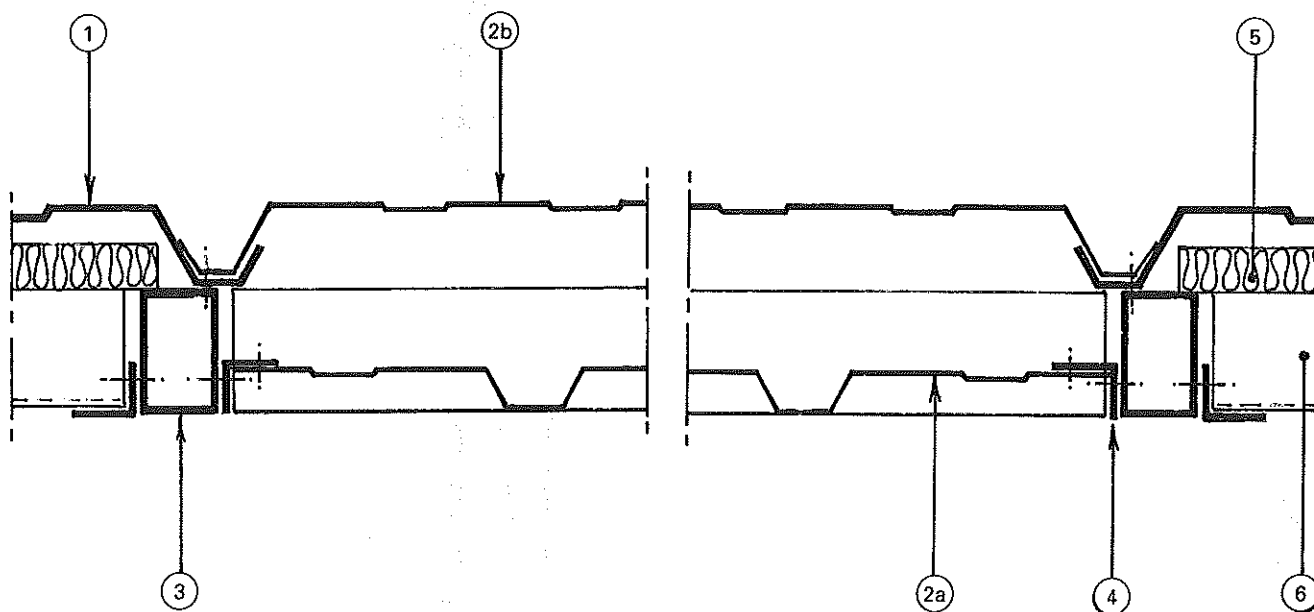




Document non classifié  
Document non classifié  
Document non classifié  
Document non classifié



D76



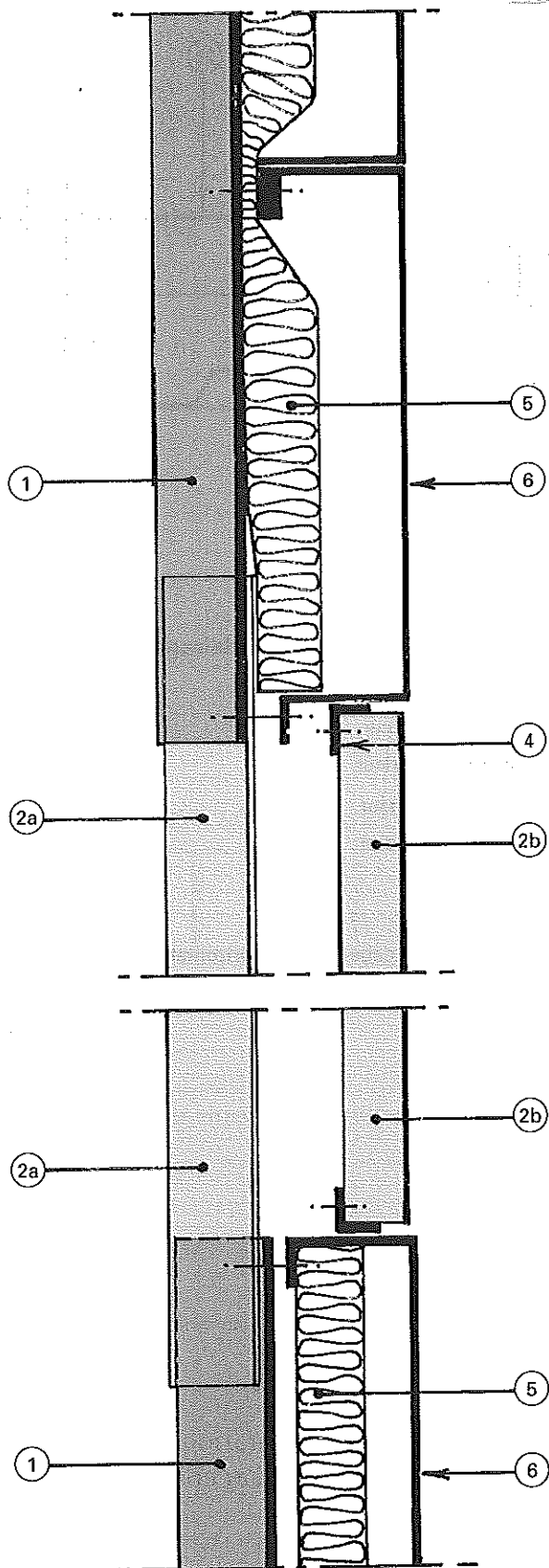
**Eclairage à double paroi translucide  
coupe horizontale**

- ① Bardage vertical extérieur
- ②a Profil translucide extérieur
- ②b Profil translucide intérieur
- ③ Ossature tubulaire (cadre)
- ④ Cornière
- ⑤ Isolant
- ⑥ Peau intérieure du bardage (plateau horizontal)

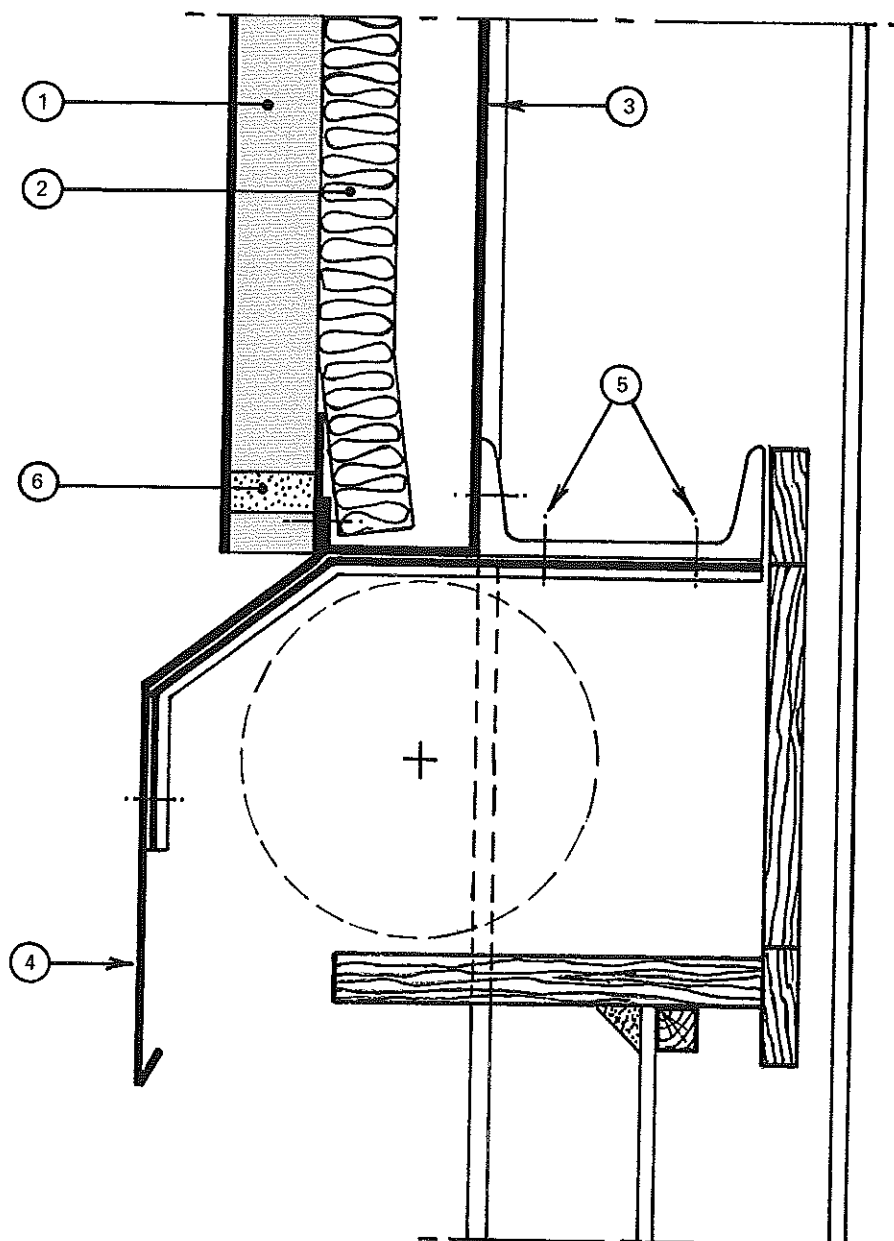
D76

### Eclairage à double paroi translucide coupe verticale

- ① Bardage vertical extérieur
- ②a Profil translucide extérieur
- ②b Profil translucide intérieur
- ③ Ossature tubulaire (cadre)
- ④ Cornière
- ⑤ Isolant
- ⑥ Peau intérieure du bardage (plateau horizontal)



D77



- ① Bardage extérieur (vertical)
- ② Isolant
- ③ Peau intérieure bardage (plateau horizontal)

- ④ Profil spécial en tôle
- ⑤ Fixations
- ⑥ Closier – Profil en mousse plastique alvéolaire

**Détail volet roulant**

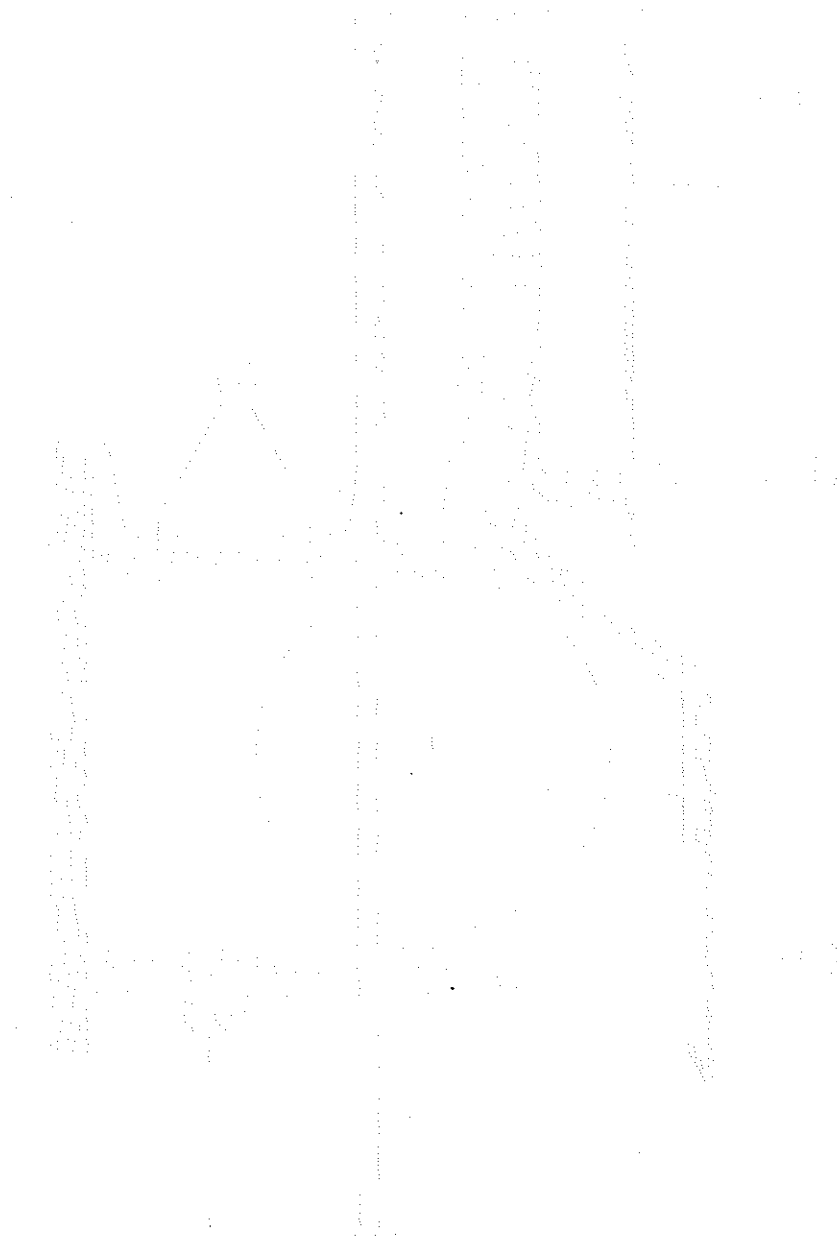
Echelle : --

CABINET

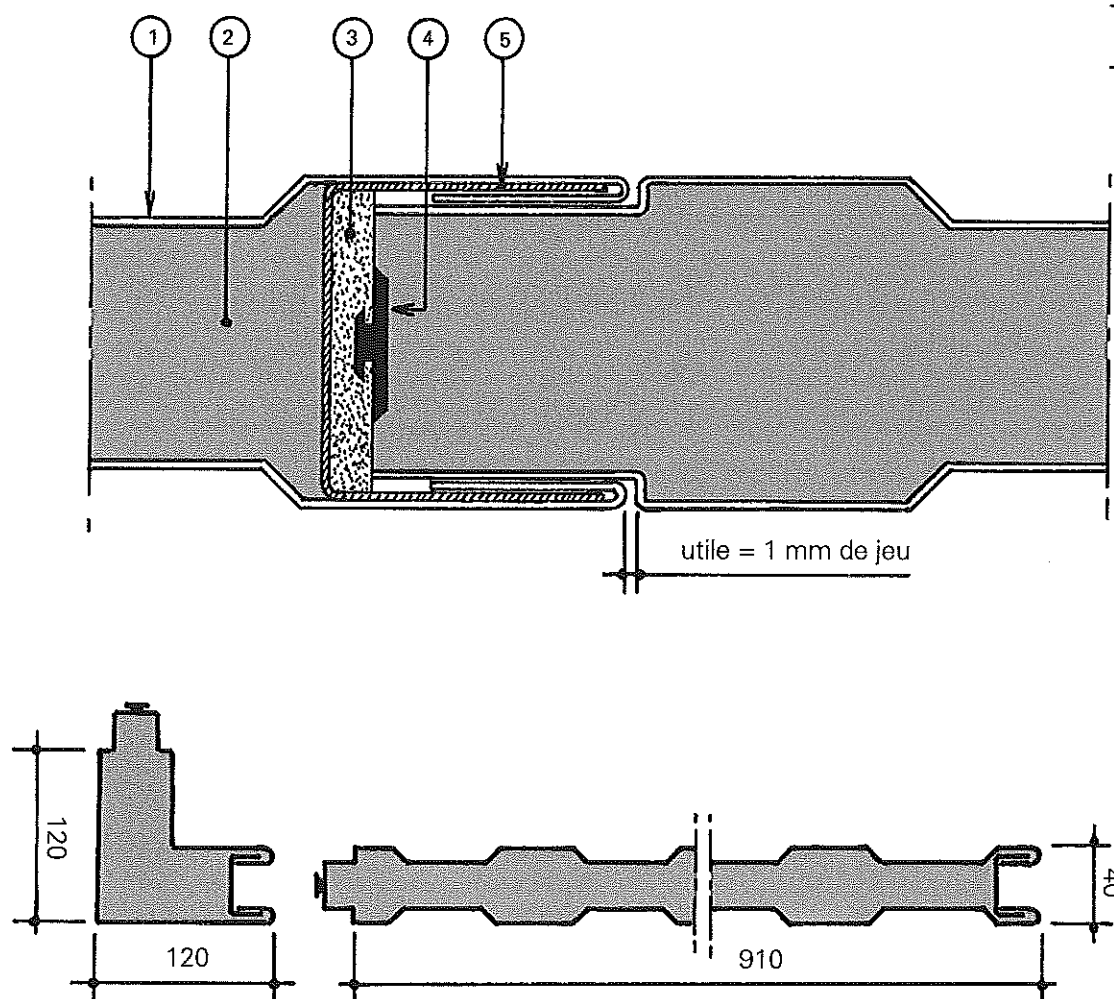
LE

PLAN N°





D81



Eléments d'angles : largeur utile 120 mm

- ① Paroi extérieure tôle d'acier galvanisée  
laquée, plastifiée ou émaillée
- ② Mousse polyuréthane
- ③ Joint d'étanchéité
- ④ Joint plastique
- ⑤ Profilé plastique

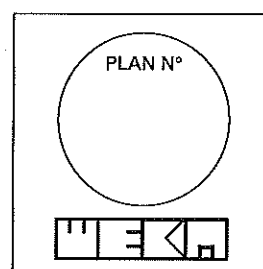
Eléments standards :  
 Largeur totale : 937 mm  
 Largeur utile : 910 mm

**Eléments de façade industrialisés : exemple**

Echelle : -

CABINET

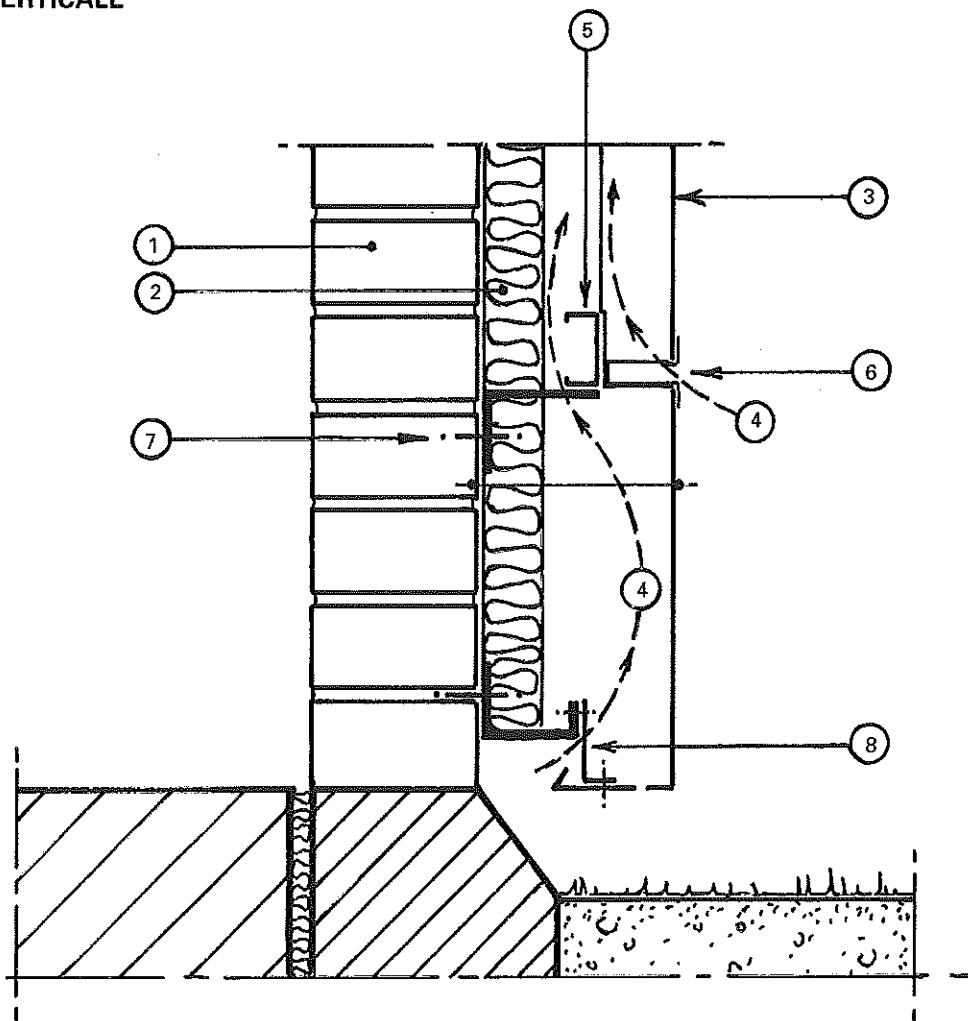
LE





## COUPE VERTICALE

D101



- ① Maçonnerie
- ② Isolant
- ③ Tôle d'acier galvanisée prélaquée (plateau horizontal)
- ④ Ventilation

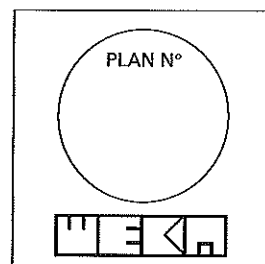
- ⑤ Ossature secondaire
- ⑥ Joint
- ⑦ Fixation
- ⑧ Fixation basse

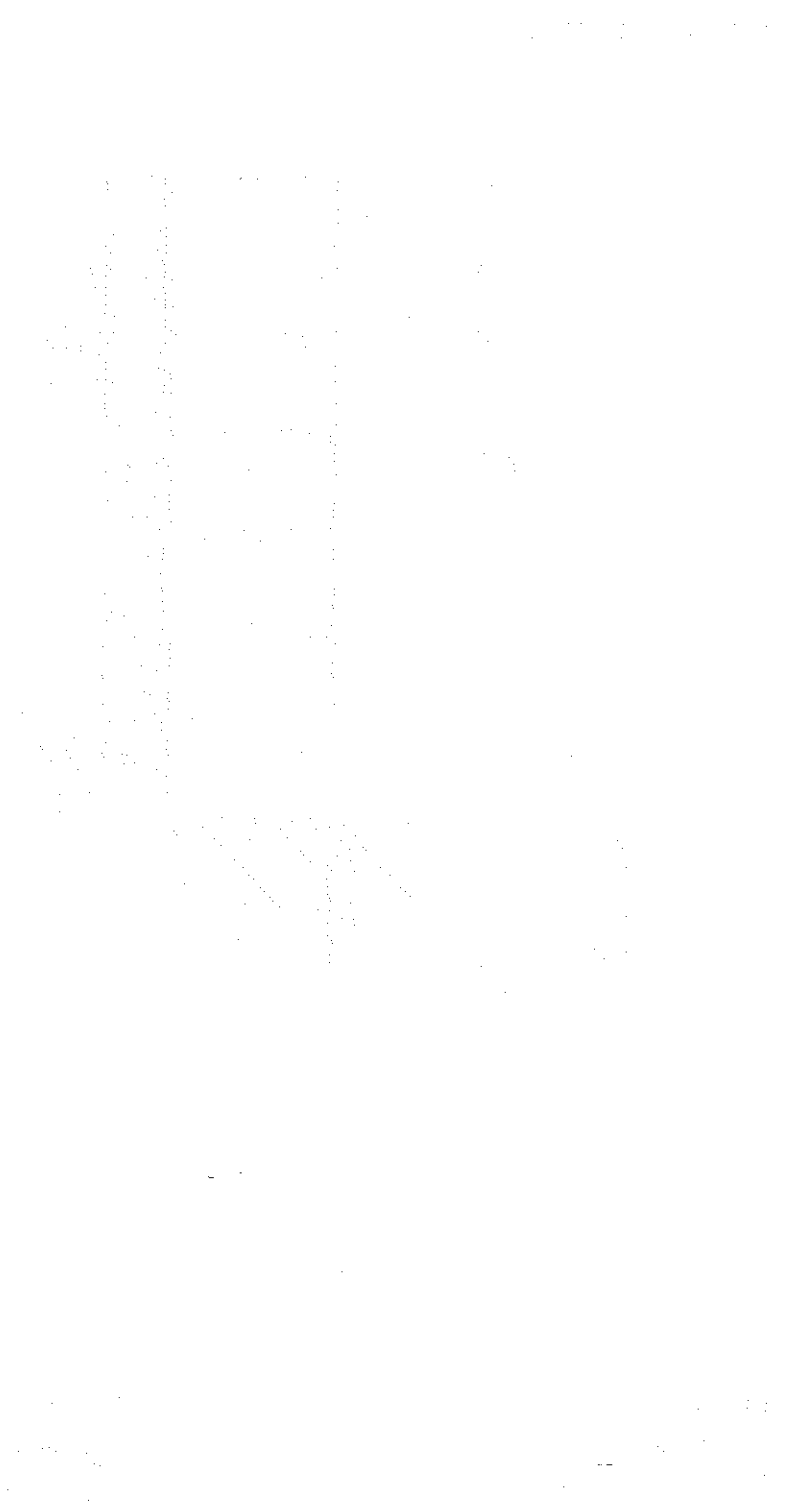
Bardage rapporté ventilé : exemple

Echelle : -

CABINET

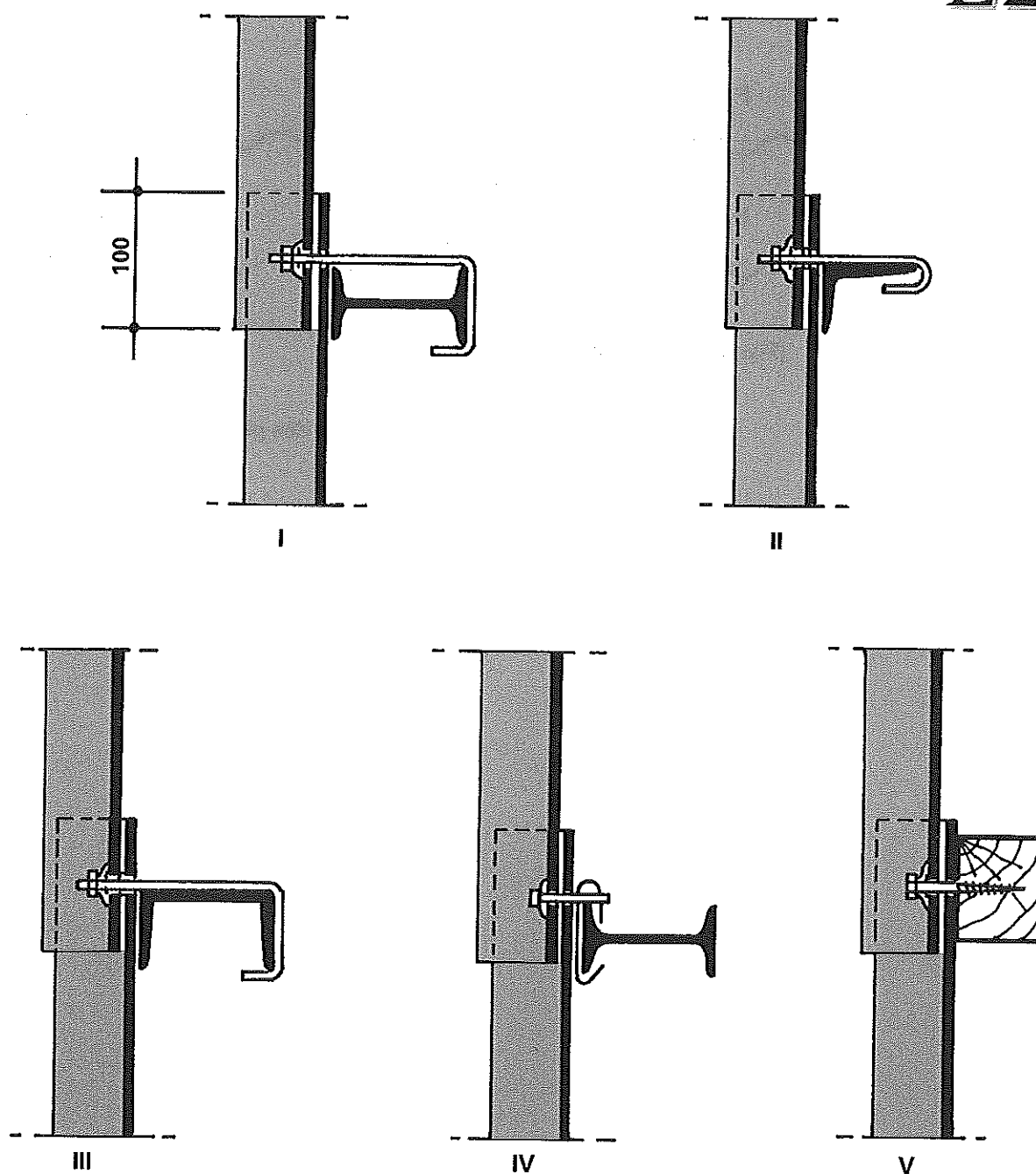
LE







E21



(D'après documentation Everite)

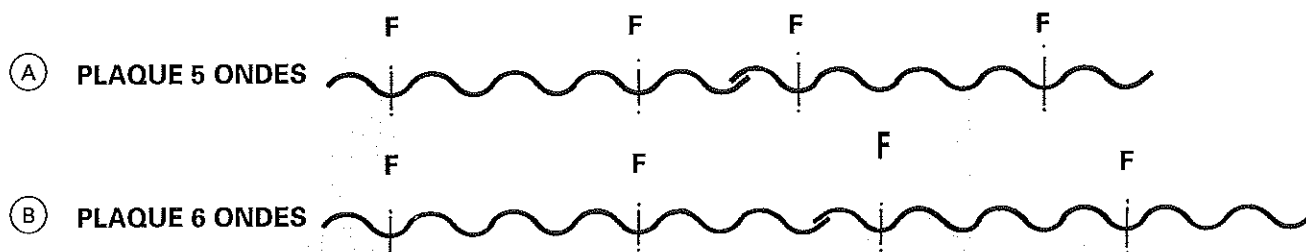
**Modes de fixation des plaques**

Cotes en mm

- Ⓘ Boulon à crochet sur profilé IPN
- Ⓜ Boulon à crochet sur profilé L
- ⓂⓂ Boulon à crochet sur profilé U
- ⓂⓂⓂ Fixation par agrafe sur profilé IPN
- ⓂⓂⓂⓂ Fixation par tire-fond sur charpente bois

} Charpente  
métallique

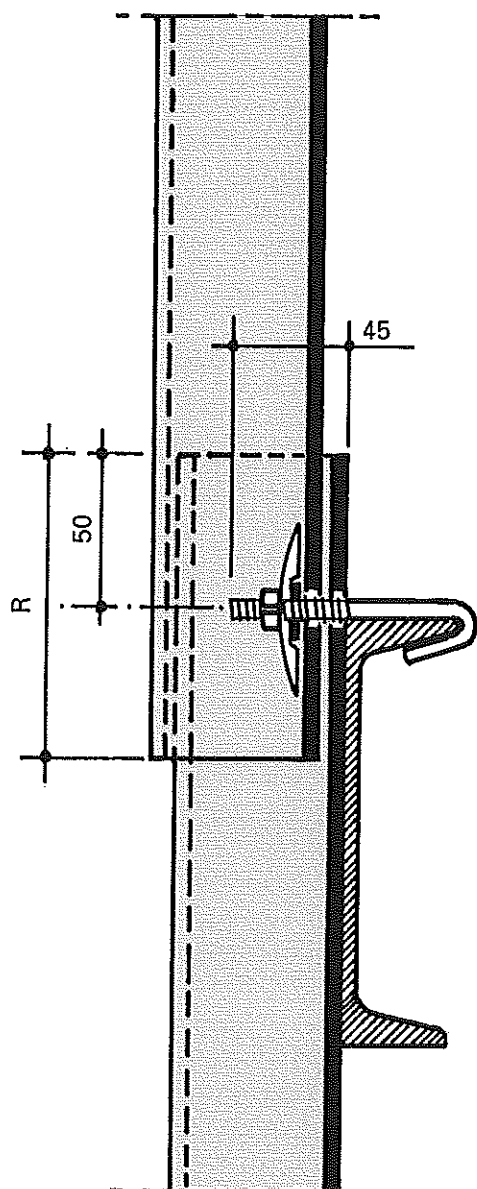
## E21

(Fixation 1<sup>er</sup> et 4<sup>e</sup> creux d'ondes)

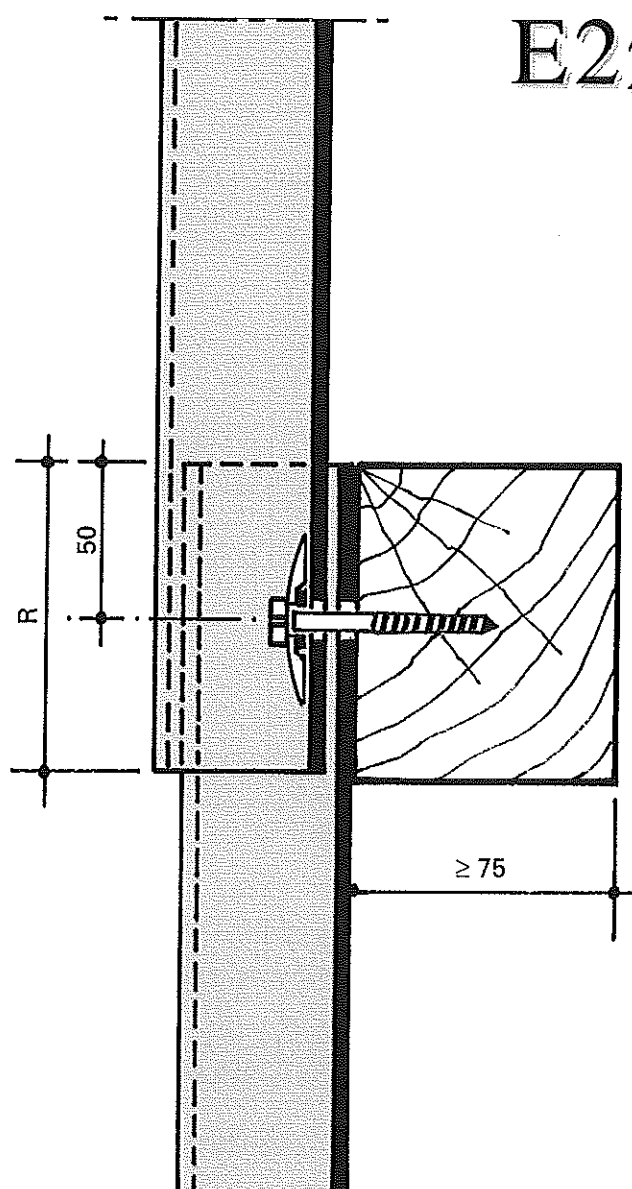
(D'après documentation Everite)

## Principes de fixation des plaques

E22



(A)



(B)

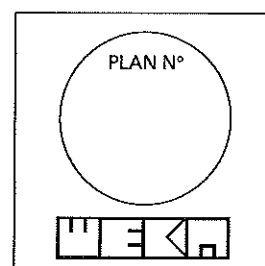
(A) Fixation par boulon-crochet sur profilé métallique

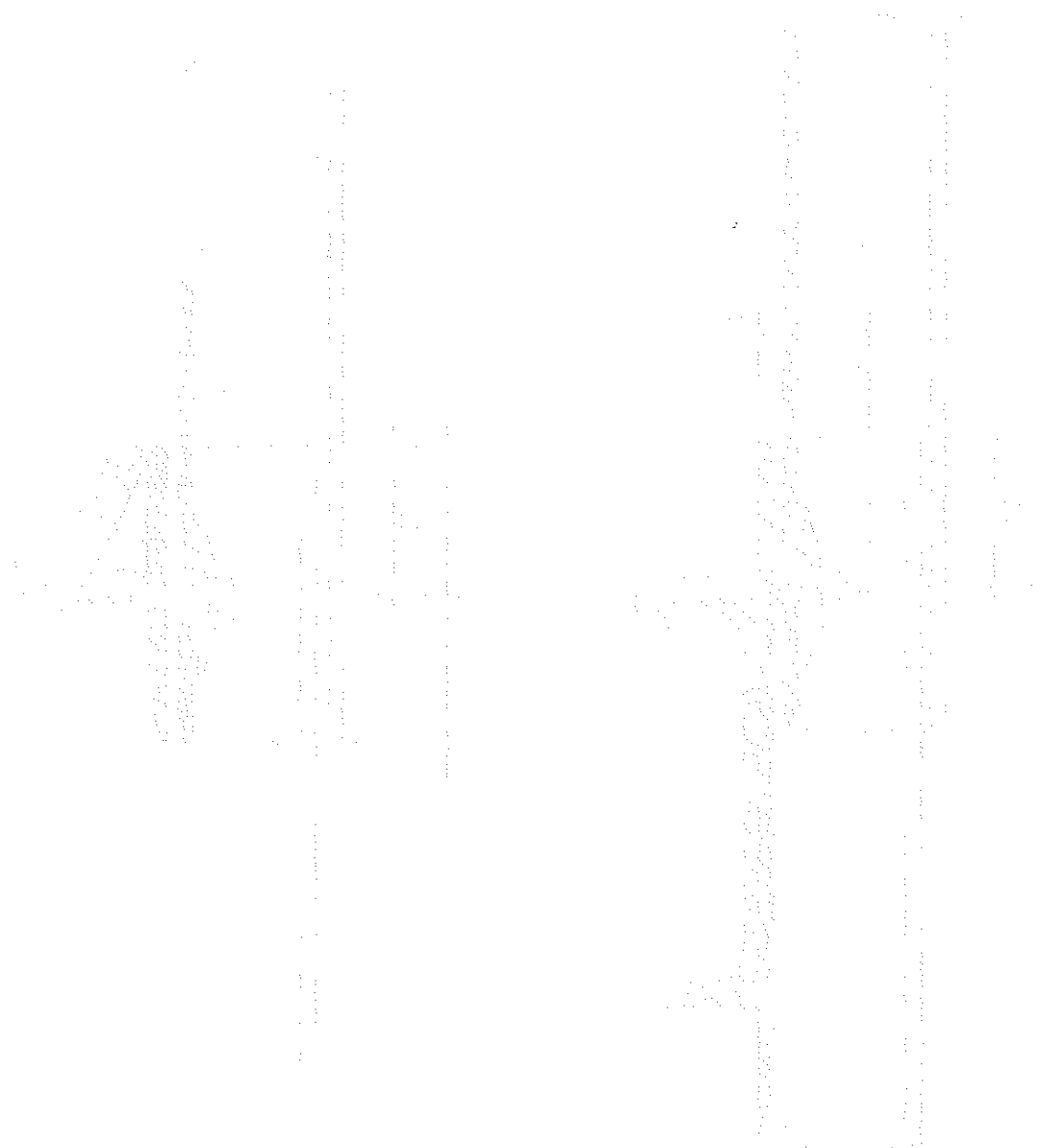
(B) Fixation par tire-fond sur lisse-bois

R = Recouvrement des plaques

(D'après documentation Eternit)

Cotes en mm
<b>Fixation des plaques</b>
Echelle : –
CABINET
LE

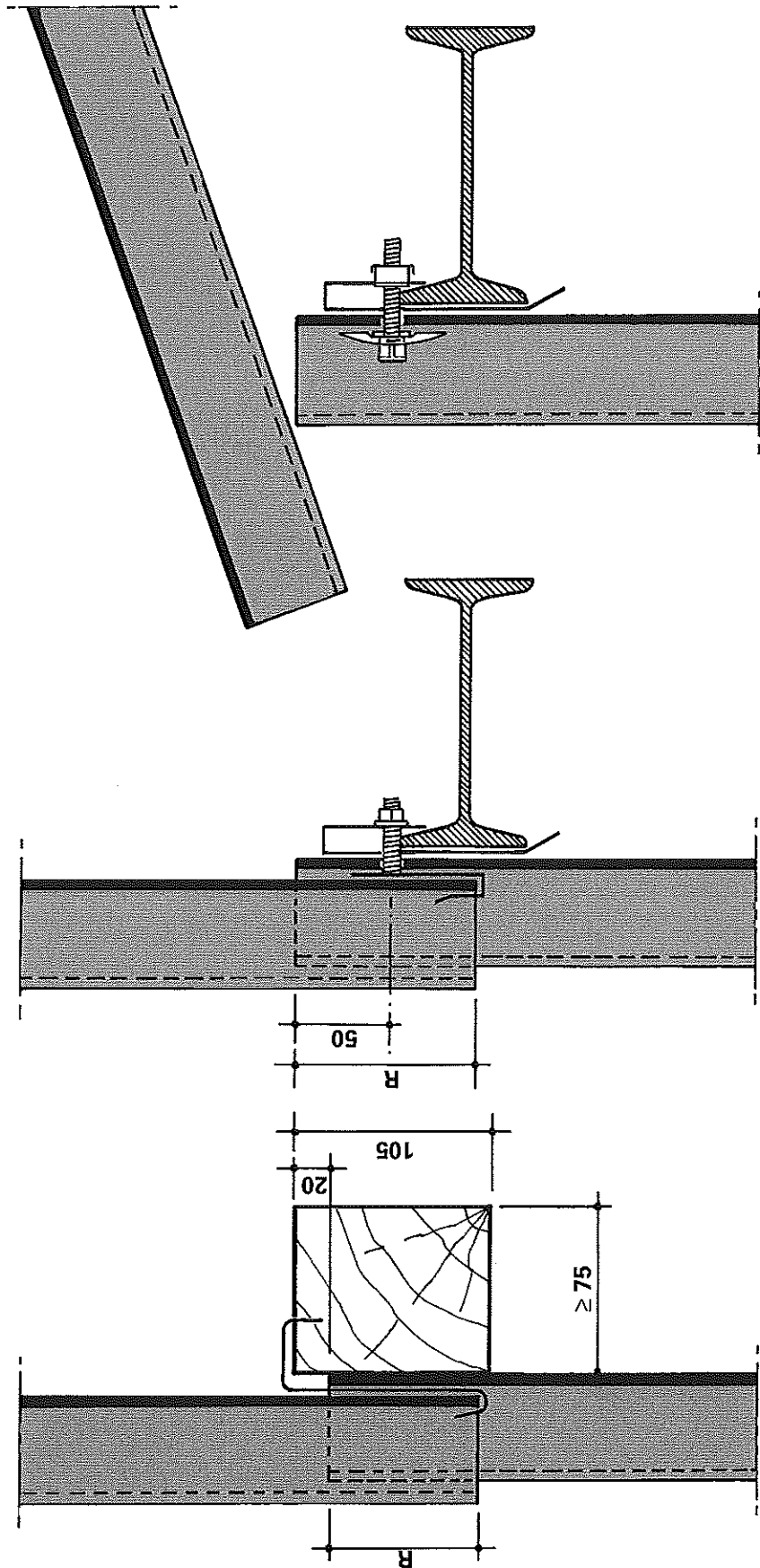




E23

(D'après document Eternit)

FIXATION DES PLAQUES

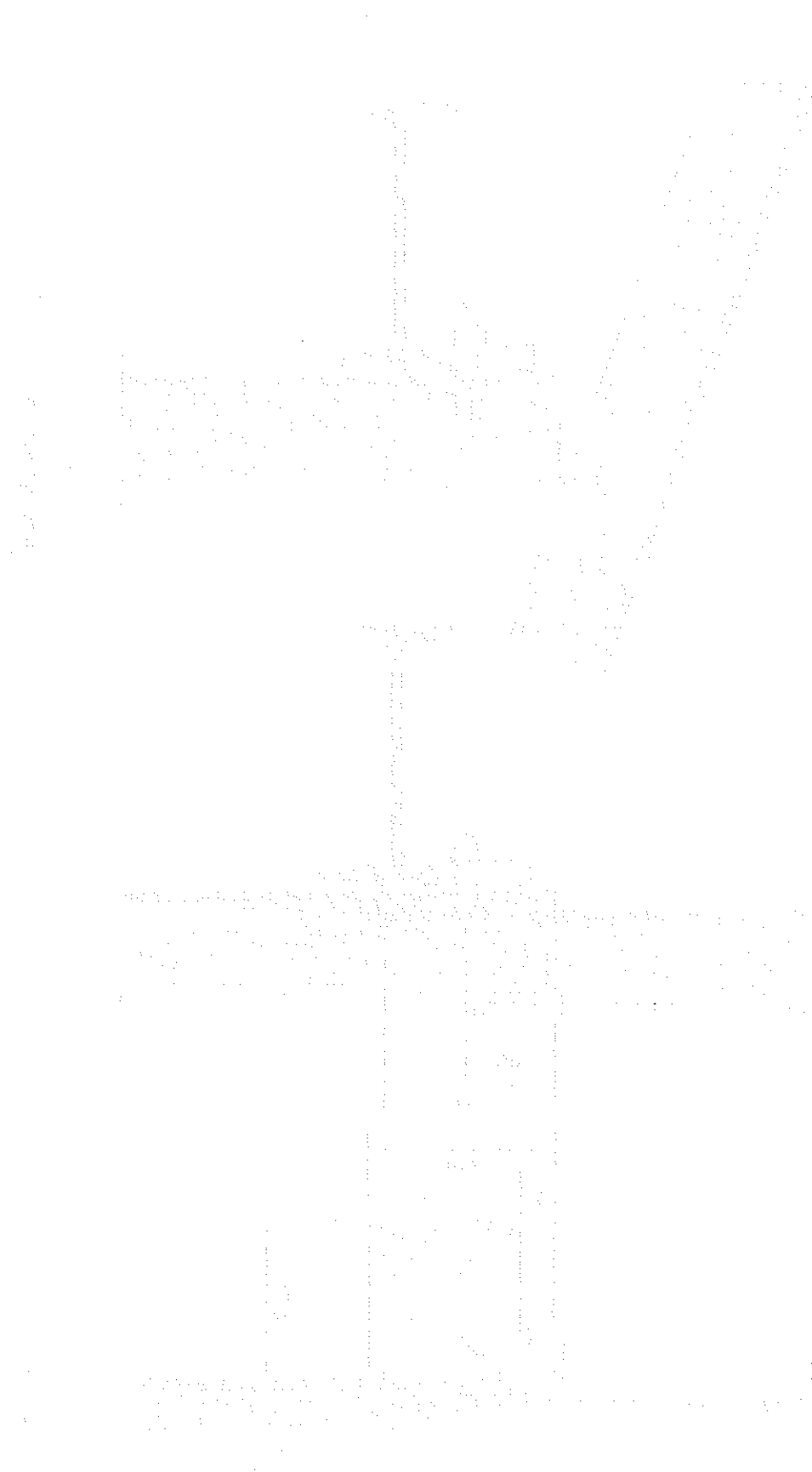


Fixe – bardage sur lisse métallique  
(fixation en partie haute)

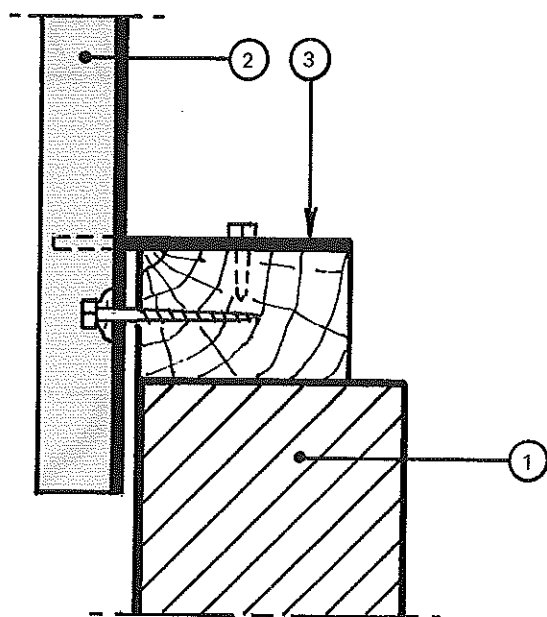
Fixe – bardage sur lisse métallique

Lisse bois – fixation  
par agrafe à pointe

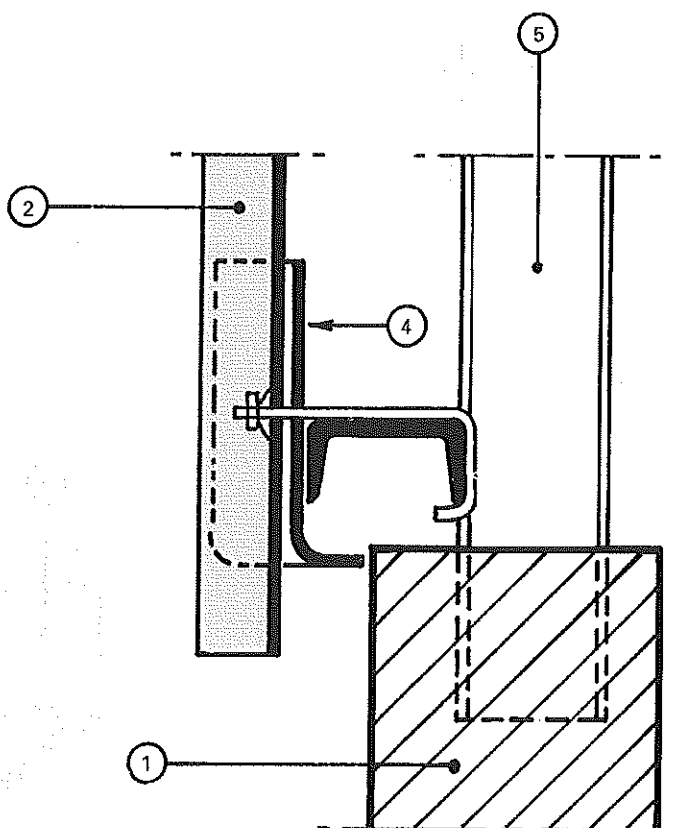
Cotes en mm  
R = Recouvrement



E24



AVEC CLOSOIR PLAN



AVEC CLOSOIR ONDULE

- ① Murette maçonnerie
- ② Plaque ondulée A.C.
- ③ Closoir plan (A.C.)
- ④ Closoir spécial (A.C.) ondulé
- ⑤ Poteau charpente

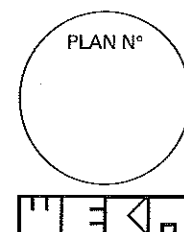
(D'après documentation Everite)

Pied de bardage

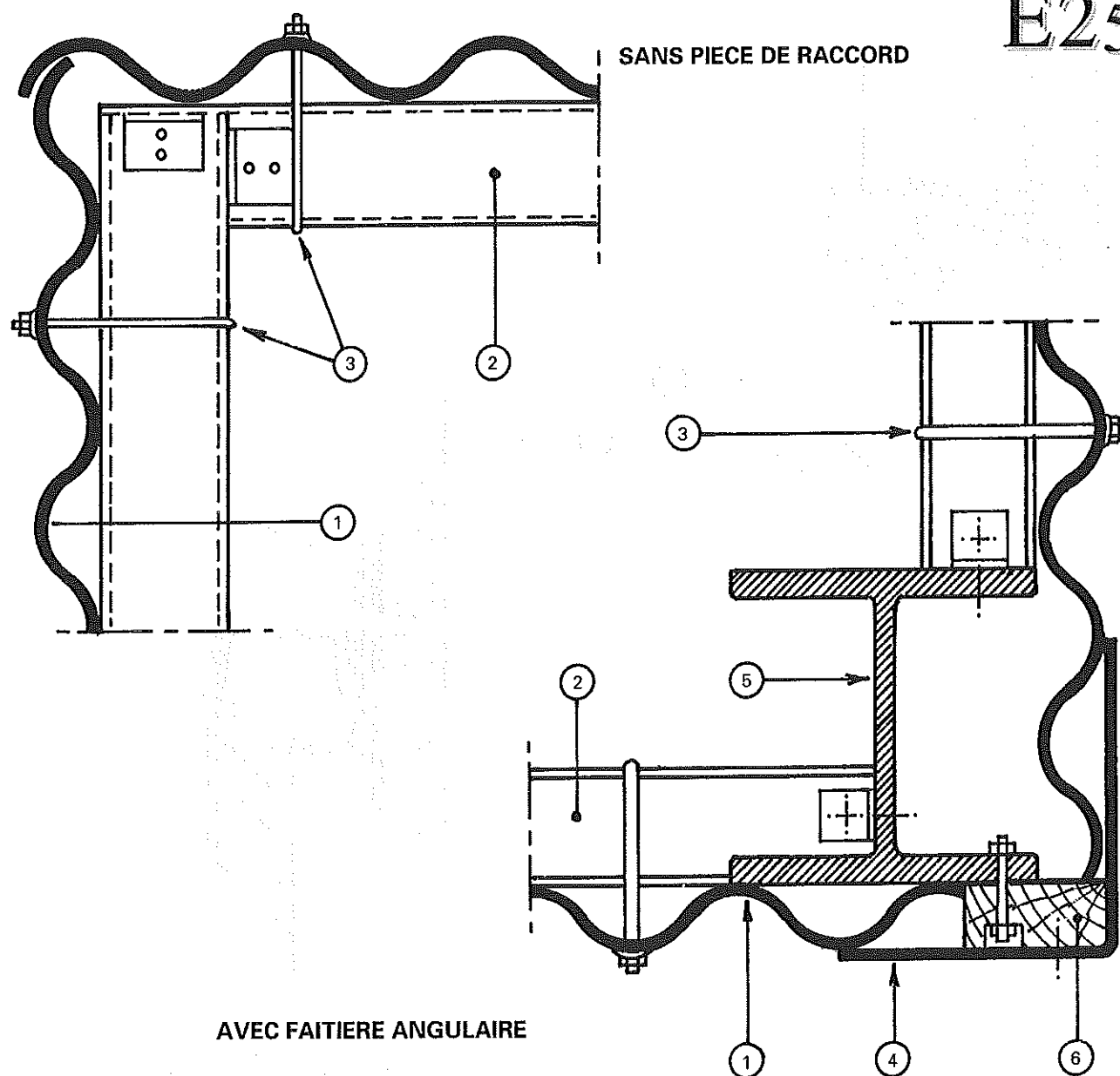
Echelle : -

CABINET

LE



E25



- ① Plaque ondulée A.C.
- ② Lisse charpente
- ③ Fixations plaques
- ④ Faîtière angulaire à 90°
- ⑤ Poteau ossature
- ⑥ Fourrure bois

(D'après documentation Everite)

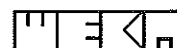
**Raccords d'angle**

Echelle : -

CABINET

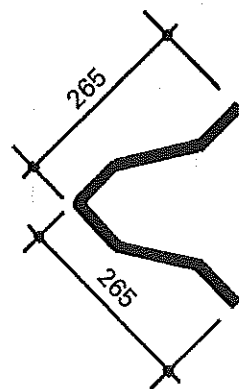
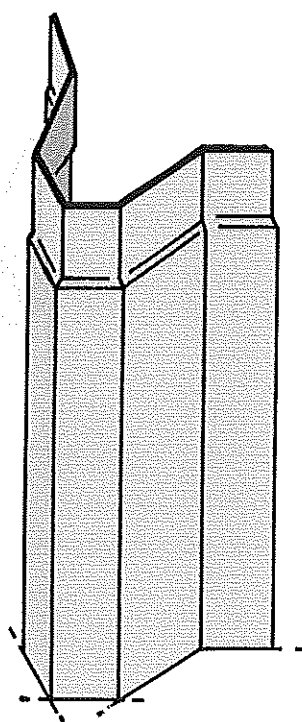
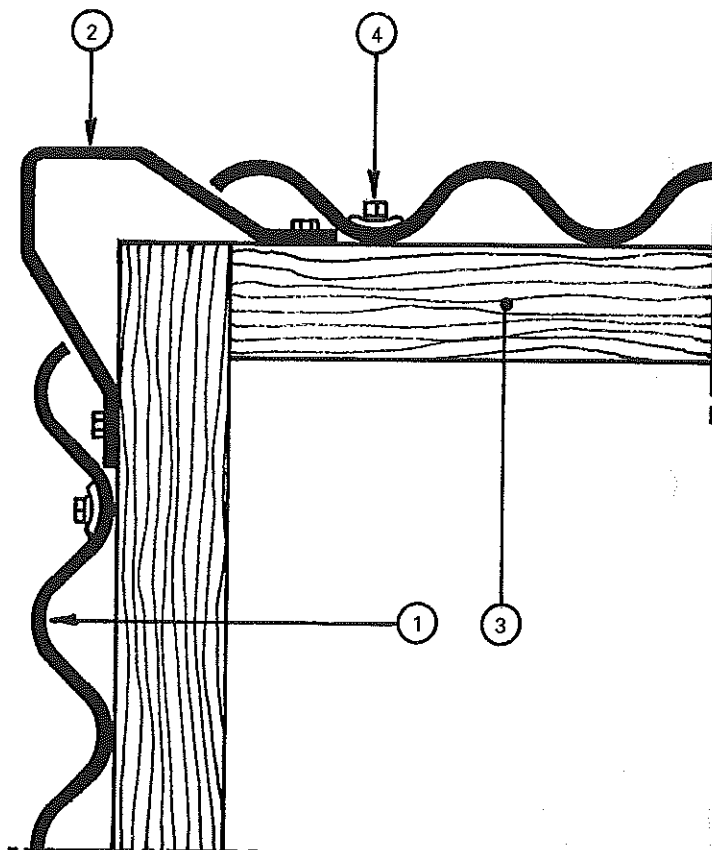
LE

PLAN N°





E26



- ① Plaque ondulée A.C.
- ② Raccord d'angle (type « BARDOLUX »)
- ③ Lisse bois
- ④ Fixation (tire-fond)

(D'après documentation Everite)

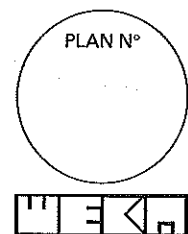
Cotes en mm

**Raccord d'angle**

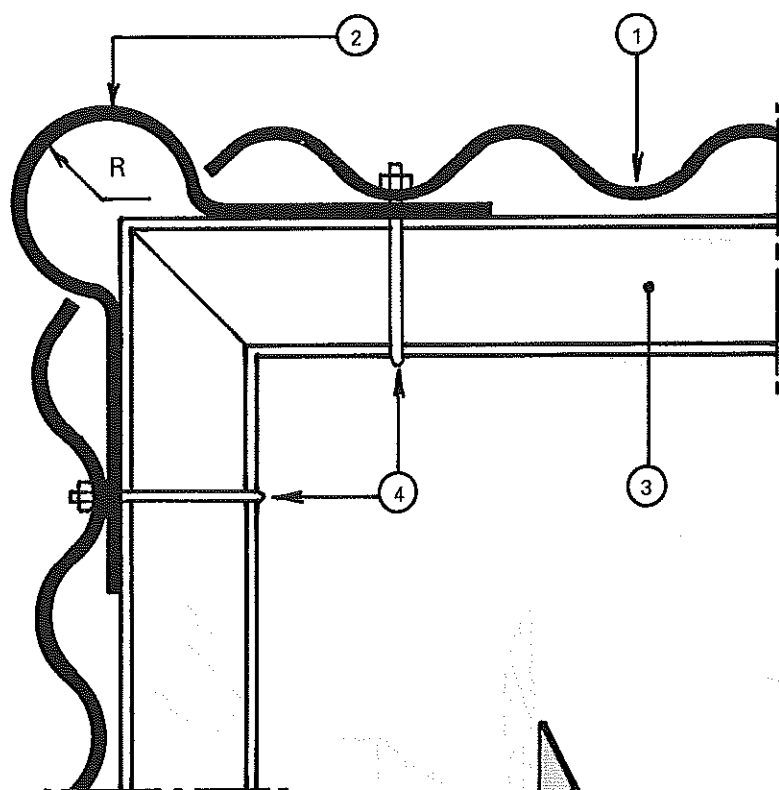
Echelle : --

CABINET

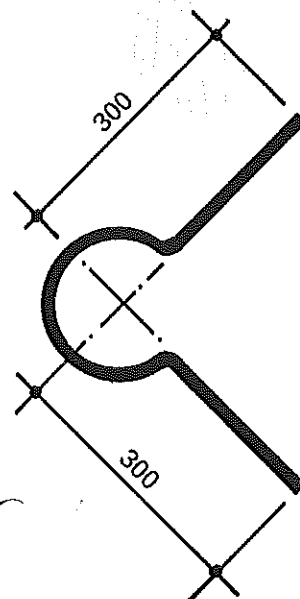
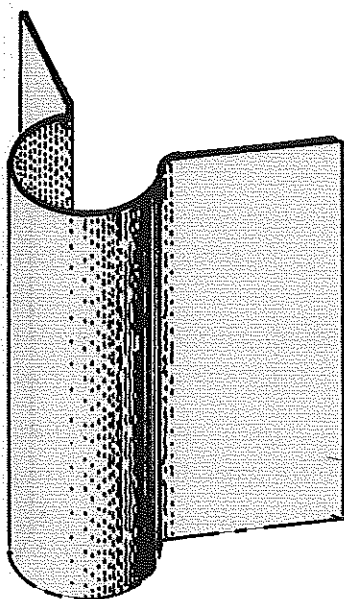
LE



E27



R mini = 68  
R maxi = 80



- ① Plaque ondulée A.C.
- ② Raccord d'angle (pièce spéciale A.C.)
- ③ Lisse horizontale (charpente)
- ④ Fixations

(D'après documentation Everite)

Cotes en mm

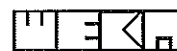
**Raccord d'angle**

Echelle : -

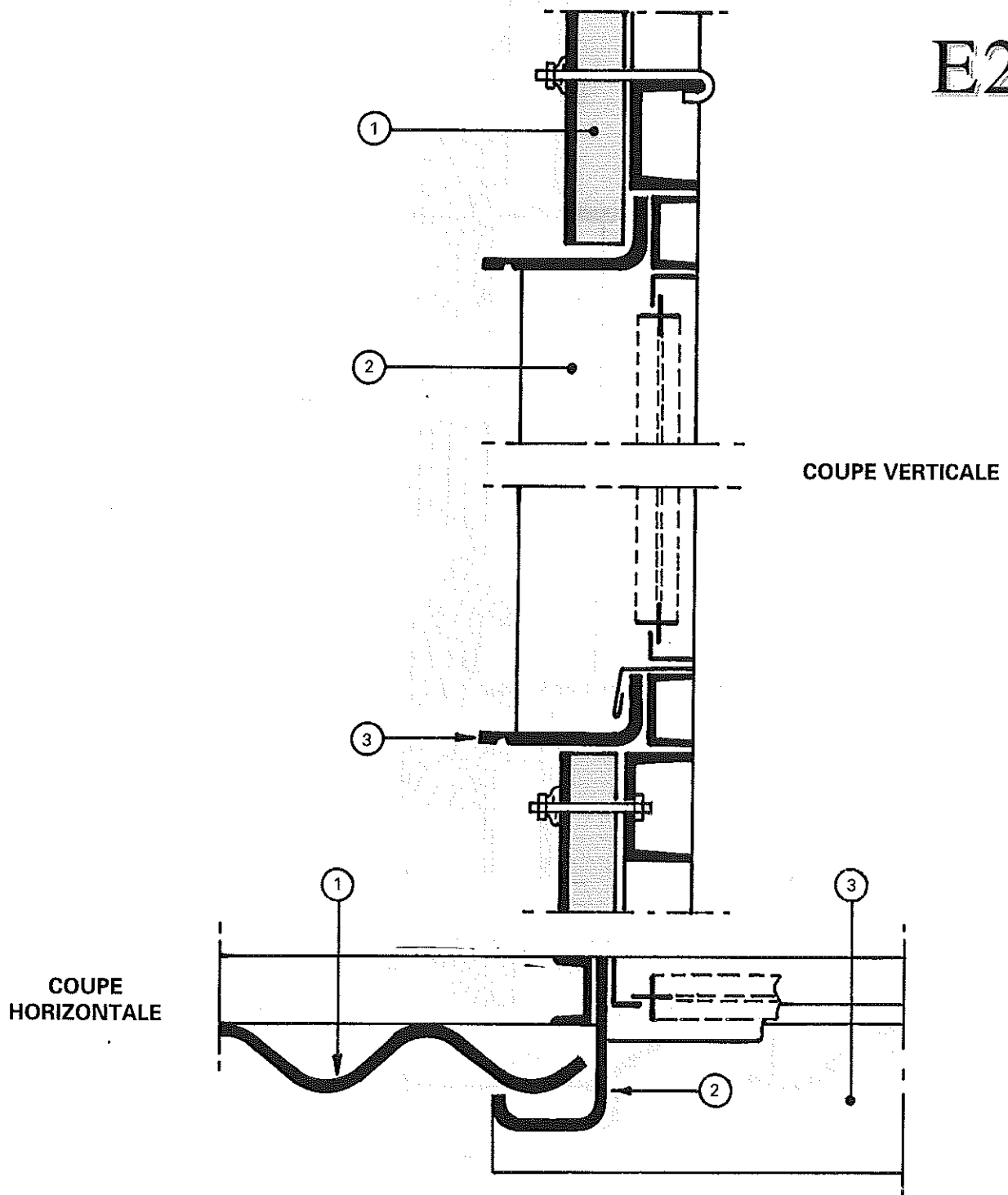
CABINET

LE

PLAN N°



E28



- ① Plaque ondulée A.C.
- ② Rive latérale simple A.C.
- ③ Pièce d'appui A.C.

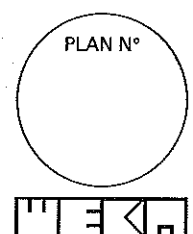
(D'après documentation Everite)

**Exemple d'encadrement de baie : fenêtre métallique, ossature métallique**

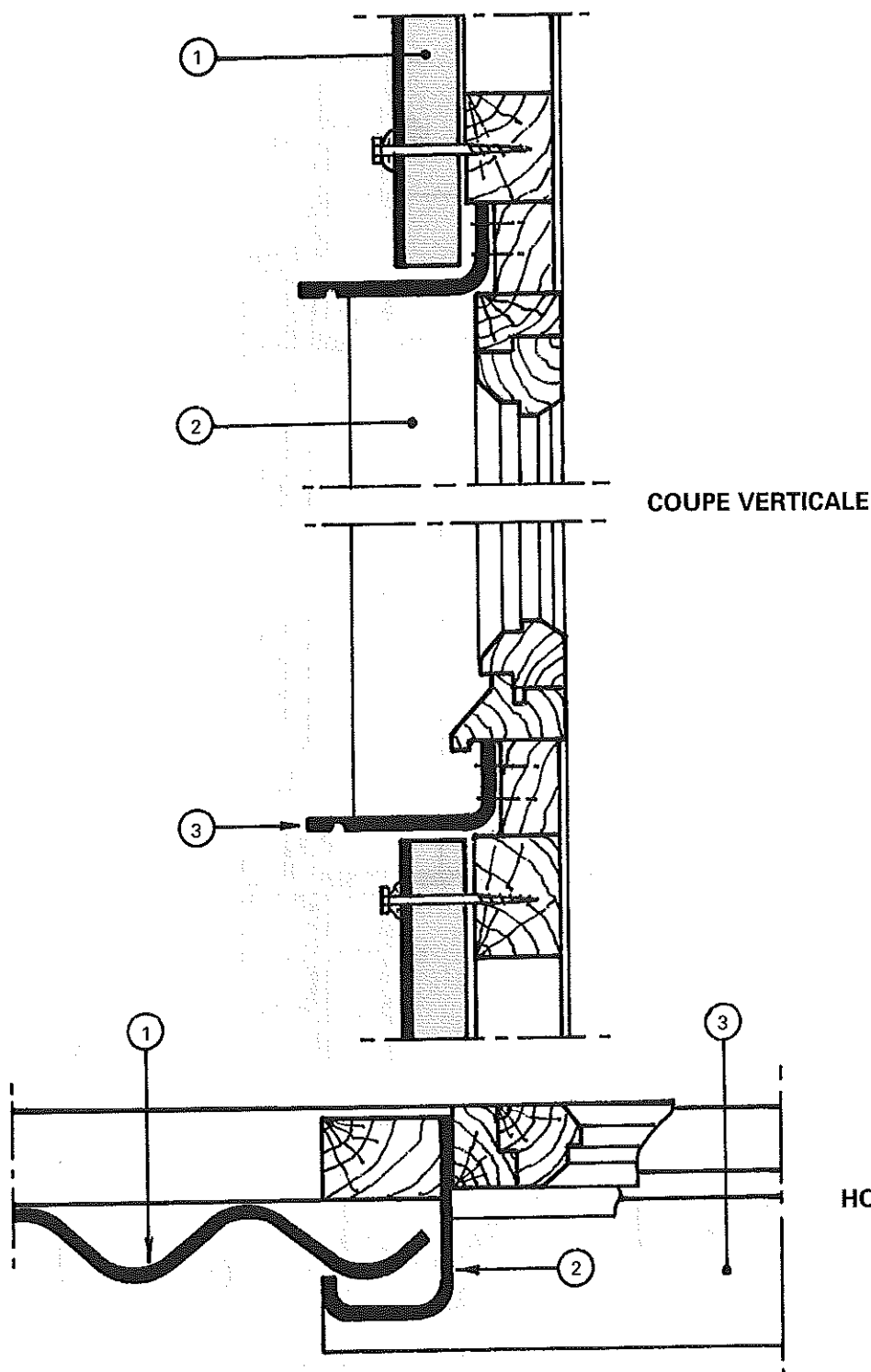
Echelle : --

CABINET

LE



E29



- ① Plaque ondulée A.C.
- ② Rive latérale simple A.C.
- ③ Pièce d'appui A.C.

(D'après documentation Everite)

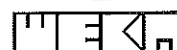
Exemple d'encadrement de baie : fenêtre bois, ossature bois

Echelle : -

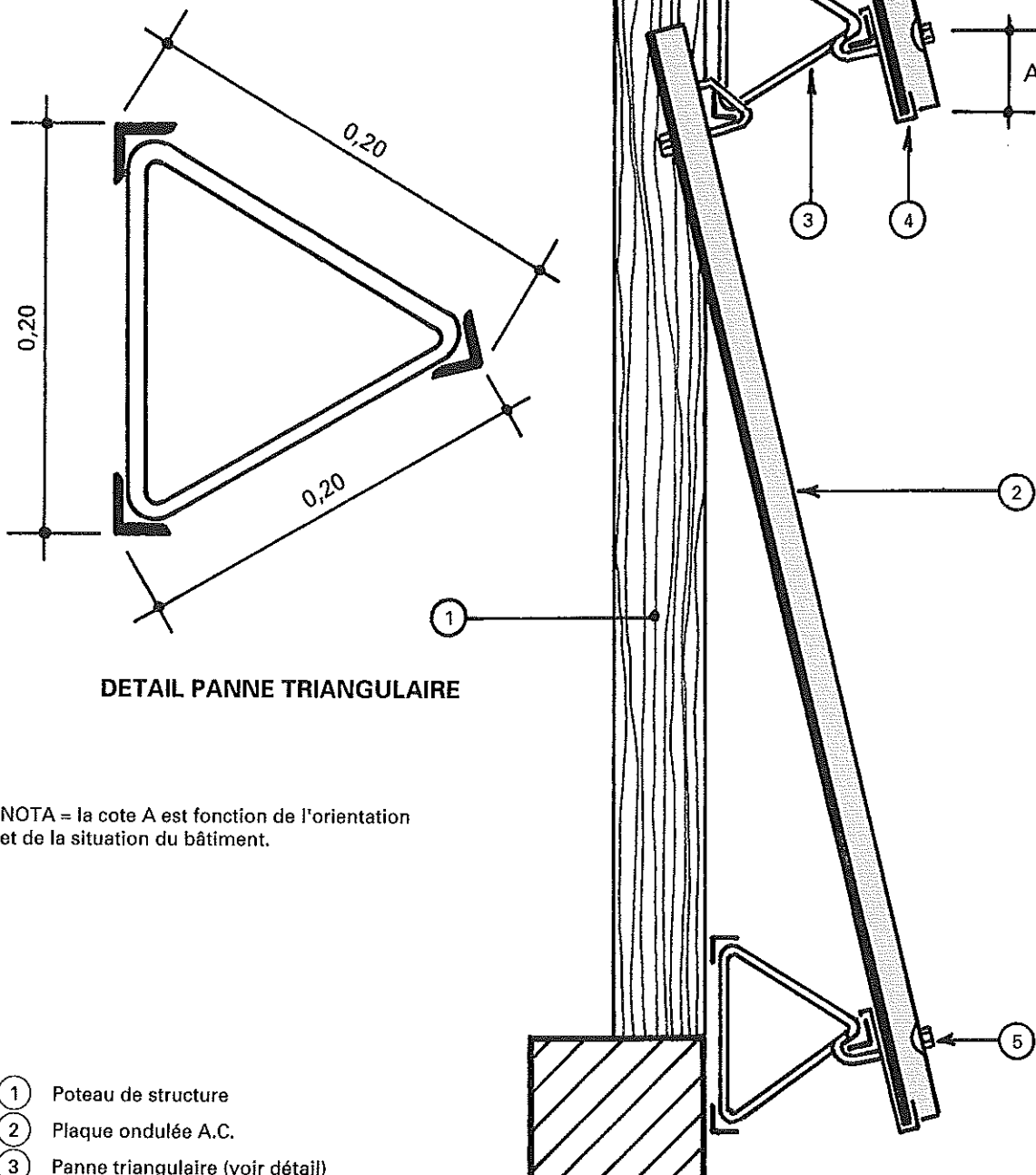
CABINET

LE

PLAN N°



E210



DETAIL PANNE TRIANGULAIRE

NOTA = la cote A est fonction de l'orientation et de la situation du bâtiment.

- ① Poteau de structure
- ② Plaque ondulée A.C.
- ③ Panne triangulaire (voir détail)
- ④ Crochet de suspension
- ⑤ Boulon - Crochet de fixation

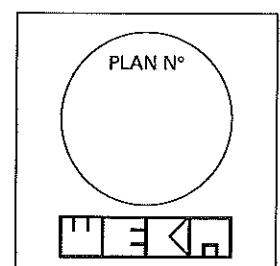
(D'après documentation Everite)

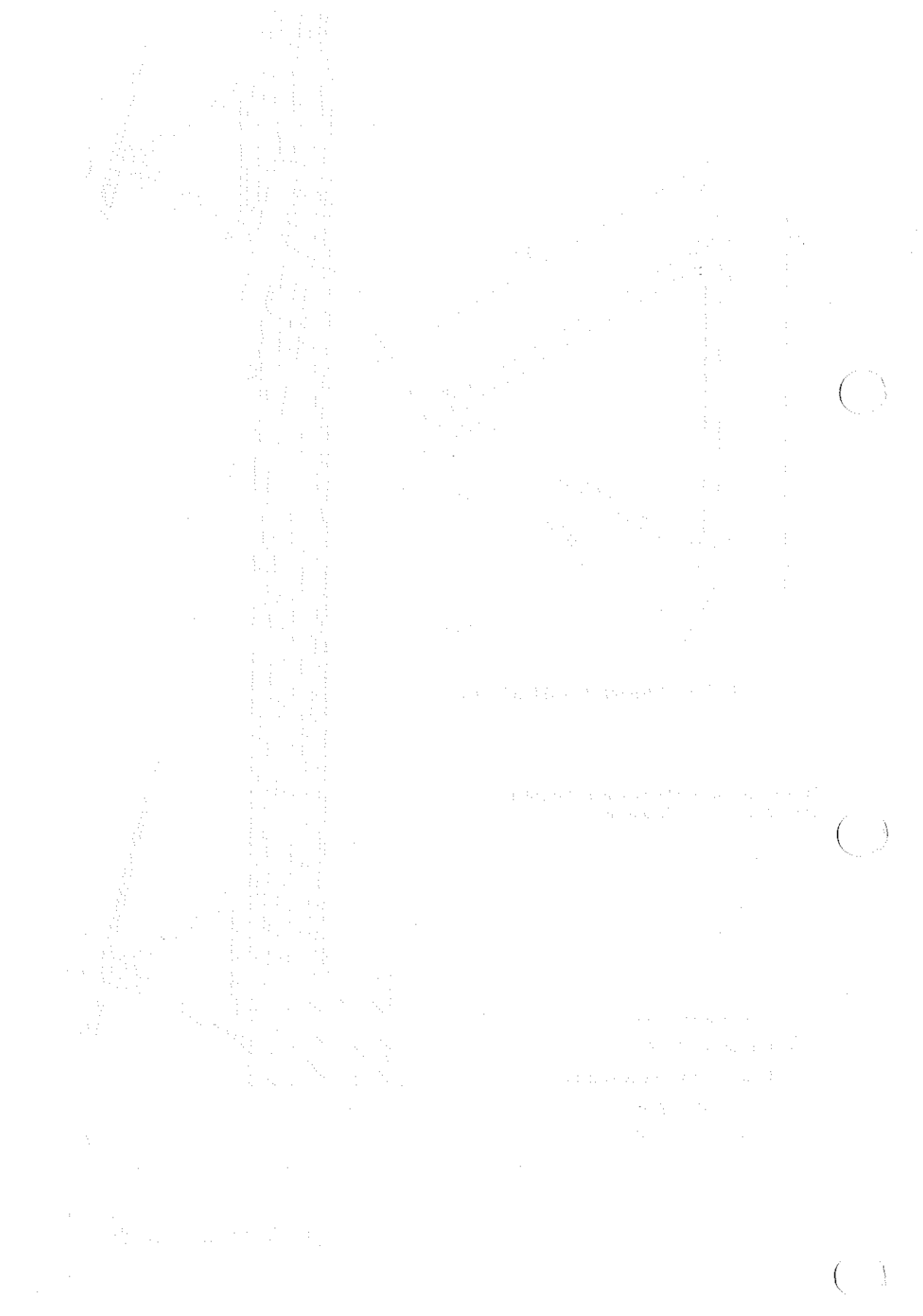
Bardage aéré (pour locaux spéciaux ou régions à climat chaud)

Echelle : -

CABINET

LE





# 4/0

## Sommaire

### 4/1 Présentation - Informations générales

- 4/1.1 Présentation
- 4/1.2 Définitions - Terminologie
- 4/1.3 Exigences générales
- 4/1.4 Classification des planchers
- 4/1.5 Domaine d'utilisation
- 4/1.6 Historique sommaire
- 4/1.7 Codification technique
- 4/1.8 Organisation générale - Principes constructifs

### 4/2 Planchers à dalle pleine en béton armé (coulés en œuvre)

- 4/2.1 Généralités - Définition

### 4/3 Planchers avec prédalles (béton armé ou béton précontraint)

- 4/3.1 Définitions - Principes - Types
- ...
- 4/3.3 Dispositions communes

...

### 4/5 Planchers en bois

- 4/5.1 Définitions - Principes
- 4/5.2 Éléments constitutifs
  - 4/5.2.1 Éléments porteurs
  - 4/5.2.2 Appuis des planchers - Assemblages
  - 4/5.2.3 Éléments intercalaires ou de remplissage
  - 4/5.2.4 Sols et revêtements
- 4/5.3 Choix des matériaux
- 4/5.4 Organisation générale d'un plancher en bois
- 4/5.5 Dispositions pratiques
- 4/5.6 Codifications techniques des planchers en bois
- 4/5.7 Applications particulières
- 4/5.8 Problèmes posés par les planchers en bois
- 4/5.9 Améliorations des planchers en bois

**4/6 Planchers métalliques**

4/6.1 Définitions - Principes

4/6.2 Eléments constitutifs

...

**4/8 Ouvrages de liaison et d'appuis**

4/8.1 Présentation

4/8.2 Chaînages horizontaux

4/8.3 Conditions d'appui des planchers sur les murs extérieurs

4/8.4 Dispositions courantes de liaisons planchers-murs en fonction des types de murs

Liaisons planchers-murs en béton armé 110

Murs en béton armé 111

Murs en béton armé - Murs en béton armé 112

Murs en béton armé - Murs en béton armé 113

Murs en béton armé - Murs en béton armé 114

Murs en béton armé - Murs en béton armé 115

Murs en béton armé - Murs en béton armé 116

Murs en béton armé - Murs en béton armé 117

Murs en béton armé - Murs en béton armé 118

Liaisons planchers-murs en béton armé - Murs en béton armé 119

Murs en béton armé - Murs en béton armé 120

Liaisons planchers-murs en béton armé - Murs en béton armé 121

Murs en béton armé - Murs en béton armé 122

Murs en béton armé - Murs en béton armé 123

...

Liaisons planchers-murs en béton armé 124

Murs en béton armé - Murs en béton armé 125

Murs en béton armé - Murs en béton armé 126

Murs en béton armé - Murs en béton armé 127

Murs en béton armé - Murs en béton armé 128

Murs en béton armé - Murs en béton armé 129

Murs en béton armé - Murs en béton armé 130

Murs en béton armé - Murs en béton armé 131

Murs en béton armé - Murs en béton armé 132

Murs en béton armé - Murs en béton armé 133

Murs en béton armé - Murs en béton armé 134

Murs en béton armé - Murs en béton armé 135

Murs en béton armé - Murs en béton armé 136

Murs en béton armé - Murs en béton armé 137



## 4/1

# Présentation – Informations générales

---

## 4/1.1

# Présentation

---

La partie 4 traite de tous les ouvrages de structures horizontales, c'est-à-dire les éléments constitutifs des *planchers*.

Selon les matériaux utilisés, ces ouvrages sont constitués d'éléments :

- continus : cas des dalles pleines ;
- ou discontinus : plancher à poutrelles et éléments intercalaires de remplissage (hourdis).

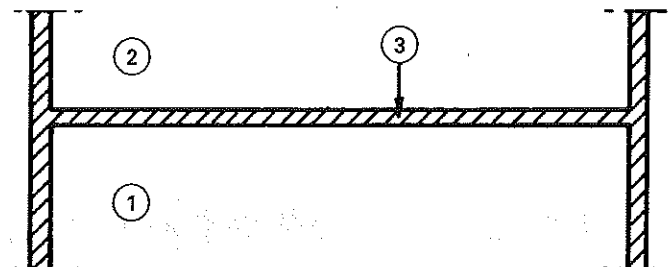
Ces éléments, qui réalisent la surface horizontale, reposent sur la structure porteuse proprement dite :

- murs ou voiles porteurs (maçonnerie d'éléments ou béton banché) ;
- ossature (poutres et poteaux).

Cette ossature peut, à son tour, être simple ou complexe (poutres principales, poutres secondaires).

Les planchers interviennent dans une construction comme une *paroi* séparant :

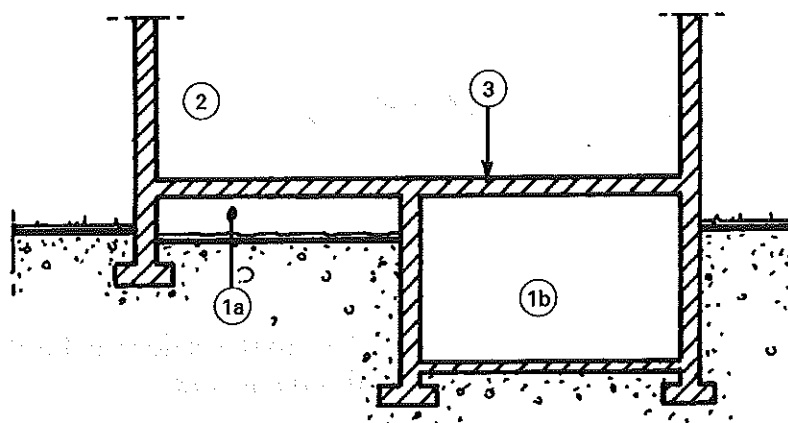
- deux volumes intérieurs différents (planchers courants) :



### Cas de deux appartements de niveaux différents

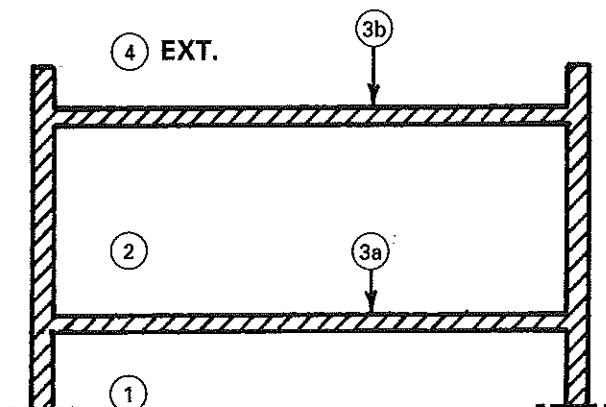
Plancher (3) : paroi horizontale séparative de deux volumes (1) et (2) différents.

– ou un volume intérieur de l'ambiance extérieure (plancher sur vide sanitaire, plancher-terrasse) :



### Plancher sur vide sanitaire

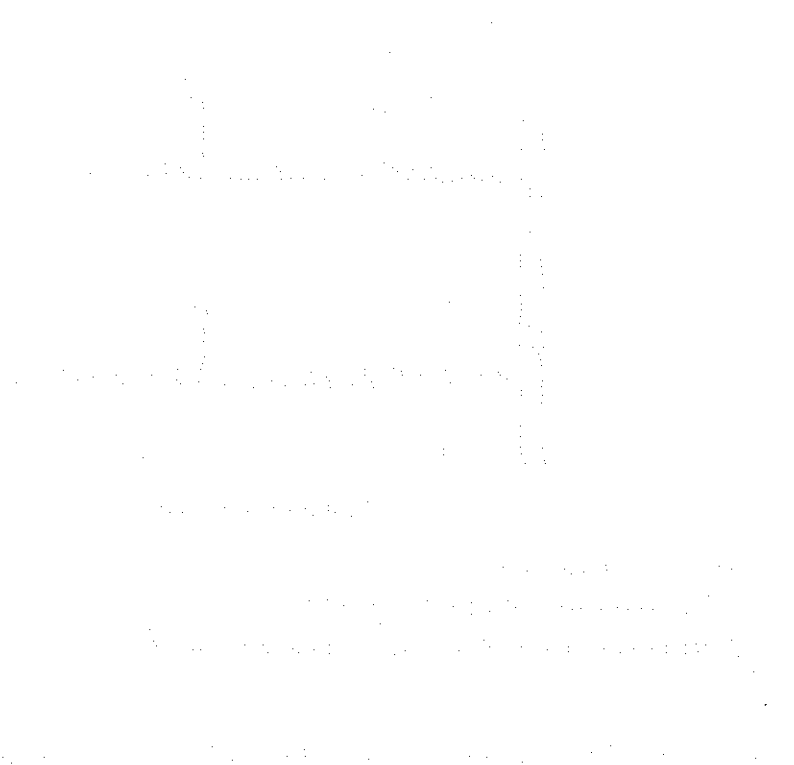
Plancher (3) : paroi horizontale séparative dans une même habitation (maison individuelle) d'un local (2) et d'un vide sanitaire (1a) et d'une cave (1b).

**Plancher-terrasse**

Plancher : paroi séparative :

- (3a) entre deux locaux d'habitation (1) et (2) ;
- (3b) entre un local sous toiture-terrasse (2) et l'extérieur (4).

Cette paroi horizontale, lorsqu'elle est intérieure à la construction, est utilisable avec ou sans aménagements pour les activités humaines (habitations, bureaux, etc.).



## 4/1.2

# Définitions – Terminologie

### A. Plancher

Définition générale :

Paroi horizontale constituant le sol ou la surface d'utilisation d'un niveau :

- rez-de-chaussée sur vide sanitaire ou sur sous-sol ;
- étage courant, séparation de deux volumes d'activités ou de propriétés différentes ;
- niveau supérieur : toiture-terrasse (accessible ou non accessible, sauf pour les opérations d'entretien).

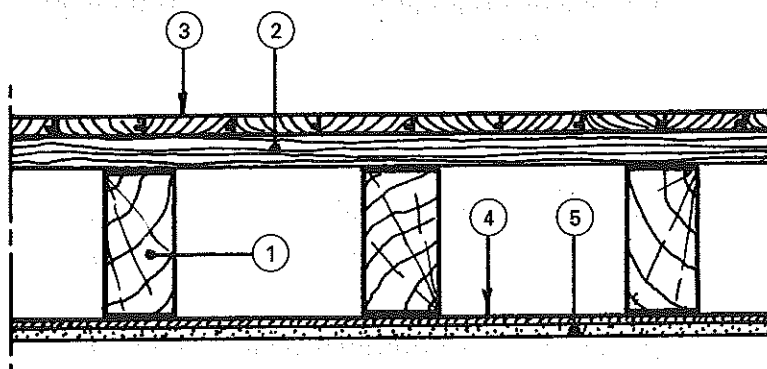
### B. Terminologie des éléments constitutifs

La définition des éléments constitutifs d'un plancher est liée à l'évolution des techniques.

#### 1. Planchers en bois (appelés aussi planchers-bois)

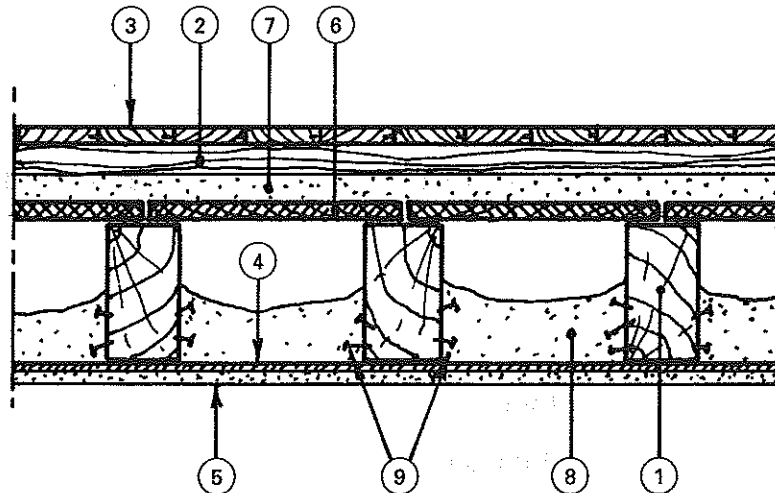
Ils comprennent essentiellement :

- une *ossature en solives* reposant sur des murs ou des poutres de forte section, et disposées parallèlement, dans le sens de la portée entre appuis, celle-ci pouvant être de longueur variable ;



**Plancher-bois**  
**Éléments constitutifs**

- ① Solives porteuses
- ② Lambourdes
- ③ Parquet
- ④ Lattis ou bacula
- ⑤ Enduit plâtre



**Plancher-bois (variante)**  
**Éléments constitutifs**

- |                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| ① Solives porteuses | ⑥ Bardeaux jointifs terre cuite |
| ② Lambourdes        | ⑦ Aire en plâtre avec augets    |
| ③ Parquet           | ⑧ Augets plâtre entre solives   |
| ④ Lattis ou bacula  | ⑨ Clous à bateaux               |
| ⑤ Enduit plâtre     |                                 |

– un *remplissage* entre solives constitué au minimum :

- d'un parquet sur lambourdes ;
- de panneaux dérivés du bois (panneaux de contre-plaqué ou de particules) constituant l'aire de circulation ou de séjour.

Si les solives ne doivent pas rester apparentes, la sous-face du plancher est constituée d'un lattis avec enduit plâtre.

L'espace entre solives peut être rempli par des augets en plâtre.

Les dispositions particulières et la terminologie correspondante des planchers-bois est donnée en partie 4/5.

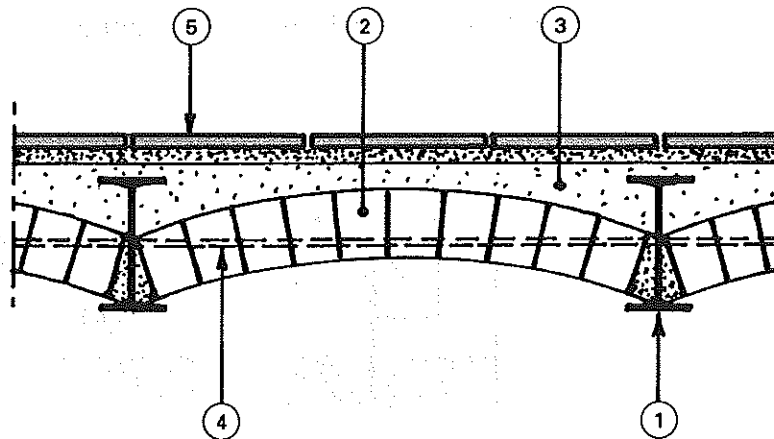
## 2. Planchers à poutrelles métalliques (appelés improprement planchers-fer)

La technique est similaire à celle des planchers-bois :

- l'ossature est constituée de *profilés* ou laminés « marchands » type I en acier (profil IPN et dérivés IPE...).

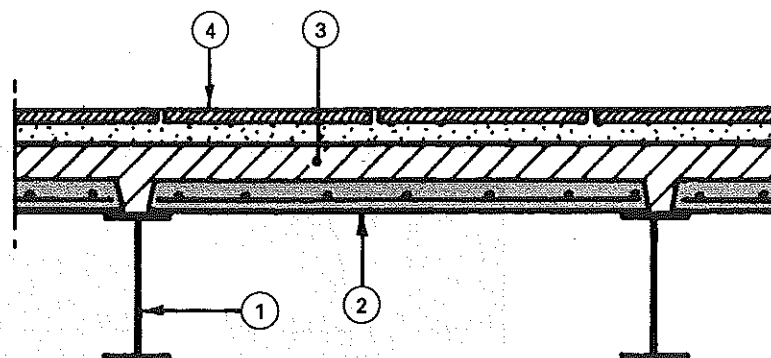
A l'origine, les poutrelles étaient en fer. Actuellement, elles sont en acier.

- le *remplissage* entre poutrelles disposées parallèlement peut être constitué :
  - de voutains en briques :

**Plancher-fer à voutains briques**

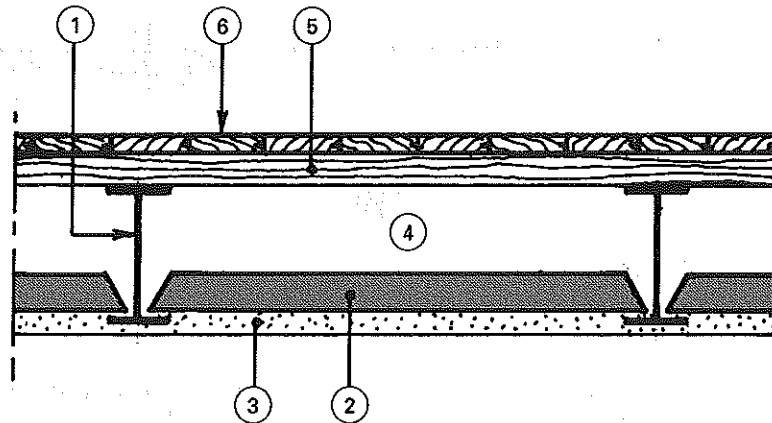
- ① Poutrelle IPN
- ② Voutain briques pleines posées « à chant »
- ③ Remplissage béton maigre
- ④ Chaînage
- ⑤ Revêtement de sol

- de prédalles (ou prédalettes) en béton armé, complétées par une dalle continue coulée sur place :

**Plancher-fer avec prédalles BA**

- ① Poutrelle IPN
- ② Prédaltes BA (préfabriquées)
- ③ Dalle continue coulée sur place
- ④ Revêtement de sol

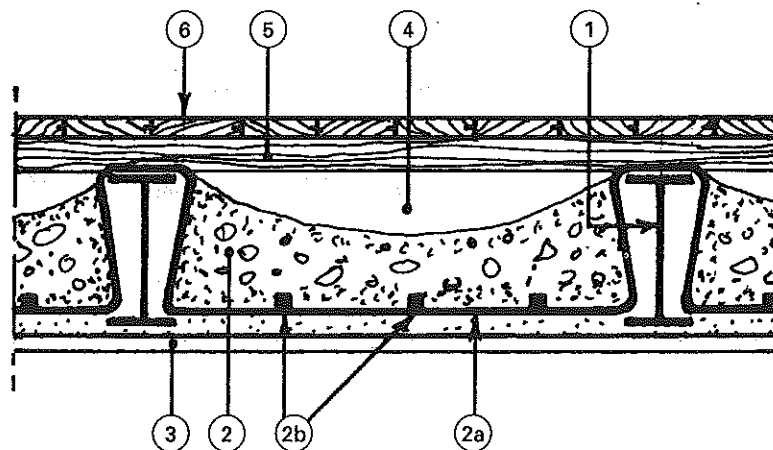
- de hourdis ou de bardeaux en terre cuite :



**Plancher-fer avec hourdis terre cuite biseauté (bardeau)**

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| ① Poutrelle IPN         | ④ Espace libre rempli ou non |
| ② Bardeau terre cuite   | ⑤ Lambourde                  |
| ③ Enduit plâtre plafond | ⑥ Parquet                    |

- d'entretoises et de fers carrés supportant des augets en plâtre ou plâtras, avec enduit plâtre en sous-face (ancienne technique) :



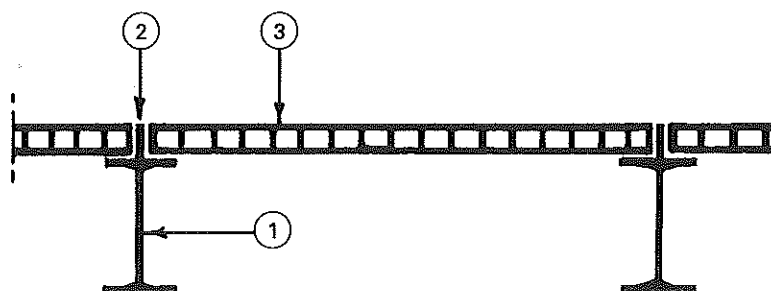
**Plancher-fer avec auget armé plâtre ou plâtras**

- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| ① Poutrelle IPN           | ③ Enduit plâtre plafond      |
| ② Auget plâtre et plâtras | ④ Espace libre rempli ou non |
| ②a Entretoise fer carré   | ⑤ Lambourde                  |
| ②b Fers carrés            | ⑥ Parquet                    |

Les dispositions particulières et la terminologie correspondant à ce type de plancher sont données en partie 4/6.



Pour les planchers industriels, le remplissage peut être remplacé par un platelage métallique en tôle ou en caillebotis.



**Plancher industriel avec tôles striées ou caillebotis**

- ① Poutrelle IPN
- ② Plat soudé, guide
- ③ Panneaux caillebotis métalliques

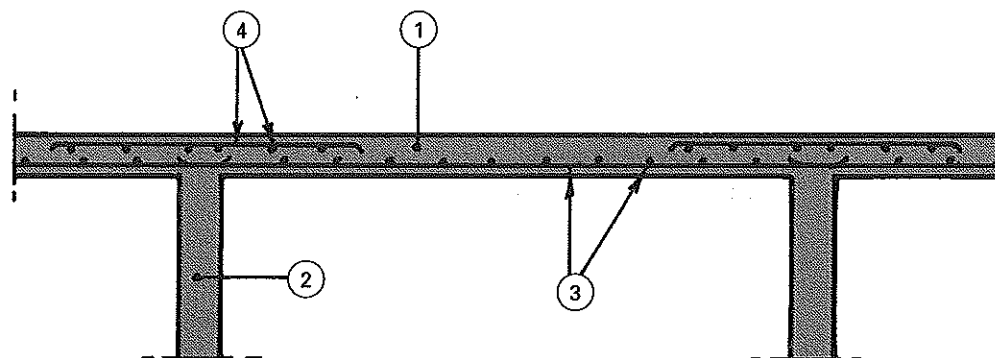
Les tôles à profil spécial peuvent aussi servir de coffrage perdu à une dalle en béton coulée sur place et participant à la résistance du plancher (dalle collaborante).

Ce système se retrouve dans les planchers mixtes métalliques-béton (cf. partie 4/7).

### 3. Plancher en béton armé

Chronologiquement, on trouve :

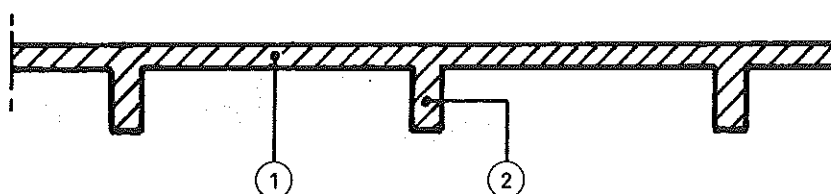
- les planchers à dalle pleine épaisse coulée en place sur coffrage ou sur prédalle, reposant sur des murs ou des poutres principales (ossature) :



**Plancher BA à dalle pleine épaisse continue sur appuis**

- ① Dalle pleine épaisse coulée sur coffrage
- ② Voile béton banché ou mur maçonnerie d'éléments
- ③ Armature principale inférieure
- ④ Armature de continuité supérieure (chapeaux)

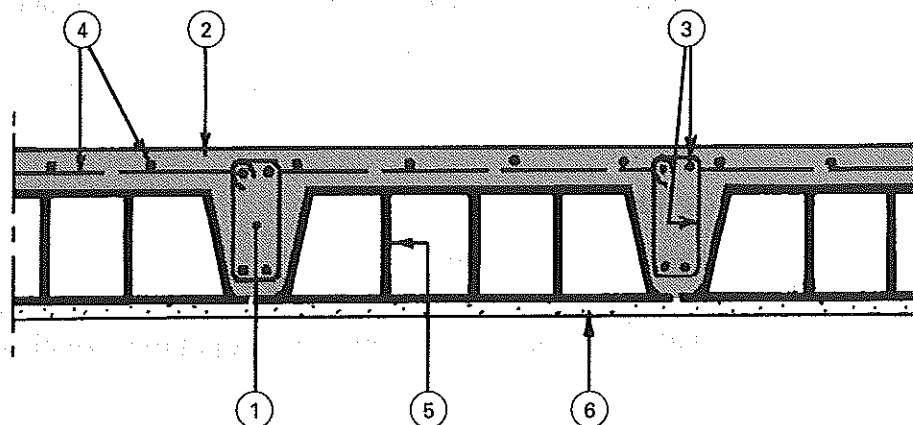
– les planchers à dalle mince nervurée, les nervures constituant des poutres secondaires reposant sur des poutres principales d'ossature :



**Plancher BA à dalle mince nervurée coulée sur coffrage**

- ① Dalle mince ou hourdis BA
- ② Nervure

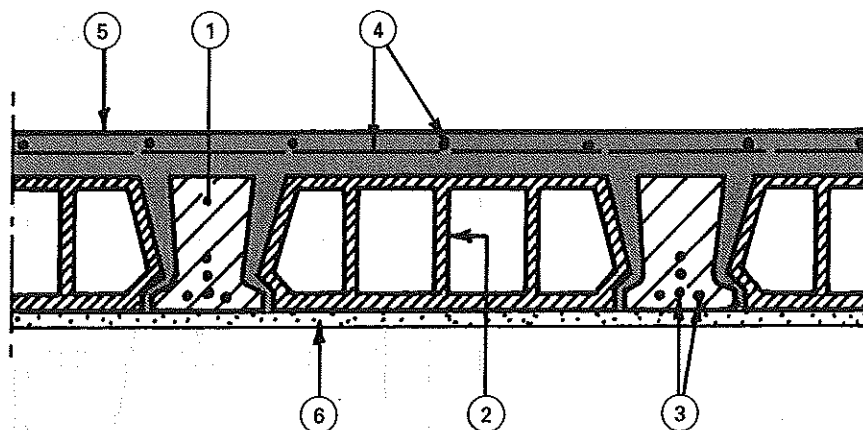
– les planchers à hourdis de terre cuite ou béton, coulés en place, les hourdis ou entrevous constituant des « coffrages perdus » allégeant l'ensemble, les nervures porteuses correspondant aux espaces compris entre hourdis :



**Plancher BA à hourdis ou entrevous, coulé en place**

- ① Nervure porteuse
- ② Dalle de compression
- ③ Armature nervure
- ④ Armature dalle compression
- ⑤ Hourdis ou entrevous terre cuite ou béton de granulats courants
- ⑥ Enduit plafond

– les planchers préfabriqués qui comportent différents types selon le type d'éléments porteurs (béton armé ou béton précontraint) et des éléments intercalaires (cf. partie 4/4) :



**Plancher préfabriqué à poutrelles en béton précontraint  
par fils adhérents**

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| ① Poutrelle préfabriquée BP                           | ④ Armature dalle               |
| ② Hourdis intercalaire en béton de granulats courants | ⑤ Dalle béton coulée sur place |
| ③ Fils de précontrainte                               | ⑥ Enduit plafond               |

Les études particulières figurant dans les chapitres suivants traitent des particularités de chaque famille de planchers avec leurs avantages et leurs inconvénients.

## C. Terminologie particulière

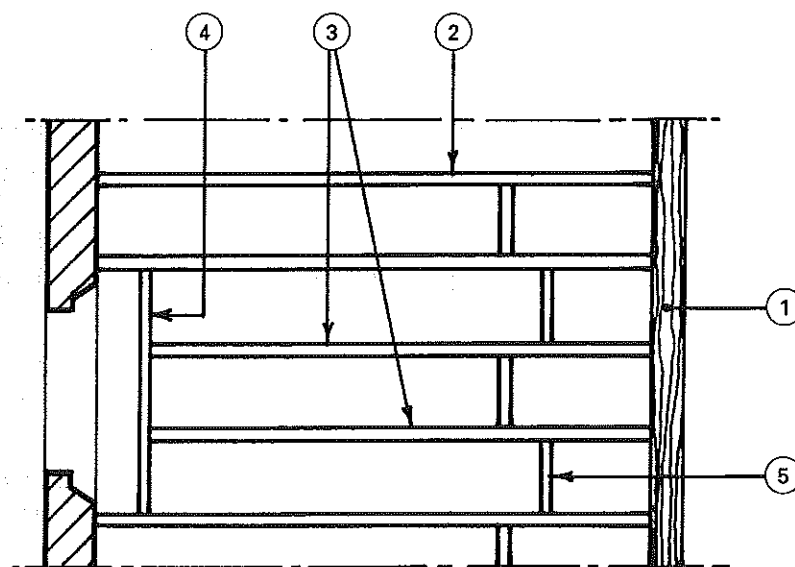
### 1. Solive

Longue pièce de bois équarri ou profilé métallique dont les extrémités prennent appui sur des murs porteurs ou sur une poutre pour réaliser l'ossature rigide d'un plancher.

Les solives portent les entrevous pour constituer l'aire de pose des revêtements de sols.

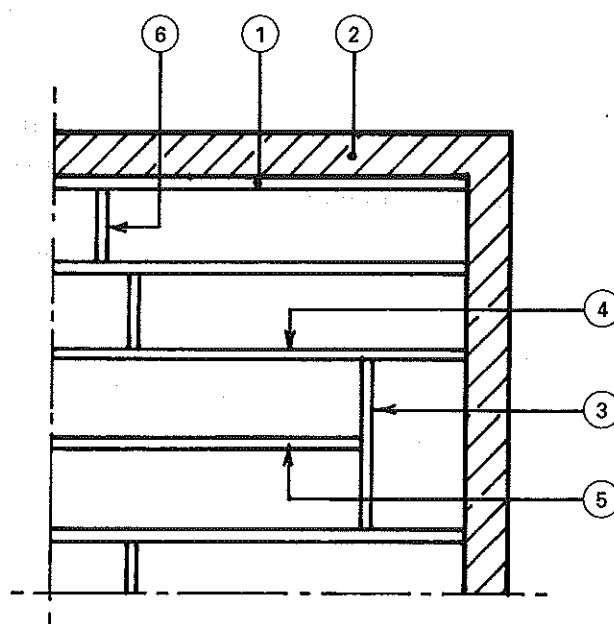
On distingue :

a) *La solive bâtarde ou boiteuse* dont une extrémité porte sur un mur et l'autre est assemblée à une pièce de chevêtre.

**Solive bâtarde ou boîteuse**

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| ① Poutre principale          | ④ Linçoir (devant une fenêtre) |
| ② Solive courante            | ⑤ Etrésillon                   |
| ③ Solive bâtarde ou boîteuse |                                |

*b) La solive d'enchevêtrure ou solive porteuse est celle qui soutient un chevêtre.*

**Chevêtre solive d'enchevêtrure**

- |                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| ① Solive de rive                     | ④ Solive d'enchevêtrure |
| ② Mur                                | ⑤ Solive bâtarde        |
| ③ Chevêtre (au droit trémie conduit) | ⑥ Etrésillon            |

c) *La solive de remplissage ou soliveau* est une solive complémentaire assemblée dans un chevêtre.

d) *La solive de rive* est celle qui est scellée le long d'un mur. La solive de brin (terme ancien) était faite d'un tronc mince non refendu, à peine équarri, par distinction de la solive de sciage.

e) *Soliveau* : petite solive de remplissage d'espaces vides d'un plancher.

f) *Solivette* : petite solive (faible portée).

g) *Linçoir* : pièce analogue à un chevêtre mais placée plus près d'un mur.

h) *Etrésillon* : pièce de bois entre deux solives pour maintenir leur écartement.

## 2. Poutre

Longue pièce de bois, de métal ou de béton armé (ou précontraint) de forte section qui reporte les charges qui lui sont transmises vers des appuis. Ces appuis peuvent être simples ou continus.

Sous un plancher, les poutres reprennent les solives ou les poutrelles qu'elles soutiennent.

Dans une charpente, les poutres désignent souvent les arbalétriers qui reçoivent eux-mêmes les pannes de toiture.

## 3. Poutrelle

D'une façon générale, élément porteur longiforme ou poutre de faible section.

Pour les planchers en béton, les poutrelles jouent le même rôle porteur que celui des solives des planchers en bois.

Les types de poutrelles sont :

- pour les planchers métalliques, les profils normalisés à âme centrale et à ailes plus ou moins larges et épaisses (IPE - IPN - UPN, etc.) ;
- pour les planchers en béton armé ou béton précontraint, les éléments associés ou non à des composants céramiques.

## 4. Auget

Terme applicable aux planchers en bois ou aux planchers-fer.

Garnissage en plâtre coulé entre les bases des solives.

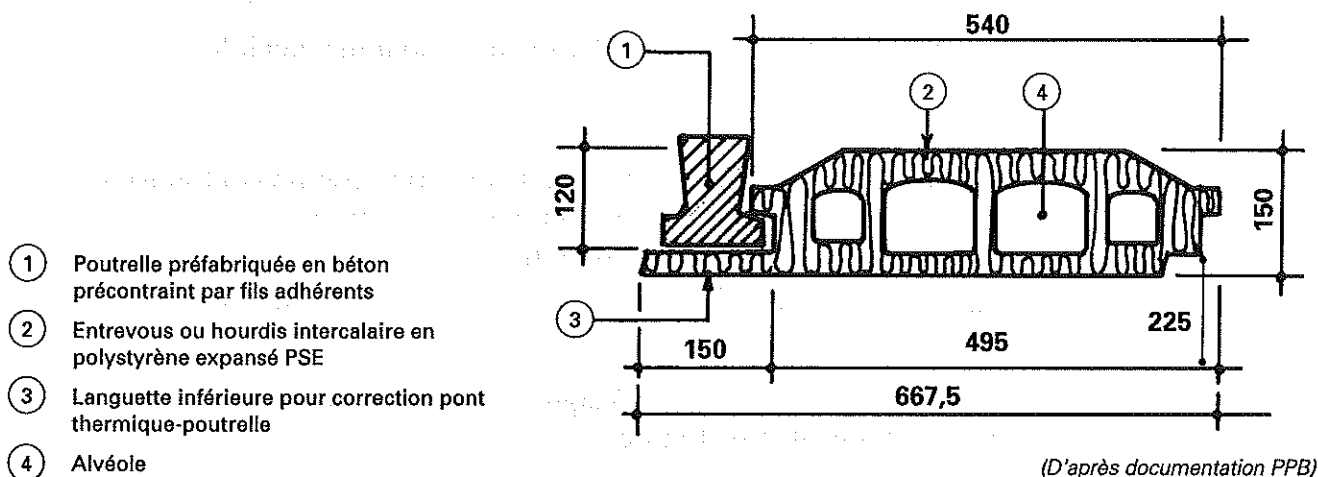
On distingue les augets simples et les augets armés.

## 5. Entrevous – Hourdis

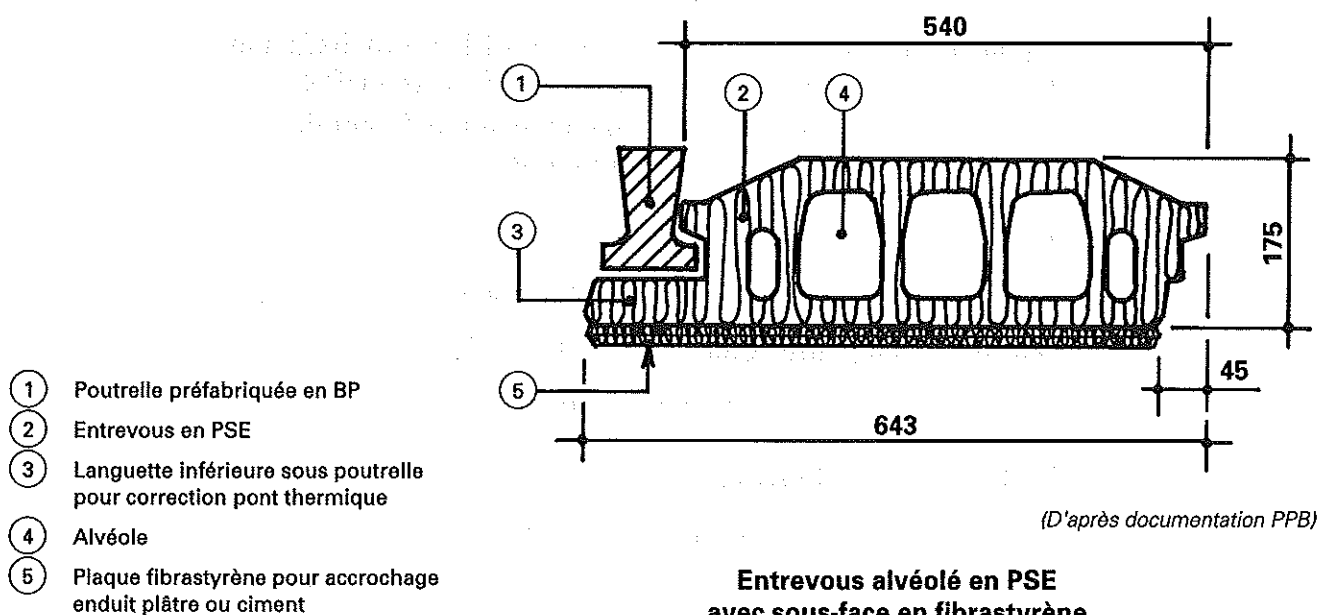
C'est un espace compris entre deux solives ou poutrelles d'un plancher.

Par extension : matériau avec lequel on obture cet espace.

- Pour les *planchers-bois* traditionnels, les entrevous sont constitués de panneaux de chêne assemblés à feuillure au droit des solives de bois restant apparentes.
- Pour les *planchers-béton* : éléments ou hourdis manufacturés :
  - en terre cuite ou produit céramique ;
  - en béton creux (ou pleins) de granulats courants ou légers ;
  - en matériaux isolants (polystyrène expansé, paille comprimée...).



Entrevous alvéolé en PSE

Entrevous alvéolé en PSE  
avec sous-face en fibrastyrène

Ces éléments constituent un coffrage perdu du plancher permettant de couler la dalle de compression du plancher, associée aux poutrelles préfabriquées ou aux nervures entre hourdis, coulées en place.

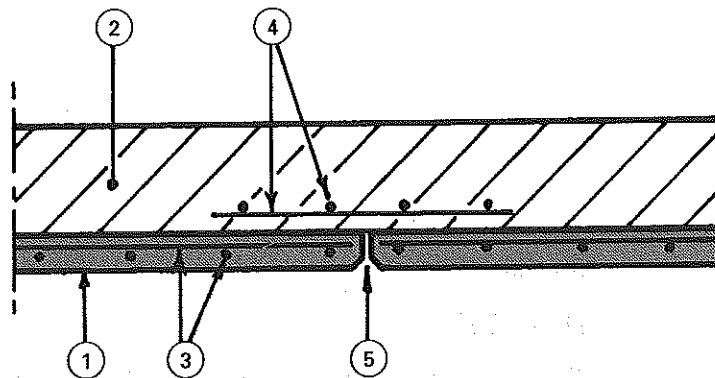
## 6. Voutains

Hourdage de briques sur chant formant une portion de voûte cylindrique entre les poutres métalliques d'un plancher (technique ancienne).

Ce remplissage entre éléments porteurs nécessite un garnissage pour la réalisation de l'aire plane horizontale destinée à recevoir les revêtements de sols et les charges d'exploitation.

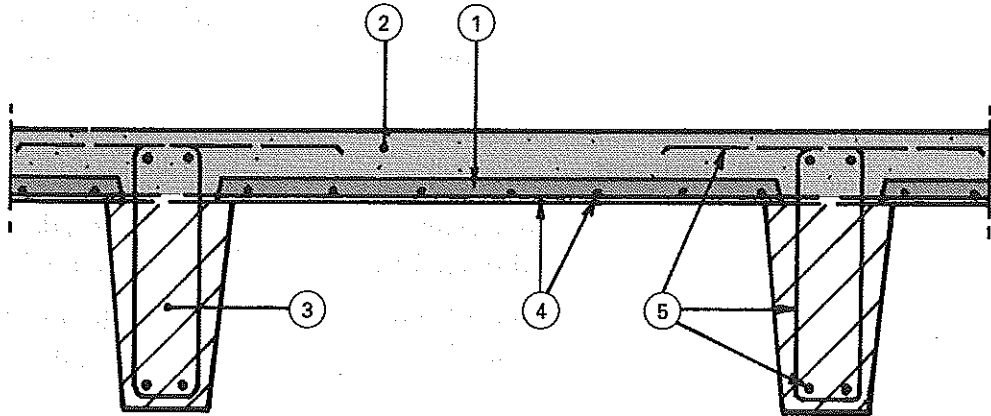
## 7. Prédalle – prédallette

Dalle mince préfabriquée en béton armé à chapeaux raidisseurs éventuels, ou béton précontraint, servant à la fois de table de coffrage incorporé et d'armature d'un plancher de béton armé. La prédallette est une prédalle de petites dimensions pour mise en place sur des poutrelles préfabriquées ou des poutrelles métalliques avec connecteurs.



**Prédalle – Principe**  
(coupe dans le sens perpendiculaire à la portée)

- ① Prédalle
- ② Dalle coulée en place
- ③ Armatures prédalle
- ④ Armatures de liaison des prédalles
- ⑤ Joint apparent ou à traiter en sous-face



Plancher nervuré avec prédallettes

- ① Prédallette BA ou BP
- ② Dalle béton coulée sur place
- ③ Nervure ou poutrelle préfabriquée (BA ou BP)
- ④ Armatures prédallettes
- ⑤ Armatures poutrelles préfabriquées

## 8. Dalle

Surface d'allure horizontale en béton armé, plancher, toiture-terrasse, reposant sur des appuis (poteaux, poutres, murs ou voiles, chaînages...).

On distingue :

### a) La dalle pleine

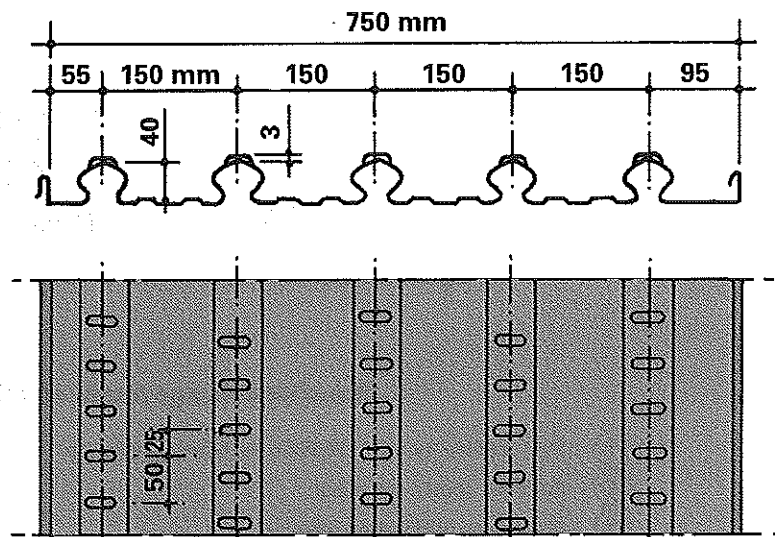
Plancher autoportant en béton armé, d'épaisseur généralement constante, coulé sur tables coffrantes sans poutrelles ou nervures raidisseuses.

Les appuis du contour extérieur sont continus (murs, poutres) ou discontinus (bords libres).

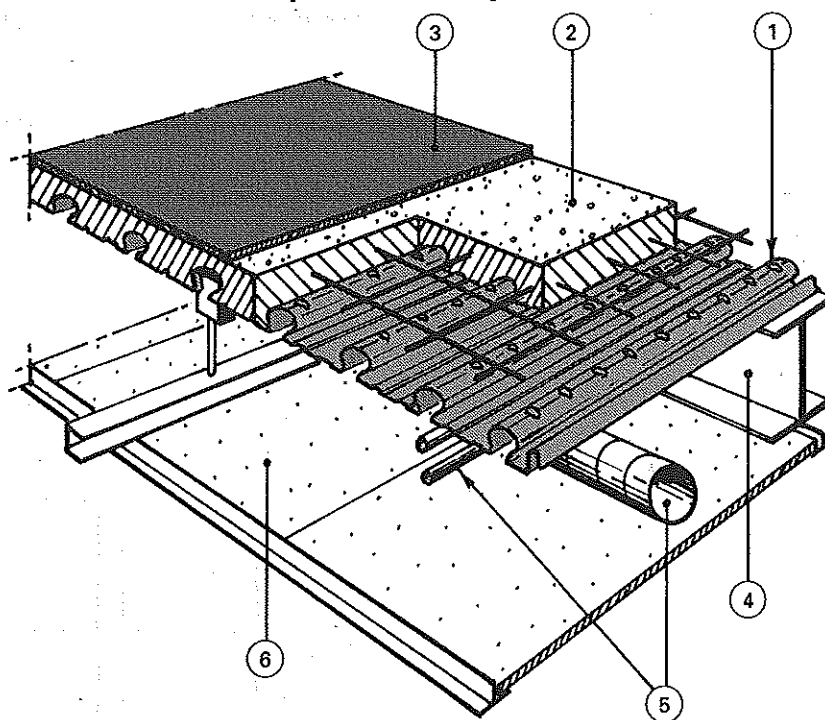
### b) La dalle collaborante ou plancher collaborant

Ensemble constitué par une dalle de béton et des poutrelles, solives ou nervures préexistantes avec lesquelles elle est solidarisée par différents procédés (cf. partie 4/2). La dalle collaborante se distingue de la dalle coulée sur coffrage perdu.





Coupe transversale profil tôle

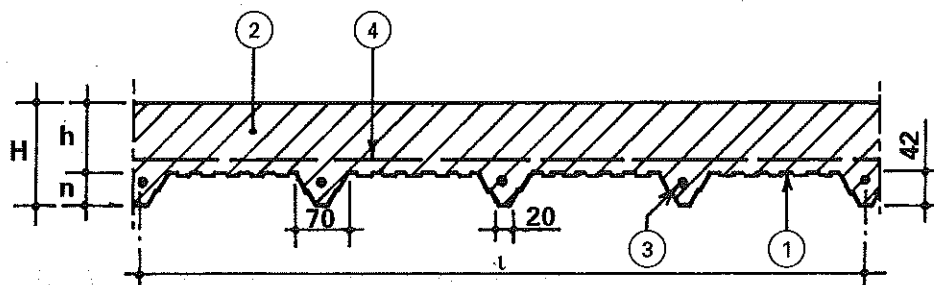


(D'après documentation PAB)

Perspective réalisation plancher

**PLANCHER A COFFRAGE COLLABORANT**

- ① Tôle nervurée (COFRASTA 40)
- ② Dalle BA coulée en place
- ③ Revêtement de sol
- ④ Structure porteuse
- ⑤ Canalisations dans l'espace faux-plafond
- ⑥ Faux-plafond accroché aux nervures



(D'après documentation PAB)

**Plancher coffrage perdu en tôle d'acier nervurée**

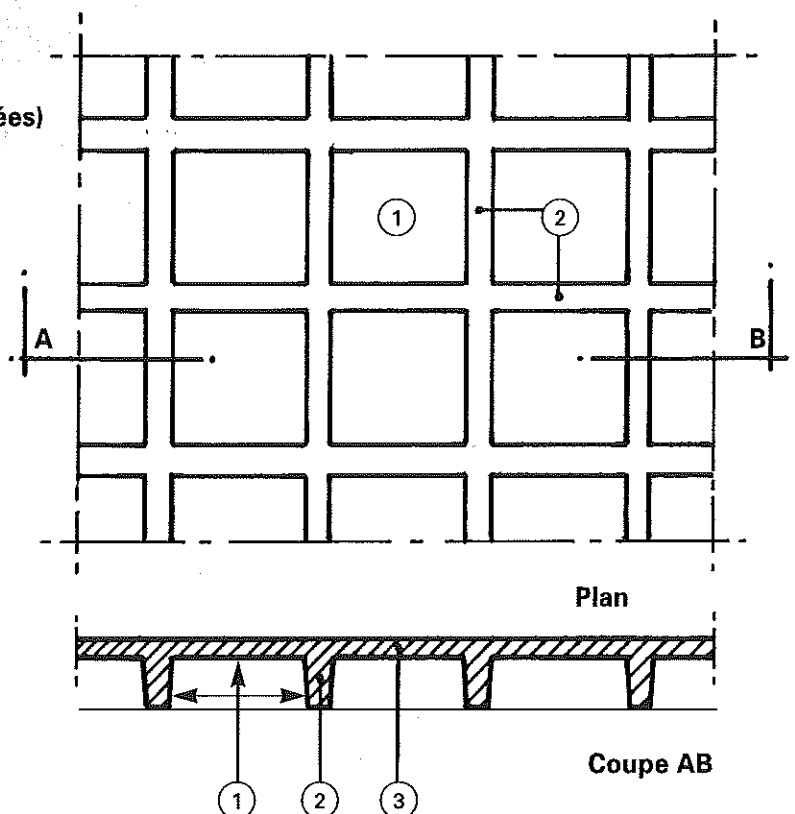
- |       |   |       |                                  |
|-------|---|-------|----------------------------------|
| ①     | Tôle profilée (type TOITESCO) sous-face prélaquée | $h$ = | Épaisseur dalle coulée sur place |
| ②     | Dalle BA coulée sur place                         | $n$ = | Hauteur nervure tôle             |
| ③     | Armatures principales plancher                    | $t$ = | Largeur de la tôle               |
| ④     | Armatures secondaires (répartition)               | $a$ = | Largeur de nervure (vallée)      |
| $H$ = | Hauteur totale plancher (nervures porteuses)      | $b$ = | Largeur de nervure minimale      |

c) La dalle de compression ou dalle de répartition d'épaisseur minimale 0,04 m, armée généralement par un treillis soudé, rapportée sur des éléments constituant l'ossature fermée ou les nervures d'un plancher :

- plancher à prédalles ;
- plancher à caissons ;
- bacs acier autoporteurs.

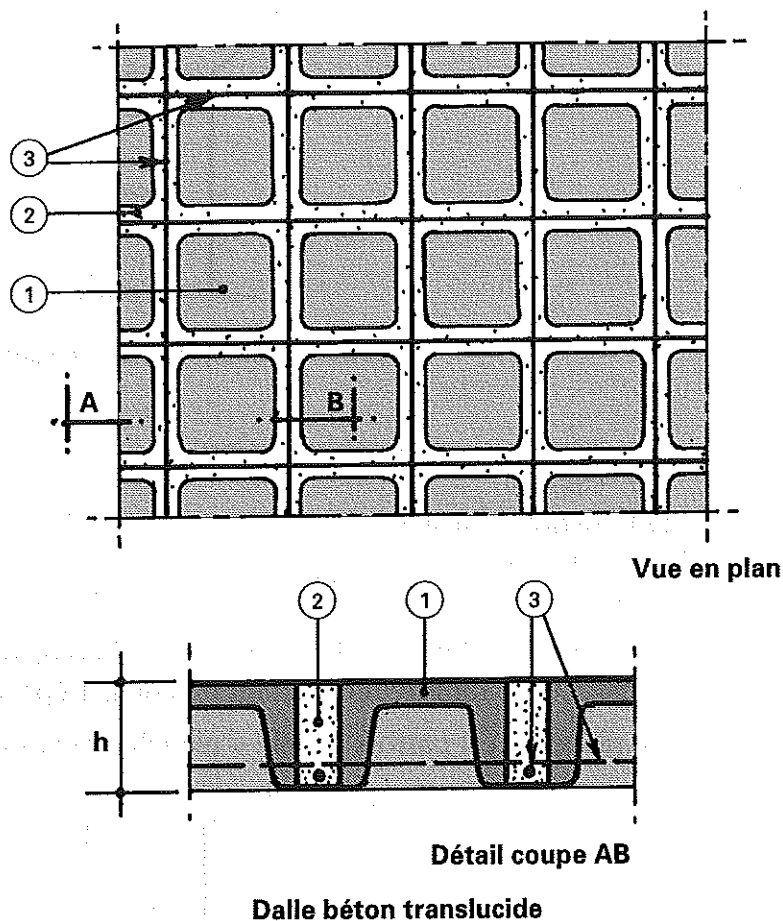
**Plancher à caisson (ou à nervures croisées)**

- |   |   |
|---|---|
| ① | Défoncé ou « caisson »  |
| ② | Nervures porteuses  |
| ③ | Dalle de compression coulée sur coffrage récupérable (ou perdu) |



*d) La dalle de béton armé translucide*

Dalle de béton dans laquelle sont insérées des rangées de pavés de verre pour assurer un éclairage relatif des locaux sous-jacents. Les armatures sont placées en quadrillage entre les pavés.

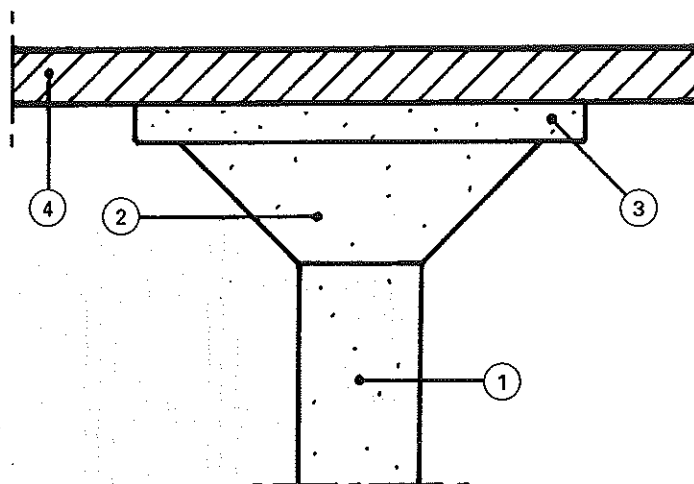


- ① Pavé de verre ( $h = 0,06$  à  $0,08$  m)  
Forme carrée ou circulaire
- ② Nervures croisées coulées sur place
- ③ Armatures des nervures

*e) Le plancher dalle ou plancher champignon* comporte deux types :

– *le plancher champignon classique*. Technique d'origine abandonnée actuellement, réservée aux planchers industriels à forte ou très forte charge d'exploitation qui se présente sous forme :

- d'une dalle pleine épaisse reposant sur des poteaux disposés en mailles carrées ;
- de renforcements d'appuis en forme de champignons (tronc de pyramide inversé) ;

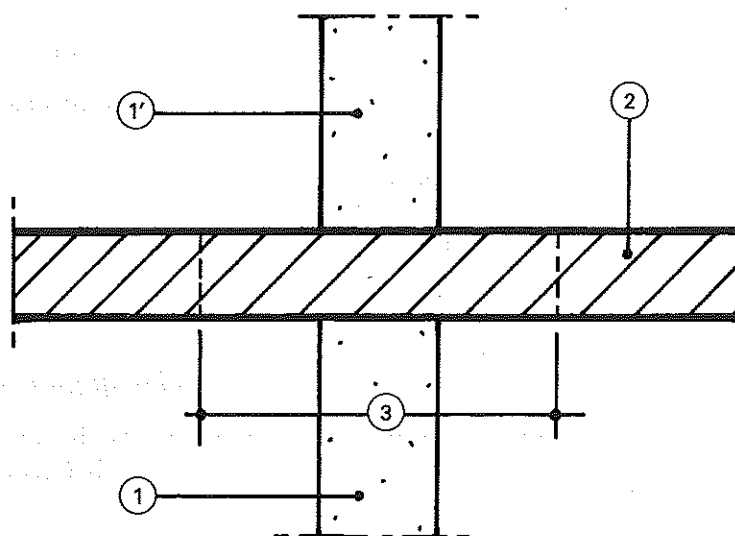


Plancher champignon (avec chapiteau)

- ① Poteau (carré, rectangulaire ou circulaire)
- ② Chapiteau
- ③ Surépaisseur de dalle
- ④ Dalle épaisse

– *le plancher dalle*, évolution moderne du type précédent, sans champignons apparents, le renforcement étant pris dans l'épaisseur de la dalle.

Ce plancher est parfois appelé « plancher champignon, sans champignons ».



Plancher dalle (à dalle épaisse sans champignon)

- ① ①' Poteau
- ② Dalle épaisse
- ③ Bande (fictive) porteuse

## D. Autres techniques

Les définitions précédentes correspondent à la réalisation de structures horizontales porteuses destinées à recevoir des charges d'exploitation ou à constituer des aires de séjour (bureaux ou autres) ou d'activités (habitations).

D'autres techniques permettent de réaliser des aires horizontales.

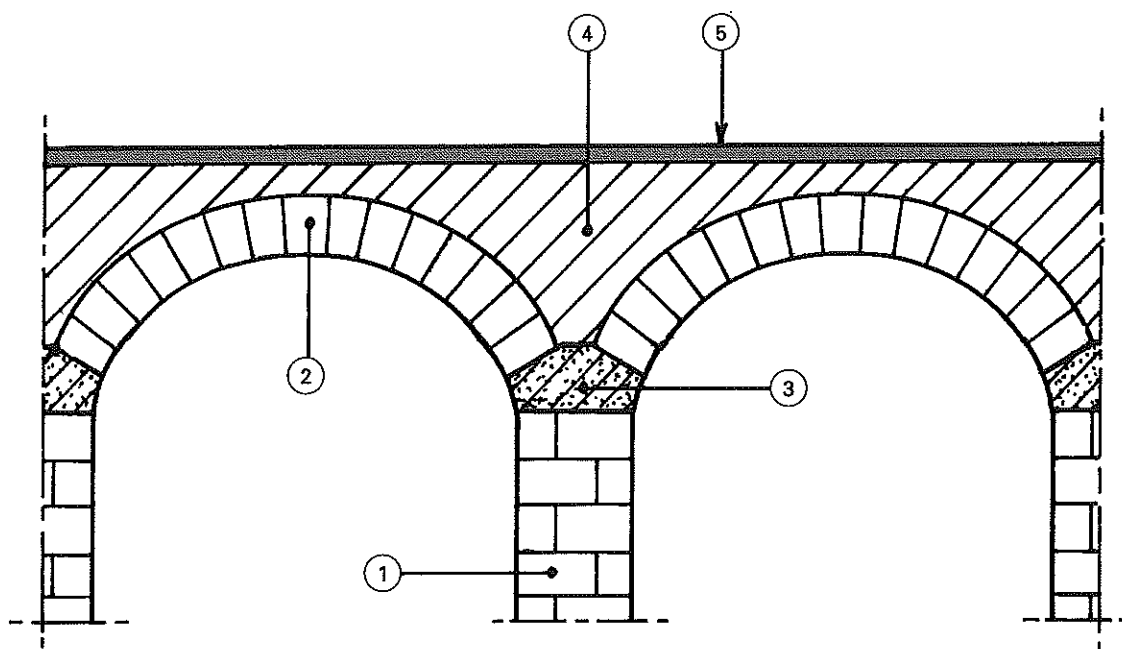
### 1. Dallages sur terre-plein

Les ouvrages traités en partie 1/7 sont rattachés aux fondations superficielles. L'élément porteur (continu) est le terrain sous-jacent.

### 2. Voûtes en maçonnerie d'éléments en béton non armé ou en béton armé

Cette technique surtout utilisée dans la construction des ouvrages d'art nécessite de constituer au-dessus des voûtes :

- des remblais ou recharges pour réaliser une aire horizontale ;
- des murs latéraux (tympons) pour retenir ces remblais.



**Voûtes en maçonnerie réalisant une aire horizontale**

- ① Mur continu ou poteaux dans le cas de voûtes perpendiculaires
- ② Voûte maçonnerie (briques, moellons ou béton)
- ③ Sommier d'appui des voûtes (béton)
- ④ Remplissage (sable, maçonnerie, divers)
- ⑤ Revêtements de sol, aire horizontale

Les dalles-planchers sont des structures horizontales qui supportent les charges et les actions. Elles sont généralement constituées de béton armé ou de béton précontraint. Les dalles-planchers sont classées en fonction de leur forme et de leur mode de support. Les dalles-planchers peuvent être simples ou continues, rectangulaires ou circulaires, etc.

Les dalles-planchers sont des structures horizontales qui supportent les charges et les actions. Elles sont généralement constituées de béton armé ou de béton précontraint. Les dalles-planchers sont classées en fonction de leur forme et de leur mode de support. Les dalles-planchers peuvent être simples ou continues, rectangulaires ou circulaires, etc.



## 4/1.3

# Exigences générales

---

Les exigences mentionnées ci-après concernent les planchers ou les éléments de structure horizontaux, considérées de manière générale. D'autres exigences de type particulier peuvent intervenir notamment en fonction de la destination ou de l'utilisation des locaux.

Les exigences correspondent aux fonctions pour lesquelles l'ouvrage est conçu.

### A. Report des charges verticales – Stabilité – Résistance, déformations

#### 1. Fonction principale

L'ensemble des éléments constitutifs d'un plancher a pour fonction de transmettre les réactions d'appuis résultant de l'application des charges verticales aux ouvrages constituant les appuis (murs ou voiles en tant qu'ouvrages continus, poutres de structure et poteaux dans le cas d'ossature).

#### 2. Définition des charges verticales

L'ensemble des charges verticales comprend :

*a) Le poids propre du plancher et les charges permanentes associées (revêtements de sols, cloisons...)*

Cf. partie 13/2, tableau T2<sub>1</sub>.

*b) Les charges d'exploitation ou de service, appelées improprement « surcharges »*

Ces charges sont définies dans la norme P 06-001 et figurent en partie 13/2, tableau T2<sub>1</sub>.

Elles varient avec la nature du local et l'exploitation de celui-ci. Les charges mentionnées correspondent à des charges uniformément réparties. Des coefficients correctifs tiennent compte :

- des surfaces d'application (grandes ou petites) du fait :
- que les grandes surfaces sont rarement totalement occupées (allées de circulation) ;
- que les petites surfaces sont souvent fortement occupées ;

- de la simultanéité d'application des charges d'exploitation, notamment dans les immeubles d'habitation.

En fait, des dispositions correctives affectent principalement les éléments porteurs (murs, voiles, poteaux d'ossature) et les fondations avec le cumul des charges (descente des charges). Les planchers doivent, en revanche, être calculés dans les conditions les plus défavorables de chargement notamment pour les planchers à forte surcharge tels que les planchers industriels à travées continues, certaines de ces travées pouvant être chargées ou déchargées.

#### *c) Les charges climatiques*

Ces charges n'interviennent que sur les ouvrages de toiture et plus particulièrement les toitures plates (pentes < 5 %) où l'accumulation de la neige peut entraîner des sollicitations importantes.

La définition de ces charges est faite à partir des règles NV 65 et des règles N 84 (02/1986).

Ces charges sont définies en valeurs « normales » et en valeurs « extrêmes ».

#### *d) Effets dynamiques – vibrations*

Les effets dynamiques correspondant au déplacement des charges d'exploitation sont normalement pris en compte pour les charges courantes.

En revanche, pour des planchers industriels supportant des machines ou des engins lourds (chariots, etc.) susceptibles de mettre en vibration les éléments de planchers, la prise en compte des majorations pour « effet dynamique » doit faire l'objet d'études spécifiques.

Les phénomènes de fatigue, notamment dans les assemblages ou jonctions d'ouvrage, peuvent amener, à terme, des désordres et la rupture d'éléments.

### **3. Stabilité sous charges verticales**

Les éléments de planchers recevant les charges verticales définies ci-dessus résultant :

- de leur poids propre (charges permanentes),
- des charges d'exploitation appliquées,
- ou des charges climatiques,

doivent rester stables.

La stabilité est à examiner selon :

- *les critères de résistance mécanique* :

- flexion ;
- effort tranchant (cisaillement), les contraintes devant rester inférieures à des valeurs fixées par les règlements de calcul ;

- *les critères de déformations*. Celles-ci doivent rester inférieures à des valeurs compatibles avec les éléments fixes supportés tels que :

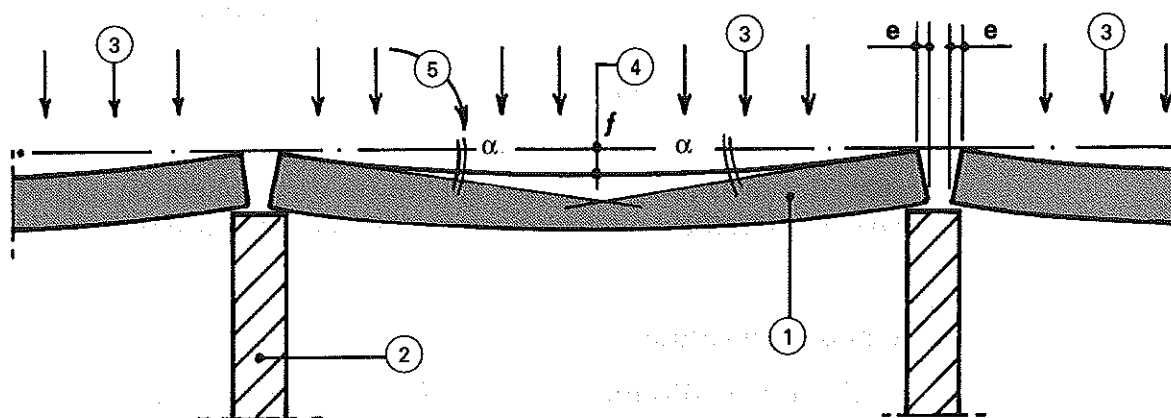


- les cloisons ;
- les revêtements de sols ;
- ou encore l'utilisation des locaux (flaches ou stagnations d'eau dans les locaux humides, par exemple).

Le critère de déformation s'exprime généralement par le rapport de la déformation (flèche) à la portée de l'élément fléchi.

Les deux critères doivent être considérés simultanément.

C'est le plus défavorable qui doit être retenu (généralement le critère de déformation pour les ouvrages en bois ou en métal).



**Déformation éléments fléchis sans application des charges**

- |   |                             |       |   |
|---|-----------------------------|-------|---|
| ① | Elément de plancher fléchi  | ④     | Déformation (flèche $f$ )                             |
| ② | Appui                       | ⑤     | Rotation d'appui (angle $\alpha$ )                    |
| ③ | Système de charges appliqué | $e =$ | Ouverture d'appui (fissures) résultant de la rotation |

D'autre part, les déformations se traduisent par :

- l'apparition d'une flèche en milieu de portée ;
- des rotations d'appui pouvant correspondre à l'ouverture de fissures en face supérieure du plancher.

Le bombement vers le bas dû à la flèche peut être gênant pour les planchers ne comportant pas de faux-plafond ou plafond suspendu en sous-face (mise en charge de cloisons situées sous dalle).

Les fissures résultant des rotations d'appui peuvent être préjudiciables :

- à la tenue d'un revêtement de sol dur liaisonné au plancher ;
- à l'étanchéité dans le cas de locaux humides.

### B. Constitution d'une surface horizontale utilisable

Cette surface doit présenter des tolérances de planéité et surtout d'horizontalité compatible avec :

- les revêtements de sols ;
- l'utilisation des locaux, notamment pour les locaux industriels (stockage de matériel ou de matériaux).

### **C. Ouvrage de clôture des locaux**

- Clôture basse par les sols ;
- Clôture haute par les plafonds.

L'espace délimité par les planchers ou volume utilisable peut être :

- redivisé par des planchers intermédiaires partiels (mezzanine, entresol ou demi-étage) ;
- clôturé directement par une toiture rampante (technique couverture).

### **D. Support d'installation**

Cette exigence s'applique principalement aux planchers industriels pouvant supporter des installations lourdes appliquées directement ou indirectement (massifs antivibratiles) ou encore suspendues en sous-face (gaines, canalisations, etc.).

### **E. Isolation acoustique**

Cette exigence est d'ordre réglementaire. Elle concerne les locaux habités superposés (appartements) au niveau :

- des parties privatives ;
- des parties communes (circulations, accès...) ;
- des locaux d'activités (commerces en rez-de-chaussée, artisanat...).

L'exigence doit être satisfaite :

- pour les bruits aériens (loi de masse, loi de fréquence) ;
- pour les bruits de chocs et vibrations (conception des planchers, revêtements de sols spéciaux, dispositifs antivibratiles...). (Cf. partie 13/15.)

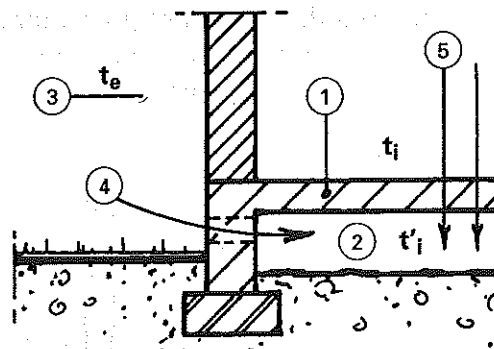
### **F. Isolation thermique**

Cette exigence est relative pour les bâtiments d'habitation et autres. Elle dépend de la position des locaux dans la construction et de l'occupation de ceux-ci.

Les planchers intermédiaires d'étage ne nécessitent généralement pas d'isolation thermique intégrée aux planchers.

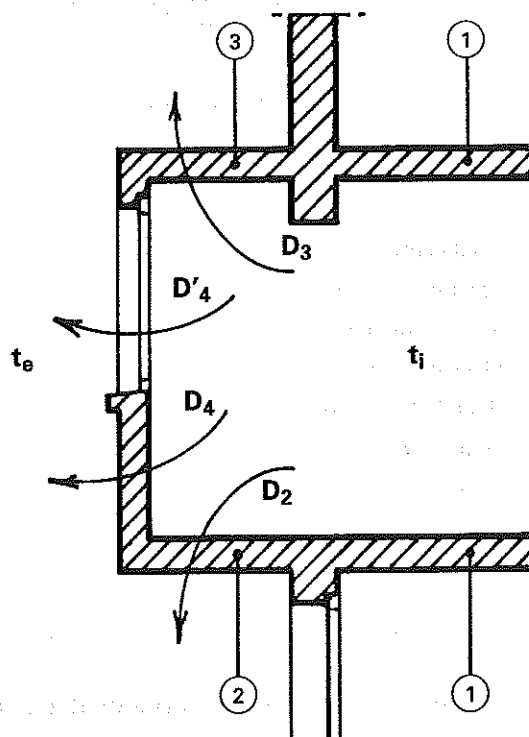
Les cas limites sont :

- les *planchers bas* sur vides sanitaires ou caves (déperditions thermiques vers le bas) ;

**Plancher bas sur vide sanitaire ventilé**

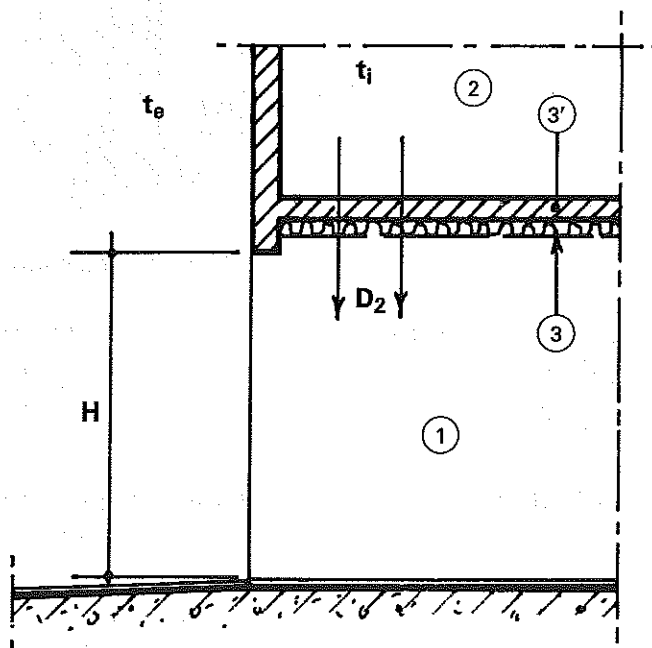
- |  |  |
|--|--|
| ① Plancher bas (non isolé)                         | ④ Ventilation vide sanitaire par air extérieur ( $t_e$ ) |
| ② Vide sanitaire (température $t'_i \approx t_e$ ) | ⑤ Déperditions vers le bas                               |
| ③ Ambiance extérieure (température $t_e$ )         | $t_i$ = Température intérieure $> t_e$ et $t'_i$         |

– le dernier *plancher haut* sous terrasse pour lequel l'isolation thermique constitue un composant au même titre que le revêtement d'étanchéité :

**Plancher saillant sur façade (Bow-window)  
Déperditions**

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| ① Plancher courant non isolé          | $t_i$ = Température Intérieure                  |
| ② Plancher bas en saillie non isolé   | $D_2$ = Déperditions thermiques vers le bas     |
| ③ Plancher haut en saillie (terrasse) | $D_3$ = Déperditions thermiques vers le haut    |
| $t_e$ = Température extérieure        | $D_4$ $D'_4$ = Déperditions par paroi verticale |

Un cas intermédiaire peut se présenter avec plancher intermédiaire situé (partiellement) en contact avec l'ambiance extérieure (porche, passage pompiers, façade en encorbellement).



Plancher sur porche (passage pompiers)

- (1) Porche, passage
  - (2) Appartement étage
  - (3) Isolation thermique en sous-face
  - (3') Plancher isolé
  - H = Gabarit de passage
  - $t_e$  = Température extérieure
  - $t_i$  = Température intérieure
  - $D_2$  = Déperditions thermiques vers le bas
- $t_e < t_i$

## G. Sécurité incendie

La réglementation incendie concerne ces ouvrages.

Des dispositions sous forme de DTU, règles de calculs (méthode de prévision par le calcul du comportement au feu) existent (cf. partie 13/13.1.2) :

- règles de calcul FB (béton) : octobre 1987 ;
- règles de calcul FA (acier) : avril 1983 ;
- règles de calcul BF (bois) : janvier, février 1988 ;
- règles de calcul FPM : (poteaux mixtes acier + béton) : septembre 1988.

## 4/1.4

# Classification des planchers

---

### A. D'après la nature des éléments porteurs

#### 1. Planchers-bois ou planchers en bois

Le bois constitue le matériau des éléments porteurs sous forme de :

- poutres principales de structure ou éléments de charpente ;
- poutres secondaires ou solives posées sur murs ou sur poutres principales.

Il peut aussi intervenir en tant qu'élément de remplissage entre solives.

#### 2. Planchers-fer ou planchers à poutrelles métalliques

Initialement (historiquement), les éléments porteurs étaient en fer puis en acier (doux).

Ces éléments sont des laminés marchands (profilés IPN, IPE, ...) et ne constituent que les éléments porteurs.

Toutefois, on utilise des bacs autoportants en tôle mince profilée pour constituer les éléments collaborants de certains planchers avec dalle béton.

Les éléments de remplissage sont en matériaux divers.

Les planchers industriels peuvent utiliser des plaques planes striées ou des éléments de caillebotis métalliques.

#### 3. Planchers béton armé

On doit distinguer :

##### a) Les planchers coulés en place sur des coffrages récupérables

- Dalles pleines épaisses ;
- Dalles pleines (minces) nervurées ;
- Dalles (nervurées) coulées sur des hourdis constituant un « coffrage perdu ».

##### b) Les planchers préfabriqués

- Prédalles avec raidisseurs ;
- A poutrelles et hourdis (avec ou sans dalle de compression) ;
- A poutrelles ou éléments porteurs jointifs ;
- A poutrelles et prédalles préfabriquées (avec dalle de compression).

Différents types de poutrelles se présentent (cf. partie 4/4).

#### **4. Planchers en béton précontraint**

Ils constituent une évolution des précédents.

La précontrainte est réalisée par la technique des fils adhérents. Ces planchers sont constitués pour ce qui concerne les éléments porteurs préfabriqués par :

- des poutres principales ;
- des poutrelles ou hourdis évidés reposant sur les précédentes.

Les liaisons complémentaires peuvent être réalisées par un simple « cache-tage » entre poutrelles ou hourdis ou par coulage d'une dalle de compression complémentaire.

Le type le plus courant utilisé correspond à des poutrelles préfabriquées en béton précontraint et hourdis ou entrevous en béton de granulats courants, terre cuite ou matériaux isolants (PSE).

#### **B. D'après les conditions d'utilisation et la destination**

##### **1. Cas courant – Bâtiment d'habitation collectif**

La réglementation acoustique sous-entend l'application de la loi de masse.

Les planchers correspondants sont généralement constitués :

- de dalles pleines coulées en place sur coffrage ou sur prédalles préfabriquées (BA ou BP) ;
- de planchers à poutrelles préfabriquées (BA ou BP) avec hourdis pleins.

Les autres types de planchers ne peuvent généralement pas satisfaire cette exigence.

En construction ancienne, on trouve principalement les planchers à poutrelles métalliques (IPN) et hourdis, augets ou bardeaux de terre cuite. Pour les constructions plus anciennes, les éléments porteurs correspondent à des solives bois.

##### **2. Maisons individuelles**

- Le plancher bas sur vide sanitaire ou cave-garage peut être réalisé par des poutrelles préfabriquées (BA - BP) et les remplissages par des hourdis béton, terre cuite ou PSE ;
- Les planchers intermédiaires n'ayant pas à respecter l'exigence d'isolation acoustique peuvent être réalisés avec les trois techniques : solives bois ou poutrelles, acier ou plancher préfabriqué (BA ou BP) ;
- Le plancher support de couverture peut être réalisé en poutrelles préfabriquées (BA ou BP) et hourdis isolants (PSE), posés selon la pente des versants (cas de couvertures en tuiles canal).

Pour les constructions anciennes, on retrouve les mêmes techniques qu'en collectif avec des poutrelles ou solives bois ou métal.

### 3. Planchers industriels

Selon le type d'ossature prévu, on trouve principalement :

- des planchers métalliques avec platelage ou dalles béton coulées sur tôles profilées collaborantes ;
- des planchers préfabriqués en béton armé ou béton précontraint dont le type le plus répandu correspond à des dalles alvéolées posées jointives, avec ou sans dalle complémentaire coulée sur place.

Application : parcs autos, grandes surfaces commerciales, etc.

Les caractéristiques recherchées sont l'économie et la rapidité d'exécution.

Pour les constructions anciennes, les techniques utilisées correspondaient à des planchers en béton armé à dalles minces nervurées coulées sur coffrages mobiles ou préfabriquées par éléments en double T ou U inversé.

Selon la destination, des structures en bois lamellé collé avec poutres principales, poutrelles et platelage bois sont parfois utilisées dans certaines industries chimiques ou autres pour des raisons diverses (corrosion, ondes électromagnétiques...).

### C. D'après la réalisation

#### 1. Planchers constitués « *in situ* »

C'est le cas de tous les planchers en béton armé coulés sur coffrages récupérables ou perdus (hourdis incorporés).

Dans le domaine de l'habitation, le cas le plus répandu est celui des hourdis terre cuite, puis plus tard des hourdis en béton de granulats courants.

Pour des raisons économiques, ce type a pratiquement disparu au profit des planchers à éléments préfabriqués.

#### 2. Préfabrication complète pour les planchers en béton armé ou précontraint

Planchers à hourdis jointifs sans dalle de complément.

Les hourdis sont généralement alvéolés pour les alléger. Les éléments préfabriqués sont autoportants et ne nécessitent pas d'étais.

Par extension, la préfabrication complète s'applique aux planchers-bois à solives et parquet et planchers-fer à solives métalliques et hourdis terre cuite.

#### 3. Préfabrication partielle

Celle-ci est réduite à la préfabrication des éléments porteurs (solives, poutrelles) et des éléments de remplissage (hourdis, entrevous...).

Une dalle complémentaire (ou, éventuellement, les nervures) est coulée en place pour constituer la dalle de compression.

Cette technique nécessite l'étalement des éléments porteurs préfabriqués.

Par extension, la préfabrication partielle s'applique :

- à tous les planchers-bois avec solives (préfabriquées) et augets plâtre coulés en place et platelage pour sols rapportés ;
- à tous les planchers-fer avec solives métalliques (laminés marchands) et hourdis réalisés *in situ*.



## 4/1.5

# Domaine d'utilisation

---

La classification effectuée en partie 4/1.4 en fonction des conditions d'utilisation, définit le domaine d'utilisation des planchers de bâtiment.

### 1. Bâtiments d'habitation

- Collectifs ;
- Individuels.

Les exigences ne sont pas les mêmes (isolation thermique, acoustique, réglementation incendie...).

### 2. Bâtiments tertiaires

- Ecoles, lycées, collèges, etc. ;
- Hôpitaux ;
- Bureaux.

Dans certains cas, les exigences sont spécifiques (ERP).

### 3. Bâtiments industriels

Ces bâtiments doivent répondre à des exigences particulières notamment en ce qui concerne les portées et les charges d'exploitation. La préfabrication est souvent utilisée pour satisfaire les exigences d'économie et de rapidité d'exécution, à chaque fois qu'il est possible de standardiser les éléments porteurs.

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

## 4/1.6

# Historique sommaire

---

Les éléments mentionnés ci-après sont destinés à la compréhension de l'évolution des techniques en fonction des époques et des conditions économiques. Ils peuvent renseigner les concepteurs dans le cas de travaux de réhabilitation d'ouvrages afin de dater les techniques utilisées.

### 1. Période antérieure au XIX<sup>e</sup> siècle (Révolution industrielle)

La plupart des constructions publiques ou privées ont utilisé comme matériaux ou principes de planchers :

- les maçonneries sous forme de voûtes simples ou multiples avec remplissage pour réaliser les aires planes ;
- les charpentes en bois (poutres maîtresses, poutres secondaires, remplissage entre poutres).

### 2. A partir du XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'au premier quart du XX<sup>e</sup> siècle

Technique du plancher-fer réalisé :

- à l'origine, avec les profilés en fer obtenus par laminage ;
- puis, plus tard, en acier doux (profils PN correspondant à des I profil « normal »).

Ce type de plancher se rencontre dans la plupart des immeubles parisiens (et grandes villes) construits au début du XX<sup>e</sup> siècle et dans les constructions individuelles de la même période.

### 3. Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle

Parallèlement à la technique précédente, le plancher béton armé coulé sur coffrage *in situ* concerne d'abord les constructions industrielles, puis les immeubles d'habitation où les planchers à « corps creux » utilisant des hourdis en terre cuite de type « chapeau de gendarme » permettent de réaliser des planchers épais (en fonction des portées) lourds, présentant une sous-face prête à recevoir un enduit plâtre.

Le développement des planchers en béton armé s'effectuera progressivement au détriment des planchers à poutrelles métalliques, plus flexibles.

La préfabrication des poutrelles porteuses apparaît surtout au moment de la reconstruction des bâtiments détruits lors du conflit 1939-1945.

Progressivement, la technique béton armé laisse la place à la technique béton précontraint par fils adhérents. Cette technique surtout utilisée pour les poutrelles de planchers avec hourdis intermédiaires s'étend avec des éléments plats alvéolés posés jointivement.

La dalle pleine béton armé coulé en place sur coffrages-tables se développe et se généralise progressivement pour les immeubles d'habitation dans la période 1950-1960.

Seuls les planchers à poutrelles préfabriquées et hourdis creux continuent à être utilisés surtout en constructions individuelles et pour des petits immeubles.

La dalle pleine épaisse coulée en place permet l'incorporation de canalisations de chauffage par le sol, de gaines plastiques pour les installations électriques intérieures, etc.

Cette technique se développe sur des grands chantiers avec les prédalles d'abord en béton armé avec raidisseurs, puis en béton précontraint à fils adhérents.

Dans le domaine des bâtiments industriels, la préfabrication se développe avec les éléments lourds (poutres maîtresses, poutrelles, longrines, planchers industriels nervurés ou à caisson, etc.) et la mécanisation des chantiers (engins de levage).

#### **4. Dans les domaines des structures bois et métal**

– Les structures bois lamellé collé apparues vers les années 50 se sont progressivement développées avec les progrès des colles structurales, notamment pour la construction de portiques et d'ouvrages de grandes portées ;

– Les structures métalliques n'ont pas connu le développement des structures béton sauf avec la construction des immeubles de grande et très grande hauteur (exemple tour Montparnasse) à partir d'un noyau central résistant en béton armé ou précontraint et une structure traditionnelle en métal.

Pour les planchers à éléments porteurs en poutrelles, les dalles BA collaborantes coulées sur coffrage perdu en tôle mince nervurée, le développement s'effectue parallèlement à celui des planchers préfabriqués lourds en béton armé.

Le handicap reste néanmoins :

- d'une part, la masse généralement insuffisante pour satisfaire les exigences acoustiques ;
- d'autre part, la protection contre l'incendie.

## 4/1.7

# Codification technique

---

### I – DOMAINE NORMATIF

Les ouvrages porteurs horizontaux (planchers) sont assujettis aux textes suivants :

#### A. Normes matériaux

##### 1. Bois

*a) Série B 50 : Généralités, nomenclature, terminologie*

En particulier :

- NF = norme française ;
- EN = Euronorme.

NF EN 3351

NF EN 3352 10/1992

Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois.

Définition des classes de risque d'attaque biologique.

Partie 1 : généralités.

Partie 2 : application au bois massif.

*b) Série B 51 : Méthodes d'essais du bois et des panneaux dérivés en particulier*

NF B 51-002 (02/1942) – Caractéristiques physiques et mécaniques des bois.

*c) Série B 52 : Règles d'utilisation du bois dans les constructions*

NF B 52-001-1 (03/1987) :

Partie 1 : niveaux de résistance des pièces de bois.

NF B 52-001-2 (03/1987) :

Partie 2 : méthodes d'essai.

NF B 52-001-3 (01/1989) :

Partie 3 : échantillonnage et interprétation statiques des résultats d'essais sur pièces en dimensions d'emploi.

NF B 52-001-46 (03/1946) :

Cette norme très ancienne reste en vigueur mais sera annulée lorsque paraîtront les règles CBEL (calcul aux états limites) devant remplacer les règles CB 71.

*Règles d'utilisation du bois dans les constructions. Qualité des bois et contraintes admissibles. Règles de calcul. Exécution des assemblages.*

*d) Série B 53 : Cubage – dimensions et classement d'aspect des sciages*

En particulier :

NF B 53-520 (Exp.<sup>1)</sup> 07/1988) : Bois sciage de bois résineux – Classement d'aspect – Définition des choix.

NF B 53-521 (Exp. 12/1991) : Bois sciage feuillus durs tempérés – Classement d'aspect.

*e) Série B 54 : Produits demi-finis (panneaux en particulier)*

– Panneaux particules : B 54-100 à B 54-130

– Panneaux de contre-plaqué : B 54-150 à B 54-172

## 2. Produits sidérurgiques (acier)

En particulier :

NF A 35-501

EN 10-025 (10/1990) Produits laminés à chaud en acier de construction non alliés – Conditions techniques de livraison.

NF A 45-201 (09/1983) Poutrelles à larges ailes à faces parallèles – Dimensions.

NF A 45-202 (12/1986) Profilés en U à ailes à faces inclinées (UPN) – Dimensions.

NF A 45-205 (09/1983) Poutrelles IPE – Poutrelles à ailes parallèles.

NF A 45-209 (11/1983) Poutrelles IPN – Dimensions.

NF A 45-255 (11/1983) Laminés à chaud, profil en UAP (ailes à faces parallèles).

*Aciers pour béton armé*

NF A 35-015 (07/1984) Armatures pour béton armé – Ronds lisses.

NF A 35-016 (12/1986) Armatures pour béton armé – Barres et fil machine à haute adhérence.

## 3. Entrevous – hourdis

P 13-302 (10/1983) Entrevous en terre cuite pour planchers à poutrelles préfabriquées.

<sup>1)</sup> Exp. : norme expérimentale.

P 14-305 (12/1986) Agglomérés. Entrevous en béton de granulats courants et légers pour planchers à poutrelles préfabriquées.

P 38-401 (10/1980) Entrevous en polystyrène expansé pour planchers en béton à poutrelles préfabriquées avec dalle de répartition coulée en œuvre.

#### 4. Bétons - liants

P 15-010 (08/1985) Liants hydrauliques. Guide d'utilisation des ciments.

#### *Normes ciments : série P 15-300*

P 18-011 (06/1992) Bétons – Classification des environnements agressifs.

P 18-101 (12/1990) Granulats – Vocabulaire – Définitions – Classification.

P 18-301 (12/83) Granulats naturels pour bétons hydrauliques.

P 18-303 (05/41) Béton – Mise en œuvre – Eau de gâchage pour béton de construction.

P 18-305 (12/81) Bétons prêts à l'emploi préparés en usine.

P 18-325 (08/91) Béton – Performances – Production – Mise en œuvre – Critères de conformité.

P 18-300 (12/86) (Série) Adjuvants pour bétons.

P 18-201 (01/87 - 09/84) DTU 21 : Exécution des travaux en béton.  
DTU 21 : 09/84. Additif escalier par marches préfabriquées (01/87).

#### B. Normes structures

Sont regroupées ci-après les normes relatives aux structures comprenant :

- les DTU règles de calcul (statut de norme) ;
- les normes concernant les assemblages.

#### 1. Bois

P 21-101 (07/90) Eléments industrialisés de charpente en bois – Spécifications.

P 21-110 (03/91) (Exp.)<sup>1)</sup> Structures en bois – Notes de calcul – Informations à fournir.

P 21-202 (03/46)  
Cf. NF B 52-001 Règles d'utilisation du bois dans les constructions.

1) Exp. : norme expérimentale.

P 21-203 (06/83)	DTU 31.1 – Charpentes et escaliers en bois.
P 21-204 (11/89)	DTU 31.2 – Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois.
NF EN 26-891 (08/91)	Structures en bois – Assemblages réalisés avec des éléments mécaniques de fixations – Principes généraux pour la détermination des caractéristiques de résistance et de déformation.
P 21-701 (03/71)	Règles CB 71 – Règles de calcul et de conception des charpentes en bois.

## 2. Métal (acier)

P 22-201 (06/84)	DTU 32.1 – Construction métallique – Charpente en acier.
------------------	--

Les différentes normes de la série P 22-000 concernent les assemblages par soudure ou par boulonnage des éléments de structure.

P 22-701 (12/66)	DTU – Règles de calcul CM – Règles de calcul des constructions en acier.
P 22-703 (12/78)	DTU – Justification par le calcul de la sécurité des constructions – Règles de calcul des constructions en éléments à parois minces en acier.

## 3. Béton

P 18-702 (03/92)	DTU – Règles BAEL 91 – Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites.
P 18-703 (04/92)	DTU – Règles BP 91 – Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton précontraint suivant la méthode des états limites.

## II – DOMAINE NON TRADITIONNEL

### A. Généralités

Les planchers les plus répandus actuellement sont des planchers préfabriqués qui comprennent essentiellement :

- les planchers nervurés à poutrelles préfabriquées associées à du béton coulé en œuvre ou associées à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en œuvre ;
- les dalles pleines réalisées à partir de prédalles préfabriquées et de béton coulé en œuvre.



Ces composants fabriqués industriellement doivent répondre à des exigences spécifiques concernant :

- la conception ;
- le calcul ;
- la fabrication et les contrôles ;
- la mise en œuvre et l'utilisation.

La diversité et l'évolution des fabrications et de la réglementation technique ne permettent pas de normaliser ces composants.

La procédure actuellement utilisée est celle de l'Avis Technique (ATec). Elle est confiée au groupe spécialisé n° 3 (commission chargée de formuler les ATec).

Des documents prescriptifs de portée générale sous forme de CPT « Planchers » (cahiers de prescriptions techniques communes aux procédés de planchers) concernent ces composants.

### **B. CPT « Planchers »**

– **Titre I :** « Planchers nervurés à poutrelles préfabriquées associées à du béton coulé en œuvre ou associées à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en œuvre » (édition 09/1980).

- 1<sup>er</sup> fascicule : section A, conception et calcul.
- 2<sup>e</sup> fascicule : sections B, C, D, E :
  - B : fabrication et contrôle ;
  - C : éléments entre poutrelles ;
  - D : transport – mise en œuvre ;
  - E : finition – ouvrages complémentaires.

– **Titre II :** « Dalles pleines confectionnées à partir de prédalles préfabriquées et de béton coulé en œuvre » (édition 1984).

- A : conception et calcul ;
- B : fabrication et contrôle ;
- C : transport – mise en œuvre et finition.

Les techniques utilisées en préfabrication, pour les prédalles et les poutrelles correspondent à des éléments en béton armé ou béton précontraint.

– **Titre III :** « Planchers confectionnés à partir de dalles alvéolées en béton précontraint » (édition 03/92), additif d'octobre 1992, modificatif de septembre 1993.

### **C. Autres documents**

Planchers à tôles métalliques profilées (bacs acier).

« Méthode générale d'essai et principe de dimensionnement des bacs pour leur justification en phase de montage » (04/1986). Publié aux *Cahiers du CSTB* (n° 2074).

### D. Procédure des Avis Techniques

Le groupe spécialisé n° 4 a été rattaché au GS.3.

Le domaine d'activité de ce groupe concerne l'ensemble des composants planchers non traditionnels ou de technique non courante :

- prédalles en béton armé avec raidisseurs en treillis métalliques ;
- planchers à prédalles en béton précontraint ;
- planchers à poutrelles en béton précontraint ;
- planchers à dalles alvéolées en béton précontraint ;
- bacs en tôle d'acier laminé à froid galvanisée pour plancher collaborant ;
- planchers à poutrelles tubulaires en béton armé ;
- entrevous en polystyrène expansé (moulé, découpé...) ;
- poutrelles métalliques en treillis métallique soudé à base préenrobée ;
- dalles armées de béton cellulaire autoclavé ;
- armatures métalliques en treillis pour poutrelles de plancher en béton armé à nervures et entrevous ou pour raidisseurs de prédalles préfabriquées ;
- poutres composites en bois massif et panneaux de fibres ;
- prélinteaux en béton précontraint ;
- armatures spéciales d'effort tranchant pour plancher dalles pleines coulées *in situ* (planchers dalles) ;
- ossatures industrielles préfabriquées (BA, BP) ;
- planchers mixtes bois-béton ;
- planchers préfabriqués à éléments alvéolés en béton armé.

Les procédés sous Avis Technique sont délivrés et répertoriés par usine de fabrication.

Celles-ci bénéficient d'un certificat de qualification CSTB correspondant à un contrôle suivi avec marquage (certification des caractéristiques définies par l'Avis Technique).

En cas d'incident, l'usine de préfabrication peut être soumise à un retrait de certification et enquête de l'organisme certificateur. (Cf. Parties 4/4 et 4/5.)

### III – TEXTES DIVERS RATTACHÉS

Certains textes DTU traitent d'ouvrages rattachés ou rattachables aux planchers supports.

En particulier les planchers à dalle pleine épaisse en béton peuvent incorporer des dispositifs de chauffage par rayonnement (sol – plafond).

**1. DTU 57.1 (NF 67-1031) (04/93)**

« Planchers surélevés (à accès libre). Eléments constitutifs. Exécution. »

**2. DTU 65.6 (06/86) (NF P 52-301) (05/93)**

« Exécution de panneaux chauffants à tubes métalliques enrobés dans le béton. »

**3. DTU 65.7 (01/86) (NF P 52-302-1) (05/93)**

« Exécution des planchers chauffants par câbles électriques enrobés dans le béton. »

**4. DTU 65.8 (02/90) (NF P 52-303-01) (05/93)**

« Exécution de planchers chauffants à eau chaude utilisant des tubes en matériau de synthèse noyés dans le béton. »



## 4/1.8

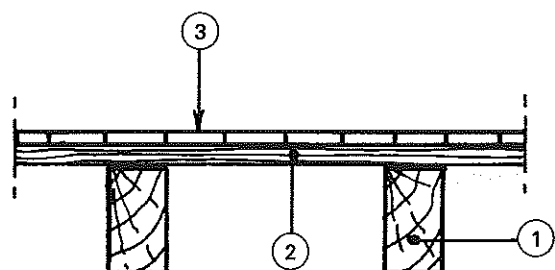
# Organisation générale – Principes constructifs

### A. Généralités

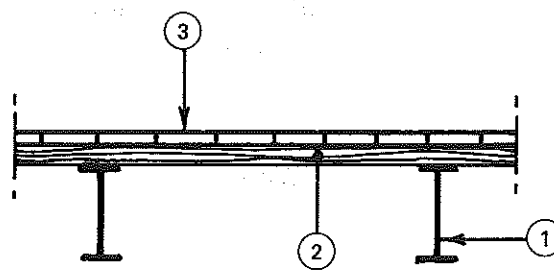
L'organisation générale d'un ouvrage de plancher est fonction de la nature des éléments porteurs ou éléments résistants.

On peut classer les planchers en deux grandes catégories :

– les *planchers à éléments porteurs autoportants* (bois, métal, béton préfabriqué) généralement non jointifs et avec éléments intermédiaires de remplissage :



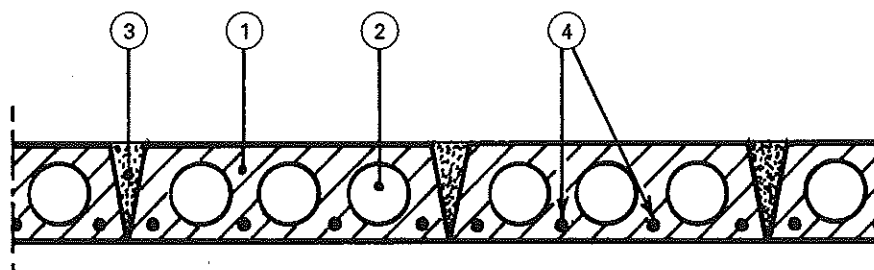
Plancher-bois



Plancher-fer

### PLANCHERS A ELEMENTS AUTOPORTANTS

- ① Solive porteuse
- ② Lambourde
- ③ Parquet



Plancher béton à éléments autoportants

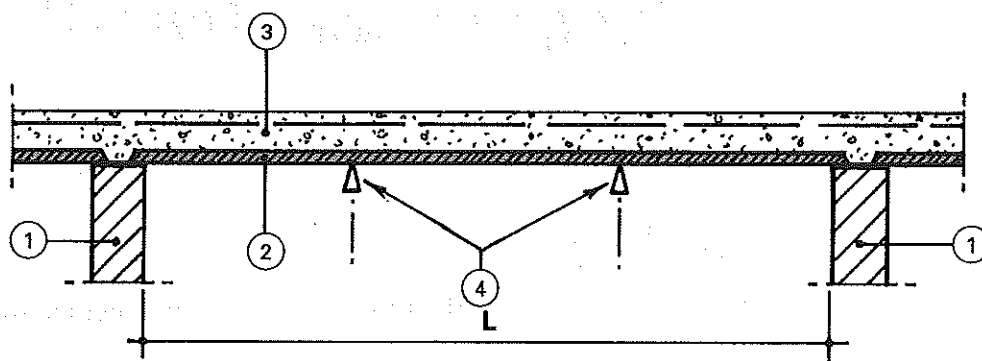
- ① Eléments autoportants jointifs (posés sans étais intermédiaires)
- ② Alvéoles d'allégement
- ③ Mortier de cachetage
- ④ Armatures (BA ou BP)

– les planchers à éléments porteurs nécessitant :

- un étaieement partiel ;
- ou un coffrage et étaieement total.

C'est le cas de tous les planchers en béton :

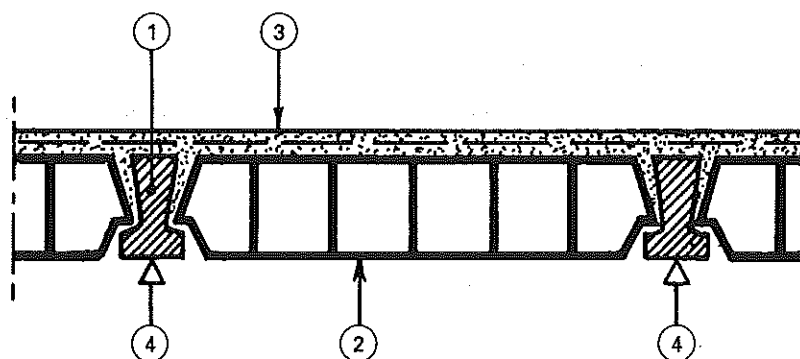
- à dalle pleine ou prédalle avec dalle de complément coulée en place :



**Plancher à prédalles nécessitant des étaieements complémentaires**

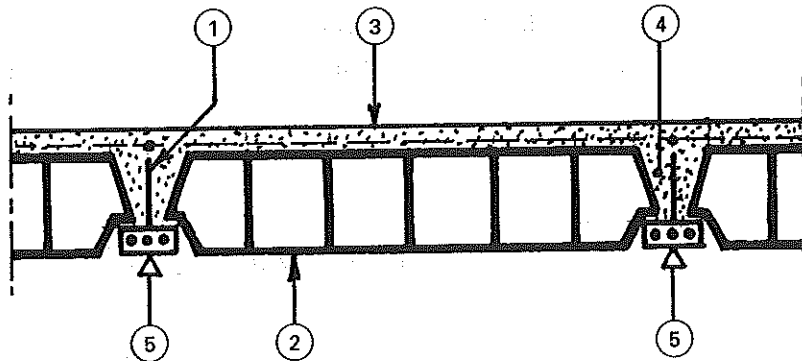
- ① Appuis
- ② Prédalle
- ③ Dalle coulée sur place
- ④ Etais intermédiaires
- L = Portée dalle

- à poutrelles préfabriquées et entrevous avec dalle de compression coulée en place :



**Plancher béton nécessitant l'étaieement des poutrelles porteuses**

- ① Poutrelles préfabriquées (BA ou BP)
- ② Hourdis – entrevous intercalaire
- ③ Dalle coulée sur place
- ④ Appuis intermédiaires sous poutrelles (étais)



**Plancher béton armé nécessitant l'étalement des poutrelles préfabriquées**

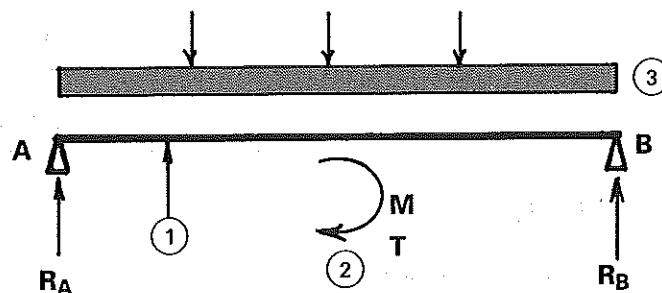
- ① Poutrelle à armature préfabriquée (type treillis)
  - ② Entrevous
  - ③ Dalle de compression
  - ④ Béton de nervure
  - ⑤ Etais
- } coulés sur place

## B. Principes d'équilibre statique

### 1. Systèmes isostatiques

Les planchers courants correspondent en général à ce cas.

Les éléments porteurs ou poutrelles reposent sur deux appuis simples et sont soumis à des efforts de flexion entre appuis et de cisaillement (effort tranchant).

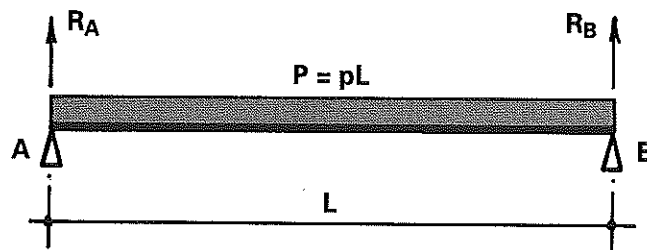


**Système isostatique : poutre droite posée sur deux appuis simples (schématisation)**

- ① Poutre droite (schéma – ligne moyenne)
- ② Sollicitations  $M$  = Moment de flexion  
 $T$  = Effort tranchant
- ③ Système de charge appliquée
- A, B = Appuis simples
- $R_A, R_B$  = Réactions d'appui

Les cas de charge courants sont :

– charge répartie uniformément (poids propre planchers + revêtements de sol et charge d'exploitation supposée répartie) :



Sollicitations dues aux charges permanentes (réparties)

$P$  = Charge totale =  $pL$

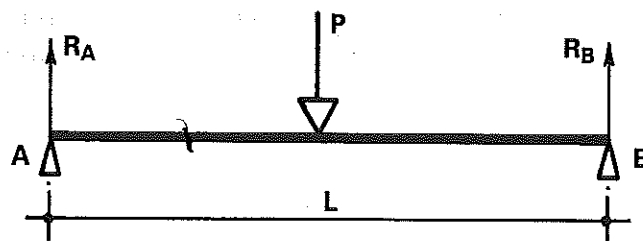
$p$  = Charge unitaire

Réactions d'appui  $R_A = R_B = \frac{P}{2}$

Moment de flexion maxi.  $M = \frac{PL^2}{8} = \frac{PL}{8}$

Effort tranchant  $T_A = T_B = \left| \frac{P}{2} \right|$

– charges concentrées correspondant à une ou plusieurs cloisons disposée(s) perpendiculairement (par exemple) :



Sollicitation ponctuelle  $P$   
(cloison perpendiculaire à mi-portée)

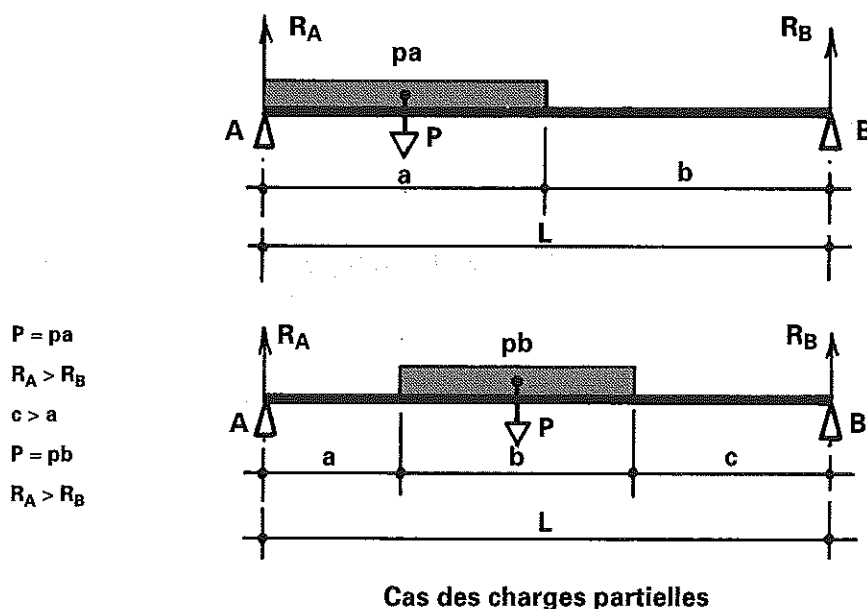
$R_A = R_B = \frac{P}{2}$

Moment de flexion (milieu) :  $M = \frac{PL}{4}$

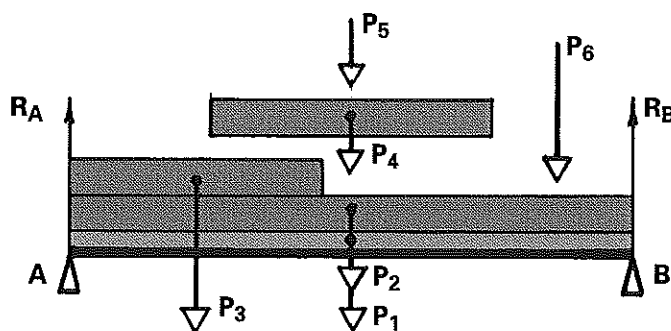
Effort tranchant  $T_A = T_B = \left| \frac{P}{2} \right|$



– charge répartie partielle (cloison) :



– combinaison de ces cas de charges :



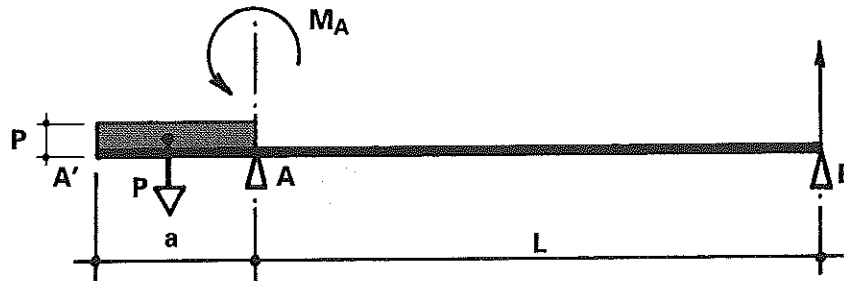
**Combinaison des cas de charges**

- $P_1$  = Charges permanentes réparties
- $P_2$  = Charges d'exploitation réparties
- $P_3$  = Charges partielles réparties
- $P_4$  = Charges partielles réparties
- $P_5$ - $P_6$  = Charges concentrées

Nota :

Pour les cloisons de distribution, il est admis pour les planchers à usage d'habitation que leur poids propre est réparti uniformément (cf. partie 13/2, tableaux T21 et T25).

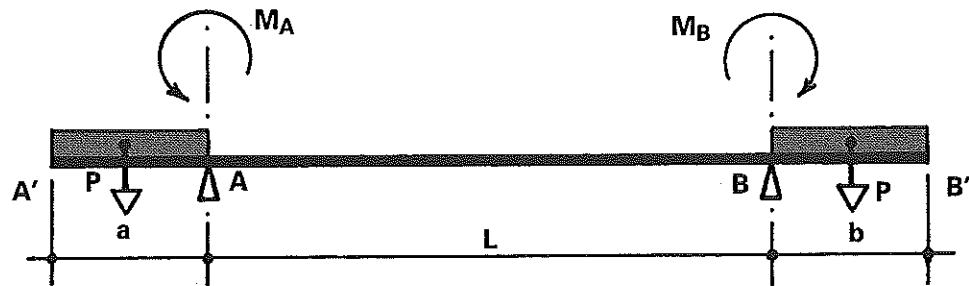
Certains planchers préfabriqués en BA avec dalle de compression ou nervures coulées en place peuvent être considérés comme des systèmes partiellement hyperstatiques du fait de la prise en compte de moments de continuité (partielle) sur appuis intermédiaires ou d'encastremements partiels en rives.



**Système isostatique – Poutre droite prolongée d'un seul côté par un porte-à-faux (cas d'un plancher avec balcon)**

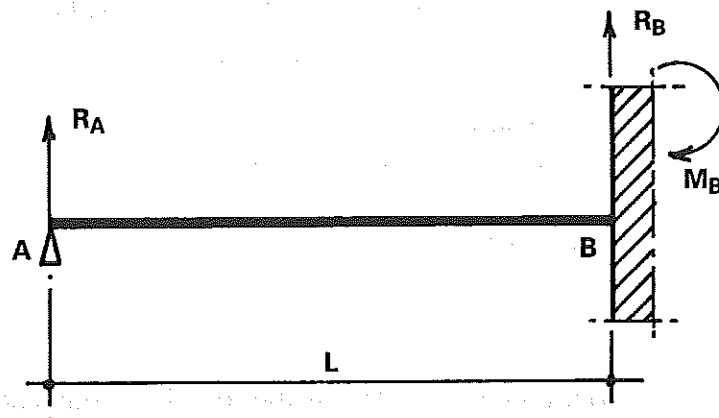
Le changement de la console AA' introduit un moment d'appui  $M_A = -\frac{Pa^2}{2}$  avec une réaction  $R_A = R_B = \left| \frac{MA}{L} \right|$  et un soulèvement en B.

Les charges appliquées sur la travée AB doivent entraîner des réactions compensant ce soulèvement.



**Variante – Système isostatique à deux consoles**

Le principe est identique au cas précédent, appliqué aux deux appuis, les portes et charges sur consoles pouvant être différentes.



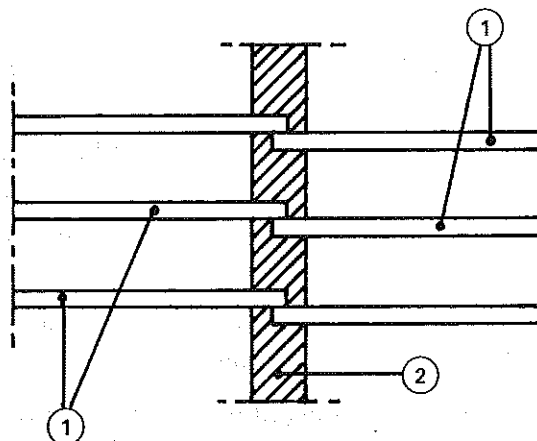
**Système hyperstatique**

Appui A : Simple

Appui B : Encastré ou semi-encastré

La réaction  $R_B$  est hyperstatique du fait du moment d'encastrement  $M_B$  qui empêche la rotation d'appui.

Vue en plan



Plancher à solives bois ou métal discontinues sur appuis

- ① Solives décalées sur appui mur
- ② Appui mur

Système considéré comme isostatique du fait de l'indépendance des travées.

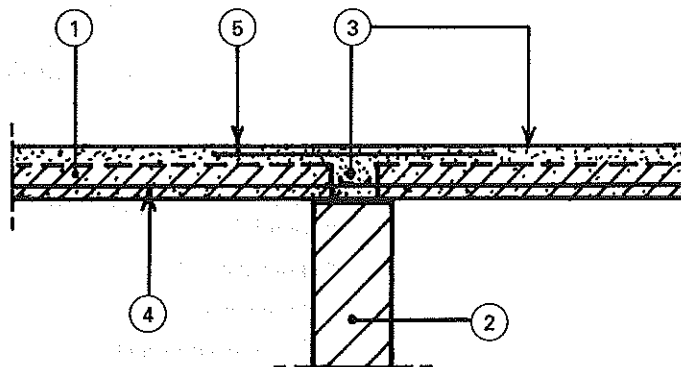
Ces dispositions ne sont pas applicables (en général) aux planchers-bois et aux planchers métalliques du fait que les poutrelles ou solives porteuses sont décalées au droit des appuis intermédiaires.

## 2. Systèmes hyperstatiques

Ces systèmes se rencontrent rarement avec des éléments porteurs :

- en bois (poutrelles continues) ;
- ou en métal : cas des tôles nervurées collaborantes.

La continuité au droit des appuis intermédiaires entraîne des moments « négatifs » (par opposition aux moments « positifs » en travée) qu'il faut absorber par des aciers placés en nappe supérieure des dalles béton coulées sur place.



- ① Poutrelles préfabriquées ou semi-préfabriquées
- ② Appui intermédiaire mur
- ③ Chaînage et dalle de compression coulés sur place
- ④ Armatures poutrelles inférieures
- ⑤ Chapeaux assurant la continuité

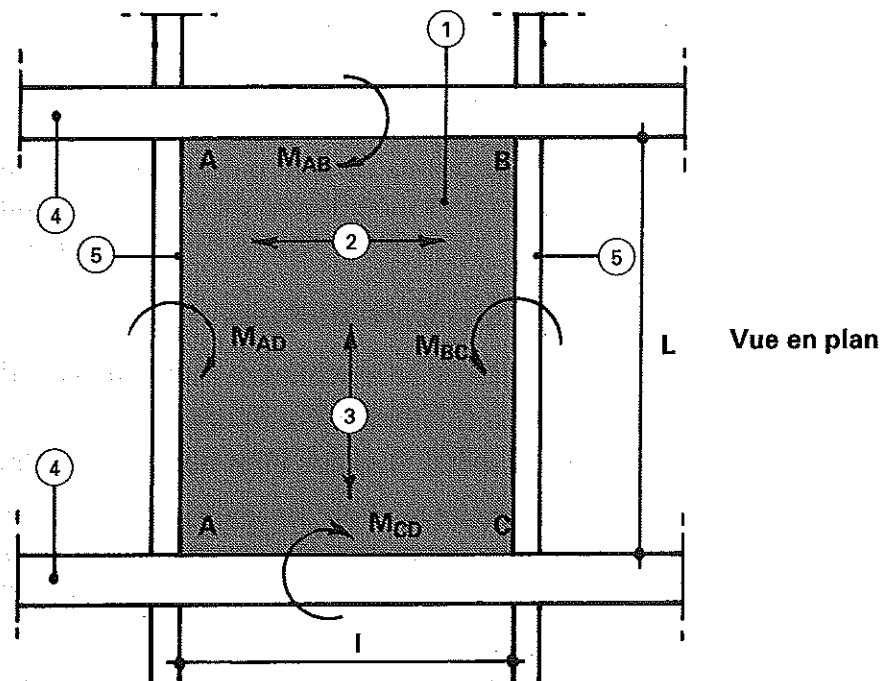
Système hyperstatique – Plancher BA coulé sur place en semi-continuité

En revanche, les continuités partielles ou « forfaitaires » sur appuis intermédiaires sont courantes avec :

- les dalles pleines coulées en place sur coffrage ou sur prédalles (chapeaux ou aciers supérieurs sur appuis intermédiaires) ;
- les poutrelles ou nervures porteuses coulées en place (cas des poutrelles à armatures préfabriquées).

D'autres cas de systèmes hyperstatiques existent avec les dalles pleines ou les dalles à nervures croisées.

Ces systèmes présentent une flexion dans les deux sens principaux des panneaux de dalles rectangulaires. Toutefois, pour des panneaux pour lesquels la longueur excède 2,5 fois la largeur, l'effet « dalle » n'intervient plus. La dalle est à considérer en flexion dans le sens de la largeur uniquement.



**Cas courant de dalles posées sur quatre côtés  
avec continuités le long du contour**

- ① Panneau de dalle  
Largeur  $l$   
Longueur  $L$  }  $\frac{L}{l} \leq 2,5$  ou  $\frac{l}{L} > 0,4$
- ② Sens principal de la portée du panneau (flexion)
- ③ Sens secondaire de flexion du panneau
- ④ Appuis poutres principales
- ⑤ Appuis poutres secondaires

$M_p$  = Moment de flexion principal (maxi. au centre du panneau)

$M_l$  = Moment de flexion secondaire (maxi. au centre du panneau)

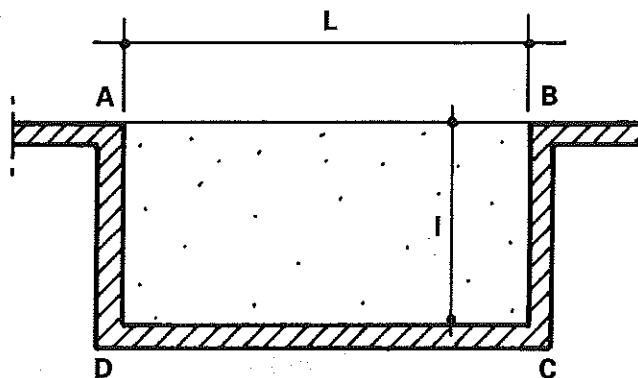
$M_{AB}, M_{BC}, M_{CD}, M_{AD}$  = Moments de continuité sur appuis du contour avec les panneaux de dalles voisins.

En revanche, des panneaux voisins du panneau considéré peuvent présenter des continuités partielles dont il y a lieu de tenir compte avec la mise en place de chapeaux de liaison afin d'éviter les fissures résultant de la rotation des dalles aux appuis.

### 3. Formes de panneaux différentes du rectangle

Pour des formes de panneaux différentes du rectangle, les problèmes de flexion sont fonction de plusieurs paramètres :

- liaison au contour (appui simple ou encastré) ;
- présence de bord libre (exemple appui sur trois côtés d'une dalle rectangulaire : loggia) :



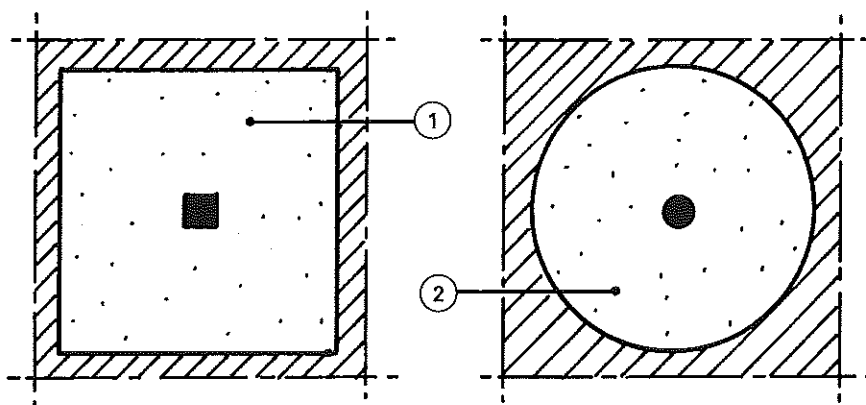
**Cas particulier : dalle appuyée sur trois côtés**

La dalle est appuyée sur les trois côtés AD-DC-CB.

4<sup>e</sup> côté : bord libre AB

Exemple : cas de dalle de loggia

- présence d'appuis ponctuels (poteau central sur dalle circulaire ou carrée) :

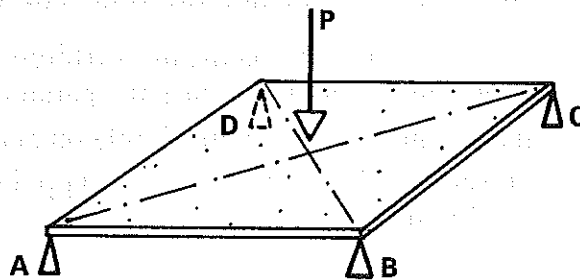


**Cas particuliers d'appuis**

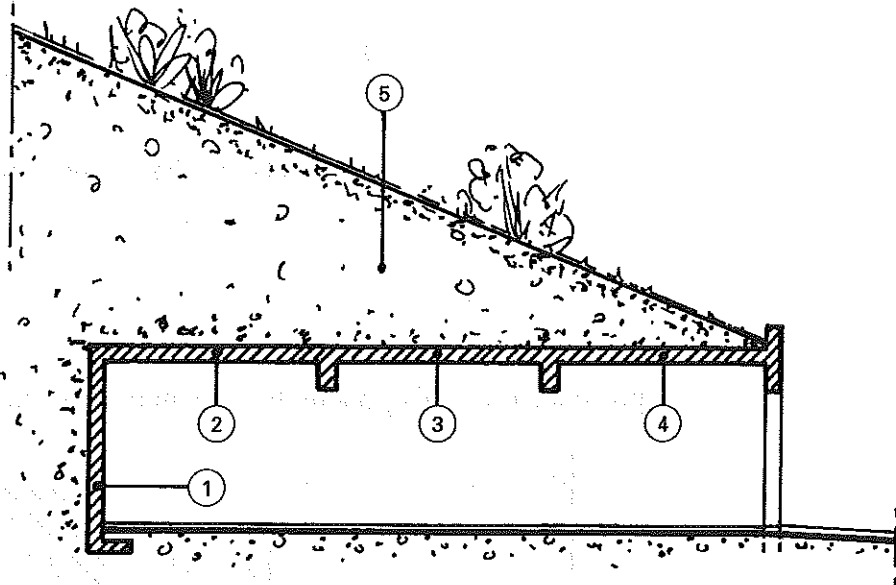
- ① Dalle carrée appuyée sur son contour et sur un poteau central
- ② Dalle circulaire appuyée sur son contour et sur un poteau central

– mode de chargement : dalle chargée par une charge ponctuelle (poteau) ou à répartition variable (talus incliné).

La complexité des cas de figure peut être très grande en fonction de l'application des différents paramètres :



**Cas particulier de chargement –  
Dalle carrée recevant une charge concentrée (poteau)  
en son centre et posée sur quatre appuis d'angle**



**Cas particulier de chargement –  
Dalle enterrée sous un talus  
(charge variable triangulaire ou trapezoidale)**

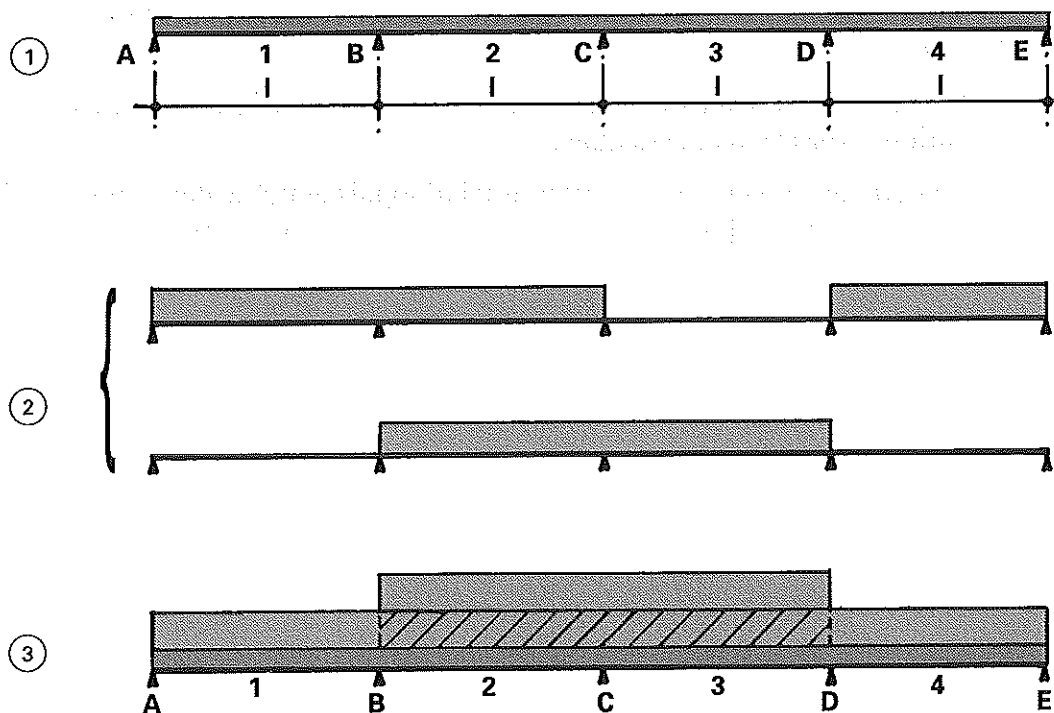
- |             |                         |
|-------------|-------------------------|
| (1)         | Mur de soutènement      |
| (2) (3) (4) | Panneaux de dalle       |
| (5)         | Massif de terre incliné |

#### 4. Cas particulier des planchers lourds ou à fortes charges d'exploitation

Lorsque ces planchers sont réalisés avec des continuités réelles, il y a lieu d'étudier les différents cas de chargement pour obtenir les résultats les plus défavorables pour les moments de flexion en travée, d'une part, et pour les moments sur appuis, d'autre part.

Le calcul s'effectue généralement en plusieurs phases :

- calcul sous charges permanentes ;
- calcul sous charges de service (différents cas de chargements défavorables) ;
- détermination des courbes enveloppes ;
- récapitulation des cas précédents.



**Cas des planchers lourdement chargés –  
Schéma de l'étude (poutres hyperstatiques)**

- ① Sollicitations sous charges permanentes
- ② Sollicitations les plus défavorables (cas de chargement) sous charges de service
- ③ Synthèse des deux cas précédents

Le calcul se complique avec le nombre de travées et lorsque les portées de celles-ci sont inégales.

### 5. Vérification de la stabilité avec les éléments en porte-à-faux

La présence d'éléments de planchers en débord de l'appui de rive (porte-à-faux) entraîne un moment ( $< 0$ ) au droit de cet appui et la nécessité d'équilibrer la travée située en rive.

Différents cas de chargement doivent être envisageables afin de vérifier la stabilité de cette travée de rive.

Le détail de cette disposition est étudié pour chacun des types de plancher aux chapitres suivants.

### 6. Vérification de la stabilité des appuis

Dans certains cas de chargement (exemple : porte-à-faux chargé, travée arrière courte déchargée), un appui (poutre, chevêtre, mur) peut subir des effets de soulèvement.

Le calcul doit déterminer les efforts correspondants afin de prévoir les dispositions constructives adéquates.

Par ailleurs, un tassement différentiel d'appuis entraîne des moments d'appuis qui viennent s'ajouter ou se retrancher aux moments dus aux charges selon les cas de figure envisagés.



## 4/2

# Planchers à dalle pleine en béton armé (coulés en œuvre)

---

## 4/2.1

### Généralités – Définition

---

Depuis l'origine de la technique du béton armé, soit plus d'un siècle, les opérations conduisant à la réalisation d'un ouvrage monolithe désigné, dans la première époque par ciment armé, puis finalement par béton armé, sont les suivantes :

- constitution d'un coffrage plan pour les dalles et les fonds de poutres, correctement étayé ;
- mise en place d'armatures adéquates convenablement calculées, en nappe inférieure et dans les zones d'appuis, en partie supérieure ;
- coulage d'un béton de qualité et dosage suffisant avec mise en œuvre soignée par compactage ou vibration ;
- délai de séchage et durcissement ;
- décoffrage (enlèvement des coffrages et étais) après un délai suffisant.

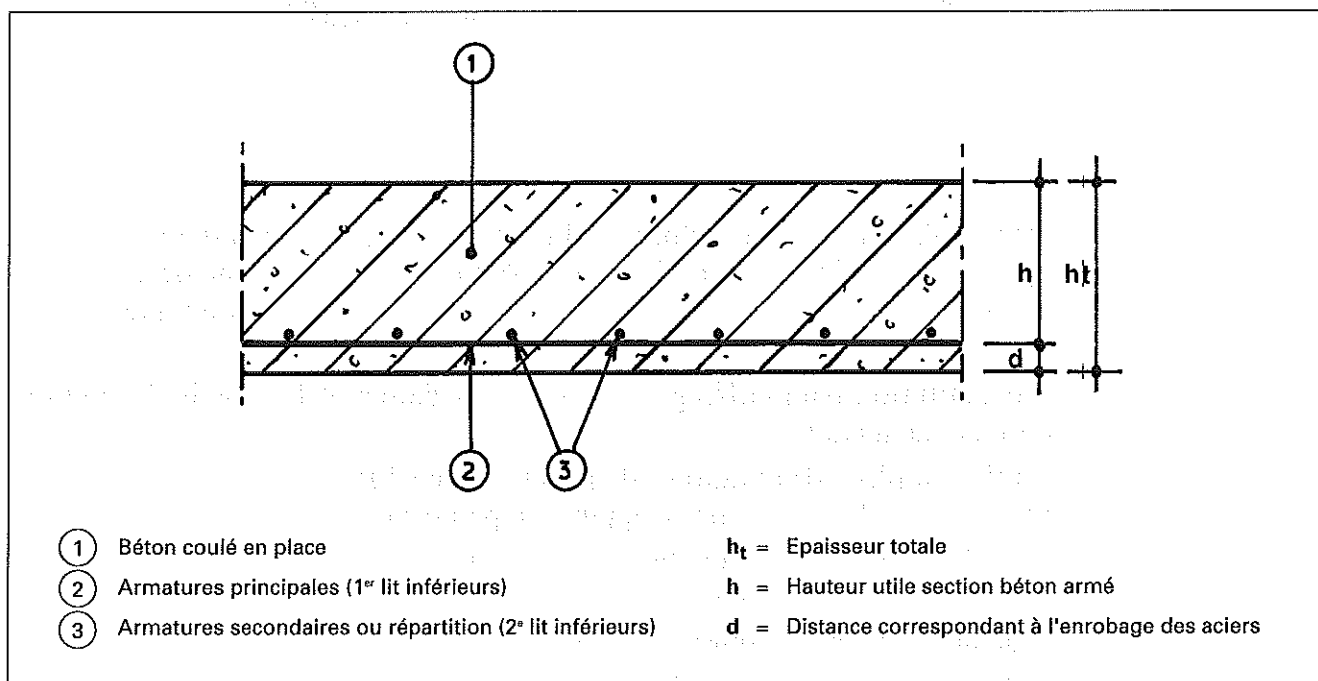
Ces opérations continuent de nos jours à être réalisées selon ce processus surtout pour les ouvrages importants ou massifs.

La durée des opérations, notamment au point de vue des finitions (plafonds) a été réduite par la préfabrication de prédalles (Cf. 4/3) préfabriquées sur chantier ou en usine.

Toutefois la typologie des dalles en béton armé ne permet pas de généraliser cette technique.

Les caractéristiques d'un plancher à dalle pleine en béton armé coulé en œuvre, par distinction avec un plancher préfabriqué dont les types sont variés (Cf. 4/4) sont les suivantes :

- épaisseur : généralement constante ;
- sous-face : horizontale :
  - soignée (coffrage adéquat) pour finition directe (peinture par exemple) ;
  - courante pour permettre l'accrochage (adhérence) d'un enduit (plâtre ou mortier de ciment) ;
- caractère monolithe par coulage total d'un panneau ;
- selon la typologie : panneaux de dalle appuyés (ou encastrés) ou continus sur 2, 3 ou 4 côtés ;
- armatures généralement constituées par :
  - une nappe inférieure comportant deux lits en quadrillage ;
  - des aciers en « chapeaux » dans les zones d'appuis.



## 4/3

# Planchers avec prédalles (béton armé ou béton précontraint)

---

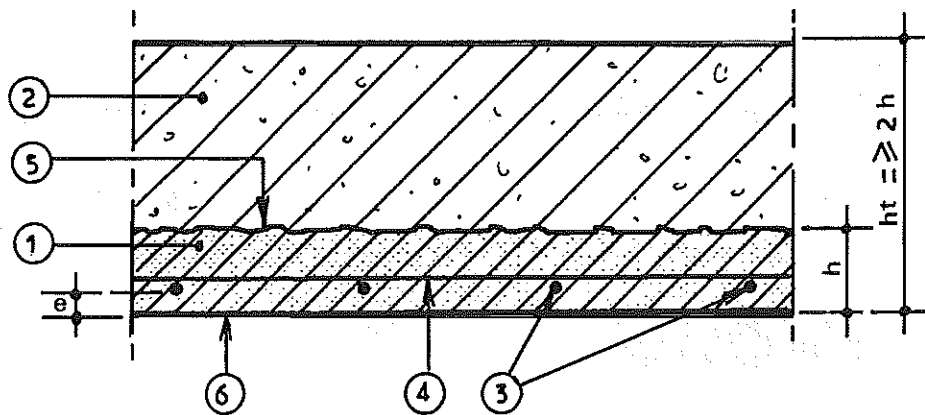
## 4/3.1

### Définitions – Principes – Types

---

Les prédalles correspondent à la partie inférieure des dalles pleines constituant les planchers en béton armé. Elles sont constituées de panneaux préfabriqués de faible épaisseur (quelques centimètres) qui comprennent le système d'armatures nécessaire à la flexion de la dalle.

Le complément de la dalle est coulé sur place après repos de la prédalle sur ses appuis (murs, voiles, poutres) et étaielement.

**Coupe type :**

- ① Prédalle préfabriquée
- ② Béton de complément coulé sur place
- ③ Armatures inférieures (1<sup>er</sup> lit)  
(sens porteur)
- ④ Armatures inférieures (2<sup>e</sup> lit)
- ⑤ Surface prédalle (rugueuse)
- ⑥ Sous-face prédalle (plane et lisse)

$h$  = Epaisseur prédalle

$ht$  = Epaisseur totale brute de la dalle finie

$e$  = Epaisseur d'enrobage des aciers

**2. Principe**

Le principe des planchers à prédalles est lié à celui de la préfabrication adaptée aux structures à dalles pleines.

Les dalles coulées sur place sur toute leur épaisseur, nécessitent des coffrages plans (réutilisables) et des étais lourds.

Le ferrailage de ces planchers s'effectue sur place.

Les temps d'intervention comprenant toutes les phases (coffrage, ferrailage, bétonnage, délais de séchage, décoffrage, récupération des étais et des coffrages) sont longs.

Par ailleurs la sous-face des dalles est rarement parfaite en ce qui concerne la planéité et l'état de surface. Des ragréages ou enduits sont souvent nécessaires.

Le système de la prédalle préfabriquée en usine (extérieure au chantier) ou sur chantier (préfabrication foraine) permet un gain de temps, les opérations étant réduites :

- au déchargement et au stockage des panneaux ;
- à leur mise en place sur appuis et étais avec réglages ;
- au coulage de béton complémentaire et à la mise en place des aciers de liaison ou de continuité (chapeaux) ;
- à des temps de séchage plus courts (maintien des étais) permettant l'avancement des niveaux supérieurs ;
- à la suppression des ragréages ou enduits en sous-face (sauf traitement des joints entre panneaux).

Toutefois ce système présente quelques inconvénients qu'il convient de connaître :

- les réservations de trémies doivent être faites lors de la préfabrication, et la précision de leur implantation doit être respectée lors de la pose des panneaux ;
- la manutention de ceux-ci, qui atteignent souvent des dimensions importantes, nécessite un matériel spécialisé et des précautions pour éviter une préfissuration des éléments ;
- le traitement des joints entre panneaux effectué « après coup » pose souvent des problèmes de finition et fait l'objet d'une pathologie particulière, notamment avec les prédalles précontraintes à fils adhérents.

### 3. Types – Classement

On peut classer les prédalles

#### *a) Selon les types d'armatures utilisées*

- Prédalles en béton armé que l'on peut fabriquer en usine ou sur chantier.

Les éléments, de dimensions moyennes ou importantes, nécessitent des renforts sous forme de treillis afin de raidir les panneaux.

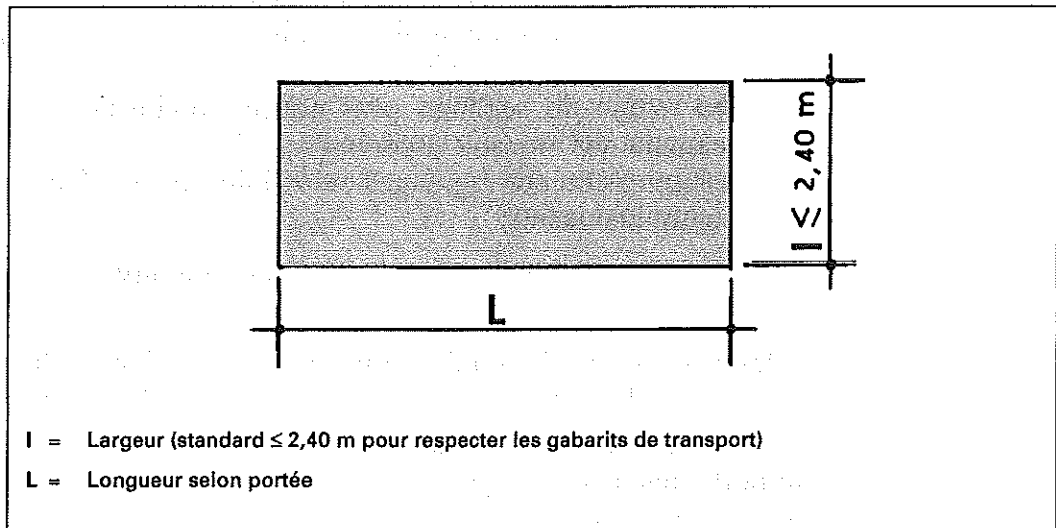
Les armatures utilisées sont des armatures courantes pour béton armé (aciers à haute adhérence), généralement sous forme de treillis soudés en panneaux.

- Prédalles en béton précontraint uniquement fabriquées en usine ou ateliers spécialisés (précontrainte par fils adhérents).

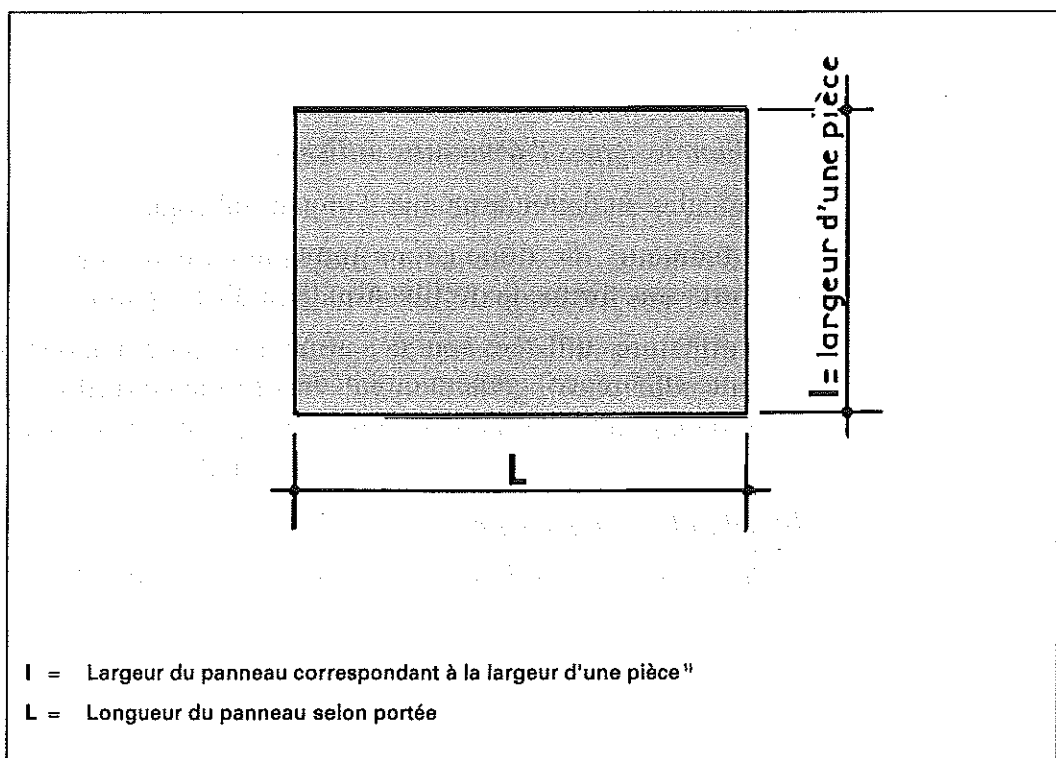
#### *b) Selon leurs dimensions*

Si l'on met à part les éléments de faibles dimensions (de l'ordre de 1,00 m) ou prédallettes, on peut considérer :

## – les prédalles courantes



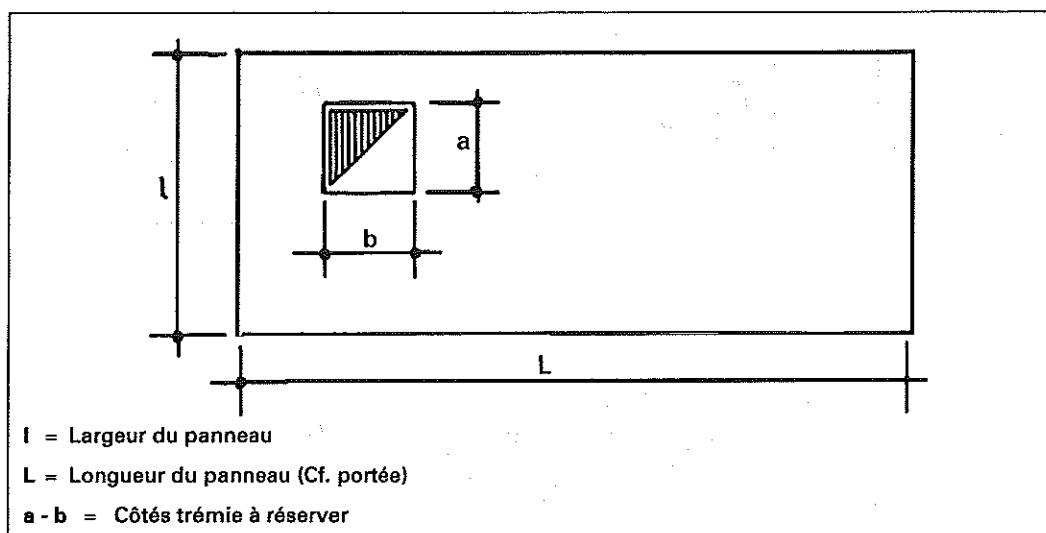
## – les prédalles spéciales



1) La largeur pouvant être  $> 2,40$  m, elle entraîne la préfabrication sur chantier ou nécessite des conditions de transport exceptionnelles dans le cas de fabrication en usine.

*c) Selon des dispositions de préfabrication*

## – Avec réservations de trémie



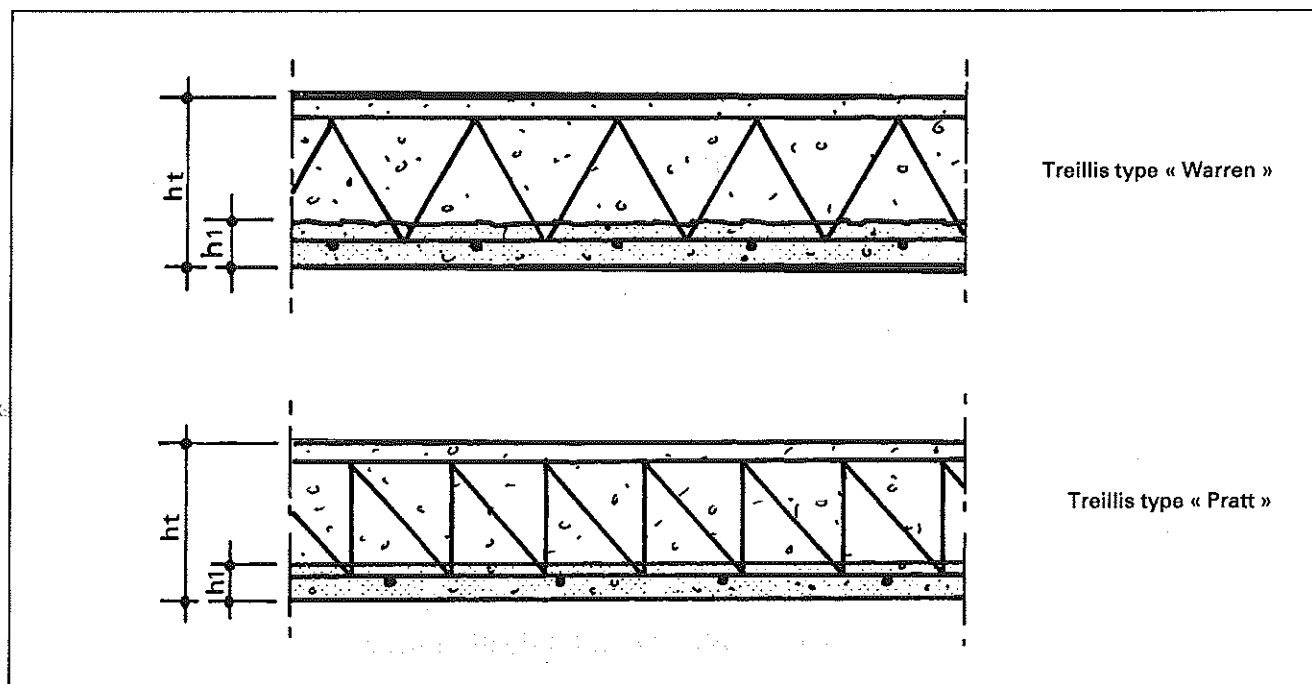
Cette disposition à prévoir à la préfabrication nécessite :

- une implantation précise des réservations ;
- un calepinage des panneaux, c'est-à-dire une découpe en fonction des murs ou poutres appuis et des surfaces de dalles à réaliser ;
- un respect à la pose des dispositions prévues par le calepin.

Ces réservations sont impératives dans le cas des prédalles précontraintes par fils adhérents, tout percement ou découpe ultérieure étant interdit.

– Avec raidisseurs : la flexibilité relative des prédalles en béton armé, surtout pour les grands éléments, nécessite généralement l'incorporation d'armatures en treillis.

Deux types sont utilisés :



Ces treillis servent à la manutention des panneaux et sont noyés dans le béton de complément coulé sur place.

*d) Selon les conditions d'appuis*

- Cas courant : deux appuis (ou flexion dans un seul sens).

Le joint de pose entre deux panneaux consécutifs doit être réduit au strict minimum compte tenu des tolérances de rectitude des bords de panneaux et de largeur des panneaux.

Il est important que les largeurs d'appui soient régulières et  $\geq 2$  cm.

**Dessin**

Plancher avec prédalles : conditions d'appui (cas courant)

C1

- Appuis constitués par des murs ou voiles continus (flexion dans un seul sens).

Les conditions de bonne exécution dépendent du respect des cotes d'exécution et des tolérances admissibles, soit :

- la longueur totale  $L$ , fonction de la portée  $L'$  (préfabrication) ;
- l'espacement réel  $L'$  réalisé sur chantier.



Par ailleurs, le niveau d'arase N des appuis continus est souvent difficile à régler correctement :

- horizontalité ;
- même niveau pour chaque appui. Les calages sont souvent nécessaires.

---

**Dessin**

---

Plancher avec prédalles à appuis constitués par voiles ou murs

C2

---

– Cas particuliers d'appuis

- Appuis panneau sur quatre côtés (contour rectangulaire).

Ce type de prédalles est bien adapté aux prédalles en béton armé. Il est possible d'utiliser des prédalles précontraintes dans un seul sens pour des dalles rectangulaires longues pour lesquelles l'armature :

- de 1<sup>er</sup> lit (sens largeur) est constituée de fils adhérents ;
- de 2<sup>e</sup> lit (sens longueur) est constituée d'aciers pour béton armé (aciers de répartition).

---

**Dessin**

---

Plancher avec prédalles à appui quatre côtés

C3

---

- Appuis panneau sur trois côtés (contour rectangulaire avec un bord libre).

Ce cas particulier, généralement non répétitif, est traité avec des prédalles en béton armé, la précontrainte étant mal adaptée.

Il est important, pour ce type, de respecter le plan de calepinage, notamment lorsqu'il peut y avoir, compte tenu des dimensions et des conditions de flexion, confusion entre les « largeurs » et les « longueurs » des panneaux.

Ces cas particuliers sont peu répandus compte tenu des sujétions de préfabrication et de pose.

---

**Dessin**

---

Plancher avec prédalles à appui trois côtés

C4

---

La dalle est une structure horizontale en béton armé ou en béton précontraint, qui supporte les charges et les transfère aux murs ou aux colonnes. Elle est généralement réalisée en une seule fois, mais peut être réalisée en plusieurs fois, par exemple en utilisant des coffrages mobiles.

La dalle est une structure horizontale en béton armé ou en béton précontraint, qui supporte les charges et les transfère aux murs ou aux colonnes. Elle est généralement réalisée en une seule fois, mais peut être réalisée en plusieurs fois, par exemple en utilisant des coffrages mobiles.

La dalle est une structure horizontale en béton armé ou en béton précontraint, qui supporte les charges et les transfère aux murs ou aux colonnes. Elle est généralement réalisée en une seule fois, mais peut être réalisée en plusieurs fois, par exemple en utilisant des coffrages mobiles.

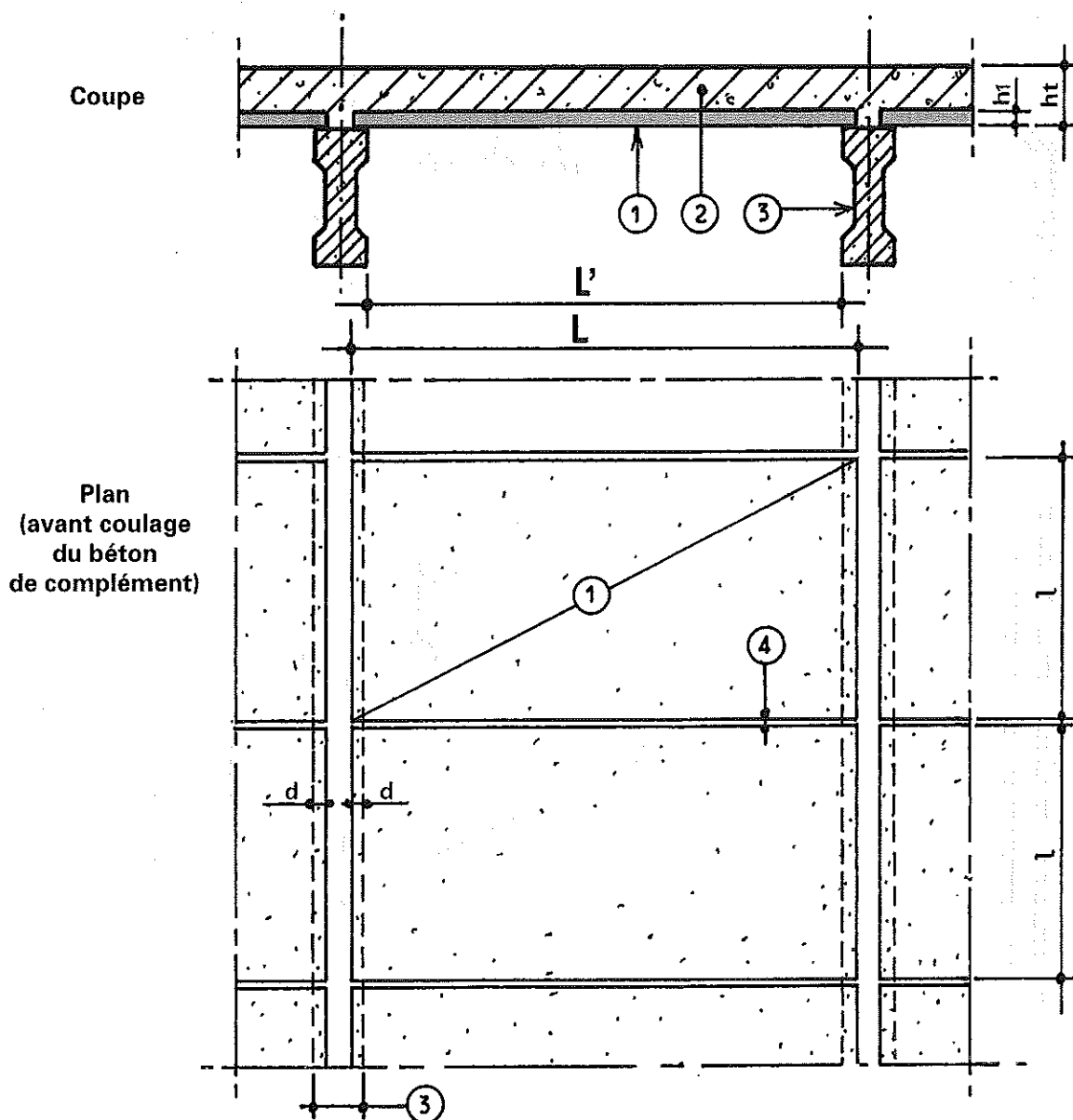
La dalle est une structure horizontale en béton armé ou en béton précontraint, qui supporte les charges et les transfère aux murs ou aux colonnes. Elle est généralement réalisée en une seule fois, mais peut être réalisée en plusieurs fois, par exemple en utilisant des coffrages mobiles.

La dalle est une structure horizontale en béton armé ou en béton précontraint, qui supporte les charges et les transfère aux murs ou aux colonnes. Elle est généralement réalisée en une seule fois, mais peut être réalisée en plusieurs fois, par exemple en utilisant des coffrages mobiles.

La dalle est une structure horizontale en béton armé ou en béton précontraint, qui supporte les charges et les transfère aux murs ou aux colonnes. Elle est généralement réalisée en une seule fois, mais peut être réalisée en plusieurs fois, par exemple en utilisant des coffrages mobiles.

La dalle est une structure horizontale en béton armé ou en béton précontraint, qui supporte les charges et les transfère aux murs ou aux colonnes. Elle est généralement réalisée en une seule fois, mais peut être réalisée en plusieurs fois, par exemple en utilisant des coffrages mobiles.

C1



- ① Panneau de prédalle
- ② Béton de complément coulé sur place
- ③ Appui continu (poutre préfabriquée)
- ④ Joint de pose entre deux panneaux consécutifs

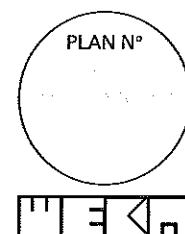
- $d$  = Largeur d'appui
- $L$  = Longueur totale (sens portée) prédalle
- $L'$  = Portée
- $l$  = Largeur de la prédalle ( $\leq 2,40$  m)
- $h_1$  = Epaisseur prédalle
- $ht$  = Epaisseur totale

### Plancher avec prédalles : conditions d'appui (cas courant)

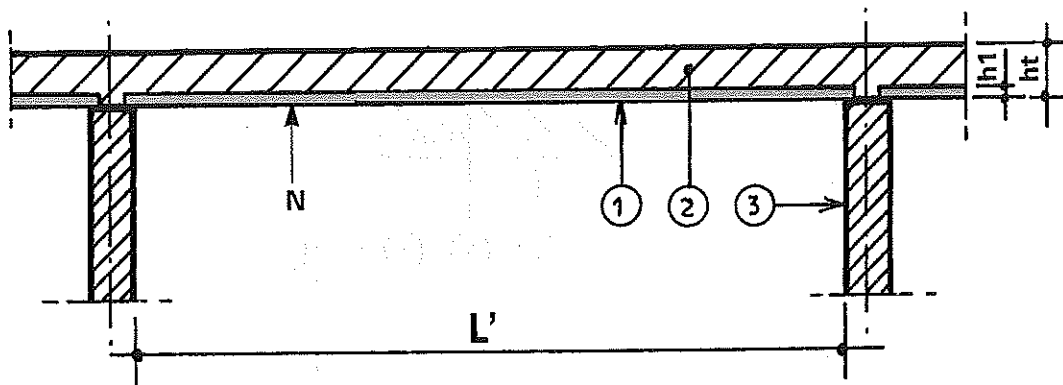
Echelle : –

CABINET

LE

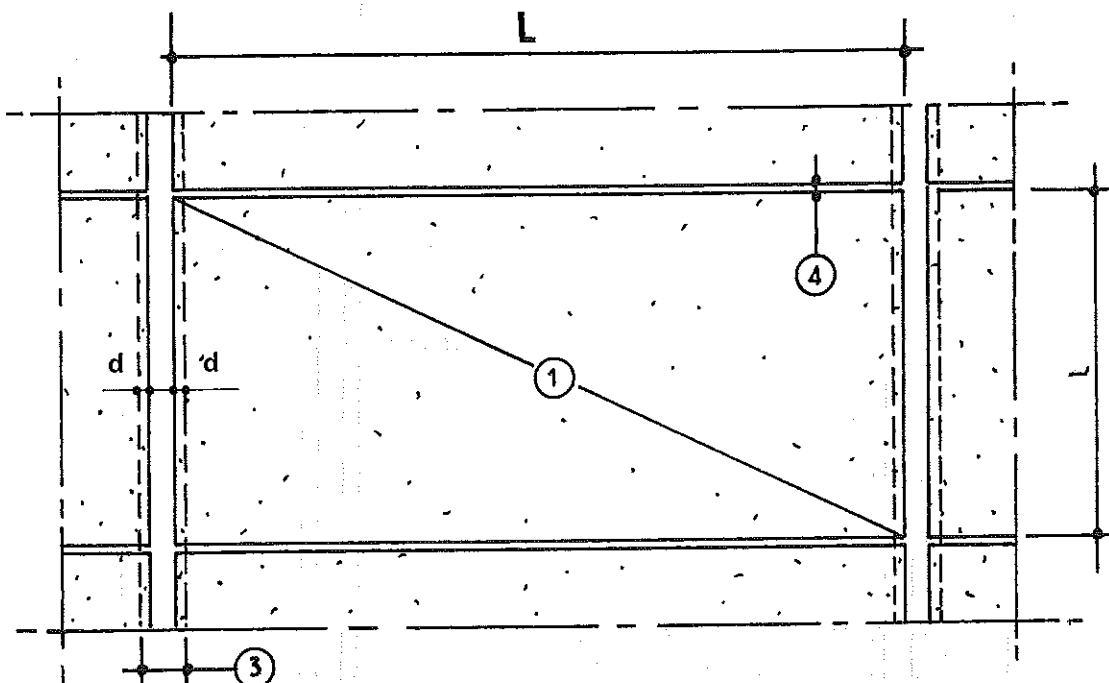


Coupe



C2

Plan



- ① Panneau de prédalle
- ② Béton de complément coulé sur place
- ③ Mur maçonnerie ou voile continu
- ④ Joint de pose entre deux panneaux consécutifs

- $L$  = Longueur totale prédalle (sens portée)
- $l$  = Largeur panneau ( $\leq 2,40$  m)
- $L'$  =  $L - 2 d$  = portée (flexion)
- $d$  = Largeur d'appui
- $h_1$  = Epaisseur prédalle
- $ht$  = Epaisseur totale
- $N$  = Niveau d'arase des appuis

**Plancher avec prédalles à appuis constitués par voiles ou murs**

Echelle : –

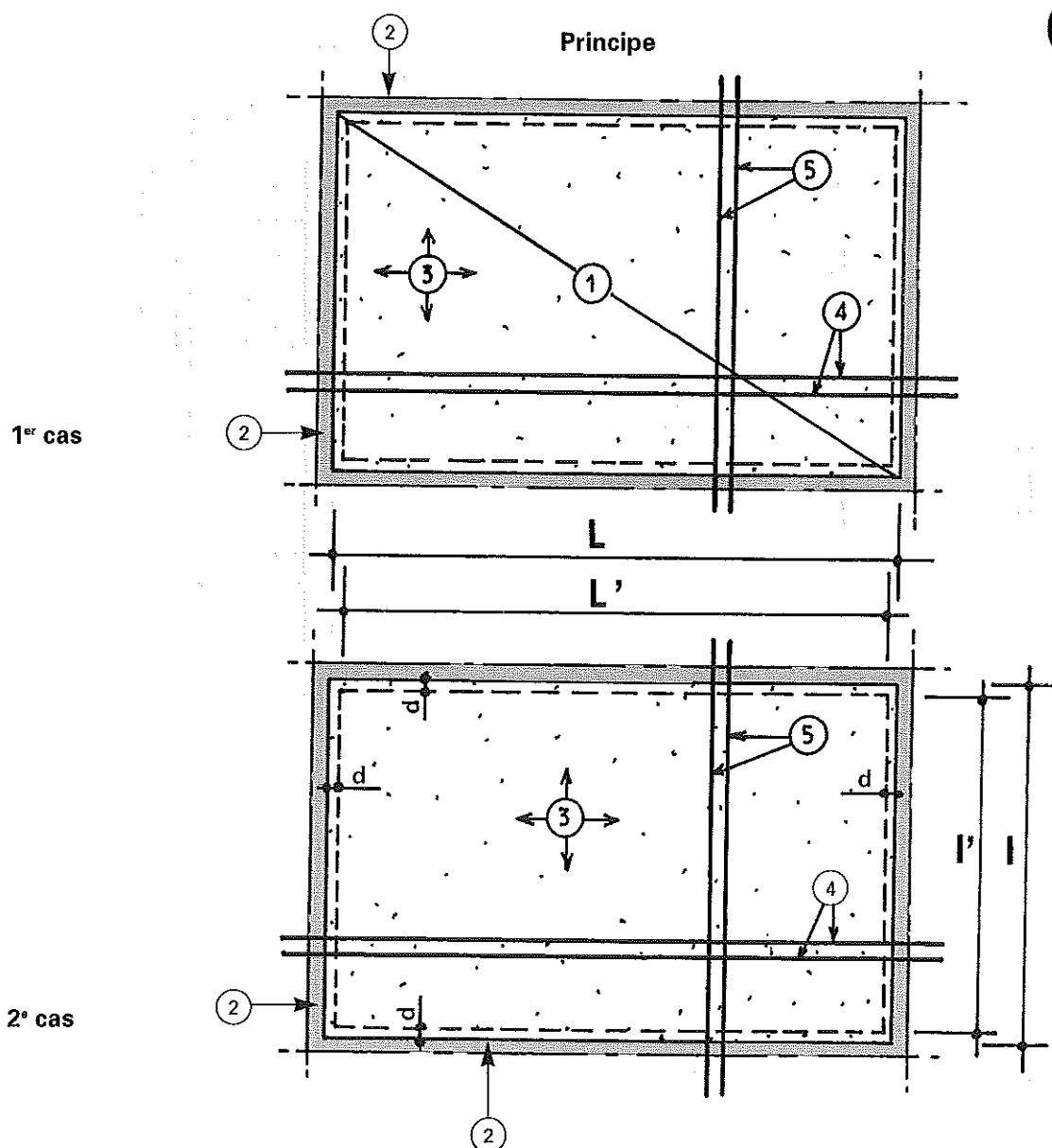
CABINET

LE

PLAN N°



C3



- ① Panneau de prédalle
- ② Contour porteur (mur-voile-poutre)
- ③ Sens porteurs ou de flexion
- ④ Armatures inférieures de 2<sup>e</sup> lit
- ⑤ Armatures inférieures de 1<sup>er</sup> lit

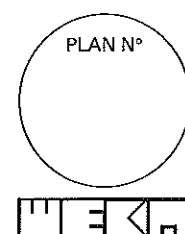
$L$  = Longueur prédalle  
 $L'$  = Portée entre appuis  
 $I$  = Largeur prédalle  
 $I'$  = Portée entre appuis  
 $d$  = Largeur d'appui

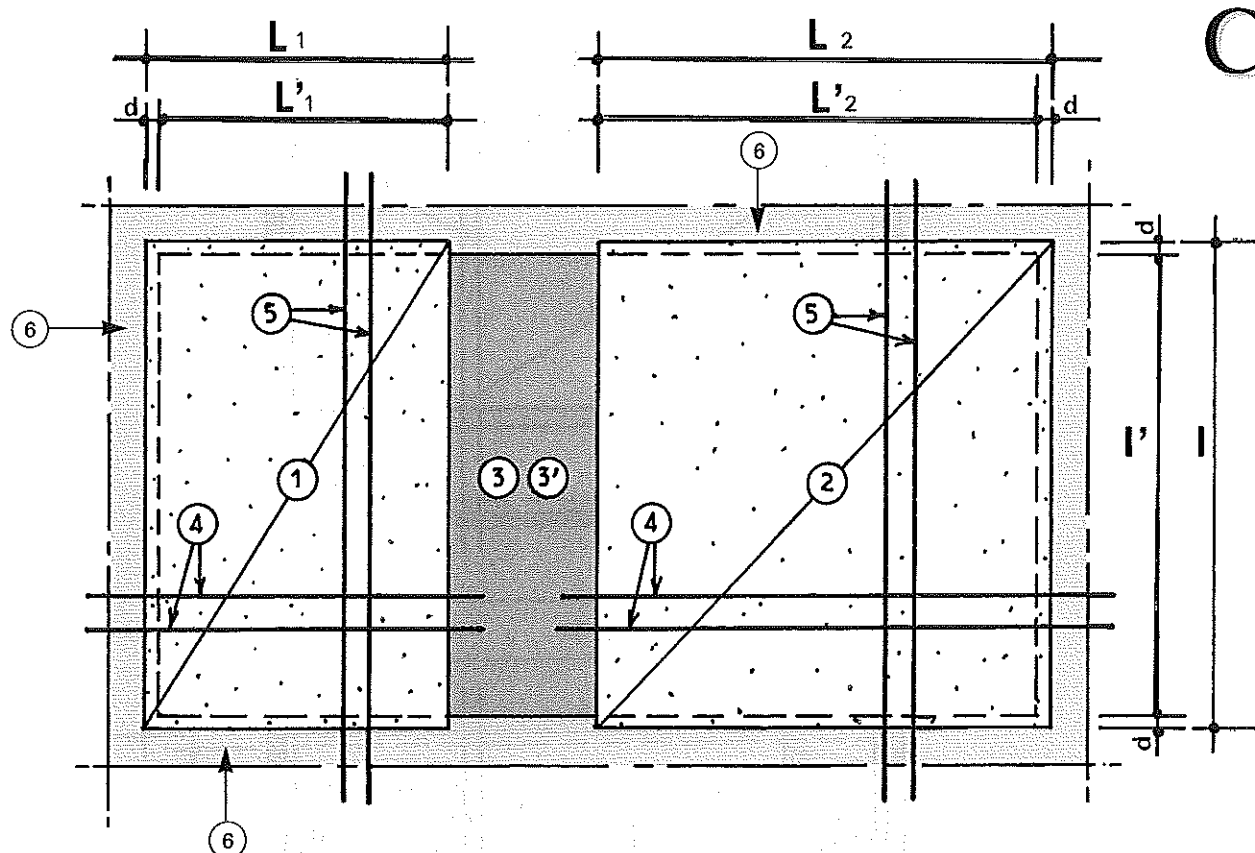
### Planchers avec prédalles à appui quatre côtés

Echelle : –

CABINET

LE





C4

- ① } Panneaux prédalles
- ② }
- ③ Bande coulée sur place (bande pleine)
- ③' Ou zone libre (trémie)
- ④ Armatures de répartition (2<sup>e</sup> lit)
- ⑤ Armatures principales (1<sup>er</sup> lit)
- ⑥ Contour – Appui

- $L_1, L_2$  = Longueurs de panneaux
- $I$  = Largeur totale de panneau ( $\leq 2,40$  m)
- $L'_1, L'_2$  = Largeurs utiles
- $I'$  = Portée utile (flexion)
- $d$  = Largeur d'appui

Plancher avec prédalles à appui trois côtés

Echelle : –

CABINET

LE

PLAN N°



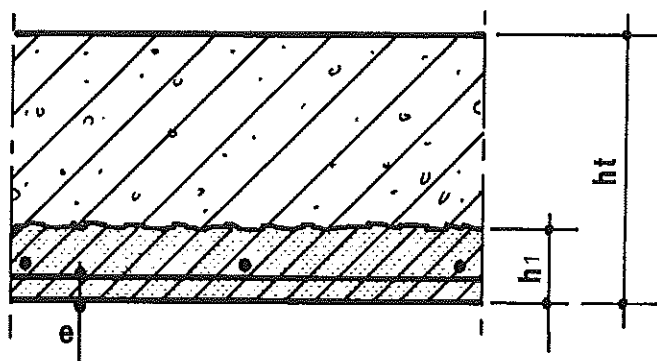
## 4/3.3

# Dispositions communes

### 1. Epaisseur

Les épaisseurs courantes de prédalles doivent correspondre à une valeur minimale de  $h_1 \geq 5$  cm.

Seuls les petits éléments (prédalettes) peuvent descendre à 4 cm.

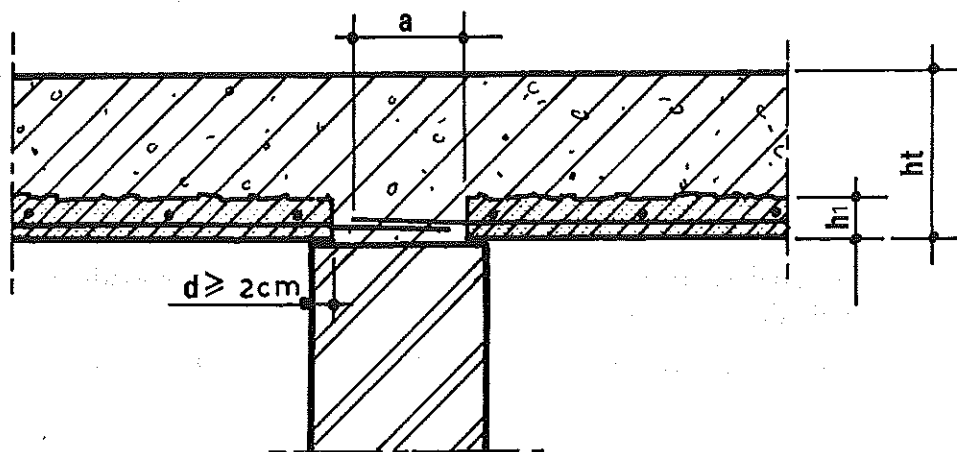


$h_1 \geq 5$  cm  
sauf petits éléments  
( $h_1 \geq 4$  cm)

**ht** = Epaisseur dalle pleine  
**h<sub>1</sub>** = Epaisseur prédalle brute  
**e** = Enrobage minimal des armatures (Cf. conditions d'exposition et stabilité au feu des planchers)

## 2. Largeur des appuis

### a) Appuis sur murs ou voile B.A.

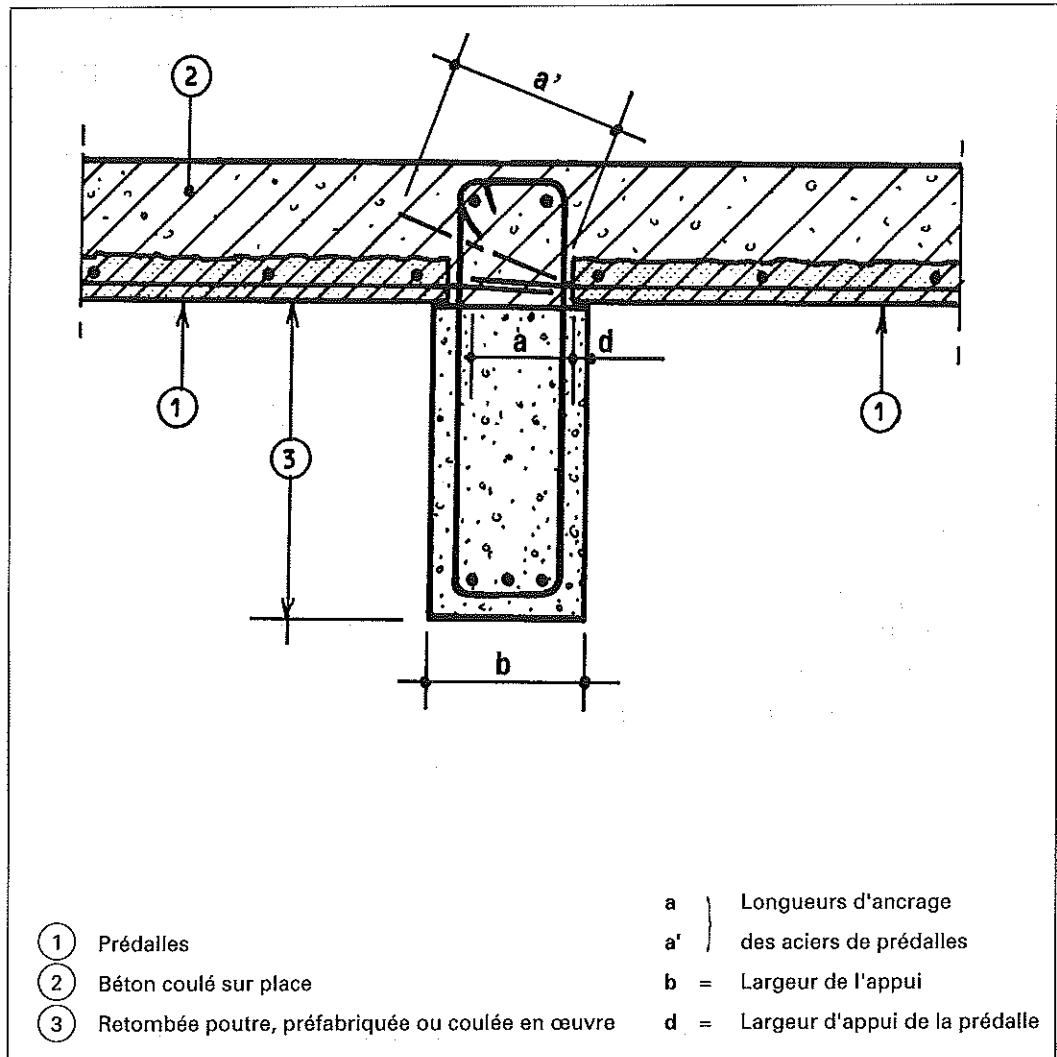


**a** = Longueur d'ancrage des aciers de prédalle  
**d** = Largeur d'appui de la prédalle

**h<sub>1</sub>** = Epaisseur prédalle brute  
**ht** = Hauteur totale de la dalle



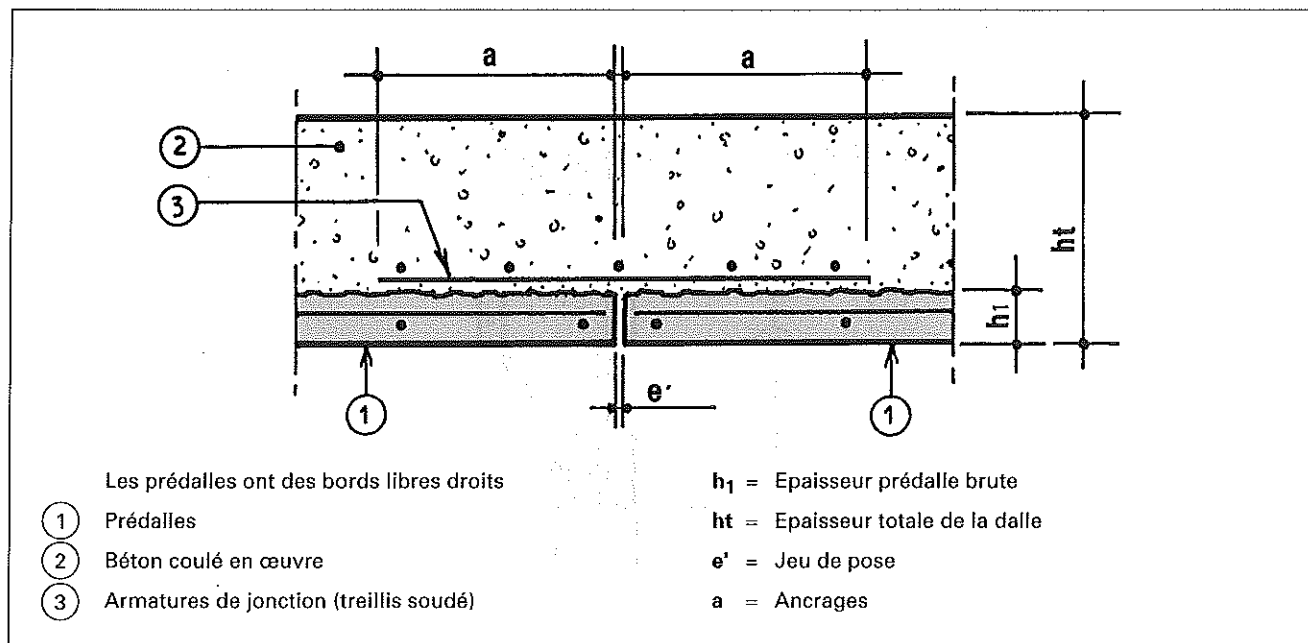
*b) Appuis sur poutre B.A. (ou B.P.), préfabriquée ou non*



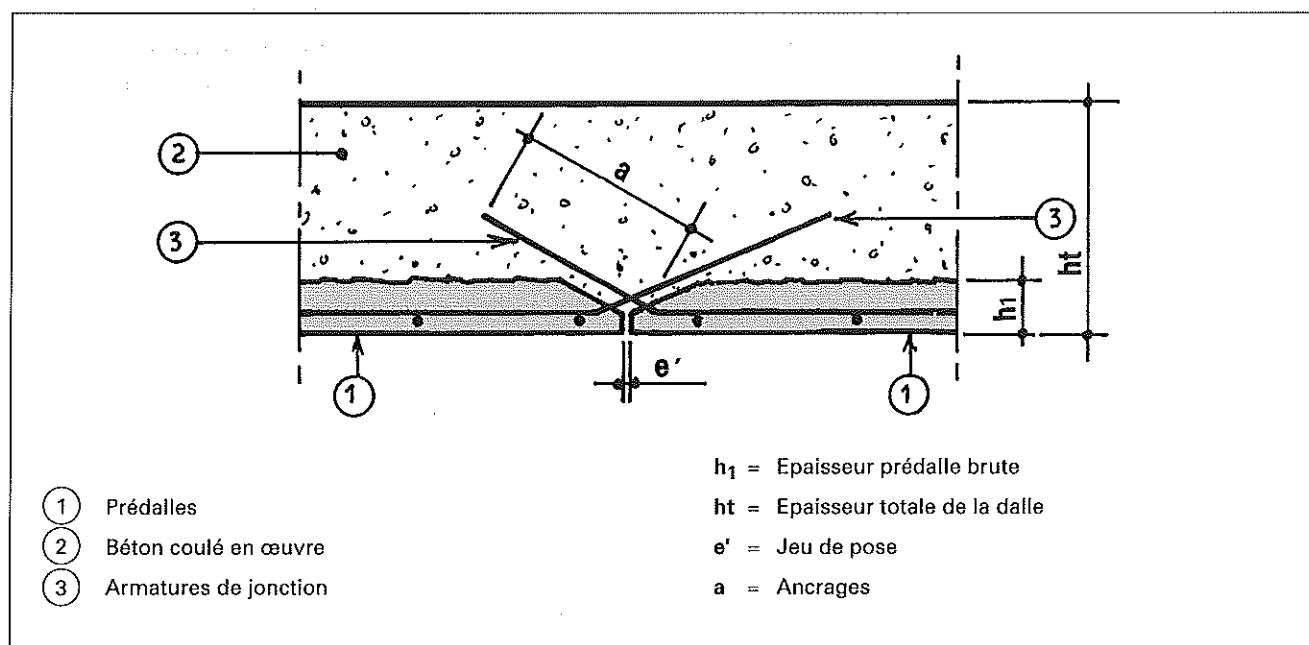
### 3. Joints entre prédalles

a) Joint placé dans l'axe de cloisons de distribution

– 1<sup>er</sup> cas : jonction entre prédalles posées jointives par armatures de couture.



– 2<sup>e</sup> cas : *variante* : les prédalles présentent des bords avec aciers en attente (bords chanfreinés).



– 3<sup>e</sup> cas : schéma d'ensemble avec armatures ancrées.

---

**Dessin**

---

Joints entre prédalles – 1<sup>er</sup> cas : au droit des cloisons  
de distribution (schéma d'ensemble)

C5

---

*b) Joint placé au droit de cloisons partielles ou en dehors de cloisons (restant apparent partiellement ou totalement après pose des prédalles).*

---

**Dessin**

---

Joints de prédalles – 2<sup>e</sup> cas : cloisons partielles ou pas de cloison

C6

---

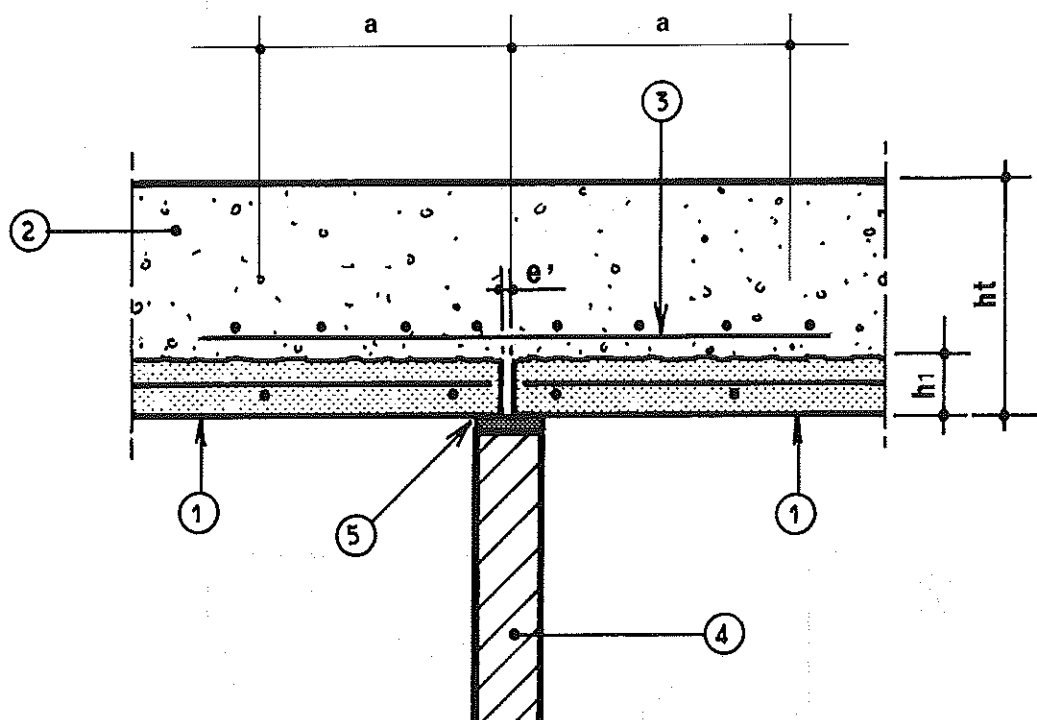
Ce cas se présente couramment et nécessite le traitement du joint à l'aide de produits spéciaux.

Néanmoins, ce joint risque de réapparaître ultérieurement par suite de la difficulté d'aligner au même niveau les sous-faces de prédalles (désaffleurement), et plus particulièrement avec les prédalles précontraintes par suite des phénomènes de fluage et de relaxation différentiels qui induiront une fissure au droit du joint.

*Remarques :* la jonction par armatures entre prédalles consécutives correspond aux dispositions précédentes, mentionnées sur le dessin C5.



C5



- ① Prédalles
- ② Béton coulé sur place
- ③ Armature de liaison
- ④ Cloison de distribution, non-porteuse, continue
- ⑤ Joint de calfeutrement (plâtre par exemple)

$e'$  = Joint de pose prédalles  
 $a$  = Ancrages armatures liaison  
 $h_1$  = Epaisseur prédalles  
 $ht$  = Epaisseur dalle pleine brute

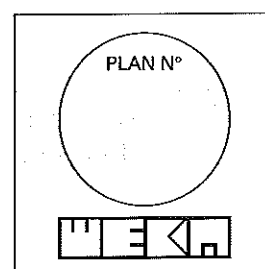
### Jointes entre prédalles

1<sup>er</sup> cas : au droit de cloisons de distribution (schéma d'ensemble)

Echelle : -

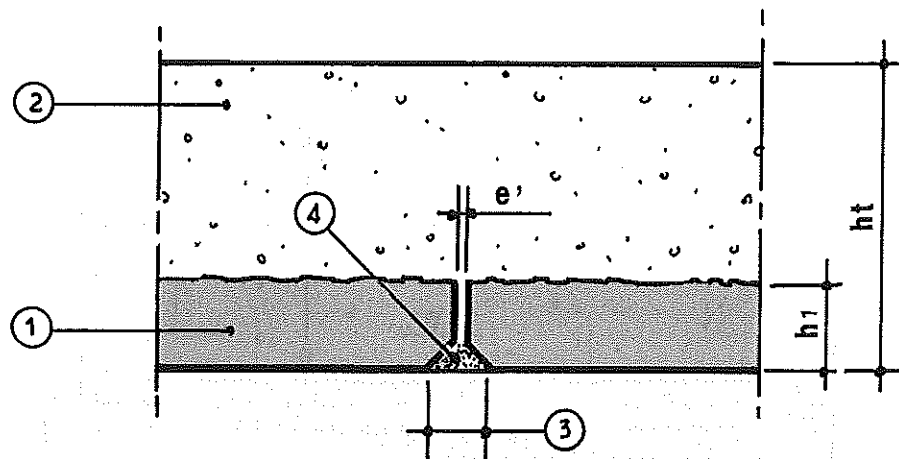
CABINET

LE

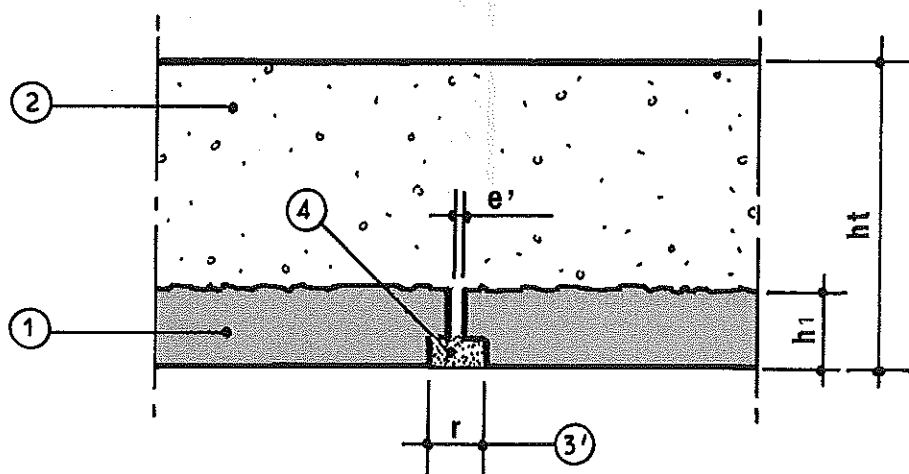


## Dispositions de joint (prédalle)

C6



Par chanfrein



Par rainure

**Nota :** Les jonctions par armatures des prédalles suivent les mêmes règles et dispositions que celles indiquées en C5

- ① Prédalle
- ② Béton coulé en œuvre
- ③ Réserve type chanfrein
- ③' Réserve type rainure (r)
- ④ Produit de ragréage

ht = Hauteur totale dalle pleine

h<sub>1</sub> = Epaisseur prédalles

e' = Jeu de pose des panneaux

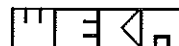
**Joints entre prédalles****2° cas : cloisons partielles ou pas de cloison**

Echelle : -

CABINET

LE

PLAN N°



## 4/5

# Planchers en bois

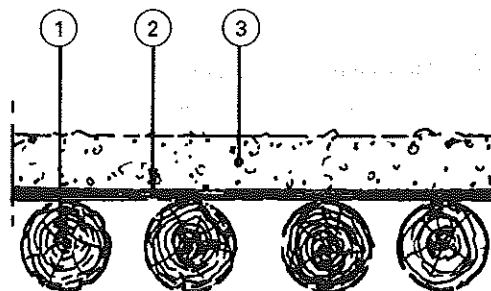
## 4/5.1

# Définitions – Principes

### 1. Historique rapide

Les planchers en bois sont, avec les voûtes et les dalles en pierre porteuse, les ouvrages les plus anciens réalisés pour la constitution d'aires horizontales intermédiaires.

Comme pour les ouvrages en maçonnerie, les éléments constitutifs sont des *matériaux naturels* utilisés sous forme de pièces brutes (troncs d'arbres) non équarris, complétés par un platelage constitué d'éléments plus légers (joncs, roseaux et terre corroyée).



Disposition ancienne de plancher en bois

- ① Élément porteur troncs d'arbres semi-jointifs
- ② Platelage végétal (joncs, roseaux)
- ③ Terre corroyée

Ce type d'ouvrage est encore utilisé de nos jours dans les régions reculées où l'on utilise exclusivement les ressources naturelles.

## 2. Définition générale

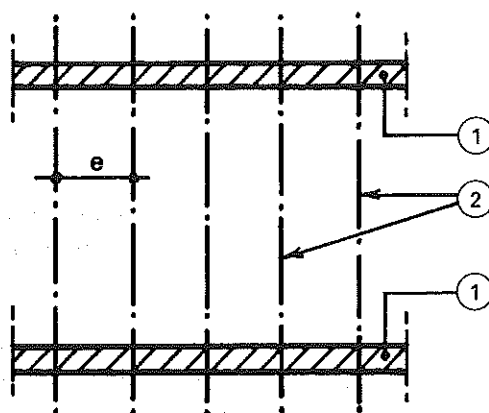
Un plancher est une paroi horizontale constituant le sol d'un niveau intermédiaire ou d'un étage d'une construction.

Il est essentiellement composé d'éléments porteurs (poutres ou solives) qui doivent résister à la flexion sous l'effet des charges (permanentes ou d'exploitation).

## 3. Principes

Pour des raisons évidentes d'économie et de poids, les éléments porteurs sont rarement jointifs.

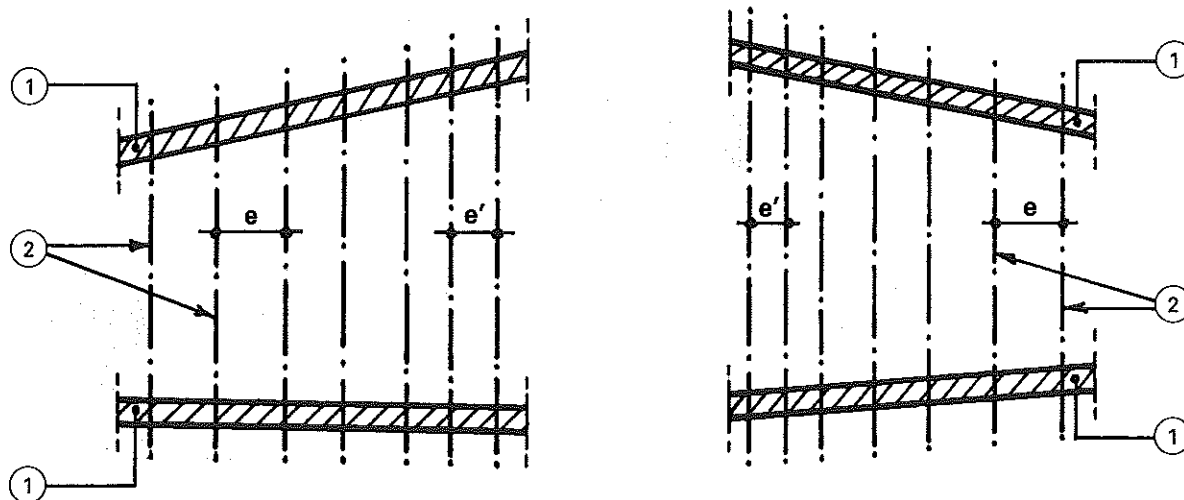
Ils sont disposés parallèlement entre eux et généralement perpendiculairement aux lignes d'appui. Celles-ci peuvent être non perpendiculaires aux éléments porteurs lorsque ceux-ci ont une portée variable.



Disposition courante des éléments porteurs d'un plancher

- ① Murs ou refends porteurs
- ② Solives ou poutres (parallèles)
- e = Espacement des éléments porteurs





Dispositions non courantes (appuis non parallèles)

- (1) Murs ou refends porteurs  
 (2) Solives ou poutres (parallèles)  
 $e, e' =$  Variables

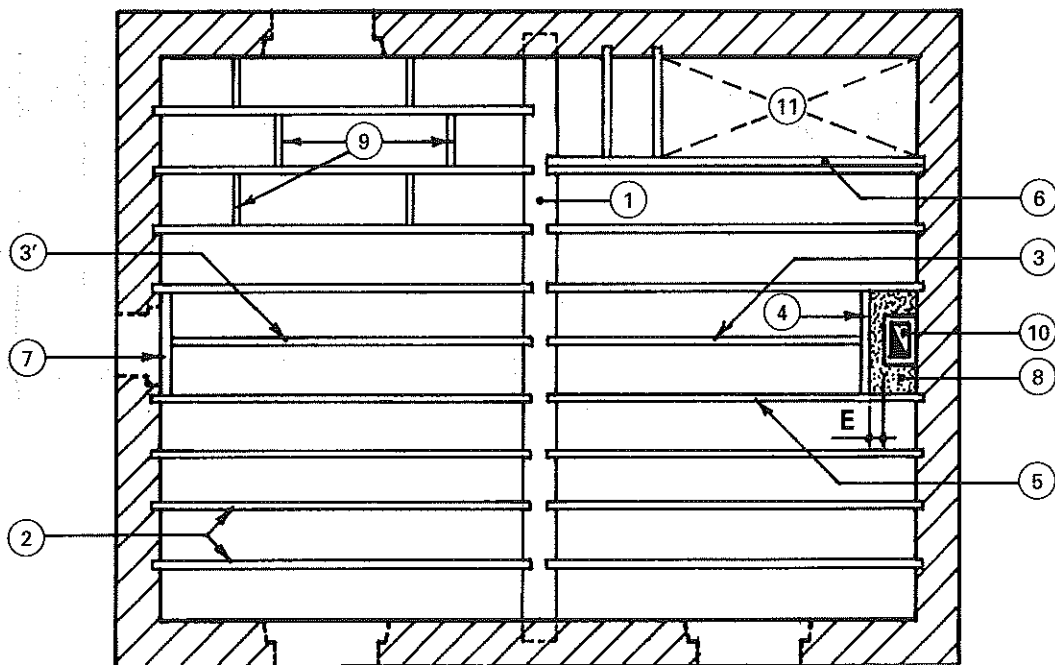
Le principe de pose des éléments porteurs correspond toujours à la mise en place de ces éléments de manière à ce que leur portée soit minimale.

On peut également faire varier l'écartement des éléments porteurs de manière à ce que les charges appliquées restent acceptables en fonction des portées.

Lorsque les portées entre appuis deviennent trop importantes, le système précédent dit à « travure simple » ne peut plus être utilisé.

Il doit être remplacé par le système dit à « travure composée », comprenant :

- une poutraison principale composée d'une ou plusieurs poutres parallèles appuyées sur les murs principaux (généralement au-delà de 5 m de portée principale) ;
- les éléments intercalaires entre solives de la poutraison secondaire.



Disposition courante d'un plancher en bois

- |      |                                     |     |                    |
|------|-------------------------------------|-----|--------------------|
| ①    | Poutre principale                   | ⑦   | Linçoir            |
| ②    | Solives (poutraison secondaire)     | ⑧   | Remplissage plâtre |
| ③ ③' | Solives interrompues                | ⑨   | Etrépillons        |
| ④    | Chevêtre                            | ⑩   | Conduit de fumée   |
| ⑤    | Solive d'enchevêtre                 | ⑪   | Trémie d'escalier  |
| ⑥    | Solive doublée pour trémie escalier | E = | Ecart de feu       |

#### 4. Ouvrages particuliers

Des ouvrages particuliers ou enchevêtrures interrompent les éléments de poutraison secondaire :

- au droit des conduits de cheminée ;
- au droit des ouvertures extérieures (linçoirs) afin d'éviter de charger les linçaux de baies de façades pouvant être eux-mêmes réalisés en bois.

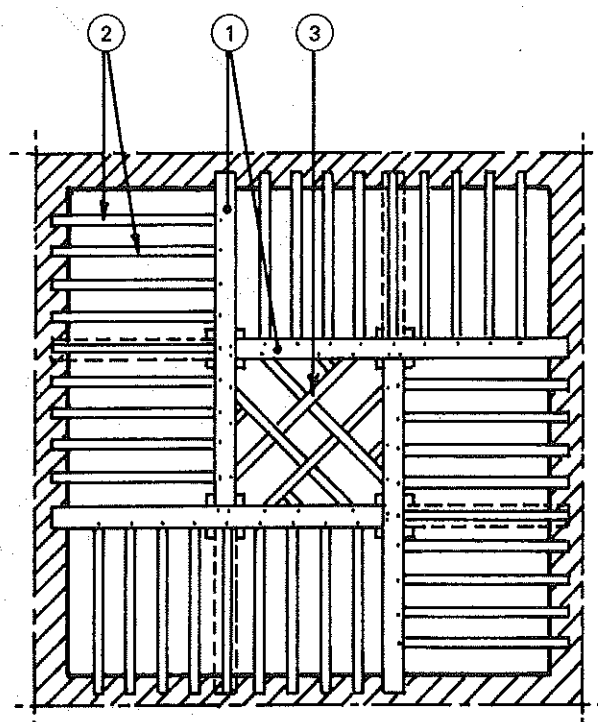
La pièce de report (chevêtre ou linçoir) effectue le transfert des charges transmises par les éléments porteurs interrompus, près des appuis des éléments porteurs voisins, sans incidence sur la flexion de ces derniers.

Dans le cas de trémies importantes (exemple : cage d'escalier), il peut être nécessaire de doubler l'élément porteur en bordure de trémie.

### 5. Dispositions particulières – Cas d'un plan carré

Lorsque la surface à couvrir correspond à un plan carré, on peut disposer les éléments porteurs de manière à ce que le contour carré soit utilisé comme appui :

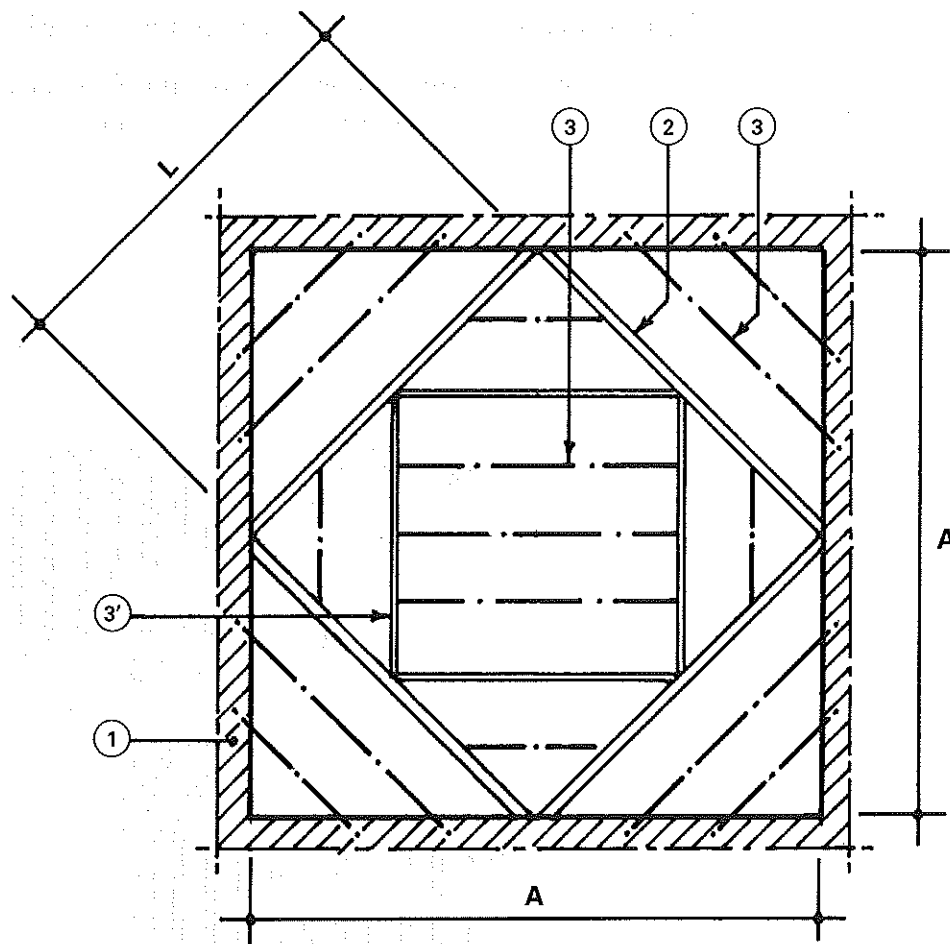
– soit, pour des raisons esthétiques (plancher à la Serlio) et effet décoratif du plancher vu en sous-face :



**Plancher à la Serlio**

- ① Poutres principales
- ② Solives ou poutraison secondaire
- ③ Poutraison secondaire centrale

– soit, pour des raisons pratiques (éléments porteurs de longueur insuffisante) :



Dispositions particulières (plan carré)

- ① Contour – Appui continu
- ② Poutres principales. Portée  $L < A$
- ③ ③' Poutres secondaires

Des éléments secondaires sont nécessaires pour réaliser l'ensemble de la structure porteuse.

## 6. Remarques

Les dispositions énumérées aux chapitres suivants correspondent à des ouvrages traditionnels.

Certaines techniques anciennes sont mentionnées, car elles peuvent être utiles en cas de travaux de réhabilitation.

## 4/5.2

# Eléments constitutifs

---

## 4/5.2.1

# Eléments porteurs

---

### 1. Eléments porteurs principaux

*a) Bois bruts ou grumes et billes, troncs d'arbres abattus, ébranchés avec écorce et aubier*

Ces éléments sont rarement posés tels quels.

Lorsqu'ils ne sont pas équarris ou débités, ils sont débarrassés de leur écorce et aubier (billes).

Ils sont rarement utilisés sous cette forme pour les constructions courantes.

*b) Bois débités ou équarris (bois de charpente)*

Les bois courants massifs de construction sont généralement des résineux (cf. chapitre 4/5.3).

Les sections courantes sont normalisées.

Pour les poutres de section importante, les dimensions de sciage peuvent varier d'une région à une autre.

Le tableau situé en 4/5.3 donne les sections standardisées. Les autres sections établies à la demande des utilisateurs correspondent aux produits dits « sur liste » par distinction avec les précédents.

Il s'agit de sections commerciales de sciages avivés, couramment pratiquées dans les scieries françaises de résineux. Ces dimensions sont données pour des bois dont l'humidité de référence est de 20 %. Cette valeur correspond à la base des transactions et non aux critères d'utilisation.

Les bois courants utilisés pour la réalisation des planchers correspondent aux désignations suivantes :

	Cotes en mm	
– madriers :	105 x 225	
	75 x 225	
	75 x 205	
– bastaings :	65 x 185	
	65 x 165	
	55 x 155	
– chevrons :		
• résineux :	75 x 105	
	75 x 65	
	75 x 55	
	65 x 55	
• chênes :	90 x 90	
	65 x 65	
	55 x 55	
– planches (lorraines) :	35 x 305	
	26 x 305	
– planchettes feuilletés :	26 x 225	
	18 x 225	
	15 x 225	
	22 x 222	
– frises (parquets) :	22 x 155	26 x 105
	18 x 155	
	15 x 155	
– voliges (parquets) :	26 x 105	
	18 x 105	(12 x 105) <sup>1)</sup>

**Nota :**

– ces valeurs des sections débitées correspondent aux bois indigènes et tropicaux avant corroyage (dressement des pièces de bois). Les bois du nord (résineux) ont des mesures distinctes déduites de la valeur du pouce (25 mm) ;

– longueurs des pièces : pour les lots de sciage de résineux français :

• sapin, épicéa, pin Douglas : de 2 à 12 m (de 0,50 en 0,50 m) ;

• autres résineux :

– 2,10 à 3 m (de 0,30 en 0,30 m) ;

– 3 m et > (de 0,33 en 0,33 m avec possibilité de découpe de 0,50 en 0,50 m).

– tolérances dimensionnelles (sections) :

(D'après NF B 53-100 de juillet 1988, et pour des sciages à 20 % d'humidité.)

- 1 mm  
+ 3 mm } pour dimensions ≤ 100 mm

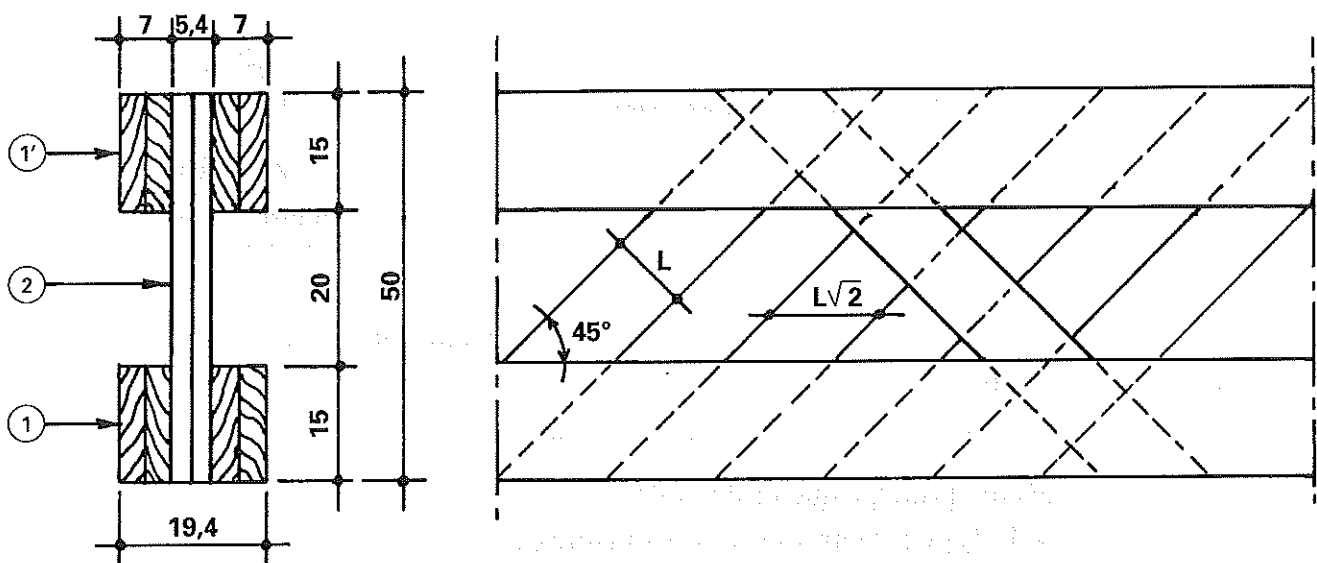
1) Non utilisable en plancher.

- 1 mm  
+ 4 mm } pour dimensions > 100 mm

### c) Poutres composites

Ces éléments porteurs sont des composites réalisés à partir de planches ou de panneaux, généralement en atelier artisanal.

– Type courant :



**Poutre composite en I**

Cotes en cm

- ① ①' Membrures haute et basse, 4 planches de 35 x 150 mm assemblées par clouage  
② Ame : 2 cours de planches de 27 mm croisées (inclinées à 45°) par rapport à l'horizontale  
L = Largeur des planches

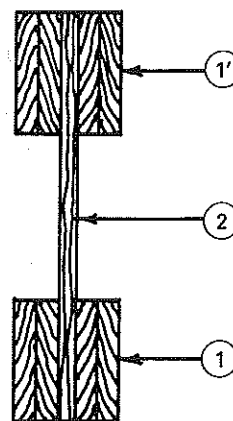
Poutre de hauteur  $H = 500$  mm en forme de I, composée :

- d'une âme double en planches de 27 mm d'épaisseur, inclinées à 45° sur l'horizontale et croisées ;
- d'une membrure inférieure et d'une membrure supérieure comportant chacune 4 planches de 35 x 150 mm. Assemblage par clous.

– Type variante :

Cotes en cm

- ① ①' Membrures haute et basse, 4 planches de 35 x 150 mm assemblées par clouage
- ② Ame constituée de contre-plaqué multiplis



**Poutre composite en I (variante)**

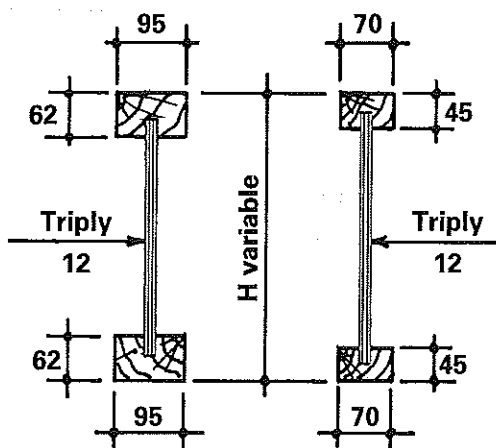
L'âme est remplacée par un contre-plaqué multiplis simple, ou double de préférence.

*d) Autres poutres composites industrialisées*

Même principe que ci-dessus :

– 1<sup>er</sup> type : Poutralpha (Isoroy) Isorex :

Poutre composite en I constituée d'une âme en triply (panneau reconstitué à partir de grosses particules de bois orientées) (3 couches), et de deux membrures en bois massif (assemblage par collage structurel).



**Poutralpha**

Cotes en mm

La gamme des produits est assez étendue (longueurs de 5 à 12 mètres). Se reporter à cet effet au tableau d'utilisation pour planchers.



En fonction des types de poutres et des hypothèses de charges permanentes et surcharges (exploitation), les portées admissibles sont déterminées pour :

- une pose sur 2 appuis simples ;
- une flèche de 1/400 de la portée.

**Plancher, portée admissible : pose sur 2 appuis – flèche : 1/400**

Hypothèses de calcul		Habitation			Bureau			Stockage léger		
Charges		Panneau plancher : 15 kg/m <sup>2</sup> Cloison légère : 25 kg/m <sup>2</sup> Plafond : 15 kg/m <sup>2</sup>			Panneau plancher : 20 kg/m <sup>2</sup> Cloison légère : 25 kg/m <sup>2</sup>			Panneau plancher : 20 kg/m <sup>2</sup>		
Surcharges d'exploitation		NF P 06-001 : 150 kg/m <sup>2</sup>			NF P 06-001 : 250 kg/m <sup>2</sup>			Stockage : 350 kg/m <sup>2</sup>		
Charge totale dont charges permanentes		205 kg/m <sup>2</sup> 42 % soit 85 kg/m <sup>2</sup>			295 kg/m <sup>2</sup> 100 %			370 kg/m <sup>2</sup> 100 %		
Contreflèche de fabrication		Non			Non			Oui Maxi 1/600 sous réserve d'une déformation totale maxi de 1/400		
Entraxe solives		40	50	60	40	50	60	40	50	60
Section	Hauteur poutre	Portée admissible (cm)			Portée admissible (cm)			Portée admissible (cm)		
70 x 45	225	430	403	378	351	323	301	395	360	340
	255	484	449	421	394	361	337	434	405	374
	295	547	507	476	443	409	382	491	459	426
	360	643	597	561	523	483	452	576	538	500
95 x 62	255	544	504	472	438	403	375	490	456	422
	285	601	557	523	486	447	417	543	498	470
	325	673	625	587	546	503	470	609	560	528
	390	783	728	684	638	589	551	713	658	614
	490	940	875	824	769	711	666	855	791	740
Ce tableau de portée admissible a été établi en conformité avec la réglementation en vigueur. La mise en œuvre sera conforme aux règles de l'art : appuis, conditions d'appuis, raidisseur, entretoisement, etc.										

(D'après documentation Isorex/Isoroy)

Nota :

ces éléments porteurs peuvent être fabriqués avec une contreflèche.

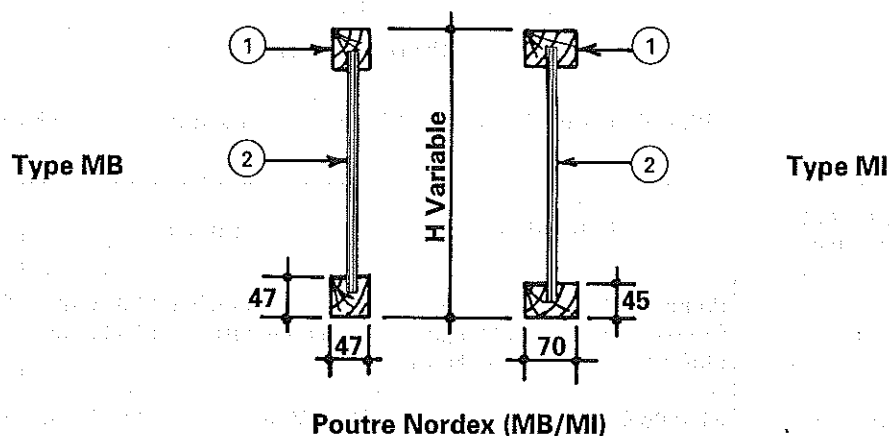
Les avantages (non négligeables) sont le gain de poids propre (40 % moins lourd que le bois massif) et la possibilité de franchir des portées importantes.

– **2<sup>e</sup> type** : poutre Nordex (fabricant : Masonite) :

Système analogue au précédent.

Poutre composite bois constituée de deux membrures en épicea de Suède et d'une âme en panneau de fibres dures.

L'assemblage est fait à la colle résorcine.



Cotes en mm

- ① Membrures haute et basse en épicéa de Suède
- ② Ame en panneau de fibres dures

- âme : épaisseur 8 mm ;
- deux types de poutres :
  - \* MB :
    - membrures 47 x 47 mm ;
    - hauteurs : 200, 220, 250, 300, 350 et 400 mm ;
  - \* MI :
    - membrures 70 x 45 mm ;
    - hauteurs : 200, 220, 250, 300, 350, 400, 450, 500 et 550 mm ; 15,00 m ;
- longueurs : jusqu'à 15 m (Avis Technique n° 3/91-218).

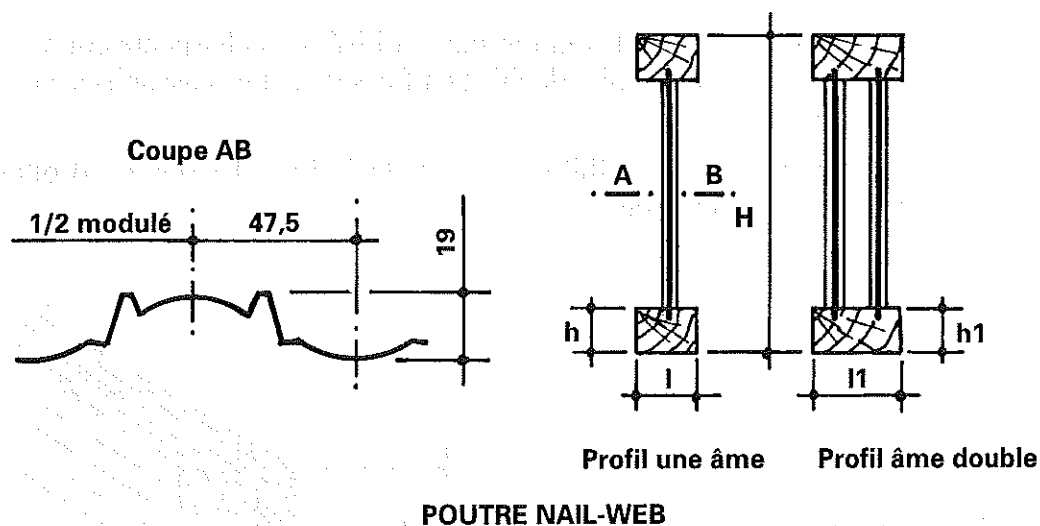
Les conditions d'utilisation sont définies dans l'ATec ci-dessus.

Les flèches doivent être majorées des valeurs suivantes, pour tenir compte de l'effort tranchant :

- 10 % pour les poutres ayant  $L/H > 18$  ;
- 15 % pour les poutres ayant  $L/H$  compris entre 15 et 18 ;
- 20 % pour les poutres ayant  $L/H < 15$ .

(L portée – H = hauteur totale de la poutre.)

### 3° type : poutre Nail-Web :



Cotes en mm

Poutre composite comprenant :

- deux membrures (haute et basse) en bois résineux raboté et traité ;
- une âme simple ou double en acier galvanisé profilé (épaisseur : 5/10 mm) prélaqué ou en acier inoxydable (Avis Technique n° 3/91-219) ;
- éléments de hauteur totale variant de 220 à 470 mm ;
- longueurs courantes : jusqu'à 12 m ;
- sections de membrures (h et l) variant selon la hauteur des poutres (cf. tableau suivant).

Poutre à une âme			Poutre à âme double		
H	h	l	H	h1	l1
150	36	72	—	—	—
200	46	97	200	46	97
250	62	122	250	62	122
300	62	148	300	62	148
350	62	148	350	62	148

Cotes en mm

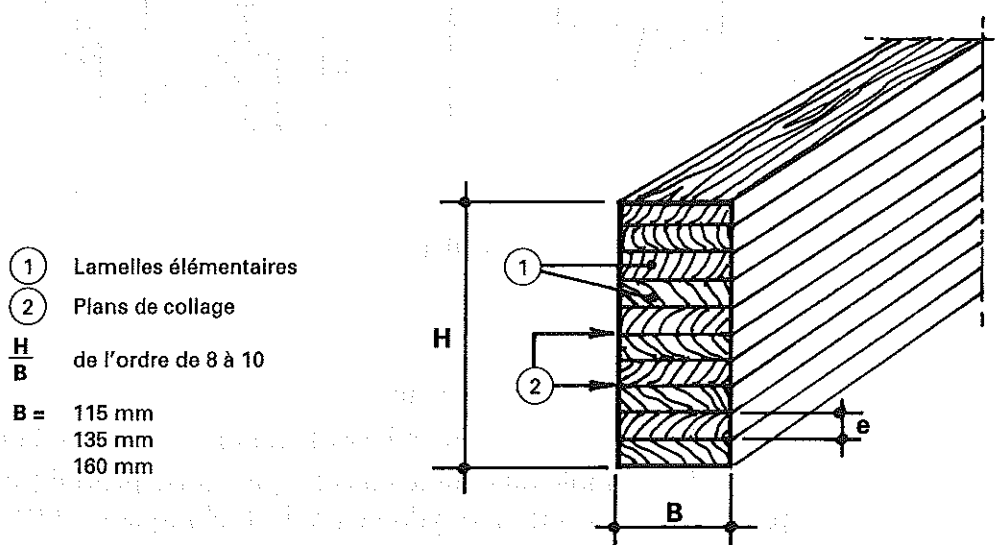
#### e) Autres matériaux de structure à base de bois

– **Lamellés-collés** : les poutres en bois lamellé-collé (LC) sont des pièces massives reconstituées à partir de lamelles de bois de dimensions relativement réduites par rapport à celles de la pièce, et assemblées par collage. Ces lamelles sont disposées de telle sorte que leurs fils soient parallèles.

Il est possible d'utiliser toutes les essences de bois, à condition de vérifier la compatibilité de la colle.

Ces poutres ont été et sont rarement utilisées en charpente courante pour réaliser des éléments droits fléchis (sauf cas de pannes associées à des portiques ou arcs en LC).

Compte tenu des possibilités de cette technique, les poutres droites sont relativement peu utilisées.



Principe poutre bois lamellé-collé

Des études récentes de lamellé-collé avec du bois de peuplier devraient permettre le développement de cette technique.

D'autres études (CTBA) ont été faites dans le domaine du LC avec une colle expansible dite « colle moussante », qui devraient permettre de réaliser des économies de coût et favoriser également le développement ;

– *Lamibois* : il s'agit d'un procédé de reconstitution d'un bois massif à l'aide de lamelles de faible épaisseur obtenues par tranchage de bois de petit diamètre collées entre elles. Les produits obtenus sous forme d'éléments de longueur type profilé ou de produits de surface type plateau, sont de constitution homogène, où les défauts caractéristiques d'un bois massif sont répartis dans les lamelles.

Le collage aléatoire des lamelles les unes par rapport aux autres, contrarie les phénomènes de retrait ;

– *Parallam* : produit nouveau provenant des USA et du Canada ; il est constitué à partir des feuilles de bois déroulé, fragmentées.

Ce produit est particulièrement adapté aux poutres droites, mais son implantation en Europe paraît encore difficile.

## 2. Eléments porteurs secondaires

Pour ces éléments, on n'utilise que les bois débités ou équarris.

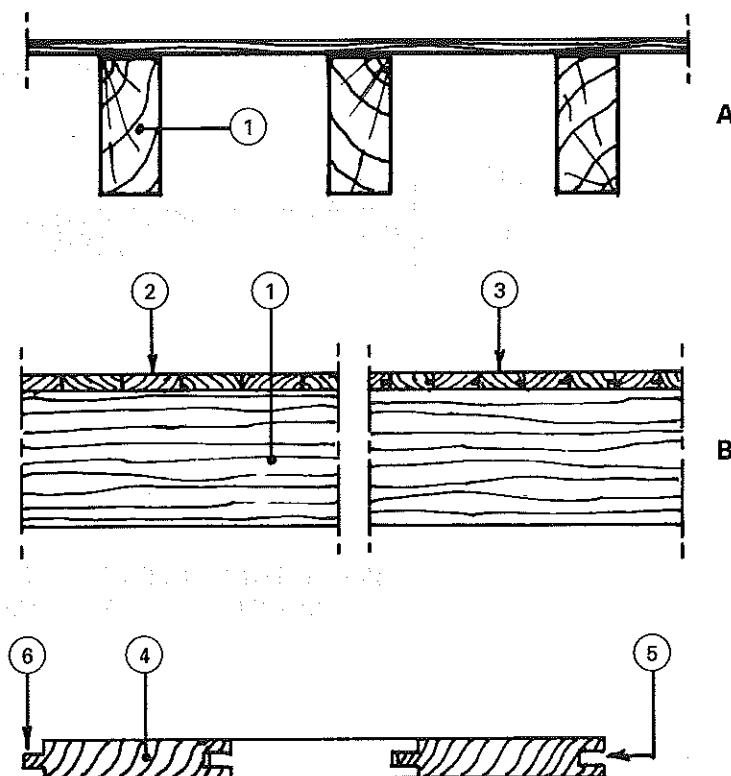
Les portées généralement réduites de ces éléments ne nécessitent pas l'utilisation de poutres composites.

## 3. Eléments intercalaires

Les éléments porteurs principaux ou secondaires constitués par les solives sont posés avec un écartement de l'ordre de 0,35 à 0,40 m.

Autrefois, les solives étaient grossièrement équarries et l'espacement était de l'ordre de 0,12 à 0,20 m, c'est-à-dire du même ordre que la largeur des solives.

### a) Simple platelage



Plancher à solives et platelage

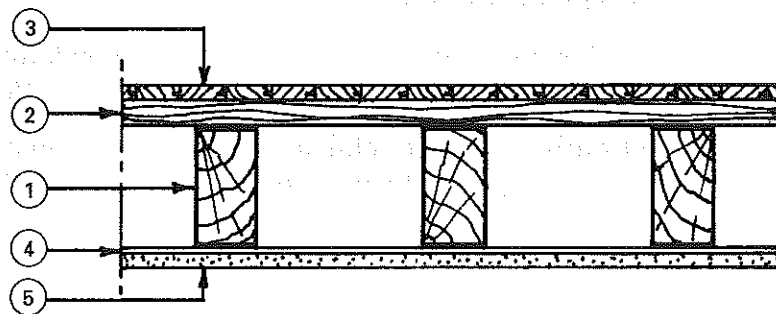
- ① Solives (espacement régulier)
- ② Planches jointives
- ③ Frises de parquet assemblées à rainure et languette
- ④ Lame
- ⑤ Rainure
- ⑥ Languette

A = Coupe perpendiculaire aux solives

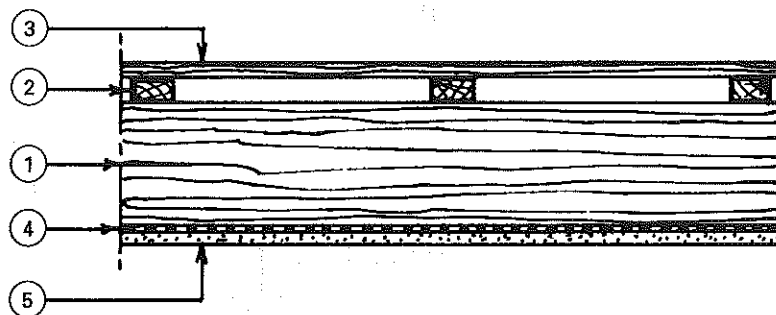
B = Coupe parallèle aux solives

La surface horizontale d'utilisation peut être réalisée par :

- un simple parquet (frises à rainure et languette) posé perpendiculairement aux solives ou par l'intermédiaire de lambourdes. Dans ce cas, les lambourdes sont perpendiculaires aux solives et les lames de parquet sont parallèles aux solives.



Coupe perpendiculaire aux solives



Coupe parallèle aux solives

#### PLANCHER A SOLIVES ET PLATELAGE PARQUET SUR LAMBOURDES

- ① Solives
- ② Lambourdes
- ③ Frises de parquet assemblées à rainure et languette
- ④ Lattis ou bacula
- ⑤ Enduit plâtre

Dans le 1<sup>er</sup> cas, on peut simplement utiliser des planches rabotées jointives. C'est le système le plus simple.

L'assemblage s'effectue par clouage ;

- un plafond pouvant être fixé en sous-face des solives. Cas courant : lattis ou bacula + enduit plâtre.

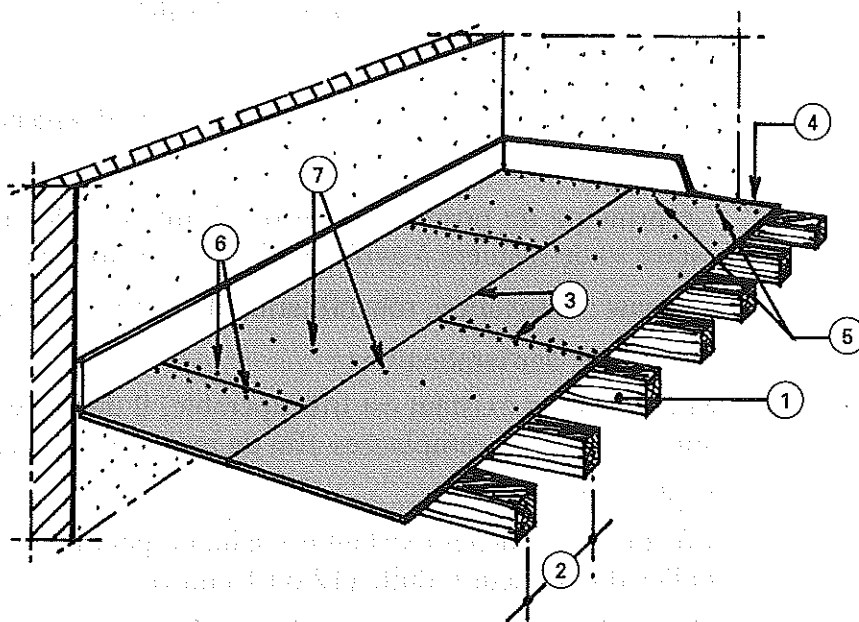
Les solives peuvent aussi rester apparentes.

*b) Variante moderne économique*

– **1<sup>er</sup> cas** : utilisation en *travaux neufs*. Le platelage bois massif peut être remplacé par un platelage constitué de panneaux de particules de grandes dimensions posés directement sur les solives (cf. dispositions pratiques en 4/5.5).

Différents types sont proposés en fonction des utilisations.

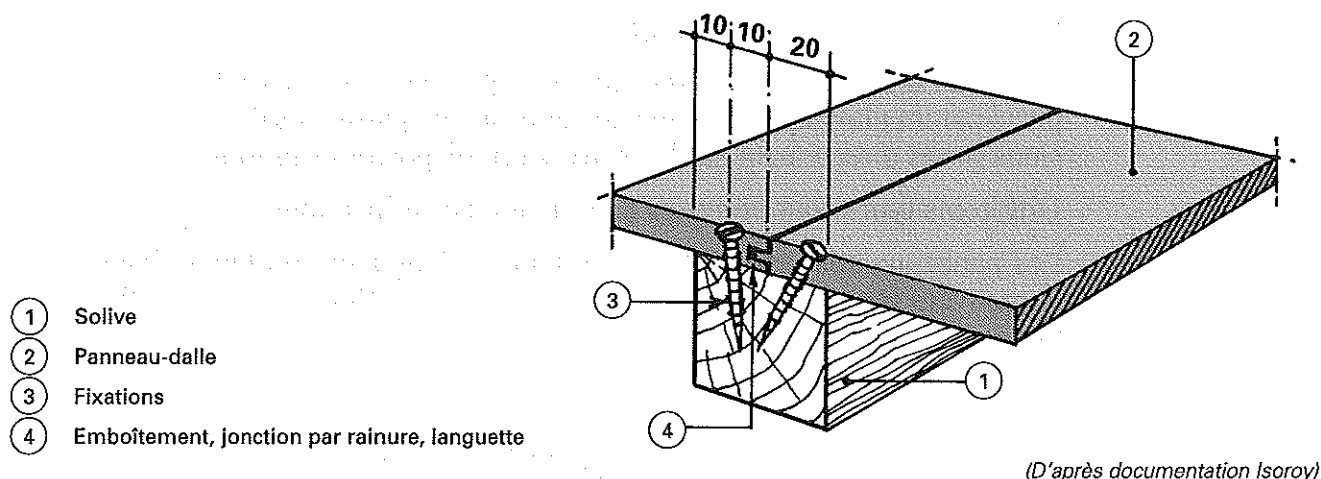
Les panneaux sont assemblés par rainure et languette (ou fausse languette). Ils peuvent recevoir des revêtements de sols de différents types (dalles plastiques, sols textiles, etc.).



(D'après documentation Isoroy)

**Platelage réalisé par « dalles planchers »  
(pose des panneaux à joints alternés)**

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| ① Solives                    | ⑤ Fixation périphérique        |
| ② Entraxe                    | ⑥ Fixation sur solive au joint |
| ③ Pose à « joint de pierre » | ⑦ Fixation intermédiaire       |
| ④ Jeu périphérique           |                                |



Fixation sur des panneaux sur solives

Le principe de pose est celui des joints décalés (pose dite « à coupe de pierre ») de manière à avoir au moins trois appuis.

– 2<sup>e</sup> cas : rénovation, réhabilitation de vieux plancher :

- plancher sur lambourdes :

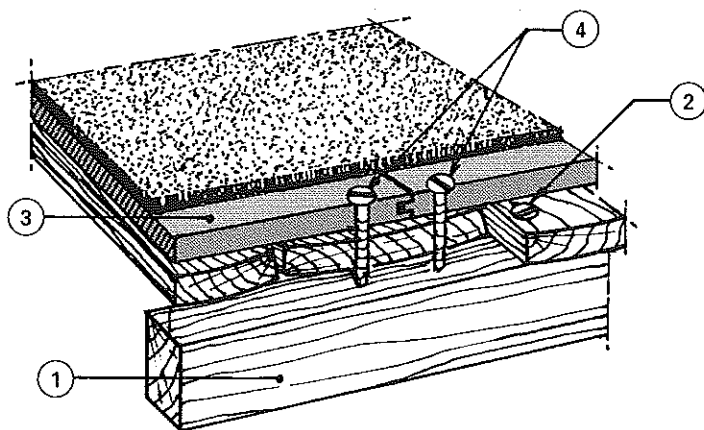
Si le plancher existant est irrécupérable, il doit être déposé. Les lambourdes sont nivelées ou remplacées afin de recevoir les panneaux-dalles ;

- plancher doublé :

Lorsque le plancher existant est sain, on peut le doubler avec des panneaux-dalles d'épaisseur réduite (12 ou 16 mm).

Toutefois, les lames trop détériorées doivent être remplacées.

Les lames déformées, déboîtées ou mal fixées, doivent être révisées dans les solives.



- ① Ancienne solive
- ② Lame ancienne à revisser
- ③ Panneau-dalle
- ④ Fixation du panneau à travers l'ancien plancher

Rénovation ancien plancher par panneau-dalle



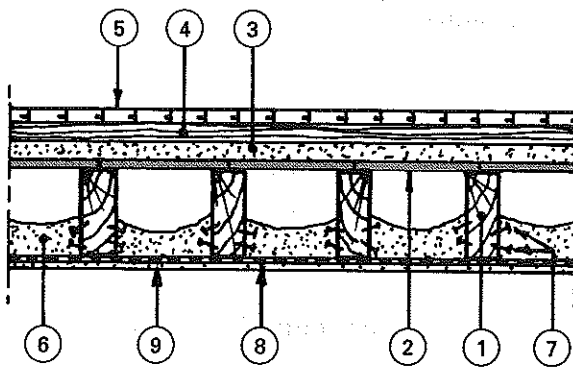
### c) Plancher avec auget plâtre et parquet

L'auget plâtre est disposé entre solives (lardées de clous à bateaux sur les faces latérales).

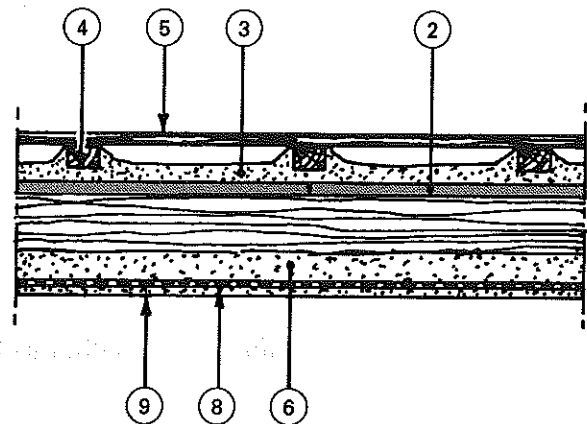
Il est coulé sur un faux-plafond (lattis + enduit plâtre).

Le sol parquet peut être réalisé :

- selon les dispositions qui précèdent, c'est-à-dire :
  - parquet directement sur solives ;
  - parquet sur lambourdes clouées sur solives ;
- ou sur une aire plane en plâtre coulé sur des bardeaux jointifs en terre cuite.



Coupe perpendiculaire aux solives



Coupe parallèle aux solives

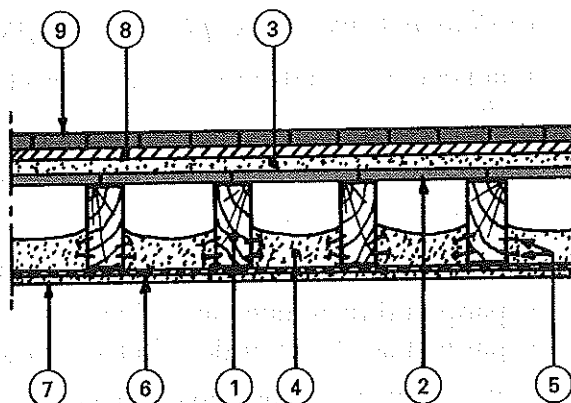
### PLANCHER BOIS A AUGET ET PARQUET

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| ① Solives                               | ⑥ Auget plâtre entre solives |
| ② Bardeaux jointifs (terre cuite)       | ⑦ Clous à bateaux            |
| ③ Aire en plâtre                        | ⑧ Lattis ou bacula           |
| ④ Lambourde prise dans l'aire en plâtre | ⑨ Enduit plâtre plafond      |
| ⑤ Parquet                               |                              |

Ce système relativement lourd présente un meilleur comportement au point de vue de la transmission acoustique entre locaux superposés.

### d) Variante avec carrelage

Les dispositifs sont identiques, sauf en ce qui concerne le revêtement de sol.



**Plancher bois à auget et carrelage  
(coupe perpendiculaire aux solives)**

- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| ① Solives                         | ⑥ Lattis ou bacula         |
| ② Bardeaux jointifs (terre cuite) | ⑦ Enduit plâtre plafond    |
| ③ Aire en mortier                 | ⑧ Mortier de pose et sable |
| ④ Auget plâtre entre solives      | ⑨ Sol carrelage            |
| ⑤ Clous à bateaux                 |                            |

Ce système de plancher a été utilisé pour les pièces humides des constructions anciennes.

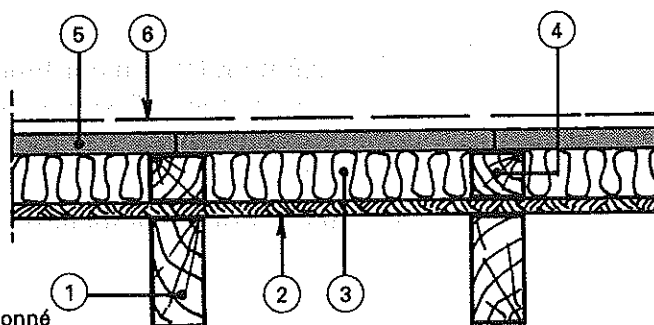
Il est abandonné par suite d'une importante pathologie résultant de la destruction des solives par pourriture et altération des bois sous l'effet de l'humidité résultant des défauts d'étanchéité du carrelage.

#### e) Variante moderne

Plancher circulaire avec isolation intégrée.

Ce type de plancher est réservé à des locaux situés :

- sur locaux non chauffés (garages, remises, caves, etc.) ;
- éventuellement sur des vides sanitaires.



**Plancher bois isolant**

- |   |
|---|
| ① Solives   |
| ② Faux-plafond - Panneaux particules ou plaque plâtre cartoné |
| ③ Isolant   |
| ④ Lambourdes  |
| ⑤ Panneau-dalle ou parquet à lames                            |
| ⑥ Revêtement de sol (éventuel)                                |

Il est constitué essentiellement :

- d'un solivage classique ;
- d'un faux-plancher support d'isolant (généralement panneau de particules de faible épaisseur).

Le faux-plancher peut être remplacé par une plaque de plâtre cartoné formant plafond apparent entre poutrelles ;

- d'un réseau de lambourdes de même épaisseur que celle de l'isolant, placées au droit des solives ;
- de panneaux isolants découpés à la demande et placés entre lambourdes ;
- d'un plancher constituant l'aire horizontale :

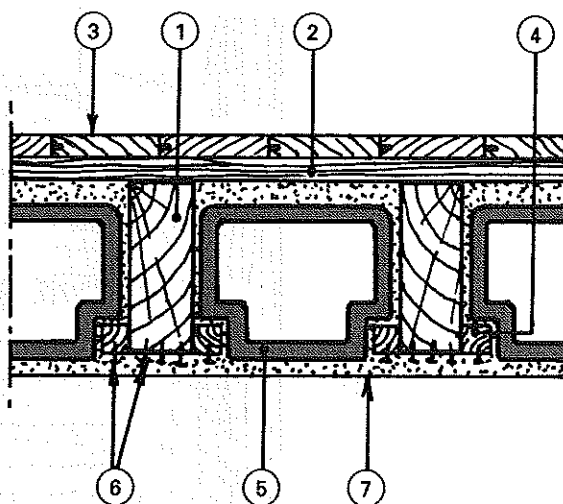
- panneaux supports de sols ;
- parquets à lames.

Remarque : l'espacement des solives (et leur section) devra être déterminé en fonction :

- de leur portée et des charges ;
- mais également en fonction des dimensions des panneaux isolants qu'il sera généralement nécessaire de recouper afin de limiter les pertes résultant des découpes.

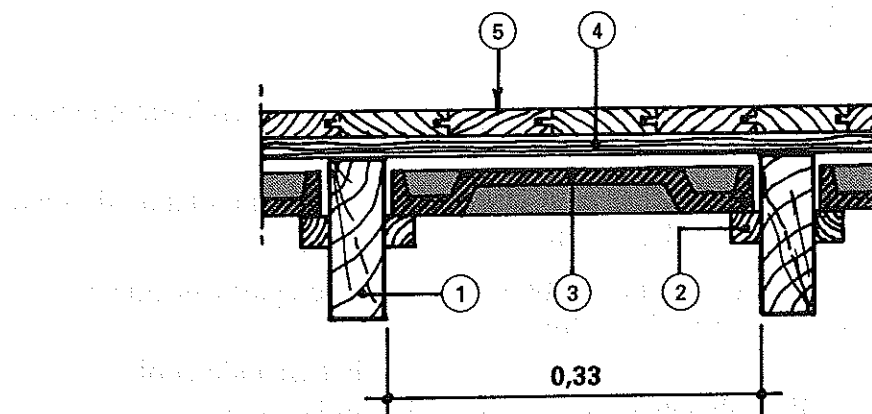
#### f) Autres dispositions intercalaires

- Utilisation de hourdis creux ou d'entrevous en terre cuite :



**Plancher bois avec hourdis en terre cuite**

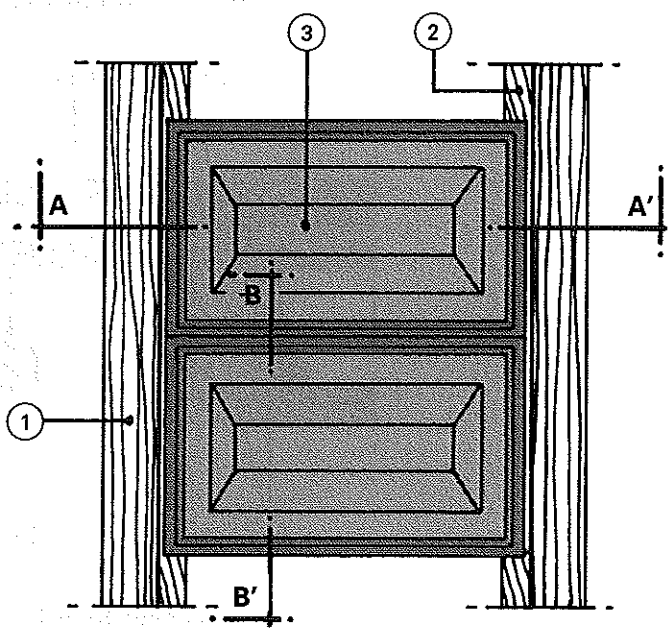
- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| ① Solive          | ⑤ Hourdis terre cuite |
| ② Lambourde       | ⑥ Rattachement        |
| ③ Parquet à lames | ⑦ Enduit plâtre       |
| ④ Tasseau         |                       |



**Plancher bois avec entrevous terre cuite  
à sous-face apparente – Coupe AA'**

- ① Solive
- ② Tasseau-support
- ③ Entrevous terre cuite
- ④ Lambourde
- ⑤ Parquet à lames

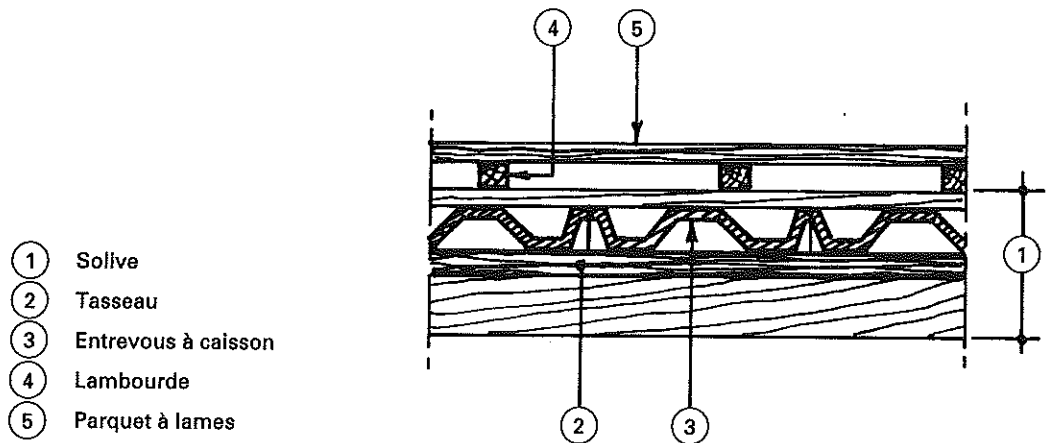
Certains entrevous se présentent en forme de caissons à sous-face décorative :



**Plancher à entrevous à caisson en terre cuite  
Vue en plan par-dessous**

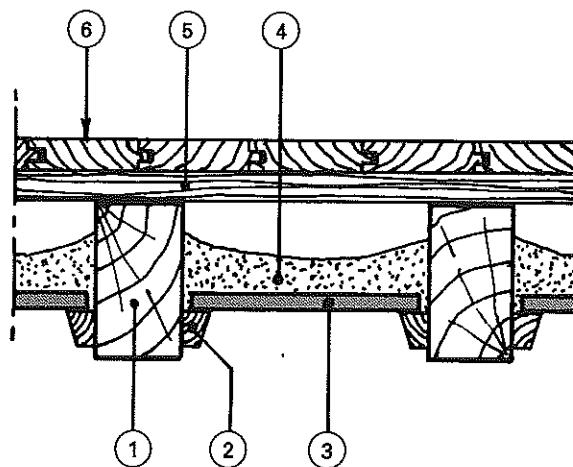
- ① Solive
- ② Tasseau
- ③ Entrevous à caisson

Coupe AA' = cf. dessin précédent



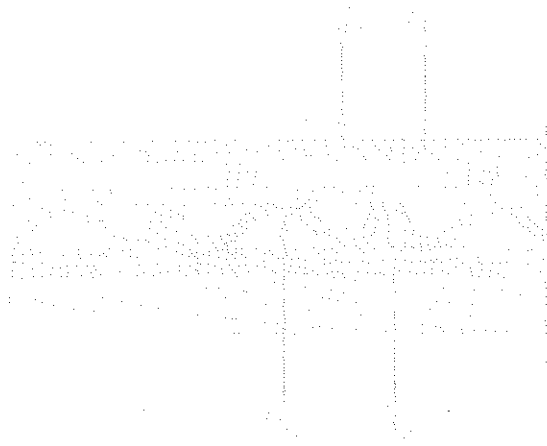
**Plancher à entrevous à caisson en terre cuite  
Coupe BB'**

– Décaissement avec sous-face bardeaux terre cuite, variante du plancher à auget plâtre :



**Plancher bois – Variante auget plâtre**

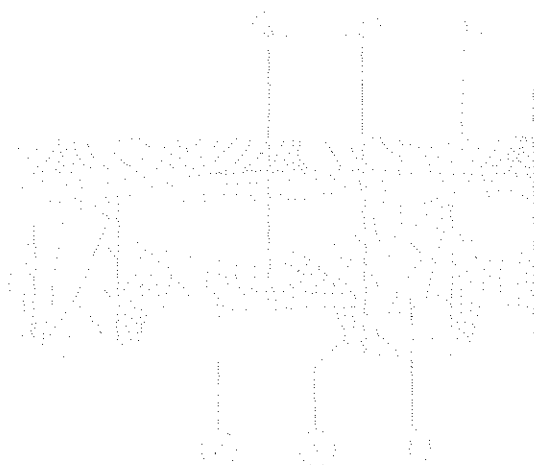
- ① Solive  
② Tasseau  
③ Bardeau terre cuite (planellie)  
④ Auget plâtre  
⑤ Lambourdes  
⑥ Parquet à lames



Dalle-plancher en bois  
Section transversale

- dalles en béton 12
- poutre en bois 20
- plancher 2
- total 34

La dalle-plancher en bois est une structure horizontale qui permet de réaliser des planchers en bois.



Dalle-plancher en bois  
Section transversale

- dalles en béton 12
- poutre en bois 20
- plancher 2
- total 34

## 4/5.2.2

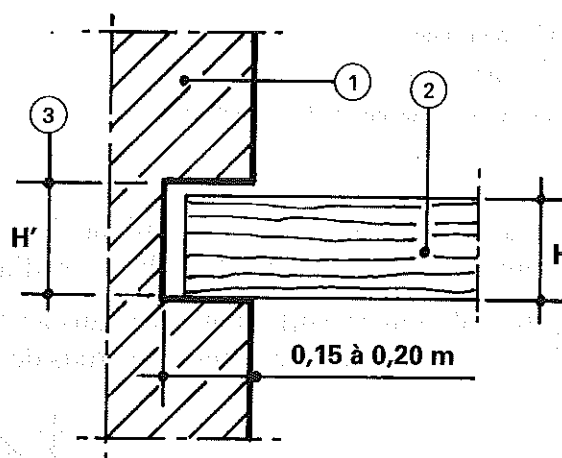
# Appuis des planchers – Assemblages

### A. Cas des murs extérieurs (façades)

Les poutres ou solives perpendiculaires aux murs sont appuyées sur ceux-ci :

a) *soit directement en appuis simples*, dans des trous ou engravures ménagés à l'espacement correspondant à l'écartement des poutres du plancher.

La profondeur du trou est de l'ordre de 0,15 à 0,20 m.



Appui simple sur mur épais

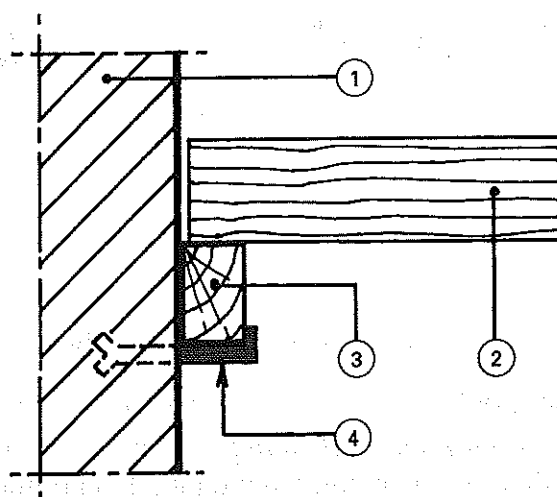
- ① Mur épais
- ② Solive encastrée
- ③ Réservation ou engravure
- H = Hauteur solive
- H' = Hauteur réservation > H

La hauteur est légèrement supérieure à celle des éléments porteurs (solives). Cette disposition est utilisée pour les constructions anciennes :

- avec des murs porteurs épais ;
- avec des portées simples relativement courtes (3 à 5 m).

Les trous ainsi ménagés sont généralement badigeonnés avec une émulsion bitumineuse ou à base de produits anticryptogamiques.

b) soit par l'intermédiaire de lambourdes ou sablières, disposées contre le mur et fixées dans ce dernier par des crampons ou des boulons scellés.

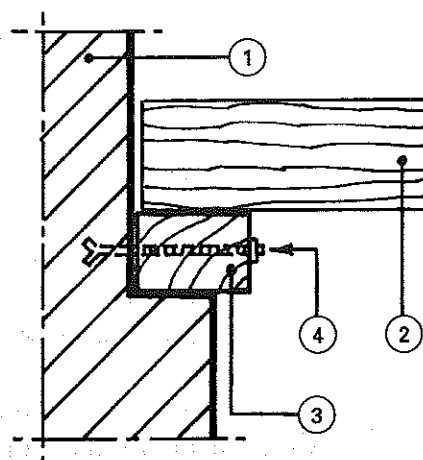


**Appui sur lambourde**

- ① Mur simple ou épais
- ② Solive posée
- ③ Lambourde en applique (sablière)
- ④ Crampon de fixation

Lorsque l'épaisseur du mur diminue d'un étage à l'étage supérieur, le décrochement (côté intérieur), le redan, sert d'assise à la lambourde ou sablière.

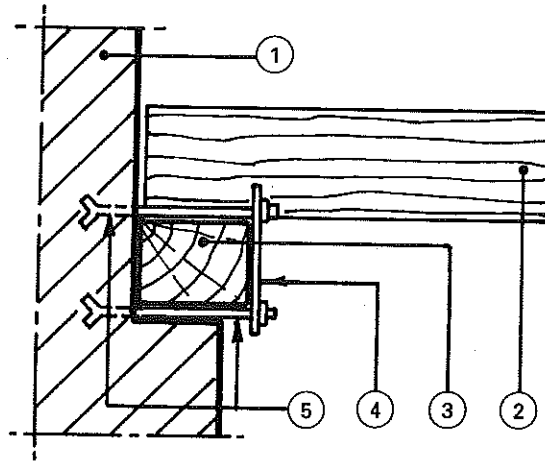
Cette solution est surtout utilisée dans les vieux murs et les travaux de réhabilitation, lorsque le percement des trous de réservation présente des difficultés.



**Appui sur lambourde  
Cas d'un mur avec décrochement**

- ① Mur avec décrochement d'épaisseur (ou redan)
- ② Solive posée
- ③ Lambourde ou sablière posée sur le redan
- ④ Boulon de fixation de la sablière





**Appui sur lambourde**  
**Cas d'un mur à redan (variante)**

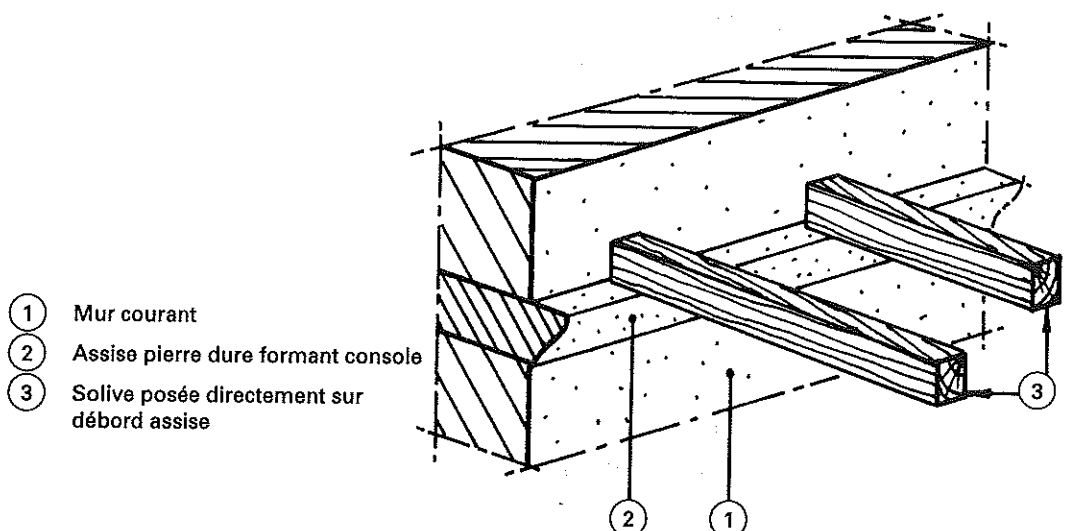
- |                              |  |
|------------------------------|--|
| ① Mur à redan (décrochement) | ④ Etrier                               |
| ② Solive posée               | ⑤ Boulons d'ancrage dans la maçonnerie |
| ③ Lambourde ou sablière      |  |

Les boulons ou arrérages renforcent ou assurent l'appui complet des solives par l'intermédiaire de la sablière, notamment lorsque les arases des redans formant appui ne sont pas régulières.

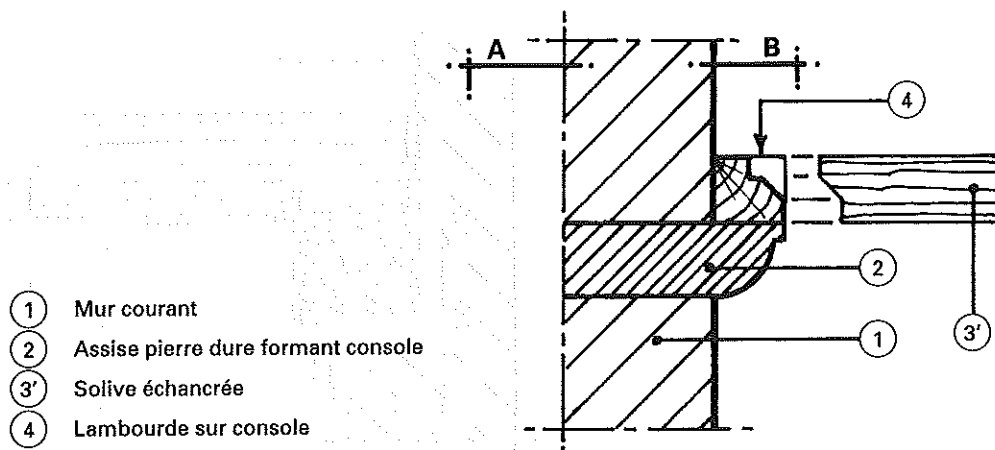
L'espacement de ces ancrages est de l'ordre de 1,00 à 1,30 m (3 travées de solives environ).

*c) Variante*

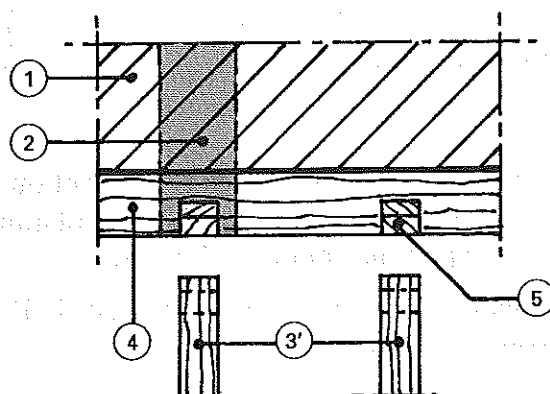
Autrefois, on utilisait une assise en pierre dure formant console, pour réaliser l'appui des solives. Une lambourde échancrée au droit de chaque solive assurait l'assemblage des éléments.



**Appui sur assise en pierre dure formant corbeau continu**



**Coupe sur mur – Variante avec lambourde continue reposant sur console pierre isolée**



**Détail coupe sur mur  
Vue en plan AB**

- ① Mur courant
- ② Console isolée pierre dure
- ③' Solives
- ④ Lambourde continue posée sur console
- ⑤ Echancrure d'appui sous solive

## **B. Enchevêtrures – Linoirs**

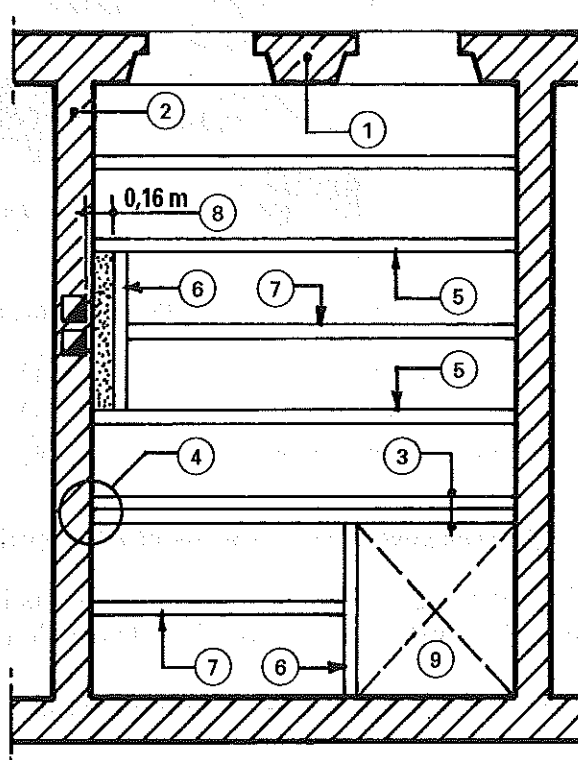
### **1. Appuis des solives d'enchevêtrure**

Ces appuis sont réalisés par l'une des solutions étudiées précédemment :

- appui simple par engravure ;
- appui par lambourde ou sablière ;
- appui par redan de mur et sablière.

Dans le cas d'une solive d'enchevêtrement doublée, on aura intérêt à réaliser l'appui par engravure.

Dans le cas des solives simples d'enchevêtrement, la sablière, si ce mode d'appui est choisi, s'arrêtera avant la zone des conduits de manière à respecter l'écart de feu.

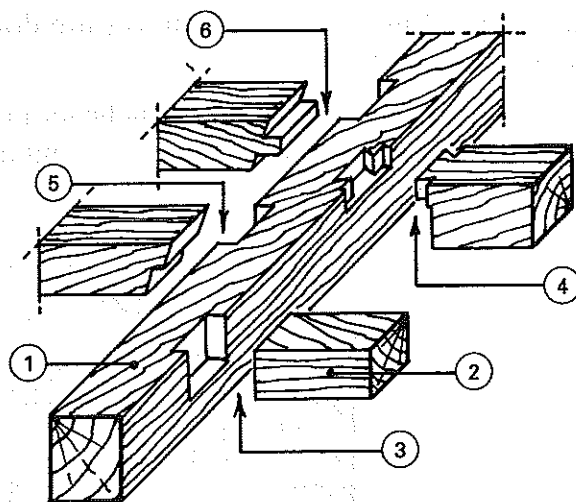


Enchevêtrements – Dispositions d'appuis

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| ① Mur de façade                                     | ⑤ Solives d'enchevêtrement simples    |
| ② Mur de refend (avec conduits de fumée incorporés) | ⑥ Chevêtre recevant solive boîteuse ⑦ |
| ③ Solive d'enchevêtrement doublée                   | ⑧ Garde au feu                        |
| ④ Appui par engravure                               | ⑨ Trémie                              |

## 2. Appui des chevêtres et des linçoirs

L'appui des pièces de chevêtres et des linçoirs sur solives s'effectue par les assemblages classiques (entailles, tenons, ...) ou par l'intermédiaire de pièces métalliques (fers plats).



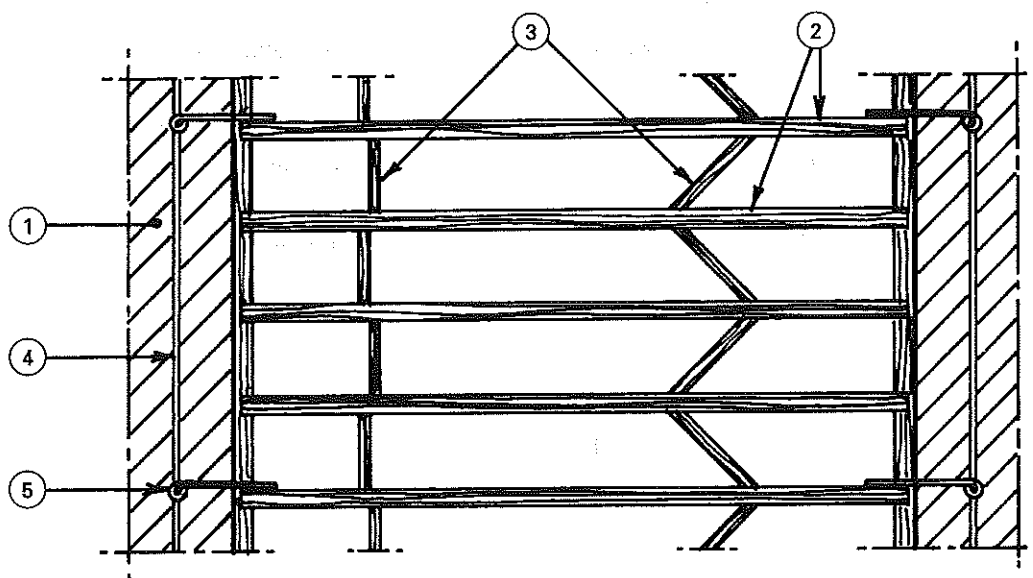
Assemblage de pièces de bois par entailles

- |   |                                      |   |                                      |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| ① | Pièce principale                     | ④ | Assemblage à tenon en queue-d'aronde |
| ② | Pièce secondaire                     | ⑤ | Assemblage à double renfort incliné  |
| ③ | Appui-assemblage par entaille droite | ⑥ | Assemblage à tenon renforcé à paume  |

### C. Autres systèmes d'appuis et d'assemblages sur murs

Ces systèmes se rencontrent surtout dans les constructions anciennes et peuvent être utiles à connaître dans le cas de travaux de réhabilitation.

#### 1. Système associé à des chaînages métalliques

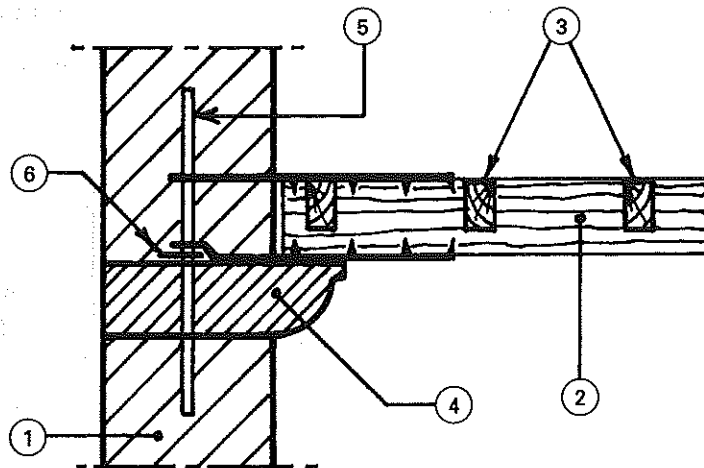


Système d'appui de solives sur murs anciens

- |   |                          |   |                     |
|---|--------------------------|---|---------------------|
| ① | Murs porteurs            | ④ | Chaînage métallique |
| ② | Solives                  | ⑤ | Ancrage             |
| ③ | Etrésillons ou écarteurs |   |                     |

Ces dispositions concernent :

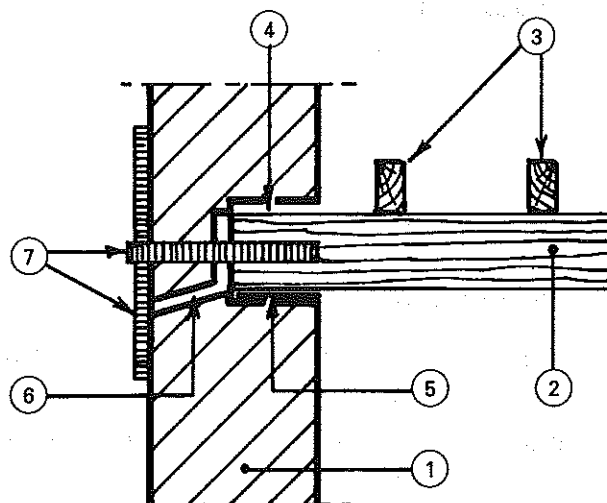
– les murs recevant des solives perpendiculaires :



**Appui de poutre sur console pierre  
(poutre perpendiculaire au mur)**

- |                                    |                       |
|------------------------------------|-----------------------|
| ① Mur                              | ④ Console pierre dure |
| ② Poutre principale                | ⑤ Ancrage             |
| ③ Solives assemblées à « mi-bois » | ⑥ Chaînage (fer plat) |

– les murs recevant des poutres principales supportant les solives :



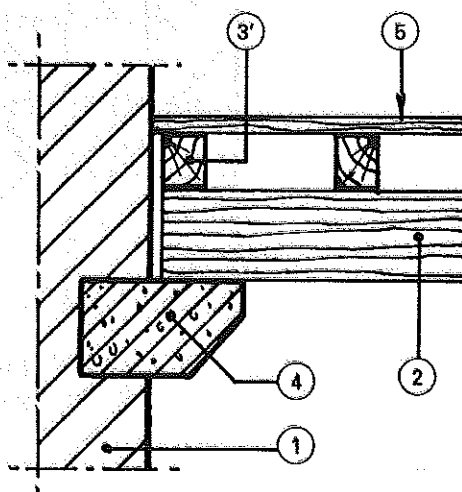
**Appui de poutre par encastrement  
dans le mur porteur (variante)**

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| ① Mur porteur                  | ⑤ Feuille de plomb sous l'appui de poutre |
| ② Poutre principale            | ⑥ Vide d'air                              |
| ③ Solives posées sur la poutre | ⑦ Ancrage fixé dans la poutre             |
| ④ Encoche ou empochement       |   |

## 2. Corbeau en pierre encastré dans le mur porteur

- Pour appui poutre principale ;
- Pour appui poutre principale associée à un chaînage longitudinal sur mur.

Dans ce cas, le corbeau ou console est une pierre isolée ne supportant que la poutre principale.



Appui sur poutre sur console pierre – Variante  
(poutre perpendiculaire au mur)

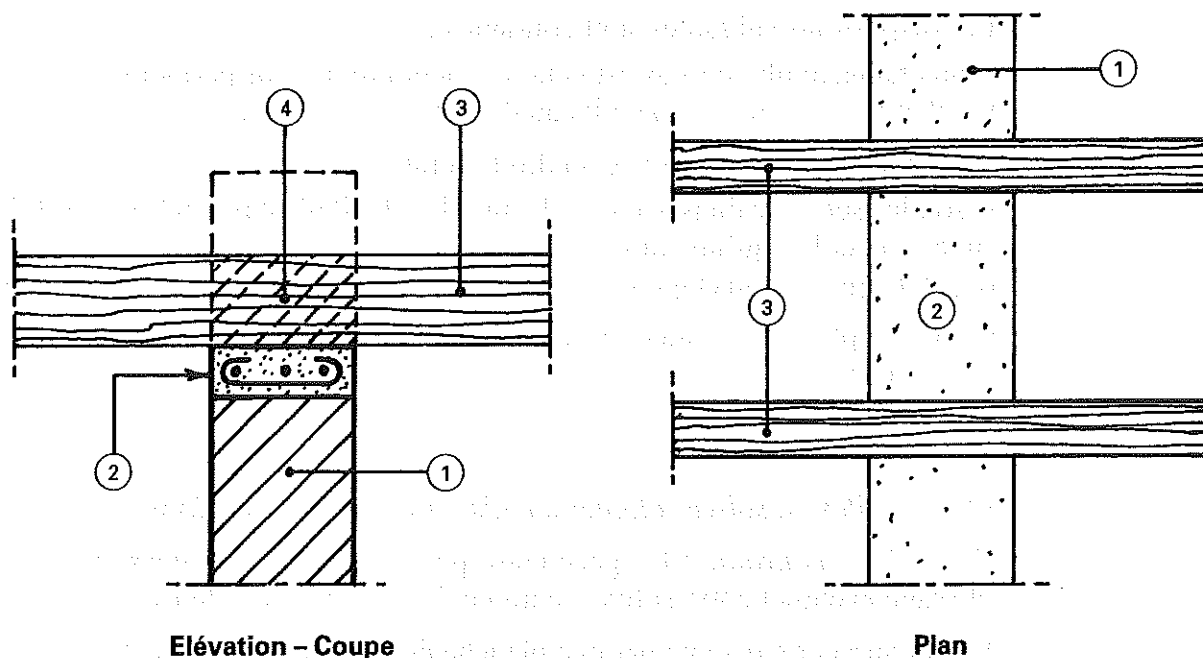
- ① Mur
- ② Poutre principale
- ③' Solives posées sur poutre
- ④ Console pierre dure
- ⑤ Plancher

## D. Cas des murs de refends

### Types d'appuis

Le mur de refend séparant deux locaux différents ou deux parties différentes d'un même local, les solives peuvent être :

- en un seul élément continu pour les deux travées de plancher (cas très rare en plancher bois) ;
- en deux éléments assemblés ou séparés.

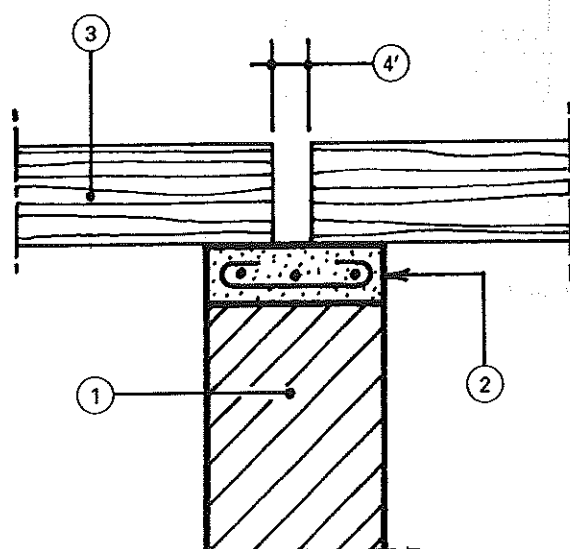


Elévation - Coupe

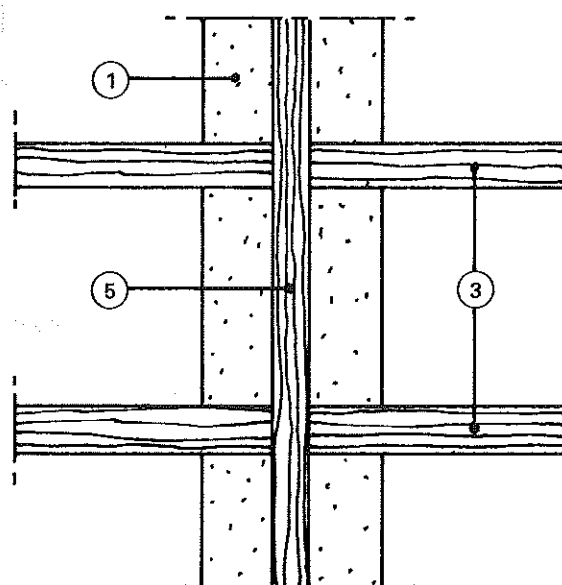
Plan

**Appui sur mur de refend – Solives en travées continues**

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| ① Mur de refend | ③ Solives             |
| ② Chaînage BA   | ④ Zones entre solives |



Elévation - Coupe



Plan

**Appui sur mur de refend – Solives en travées séparées**

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| ① Mur de refend | ④' Espace entre solives |
| ② Chaînage BA   | ou                      |
| ③ Solives       | ⑤ Plaque de liaison     |

Les dispositions suivantes sont courantes :

- un chaînage plat en BA est généralement prévu pour permettre de réaliser un plan horizontal arasé au niveau d'appui des solives ;
- la zone entre solives située au droit du mur peut être :
  - soit laissée libre dans le cas où le mur de refend n'est pas prévu dans l'étage supérieur, et lorsqu'un parquet est posé en continu sur l'ensemble des solives (cas d'un grenier ou étage sous comble de maison individuelle, par exemple) ;
  - soit remplie par une recharge en maçonnerie si le mur de refend est construit à l'étage supérieur.

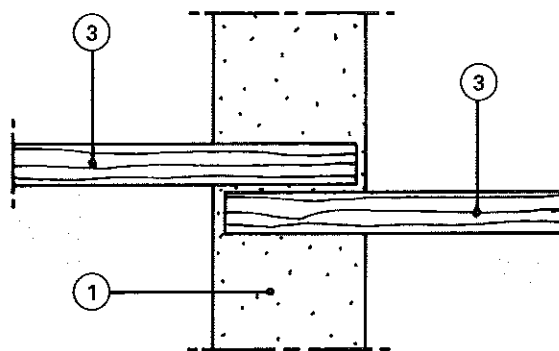
### E. Appuis distincts

#### a) Poutrelles ou solives alignées, mais posées en travées libres

*Disposition courante* : l'espace entre poutrelles peut être laissé libre (remplissage éventuel entre solives, comme dans le cas précédent).

Il peut aussi être occupé par une planche épaisse permettant de liaisonner les solives au droit de l'appui et de régler leur espacement.

#### b) Solives décalées juxtaposées



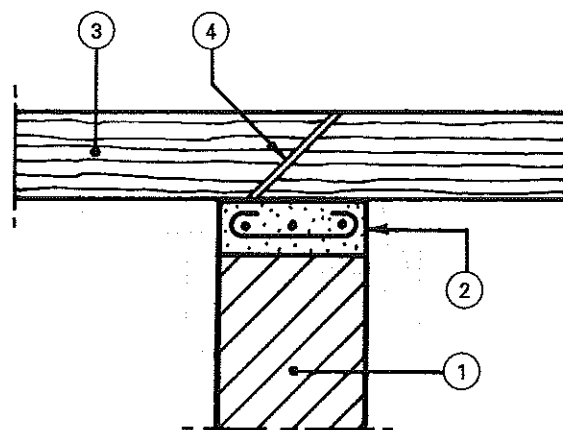
Solives décalées juxtaposées (vue en plan)

- ① Mur de refend
- ③ Solives

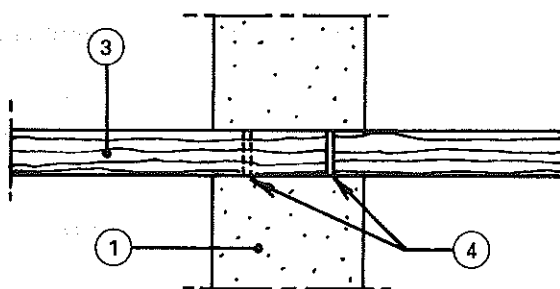


## c) Solives alignées en « fausse coupe »

Elévation – Coupe



Plan

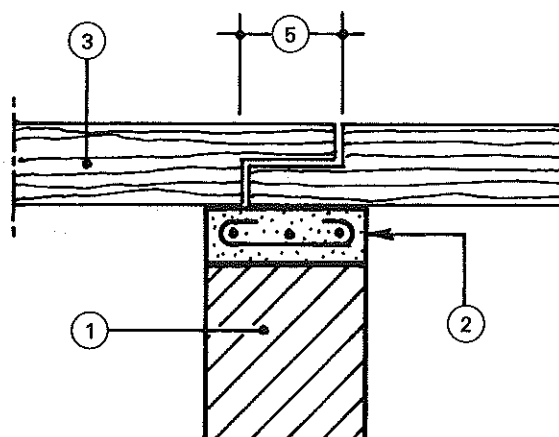


Solives alignées sur refend « en fausse coupe »

- ① Mur de refend
- ② Chaînage BA

- ③ Solives
- ④ Fausse coupe

## d) Solives alignées à « recouvrement horizontal »

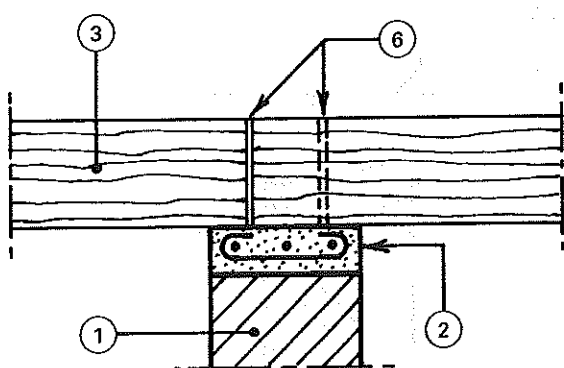


Solives alignées à « recouvrement horizontal »

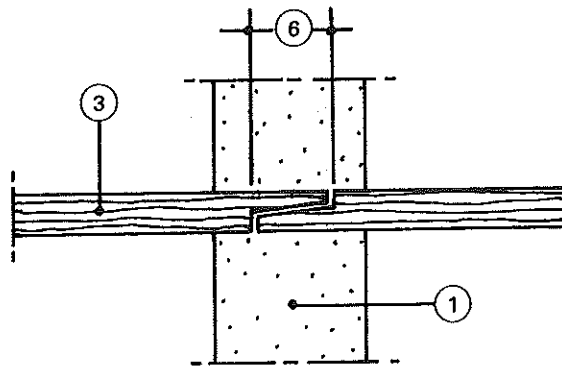
- ① Mur de refend
- ② Chaînage BA

- ③ Solives
- ⑤ Recouvrement horizontal (à mi-bois)

## e) Solives alignées à « recouvrement vertical »



Elévation-coupe



Plan

## Solives alignées à « recouvrement vertical » dit « à sifflet »

- ① Mur  
② Chaînage plat BA

- ③ Solives  
⑥ Recouvrement vertical « à sifflet »

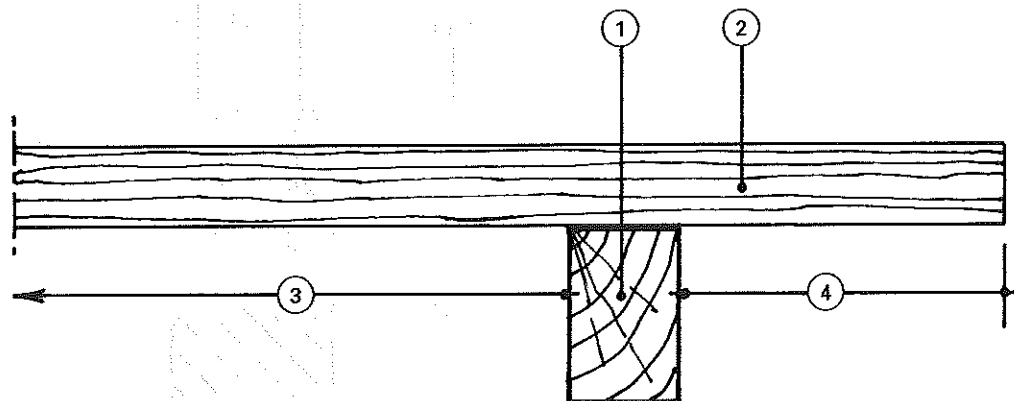
## F. Appuis solives sur poutres

## 1. Appuis directs

Les dispositions précédentes d'appuis de solives sur murs de refends en maçonnerie sont applicables pour les appuis directs de solives sur poutres.

## a) Appui continu

Cette disposition est très rare, sauf dans le cas d'un débord en console des solives :



Appui de solive en continu sur poutre avec débord en console

- ① Poutre porteuse  
② Solives

- ③ Travée  
④ Console ou porte-à-faux

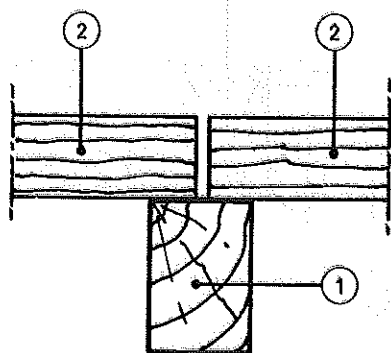
**b) Appui simple discontinu**

On retrouve les mêmes cas de figure. Toutefois, la liaison s'effectue bois sur bois :

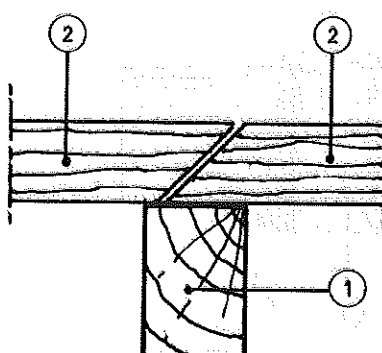
– jointifs :

- solives « bout à bout » (léger jeu entre abouts et solives) ;
- ou en « fausse coupe » ;
- ou à recouvrement horizontal ou vertical.

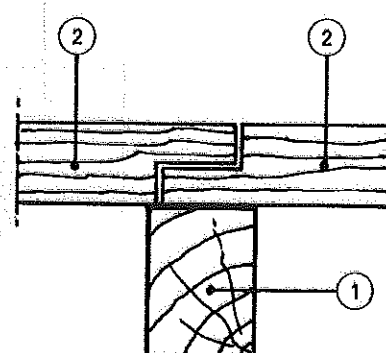
– juxtaposés.



**Solives « bout à bout »**



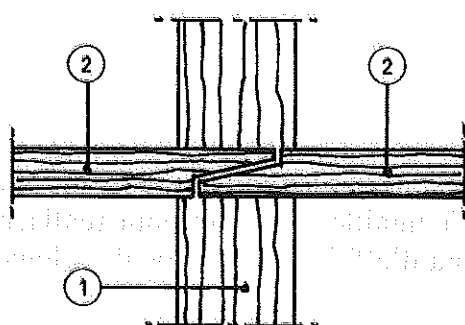
**Solives en « fausse coupe »**



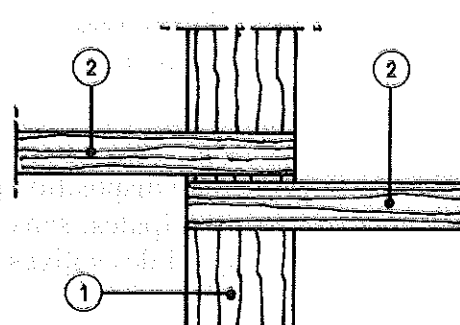
**Solives à recouvrement horizontal**

### DISPOSITIONS D'APPUIS ALIGNES

- ① Poutre porteuse  
② Solives



**Solives à recouvrement vertical à « sifflet »**



**Solives juxtaposées (non alignées)**

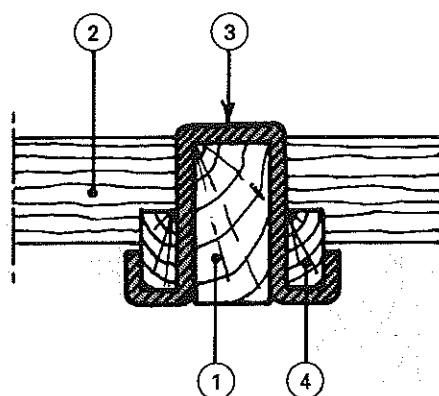
### DISPOSITIONS D'APPUIS SOLIVES SUR POUTRE PORTEUSE BOIS

- ① Poutre porteuse  
② Solives

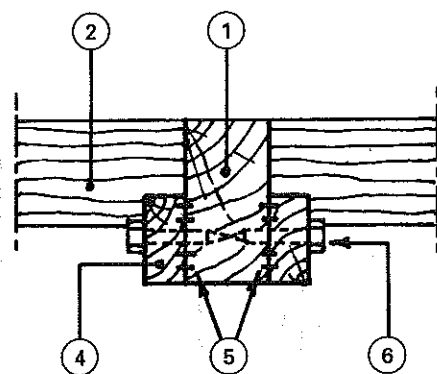
Le choix du type d'appui dépend de la largeur totale d'appui de la poutre porteuse ou de la prise en compte de continuités partielles, permettant de réduire les déformations en travée résultant des rotations d'appuis.

## 2. Appuis indirects

Par l'intermédiaire de lambourdes et d'étriers métalliques ou de fixations complémentaires :



Disposition d'appui particulière



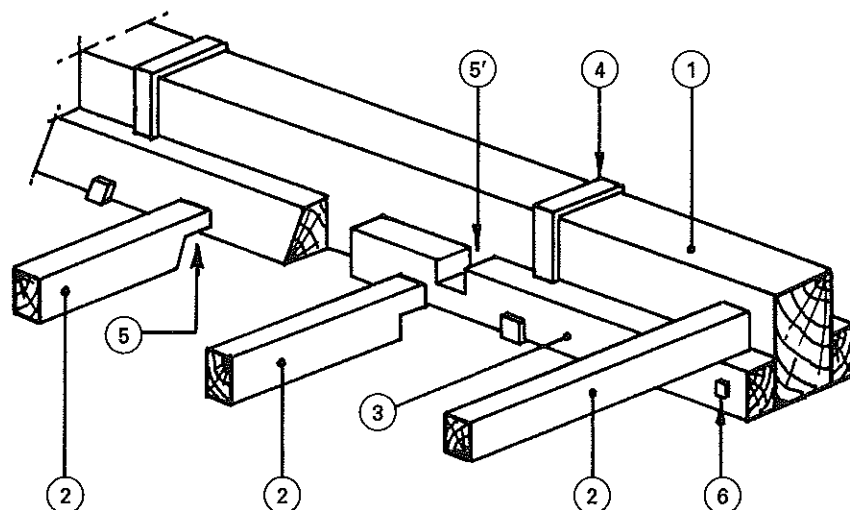
Autre disposition d'appui

- ① Poutre porteuse
- ② Solives
- ③ Fer plat
- ④ Lambourde
- ⑤ Crampons
- ⑥ Tire-fond

Cette disposition permet d'araser les solives au même niveau que les poutres principales, sans avoir à entailler celles-ci pour réaliser des encoches pour appui des solives risquant d'affaiblir la section des éléments porteurs principaux.

Dans ces dispositions, les solives peuvent être :

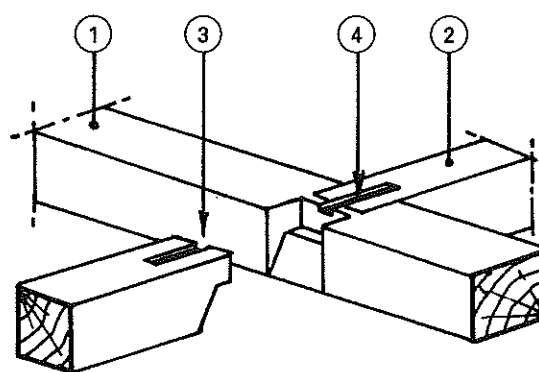
- au même niveau que la poutre porteuse ;
- ou à un niveau décalé.



Ensemble des dispositions d'appui de solives sur une poutre porteuse

- |                   |            |
|-------------------|------------|
| ① Poutre porteuse | ⑤ Entaille |
| ② Solives         | ⑤' Encoche |
| ③ Lambourde       | ⑥ Boulon   |
| ④ Etrier          |            |

Certains assemblages peuvent être renforcés par des fers plats.



Assemblage avec entailles

- |                       |
|-----------------------|
| ① Poutre porteuse     |
| ② Solives             |
| ③ Entaille            |
| ④ Fer plat métallique |

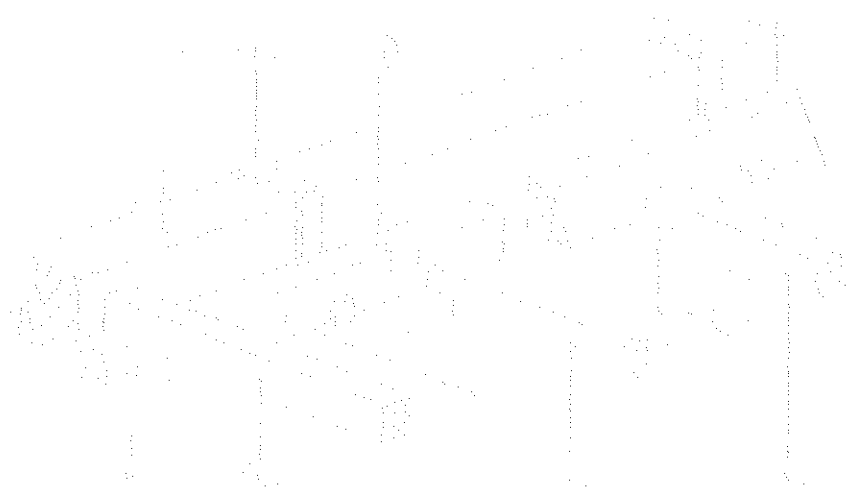
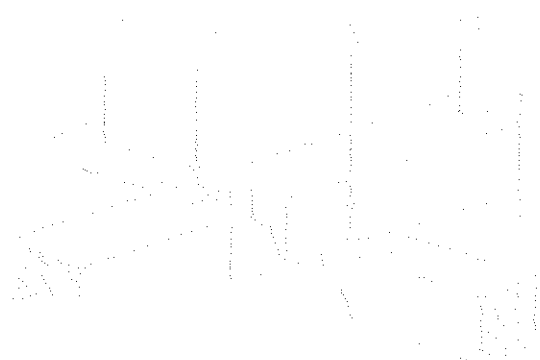


Figure 4.1.1 : Structure d'un plancher en bois massif (à l'extérieur)



Figure 4.1.2 : Structure d'un plancher en bois massif (à l'intérieur)



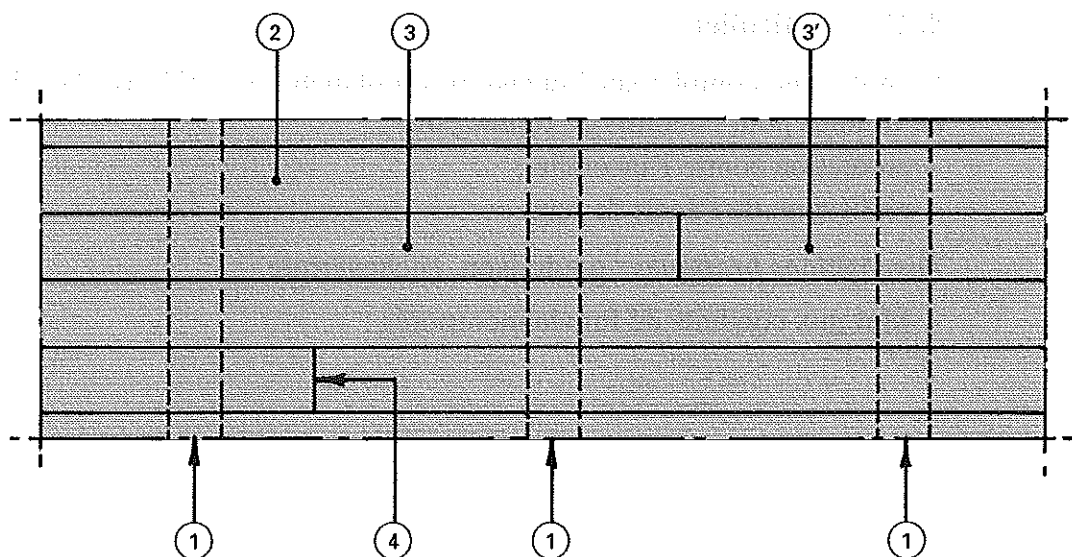
## 4/5.2.3

# Éléments intercalaires ou de remplissage

## 1. Platelage simple

- Parquet rainé-bouveté (ou rainure et languette en lames de chêne, châtaignier ou résineux) ;
- Planches jointives (rabotées) ;
- Panneaux dérivés du bois<sup>1)</sup> :
  - contre-plaqué CTB.X ;
  - particules de bois CTB.H.

Ces éléments sont placés perpendiculairement aux solives. Pour les parquets posés à joints décalés, ces derniers peuvent se situer entre deux solives consécutives.



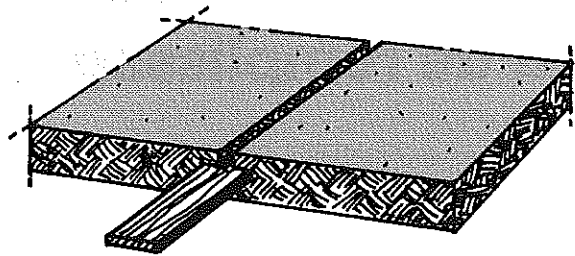
Disposition de pose d'un parquet (rainure et languette) sur solives bois

- |  |   |
|--|---|
| <p>① Solives</p> <p>② Lame courante continue</p> | <p>③ Lame courante interrompue par un joint en travée</p> <p>④ Joint (avec emboîtement)</p> |
|--|---|

1) Rainé – bouveté.

Pour les panneaux dérivés du bois :

- les joints sur les petits côtés sont portés par une solive intermédiaire ;
- les joints sur grands côtés sont du type à rainure et languette.



**Emboîtement de type « rainure et languette »**  
(panneaux dérivés du bois)

## 2. Augets plâtre

Ancienne technique qui n'est plus utilisée actuellement (cf. chapitre 4/5.2.1).  
Les augets plâtre ne réalisent que la sous-face du plancher (plafond).

## 3. Hourdis, entrevous en terre cuite

(Cf. chapitre 4/5.2.1.)

## 4. Cas particulier

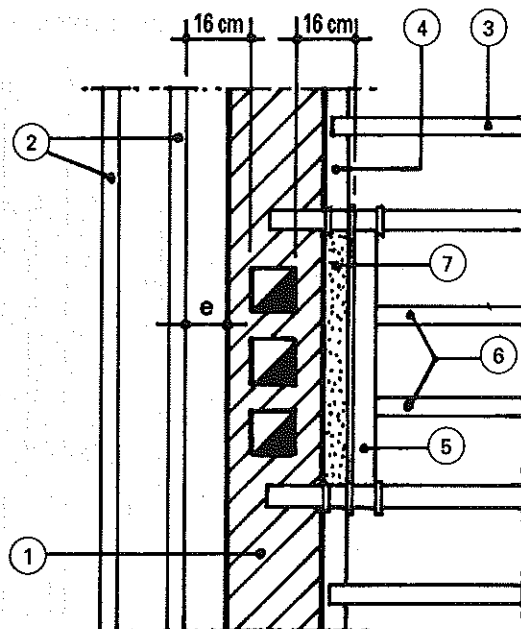
Remplissage complet sur l'épaisseur du plancher par plâtras, dans les zones de trémies pour conduits de fumée pour :

- protection contre l'incendie ;
- réalisation de l'écart de feu.

*Dispositions pratiques* : poutraison, enchevêtrement :

- Mur aux conduits de fumée incorporés :



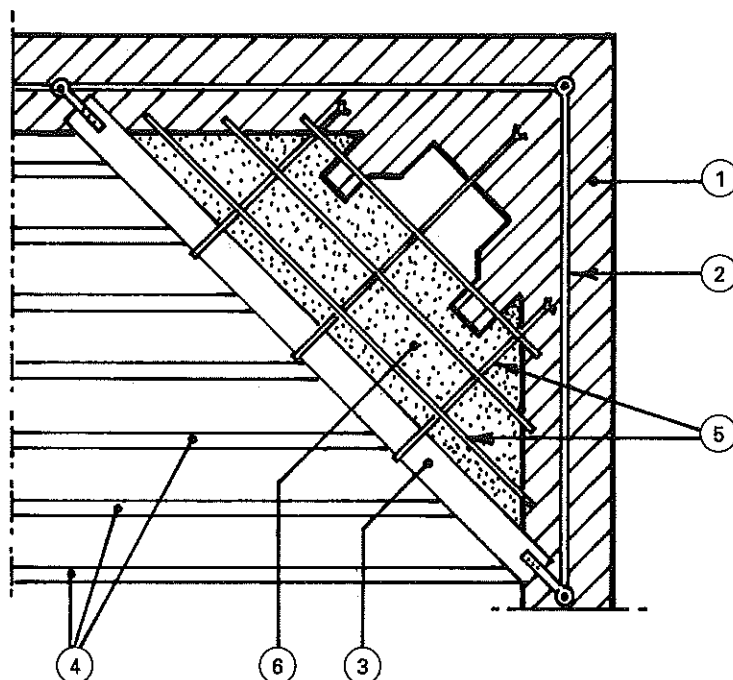


**Disposition au droit conduits de fumée  
incorporés dans un mur**

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| ① Mur                                       | ⑤ Chevêtre                |
| ② Solives parallèles au mur                 | ⑥ Solive boîtuse          |
| ③ Solives courantes perpendiculaires au mur | ⑦ Remplissage plâtras     |
| ④ Lambourde ou sablière                     | e = Ecart de feu (0,16 m) |

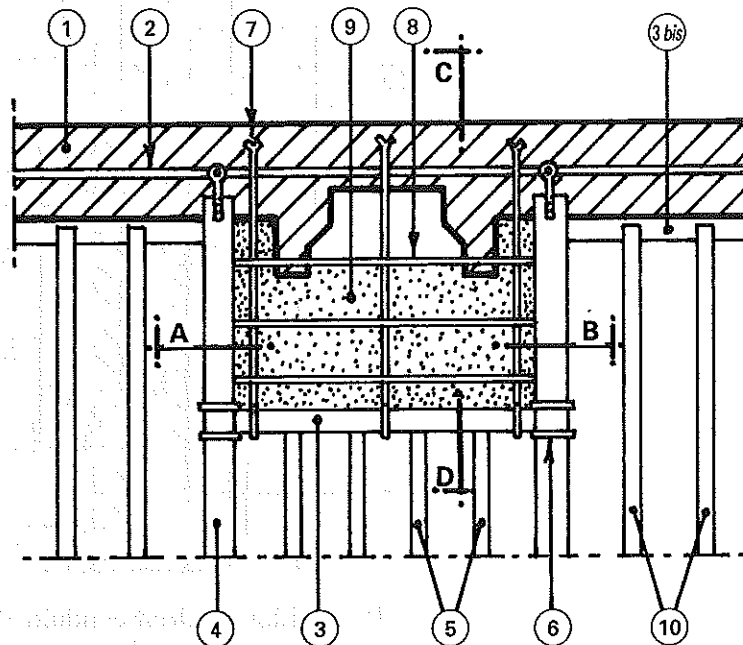
– Cheminée d'angle :

**Disposition de cheminée d'angle  
(cas de bâtiments anciens)**

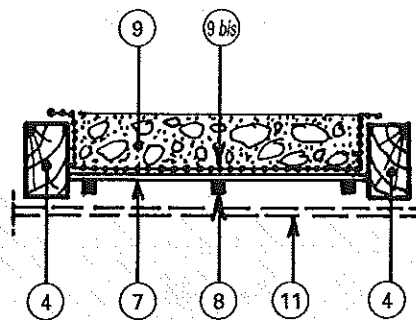


- |                                 |
|---------------------------------|
| ① Mur                           |
| ② Chaînage métallique incorporé |
| ③ Chevêtre                      |
| ④ Solives « boîtuses »          |
| ⑤ Armatures (fers carrés)       |
| ⑥ Remplissage plâtras           |

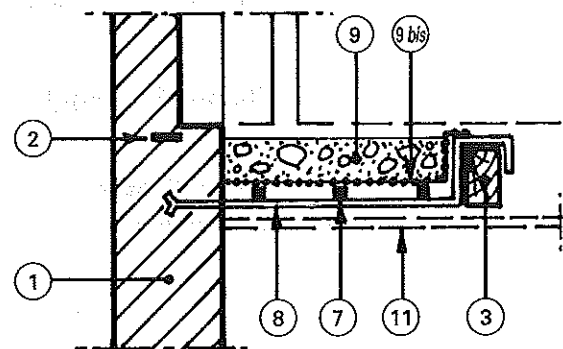
– Mur avec conduit incorporé et solives perpendiculaires au mur :



**Autre disposition (bâtiments anciens)  
avec solives perpendiculaires au mur à conduit incorporé**



**Coupe AB**

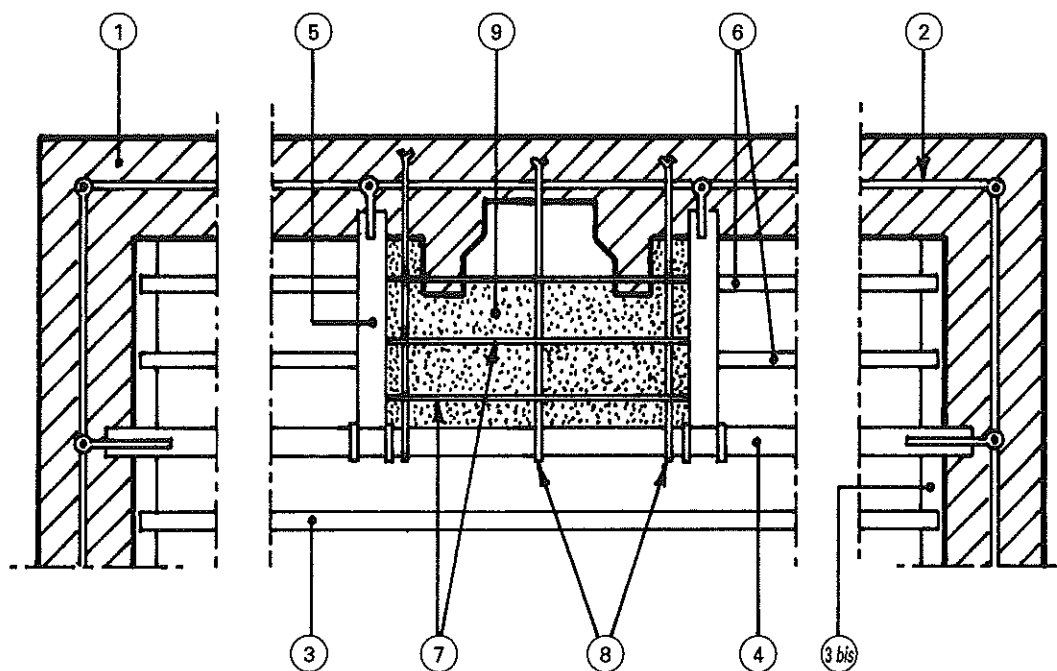


**Coupe CD**

- ① Mur
- ② Chainage métallique incorporé
- ③ Chevêtre
- ③ bis Lambourde sablière
- ④ Solive d'encastrement
- ⑤ Solive boiteuse
- ⑥ Etrier support de chevêtre

- ⑦ Armatures fers carrés
- ⑧ Entretoises
- ⑨ Plâtras de remplissage
- ⑨ bis Grillage ou métal déployé
- ⑩ Solives courantes
- ⑪ Faux-plafond formant coffrage

– Mur avec conduit incorporé, variante avec solives parallèles au mur :



**Disposition de mur avec conduit incorporé et solives parallèles au mur (bâtiments anciens)**

- ① Mur
- ② Chaînage métallique incorporé
- ③ Solive courante
- ③ bis Lambourde ou sablière
- ④ Solive d'enchevêtrement
- ⑤ Chevêtre
- ⑥ Solives boîteuses
- ⑦ Fers carrés
- ⑧ Entretoises
- ⑨ Plâtras

Figure 4.10 : Schéma d'un plancher en bois massif

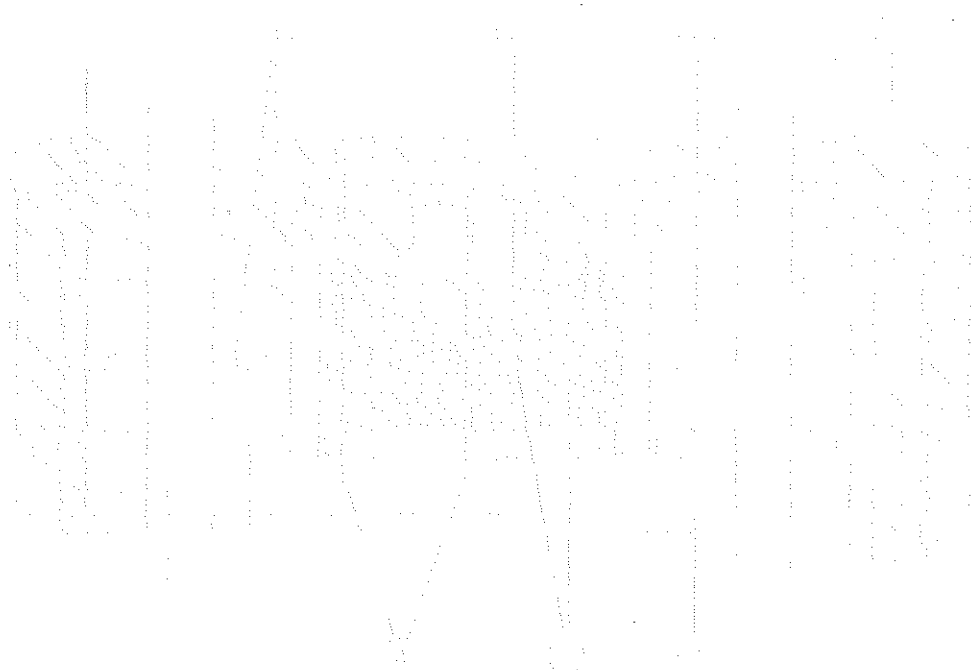


Figure 4.11 : Schéma d'un plancher en bois massif

## 4/5.2.4

# Sols et revêtements

---

### 1. Pièces non humides

Le sol peut être constitué directement par un parquet posé sur lambourdes ou sur solives (cas des maisons individuelles).

Le platelage (planches jointives ou panneaux-dalles) peut également servir de support à des revêtements :

- textiles (tapis, moquette) ;
- plastique continu (PVC).

### 2. Pièces humides

Certains panneaux-dalles peuvent recevoir des sols plastiques (classement minimum E 2), à condition :

- d'avoir des matériaux en un seul lé sans joint, ni raccord soudé ;
- d'avoir des relevés périmétriques en plinthe avec soudure des angles et calfatage des pieds d'huissieries et du raccord avec d'autres revêtements au droit des seuils ;
- d'éviter les percements pour passage de canalisations (sauf dispositions spéciales) ;
- que les revêtements des murs recouvrent la plinthe et soient raccordés de manière étanche.

Ces dispositions sont généralement réservées à des constructions individuelles à locaux superposés, afin de réduire les risques.

Les revêtements rigides, de type carrelages collés, ne sont pas admis, sauf avis technique particulier.

2.2.3.3

2.2.3.3.3

2.2.3.3.3.1

2.2.3.3.3.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

2.2.3.3.3.1

2.2.3.3.3.1

2.2.3.3.3.1

## 4/5.3

# Choix des matériaux

Les matériaux utilisés comme éléments porteurs (poutres principales, solives) doivent répondre à certaines exigences.

### A. Essences utilisées

Les constructions courantes utilisent presque exclusivement des résineux, principalement d'origine française.

En réhabilitation, les feuillus (chêne, châtaignier) sont utilisés à partir d'éléments de récupération (anciennes charpentes).

Les résineux français comprennent les essences suivantes :

- sapin ;
- épicéa ;
- pin maritime ;
- pin sylvestre.

### B. Règles de classement<sup>1)</sup> – Normes

Les normes de dimensions et de classement des sciages résineux sont :

- |               |  |
|---------------|--|
| NF B 53-100   | Bois – Sciage de bois résineux et feuillus tendres – Dimensions minimales – Sections et longueurs  |
| NF B 53-520   | Bois – Sciages de bois résineux – Classement d'aspect – Définition des choix   |
| NF B 52-001.4 | Règles d'utilisation du bois dans les constructions – Partie 4 – Classement visuel pour l'emploi en structure des principales essences résineuses et feuillues   |
| NF B52-001.5  | Règles d'utilisation du bois dans les constructions – Partie 5 – Caractéristiques mécaniques conventionnelles associées au classement visuel des principales essences résineuses et feuillues utilisées en structure |

1) D'après documentation CTBA.

### C. Classement d'aspect (critères visuels)

Les critères concernent l'aspect des faces (parement et contreparement) et des rives, selon la nature, l'importance et la localisation des singularités, imperfections et altérations du bois.

#### 1. Définition des défauts

##### a) *Evaluation des nœuds*

C'est la singularité la plus importante.

Elle est appréciée en fonction du diamètre et du nombre :

- très petit nœud :  $\varnothing \leq 5$  mm ;
- petit nœud :  $\varnothing = 6$  à 15 mm ;
- nœud moyen :  $\varnothing = 16$  à 25 mm ;
- gros nœud :  $\varnothing = 26$  à 40 mm ;
- très gros nœud :  $\varnothing > 40$  mm.

Les emplois structurels (planchers, charpente) font l'objet d'autres critères pour le classement des nœuds.

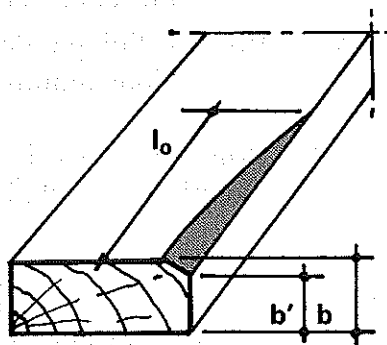
##### b) *Les flaches*

Singularité liée au débit.

Portion visible sur l'avivé de la surface de la grume d'où provient la pièce.

La flache est caractérisée par :

- sa longueur  $L_0$  ;
- sa largeur  $b - b'$ .



Défauts d'aspect – Flache

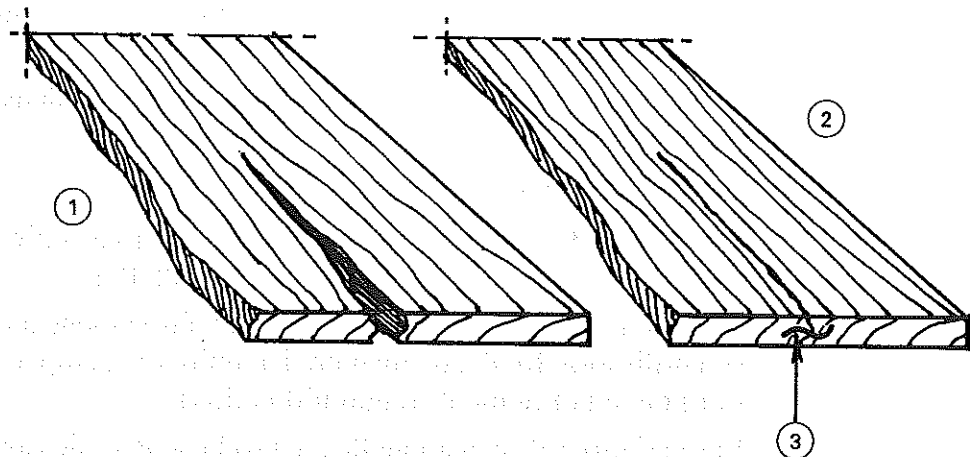
$L_0$  = Longueur  
 $b, b'$  = Largeur

##### c) *Les fentes*

On distingue les fentes de cœur ou en bout des gerces ou fentes de retrait.



- *Les fentes de cœur* sur une pièce de sciage peuvent être superficielles ou profondes.



Détail d'aspect fente de bout

- ① Définition
- ② Remède
- ③ Tôle pliée en S enfoncée au marteau (avant séchage)

La fente superficielle ne doit pas excéder :

- 5 mm pour des bois d'épaisseur  $\leq 50$  mm ;
- 10 mm pour celles dont l'épaisseur du bois est  $> 50$  mm.

– *Les gerces ou fentes de retrait* se produisent lors du séchage du bois sous forme de fentes étroites orientées le plus souvent suivant le plan radial.

Elles sont appréciées en fonction de leur longueur et de leur profondeur.

On peut les réduire par la mise en place, avant séchage, de pièces métalliques cintrées en forme de S enfoncées au marteau.

#### d) Autres singularités

- Poches de résine : cavités allongées contenant de la résine. On distingue :
  - les petites poches ( $L \leq 50$  mm) ;
  - les grosses poches ( $L > 50$  mm) ;
- Entre-écorce : partie d'écorce incluse au milieu d'une masse de bois ;
- Défauts de fil : bois à fibres torsadées (filtors) ou légèrement sinueuses (fil ondulé) ou à éléments irrégulièrement sinueux ou enchevêtrés (bois ronceux ou madré) ;
- Bleuissement : coloration bleuâtre provoquée par des champignons.

Ce défaut n'entraîne pas de changement appréciable de la consistance du bois et de ses propriétés mécaniques ;

– Echauffure : défaut provoqué par l'attaque des champignons sur du bois humide. Il se manifeste par un changement parfois très accentué de consistance accompagné d'un changement de coloration.

Ce défaut entraîne, après un certain temps, une diminution sensible des propriétés mécaniques ;

– Piqûres et trous de vers : trous et galeries creusés dans le bois par les insectes ou leurs larves.

#### *e) Retrait des bois*

L'humidité du bois mis en œuvre atteint un niveau d'équilibre en fonction de la température et de l'humidité ambiante de l'air.

Le bois doit donc, avant mise en œuvre, être amené à une humidité adaptée à son utilisation finale, de manière à réduire ou à empêcher le retrait (dessiccation) ou le gonflement (réhumidification).

Les variations dimensionnelles se produisent au-dessous de 30 % d'humidité. Le retrait est proportionnel à la perte d'humidité.

Il est deux fois plus important<sup>1)</sup> dans le sens longitudinal que dans le sens radial. Compte tenu de ces phénomènes, il convient de prévoir au sciage des cotes augmentées pour le débit des bois verts.

#### *f) Préservation des sciages résineux*

– Bleuissement et traitement temporaire :

Le risque de bleuissement concerne les résineux au moment de leur sciage.

La coloration, variant du gris ardoise au bleu noirâtre, peut déprécier fortement le produit.

L'agent de bleuissement est un champignon qui ne se développe que si le taux d'humidité est supérieur à 30 %.

D'où l'intérêt de sécher artificiellement les sciages. On peut également prévoir un traitement préventif chimique, qui doit être appliqué dès la fin du sciage (trempage rapide avec un produit antibleu efficace).

– Traitements spécifiques (en fonction de l'usage) :

Les bois structurels doivent subir un traitement préventif définitif après sciage, afin de les préserver des risques d'attaques biologiques (cf. NF B 50-100 « Bois et ouvrages en bois » – Analyse des risques biologiques).

– Définition des classes de risques. Spécifications minimales de préservation à titre préventif : quatre classes de risques sont définies :

- classe 1 : bois toujours sec, humidité en service < 18 % ;

à

- classe 4 : bois humidifié en permanence.

(Classes 3 et 4 exclues en utilisation de structures.)

1) Entre une humidité supérieure ou égale à 30 % et une humidité de 20 %, le retrait tangentiel est de 3 % environ et le retrait radial de 1,5 %. Ce retrait est identique entre 20 et 10 % d'humidité.

En règle générale, les emplois en structure abritée correspondent à la classe 2 (bois sec pouvant être humidifié superficiellement et temporairement).

Les produits de traitement font l'objet d'une certification par le CTBA.

## 2. Choix

### a) Généralités

Cinq choix, désignés comme :

- choix OA,
- choix OB,
- choix 1,
- choix 2,
- choix 3A,

sont définis par le CTBA avec :

- des spécifications ;
- des emplois indicatifs.

### b) Choix OA/OB

Ces choix sont réservés à des emplois pour lesquels l'aspect du bois revêt une importance principale. Les spécifications sont établies en conséquence et les exigences sont très importantes pour le choix OA.

### c) Choix 1

Ce choix est réservé pour charpentes choisies, charpente industrielle et lamellée-collée.

Les spécifications sont les suivantes :

Au maximum, trois singularités de structure admises en parement et cinq en contreparement par élément-type (rectangle de 1 m x 0,10 m).

#### – Nœuds :

- limités à l'équivalent de 3 nœuds sains et adhérents d'un diamètre de 30 mm en parement et de 5 nœuds de 40 mm en contreparement ;
- présence de quelques petits nœuds noirs et non adhérents en contreparement.

– *Fentes* en bout ou de cœur de longueur maximale égale à la largeur de la pièce et n'excédant pas 5 à 8 % de la longueur de la pièce ;

– *Poches de résine* : quelques petites poches de résine en parement, tolérance de grosses poches de résine en contreparement ;

– *Faible tolérance* de bois ronceux en contreparement ;

– *Flaches* non admises sur les pièces courtes, tolérées pour les pièces de longueur supérieure à 3 m, sur une arête en contreparement, de longueur inférieure à 20 % de la longueur de la pièce et de largeur inférieure à 20 % de l'épaisseur de la pièce ;

— *Gerces* de séchage tolérées à condition de ne pas excéder deux fois la largeur de la pièce (trois fois en contreparement) ;

— Sont admises quelques *piqûres noires* non actives sur un nombre limité de pièces du lot en contreparement. Toutes les autres altérations sont exclues.

#### d) Choix 2

Ce choix est réservé pour les charpentes industrielles et lamellées-collées, charpentes traditionnelles, ossatures et structures travaillantes, constructions à ossature en bois, etc.

Les spécifications sont les suivantes :

— *Nœuds* :

- sains ou noirs, leur diamètre ne doit pas excéder sur les faces :
  - 1/2 de la largeur des faces pour des pièces de largeur inférieure à 90 mm ;
  - 45 mm jusqu'à une largeur de pièce de 150 mm ;
  - 1/3 de la largeur des faces pour des pièces de largeur supérieure à 150 mm.
- sur les rives, nœuds émergents n'excédant pas 2/3 de la largeur de la rive.

— *Fentes* en bout ou de cœur pouvant avoir une longueur égale au maximum à deux fois la largeur de la pièce, mais n'excédant pas 8 % de la longueur de la pièce ;

— *Grosses poches de résine* de 60 à 80 mm de longueur maximale tolérées ;

— *Entre-écorce* et bois ronceux admis à condition de ne pas altérer la résistance mécanique de la pièce ;

— *Flaches* exclues pour les pièces de longueur inférieure à 3 m.

Pour les pièces de longueur supérieure à 3 m, admises sur une longueur égale au maximum au 1/3 de la longueur de la pièce, et sur une largeur ne dépassant pas la moitié de l'épaisseur (limitation à 10-15 % des pièces du lot) ;

— *Gerces de séchage* admises à condition de ne pas avoir une longueur supérieure à trois fois la largeur de la pièce ;

— *Altérations du bois* : quelques légères traces d'échauffures tolérées. Quelques piquûres ne traversant pas la pièce. Quelques traces de gui. Bleuissement : peut être toléré.

#### e) Choix 3 A

Ce choix est réservé aux caissage, emballage, palettage, etc.

Utilisation exclue pour éléments structuraux.

### D. Classement structure (classement simplifié CTBA)

Les bois avivés classés sont identifiés par la lettre C suivie d'un nombre correspondant à la valeur de la contrainte caractéristique de rupture en flexion exprimée en MPa.

## 1. Principaux critères de classement

### Principaux critères de classement en structure (d'après documentation CTBA)

(Pour les autres critères, se reporter au texte de la norme NF B 52-001, mai 1992 qui seule fait foi)

Classe	C 18 * ** ***		C 22 * **		C 30 *
Largeur des cernes d'accroissement (mm)	Sans objet		≤ 6 mm		≤ 3 mm (sauf pour le douglas)
Diamètre des nœuds – sur la face <sup>1)</sup>	L ≤ 100 mm	Ø ≤ 1/2 de L	L ≤ 100 mm	Ø ≤ 1/2 de L	Ø ≤ 1/3 de L et ≤ 30 mm
	100 mm < L < 150 mm	Ø ≤ 1/2 de L	100 mm < L < 150 mm	Ø ≤ 50 mm	
	L ≥ 150 mm	Ø ≤ 80 mm	L ≥ 150 mm	Ø ≤ 1/3 de L et ≤ 80 mm	
– sur la rive <sup>2)</sup>	Ø ≤ 2/3 de e				Ø ≤ 2/3 de e et ≤ 30 mm
Entre-écorce	Non admise				
Pente de fil – locale – générale	≤ 25 % ≤ 15 %				≤ 10 % ≤ 7 %
Flaches	– Longueur < 1/3 de la longueur de la pièce et < 100 cm – Largeur < 1/3 de l'épaisseur de la rive				Non admises
Altérations biologiques – bleu, traces de gui	Admises				
– piqûres noires	Admises sur une seule face				
– échauffures	Non admises				
Masse volumique à 12 % (kg/m <sup>3</sup> )	Sans objet				≥ 460 (sapin, épicéa, douglas) <sup>3)</sup> ≥ 510 (pin laricio) <sup>4)</sup> ≥ 610 (pin sylvestre) <sup>5)</sup>

1) L = largeur de la pièce.

2) e = épaisseur de la rive.

3) Masse volumique correspondante à 20 % : ≥ 480 kg/m<sup>3</sup>.

4) Masse volumique correspondante à 20 % : ≥ 530 kg/m<sup>3</sup>.

5) Masse volumique correspondante à 20 % : ≥ 635 kg/m<sup>3</sup>.

\*) Sapin, épicéa, douglas, pin laricio, pin sylvestre.

\*\*) Pin noir.

\*\*\*) Pin maritime.

## 2. Trois classes définies

Trois classes ont été définies : C 18, C 22 et C 30.

– La première convient bien aux charpentes traditionnelles ;

- La classe C 22 convient essentiellement à la charpente industrielle (fermettes) et au lamellé-collé ;
- La classe C 30 correspond à la charpente lamellée-collée à hautes performances.

### 3. Classement « structure » et classement « d'aspect »

Ces deux classements sont indépendants, mais :

- les classes C 22 et C 18 peuvent être issues du classement d'aspect n° 2 ;
- pour la classe C 30, les pièces peuvent être prélevées dans le choix O<sub>B</sub> et, éventuellement, dans le choix n° 1.

Les spécifications sont les suivantes :

Au maximum, deux singularités de structure admises en parement et trois en contreparement par élément-type (rectangle de 1 m x 0,10 m).

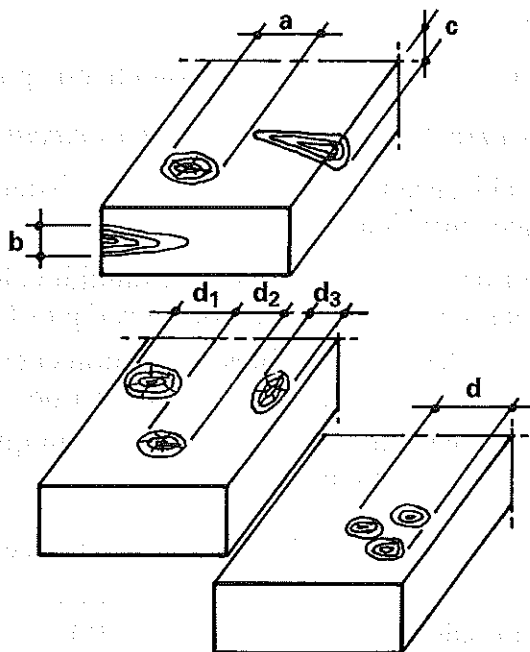
- *Nœuds* :
  - limités à l'équivalent de 2 nœuds sains et adhérents d'un diamètre de 20 mm en parement et de 3 nœuds de 25 mm en contreparement ;
  - tolérance de petits nœuds noirs de diamètre 10 mm ne risquant pas de disparaître à l'utilisation, mais pouvant être non adhérents en contreparement ;
- Tolérance de petites *poches de résine* ;
- *Fentes* en bout : longueur limitée à 5 % de la longueur de la pièce ;
- *Flaches* : exclues, sauf tolérance de flaches superficielles sur un nombre limité à 10 % des pièces de longueur supérieure à 3 m ;
- *Gerces de séchage* de longueur inférieure à une fois et demie la largeur de la pièce ;
- Toutes *autres altérations* et imperfections exclues ;
- Le classement « structure » se différencie du classement « d'aspect » par une mesure différente de la nodosité et de la prise en compte des critères de largeur de cerne et de masse volumique.

### 4. Critères de classement « structure »

#### a) Mesure des nœuds

- Le diamètre des nœuds est mesuré perpendiculairement à l'axe de la pièce ;
- Nœuds groupés : les nœuds sont dits groupés si la distance d'entraxes entre 2 ou plusieurs nœuds est inférieure à 15 cm.

Dans ce cas, on additionne les diamètres de chacun des nœuds de la même façon, perpendiculairement à l'axe de la pièce et en tenant compte de la pente locale du fil.



(D'après documentation CTBA)

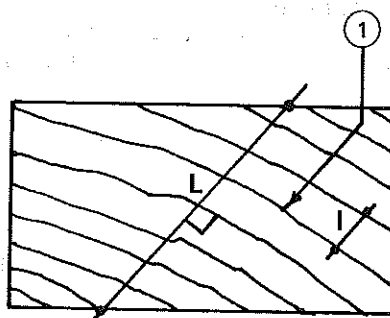
### Mesure des nœuds

**a, b, c =** Nœuds isolés  
**d, d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub> =** Nœuds groupés

### b) Mesure de la largeur des cernes

La largeur des cernes est mesurée aux deux extrémités de la pièce.

La valeur retenue est la moyenne de ces deux mesures.



### Mesure de la longueur des cernes

① Cernes  
**L =** Base de mesures  
**l =** Largeur des cernes (espacement) =  $\frac{L}{n}$ , avec n = nombre de cernes sur la valeur L.

*c) Masse volumique*

Cette valeur n'est prise en compte que pour la classe C 30.

*d) Correction des caractéristiques mécaniques en fonction de l'humidité*

Le tableau suivant donne des caractéristiques pour une humidité de 12 % (référence européenne).

Pour des valeurs différentes d'humidité, les caractéristiques doivent être corrigées selon les prescriptions des règles CB 71 :

- les valeurs admissibles en traction et en flexion sont diminuées de 2 % par degré de pourcentage d'humidité au-dessus de 12 % ;
- pour les autres sollicitations mécaniques, cette correction est de 4 % par degré de pourcentage d'humidité.

**Tableau des caractéristiques mécaniques**

Caractéristiques mécaniques	C 18	C 22	C 30
Contraintes admissibles (MPa)			
– flexion parallèle	8	10	13,2
– compression parallèle	8	10	11
– traction axiale	5	6	8
– cisaillement longitudinal	0,8	1	1,3
– compression transversale	2	2,2	2,5
– traction transversale	0,15	0,15	0,15
Modules conventionnels de déformation (MPa)			
– cisaillement	550	600	750
– longitudinal, effort tranchant inclus	10 000	11 000	12 000
Ce tableau de caractéristiques mécaniques indique des valeurs de contraintes admissibles et de modules de déformation directement utilisables pour le calcul des structures selon les règles CB71.		1MPa = 1 mégapascal = 10 kg/cm <sup>2</sup>	

(D'après documentation CTBA)

## E. Dimensions préférentielles des sciages résineux français

### 1. Caractéristiques dimensionnelles

Les producteurs de sciages français proposent deux types de produits :

- des produits standardisés correspondant aux sciages les plus courants demandés ;
- des produits « sur liste » correspondant à un besoin spécifique.

Les premiers sont plus intéressants au niveau du prix, du conditionnement des lots, des délais de livraison, etc.



## 2. Tableau des sections standardisées

Le tableau suivant présente les sections commerciales des sciages avivés couramment pratiquées en France. Les dimensions standardisées sont données pour des bois correspondant à une humidité de référence de 20 %, c'est-à-dire que si l'on ramène l'humidité du bois à cette valeur, les dimensions doivent correspondre aux valeurs standardisées.

Tableau des sections standardisées

Epaisseur en mm	Largeur en mm											
	27*	40	63	75	100	115	125	150	160	175	200	225
15												
18												
22												
27*												
32												
38					★		★	★				
50					★		★	★		★	★	★
63					★		★	★		★		
75								★		★	★	★
100											★	
115												
125												
150												
200												
225												

\* 25 mm est une dimension possible.

Pour les bois de structure calibrés (en mm) :

36 x 72 / 36 x 97 / 36 x 112 / 36 x 122

36 x 147 / 36 x 172 / 36 x 197 / 36 x 222

★ Sections standardisées retenues dans le cadre du projet de norme européenne

Sections standardisées

### 3. Tolérances dimensionnelles

Les limites de tolérance des sections nominales indiquées dans le tableau ci-dessus sont fixées par la norme NF B 53-100 (07/1988) « Sciage des bois résineux et feuillus tendres – Dimensions nominales, sections et longueurs ».

Pour des sciages à 20 % d'humidité, les tolérances sont :

- - 1 mm  
+ 3 mm } pour des dimensions  $\leq 100$  mm ;
- - 1 mm  
+ 4 mm } pour des dimensions  $> 100$  mm.

### 4. Longueurs

Les lots de sciage de résineux français sont disponibles dans les longueurs suivantes :

- sapin, épicéa, pin : de 2 à 12 m (variation de 0,50 en 0,50 m) ;
- autres résineux :
  - de 2,10 à 3 m (variation de 0,30 en 0,30 m) ;
  - $\geq 3$  m (variation de 0,33 en 0,33 m et de 0,50 en 0,50 m).

## 4/5.4

# Organisation générale d'un plancher en bois

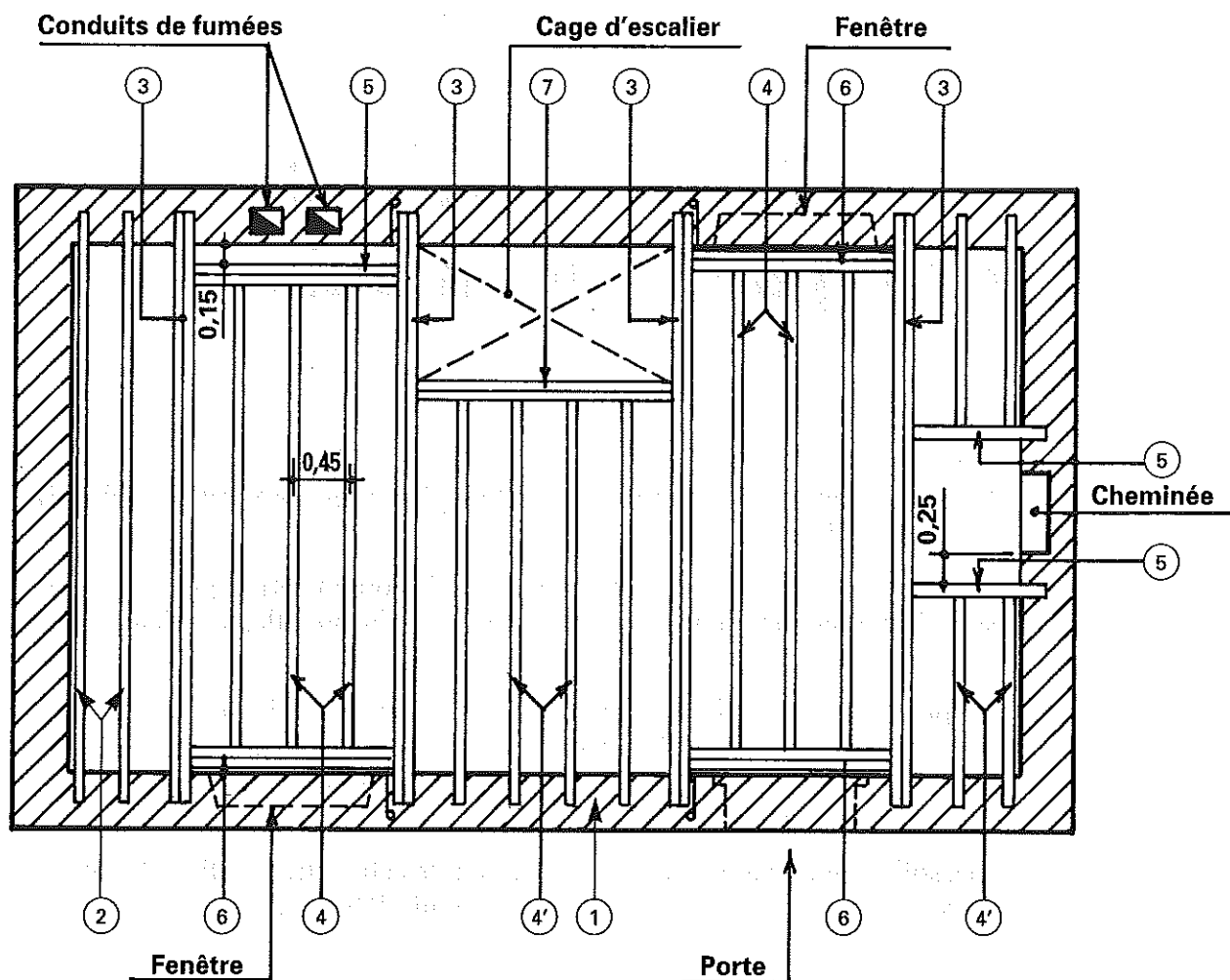
---

### 1<sup>er</sup> cas : exemple d'organisation d'un plancher de maison individuelle (plan de solivage)

Les dispositions suivantes correspondent à l'organisation générale (poutraison) d'un plancher de maison individuelle traditionnelle, appelé plan de solivage.

Le principe d'organisation consiste à disposer entre les murs porteurs (ici, murs de façades, c'est-à-dire dans le sens de la portée la plus faible) des solives parallèles. Ces solives sont doublées au droit des chevêtres, qui peuvent aussi être eux-mêmes doublés.

Les solives interrompues sont reprises par les chevêtres (solives boiteuses) ou linçoirs (cas des baies). Au bout d'un conduit, l'écart de feu doit être respecté.



**Organisation générale d'un plancher**  
**Cas courant (plan de solivage)**

- ① Murs porteurs
- ② Solives courantes
- ③ Solives doublées
- ④ ④' Solives sur chevêtres
- ⑤ Chevêtre au droit conduit de fumée
- ⑥ Linçoir devant fenêtres et porte
- ⑦ Chevêtre doublé (poutre palière escalier)

## 4/5.5

# Dispositions pratiques

---

### 1. Généralités

Les dispositions précédentes sont relatives à des planchers bois ou à structure porteuse en bois reposant sur des éléments porteurs en maçonnerie.

D'autres types ou natures d'éléments porteurs peuvent être associés à des planchers en bois :

- poutres ou ossatures métalliques : ce cas se rencontre peu, mais peut être considéré comme compatible ;
- ossature bois : dans ce cas, la structure complète est en bois.

### 2. Constructions à structure complète en bois

Ce type de structure est considéré comme une structure légère par comparaison avec les structures en maçonneries d'éléments ou en béton banché correspondant à des structures lourdes.

On rencontre ces structures :

- dans les constructions anciennes entièrement en bois, avec :
  - refends porteurs en « pans de bois » ;
  - façades porteuses en ossature bois et remplissage en « colombage » ;
- dans les constructions modernes, au niveau de la maison individuelle, « maison à ossature bois » (MOB).



Figure 4.10 : Plancher à lattes avec isolation thermique par le haut

#### 4.10 Plancher à lattes

Le plancher à lattes est une solution de plancher à ossature bois traditionnelle. Il est constitué d'une ossature de lattes en bois massif ou en bois lamellé-collé, posées sur des poutres de soutien. La surface supérieure des lattes est recouverte d'un revêtement de sol, généralement en bois massif ou en bois lamellé-collé.

Le plancher à lattes est une solution de plancher à ossature bois traditionnelle. Il est constitué d'une ossature de lattes en bois massif ou en bois lamellé-collé, posées sur des poutres de soutien. La surface supérieure des lattes est recouverte d'un revêtement de sol, généralement en bois massif ou en bois lamellé-collé.

#### 4.11 Plancher à lattes avec isolation thermique par le haut

Le plancher à lattes avec isolation thermique par le haut est une solution de plancher à ossature bois traditionnelle. Il est constitué d'une ossature de lattes en bois massif ou en bois lamellé-collé, posées sur des poutres de soutien. La surface supérieure des lattes est recouverte d'un revêtement de sol, généralement en bois massif ou en bois lamellé-collé.

#### 4.12 Plancher à lattes avec isolation thermique par le bas

Le plancher à lattes avec isolation thermique par le bas est une solution de plancher à ossature bois traditionnelle. Il est constitué d'une ossature de lattes en bois massif ou en bois lamellé-collé, posées sur des poutres de soutien. La surface inférieure des lattes est recouverte d'un revêtement de sol, généralement en bois massif ou en bois lamellé-collé.

#### 4.13 Plancher à lattes avec isolation thermique par le haut et le bas

Le plancher à lattes avec isolation thermique par le haut et le bas est une solution de plancher à ossature bois traditionnelle. Il est constitué d'une ossature de lattes en bois massif ou en bois lamellé-collé, posées sur des poutres de soutien. La surface supérieure et inférieure des lattes sont recouvertes d'un revêtement de sol, généralement en bois massif ou en bois lamellé-collé.

## 4/5.6

# Codification technique des planchers en bois

---

### 1. Normes matériaux

Les normes concernant le matériau bois appartiennent à la série B 50.

- B 50 : Généralités – nomenclature – terminologie – préservation – traitements ;
- B 51 : Méthodes d'essais du bois et des panneaux ;
- B 52 : Règles d'utilisation du bois dans les constructions ;
- B 53 : Cubage, dimensions, classement d'aspect des sciages ;
- B 54 : Produits demi-finis (parquets, etc.).

### 2. DTU – Règles de calcul CB 71

« Règles de calcul et de conception des charpentes en bois » (règles CB 71-03/1971).

### 3. DTU – Exécution des ouvrages

(Cahier des charges ou cahier des clauses techniques.)

- DTU 31-1 (06/1983) : charpente et escaliers en bois ;
- DTU 31-2 (11/1989) : construction de maisons et bâtiments à ossature en bois.

### 4. Ouvrages de technique non courante

Procédure des Avis Techniques.

Cette procédure est utilisée pour les poutres ou les éléments porteurs composites (bois-métal ou bois-béton) ainsi que pour les éléments intercalaires ou les panneaux supports de sols.





## 4/5.7

# Applications particulières

## A. Planchers bois sur vide sanitaire (ou caves)

### 1. Présentation

Ce cas de réalisation ne se rencontre pratiquement plus dans les constructions actuelles.

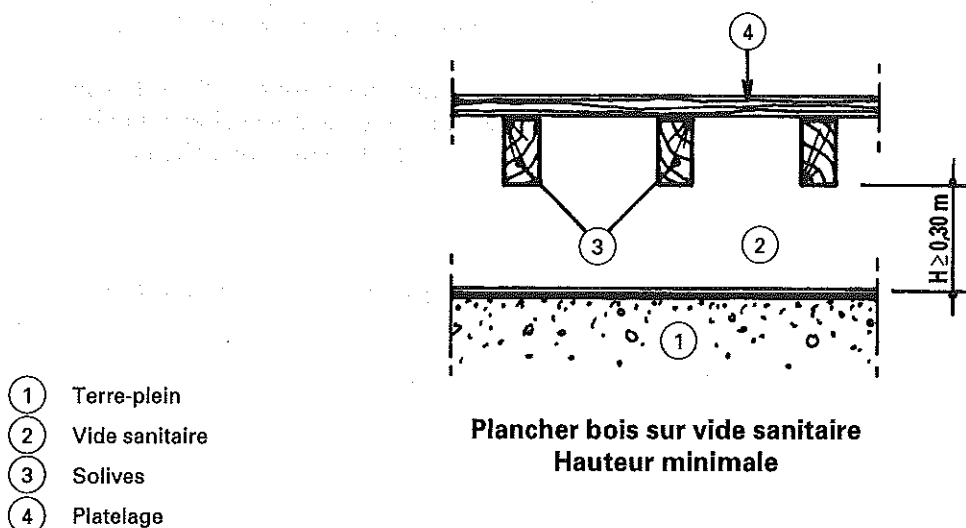
Toutefois, les travaux de réhabilitation sur constructions anciennes peuvent comporter des reprises d'anciens planchers bois sur vide sanitaire qui nécessiteront des modifications du gros œuvre, afin de stopper les désordres constatés.

Ces derniers correspondent à des attaques des bois de structure (solives) dues à une absence ou une insuffisance de ventilation du vide sanitaire créant ainsi des conditions favorables (taux d'humidité > 20 %, température entre 20° et 30° C) au développement d'un champignon spécifique du bois = la mérule.

D'autres champignons, de type lignicoles (développement en surface des bois) ou lignivores (attaque des bois) existent avec des conditions voisines de développement.

### 2. Dispositions à prendre

#### a) Hauteur minimale du vide sanitaire



Le DTU 51 relatif aux parquets et planchers traditionnels en bois indique qu'il faut au moins 0,30 m entre le sol et le dessous des solives pour assurer une ventilation correcte.

En toute logique, cette hauteur dépend du sens de circulation de l'air.

Si la ventilation s'effectue dans le sens des solives et à condition que les trous d'aération vers l'extérieur soient correctement répartis le long des façades, la hauteur minimale a moins d'importance que si les solives sont perpendiculaires au sens de passage de l'air.

#### *b) Volume réel du vide sanitaire*

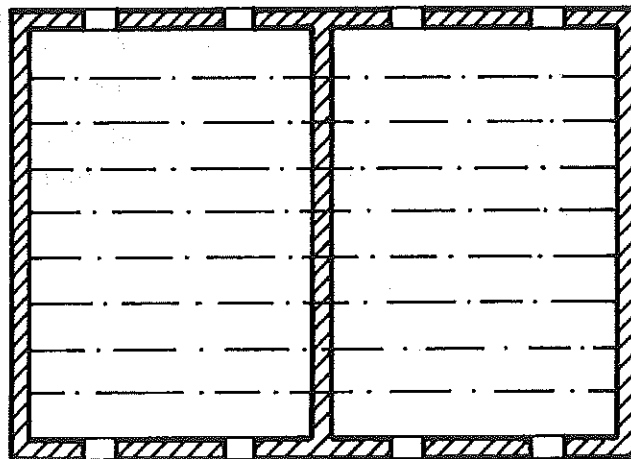
Le vide sanitaire doit être propre.

L'amoncellement de gravois de construction ou de végétation à l'intérieur du volume risque de gêner la circulation de l'air.

#### *c) Dispositions de ventilation*

— Ventilation sur façades (solives parallèles aux façades) :

- répartir les orifices régulièrement sur chaque façade ;
- remonter le plancher pour avoir 0,50 m sous les solives.



**Disposition de ventilation du vide sanitaire  
de façade à façade nécessitant une hauteur  
de 0,50 m sous solives**

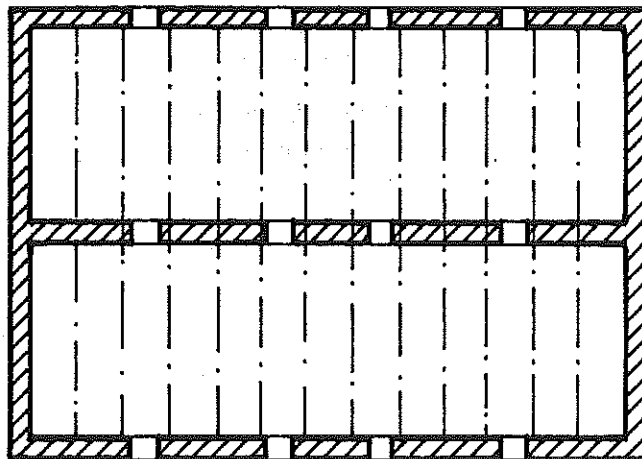
$h \text{ (sous solives)} \geq 0,50 \text{ m}$

— Ventilation sur façades avec solives perpendiculaires et refend intermédiaire :

- le refend doit être percé comme les façades ;
- la hauteur sous solives peut être réduite à 0,30 m.

**Disposition de ventilation de vide sanitaire de façade à façade, nécessitant le percement du refend longitudinal avec une hauteur de 0,30 m sous solives**

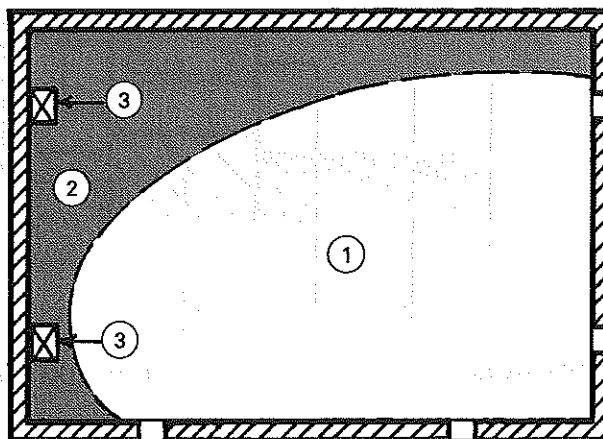
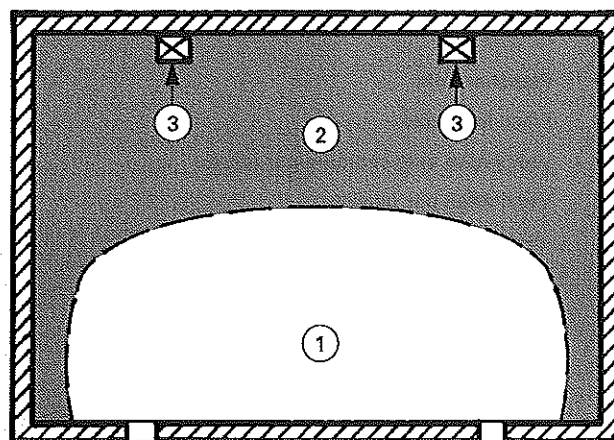
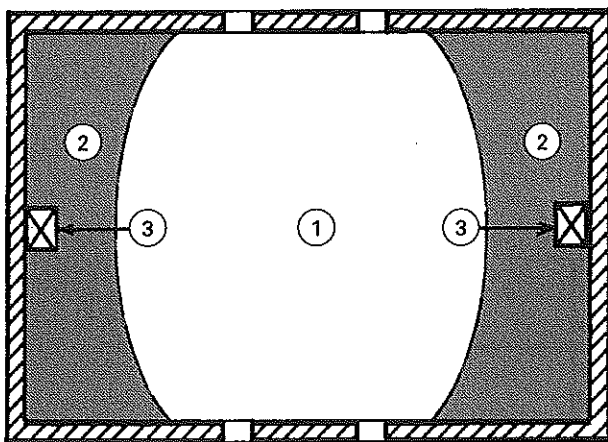
$h$  (sous solives)  $\geq 0,30$  m



– Répartition des orifices :

Il faut éviter les zones mortes où l'air peut stagner sans s'évacuer.

Dans ce cas, utiliser les pignons si la façade opposée n'est pas disponible.

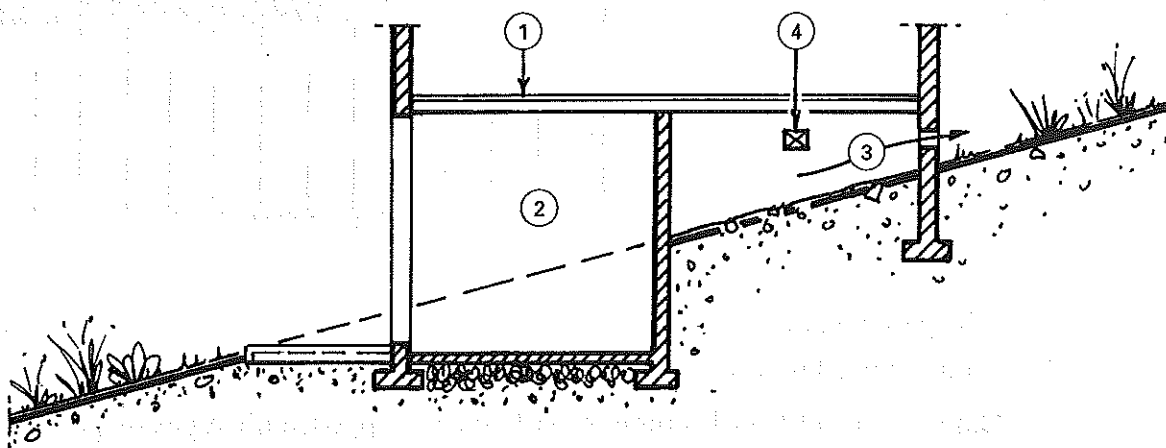


- ① Zone ventilée
- ② Zones « mortes »
- ③ Gaines verticales sortant en toiture

**Dispositions inefficaces – Présence de zones mortes (sauf ③)**

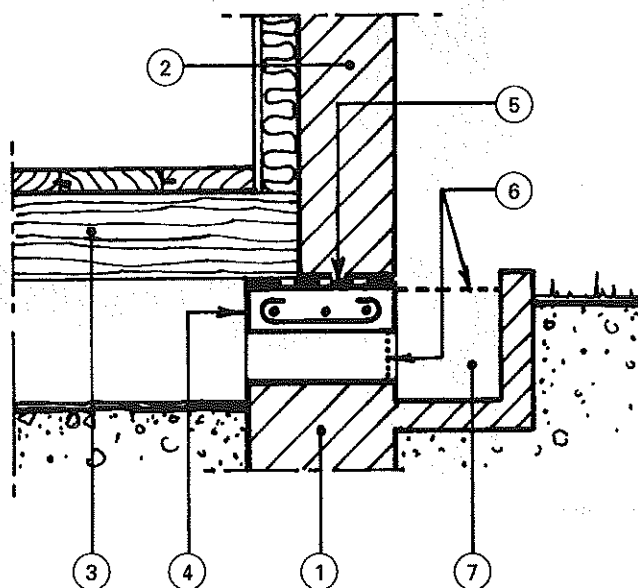
Certaines dispositions imposées par l'environnement ou les limites de construction sont défavorables à une ventilation correcte du vide sanitaire.

Dans ce cas, on peut essayer de ventiler à travers le plancher par des orifices débouchant en toiture.



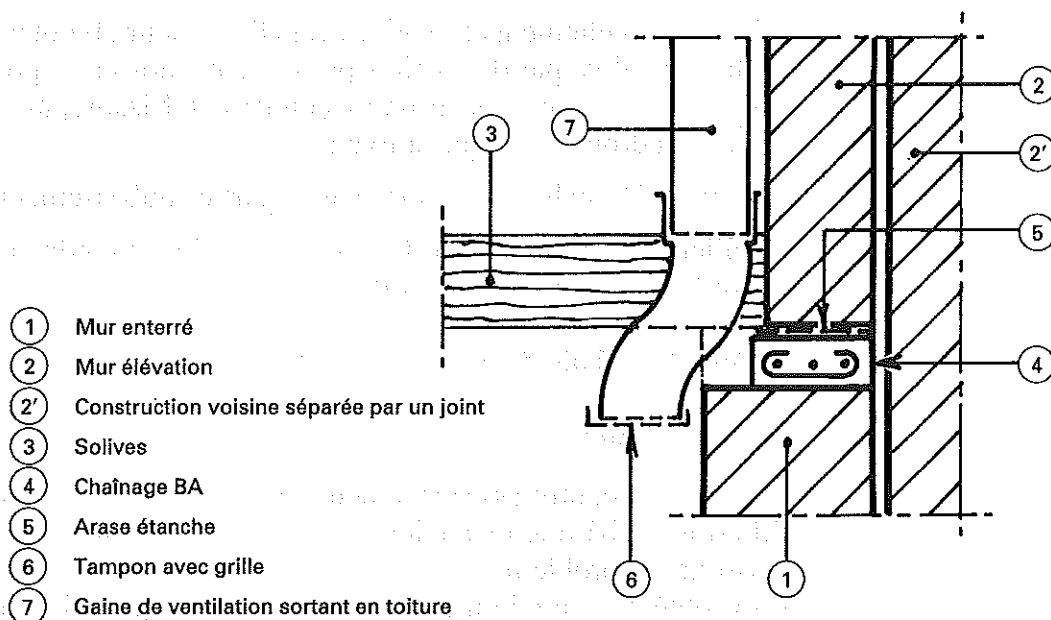
**Cas particulier – Bâtiment sur une pente**

- ① Plancher bois
- ② Pièce habitable
- ③ Ventilation vide sanitaire par façade
- ④ Ventilation par pignon



**Dispositions particulières (sorties de ventilation par l'extérieur)**

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| ① Mur enterré   | ⑤ Arase étanche       |
| ② Mur élévation | ⑥ Grilles ventilation |
| ③ Solives bois  | ⑦ Regard extérieur    |
| ④ Chaînage BA   |                       |



Disposition variante (sortie par gaine verticale)

*Critère de fonctionnement :*

Si la ventilation d'un orifice est insuffisante, il y aura formation de toiles d'araignées au droit de cet orifice.

La meilleure ventilation est celle qui s'opère par deux façades opposées dont l'une est exposée aux vents dominants.

Des difficultés peuvent intervenir avec les terrains en pente. On peut ventiler également par la base des murs situés au-dessus du plancher.

*d) Dispositions diverses*

- Si la ventilation du vide sanitaire est insuffisante, éviter de recouvrir un sol-parquet par un revêtement imperméable (sol plastique ou vernis étanche) ;
- Dans cette même hypothèse, éviter de remplir les intervalles entre poutrelles par des granulats type mâchefer ou plâtras qui, du fait de leur porosité, risqueront d'absorber de l'eau ;
- Utiliser des bois sains et secs, traités ;
- Eviter tout contact entre le bois et le sol, sauf traitement spécial (créosote, par exemple) ;
- Ne poser les parquets que lorsque les maçonneries sont sèches ;
- Protéger les abouts de solives scellés dans la maçonnerie ;
- Prévoir une coupure étanche sous le plancher afin d'éviter les remontées capillaires (de préférence une à deux couches de chape de bitume armé type 40) ;

- Aérer les scellements de solives vers l'extérieur ; bloquer les faces latérales de chaque solive par des petites pierres sans mortier et protéger l'about côté extérieur par une épaisseur de maçonnerie suffisante, afin d'éviter les infiltrations au droit de chaque solive ;
- Assurer l'étanchéité du mur dans la partie soubassement ;
- Veiller à l'entretien des orifices de ventilation et rendre accessible, à chaque fois qu'il en est possible, le vide sanitaire.

## **B. Planchers bois de locaux humides**

### **1. Présentation**

Ce cas se rencontre assez rarement en ouvrages neufs, mais surtout en réhabilitation de bâtiments anciens. La pose de carrelage sur un vieux parquet constitue un problème très délicat, générateur de risques graves. En dehors des problèmes de débordement accidentel d'appareils sanitaires (cuisines, salles de bains ou salles d'eau), certains parquets peuvent être lavés à l'eau et celle-ci ne doit pas s'infiltrer à travers les lames.

Le carrelage est, par ailleurs, un matériau dur qui nécessite des supports rigides.

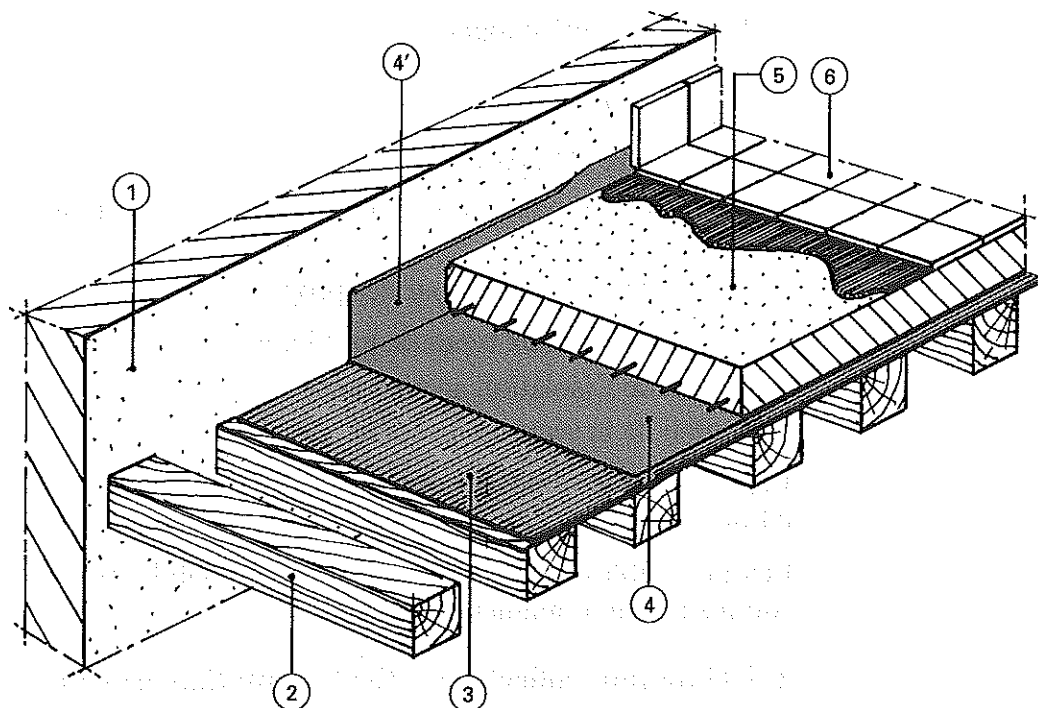
Les sols étanches, type plastique continu, sont fortement déconseillés sur vieux parquet, car l'humidité sous-jacente entraîne la détérioration par pourriture du parquet.

### **2. Solution préconisée**

Si la structure est capable :

- de supporter le poids d'une dalle béton complémentaire limitée aux surfaces, strictement nécessaire aux zones humides,
- et si les surépaisseurs sont compatibles avec les niveaux des pièces adjacentes,

la solution suivante peut être proposée :



### Organisation d'une zone de plancher bois destinée à une pièce humide

- ① Mur
- ② Solivage conservé à des fins décoratives
- ③ Panneaux de fibres de bois
- ④ Etanchéité avec relevé ④'
- ⑤ Plancher-dalle en béton
- ⑥ Carrelage collé

- conservation (ou renforcement) du solivage ;
- faux-plafond en métal déployé (ou similaire) ;
- étanchéité par feuille bitumeuse raccordée par soudure et relevée le long des murs et cloisons ; (éventuellement feuille PVC armé raccordée par soudure à l'air chaud) ;
- film ou feutre de désolidarisation ;
- dalle béton armé (épaisseur minimale 0,05 à 0,06 m, en fonction de l'espacement entre solives) ;
- sol carrelé collé.

## C. Planchers entre logements

### 1. Présentation

Les planchers d'étage séparent :

- des locaux appartenant au même propriétaire (cas des maisons individuelles) ;
- ou des locaux occupés par des propriétaires ou locataires différents.

Ce cas présente deux types de problèmes :

- au plan de l'isolation acoustique ;
- au plan de la sécurité incendie.

Rappelons que seules les constructions neuves sont soumises à la réglementation.

Les immeubles anciens, sauf en cas de réhabilitation complète, ne sont pas soumis à cette réglementation.

### 2. Habitations collectives – Réglementation acoustique

#### a) Réglementation

Arrêté du 14 juin 1969 modifié par arrêté du 22 décembre 1975.

Ces textes limitent les niveaux de pression acoustique à ne pas dépasser dans un logement (bruits aériens et bruits d'équipements).

Un autre texte concerne les bruits aériens extérieurs : arrêté du 6 octobre 1978 modifié par l'arrêté du 23 février 1983.

#### b) Isolement normalisé

Arrêté du 14 juin 1969.

L'isolement acoustique normalisé (exigence) est de 51 dB (A) entre pièces principales de logements et 56 dB (A) vis-à-vis de locaux bruyants commerciaux ou activités industrielles.

Le bruit réglementaire aérien à l'émission est un bruit conventionnel (bruit rose) à niveau de pression acoustique constant par octave.

Pour les bruits de choc, l'exigence est de 70 dB (A) à ne pas dépasser dans le local adjacent à celui de l'appareil émetteur (machine à chocs).

### 3. Dispositions constructives permettant de respecter la réglementation acoustique ou d'améliorer l'isolation existante

#### a) Plancher séparatif de maison individuelle

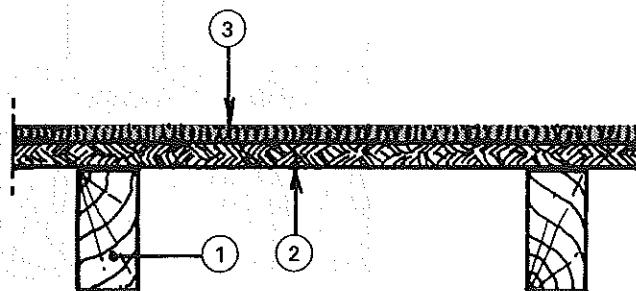
La disposition la plus simple consiste :

- à prévoir des poutrelles de section et d'espacement compatibles avec les portées, charges et sollicitations appliquées, supportant un parquet ou un panneau dérivé du bois ;



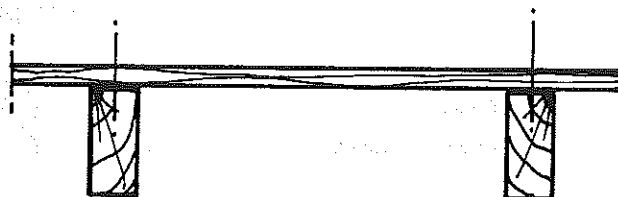
– à disposer un revêtement textile épais (moquette) pour amortir les bruits de chocs ou d'impact.

L'isolation globale d'un tel plancher n'est pas susceptible de satisfaire les exigences de la réglementation <sup>1)</sup>.



**Plancher intermédiaire de maison individuelle**

- ① Solive
- ② Parquet ou panneau dérivé du bois
- ③ Moquette épaisse



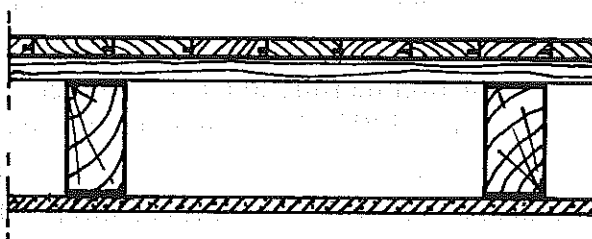
**Plancher bois à simple platelage (indice R < 20 dB (A))**

L'amélioration pourrait se faire sans atteindre toutefois les exigences et, dans la mesure où les poutres-solives pourraient supporter la charge permanente, en coulant une dalle en béton armé de 0,04 à 0,05 m d'épaisseur (poids de 100 à 125 kg/m<sup>2</sup>).

#### *b) Plancher séparatif de deux logements différents*

Les solutions consistent :

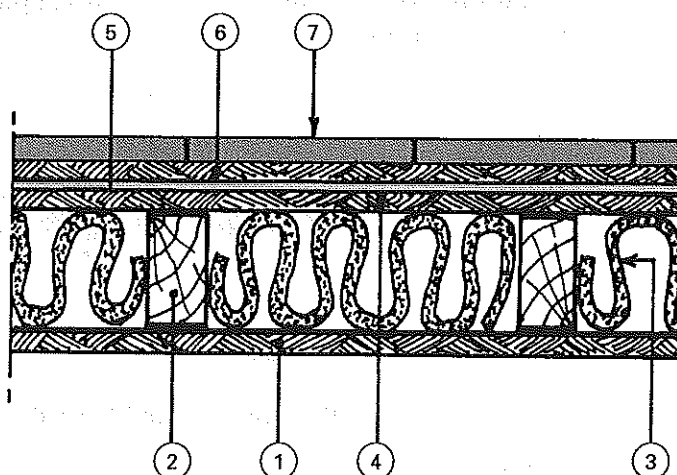
– à augmenter le poids propre :



**Plancher bois de type caisson avec faux-plafond  
(indice R compris entre 30 et 40 dB(A))**

1) Indice d'affaiblissement R ≈ 20 dB (A) environ.

– à superposer des couches de matériaux différents avec des matériaux en créant des caissons remplis de matériaux isolants fibreux (laine minérale) :



**Plancher bois de type caisson amélioré**  
(indice R amélioré de 3 dB(A) environ par rapport  
à la solution précédente)

- |   |  |   |                       |
|---|--|---|-----------------------|
| ① | Panneau de particules                  | ⑤ | Feutre résilient      |
| ② | Solive                                 | ⑥ | Panneau de particules |
| ③ | Laine minérale (épaisseur de 4 à 5 cm) | ⑦ | Revêtement de sol     |
| ④ | Panneau de particules                  |   |                       |

La masse à prendre en compte ne tient pas compte du poids des solives. Par ailleurs, l'étanchéité à l'air est insuffisante au niveau des joints de panneaux ou de lames de parquet et nuit à l'isolement acoustique. Toutefois, les améliorations sont faibles et sont souvent de l'ordre de la tolérance des mesures acoustiques (3 dB (A)).

#### D. Réglementation incendie

Arrêté du 21 avril 1983 remplaçant l'arrêté du 5 janvier 1979.

Plusieurs critères doivent être satisfaits :

- la résistance mécanique de l'élément porteur sous l'effet de la chaleur ;
- l'étanchéité aux flammes et l'absence de gaz inflammables ou toxiques ;
- l'isolation thermique à échauffement moyen de la surface sur laquelle on circule ( $t < 140^{\circ}\text{C}$ ) avec maxima locaux ( $t < 180^{\circ}\text{C}$ ).

Le classement « coupe-feu » correspond à la fonction sécurité jouée par le plancher au niveau de la propagation de l'incendie.

Pour les bâtiments à ossature bois, les quatre familles du classement sont ramenées aux deux suivantes :

- *première famille* : habitations individuelles isolées ou jumelées à deux niveaux au plus (non compris caves et sous-sols).

Coupe-feu exigé : 1/4 heure ;

– *deuxième famille* : habitations individuelles isolées ou jumelées à plus de deux niveaux habitables. Habitations individuelles en bande et habitations collectives dont le plancher bas du logement le plus haut est à moins de 8 m au-dessus du sol.

Coupe-feu exigé : 1/2 heure.

Le plan de travail doit être établi en fonction des conditions de travail et des exigences de la norme NF EN 12165. Les dalles doivent être posées sur des supports adaptés et les joints doivent être traités conformément aux prescriptions de la norme NF EN 12165. Les dalles doivent être protégées contre les chocs et les rayures pendant le transport et la pose.

## 4/5.8

# Problèmes posés par les planchers en bois

### A. Généralités

En dehors de certains inconvénients inhérents aux structures bois tels que :

- l'isolation acoustique difficile à réaliser (loi de masse) ;
- les ambiances humides (pièces humides, planchers sur vide sanitaire...),

les planchers bois présentent des problèmes particuliers, tels que :

- la flexibilité ;
- les assemblages ;
- les traitements du bois contre les attaques.

### B. La flexibilité des planchers

#### 1. Généralités

La mode actuelle correspond, dans une certaine mesure, au recours à des techniques traditionnelles, notamment pour les structures bois<sup>1)</sup> et plus particulièrement pour les planchers sur solives.

Rappelons qu'une grande partie des immeubles anciens des grandes villes françaises, Paris notamment, comportent des planchers en bois, voire des structures complètes (pans de bois).

#### 2. Construction neuve ou réhabilitation

En construction neuve ou en réhabilitation, les définitions traditionnelles de ce type de plancher se ramènent essentiellement :

- à des solives porteuses ;
- à un platelage réalisant l'aire horizontale d'utilisation ;
- à une sous-face :
  - facultative en habitation individuelle ;
  - constituée par un faux plafond masquant les solives pour réaliser un plafond uniforme.

1) MOB : maison à ossature bois.

### 3. Avantages et inconvénients de cette disposition

Cette disposition présente les avantages et inconvénients suivants :

#### a) Avantages

- Réalisation de coût économique (relatif) ;
- Réalisation facile et rapide des finitions, surtout avec les planchers à poutres apparentes ;
- Aspect esthétique en sous-face.

#### b) Inconvénients

- Acoustique médiocre, non conforme à la réglementation ;
- Eléments porteurs flexibles, déformables sous les charges appliquées.

Le bois, matériau vivant, est susceptible vis-à-vis de l'humidité et peut présenter :

- des gonflements ;
- ou des retraits, fentes, vrillages, etc.

La difficulté actuelle de trouver des bois secs au moment de la mise en œuvre est un inconvénient non négligeable.

Le séchage sur parc est trop onéreux et remplacé par un séchage à l'étuve.

Les mises en œuvre sont souvent trop rapides et la mise en charge des éléments fléchis suit les phases de construction.

En particulier, l'installation des cloisons et des sols est effectuée très rapidement après montage des éléments porteurs.

Les critères de déformation (flèches) sont liés :

- aux portées (fonction quatrième de la portée) ;
- aux charges permanentes appliquées ;
- aux caractéristiques des sections (inertie, module de résistance) ;
- aux caractéristiques des bois (module d'élasticité).

Les cloisons portées par les planchers sont disposées :

- soit parallèlement aux solives ;
- soit perpendiculairement à celles-ci.

Dans le 1<sup>er</sup> cas, les solives doivent être doublées pour tenir compte du poids propre des cloisons.

Dans le 2<sup>e</sup> cas, la cloison intervient en charge concentrée et son poids doit être pris en compte pour les poutrelles considérées.

On aura souvent intérêt à réaliser des cloisons sèches autostables qui ne se fissureront pas comme des cloisons lourdes, mais qui se sépareront (vide) du plancher, du fait de la déformation propre de celui-ci.

Les plus gros inconvénients proviennent :

- des huisseries prises dans les cloisons, qui se déforment avec les planchers et qui vont poser des problèmes d'ouverture et de fermeture ;
- des salles d'eau, du fait du poids des bacs à douche et des baignoires intervenant sur les planchers et posant le problème d'étanchéité :
  - au niveau des revêtements de sols ;
  - au niveau des raccordements avec les revêtements muraux.

Les cas présentés dans la pratique ne correspondent pas toujours à des solutions fiables.

Le recours à d'autres éléments porteurs est alors conseillé.

Il est important de noter que les dalles en bois sont des éléments structuraux qui doivent être conçus et réalisés conformément aux normes en vigueur. Les normes de conception des dalles en bois sont définies par le Comité Technique Français du Bois (CTF) et le Comité Technique Français du Béton (CTB). Les normes de réalisation des dalles en bois sont définies par le Comité Technique Français du Bois (CTF) et le Comité Technique Français du Béton (CTB). Les normes de conception des dalles en bois sont définies par le Comité Technique Français du Bois (CTF) et le Comité Technique Français du Béton (CTB). Les normes de réalisation des dalles en bois sont définies par le Comité Technique Français du Bois (CTF) et le Comité Technique Français du Béton (CTB).



## 4/5.9

# Améliorations des planchers en bois

---

### A. Généralités

Pour différentes raisons d'ordre exigentiel, les planchers en bois peuvent être améliorés.

Les cas les plus fréquents sont :

- les renforcements de portance (exigences, charges et déformations) ;
- les renforcements d'isolation acoustique ;
- les renforcements d'étanchéité (cas de pièces humides).

### B. Renforcements de portance

D'une manière générale, les caractéristiques d'un plancher (dimensionnement des éléments porteurs tels que poutres, poutrelles, éléments intercalaires) sont déterminées :

- en fonction des portées entre appuis et des effets de continuité entre travées (éventuels) ;
- en fonction des charges appliquées (charges permanentes et charges de service ou d'exploitation).

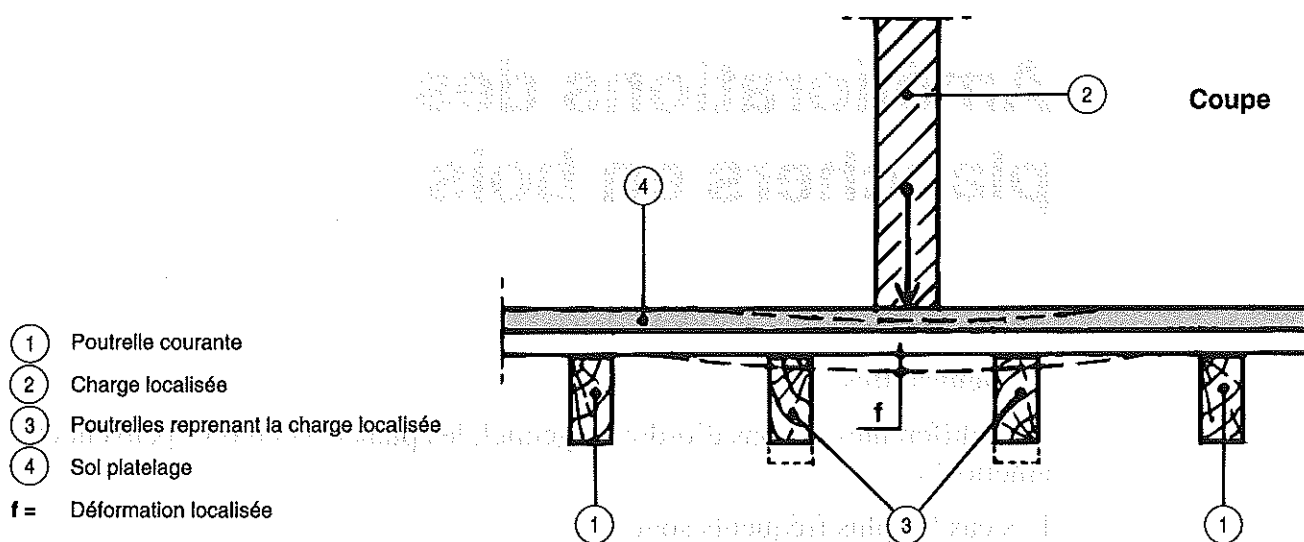
Deux critères interviennent :

- le critère de résistance, qui dépend de la contrainte admissible des matériaux utilisés ;
- le critère de la déformation, qui dépend du module d'élasticité du matériau choisi et des phénomènes de déformation différée (fluage).

C'est le critère le plus défavorable qui doit être considéré.

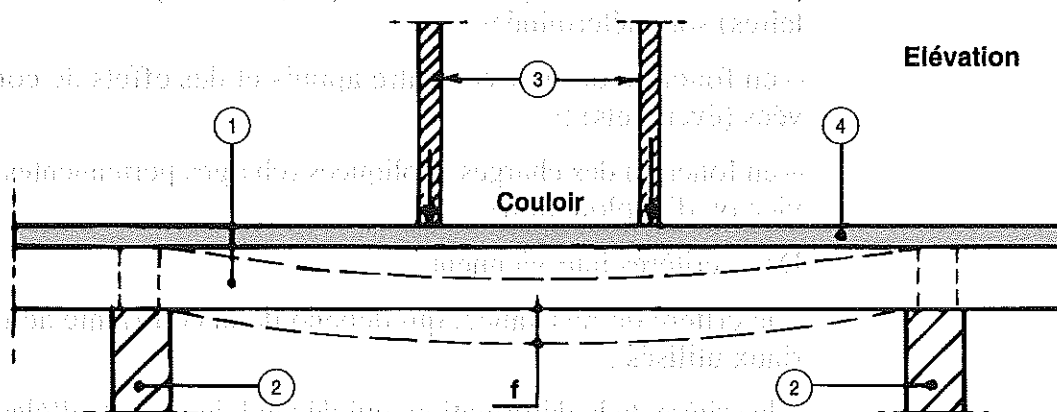
Pour les planchers en bois, les phénomènes de fluage entraînent, à terme, des déformations irréversibles gênantes lorsque les revêtements rigides (dallages, carrelages) sont placés comme revêtements de sol sur les éléments porteurs, ou lorsque des cloisons lourdes interviennent localement en plus des charges de service :

– soit parallèlement aux éléments porteurs (déformation limitée aux seuls éléments situés au droit de la cloison lourde, 1<sup>er</sup> cas) ;



### 1<sup>er</sup> cas : déformation sous charge localisée (cloison lourde)

– soit perpendiculairement à ces éléments, et plus particulièrement si la cloison lourde se situe dans la zone médiane des éléments porteurs (2<sup>e</sup> cas).



### 2<sup>e</sup> cas : déformation par charges localisées intéressant toutes les poutrelles

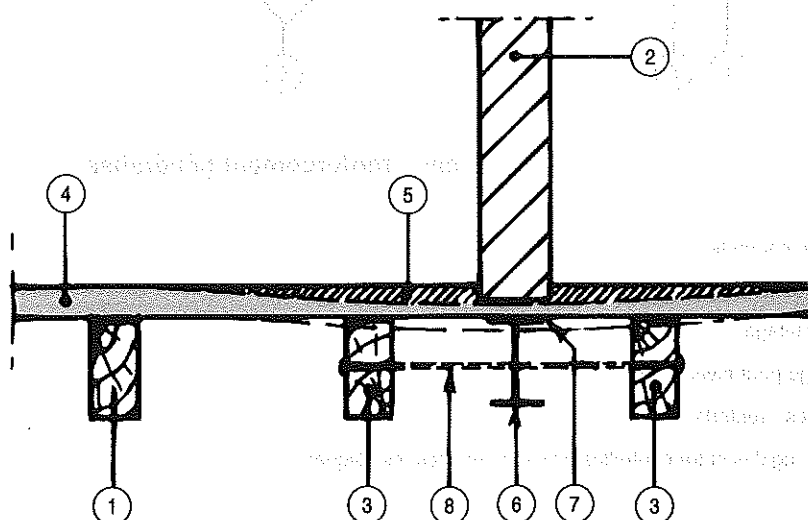
- 1 Poutrelle courante
- 2 Appuis
- 3 Cloison de couloir (charges concentrées)
- 4 Sol platelage
- f = Déformation généralisée pour toutes les poutrelles

Dans le cadre d'une opération de réhabilitation ou de réaménagement d'un bâtiment, la conservation d'un ancien plancher en bois peut nécessiter la reprise de tous les anciens éléments porteurs dont la déformation s'est accentuée dans le temps par le phénomène de fluage.

La remontée à l'état initial, c'est-à-dire la réduction des flèches à une valeur nulle, est une opération quasi impossible par les efforts à développer pour contrarier les déformations.

La solution peut consister à reniveler les sols par surcharge des éléments intercalaires, après renforcement des éléments porteurs :

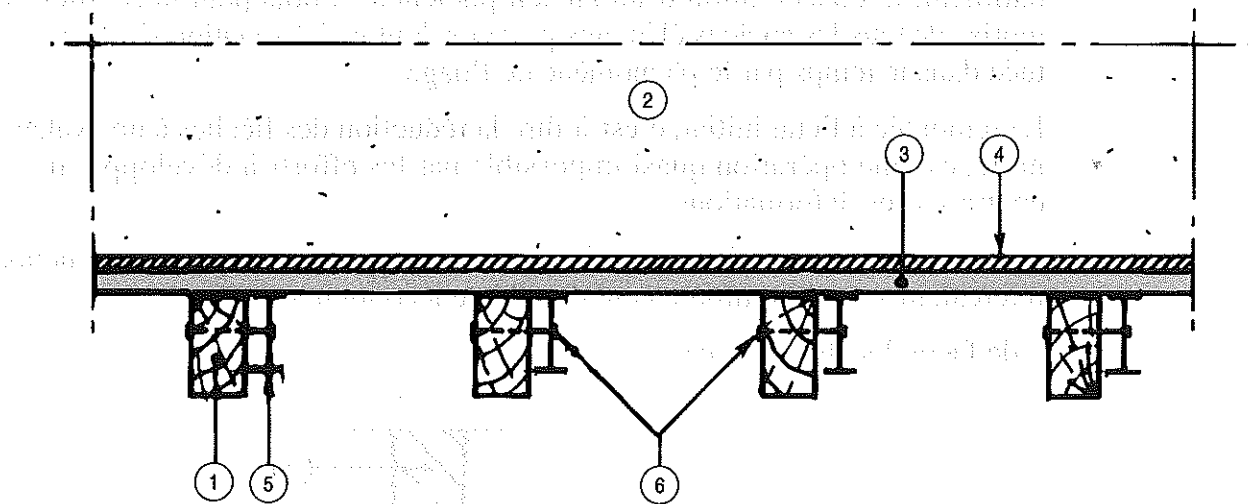
– de façon localisée (1<sup>er</sup> cas) ;



#### 1<sup>er</sup> cas : renforcement localisé

- ① Poutrelle courante
- ② Charge localisée
- ③ Poutrelles déformées
- ④ Sol platelage déformé
- ⑤ Recharge du sol pour nivellement
- ⑥ Poutrelle métallique de reprise de la charge localisée
- ⑦ Calage entre platelage et poutrelle
- ⑧ Liaison rigide éventuelle entre renforts

– de façon quasi généralisée (2<sup>e</sup> cas).



2<sup>e</sup> cas : renforcement généralisé

- ① Poutrelle courante
- ② Charge continue (cloisons)
- ③ Sol - platelage
- ④ Recharge pour nivellement
- ⑤ Poutrelles - renforts
- ⑥ Liaisons rigides entre poutrelles bois et poutrelles métalliques

*Exemple :* poutrelles métalliques de module compatible permettant de disposer les éléments renforts entre les éléments porteurs.

Dans ce cas, les renforts sont placés contre les poutrelles (solives) courantes et liaisonnées avec ces dernières par boulonnage.

Une légère « précontrainte » par vérinage des poutrelles courantes avant calage et liaisonnement peut permettre de rattraper une partie des déformations permanentes du plancher.

Ces dispositifs sont applicables :

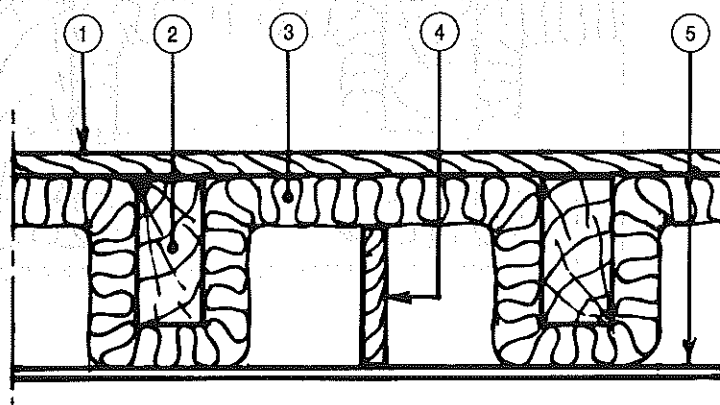
- avec des planchers à poutres apparentes ;
- avec des planchers recevant un plafonnage sous solive, après dépose (localisée ou générale) de ce dernier.

Dans le cas des planchers à solives apparentes systématiquement renforcées, le plafonnage est généralement nécessaire pour des raisons esthétiques.

## C. Renforcement de l'isolation acoustique

### 1. 1<sup>er</sup> cas : plancher ancien conservé avec habillage isolant

Un matelas de laine minérale est disposé autour des poutres et sous le parquet. Le faux-plafond est rapporté sur un étrésillonnage sans contact avec le plancher, ce qui nécessite, de ce fait, des bois de grande portée.



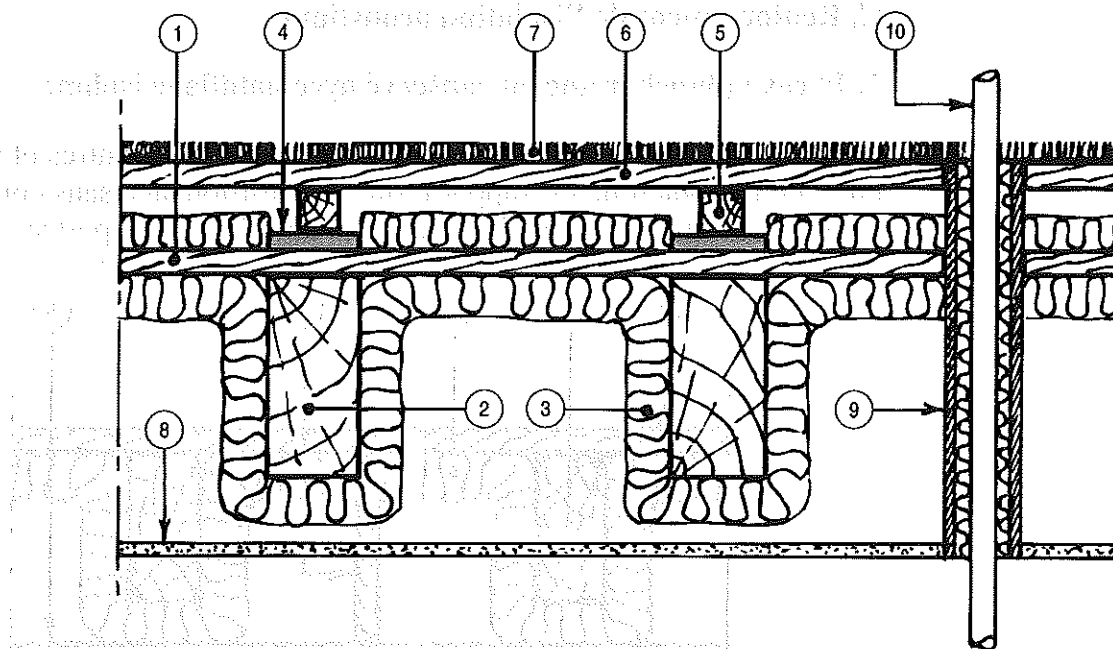
1<sup>er</sup> cas : renforcement de l'isolation acoustique

- ① Ancien plancher conservé
- ② Solives porteuses
- ③ Matelas laine minérale
- ④ Etrésillonnage
- ⑤ Plafond plâtre

Ce système présente des performances non vérifiées par essais acoustiques.

### 2. 2<sup>e</sup> cas : plancher flottant sur plots antivibratiles

Un plancher flottant est rapporté sur le plancher existant par l'intermédiaire de plots en caoutchouc, à raison de 4 par m<sup>2</sup> environ.



### 2° cas : renforcement de l'isolation acoustique

- ① Ancien plancher conservé
- ② Solives porteuses
- ③ Matelas laine minérale
- ④ Plot caoutchouc
- ⑤ Tasseau support
- ⑥ Nouveau plancher
- ⑦ Revêtement de sol (moquette)
- ⑧ Faux-plafond suspendu
- ⑨ Fourreau antivibratile
- ⑩ Canalisation traversante

L'isolation par matelas de laine minérale s'effectue comme dans le 1<sup>er</sup> cas, mais avec un plafond suspendu. Si des canalisations doivent traverser le plancher, elles doivent passer à travers un fourreau antivibratile.

Les résultats obtenus (isolement) sont :

- aux bruits aériens :  $D = 66 \text{ dB (A)}$  ;
- aux bruits de chocs :  $L = 46 \text{ dB (A)}$ .

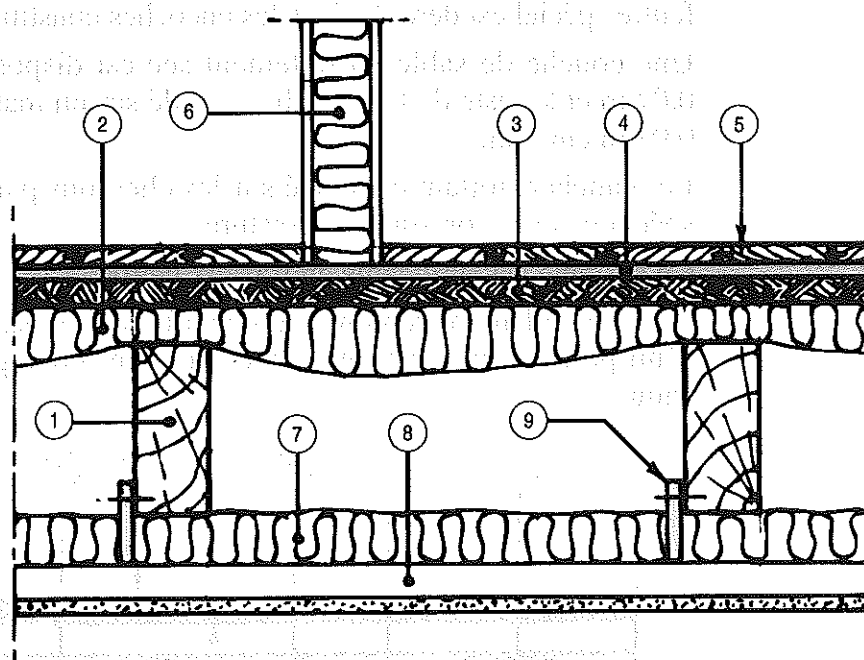
### 3. 3° cas : plancher flottant sur sous-couche résiliente

L'ancien parquet est déposé. Les solives sont conservées.

Le nouveau plancher est constitué comme suit :

- une couche de laine minérale déroulée sur les solives ;
- un plancher porteur en panneaux de particules avec son lambourdage ;
- une couche résiliente ;
- le parquet flottant.

Un faux-plafond complète l'ensemble.



3° cas : plancher flottant sur couche résiliente

- ① Solive porteuse
- ② Laine minérale
- ③ Plancher porteur (panneau de particules)
- ④ Couche résiliente
- ⑤ Parquet flottant
- ⑥ Cloison (éventuelle)
- ⑦ Matelas laine minérale
- ⑧ Plafond suspendu
- ⑨ Attache

Les résultats obtenus (isolement) sont :

- aux bruits aériens :  $D = 55 \text{ dB (A)}$  ;
- aux bruits de chocs :  $L = 56 \text{ dB (A)}$ .

#### 4. 4<sup>e</sup> cas : plancher flottant et lit de sable

On conserve les solives porteuses.

Une frise de bois réalisant un plafond apparent en sous-face constitue un support continu.

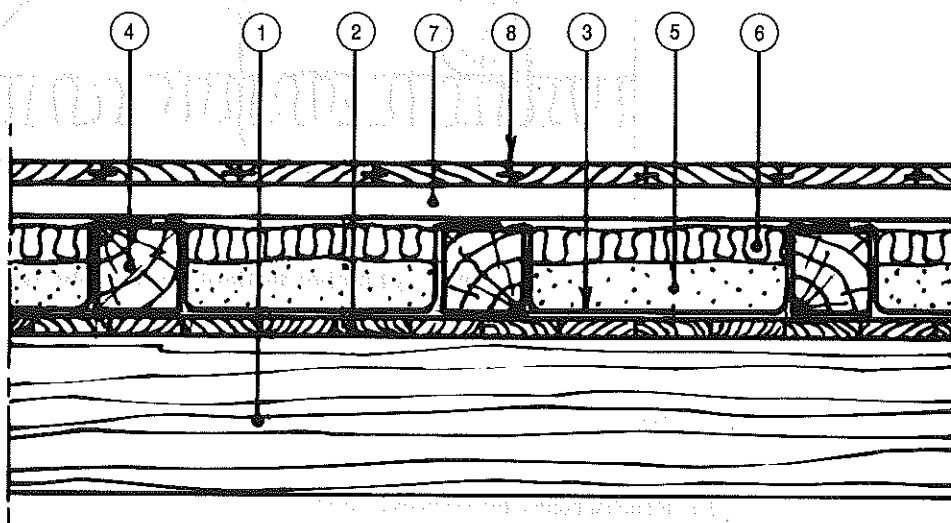
Des chevrons  $0,11 \times 0,11$  m (ou section moindre selon l'espacement des solives) sont placés perpendiculairement aux solives sur le platelage frise de bois. Un feutre spécial est déroulé dans les encoches constituées par les chevrons.

Une couche de sable parfaitement sec est disposée sur une épaisseur de 0,07 m et le reste de l'intervalle est calé sur un matelas de laine minérale de 0,04 m environ.

Le plancher flottant est placé sur les chevrons par l'intermédiaire de plots spéciaux, avec son support-ossature.

Ce système est applicable en travaux neufs.

Il présente l'inconvénient d'un écoulement possible du sable dans le cas d'un percement accidentel (par exemple, pour passage d'un câble électrique).



4<sup>e</sup> cas : plancher flottant et lit de sable

- ① Solive porteuse
- ② Platelage frise apparente en plafond
- ③ Feutre déroulé dans les augets
- ④ Chevrons
- ⑤ Sable sec
- ⑥ Laine minérale
- ⑦ Ossature support parquet
- ⑧ Parquet flottant

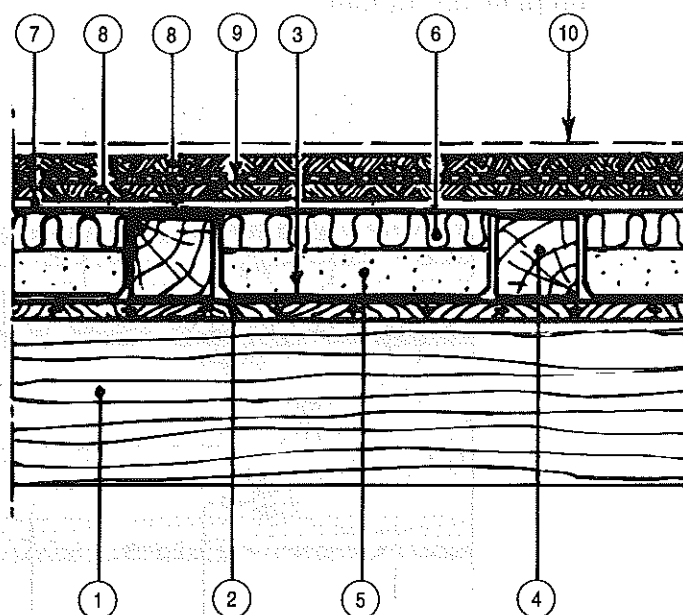


Les résultats obtenus (isolement) sont :

- aux bruits aériens :  $D = 60 \text{ dB (A)}$  ;
- aux bruits d'impact (avec sol plastique) :  $L = 69 \text{ dB (A)}$ .

### 5. 5° cas : plancher flottant lourd

Ce système est différent du précédent du fait que le plancher est flottant sur couche résiliente (sandwich avec feuille de plomb).



5° cas : plancher flottant lourd

- ① Solive porteuse
- ② Platelage frise apparente (plafond)
- ③ Feutre déroulé dans les augets
- ④ Chevrons
- ⑤ Sable sec
- ⑥ Isolant laine minérale
- ⑦ Couche résiliente
- ⑧ Panneaux de particules 16 mm
- ⑨ Feuille de plomb 2 mm prise en sandwich
- ⑩ Revêtement de sol

Les résultats obtenus (isolement) aux bruits aériens sont :  $D = 60 \text{ dB (A)}$ .

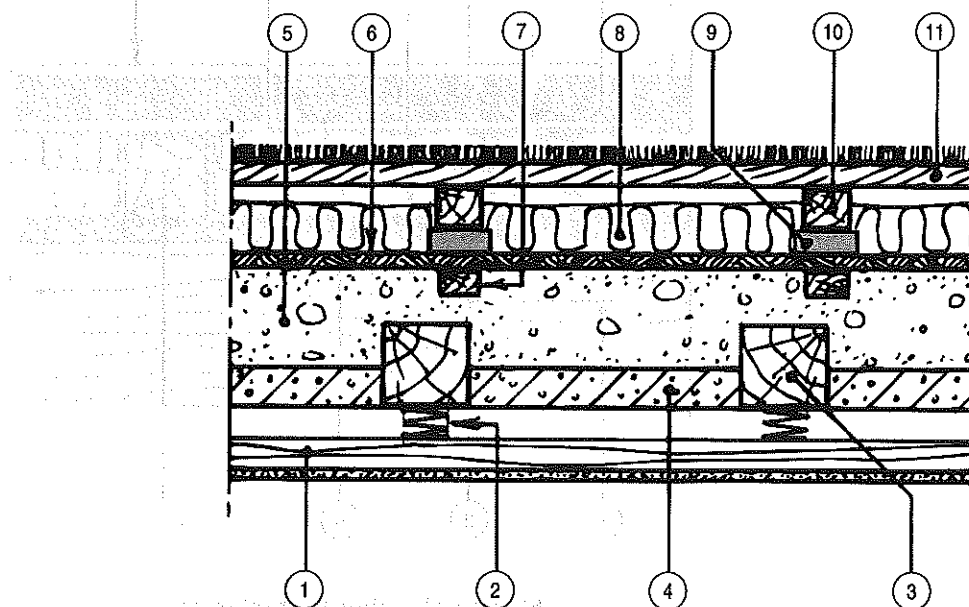
### 6. 6<sup>e</sup> cas : plancher flottant sur très ancien plancher avec terre

Sont conservés :

- l'ancien plancher avec ses éléments porteurs (chevrons) et remplissage en terre ;
- l'ancien plafond.

Sont mis en place :

- un plafond suspendu ;
- un plancher flottant.



### 6<sup>e</sup> cas : plancher flottant sur très ancien plancher avec terre

- ① Plafond suspendu
- ② Dispositif antivibratile
- ③ Chevron existant conservé
- ④ Élément de remplissage (terre cuite ou platelage bois) conservé
- ⑤ Terre (conservée)
- ⑥ Nouveau plancher (panneaux)
- ⑦ Raidisseurs
- ⑧ Isolant laine minérale
- ⑨ Plot antivibratile
- ⑩ Tasseau raidisseur
- ⑪ Support revêtement de sol (panneau parquet)

Les résultats obtenus (isolement) sont :

- aux bruits aériens :  $D = 64 \text{ dB (A)}$  ;
- aux bruits d'impact (avec moquette en revêtement de sol) :  $L = 42 \text{ dB (A)}$ .

### 7. 7<sup>e</sup> cas : plancher double

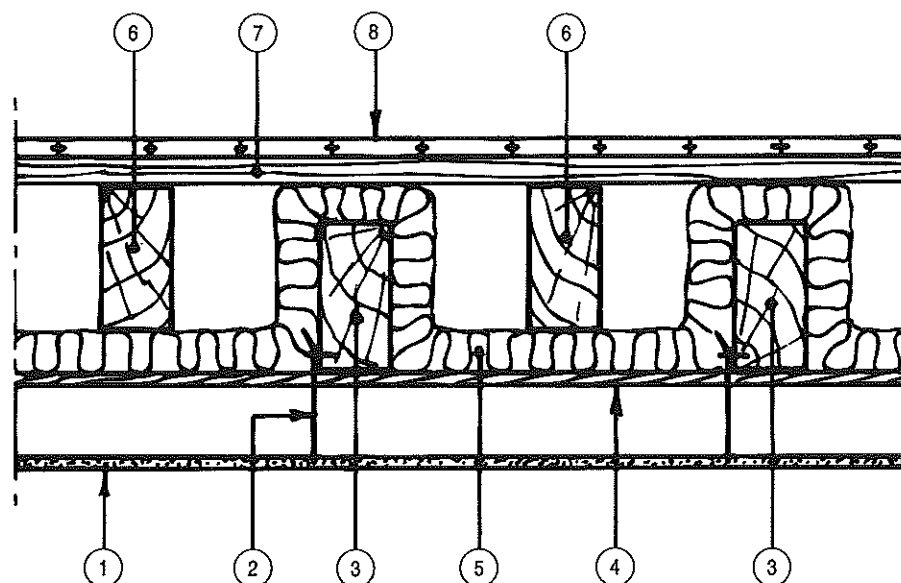
L'ancien plancher est conservé seulement avec ses solives.

Le parquet est déposé.

Un nouveau solivage est disposé mais décalé par rapport à l'ancien.

Un matelas de laine minérale est déroulé autour des solives anciennes et nouvelles.

Un nouveau plancher est posé sur les nouvelles solives. Les anciennes solives conservées servent de support à un faux-plafond.



7<sup>e</sup> cas : plancher double

- ① Faux-plafond suspendu
- ② Suspentes
- ③ Anciennes solives
- ④ Support continu de l'isolant (placo ou panneau)
- ⑤ Isolant
- ⑥ Nouvelles solives
- ⑦ Lambourdes
- ⑧ Parquet

1. Les dalles en bois sont des éléments de structure horizontaux qui supportent les charges et les transfèrent aux poutres.
2. Elles sont généralement constituées de bois massif ou de panneaux de bois agglomérés.
3. Les dalles en bois sont classées en fonction de leur épaisseur et de leur résistance.
4. Les dalles en bois sont utilisées pour les planchers, les ponts, les passerelles, etc.
5. Les dalles en bois sont soumises à des charges permanentes et variables.
6. Les dalles en bois doivent être dimensionnées pour résister à ces charges.
7. Les dalles en bois sont souvent associées à des poutres en bois ou en acier.
8. Les dalles en bois sont également utilisées pour les murs de soutènement.
9. Les dalles en bois sont des éléments de structure importants et doivent être bien conçus et bien réalisés.
10. Les dalles en bois sont des éléments de structure durables et écologiques.

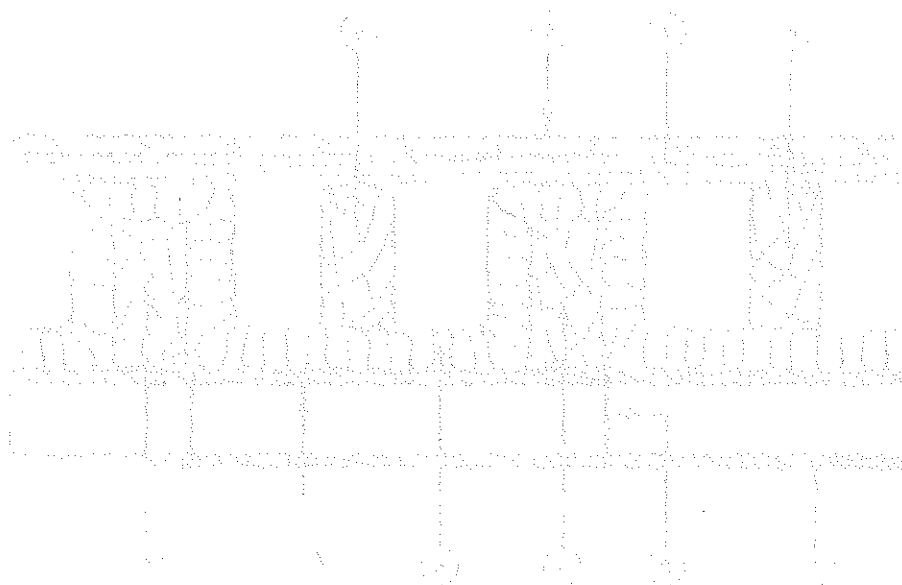


Schéma d'un plancher en bois

1. Dalle en bois
2. Poutre en bois
3. Poteau en bois
4. Poutre en acier
5. Poteau en acier
6. Poutre en béton
7. Poteau en béton
8. Poutre en bois lamellé
9. Poteau en bois lamellé
10. Poutre en bois massif

## 4/6

# Planchers métalliques

---

## 4/6.1

# Définitions – Principes

---

### 1. Historique rapide

Les planchers métalliques les plus anciens datent de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Ils portaient la désignation générale de « plancher de fer » ou « plancher en fer », du fait de leur constitution d'origine à base de poutrelles laminées en fer et non en acier.

La conception de ces planchers est basée sur le même principe que les planchers « bois » (Cf. chapitre 4/5), c'est-à-dire en réalisant des éléments porteurs en poutrelles laminées à espacement régulier, les intervalles étant remplis par des matériaux divers (hourdis, dalle, etc.).

Ces planchers à base de profilés en acier ont été utilisés de 1870 à 1940, en concurrence avec le béton armé, venu plus tard sur le marché de la construction.

### 2. Définition générale

La définition générale donnée pour les planchers « bois » (Cf. chapitre 4/5.1.2) reste valable, seuls les éléments constitutifs varient.

### 3. Principes

Les éléments porteurs (poutrelles) sont jointifs afin de permettre d'intercaler les éléments de remplissage ou le coulage d'une dalle sur coffrage de portée régulière.

Le principe de pose des éléments porteurs est analogue à celui des planchers « bois », c'est-à-dire :

- disposer les éléments dans le sens de la plus petite portée, afin de réduire le module des profilés et les déformations ;
- espacer régulièrement les poutrelles lorsque l'on utilise des éléments intercalaires identiques (hourdis, entrevous, etc.) ;
- espacer de manière optimale les poutrelles en les resserrant lorsque la portée augmente, afin de charger plus régulièrement toutes les poutrelles.

Toutefois, les déformations étant proportionnelles à la puissance de la portée, celles-ci vont croître beaucoup plus rapidement que ne diminueront les charges.

Dans le cas de portées variables, il est préférable de changer les modules des poutrelles en conservant un écartement constant, afin d'obtenir des déformations compatibles.

Lorsque les portées entre appuis deviennent trop importantes, le système précédent, dit « à travure simple », ne peut plus être utilisé.

Il doit être remplacé, comme dans les structures bois, par le système dit « à travure composée », comprenant :

- une poutraison principale composée d'une ou de plusieurs poutres parallèles appuyées sur les murs principaux (ou sur des poteaux au-delà de 5 m de portée principale) ;
- une poutraison secondaire recevant les éléments intercalaires.

Les dispositions courantes correspondent à des *travées simples* ou simplement appuyées sur leurs appuis (murs), afin :

- de réduire la longueur des éléments ;
- de faciliter la pose ;
- d'adapter la hauteur des poutrelles à la portée.

Lorsque les travées sont inégales, on peut utiliser le système « Cantilever » qui utilise les éléments porteurs de manière plus rationnelle.

#### 4. Ouvrages particuliers

Des ouvrages particuliers ou enchevêtrures, interrompent les éléments de la poutraison (principale lorsqu'elle est à travure simple, secondaire lorsqu'elle est à travure composée) :

- au droit des conduits de cheminées ;
- au droit des trémies pour escaliers ;
- au droit des linteaux de baies extérieures, sauf si le linteau de baie est lui-même réalisé en poutrelles métalliques et si les dispositions constructives (retombées) le permettent.

Dans le cas de trémies importantes (cage d'escalier), il peut être nécessaire de renforcer les éléments en bordure de trémie.

Certaines zones de planchers peuvent être établies en « porte-à-faux », les poutrelles secondaires reposant sur des murs ou des poutres principales.

Le plancher est une structure horizontale qui supporte les charges et les transfère aux poteaux ou aux murs. Il est généralement constitué d'une dalle en béton armé ou d'une dalle en acier composite.



## 4/6.2

# Eléments constitutifs

### A. Eléments porteurs

#### 1. Maçonnerie porteuse

Les maçonneries porteuses des planchers sont constituées :

– des murs en maçonnerie d'éléments :

- moellons ;
- pierre de taille appareillée ;
- blocs béton de granulats courants ;
- briques de terre cuite, pleines ou creuses.

(Cf. Partie 2, Structures verticales porteuses.)

– des murs ou voiles en béton banché armé ou non.

#### 2. Profilés métalliques

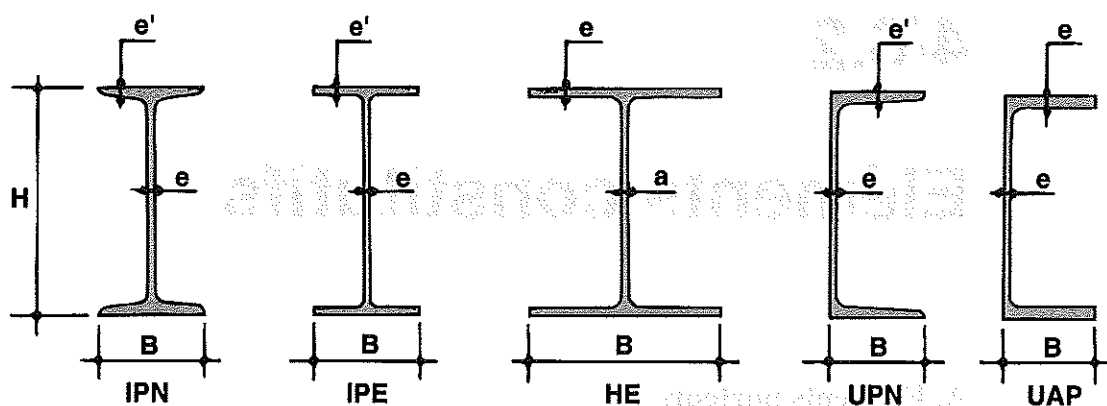
Les éléments porteurs principaux correspondent :

- à des charpente traditionnelle (ossature) ;
- à des portiques.

Ces éléments sont constitués de profilés qui, selon les cas de figures, sont :

- des laminés marchands : profils IPN, IPE, IPA ; HN et dérivés<sup>1)</sup> ; UPN, UPE, etc.
- des profils reconstitués à partir de tôles épaisses et de profils.

1) Cf. catalogues producteurs.



Profilés		IPN	IPE	HE <sup>1)</sup>	UPN	UAP
Désignation		I à ailes inclinées	I à ailes à faces parallèles	H à larges ailes et faces parallèles	U à ailes à faces inclinées	U à ailes à faces parallèles
Cotes principales		80 à 600	80 à 600	100 à 600	80 à 300	SC <sup>2)</sup> 80 à 300
(mm)	H					SL <sup>3)</sup> 178 à 320
	B	42 à 215	46 à 220	100 <sup>1)</sup> à 590/620	45 à 100	45 à 100 SC 58 à 87,5 SL
<p>1) Les profils HE existent en 3 types A, B, M :          – le type B correspond à la cote « H » nominale ;          – le type A correspond à une série « légère » ;          – le type M correspond à une série « lourde ».</p> <p>2) SC : série courante.</p> <p>3) SL : série légère.</p>						

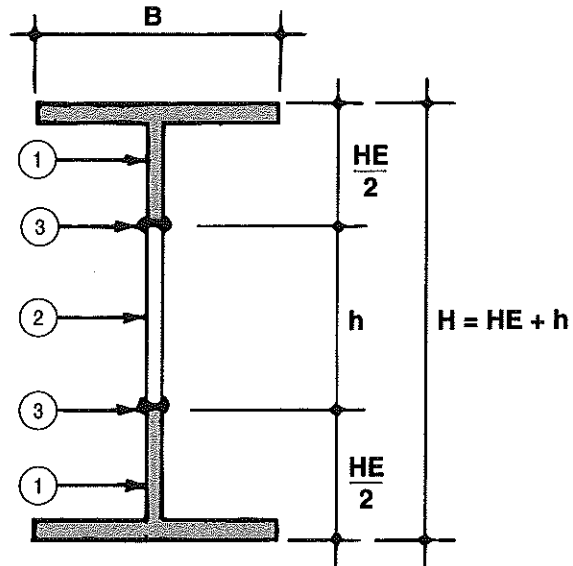
Les cotes d'épaisseur (e) pour les âmes et (e') pour les ailes sont fonction pour chaque profil des cotes principales H et B.

### Désignation générique des différents profils utilisés en charpente et en planchers métalliques (laminés marchands)

## B. Eléments porteurs secondaires

Ces éléments porteurs sont secondaires lorsqu'ils sont appuyés sur d'autres éléments porteurs métalliques considérés comme principaux.

Ils sont principaux lorsqu'ils s'appuient directement sur les éléments.



Principe d'un profil « reconstitué »

- ①  $H_E$  coupé en 2 parties
  - ② Tôle plane épaisse de hauteur  $h$
  - ③ Jonctions par soudures
- $H =$  Hauteur profil « reconstitué »  
 $B =$  Largeur profil (= largeur profil d'origine)



Détail de la dalle métallique

- 1. dalle métallique
- 2. armature longitudinale
- 3. armature transversale
- 4. armature diagonale
- 5. armature de torsion

# 4/8

## Ouvrages de liaison et d'appuis

---

### 4/8.1

#### Présentation

---

Les dispositions relatives aux structures horizontales comprennent des dispositions particulières traitant :

- des conditions d'appuis ou de repos des planchers et dalles sur les murs ou structures porteuses ;
- des liaisons entre les ouvrages horizontaux et les ouvrages verticaux (chaînage).

Par ailleurs, des points singuliers tels que linteaux, poutres de reprise de charge, peuvent être prévus dans les éléments porteurs, au niveau des structures horizontales.

Sur le plan de la codification technique (Règles de l'art), les textes applicables sont :

- le DTU 20.1 : « Parois en maçonneries de petits éléments » (septembre 1985) ;
- le DTU 23.1 « Murs en béton banché » (février 1990) ;
- le DTU 21 : « Exécution des travaux en béton » (septembre 1984).

Les structures prenant appui sur les maçonneries courantes (Cf DTU 20.1, 23.1) et faisant l'objet des détails figurant dans le présent chapitre, peuvent être de toutes natures :

- principalement béton armé et béton précontraint (dalles pleines avec ou sans prédalles) ;
- planchers préfabriqués de tous types ;
- planchers métalliques et mixtes ;
- planchers bois.

## 4/8.2

# Chaînages horizontaux

### 1. Section

#### a) Cas général

Les chaînages incorporés à des planchers en béton armé reposant sur des maçonneries d'éléments, ne doivent pas présenter d'éléments de forte inertie. La disposition H1 est mauvaise et doit être évitée.

La différence de nature des maçonneries (béton armé – petits éléments) pourra être à l'origine de désordres (fissures) au contact des deux natures de matériaux.

Cette disposition est proscrite par le DTU 20.1.

En principe, les chaînages courants sur maçonneries d'éléments ont la même hauteur que l'épaisseur du plancher.

Souvent le chaînage est légèrement plus épais que le plancher, compte tenu que la hauteur libre brute sous plancher est rarement un multiple entier des hauteurs de rangs de maçonnerie d'éléments ; le rattrapage s'effectue alors au niveau supérieur de la dernière assise.

#### Dessin

Section d'un chaînage horizontal : disposition à éviter

H1

#### b) Cas courants

#### Dessin

Plancher à dalle pleine (1<sup>er</sup> cas)

Plancher préfabriqué à poutrelles (B.A. ou BP)

et entrevous (2<sup>e</sup> cas)

H2

La remarque précédente concernant la hauteur du chaînage est valable dans les deux cas ci-dessus.

*c) Cas particuliers*

– Chaînage plat : ce type est utilisable dans les cas suivants :

- plancher bois (solives) ;
- plancher métallique (poutrelles) ;
- plancher en éléments précontraints (précontrainte par fils adhérents).

Dans ce cas, l'épaisseur minimale  $h_t$  correspond à l'enrobage des aciers filants de chaînage ainsi que des épingles de montage. Elle correspond également à l'arase horizontale du dernier rang de maçonnerie d'éléments ainsi qu'au niveau de pose des éléments porteurs du plancher.

Dans tous les cas, le chaînage plat est placé sous les éléments porteurs du plancher.

Le chaînage peut être complété éventuellement par une section de béton placée sur l'épaisseur du plancher et côté extérieur.

**Dessin**

Section d'un chaînage horizontal : cas particuliers (chaînage plat)

H3

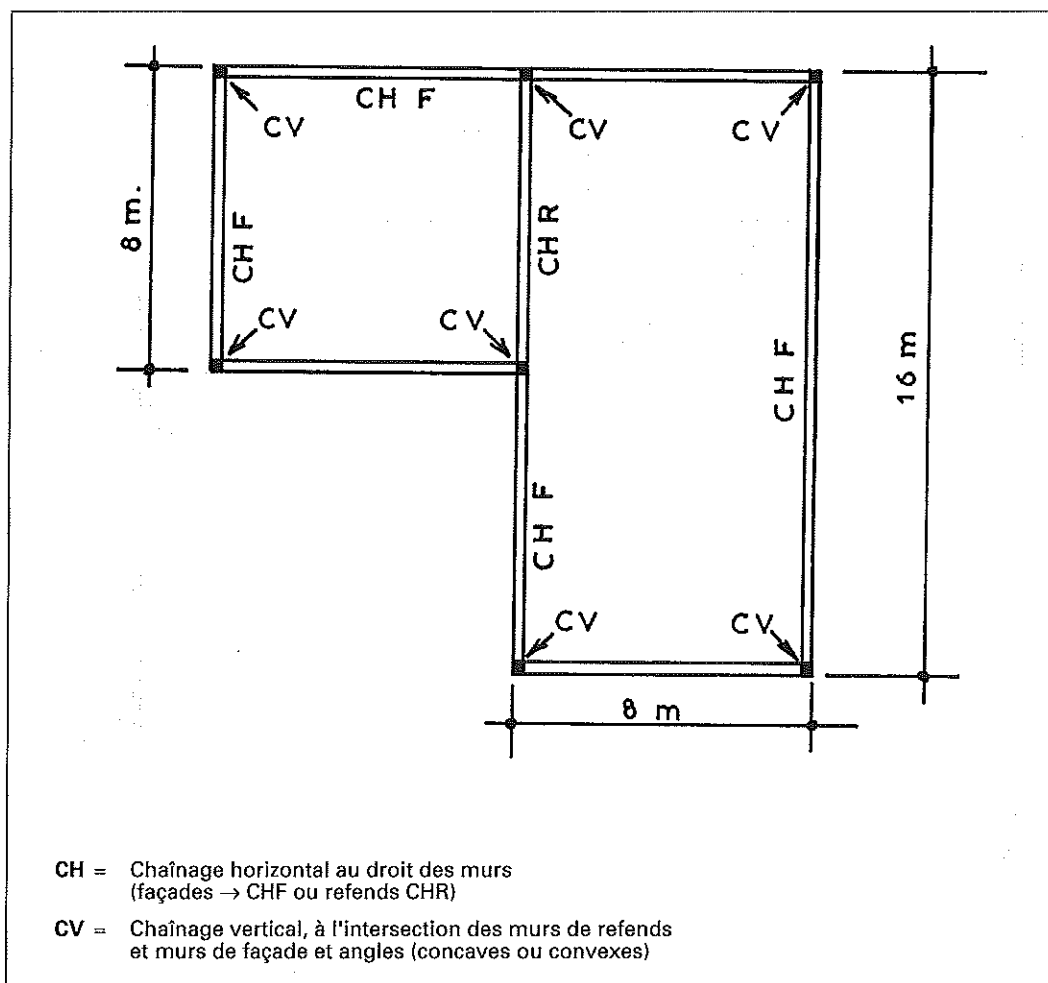
## 2. Tracé en plan (principe)

*a) Cas courant (exemple : maison individuelle)*

Les chaînages horizontaux sont placés au droit des murs extérieurs et des murs de refends. Ils sont liés aux chaînages verticaux, eux-mêmes placés :

- dans les angles de murs ;
- à l'intersection des murs extérieurs (façades, pignons) et des murs de refends.

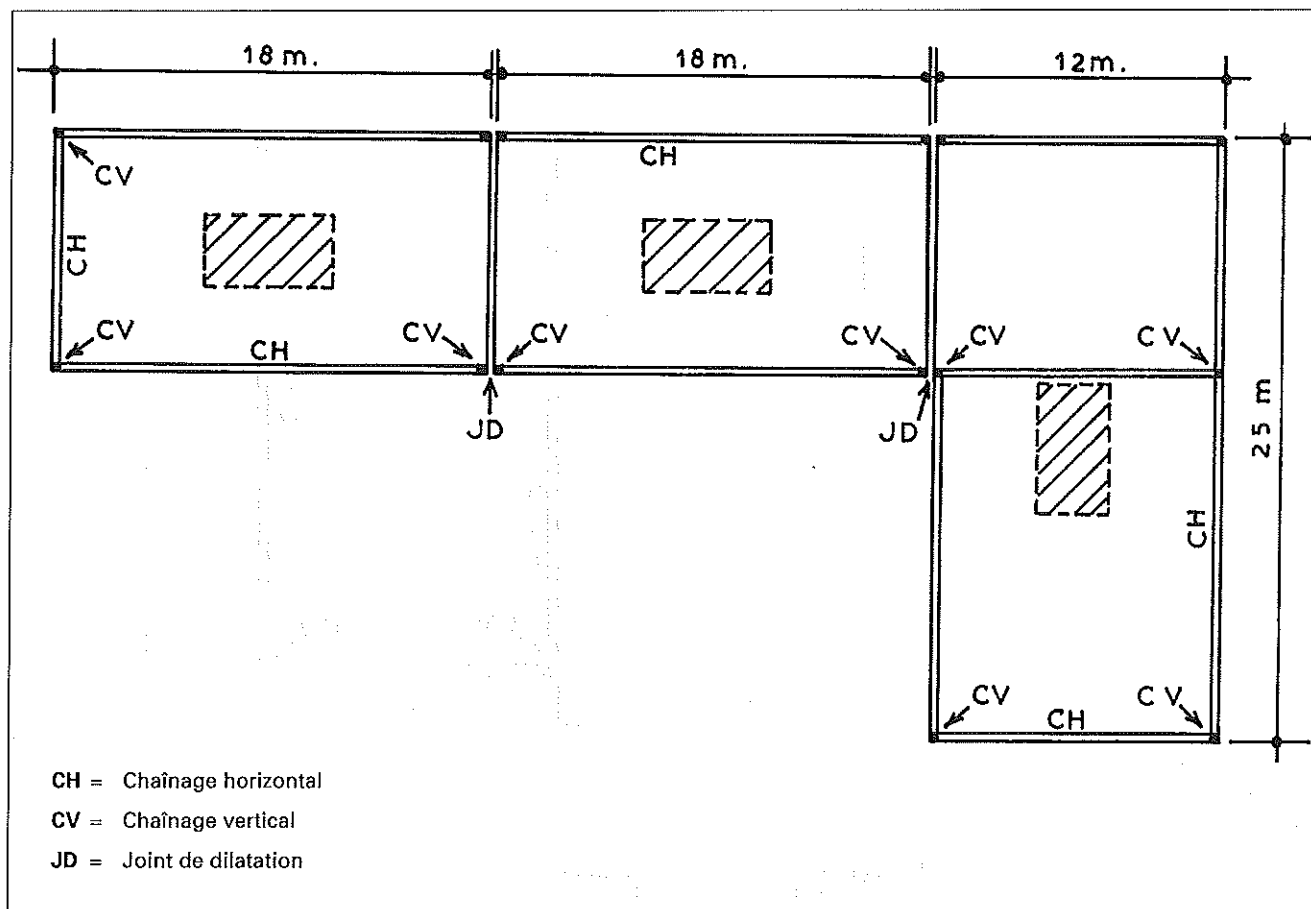




*b) Bâtiments longs, avec joints de structure (joint de dilatation par exemple)*

Le même principe est applicable, c'est-à-dire que les chaînages horizontaux sont placés au droit des murs extérieurs et des murs de refends éventuels (longitudinaux ou transversaux). Lorsqu'il s'agit d'une structure mixte avec des murs porteurs extérieurs et des ossatures partielles intérieures (poutres sur poteaux longitudinales ou transversales), ces dernières assurent, avec les planchers, le chaînage dans le plan horizontal.

Les chaînages horizontaux sont liés aux chaînages verticaux. Ces derniers sont nécessaires en bordure des joints de structure (joints de dilatation par exemple).



### 3. Chaînages associés à des ouvrages saillants

#### a) Bandeaux

D'une façon générale, on doit éviter les ouvrages saillants massifs, ou prévoir des dispositions complémentaires pour éviter les désordres (fissurations).

— Cas courant :

Le bandeau doit être muni en sous-face d'un dispositif « goutte d'eau » empêchant le cheminement capillaire des eaux de ruissellement.

Par ailleurs, la face supérieure du bandeau doit présenter une pente forte (1/2 environ) pour écouler rapidement les eaux de pluie pouvant ruisseler sur le mur de façade.

Le bandeau (partie saillante) doit être armé (aciers type HA) afin d'éviter la fissuration toujours préjudiciable aux ouvrages en béton armé exposés aux intempéries.

Dessin

Bandeaux de chaînages associés  
à des ouvrages saillants : cas courants

H4

– Variantes :

Lorsque l'épaisseur des planchers B.A. est importante, on peut diminuer la hauteur du bandeau.

---

**Dessin**

---

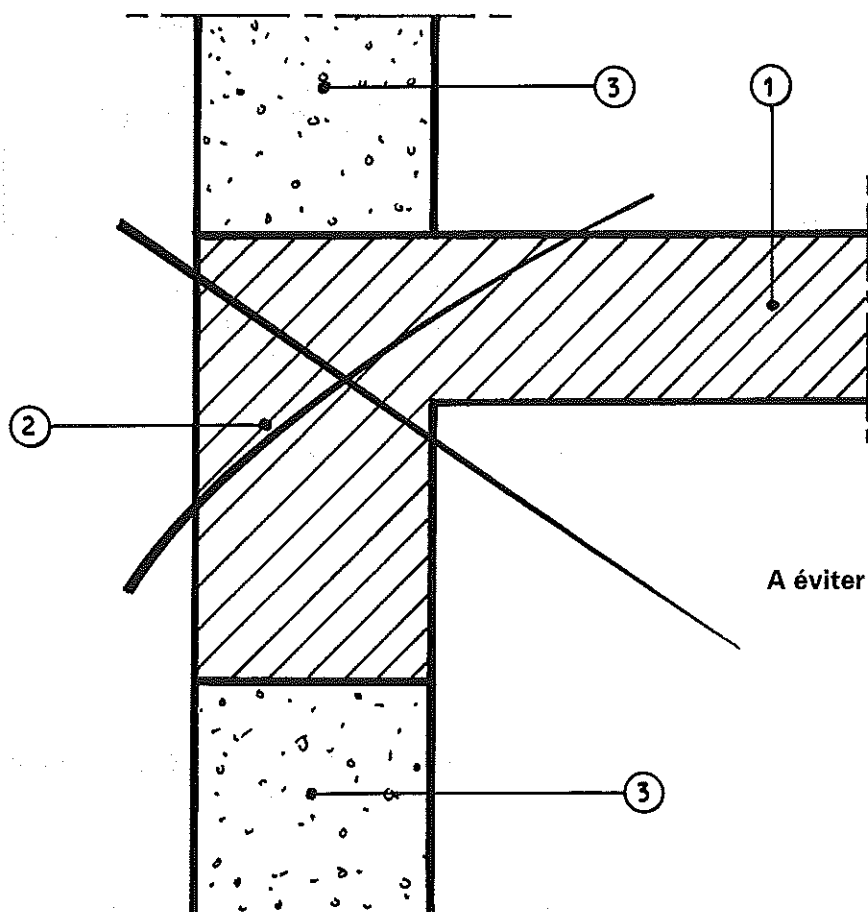
Bandeaux des châînages associés  
à des ouvrages saillants : variantes

H5

---



H1



- ① Plancher B.A.
- ② Chaînage en béton armé
- ③ Maçonnerie porteuse

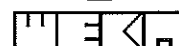
**Section d'un chaînage horizontal : cas général  
(Disposition à éviter)**

Echelle : —

CABINET

LE

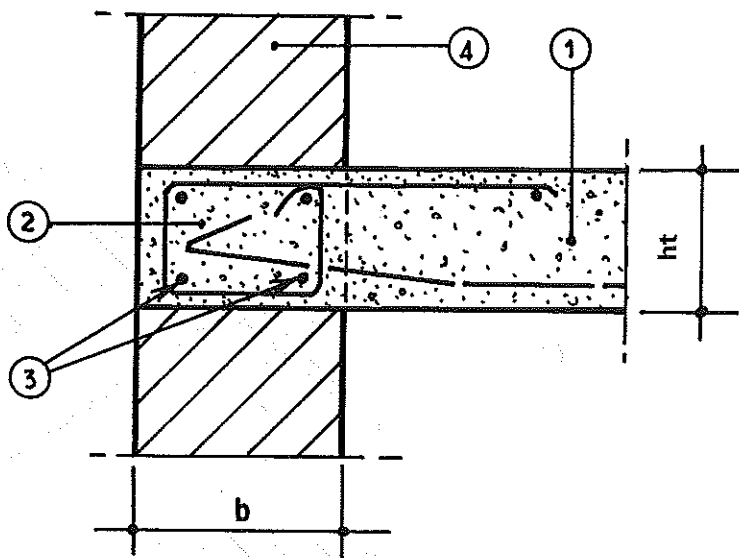
PLAN N°



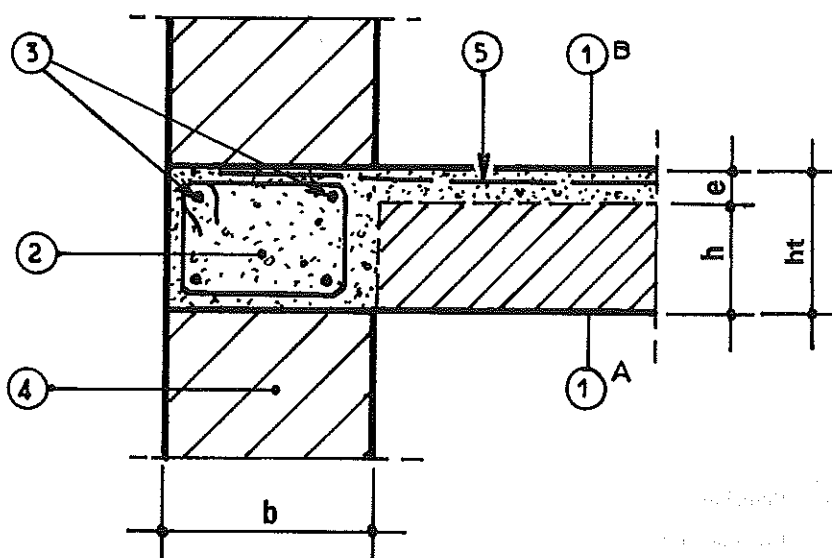
## H2

1<sup>er</sup> cas : Plancher : dalle pleine

- ① Plancher B.A. à dalle pleine
  - ② Chaînage sur mur ( $b \times h_t$ )
  - ③ Armatures du chaînage
  - ④ Maçonnerie porteuse
- $b$  = Epaisseur du mur  
 $h_t$  = Epaisseur de la dalle

2<sup>e</sup> cas : Plancher B.A. (ou BP) à poutrelles et hourdis

- ① Plancher B.A. (ou BP) à poutrelles (1A) et hourdis avec dalle de compression coulée sur place (1B)
  - ② Chaînage sur mur ( $b \times h_t$ )
  - ③ Armatures du chaînage
  - ④ Maçonnerie porteuse
  - ⑤ Treillis soudé du plancher
- $b$  = Epaisseur du mur  
 $h_t$  = Epaisseur totale du plancher



**Section d'un chaînage horizontal : cas courant  
(plancher B.A. ou B.P.)**

Echelle : —

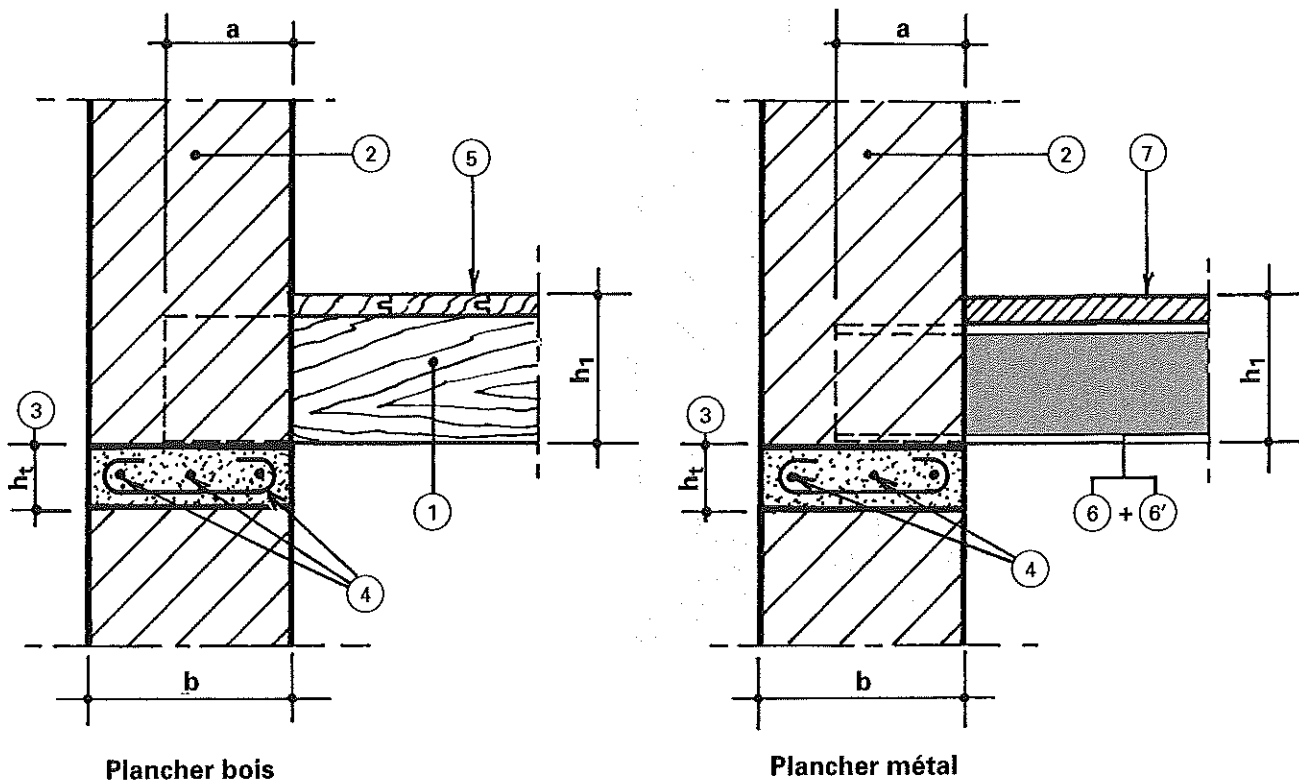
CABINET

LE

PLAN N°



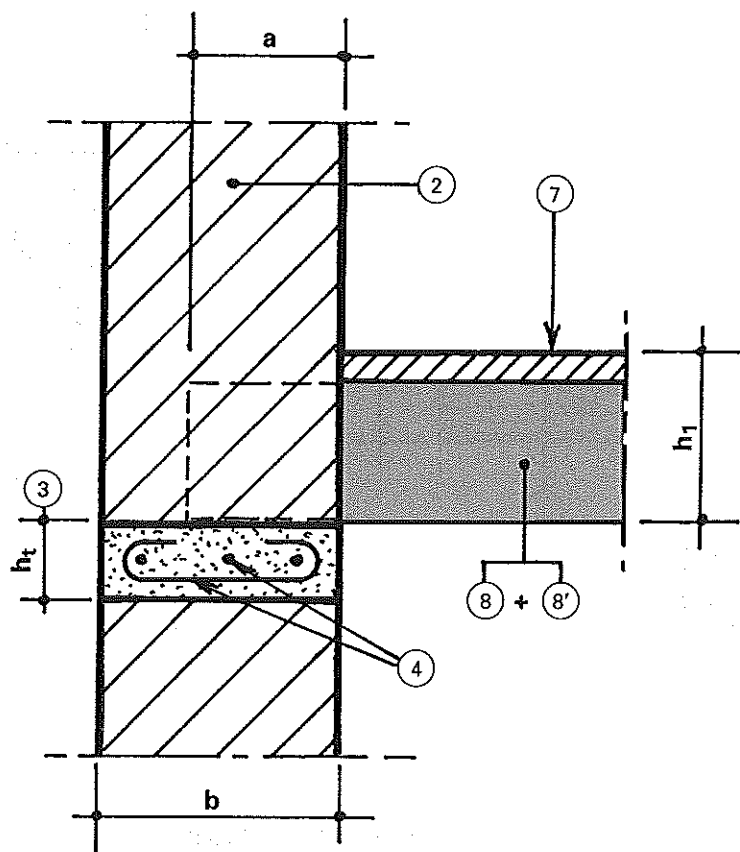
## H3

SECTION D'UN CHÂINAGE HORIZONTAL  
CAS PARTICULIER (CHÂINAGE PLAT)

- ① Solive bois (bastaing - madrier)
- ② Maçonnerie porteuse
- ③ Chaînage plat BA ( $b \times h_t$ )  
 $b$  = Largeur mur  
 $h_t$  = Hauteur chaînage
- ④ Armatures chaînage
- ⑤ Sol parquet

- ⑥ Poutrelle métallique (IPN – IPE – IPA)
- ⑥' Hourdis intercalaire éventuel
- ⑦ Dalle béton coulée entre poutrelles
- $a$  = Appui poutres
- $b$  = Epaisseur du mur
- $h_1$  = Epaisseur totale du plancher

## H3



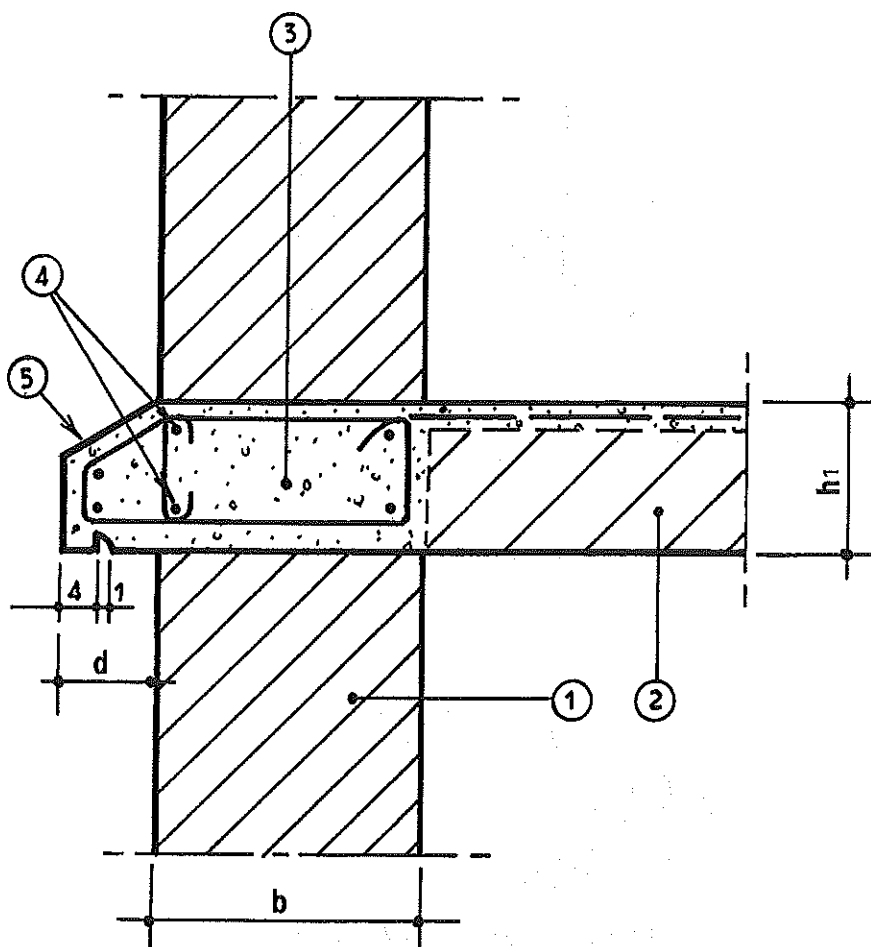
Plancher à poutrelles précontraintes

SECTION D'UN CHÂINAGE HORIZONTAL  
CAS PARTICULIER (CHÂINAGE PLAT)

- |   |  |
|---|--|
| (2) Maçonnerie porteuse                 | (8) Poutrelle préfabriquée en béton précontraint (à fils adhérents) et sans fils d'ancrage |
| (3) Chaînage plat BA ( $b \times h_t$ ) | (8') Hourdis intercalaire éventuel   |
| $b$ = Largeur mur                       | $a$ = Appui poutres  |
| $h_t$ = Hauteur chaînage                | $b$ = Epaisseur du mur   |
| (4) Armatures chaînage                  | $h_1$ = Epaisseur totale du plancher   |
| (7) Dalle béton coulée entre poutrelles |  |



H4



① Mur porteur maçonnerie

② Plancher B.A.

③ Chaînage – bandeau

④ Armatures chaînage

⑤ Pente accentuée pour écoulement eaux de ruissellement

 $b$  = Largeur mur $d$  = Débord bandeau $h_1$  = Epaisseur du plancher

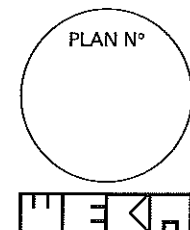
Cotes en cm

**Bandeaux de chaînages associés à des ouvrages saillants :**  
**cas courant**

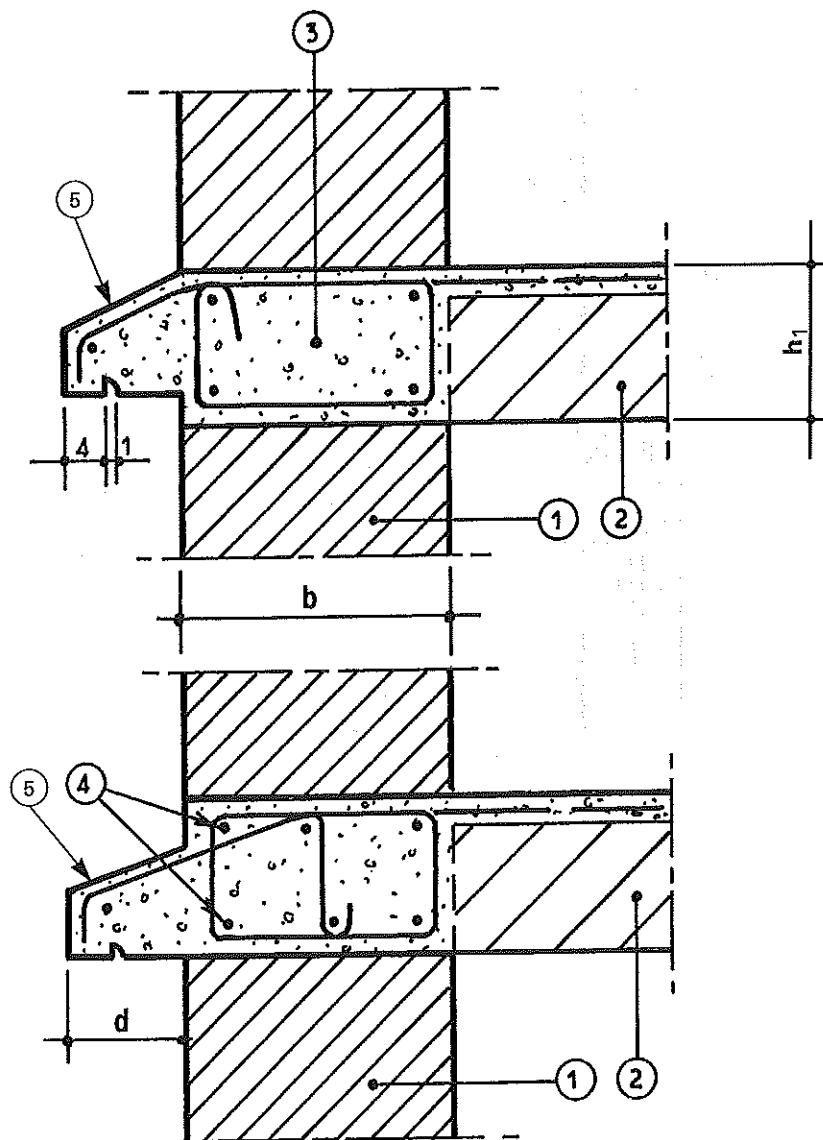
Echelle : –

CABINET

LE



H5



① Mur porteur maçonnerie

② Plancher B.A.

③ Chaînage - bandeau

④ Armatures

⑤ Pente accentuée pour écoulement eaux de ruissellement

b = Largeur mur

d = Débord bandeau

h1 = Epaisseur du plancher

Cotes en cm

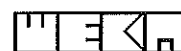
**Bandeaux des chaînages associés à des ouvrages saillants : variantes**

Echelle : -

CABINET

LE

PLAN N°



## 4/8.3

# Conditions d'appui des planchers sur les murs extérieurs

### 1. Largeur minimale d'appui

#### a) Cas général

Tous les planchers appuyés en rive sur un mur extérieur (ou mur sans continuité) sont soumis, du fait de leur flexibilité, à une rotation qui peut, dans certaines conditions, provoquer une fissuration à l'extérieur de la maçonnerie. La répartition des contraintes de compression correspondant à l'appui de plancher n'est pas uniforme dans cette zone.

Certaines conditions d'appui doivent être respectées.

Dans les cas courants, on peut se dispenser de vérifier la contrainte maximale dans la zone d'appui si les dispositions suivantes sont respectées (Cf. dessins).

#### Dessin

Largeur minimale d'appui des planchers sur murs,  
façades : cas général

H6

#### b) Disposition variante

(Maçonnerie de pierre de taille appareillée selon un calepin)

Le calepin prévoit une assise de pierre arasée au même niveau que le plancher B.A. Une échancrure est pratiquée dans cette assise pour permettre l'appui du plancher et le coulage d'un chaînage.

L'élément restant de pierre côté parement sert de coffrage au chaînage.

#### Dessin

Largeur minimale d'appui des planchers sur murs,  
façades : disposition variante (selon calepin de pierre)

H7

– Exemple b) : Dispositions analogues à celles du cas précédent.

La différence provient de ce que les éléments formant parement sur la tranche de plancher proviennent de briques sciées et posées « après coup » avec la paroi extérieure dont la stabilité est également assurée par les attaches de retenue prises dans les joints de pose.

#### Dessin

Appuis des planchers sur murs doubles : chaînage masqué

H12

#### d) Paroi extérieure filante

– Exemple :

Le principe du mur double reste le même que dans les cas précédents. La particularité provient de ce que la paroi extérieure, montée « après coup », est filante dans le sens vertical et complètement indépendante de la paroi intérieure. Toutefois, sa stabilité est assurée par des attaches métalliques de retenue (5 par m<sup>2</sup> minimum).

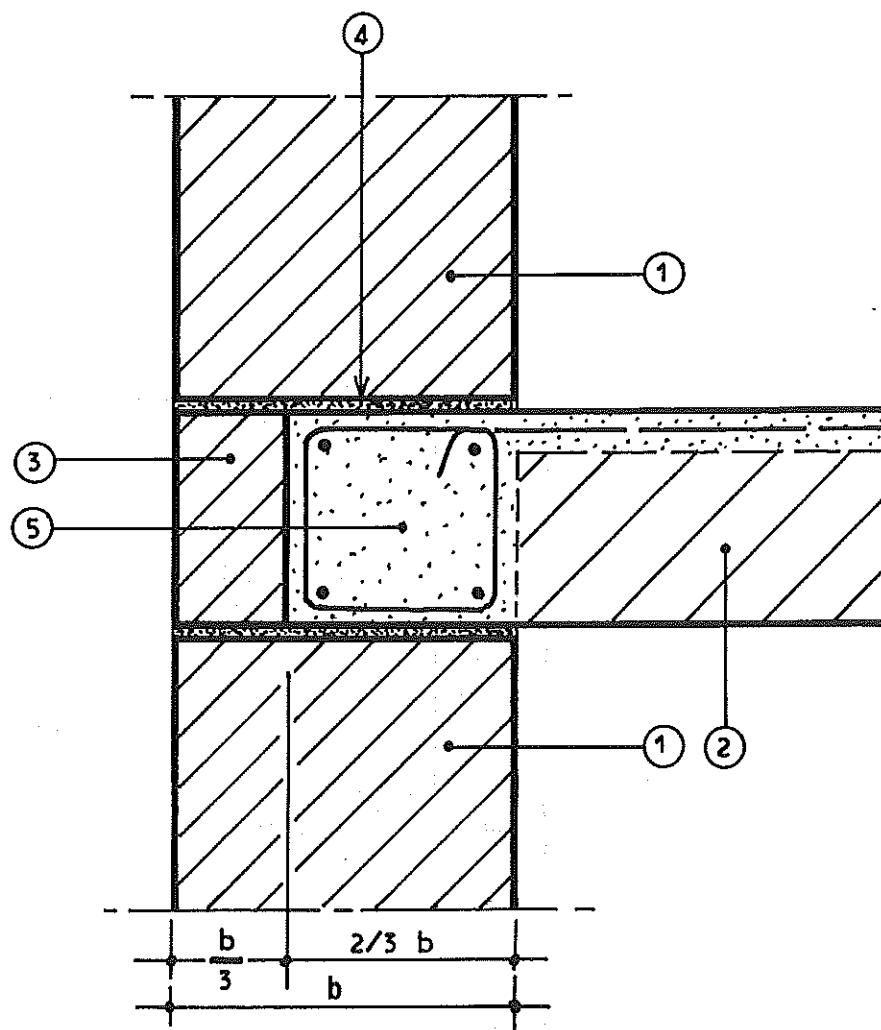
Le cas présenté correspond à un mur double isolé à isolation intégrée (panneaux de laine minérale). Seule la paroi intérieure est montée en première phase ; les autres éléments (isolation – paroi extérieure) sont montés en seconde phase.

#### Dessin

Appuis des planchers sur murs doubles :  
paroi extérieure attachée (filante)

H13

H6



- ① Mur porteur massif (ex. : pierre de taille)
- ② Plancher B.A.
- ③ Pierre de parement
- ④ Joint de pose
- ⑤ Chaînage B.A.

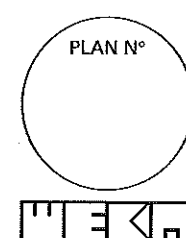
b = Epaisseur du mur

**Largeur minimale d'appui des planchers sur murs, façades :  
cas général**

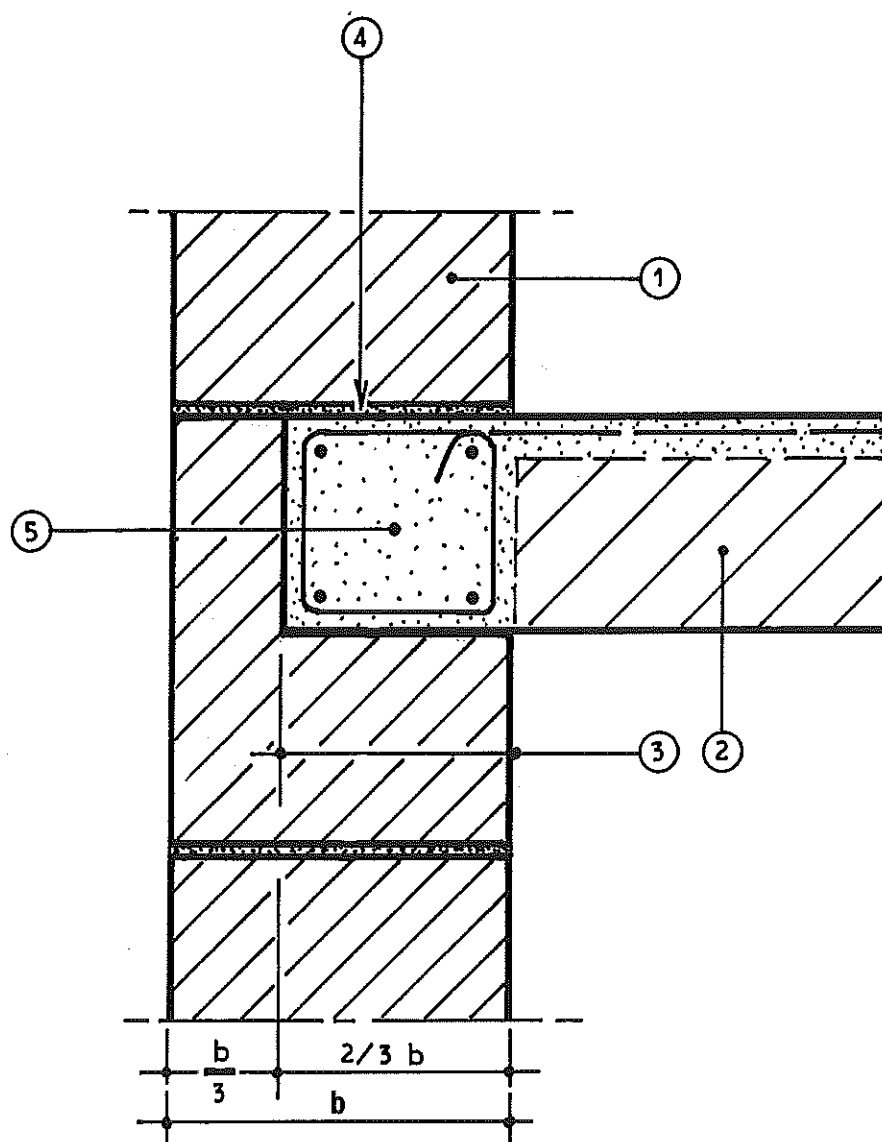
Echelle : —

CABINET

LE



H7



- ① Mur porteur massif
- ② Plancher B.A.
- ③ Assise de pierre échancrée pour repos plancher et chaînage
- ④ Joint de pose
- ⑤ Chaînage

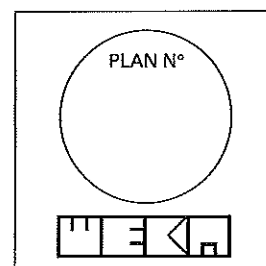
 $b$  = Epaisseur du mur

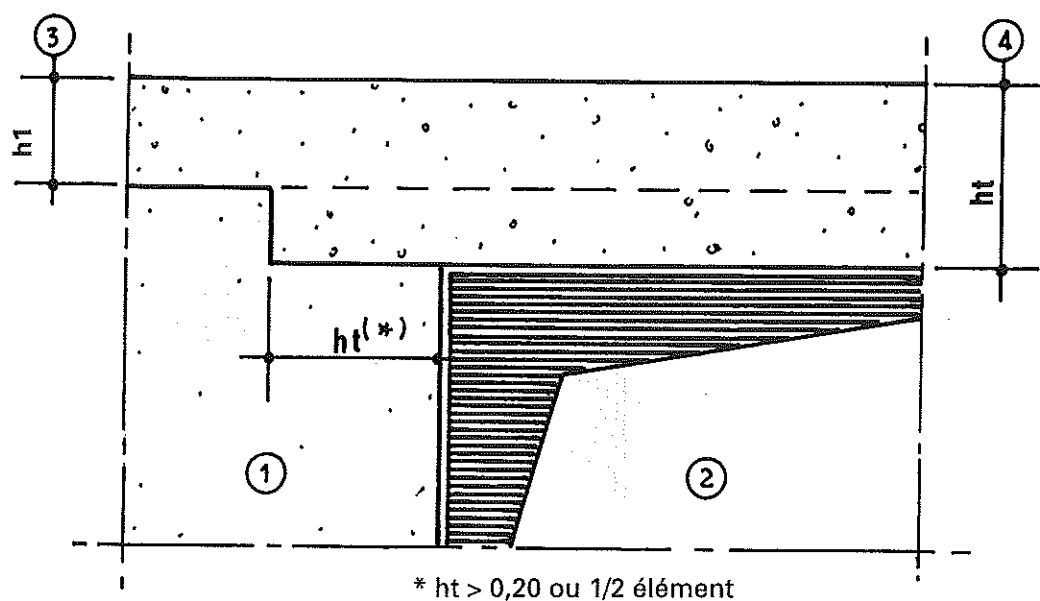
**Largeur minimale d'appui des planchers sur murs, façades :  
disposition variante (selon calepin de pierre)**

Echelle : —

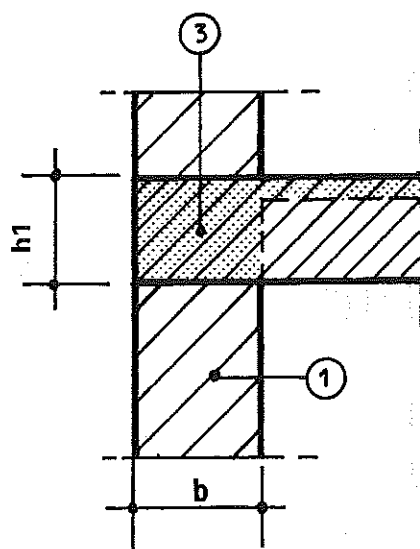
CABINET

LE

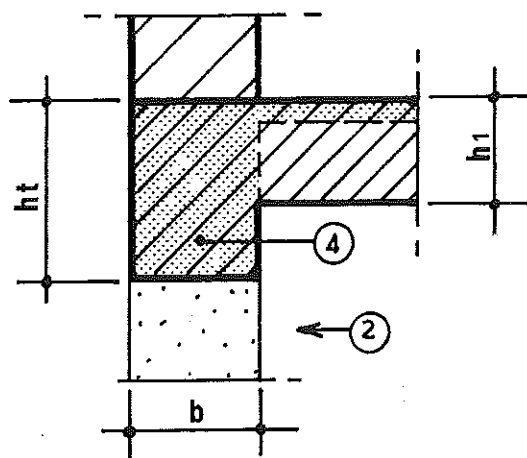




Coupes



Sur chaînage



Sur linteau

- ① Mur porteur
- ② Baie
- ③ Chaînage B.A.
- ④ Linteau B.A.

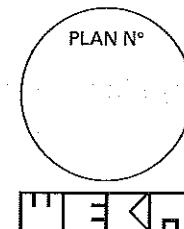
 $h_t$  = Hauteur linteau $h_1$  = Hauteur chaînage

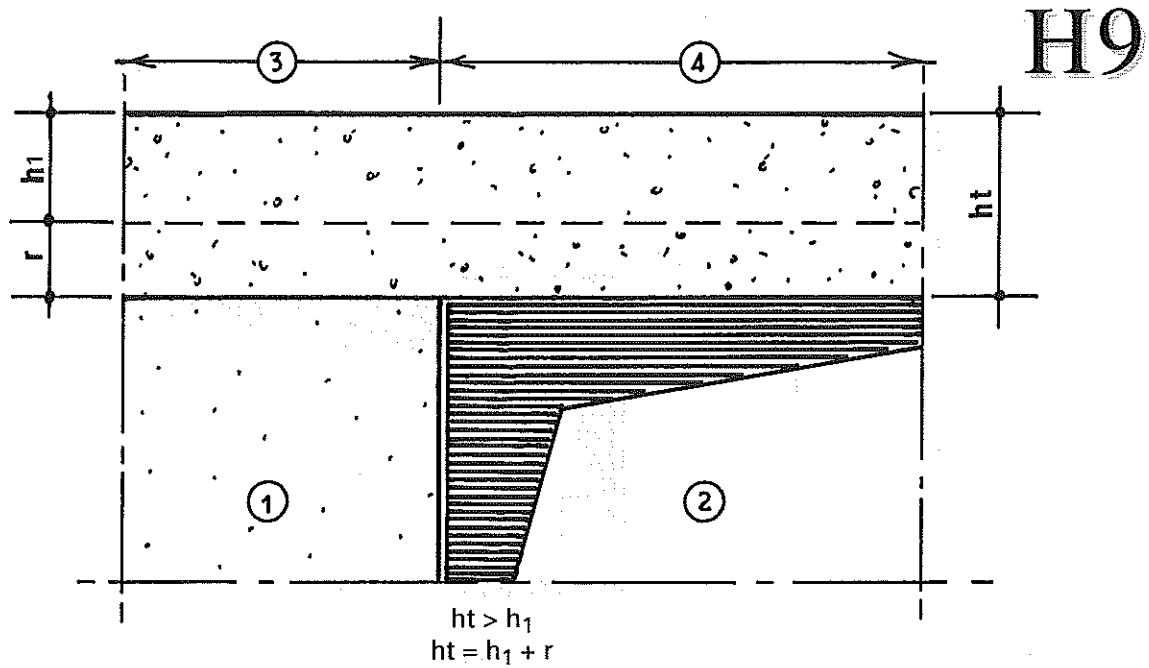
**Appuis latéraux des planchers sur mur de façade :**  
**cas courant**

Echelle : —

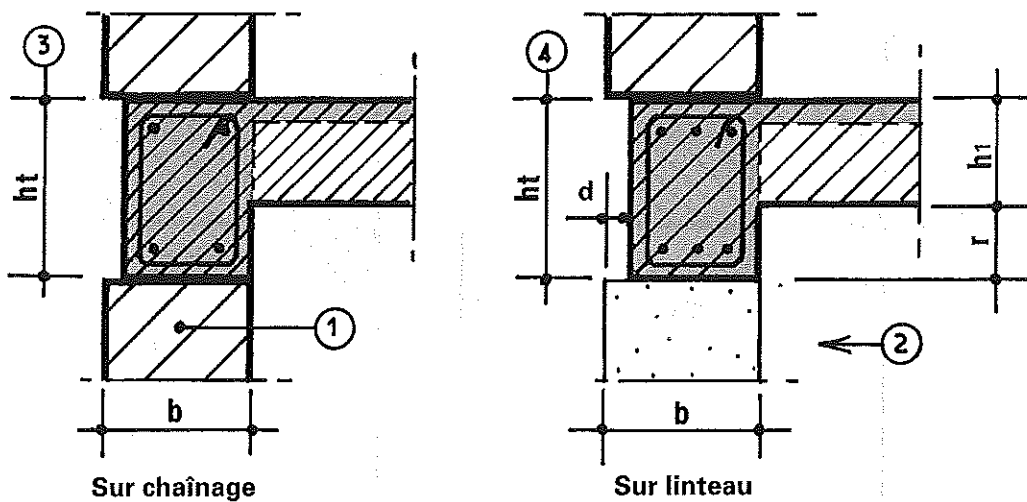
CABINET

LE





## Coupes



- ① Mur porteur maçonnerie
- ② Plancher B.A.
- ③ Chaînage B.A.
- ④ Linteau B.A.

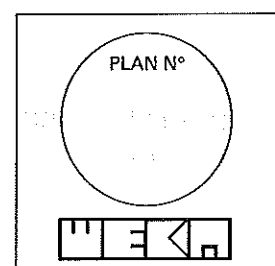
- $h_t$  = Hauteur linteau  
 $h_1$  = Hauteur plancher  
 $r$  = Retombée linteau  
 $d$  = Retrait (éventuel)  
 $b$  = Epaisseur du mur

**Appuis latéraux des planchers sur mur de façade :  
linteau filant (bandeau)**

Echelle : —

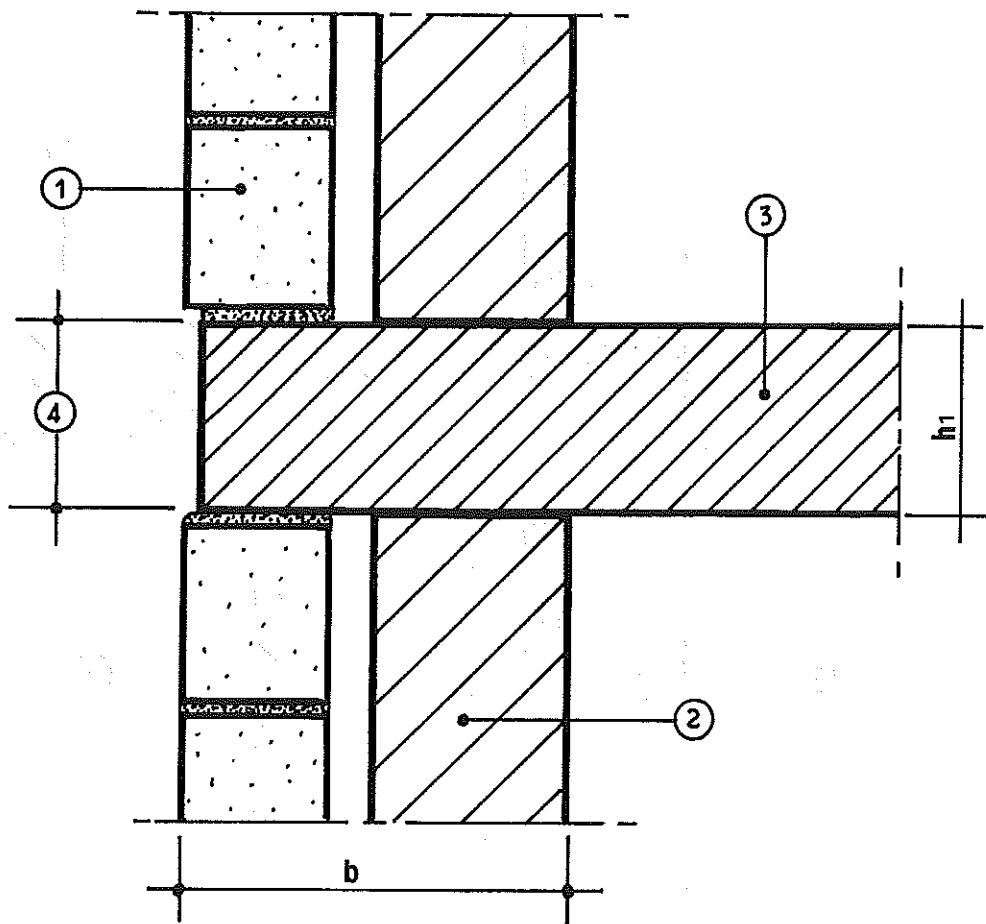
CABINET

LE





## H10



- ① Paroi externe (non porteuse)
- ② Paroi interne (porteuse)
- ③ Plancher B.A.
- ④ Bandeau apparent

$b$  = Epaisseur totale du mur

$h_1$  = Epaisseur du plancher

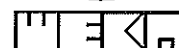
**Appuis des planchers sur murs doubles :  
bandeau ou chaînage apparent**

Echelle : —

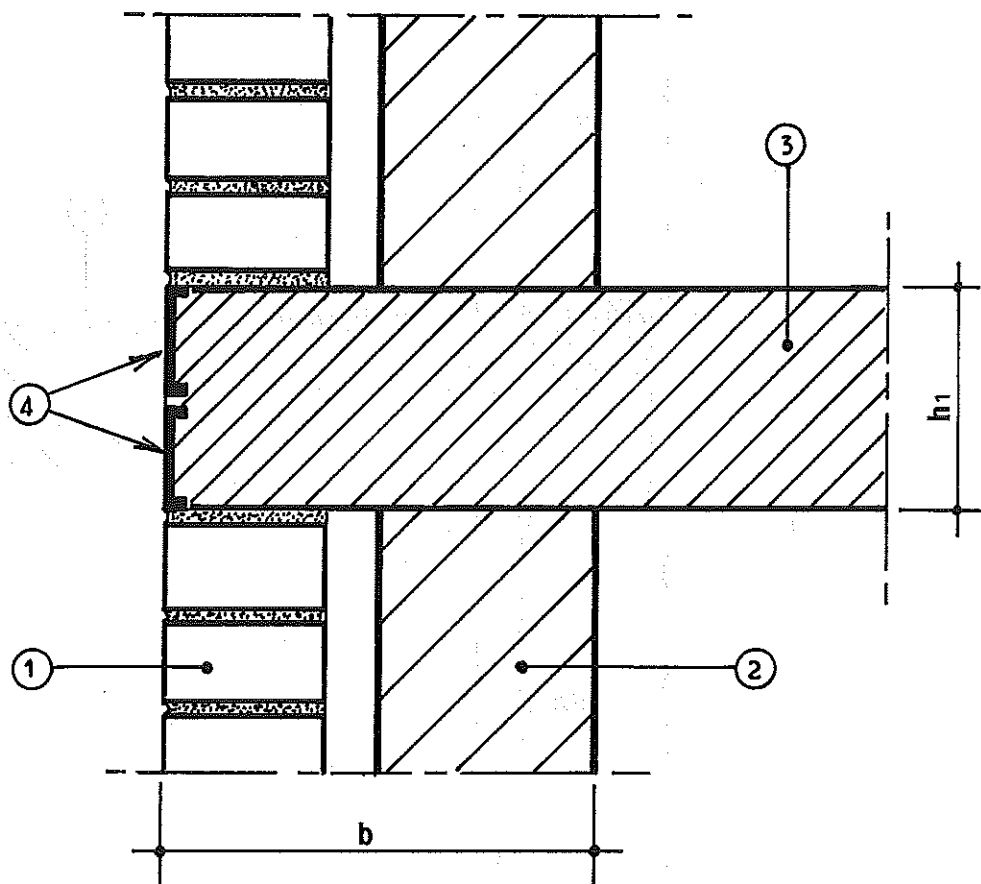
CABINET

LE

PLAN N°



H11



① Paroi externe (non porteuse)

② Paroi interne (porteuse)

③ Plancher B.A.

④ Plaquettes terre cuite de parement du bandeau-chaînage  
(mis en œuvre au coulage du plancher) $b$  = Epaisseur totale mur $h_1$  = Epaisseur du plancher

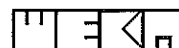
**Appuis des planchers sur murs doubles :  
chaînage ou bandeau masqué**

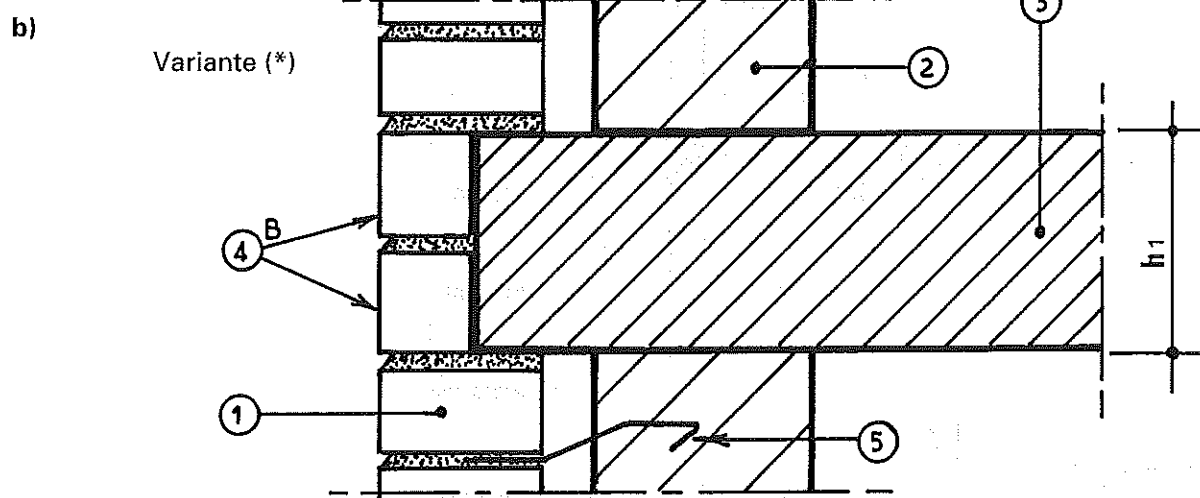
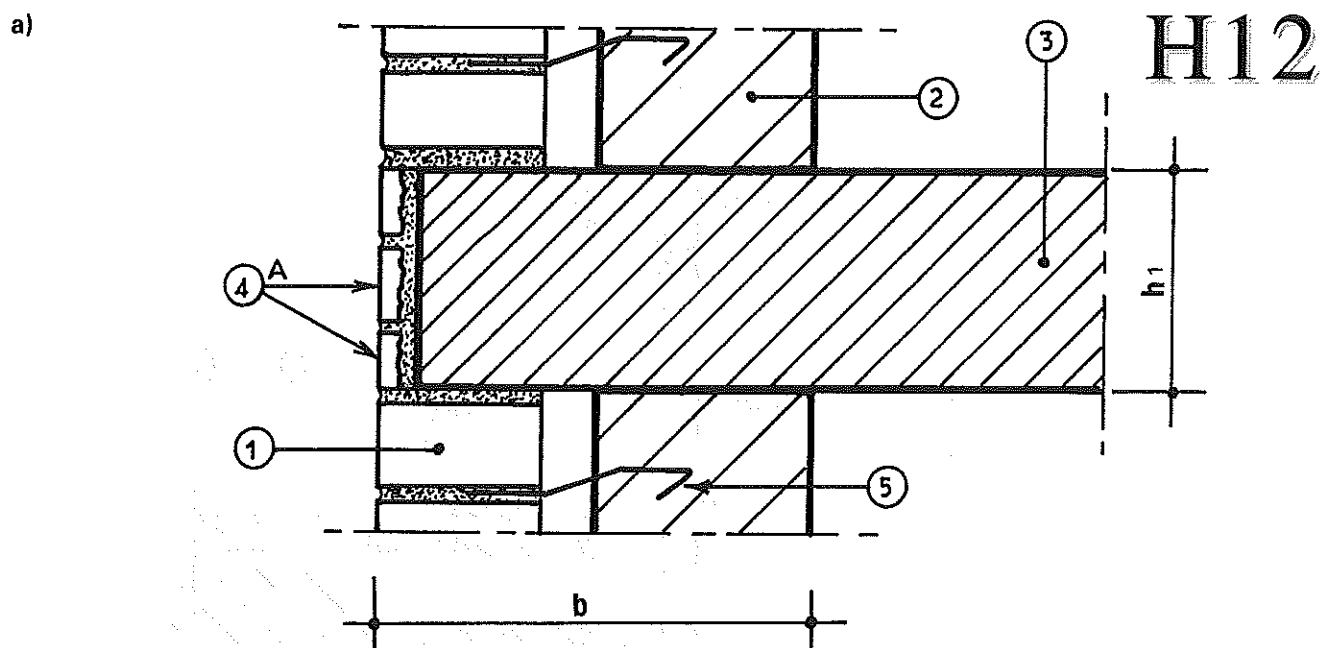
Echelle : —

CABINET

LE

PLAN N°





(\*) La disposition « variante » n'est possible que si le module des briques est un sous-multiple de  $h_1$

① Paroi externe apparente (non porteuse)

② Paroi interne (porteuse)

③ Plancher B.A.

④ Élément de parement bandeau :

④A Rapporté après coulage plancher

④B Mis en place en fond de coffrage avant coulage plancher

⑤ Attaches de retenue (3/m²)

$b$  = Epaisseur totale du mur

$h_1$  = Epaisseur du plancher

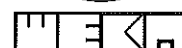
**Appuis des planchers sur murs doubles :  
chaînage masqué**

Echelle : —

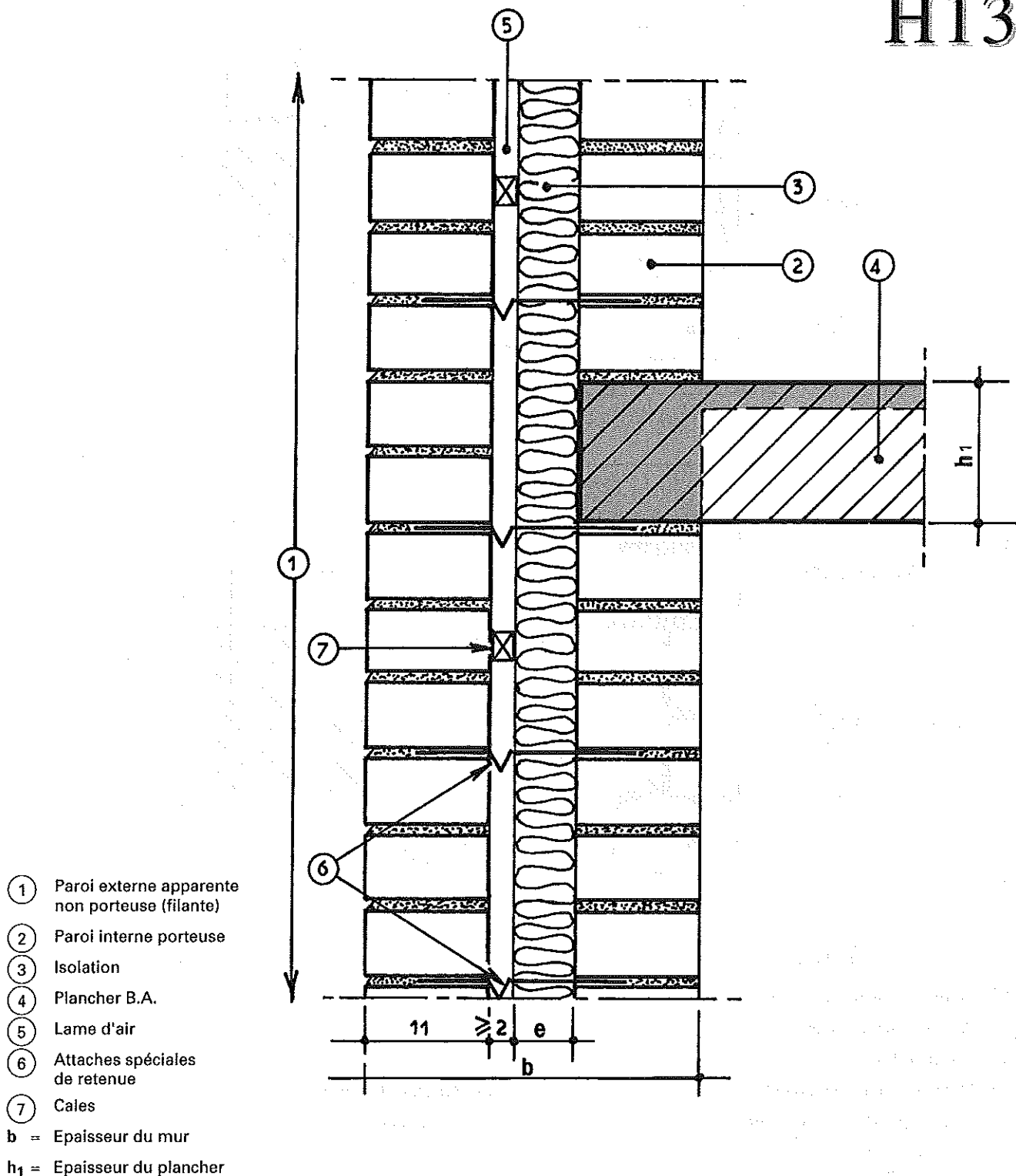
CABINET

LE

PLAN N°



H13

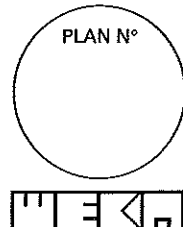


**Appuis des planchers sur murs doubles :  
paroi extérieure attachée (filante)**

Echelle : —

CABINET

LE



## 4/8.4

# Dispositions courantes de liaisons planchers-murs en fonction des types de murs

---

### 1. Mur type I<sup>1)</sup>

#### a) *Maçonnerie de briques creuses de terre cuite*

Les dispositions spéciales à prendre sont :

- la mise en place en paroi verticale, de coffrages plancher-chaînage d'une brique plâtrière pour corriger le pont thermique dû au plancher ;
- la mise en place dans l'enduit extérieur, dans la zone de plancher, d'un grillage fin (type « cage à poules ») pour éviter la fissuration de cet enduit.

---

#### Dessin

---

Mur type I (d'après classification DTU 20.1) :  
maçonnerie de briques creuses de terre cuite

H14

---

#### b) *Maçonnerie de blocs de béton de granulats courants*

Dispositions analogues au cas précédent. Le mur type I est traité avec un doublage isolant, dont l'isolant est hydrophile.

---

#### Dessin

---

Mur type I (d'après classification DTU 20.1) :  
maçonnerie en blocs béton de granulats courants

H15

---

#### c) *Maçonnerie de blocs de béton cellulaire autoclavé*

Les dispositions sont analogues à celles des cas précédents.

---

1) D'après classification DTU 20.1.

Les différences portent sur le hourdage des blocs (joints minces = mortier colle) et l'enduit extérieur spécial pour béton cellulaire.

---

**Dessin**

---

Mur type I (d'après classification DTU 20.1) :  
maçonnerie de blocs de béton cellulaire autoclavé

H16

## 2. Mur type III

### a) Maçonnerie de briques creuses de terre cuite

La particularité du mur type III est la disposition prévue pour collecter et évacuer les eaux pouvant traverser la paroi extérieure du mur :

- décrochement de niveau ;
- chape étanche en bitume armé type 40 soudée au support ;
- goulottes (tuyaux) d'évacuation vers l'extérieur.

---

**Dessin**

---

Mur type III : maçonnerie de briques creuses de terre cuite

H17

### b) Maçonnerie de briques pleines

Le dispositif est identique, sur le principe, au précédent :

- décrochement de niveau ;
- profil PVC en équerre pour collecte des eaux infiltrées ;
- évacuation par joints non hourdés, tous les un mètre environ, dans la première assise de briques.

---

**Dessin**

---

Mur type III : maçonnerie de briques pleines

H18

## 3. Murs doubles

### a) Dispositions sans décrochement de niveaux

Ce dispositif ne comprend pas de décrochement de niveau, mais nécessite un revêtement étanche particulièrement soigné pour évacuer les eaux d'infiltration de la paroi extérieure qui ne peut être étanche, compte tenu de sa faible épaisseur.

---

**Dessin**

---

Mur double : dalle sans décrochement de niveau

H19

*b) Variante du cas précédent*

La différence porte sur le dispositif de collecte des eaux d'infiltration à travers la paroi extérieure (profil PVC) et sur l'évacuation des eaux collectées (canal).

Un enduit extérieur complète l'imperméabilisation de la paroi extérieure.

---

**Dessin**

---

Mur double : dalle sans décrochement de niveau (variante)

H20

---

*c) Disposition avec décrochement des niveaux*

On retrouve les dispositions du mur de type III, traitées plus haut :

- décrochement de niveau ;
- profil de collecte des eaux infiltrées ;
- évacuation par joints verticaux non remplis.

---

**Dessin**

---

Mur double : dalle sans décrochement de niveau

H21

---

Les dispositions courantes de planchers-murs sont présentées dans les figures 4.8.4.1 à 4.8.4.4. Les dispositions de planchers-murs sont présentées dans les figures 4.8.4.1 à 4.8.4.4.

Les dispositions courantes de planchers-murs sont présentées dans les figures 4.8.4.1 à 4.8.4.4.

Les dispositions courantes de planchers-murs sont présentées dans les figures 4.8.4.1 à 4.8.4.4. Les dispositions de planchers-murs sont présentées dans les figures 4.8.4.1 à 4.8.4.4.

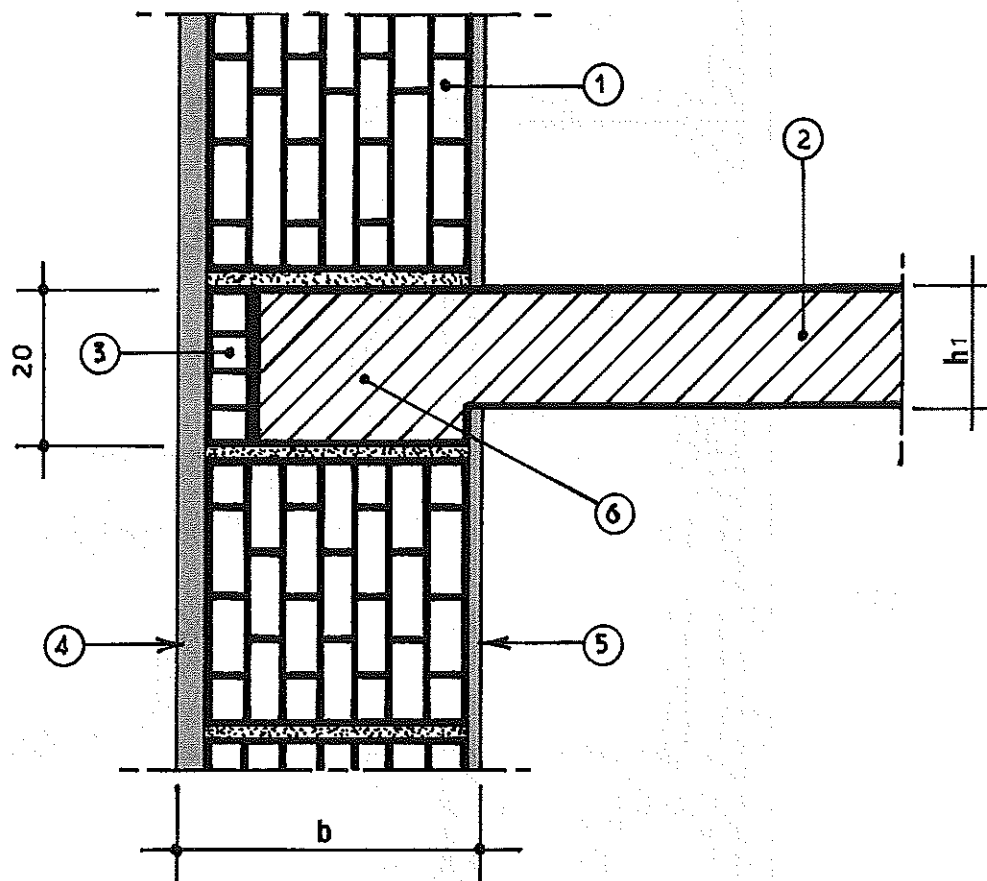
Les dispositions courantes de planchers-murs sont présentées dans les figures 4.8.4.1 à 4.8.4.4.

Les dispositions courantes de planchers-murs sont présentées dans les figures 4.8.4.1 à 4.8.4.4. Les dispositions de planchers-murs sont présentées dans les figures 4.8.4.1 à 4.8.4.4.

4.8.4



## H14



- ① Brique de terre cuite multialvéolaire
- ② Plancher B.A.
- ③ Brique plâtrière posée en fond de coffrage (correction pont thermique)
- ④ Enduit extérieur
- ⑤ Enduit intérieur
- ⑥ Chaînage B.A.

$b$  = Epaisseur du mur

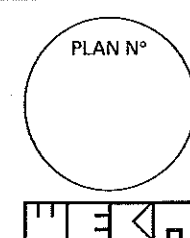
$h_1$  = Epaisseur du plancher

**Mur type I (d'après classification DTU 20.1) :  
maçonnerie de briques creuses de terre cuite**

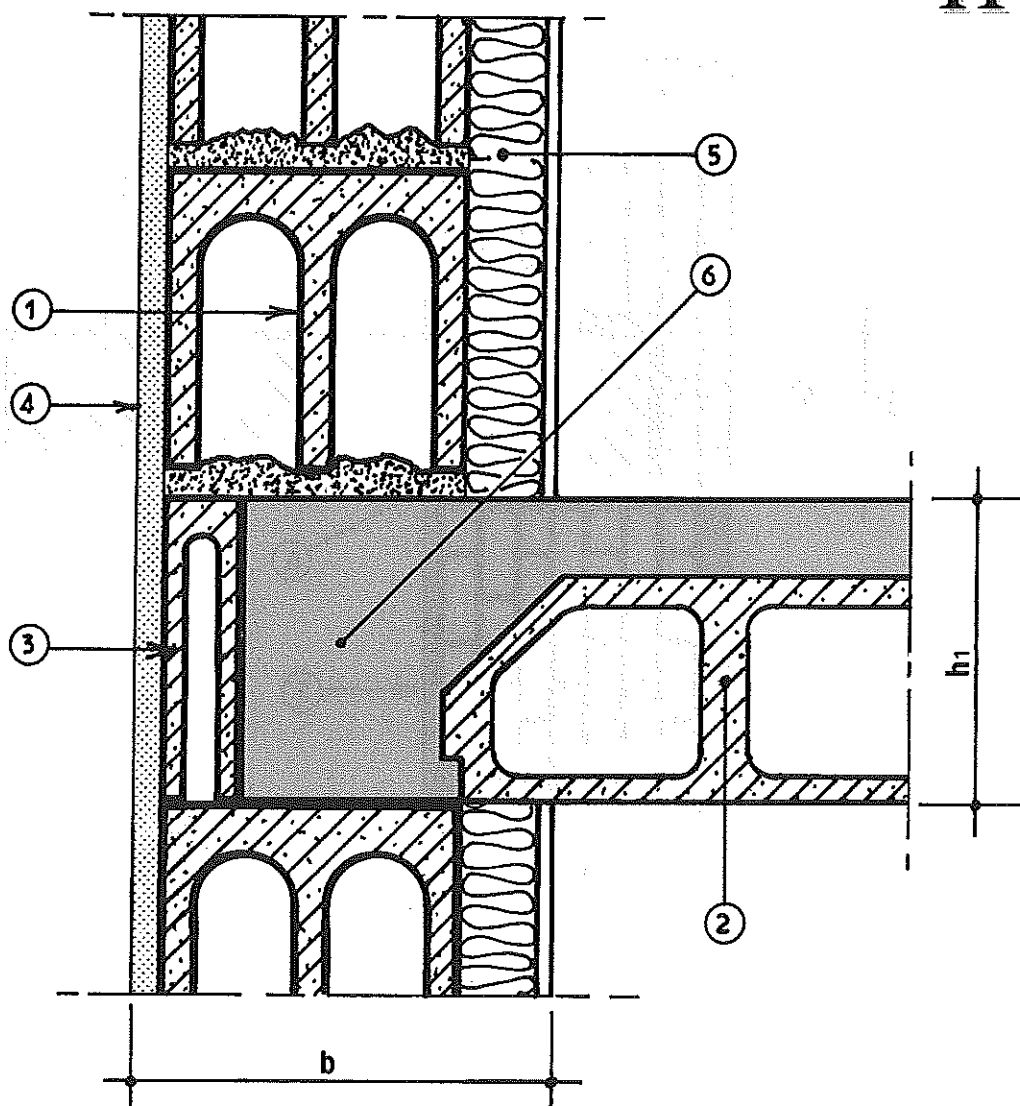
Echelle : —

CABINET

LE



H15



- ① Mur blocs béton de granulats courants
- ② Plancher B.A. (dalle pleine ou plancher à poutrelles préfabriquées et hourdis)
- ③ Planelle béton pour correction pont thermique (mise en place avant coulage plancher)
- ④ Enduit extérieur
- ⑤ Doublage intérieur isolant (plâtre cartonné – isolant hydrophile)
- ⑥ Chaînage B.A.

b = Epaisseur du mur

h<sub>1</sub> = Epaisseur du plancher

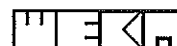
**Mur type I (d'après classification DTU 20.1) :**  
**maçonnerie en blocs béton de granulats courants**

Echelle : –

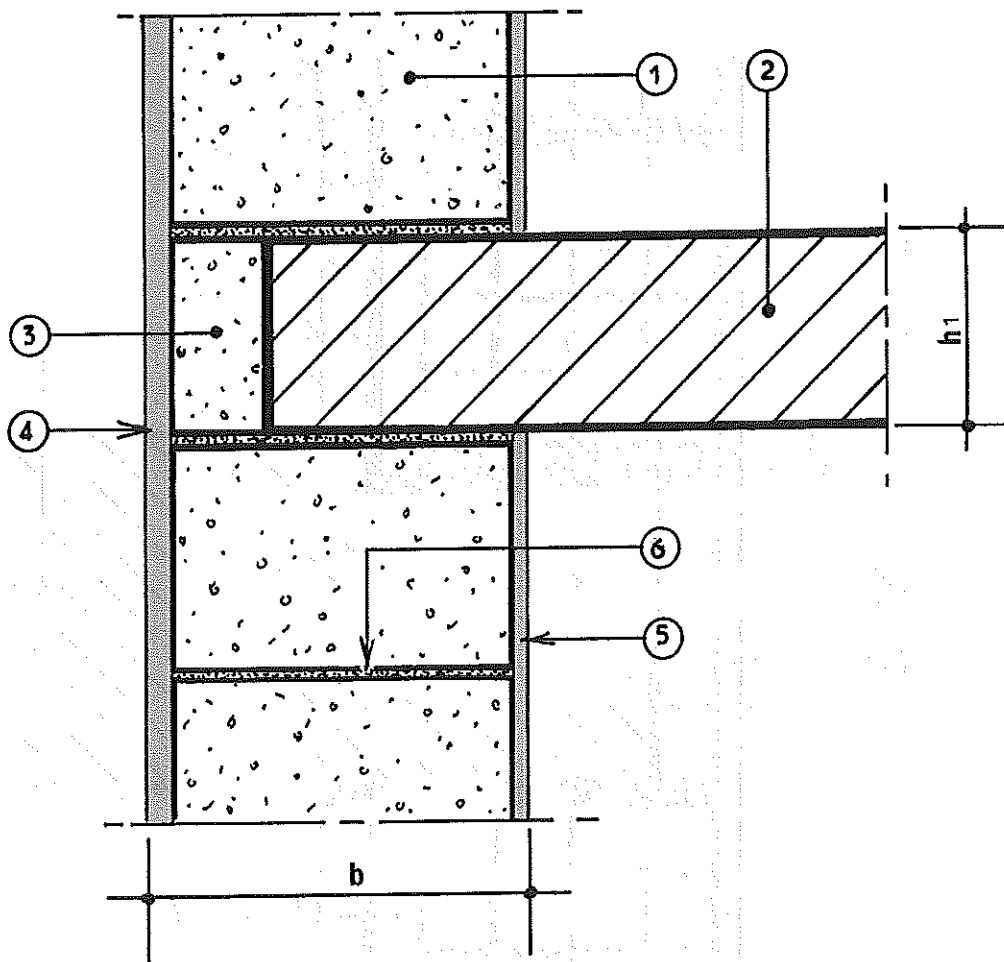
CABINET

LE

PLAN N°



## H16



- ① Mur porteur en blocs de béton cellulaire autoclavé
- ② Plancher B.A.
- ③ Plaquette parement en béton cellulaire (découpé) mis en place avant coulage plancher
- ④ Enduit extérieur (spécial pour béton cellulaire)
- ⑤ Enduit intérieur plâtre (ou autre)
- ⑥ Joint collé (mortier colle spécial)

$b$  = Epaisseur totale du mur

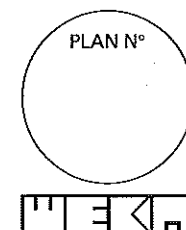
$h_1$  = Epaisseur du plancher

**Mur type I (d'après classification DTU 20.1) :  
maçonnerie de blocs de béton cellulaire autoclavé**

Echelle : —

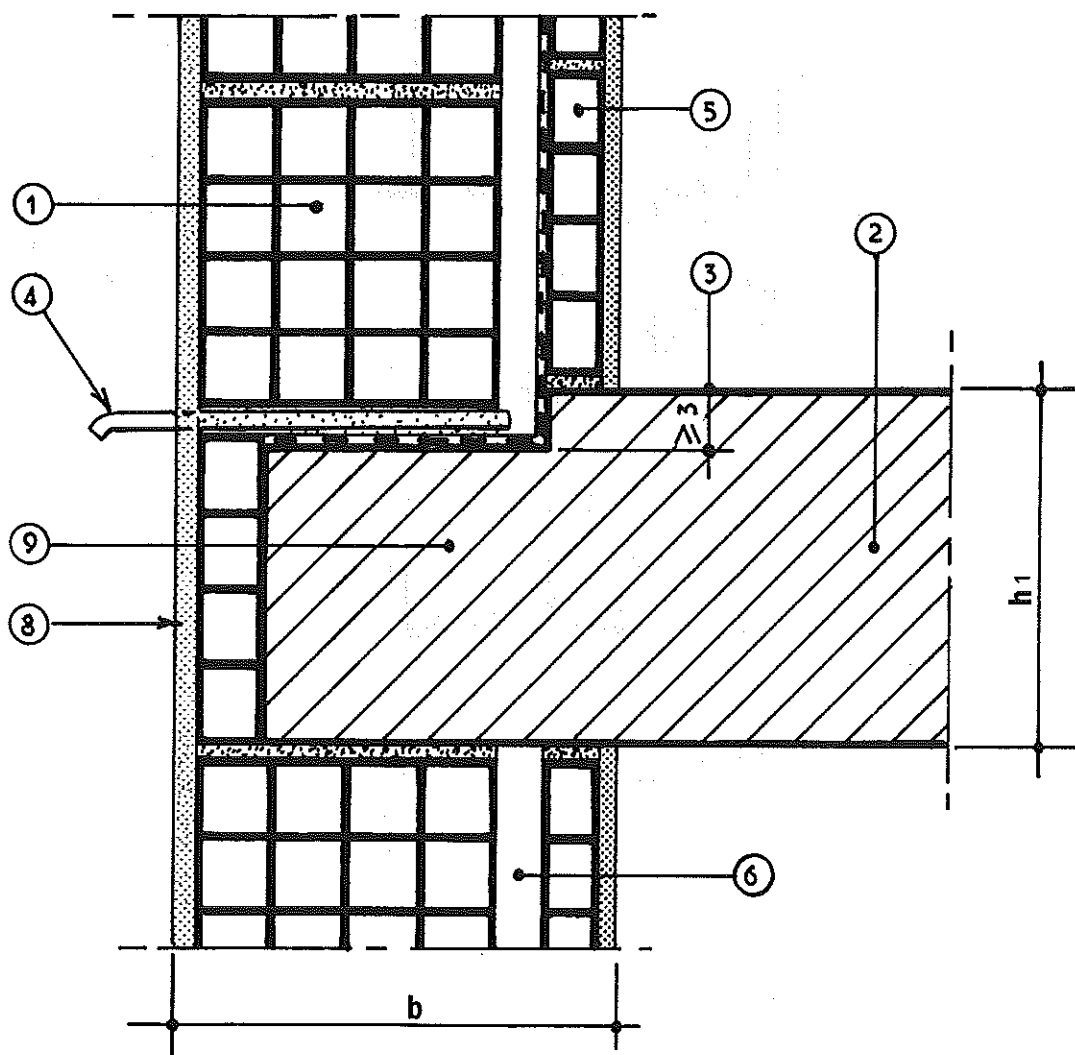
CABINET

LE



Disposition en pied de mur

H17



- ① Mur maçonnerie briques creuses de terre cuite
- ② Plancher B.A.
- ③ Décrochement de niveau ( $\geq 3$  cm)
- ④ Exutoire
- ⑤ Cloison de doublage intérieur enduite
- ⑥ Lame d'air (coupure capillarité)

- ⑧ Enduit extérieur
- ⑨ Chaînage B.A.
- $b$  = Epaisseur totale mur
- $h_1$  = Epaisseur du plancher

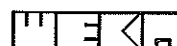
**Mur type III : maçonnerie de briques creuses de terre cuite**

Echelle : —

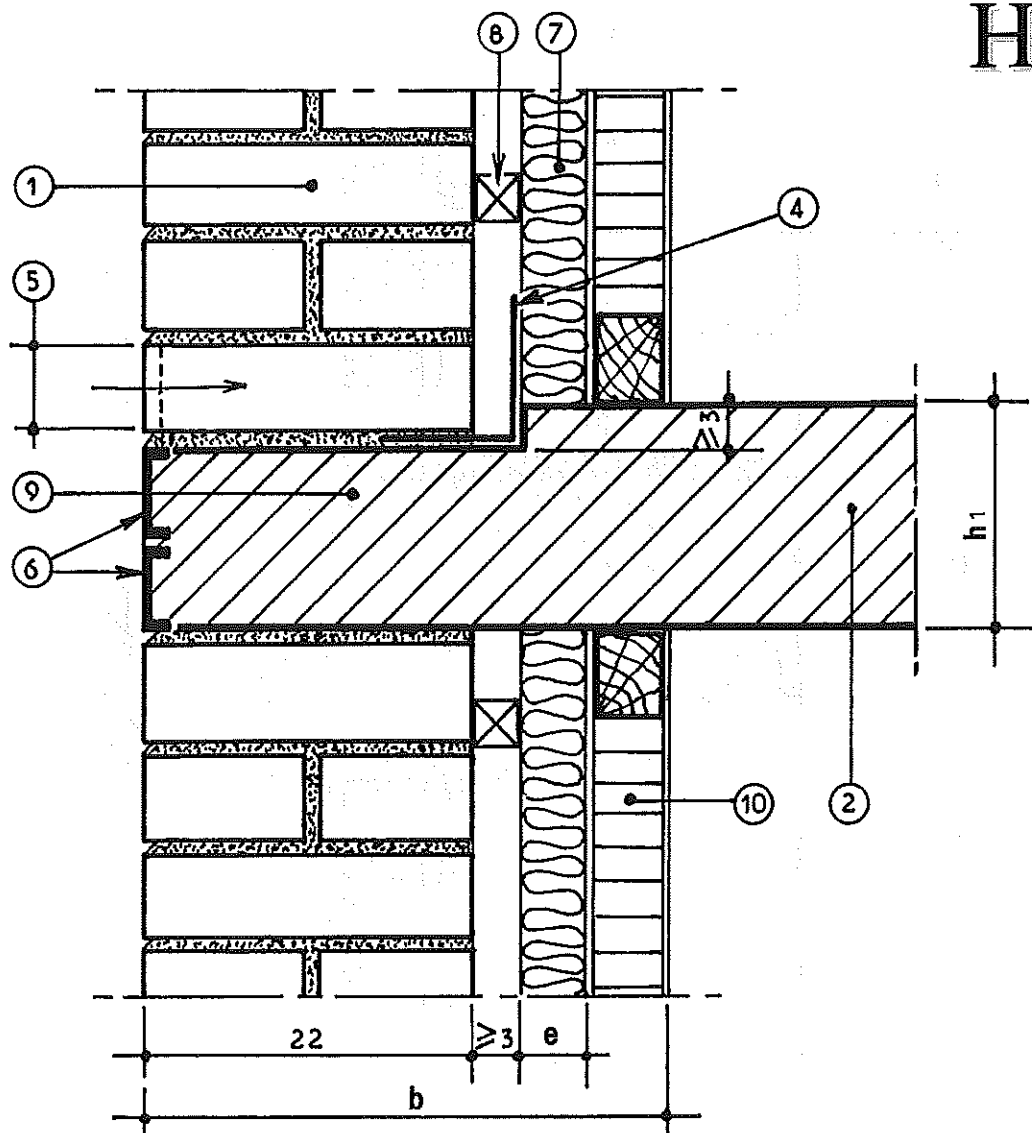
CABINET

LE

PLAN N°



H18



① Mur maçonnerie de briques pleines

② Plancher B.A. – dalle pleine

③ Décrochement de niveau ( $\geq 3$  cm)

④ Cornière PVC 100 x 100 mm

⑤ Joint vertical non garni (tous les 1,00 m)

⑥ Plaquettes terre cuite habillage tranche plancher

⑦ Panneau isolant rigide ou semi-rigide non hydrophile

⑧ Plot non hydrophile

⑨ Chaînage B.A.

⑩ Cloison de doublage

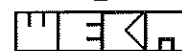
 $b$  = Largeur totale mur $h_1$  = Epaisseur plancher $e$  = Epaisseur isolant**Mur type III : maçonnerie de briques pleines**

Echelle : —

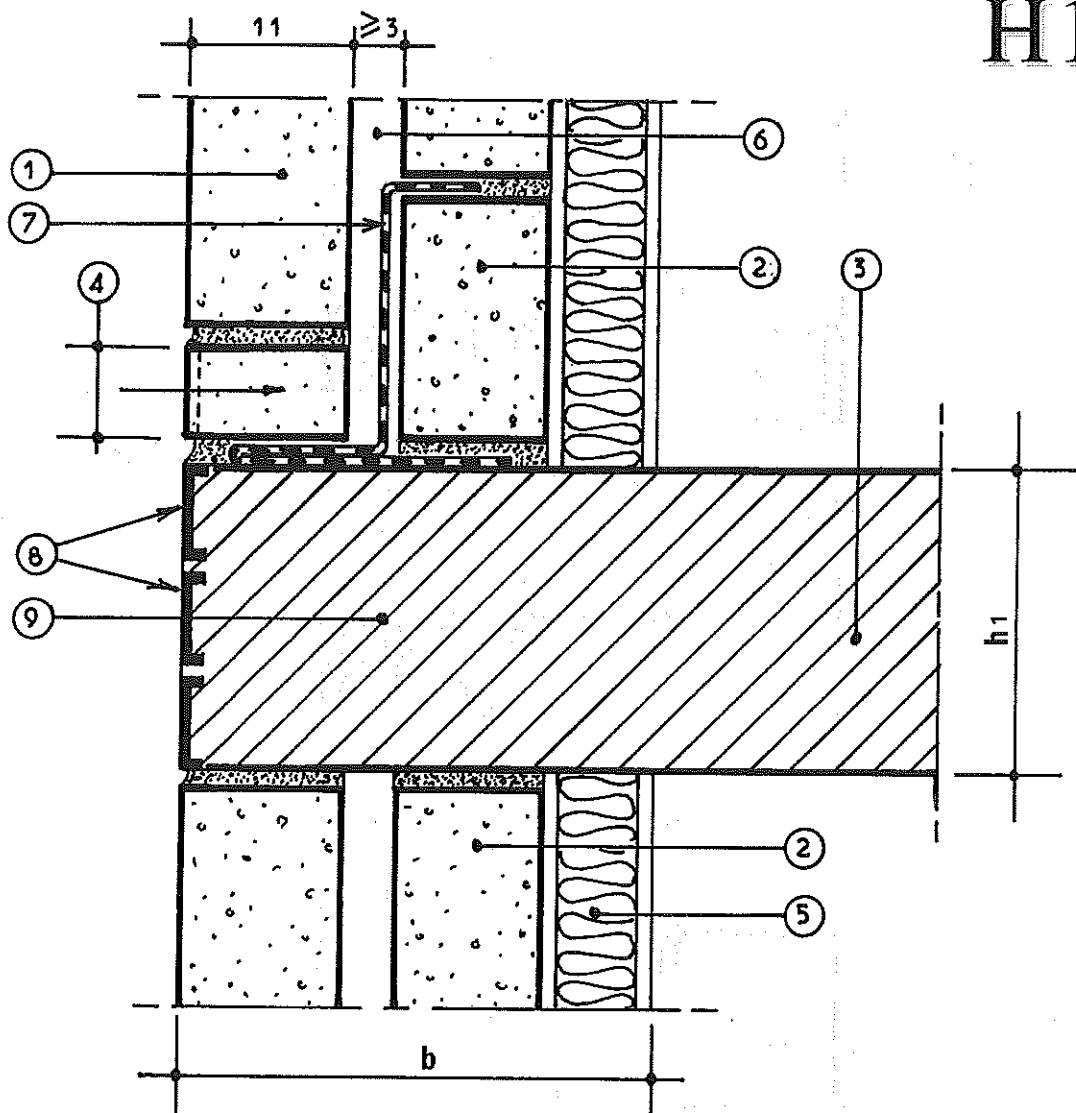
CABINET

LE

PLAN N°



H19



- ① Paroi externe (apparente)
- ② Paroi interne
- ③ Plancher B.A.
- ④ Joint vertical non garni tous les mètres ou tous les 0,50 m
- ⑤ Cloison de doublage isolante
- ⑥ Lame d'air (coupure de capillarité)

- ⑦ Chape étanche bitumineuse pliée et relevée dans joint paroi interne
- ⑧ Plaquettes de parement (éventuelles)
- ⑨ Chaînage B.A.

b = Epaisseur totale mur

h<sub>1</sub> = Epaisseur plancher**Mur double : dalle sans décrochement de niveau**

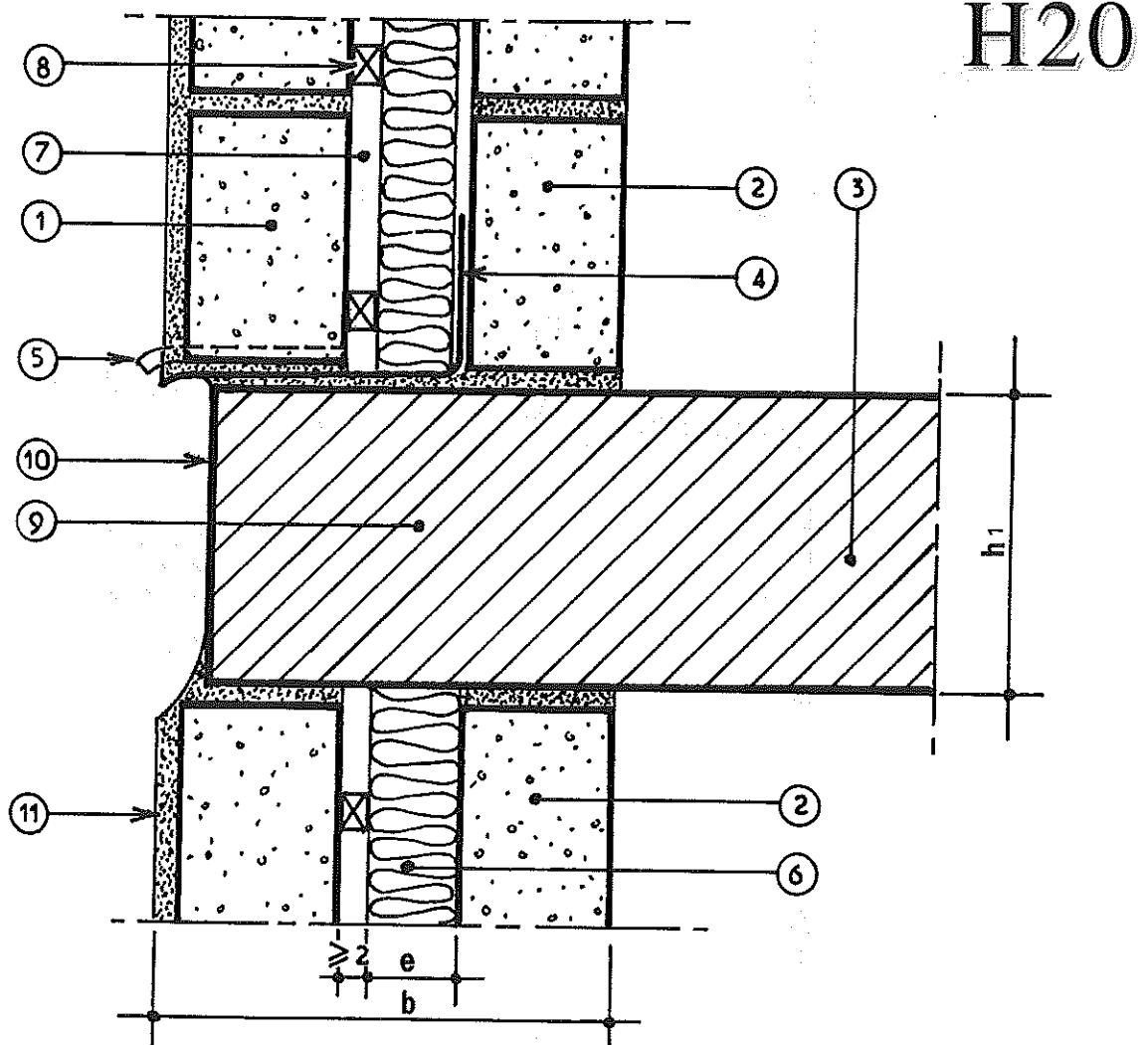
Echelle : —

CABINET

LE

PLAN N°





- |   |  |
|---|--|
| ① Paroi externe enduite                         | ⑧ Plots ou cales non hydrophiles           |
| ② Paroi interne brute ou enduite                | ⑨ Chaînage B.A.                            |
| ③ Plancher B.A.                                 | ⑩ Décrochement de nu (tranche du plancher) |
| ④ Profilé PVC                                   | ⑪ Enduit extérieur                         |
| ⑤ Buse d'évacuation                             | <b>b</b> = Largeur totale mur              |
| ⑥ Isolant rigide – semi-rigide non hydrophyle   | <b>h<sub>1</sub></b> = Epaisseur plancher  |
| ⑦ Lamelle d'air (≥ 2 cm) coupure de capillarité | <b>e</b> = Epaisseur isolant               |

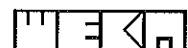
**Mur double : dalle sans décrochement de niveau (variante)**

Echelle : —

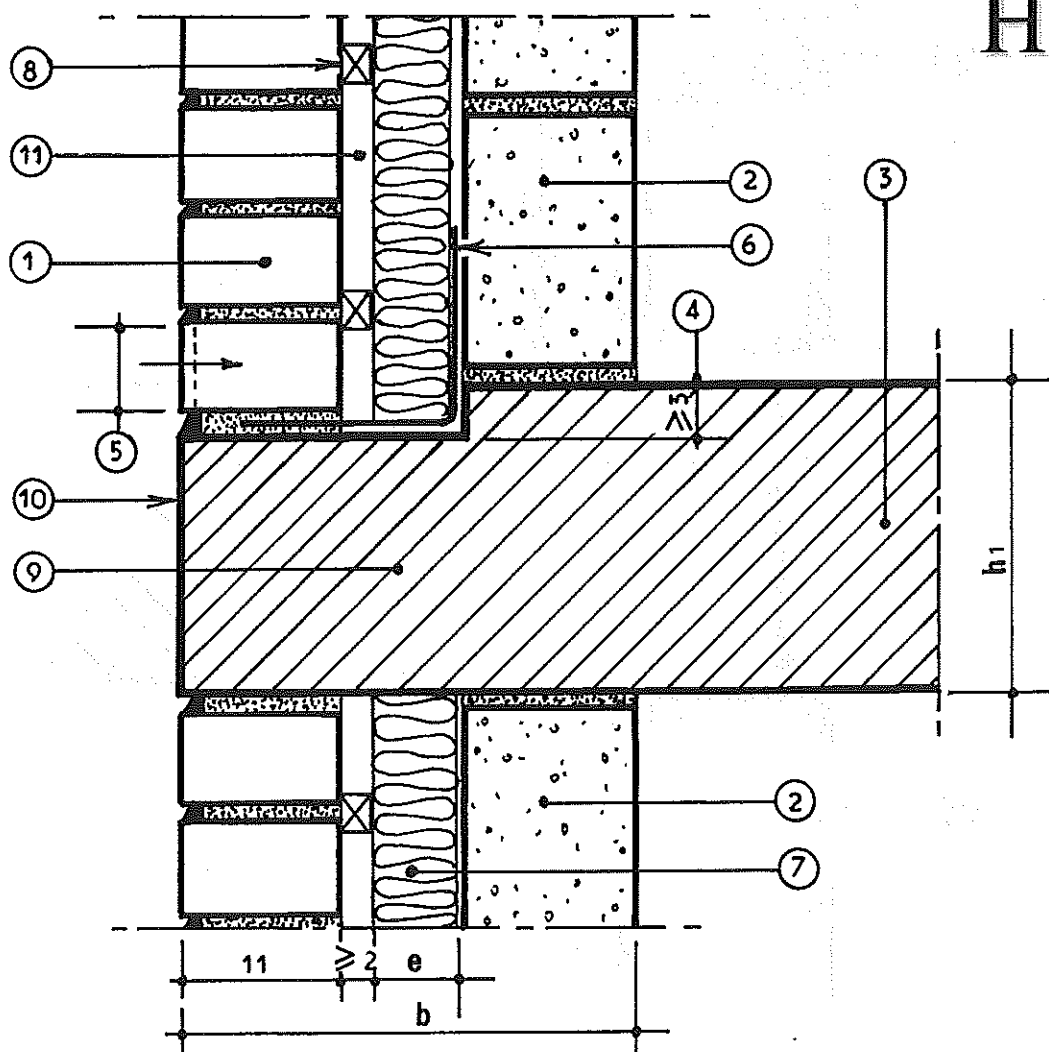
CABINET

LE

PLAN N°



H21



- |  |   |
|--|---|
| ① Paroi externe (rejointoyée)                  | ⑧ Plots ou cales non hydrophiles          |
| ② Paroi interne (brute ou enduite)             | ⑨ Chaînage B.A.                           |
| ③ Plancher B.A.                                | ⑩ Parement nez de plancher brut fini      |
| ④ Décrochement de niveau $\geq 3$ cm           | ⑪ Lame d'air                              |
| ⑤ Joint vertical non garni tous les 1 m        | <b>b</b> = Largeur totale du mur          |
| ⑥ Equerre PVC                                  | <b>e</b> = Epaisseur d'isolant            |
| ⑦ Isolant rigide ou semi-rigide non hydrophile | <b>h<sub>1</sub></b> = Epaisseur plancher |

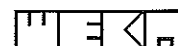
**Mur double : dalle avec décrochement de niveau**

Echelle : —

CABINET

LE

PLAN N°





# 5/0

## Sommaire

---

### **1/1 Présentation – Informations générales**

- 5/1.1 Présentation
- 5/1.2 Types d'ouvrages
- 5/1.3 Caractéristiques – Terminologie
- 5/1.4 Escaliers

### **5/2 Escaliers droits (volées droites)**

- 5/2.1 Classification générale
- 5/2.2 Escaliers à une volée droite
- 5/2.3 Escaliers à une volée droite et palier intermédiaire
- 5/2.4 Escaliers à une volée droite et plusieurs paliers intermédiaires
- 5/2.5 Escaliers de type courant
- 5/2.6 Escaliers à deux volées droites et retour sur palier
- 5/2.7 Autres types d'escaliers à volées droites
- 5/2.8 Détails (marches – garde-corps)

### **5/3 Escaliers semi-circulaires**

- 5/3.1 Généralités – Types
- 5/3.2 Principes de tracé
- 5/3.3 Méthodes de balancement

### **5/4 Escaliers circulaires**

- 5/4.1 Généralités – Types
- 5/4.2 Escaliers à marches préfabriquées sur noyau central

...

### **5/7 Ouvrages associés**

- 5/7.1 Généralités – Présentation
- 5/7.2 Garde-corps pour escaliers, paliers, rampes
- 5/7.3 Revêtements

### **5/8 Ascenseurs – Monte-charges**

- 5/8.1 Types d'appareils
- 5/8.2 Réglementation
- 5/8.3 Dimensions fonctionnelles
- 5/8.4 Type de traction des ascenseurs

- 5/8.5 Ascenseurs en bâtiments neufs à usage d'habitation
- 5/8.6 Ascenseurs en bâtiments autres qu'habitation
- 5/8.7 Monte-charges

## 5/1

# Présentation – Informations générales

---

## 5/1.1

# Présentation

---

La partie 5 traite, après les parties 2 et 3 relatives aux structures verticales, et la partie 4 concernant les structures horizontales, des ouvrages de liaison entre parties horizontales, c'est-à-dire principalement :

- les ouvrages traditionnels depuis le début des constructions ou escaliers dont la variété de types et de formes est très grande ;
- les ouvrages modernes, à assujettissement mécanique, que sont les ascenseurs et les monte-charges.

Accessoirement seront traitées les rampes permettant de faire franchir à des piétons ou à des véhicules, une différence de niveau.

D'autres ouvrages moins courants, tels que les échelles de service, seront également traités.

Par ailleurs des dispositifs de protection que l'on rencontre dans les escaliers, mais également dans les ouvrages en bordure d'un vide (terrasses - balcons), comme les garde-corps, feront l'objet d'une étude spécifique.

D'une manière générale, tous ces ouvrages correspondent aux liaisons entre niveaux qu'il est nécessaire de traiter d'une manière spécifique.

La partie 5 est principalement consacrée aux escaliers dont la très grande variété de tracés, de types, d'aspect et de réalisations, mérite des développements importants.

• Les ascenseurs et monte-charges sont regroupés dans le même chapitre (Cf. 5/8) et comprennent différents matériels permettant de franchir une dénivellation directement par déplacement vertical d'une cabine ou plateforme mue mécaniquement :

- ascenseurs : pour les personnes, en tenant compte de tous les dispositifs de sécurité, notamment en ce qui concerne les portes et accès ;
- monte-charge : à vitesse plus lente pour des matériels plus encombrants ou des charges plus importantes ou plus réduites.

Dans cette catégorie on trouve :

- les monte-malades (hopitaux-cliniques) ;
- les monte-voitures (parcs privés) installés lorsque la mise en place d'une rampe n'est pas possible ;
- les monte-plats (installations collectives, hôtels...).

Tous ces ouvrages nécessitent des dispositions à étudier et à réserver avec le gros œuvre (structure).

Ils doivent respecter une réglementation basée sur la sécurité des personnes et qui évolue de manière permanente.

Les matériels suivent cette évolution notamment au niveau de la présentation.

## 5/1.2

# Types d'ouvrages

---

### 1. Généralités

Compte tenu de la variété des types rencontrés, les classifications suivantes sont établies à partir de critères de tracé :

- escaliers droits (ou à volées droites) : les plus courants ;
- escaliers semi-circulaires permettant le balancement des marches, assez répandus ;
- escaliers circulaires dont le type courant actuel est l'escalier à marches préfabriquées sur noyau central.

Dans chaque type ci-dessus, les réalisations sont faites dans tous les matériaux rencontrés en construction :

- maçonnerie de pierre appareillée (volées en voûtes porteuses) ;
- béton armé : cas le plus courant :
  - coulé en œuvre ;
  - préfabriqué sous différentes formes ;
- métal (acier principalement) : type courant en escaliers de service ou escaliers industriels ou réalisations architecturales à caractère exceptionnel ;
- bois : ouvrages classiques anciens ou modernes (technique du bois lamellé collé).

La classification peut s'étendre à la localisation des ouvrages qui sont situés :

- principalement à l'intérieur des bâtiments ;
- mais aussi à l'extérieur ou encore mi-intérieur, mi-extérieur.

On peut encore classer les escaliers par leur situation dans les bâtiments :

- escalier placé dans une cage, cas courant des immeubles d'habitation ;
- escalier intérieur (maisons individuelles) pour accès cave ou grenier par exemple ;
- escalier de secours extérieur ;
- escaliers isolés (généralement extérieurs aux bâtiments).

Une autre classification est liée à la réalisation des ouvrages qui peuvent être préparés en atelier ou usine (bois, métal, béton armé préfabriqué) et montés sur place, ou entièrement réalisés sur place. C'est le cas des ouvrages béton



## 5/1.3

# Caractéristiques – Terminologie

### 1. Définitions communes ou générales (escaliers)

– **Cage** : volume d'encombrement dans lequel s'inscrit l'escalier.

La cage peut correspondre :

- à un escalier « libre » ou
- « encloisonné », c'est-à-dire limité par des cloisons.

Le passage de l'escalier à travers les planchers qu'il dessert nécessite la réservation d'une ouverture ou « trémie ». La perte de surface habitable correspondant au tracé de l'escalier entraîne généralement la superposition des volées.

– **Emmarchement** : largeur (utile) de la volée. On distingue trois cas principaux :

- habitations collectives ;
- habitations individuelles ;
- constructions spéciales.

ERP : Etablissements Recevant du Public.

IGH : Immeubles de Grande Hauteur.

– **Ligne de foulée** : ligne fictive tracée parallèlement au limon intérieur ou jour, matérialisant le parcours d'une personne gravissant l'escalier en utilisant la main courante (garde-corps).

– **Ligne de jour et de collet** :

- Le jour correspondra au vide entre la volée de départ et son retour. Ce vide n'existe pas lorsque la volée est butée ou appuyée sur ou contre un mur d'échiffre ;
- La ligne de jour est la limite en plan de la volée côté intérieur ;
- La ligne de collet (ou des collets) est la projection de la face intérieure de la volée (ou du limon). Cette ligne limite l'emmarchement de l'escalier.

– **Marche** : dénivellation élémentaire ou degré dont l'ensemble constitue la volée. La marche est caractérisée :

- par son giron ou profondeur ou encore largeur, mesurée sur la ligne de foulée ;
- par sa hauteur (h) qui correspond à une valeur sous-multiple de la hauteur d'étage ou dénivelée à franchir ;

- la contremarche, qui peut être pleine ou ajourée, est la face verticale de la marche prise entre deux marches consécutives.

– **Volée** : ensemble de marches ; une volée peut être constituée par :

- une paillasse (ou dalle porteuse inclinée plane ou gauche) ;
- un ou plusieurs limons (poutres porteuses).

La sous-face de la volée est appelée rampant.

– **Echappée** : hauteur libre prise verticalement entre le nez de la marche et la sous-face de la volée supérieure (paillasse ou limon ou encore poutre palière).

– **Balancement (marches)** : dispositions de tracé des marches dans un angle (quartier tournant) ou changement de direction à 90°, ou sur 180° (balancement complet de la volée), pour obtenir un franchissement plus confortable et pour réduire l'encombrement de l'escalier dans sa cage.

Plusieurs tracés sont proposés. La zone de balancement dans un angle ou quartier tournant peut comporter :

- des marches rayonnantes (tracé peu confortable et inesthétique) ;
- ou des marches dansantes.

– **Palier** : plan horizontal correspondant :

- au départ de la volée (palier de départ) : plancher ou terre-plein ;
- à l'arrivée de la volée (palier d'arrivée) : généralement plancher ;
- ou à un plan (ou des plans) intermédiaires : palier(s) de repos, lorsque la volée comprend un grand nombre de marches. Le palier intermédiaire peut aussi desservir des étages ou niveaux intermédiaires (cas des étages décalés).

Les emplacements des paliers de repos ou intermédiaires sont variables selon la forme ou la disposition des volées.

– **Détails des marches** :

- **Nez de marche** : bord extérieur de la marche constitué soit par le débord du revêtement de marche, soit par l'intersection du plan horizontal de la marche, avec le plan vertical de la contremarche.
- **Pas de souris** : dispositif utilisé surtout pour les escaliers de cave ou de service, où le manque de place conduit à limiter la largeur ou giron de la marche. Le fond de la marche est rentré dans la paillasse et la contremarche est inclinée.

Ce dispositif augmente la valeur utile du giron à la montée, mais les conditions à la descente de l'escalier sont précaires.

– **Noyau** : terme utilisé pour les escaliers circulaires dits « à vis » qui s'inscrivent dans un cylindre. Le noyau sert d'appui aux marches qui sont rayonnantes. Ce type d'escalier est très ancien et comprend de nombreuses réalisations dans les demeures historiques.

On retrouve le même principe avec les escaliers préfabriqués en béton armé ou les escaliers métalliques ou bois.



– **Garde-corps** : protection contre les chutes, placée en bordure du jour. Le dispositif peut être :

- du type grille : métallique ou bois avec montants verticaux et lisse supérieure ou main courante ;
- du type plein ou opaque, généralement en maçonnerie (voile béton armé, mur mince en maçonnerie d'éléments) ;
- de type spécial : câbles de suspension pour marches, panneaux verre armé ou métacrylate.

## 2. Définitions particulières (autres ouvrages)

### a) Rampes

Par différence avec l'escalier qui correspond à un ouvrage permettant de passer d'un niveau à un autre de manière discontinue par l'intermédiaire de marches, la rampe est un ouvrage qui permet de passer d'un niveau à un autre de manière continue.

La pente générale, comparée à celle d'un escalier, est beaucoup plus faible et nécessite des longueurs d'ouvrage plus grandes pour franchir la même dénivellation.

- Pente : la pente est la caractéristique principale d'une rampe. Elle est faible pour les accès piétons ; elle est plus importante pour les accès véhicules.
- Largeur : elle correspond à l'emmarchement pour les escaliers. Dans les rampes circulaires (hélicoïdales) pour véhicules, la longueur est fonction de la longueur des véhicules et du rayon de braquage de ces derniers.
- Chasse-roues (uniquement pour rampes à véhicules) : bordures latérales servant de guidage et de sécurité pour l'inscription des véhicules, notamment dans les rampes hélicoïdales à faible rayon.
- Devers : inclinaison de la pente dans le sens transversal des rampes circulaires correspondant au relèvement du bord extérieur pour compenser les effets de la force centrifuge.
- Caniveau : dispositif de collecte des eaux, placé à la base des rampes ou à des niveaux intermédiaires pour les ouvrages de grande longueur.

### b) Ascenseurs – Monte-charges

- Cage : même définition que pour les escaliers. Dans le cas des ascenseurs et monte-charges, la cage est obligatoirement verticale et les trémies identiques d'un niveau à l'autre, alors que pour un escalier, la cage peut être différente et non superposable d'un niveau à l'autre ;
- Cuvette : décaissement pratiqué à la base de la cage pour la mise en place des amortisseurs de cabine et le renvoi des câbles (cas d'une machinerie basse) ;
- Machinerie (local) : local placé :
  - soit au-dessus du dernier niveau desservi ;
  - soit au-dessous ou latéralement au premier niveau, pour l'installation des treuils, commandes et matériels constituant la machinerie.

— **Seuils** : bord de trémie côté accès à la cabine ;

— **Guides** : éléments verticaux scellés dans les niveaux (planchers) pour assurer le guidage de la cabine.

— **Support de treuil** : dalle supportant le treuil de manœuvre de cabine, disposée au-dessus du dernier niveau et en saillie par rapport au dernier plancher.

## 5/1.4

# Escaliers

---

### 1. Classifications

On peut classer les escaliers de différentes façons :

- par la nature des matériaux qui les composent. Historiquement : le bois, la maçonnerie de pierre (taillée, appareillée) puis le métal et le béton armé sous deux formes : coulé en place et préfabriqué ;
- par la forme ou tracé : trois grandes familles sont développées en détail dans la partie 5 :
  - escaliers droits (ou à volées droites) ;
  - escaliers semi-circulaires (balancés ou non) ;
  - escaliers circulaires.

### 2. Tracé

Pour faciliter la compréhension des dessins qui représentent en plan des ouvrages qui se développent dans l'espace, il est utile de rappeler quelques conventions courantes de dessin.

La représentation normalisée en plan d'un escalier suppose un plan de coupe horizontal placé à un mètre du sol fini du niveau représenté.

Si l'escalier ne règne qu'entre deux niveaux (cas des constructions individuelles), les marches situées au-dessus de la coupe sont généralement représentées en tireté.

Dans les cas courants de bâtiments collectifs, les volées sont généralement superposées.

La dénivellation d'un étage est fisurée par deux traits mixtes interrompus.

Dans les dessins qui suivent, les escaliers sont donnés, abstraction faite de la cage et des niveaux.

Les indications suivantes doivent figurer :

- sens de montée ;
- numéros des marches (au nez) ;
- cotes des niveaux de palier ;
- cotes principales en plan :

- cage ;
  - emmarchement ;
  - dimensions marches (giron, collet...) ;
  - jour, etc.
- cotes principales en hauteur :
- hauteur d'étage ;
  - hauteur et nombre de marches ;
  - palier (épaisseur) ;
  - hauteur libre ;
  - échappée, etc.

### 3. Dimensionnement

Les dispositions qui suivent correspondent aux usages courants permettant d'avoir des ouvrages confortables d'accès, répondant aux exigences de trafic et respectant les règles de sécurité (lorsqu'elles existent).

a) *Dimensions des marches* (d'après la formule de Blondel ou de Rondelet)

$$g + 2h = 0,60 \text{ à } 0,64 \text{ m}$$

**g** : giron (largeur marche)

**h** : hauteur

Cette relation correspond à la valeur moyenne d'un pas ou foulée. Les deux variables **g** et **h** constituant cette relation ne doivent pas trop s'écarter, cependant, des valeurs suivantes :

**h** : 0,15 à 0,20 m

**g** : 0,20 à 0,30 m.

*Exemples :*

ERP et HLM

**h** = 0,13 à 0,17 m

**g** = 0,28 à 0,36 m.

Escaliers tournants :  $g \leq 0,28 \text{ m}$  sur la ligne de foulée située à 0,50 m des collets et  $g < 0,42 \text{ m}$  (zone extérieure la plus large).

b) *Nombre de marches*

Limité à 25 sans palier intermédiaire.

c) *Giron*

Les giron ont toujours la même valeur sur la ligne de foulée.

d) *Jour*

Variable selon les tracés et les cages. Il peut être nul ou réduit au strict minimum.

*e) Palier*

En bâtiments collectifs courants, la largeur du palier est au minimum égale à celle de l'emmarchement.

Conséquences : les dimensions minimales pour une cage de bâtiment collectif comprenant par étage courant deux volées de huit marches de 0,17 x 0,30, avec un emmarchement de 1,20 m (ainsi que les paliers) et un jour de 0,10, s'établissent comme suit :

largeur :  $2 \times 1,20 + 0,10 = 2,50 \text{ m}$

longueur :  $2 \times 1,20 + 7 \times 0,30 = 4,50 \text{ m}$

*f) Echappée*

En principe l'échappée doit être égale à la hauteur libre courante de l'étage normal.

Elle est souvent ramenée à 2,00 m minimum pour réduire la dimension des trémies.

Certaines admettent même 1,90 m, notamment pour des escaliers individuels (exemple : escaliers de cave). Il importe alors que l'on en mesure le risque.

Cette dernière valeur constitue le *mini minimorum*.

Le risque est surtout déterminant à la descente, alors que la position du corps de la personne est inclinée vers l'avant.

*g) Limon*

Élément porteur unique (central) ou double, dans le sens de la volée ; supporte les marches.

*h) Faux limon*

Élément de rive côte jour ; non porteur.

**4. Exigences réglementaires**

Il n'existe pas de réglementation spécifique aux escaliers. Les principales prescriptions sont induites par des exigences de textes plus généraux.

*a) Passage du brancard*

Le décret du 14 juin 1969 précise, à l'article 5, que l'« on doit pouvoir porter dans un logement ou en faire sortir une personne couchée sur un brancard ». Cette exigence de passage d'un brancard propre aux bâtiments d'habitation est recommandable pour les autres constructions.

La norme NF S 90311 donne les dimensions suivantes pour un brancard :

- longueur : 229 cm ;
- largeur : 58,5 cm.

Ainsi, le passage du brancard implique des dimensions minima pour les escaliers :

– pour un escalier à double volée :

- si les volées mesurent 122,5 cm, le palier doit mesurer au moins 122,5 cm ;
- si les volées mesurent 120 cm, le palier doit mesurer au moins 125 cm ;

– pour un escalier hélicoïdal :

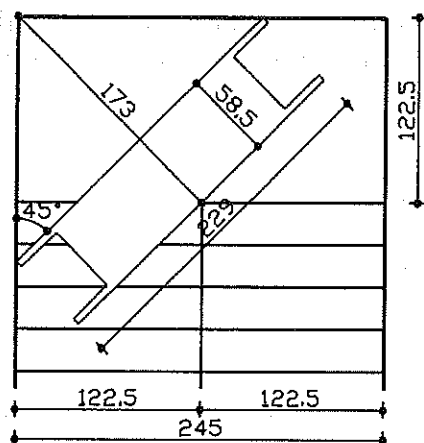
- si le noyau mesure 30 cm de diamètre, l'escalier doit avoir un diamètre d'au moins 272 cm ;
- si le noyau mesure 60 cm de diamètre, l'escalier doit avoir un diamètre d'au moins 290 cm.

Plus généralement, le diamètre de l'escalier peut être calculé à l'aide de la formule suivante :

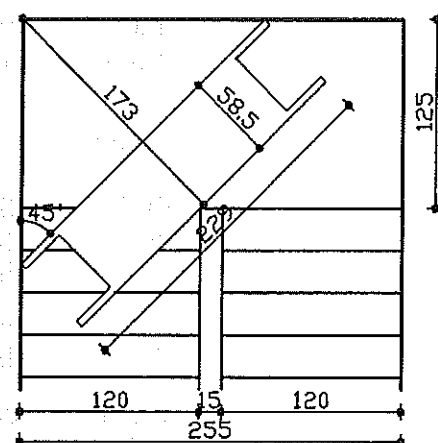
$$D = 2 \sqrt{\left(0,585 + \frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{2,29}{2}\right)^2}$$

où **d** est le diamètre du noyau.

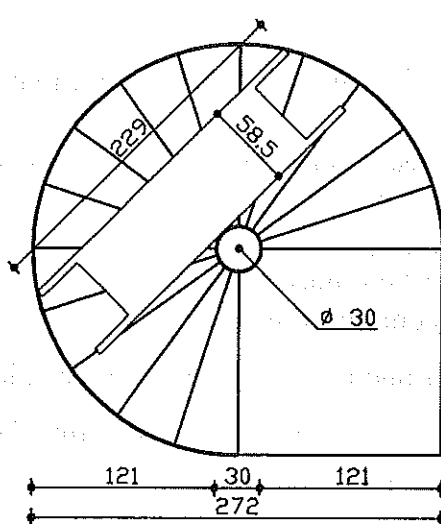
– Démonstration du passage d'un brancard dans les escaliers (cotes en cm) :



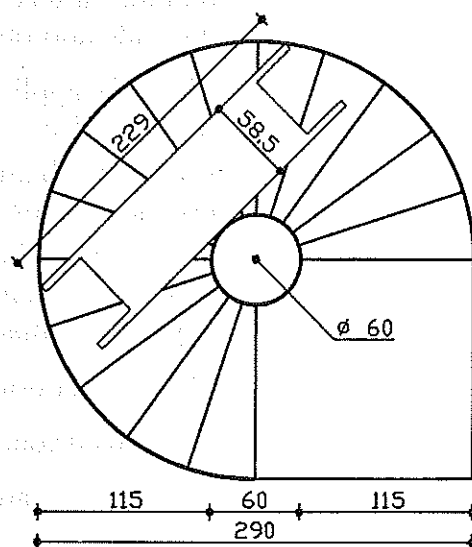
Escalier à double volée  
sans jour central



Escalier à double volée  
avec mur d'échiffre central



Escalier hélicoïdal  
avec fût de 30 cm de diamètre



Escalier hélicoïdal  
avec fût de 60 cm de diamètre

*b) La formule de Blondel*

La circulaire du 19 mars 1976, à l'article 5, concernant les foyers construits dans le cadre de la législation sur l'aide à la construction précise que « les dimensions des marches devront respecter les normes suivantes :

$$g + 2h = 63 \text{ cm}$$

avec  $h < 15 \text{ cm}$

où  $g$  est le giron de la marche, c'est-à-dire la distance horizontale mesurée entre deux plans verticaux successifs, sur la ligne de foulée à 50 cm de la rampe intérieure de l'escalier ;

$h$  est la hauteur de la marche, c'est-à-dire la distance verticale mesurée entre deux plans horizontaux successifs.

Des mains courantes sont à prévoir des deux côtés des volées d'escalier, ainsi qu'aux paliers... ».

*c) L'accessibilité aux handicapés physiques*

Le décret n° 80.637 du 4 août 1980, à l'article 3, précise que dans les bâtiments d'habitation collectifs, « les étages non desservis par ascenseurs doivent être accessibles à toutes personnes handicapées physiques à mobilité réduite par un escalier conçu de telle sorte que les intéressés puissent recevoir une aide appropriée ».

L'arrêté d'application du 24 décembre 1980, au paragraphe 8, relatif aux escaliers, précise :

« Dans les bâtiments sans ascenseur, l'accès aux étages doit se faire par un escalier conforme aux prescriptions suivantes :

- largeur minimale de 1,20 m ;
- hauteur des marches de 17 cm maximum ;
- giron des marches de 28 cm minimum.

Cet escalier doit comporter une main courante préhensible de chaque côté.

Cette main courante dépasse les première et dernière marches de chaque volée.

Le nez des marches doit être bien visible. »

Remarques :

- Il s'agit des escaliers desservant les étages à partir du rez-de-chaussée des bâtiments sans ascenseur.
- Ces escaliers ne remplacent en aucun cas un ascenseur obligatoire.
- Des escaliers ne constituent pas, bien entendu, un cheminement praticable par les personnes en fauteuil roulant.
- Néanmoins, il a paru utile, lorsque des logements en étage ne disposaient pas d'ascenseur, d'en faciliter l'accès aux personnes ayant des difficultés de déambulation, et de permettre le cas échéant qu'une personne en fauteuil roulant puisse y être portée, pour rendre des visites, ou suite à une immobilisation temporaire par exemple.



- Des hauteurs de marches inférieures à 17 cm sont préférables bien évidemment.
- Dans le cas des escaliers ronds, le giron de 28 cm minimum se mesure dans la zone comprise entre les lignes situées à 0,60 m du noyau intérieur et 0,60 m du bord extérieur.
- Dans le cas d'escaliers ronds ne desservant qu'un logement à un étage immédiatement supérieur (ou inférieur), il ne sera pas tenu compte de cette dernière règle.
- Les contremarches sont recommandées dans tous les cas, pour les personnes se déplaçant avec des cannes.
- Le nez des marches ne doit pas être saillant, pour les personnes qui ont des difficultés à monter.
- Le nez des marches peut se signaler par une opposition de couleur ou de ton, ou par un effet d'éclairage approprié.
- Une bonne visibilité de la première marche dans le sens de la descente est particulièrement importante.
- A l'extérieur des bâtiments, les marches, s'il y en a, doivent être doublées par le cheminement praticable défini ci-dessus. Les marches auront une hauteur ne dépassant pas 16 cm dans la mesure du possible.

#### *d) Règlement de sécurité contre l'incendie*

##### *– Habitation :*

Le règlement de sécurité, arrêté du 31 janvier 1986, stipule :

- à l'article 19 : « Il n'est pas exigé qu'il existe des portes séparant l'escalier des circulations horizontales, sauf pour les habitations dont le plancher bas du logement le plus haut est à plus de huit mètres du sol » ;
- à l'article 3 : « Les escaliers des bâtiments d'habitation collectifs de trois étages sur rez-de-chaussée, dont le plancher bas du logement le plus haut est à plus de huit mètres du sol, doivent être encloisonnés » ;
- à l'article 24 : « Dans les habitations collectives des deuxième, troisième et quatrième familles, les escaliers mettant en communication les sous-sols et le reste du bâtiment doivent comporter au moins un bloc-porte coupe-feu de degré une demi-heure dont la porte est munie d'un ferme-porte et s'ouvre dans le sens de la sortie en venant du sous-sol.

Ces escaliers doivent aboutir au rez-de-chaussée, dans un hall ou une circulation horizontale et ne doivent pas aboutir dans les escaliers desservant les étages. »

- Les articles 25 à 29 précisent notamment les dispositions relatives au désenfumage.

De plus, il y est stipulé que pour les escaliers à l'abri des fumées « La porte, d'une largeur de 0,80 m au moins, doit être munie d'un ferme-porte et s'ouvrir dans le sens de la sortie en venant des logements. En position d'ouverture, elle

ne doit pas constituer un obstacle à la circulation des personnes dans l'escalier. »

- Etablissements recevant du public : le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public, arrêté du 25 juin 1980, stipule :

« La largeur des dégagements et escaliers (article C038), en fonction de l'effectif de personnes qui peuvent y être admises :

- a) de 1 à 19 personnes : un passage d'une unité de 0,90 m de large ;
- b) de 20 à 50 personnes : deux passages dont l'un d'une unité : 0,90 m de large et l'autre accessoire de 0,60 m minimum de largeur ;
- c) de 51 à 100 personnes : un passage de deux unités : 0,90 m de large ;
- d) plus de 100 personnes : deux passages jusqu'à 500 personnes ou fraction de 500 personnes au-dessus des 500 premières. La largeur des passages doit être calculée à raison de deux unités : 1,40 m jusqu'à 100 personnes, de trois unités de 1,80 m de 101 à 200 personnes et de  $(n + 1)$  unités =  $(n + 1) \times 60$  cm pour  $n$  centaines de personnes (arrondies au chiffre supérieur) jusqu'à 500 personnes et  $n$  unités :  $n \times 60$  cm pour  $n$  centaines de personnes au-delà de 500 personnes.

A chaque niveau, l'effectif à prendre en compte pour calculer la largeur de l'escalier desservant ce niveau doit cumuler l'effectif à ce niveau avec ceux des niveaux situés au-dessus pour les niveaux en surélévation, ou avec ceux des niveaux en dessous pour les niveaux en sous-sol. »

- L'article C050 concerne la conception des escaliers :

« § 1. Les escaliers desservant les étages doivent être continus jusqu'au niveau permettant l'évacuation sur l'extérieur. Dans le cas exceptionnel où un escalier menant à l'étage inférieur n'est pas directement dans le prolongement de celui de l'étage supérieur, il doit lui être relié par un palier de même largeur maintenu libre en permanence.

§ 2. Le cheminement direct entre les escaliers desservant les étages et ceux desservant les sous-sols doit être interrompu de façon que la fumée provenant des sous-sols ne puisse envahir les étages supérieurs, sauf dans les cas prévus au § 3 de l'article C052.

§ 3. Ne comptent pas comme escaliers normaux ou supplémentaires, ceux qui obligent le public à descendre puis à monter (ou à monter puis à descendre), à partir des sorties des locaux recevant du public, pour gagner les sorties vers l'extérieur.

Exceptionnellement, un groupe de six marches au plus contrariant la descente ou la montée du cheminement d'évacuation peut être autorisé après avis de la commission de sécurité. »

- L'article C051 concerne :

« Sécurité d'utilisation des escaliers

§ 1. Les marches ne doivent pas être glissantes.

les marches successives doivent se recouvrir à 0,05 m s'il n'y a pas de contre-marches.

§ 2. Les escaliers d'une largeur égale à une unité de passage au moins doivent être munis d'une main courante. Ceux d'une largeur de deux unités de passage ou plus doivent comporter une main courante de chaque côté.

§ 3. Afin d'éviter les accidents dus à l'engorgement au débouché des escaliers mécaniques et trottoirs roulants :

- un dispositif doit être prévu pour obliger le public à parcourir 5 m au moins entre le débouché d'une volée et le départ de la volée suivante lorsque ces volées sont contrariées. Cette distance est réduite à 3 m pour les appareils comptant pour une seule unité de passage ;
- le palier doit être aménagé de manière que les circulations locales du niveau ne gênent pas l'utilisation du cheminement défini ci-dessus. »

- Les articles C052 et C053 concernent la protection et l'encloisonnement.

- L'article C055 concerne les escaliers droits :

« §1. les escaliers droits destinés à la circulation du public doivent être établis de manière que les marches répondent aux règles de l'art et que les volées comptent 25 marches au plus.

Dans la mesure du possible, les directions des volées doivent se contrarier.

§ 2. Les paliers doivent avoir une largeur égale à celle des escaliers ; dans le cas de volées non contrariées, leur longueur doit être supérieure à 1 m.

§ 3. Par exception, les marches de desserte des places de gradins à l'intérieur des salles de spectacles, amphithéâtres, etc., peuvent avoir une hauteur de 0,10 m au minimum et de 0,20 m au maximum avec un giron de 0,20 m au moins. Dans ce cas, les marches des volées sont limitées à 10 et l'alignement du nez des marches ne doit pas dépasser 45°. »

- L'article C056 concerne les escaliers tournants :

« § 1. Les escaliers tournants normaux et supplémentaires doivent être à balancement continu sans autre palier que ceux desservant les étages.

§ 2. Le giron et la hauteur des marches sur la ligne de foulée à 0,60 m du noyau ou du vide central doivent respecter les règles de l'art visées à l'article C055 (§ 1).

de plus, le giron extérieur des marches doit être inférieur à 0,42 m.

§ 3. Pour les escaliers d'une seule unité de passage, la main courante prévue à l'article C051 (§ 2) doit se trouver sur le côté extérieur. »



## 5/2

# Escaliers droits (volées droites)

---

## 5/2.1

# Classification générale

---

Dans cette première famille sont regroupés tous les escaliers comprenant une ou plusieurs volées droites assemblées selon différentes combinaisons :

- escaliers à une seule volée (5/2.2) (sans palier(s) intermédiaire(s)) ;
- escaliers à une volée avec un palier intermédiaire (5/2.3) ;
- escalier à une volée avec plusieurs paliers intermédiaires (5/2.4) ;
- escaliers de type courant à deux volées égales et palier intermédiaire ;
- escalier à deux volées inégales et palier intermédiaire d'angle ;
- escalier double à palier de repos intermédiaire ;
- autres dispositions : cage triangulaire ou quadrangulaire, volées disposées en Z).

Dans cette liste ne figurent que les dispositions de tracé sans considérations concernant la réalisation des volées droites ni leur nature.

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

( )

## 5/2.2

# Escaliers à une volée droite

---

### 1. Définition : tracé d'ensemble

---

#### Dessin

---

Escalier à une volée droite sans palier de repos intermédiaire

B1

Le cas traité correspond à un escalier en béton armé sur paillasse (dalle inclinée) porteuse.

### 2. Réalisation

---

#### Dessins

---

Escalier en bois à une seule volée (à limon mortaise)

B2

Coupe courante sur marche

B3

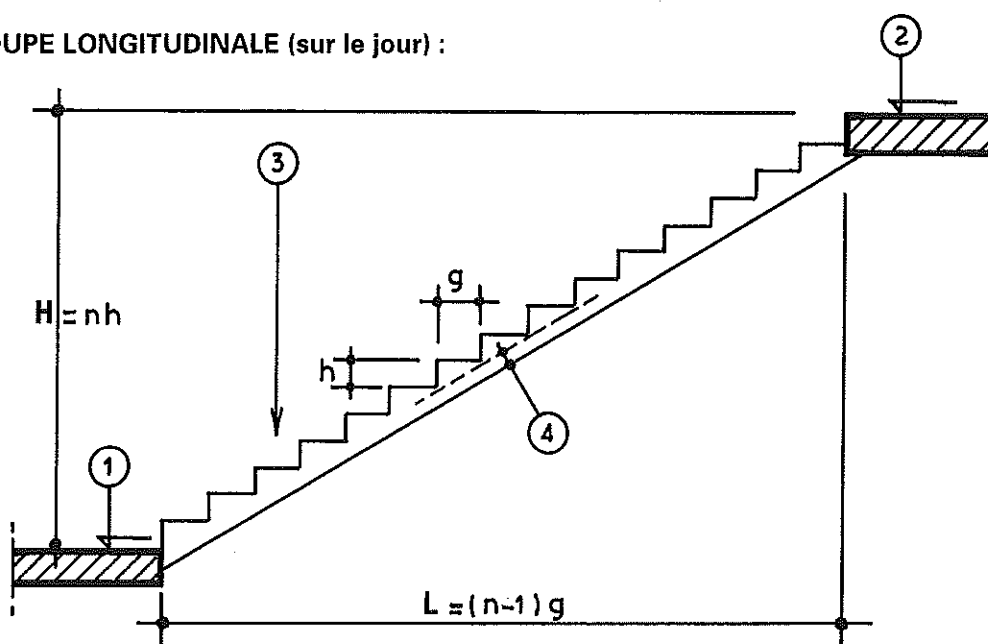
---



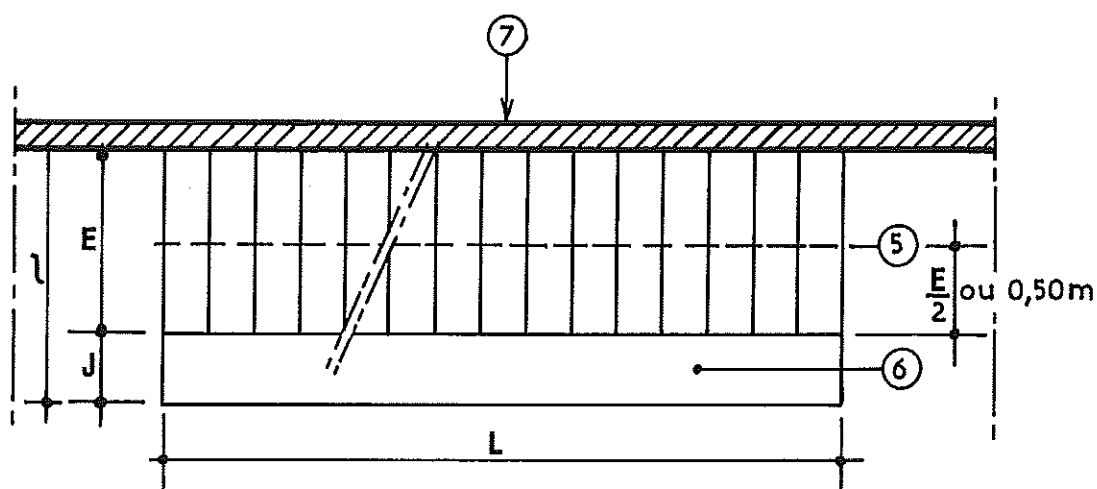


B1

COUPE LONGITUDINALE (sur le jour) :



PLAN :



- ① Palier de départ
- ② Palier d'arrivée
- ③ Volée droite
- ④ Paillasse
- ⑤ Ligne de foulée
- ⑥ Jour (vide éventuel)
- ⑦ Mur de cage ou d'échiffre

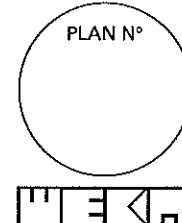
- $H$  = Hauteur d'étage ou hauteur à monter =  $nh$
- $h$  = Hauteur à monter
- $g$  = Largeur ou giron
- $E$  = Emmarchement
- $J$  = Largeur du jour
- $I = E + J$  = largeur trémie cage
- $L$  = Longueur trémie cage =  $(n - 1) g$
- $n$  = Nombre de marches

Escalier à une volée droite sans palier de repos intermédiaire

Echelle :

CABINET

LE



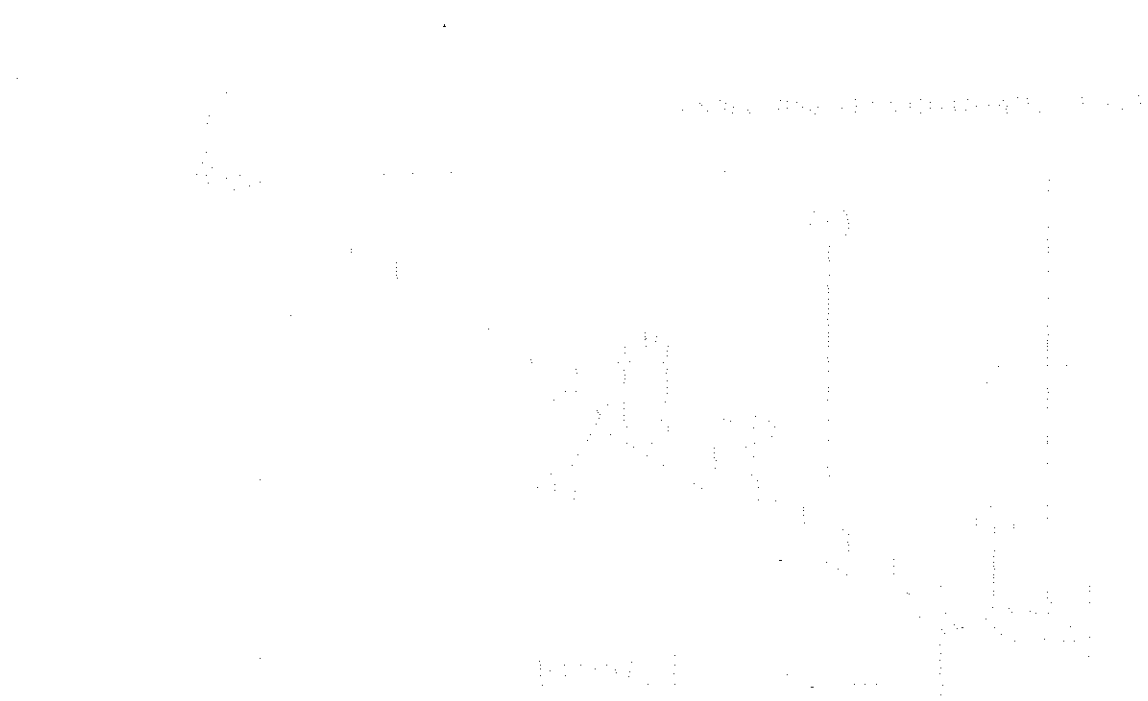


Figure 5.2.2.1 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.2 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.1 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.2 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.1 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.2 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.1 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.2 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.1 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.2 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.1 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.2 : Escalier à une volée droite

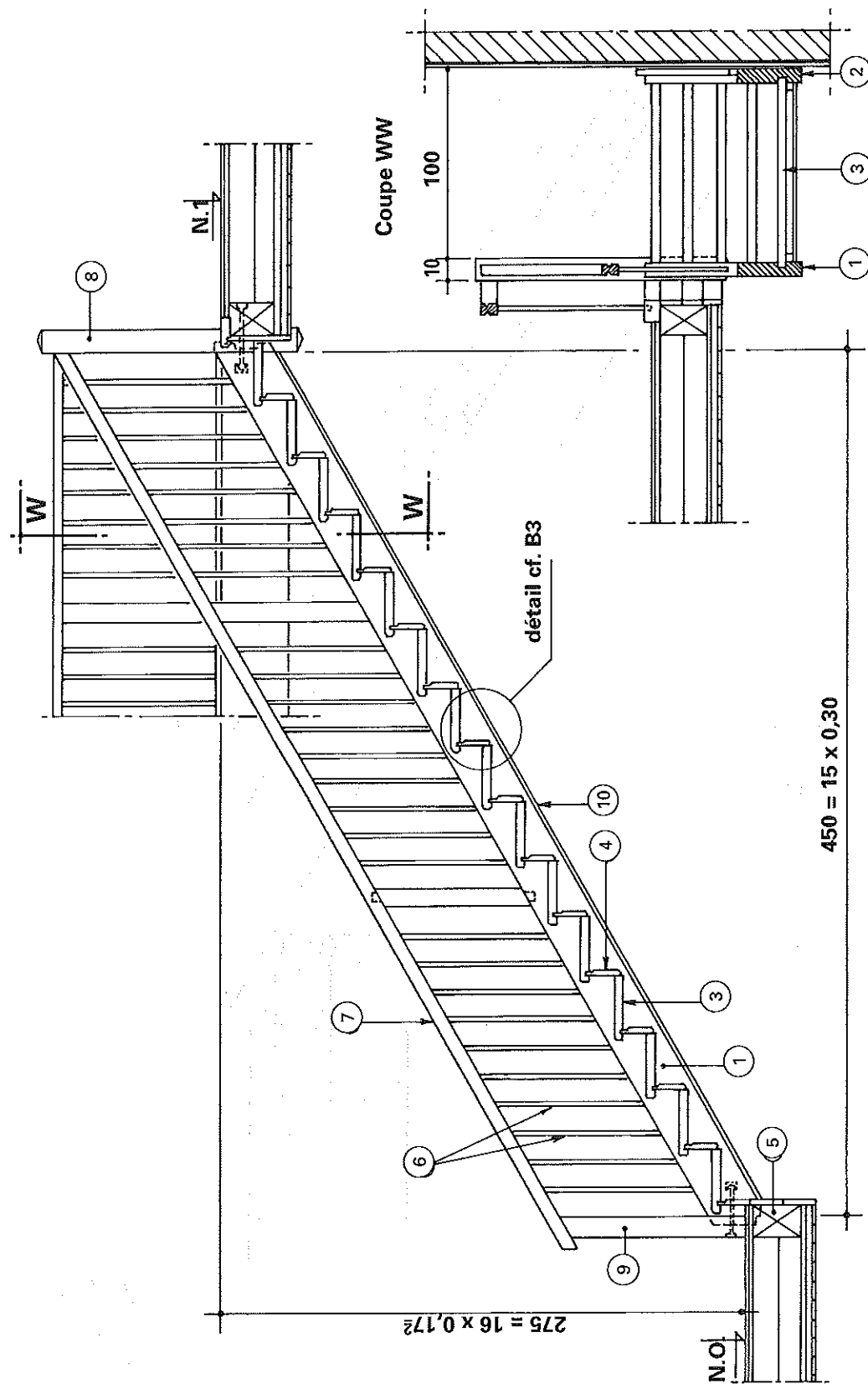
Figure 5.2.2.1 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.2 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.1 : Escalier à une volée droite

Figure 5.2.2.2 : Escalier à une volée droite

B2

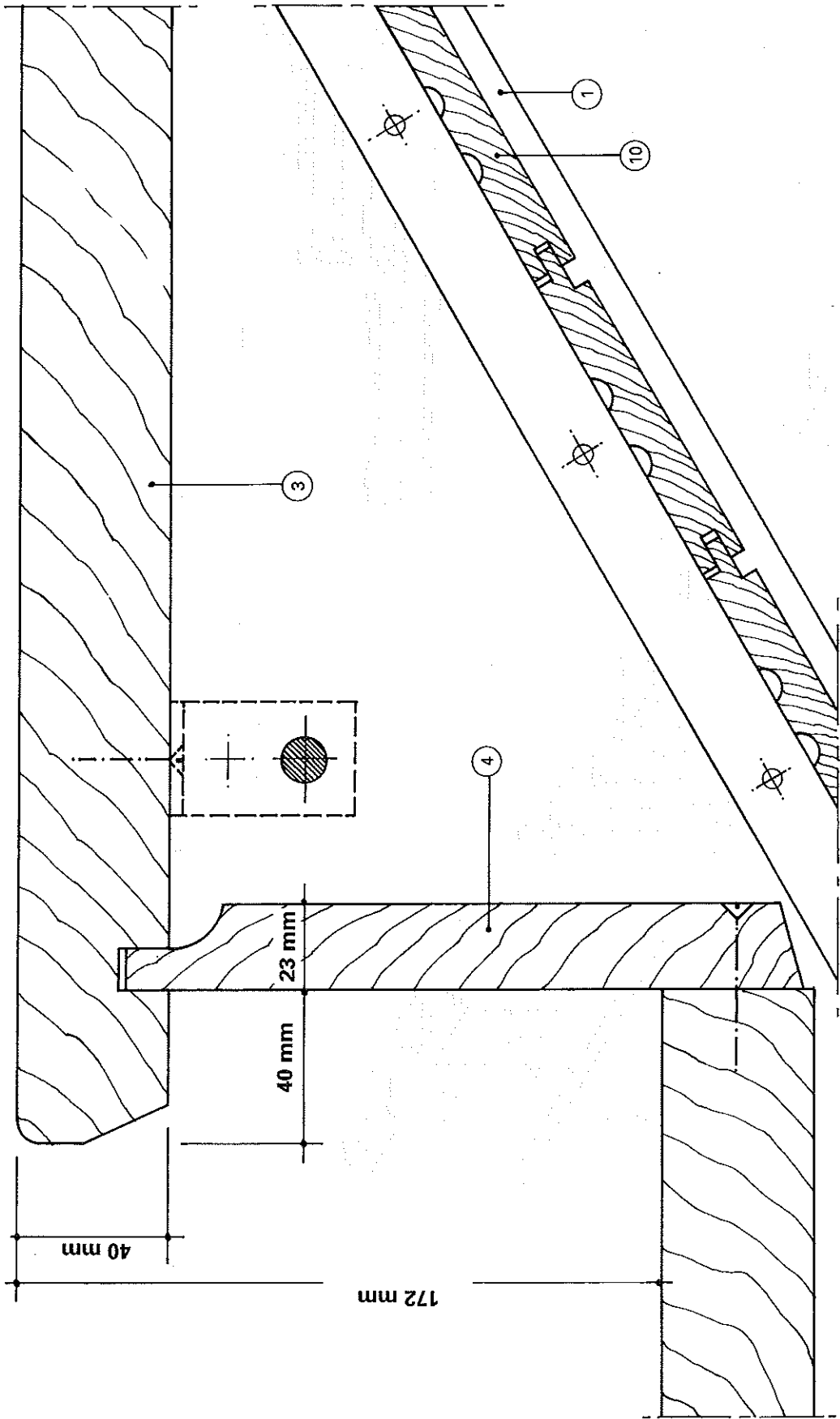


Escalier en bois à une seule volée (à limon mortaise)

- 1 Limon extérieur
- 2 Limon adossé
- 3 Marche massive bois
- 4 Contremarche bois
- 5 Poutre palière bois

- 6 Garde-corps bois
- 7 Main courante bois
- 8 Potelet
- 9 Habillage sous-face (paillasse) ou rampant (parquet rainuré)
- 10

B3



Coupe courante sur marche

- 1 Limon extérieur
- 3 Marche massive bois
- 4 Contremarche bois
- 10 Habillage sous-face (paillasse) ou rampant (parquet rainuré)

## 5/2.3

# Escaliers à une volée droite et palier intermédiaire

---

### 1. Définition

Escalier en béton armé à paillasse en béton armé comportant trois parties (paillasse « brisée »).

---

#### Dessin

Tracé d'ensemble

B4

---

### 2. Particularités

Ce type d'escalier est réalisé :

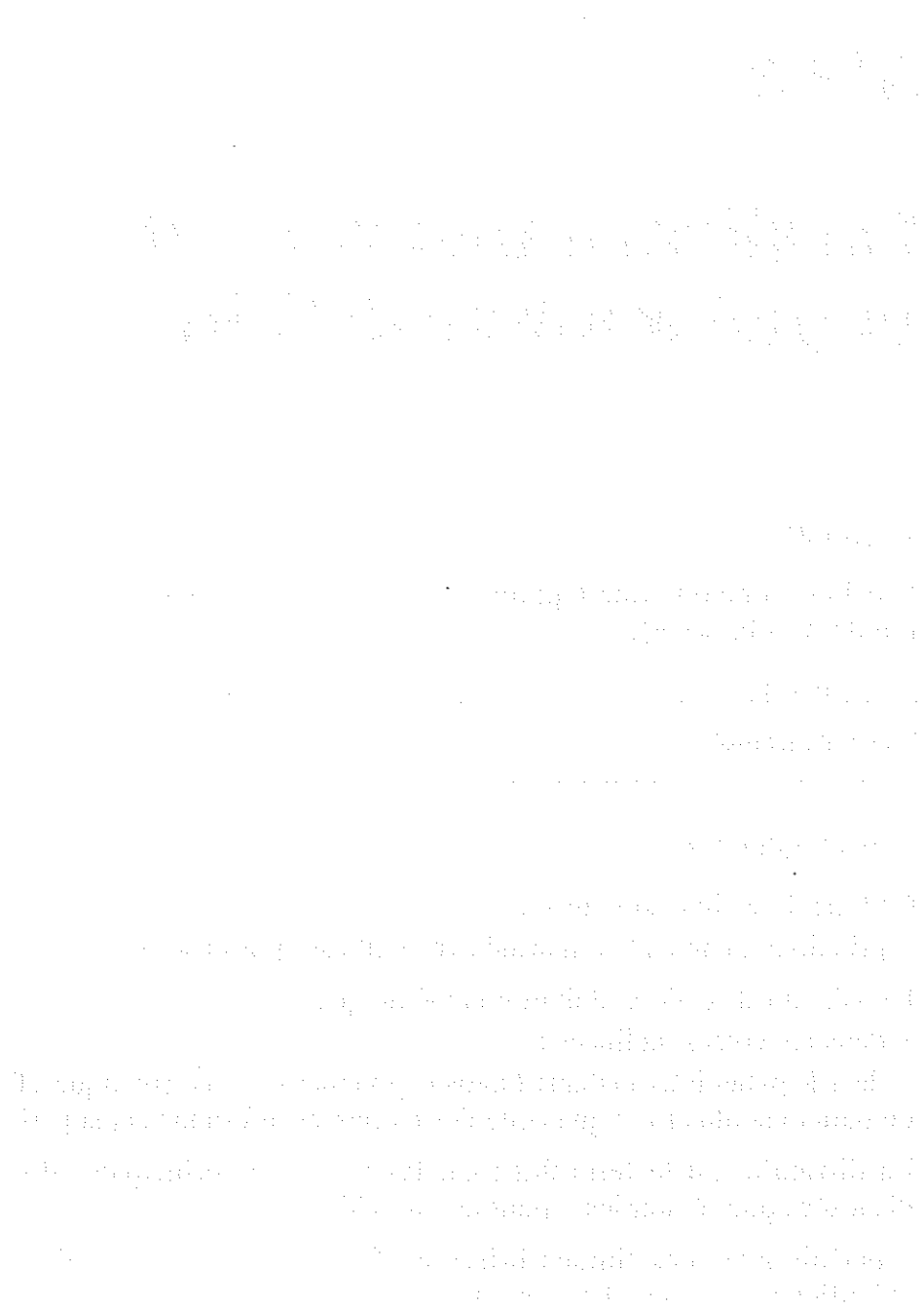
– principalement en béton armé avec paillasse porteuse.

L'épaisseur de celle-ci doit être la même que :

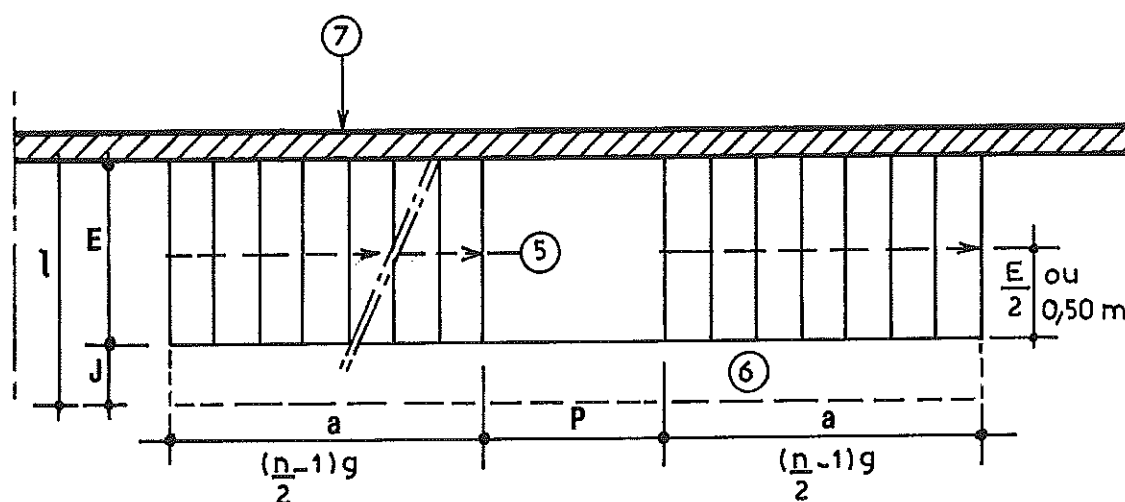
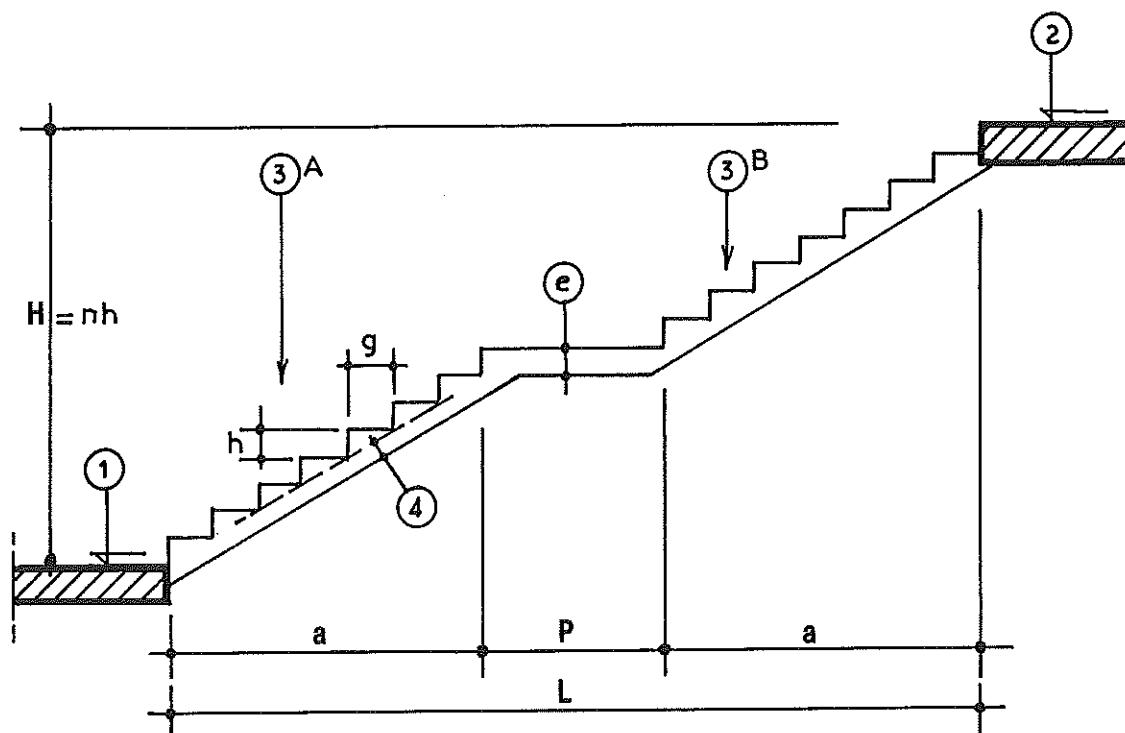
- dans les volées inclinées ;
- dans le palier intermédiaire (souvent pour des raisons esthétiques, l'épaisseur du palier est plus forte que celle des paillasses inférieures et supérieures).

La difficulté est le ferrailage car les armatures principales doivent être disposées pour éviter les « poussées au vide » ;

– parfois avec des limons brisés en forme de « Z » (cas des ouvrages métalliques avec marches porteuses entre limons).



B4



- ① Palier départ
- ② Palier arrivée
- ③ ③ A B – Eléments de la volée
- ④ Paillasse
- ⑤ Ligne de foulée
- ⑥ Jour (vide éventuel)
- ⑦ Mur de cage ou d'échiffre

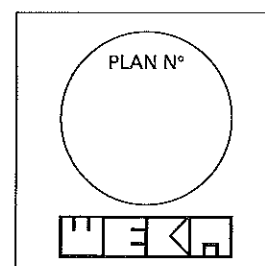
$H$  = Hauteur d'étage ou hauteur à monter =  $nh$   
 $E$  = Emmarchement  
 $J$  = Jour (éventuel)  $\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} I = E + J = \text{largeur trémie}$   
 $L$  = Longueur trémie =  $P + 2a$   
 $P$  = Palier  
 $e$  = Epaisseur palier  $\geq$  épaisseur paillasse  
 $n$  = Nombre de marches  
 $h$  = Hauteur marches  
 $g$  = Giron ou largeur

Tracé d'ensemble

Echelle : —

CABINET

LE







## 5/2.4

# Escaliers à une volée droite et plusieurs paliers intermédiaires

---

### 1. Définition : tracé d'ensemble

Le principe est le même que celui du cas précédent, mais tient compte soit :

- du nombre de marches ;
- des niveaux intermédiaires à desservir.

L'ensemble peut comprendre par exemple deux paliers intermédiaires.

### 2. Particularités

Réalisation en béton armé :

- à paillasse porteuse (épaisse) ;
- à limons porteurs ;

ou en métal (limons porteurs).

La portée des paillasses ou des limons, qui peut être importante ( $> 8,00$  m), entraîne des dalles paillasses très épaisses ou des limons de forte section.

Ce type est peu courant. Il peut être réservé à des architectures particulières (grandes salles, grands halls, etc.). Les difficultés résident dans le ferrailage.

Ces ouvrages, lorsqu'ils sont en béton armé, sont généralement coulés sur place.

1.1.1.1

1.1.1.2

1.1.1.3

1.1.1.4

1.1.1.5

1.1.1.6

1.1.1.7

1.1.1.8

1.1.1.9

1.1.1.10

1.1.1.11

1.1.1.12

1.1.1.13

1.1.1.14

1.1.1.15

1.1.1.16

1.1.1.17

1.1.1.18

1.1.1.19

## 5/2.5

# Escaliers de type courant

---

### 1. Définition : tracé d'ensemble

L'exemple choisi correspond à un escalier courant d'immeuble collectif, à deux volées identiques alternées et un palier de repos intermédiaire.

---

#### Dessin

Escalier à deux volées droites alternées  
et palier de repos intermédiaire

B5

---

### 2. Réalisation

L'exemple correspond à des paillasse préfabriquées (deux modèles) en béton armé, reposant sur des talons ou feuillures constitués ou réservés dans les paliers.

Les marches sont revêtues, après pose des éléments préfabriqués, par des revêtements en dalles (granito ou pierre dure).

*Nota* : seules les cotes principales ont été mentionnées.

---

#### Dessins

Escalier d'immeuble en cage fermée deux volées  
préfabriquées en B.A. avec palier intermédiaire :  
Plan coupe longitudinale

B6

B7

---

### 3. Particularités

Ce type d'escalier en béton armé est réalisé :

- soit en œuvre
- en paillasse porteuse ;
- en utilisant des poutres palières saillantes (peu esthétiques) ;
- en utilisant des poutres palières noyées dans les paliers (étages ou intermédiaires) ;
- soit comme dans les exemples B6 et B7 avec des volées préfabriquées. Cette solution requiert des dispositions de détail dans les zones d'appuis.

Figure 5-10  
Escalier de type courant

Figure 5-11 Escalier de type courant

Figure 5-12 Escalier de type courant

Figure 5-13 Escalier de type courant

Figure 5-14 Escalier de type courant

Figure 5-15 Escalier de type courant

Figure 5-16 Escalier de type courant

Figure 5-17 Escalier de type courant

Figure 5-18 Escalier de type courant

Figure 5-19 Escalier de type courant

Figure 5-20 Escalier de type courant

Figure 5-21 Escalier de type courant

Figure 5-22 Escalier de type courant

Figure 5-23 Escalier de type courant

Figure 5-24 Escalier de type courant

Figure 5-25 Escalier de type courant

Figure 5-26 Escalier de type courant

Figure 5-27 Escalier de type courant

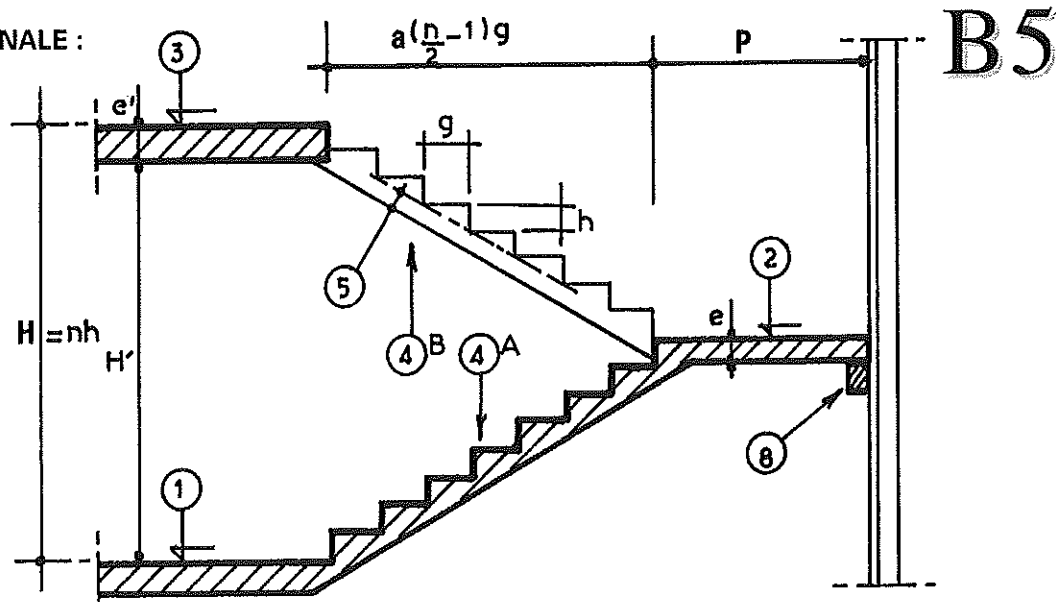
Figure 5-28 Escalier de type courant

Figure 5-29 Escalier de type courant

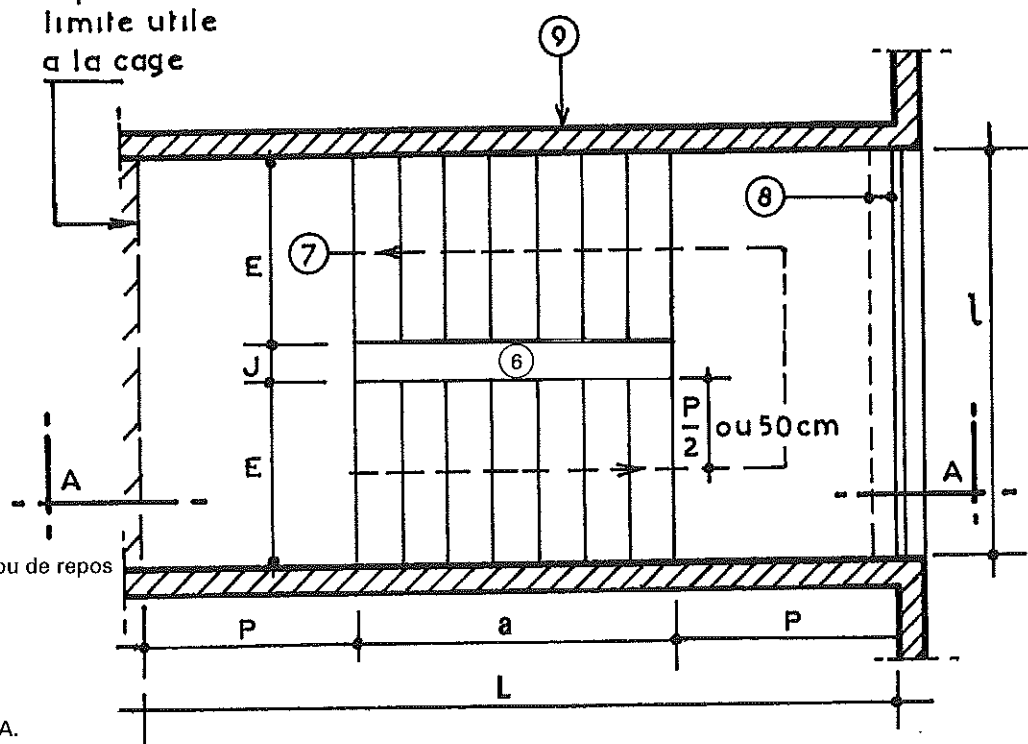
Figure 5-30 Escalier de type courant

Figure 5-31 Escalier de type courant

## COUPE LONGITUDINALE :



## PLAN :

limite utile  
à la cage

- ① Palier départ
- ② Palier intermédiaire ou de repos
- ③ Palier arrivée
- ④A 1/2 volée départ
- ④B 1/2 volée arrivée
- ⑤ Paillasse porteuse B.A.
- ⑥ Jour (vide)
- ⑦ Ligne de foulée
- ⑧ Poutre appui palier intermédiaire
- ⑨ Murs cage

 $L =$  Longueur cage  $= a + 2P$  $l =$  Largeur cage  $= 2E + J$  $H =$  Hauteur d'étage  $= nh$  $n =$  Nombre de marches $h =$  Hauteur marches $g =$  Giron ou largeur $a = \left(\frac{n}{2} - 1\right)g$  $e' =$  Epaisseur palier étage

**Escalier à deux volées droites alternées et palier de repos intermédiaire**

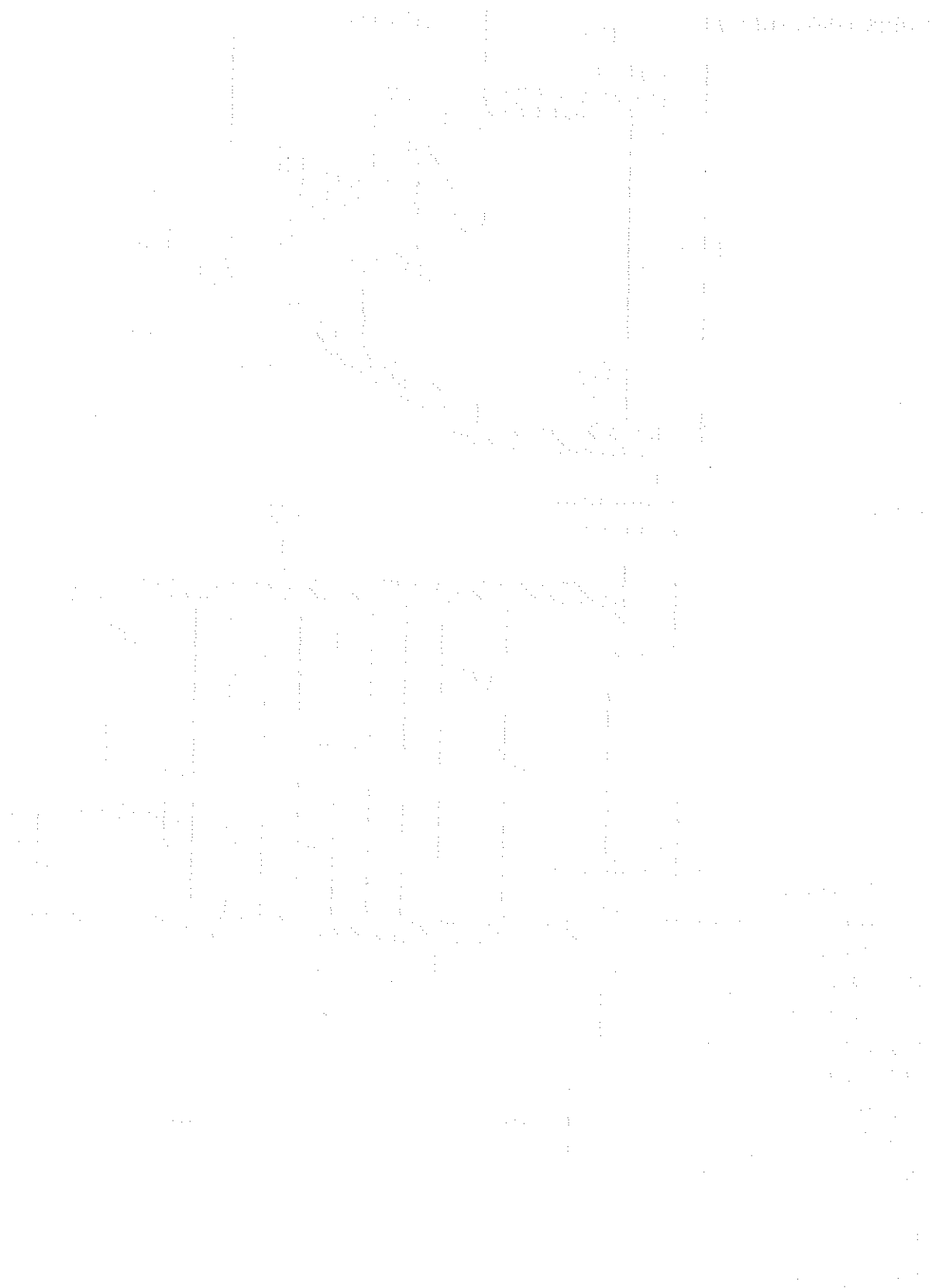
Echelle : --

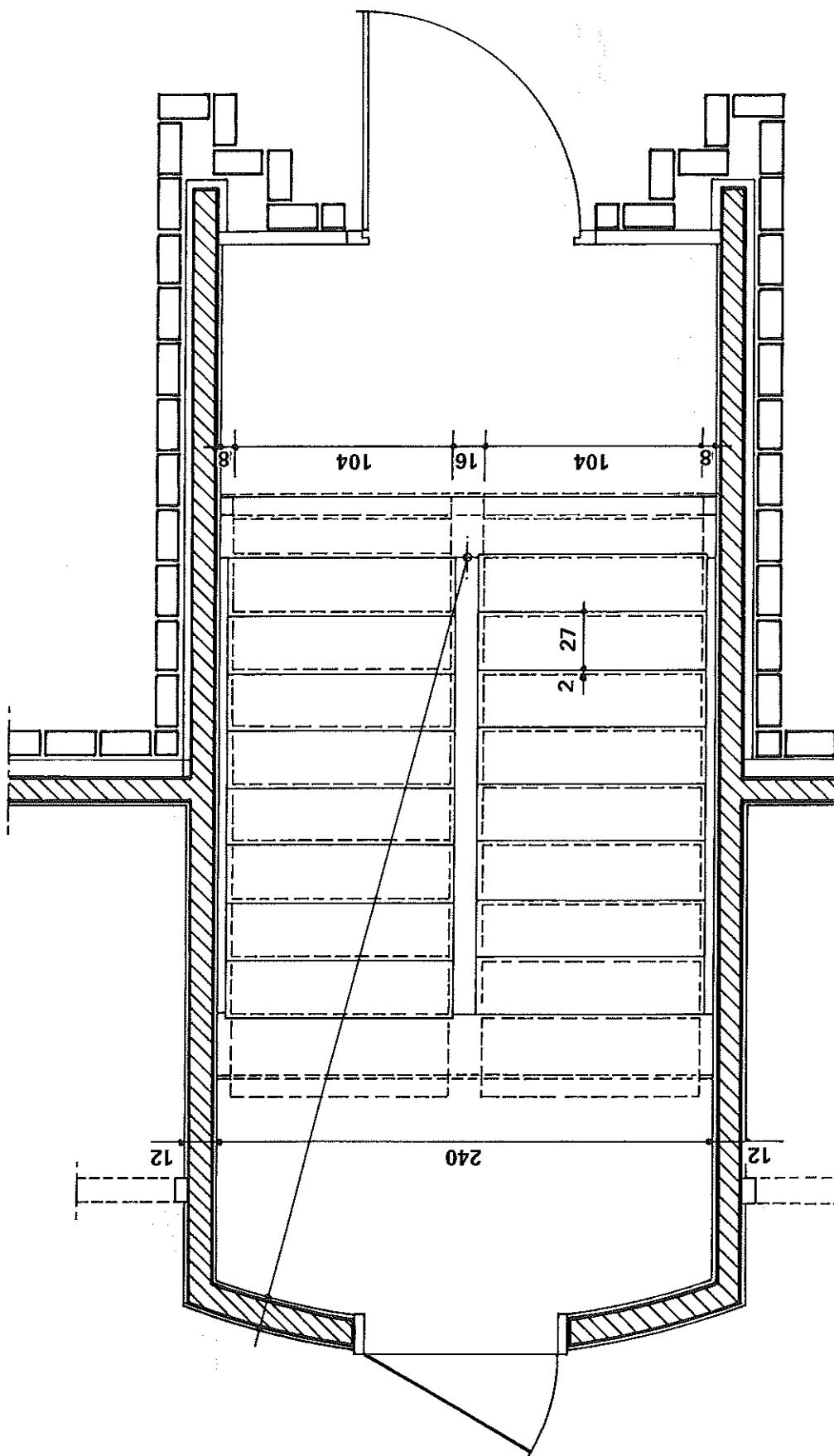
CABINET

LE

PLAN N°

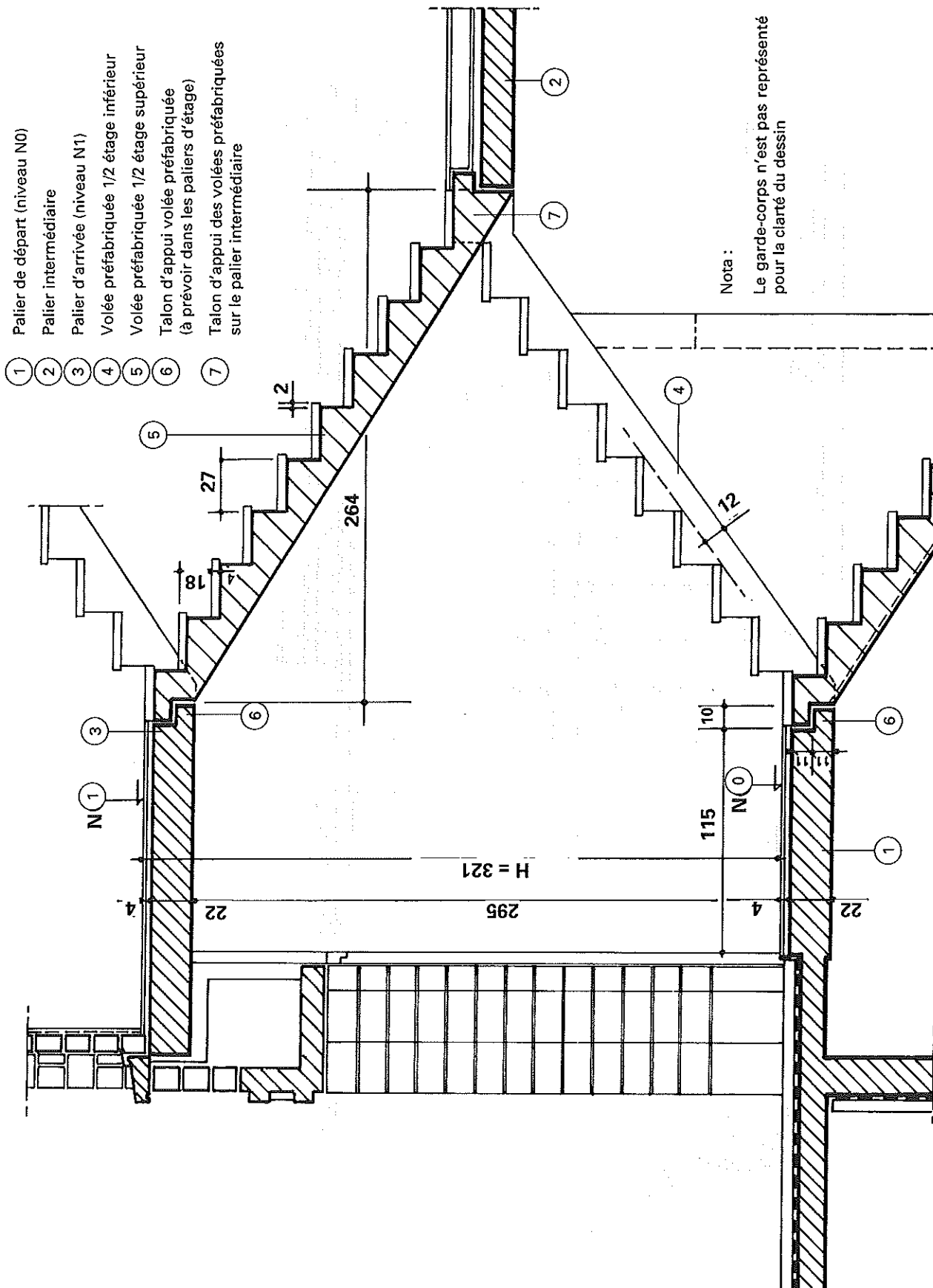




**B6**

Escalier d'immeuble en cage fermée :  
deux volées préfabriquées en BA avec palier intermédiaire (plan)

B7



Escalier d'immeuble en cage fermée : deux volées préfabriquées en BA avec palier intermédiaire (coupe longitudinale)



## 5/2.6

# Escaliers à deux volées droites et retour sur palier

---

### 1. Définition : tracé d'ensemble

L'exemple choisi correspond à une volée principale en béton armé à paillasse porteuse reposant soit :

- sur un massif ou blocage comportant un nombre réduit de marches ;
- sur une petite volée perpendiculaire associée au palier de repos.

---

#### Dessin

Escalier à deux volées droites en retour d'équerre

B8

---

### 2. Particularités

Ce type d'escalier est généralement isolé et non répétitif d'un étage à l'autre.

Le problème principal consiste à déterminer la trémie d'ouverture minimale au niveau d'arrivée de la volée, tout en respectant une hauteur d'échappée  $E_c$  suffisante (minimum 2,00 m), convenablement mesurée.

### 3. Tracé

Afin d'obtenir des divisions égales pour les hauteurs de marches (h) et les largeurs ou giron (g), on utilise la méthode générale des projections avec lignes de rappel.

---

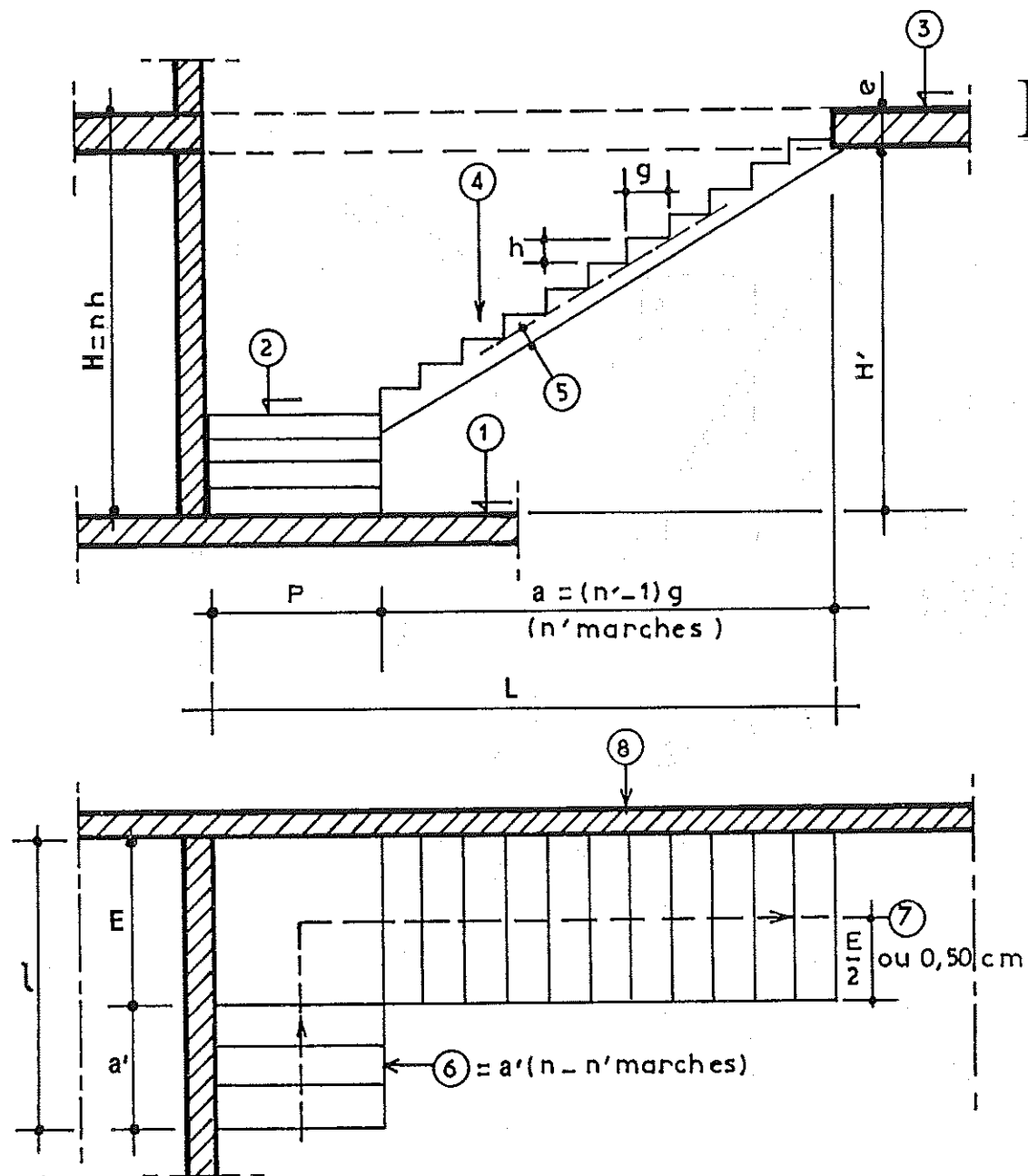
#### Dessin

Escalier à volées droites : épure permettant le tracé régulier des marches

B9

---





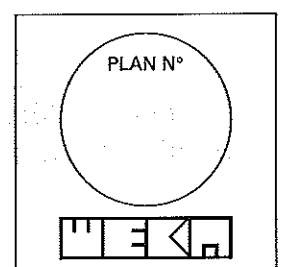
- |                                |  |                                       |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|
| ① Palier départ                | $H =$ Hauteur d'étage ou hauteur à monter $= nh$ | $I =$ Encombrement total sens largeur |
| ② Palier intermédiaire (repos) | $n =$ Nombre total de marches                    | $h =$ Hauteur marche                  |
| ③ Palier arrivée               | $n' =$ Nombre marches volée supérieure           | $g =$ Giron ou largeur                |
| ④ Volée principale             | $E =$ Emmarchement                               | $L' =$ Trémie                         |
| ⑤ Paillasse B.A.               | $P =$ Largeur palier                             | $e =$ Epaisseur plancher              |
| ⑥ Massif ou volée de départ    | $L =$ Encombrement total sens longueur           | $H' =$ Hauteur sous plancher          |
| ⑦ Ligne de foulée              |  |                                       |
| ⑧ Mur de cage                  |  |                                       |

Escalier à deux volées droites en retour d'équerre

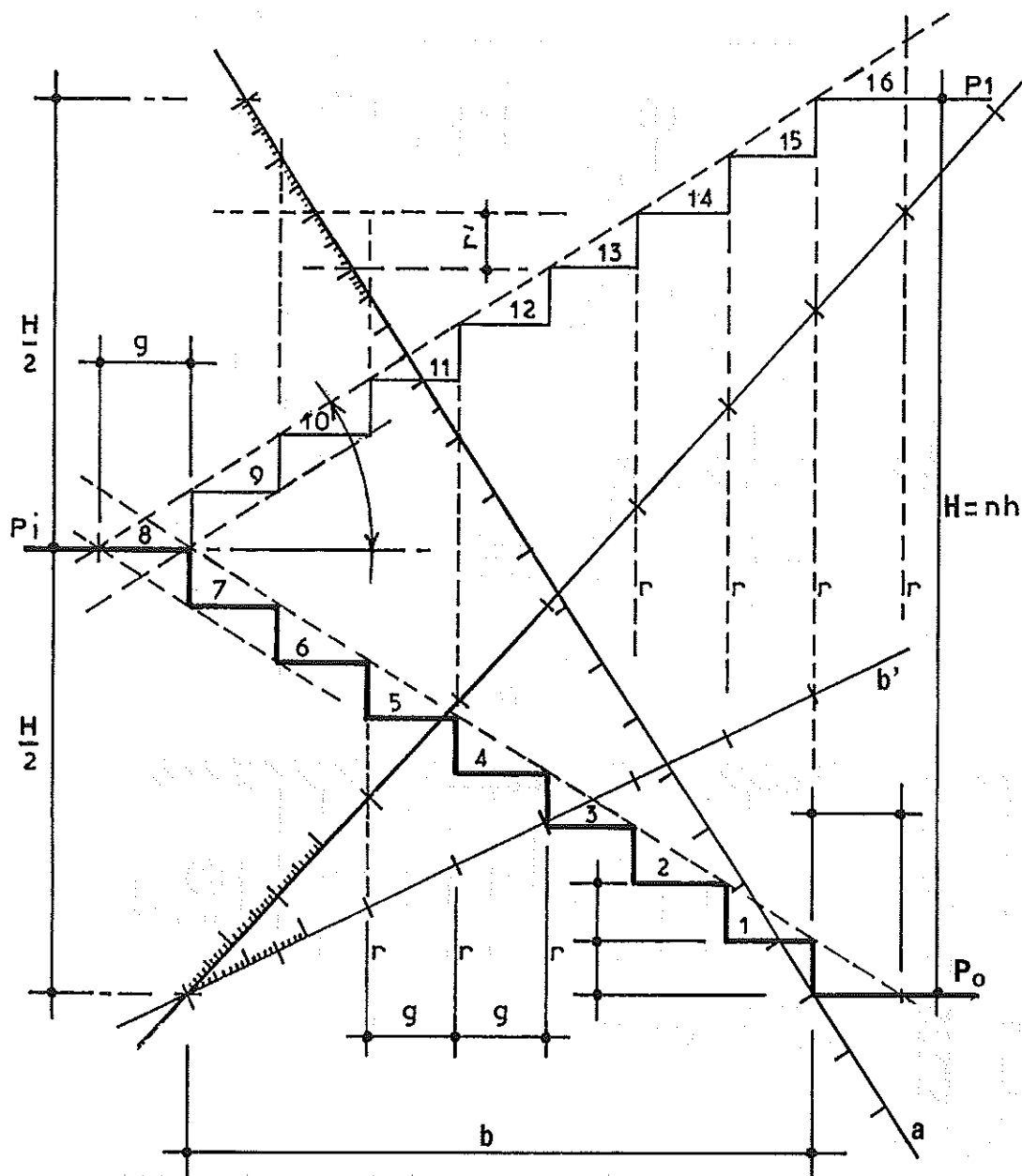
Echelle : –

CABINET

LE



B9



$H$  = Hauteur à monter =  $nh$

$P_o$  = Palier départ

$P_i$  = Palier intermédiaire

$P_1$  = Palier arrivée

$g$  = Giron

$b$  = Ligne de base =  $(n - 1) g$  en projection

$b'$  = Ligne avec divisions cote  $g$

$r$  = Lignes de rappel

$a$  = Ligne de base pour division en  $n$  parties

$r'$  = Hauteur marche

**Escalier à volées droites : épure permettant le tracé régulier des marches**

Echelle : –

CABINET

LE

PLAN N°



## 5/2.7

# Autres types d'escaliers à volées droites

### 1. Trois volées droites, deux paliers intermédiaires

#### a) Définition

L'exemple choisi correspond à un escalier à paillasse porteuse en béton armé.

L'escalier comporte trois volées dont une volée intermédiaire et deux volées identiques en départ et arrivée, séparées par deux paliers de repos intermédiaires. Cette disposition est assez courante et convient dans les cas de cages allongées (encombrement de trémie 2,10 x 4,50 m environ, sans le palier d'étage).

#### Dessin

Escalier à volée droite : trois volées droites  
et deux paliers intermédiaires

B10

#### b) Particularités

Tous les escaliers à volées droites ont leurs caractéristiques propres concernant la stabilité. En particulier, les escaliers en B.A. à paillasse porteuse se comportent et sont organisés (armatures) comme des dalles inclinées droites ou « brisées » (paliers de repos) prenant appui :

- sur les paliers de départ et d'arrivée ;
- ou sur les volées perpendiculaires ;
- ou encore sur des massifs (Cf. cas B8).

Dans le cas présenté en B10, la volée intermédiaire (2) s'appuie sur deux volées « brisées » composées respectivement de la volée (1) + palier P<sub>1</sub> et de la volée (3) + palier P<sub>2</sub> ; ces volées s'appuient sur le mur (7).

## 2. Volée droite à encombrement réduit (échelle de Meunier)

### a) Définition

L'exemple choisi correspond à un escalier d'un type particulier à une volée droite en bois pour une utilisation individuelle (appartement Duplex).

Le système porteur correspond à deux limons parallèles reliés par des manches.

### Dessins

Echelle de Meunier en bois pour un appartement en Duplex :

Ensemble

B10<sub>1</sub>

Détail

B10<sub>2</sub>

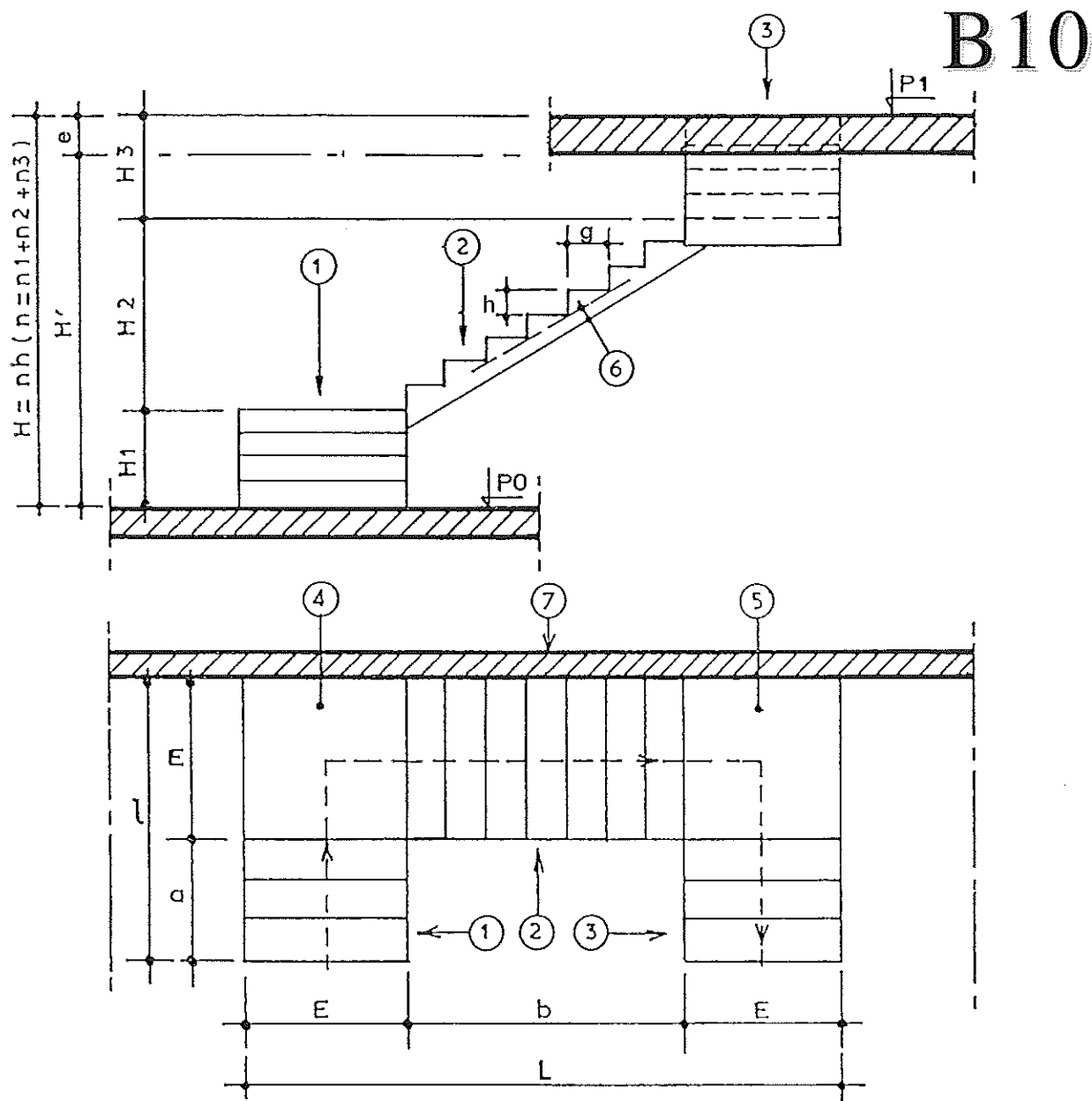
### b) Particularités

- L'escalier est entièrement en bois (limons, manches, garde-corps).
- Les marches ne comportent pas de contremanches.

Elles sont de largeur réduite (0,20 m). Leur hauteur (0,20<sup>7</sup>) est importante. La formule générale donnée en 5/1.4 page 2 correspond au cas limite.

Ce type d'escalier est plus facile à monter qu'à descendre.

- Le garde-corps est ajouré et constitué d'un cadre en bois (poteaux + main courante) et d'un remplissage transparent en LEXAN (polycarbonate).
- L'échappée est réduite à 1,87 par amincissement de la dalle palier en béton armé.



- ① Volée départ ( $n_1$  marches)  
 ② Volée intermédiaire ( $n_2$  marches)  
 ③ Volée arrivée ( $n_3$  marches)
- $n = n_1 + n_2 + n_3$
- ④ Premier palier de repos ( $P_1$ )  
 ⑤ Second palier de repos ( $P_2$ )  
 ⑥ Paillasse porteuse dalle B.A.  
 ⑦ Mur porteur

$E$  = Emmarchement (ou palier)

$a, b$  = Longueurs des volées

$l$  = Encombrement (largeur) trémie

$L$  = Encombrement (longueur) trémie

$g$  = Giron

$h$  = Hauteur

$H$  = Hauteur d'étage ou hauteur à monter =  $nh = H_1 + H_2 + H_3 = H' + e$

$H'$  = Hauteur libre sous dalle plancher

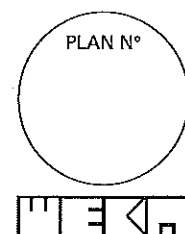
$e$  = Epaisseur plancher

**Escalier à volée droite : trois volées droites  
et deux paliers intermédiaires**

Echelle : –

CABINET

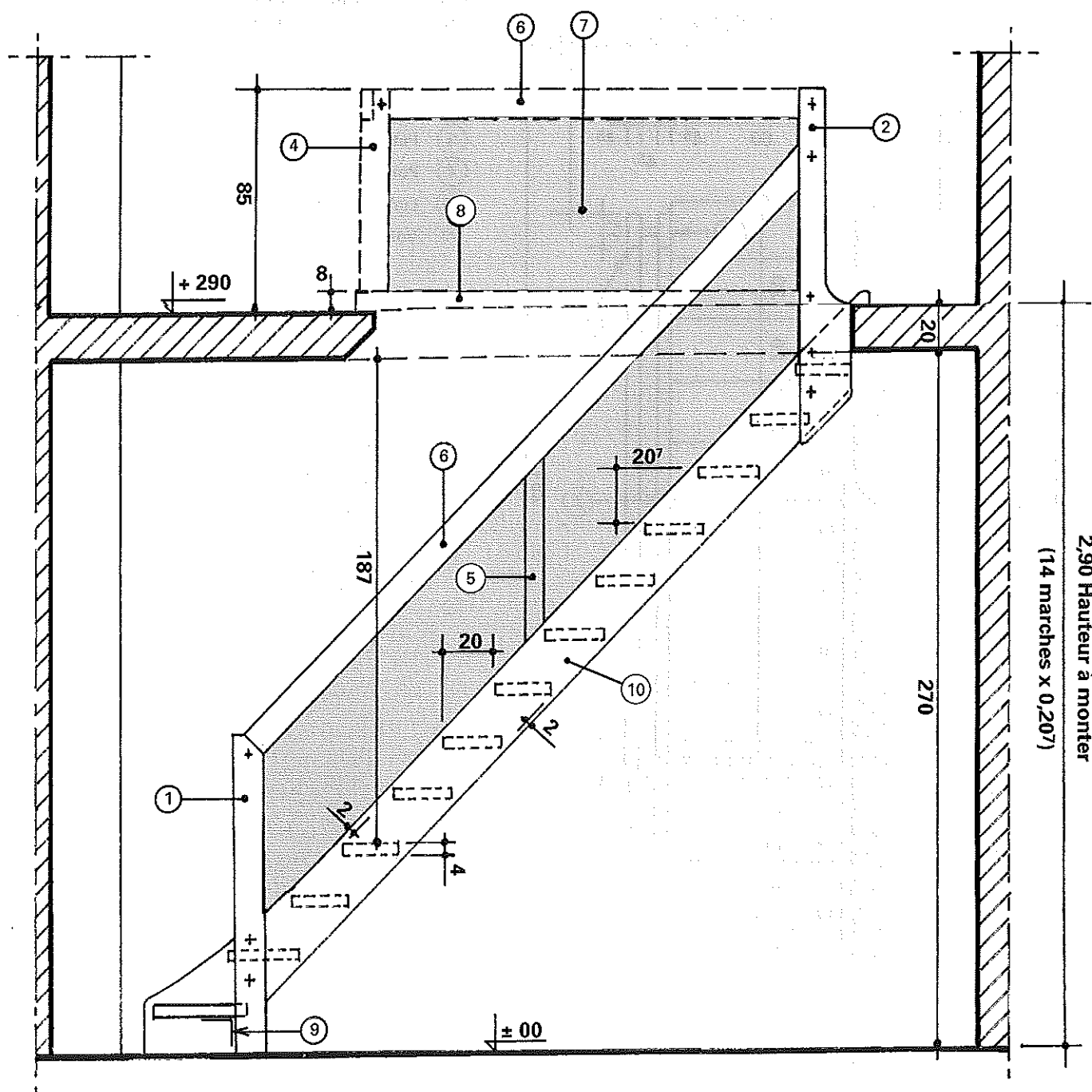
LE







## B101



Echelle de meunier en bois pour un appartement en duplex : ensemble

- |  |  |
|--|--|
| ① Poteau de départ 6 x 12 (*)              | ⑥ Main courante                                    |
| ② Poteau d'arrivée 4 <sup>5</sup> x 11 (*) | ⑦ Garde-corps en Lexan (polycarbonate). Ep. : 6 mm |
| ③ Poteau de retour 4 <sup>5</sup> x 11 (*) | ⑧ Lisse basse                                      |
| ④ Poteau d'angle 4 <sup>5</sup> x 11       | ⑨ Equerre métallique sous la marche                |
| ⑤ Poteau intermédiaire 4 <sup>5</sup> x 8  | ⑩ Limon porteur                                    |
| (*) Voir détail B10 <sub>2</sub>           |  |

# B101

## Echelle de meunier en bois pour un appartement en duplex : ensemble

- (2) Poteau d'arrivée 4<sup>5</sup> x 11 (\*)
- (3) Poteau de retour 4<sup>5</sup> x 11 (\*)
- (4) Poteau d'angle 4<sup>5</sup> x 11
- (10) Limon porteur
- (\*) Voir détail B10<sub>2</sub>

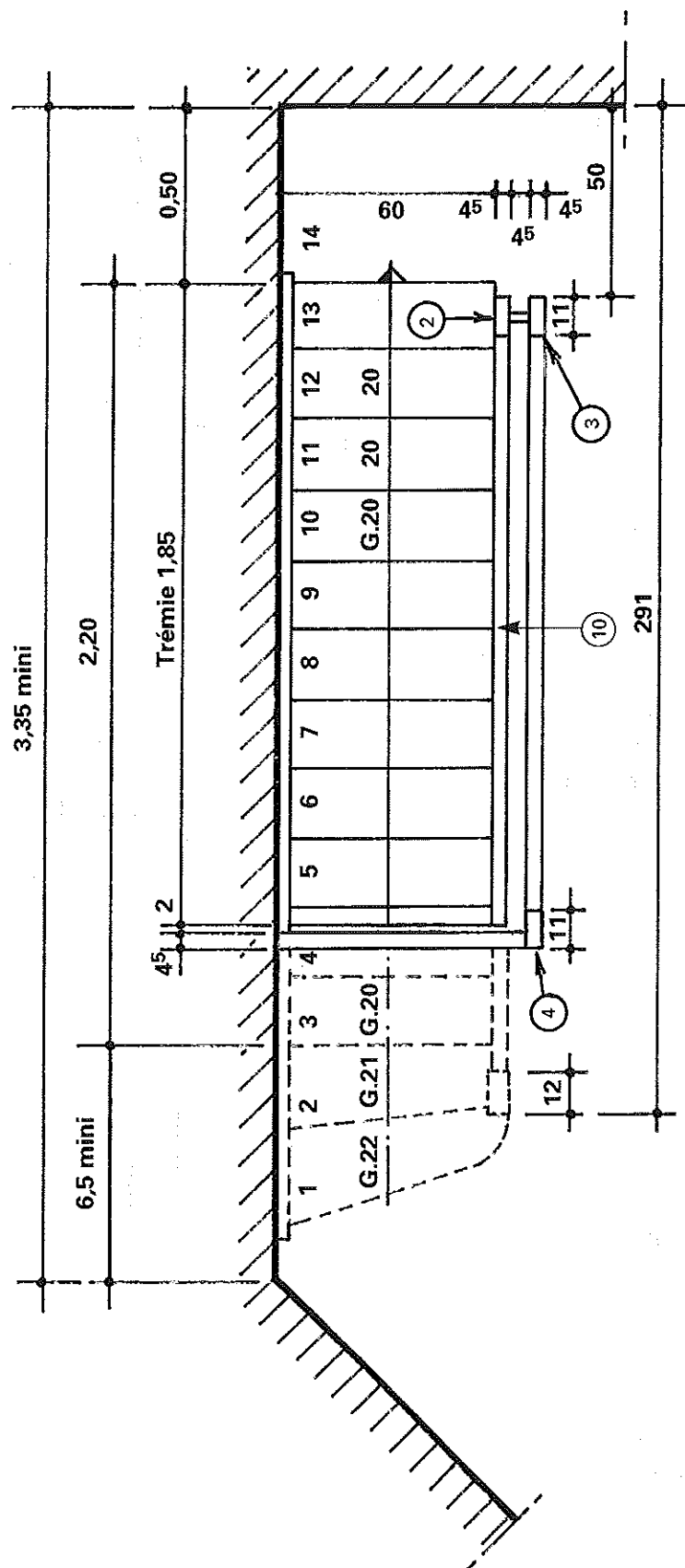
### Caractéristiques =

Trémie (réduite) = 1,85 x 0,70

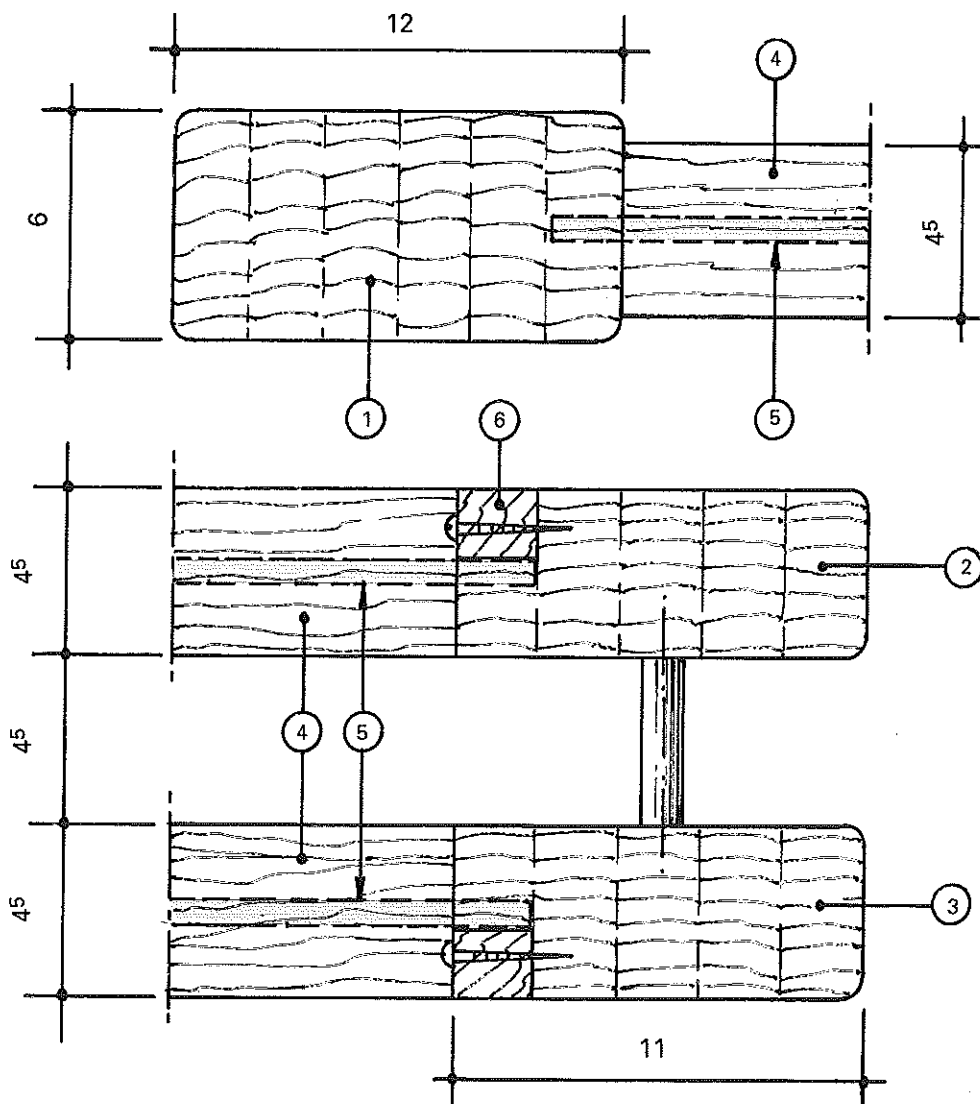
Emmarchement = 0,60

Echappée = 1,87

Marches  $\begin{cases} g = 0,20 \text{ utile (sans contremarches)} \\ h = 0,20^7 \end{cases}$



B102



Ouvrage en bois lamellé, collé (frêne)

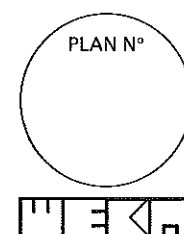
- ① Poteau de départ
- ② Poteau d'arrivée
- ③ Poteau de retour
- ④ Main courante
- ⑤ Lexan épaisseur : 6 mm
- ⑥ Parclose vissée

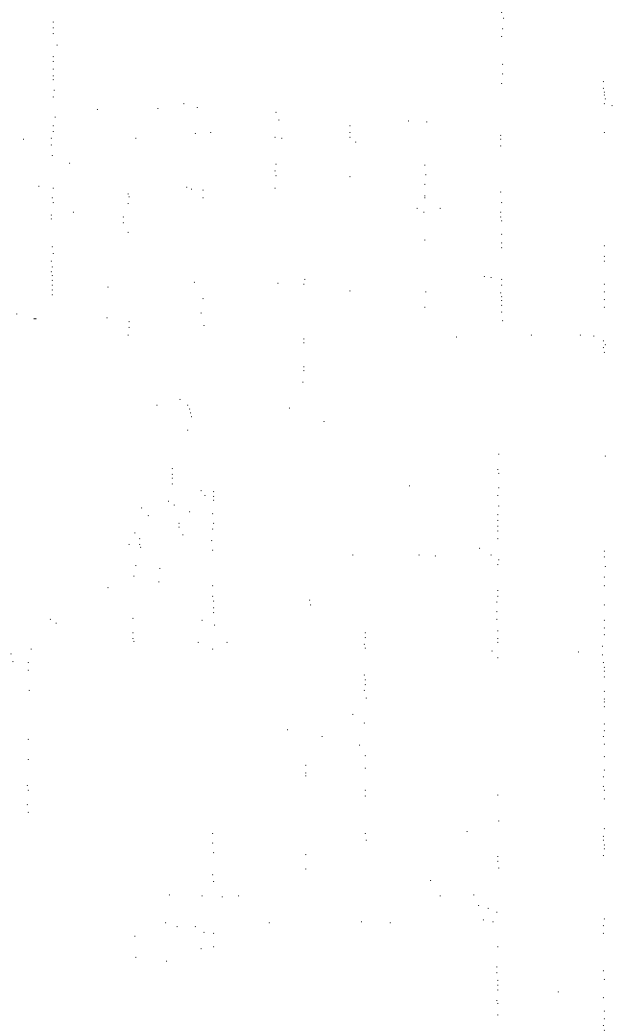
**Echelle de meunier pour un appartement en duplex :  
détails de B10<sub>1</sub>**

Echelle : 1/2

CABINET

LE





## 5/2.8

# Détails (marches – garde-corps)

---

### 1. Généralités

Selon l'organisation, le tracé, la nature des matériaux utilisés, les dispositions de détail présentent une importance qui peut contribuer à améliorer l'esthétique de l'ouvrage.

Dans les détails présentés figurent :

- les marches – contremarches ;
- les garde-corps ;
- la liaison entre les volées et les paliers.

### 2. Garde-corps

Les garde-corps sont adaptés selon la nature des éléments porteurs (béton armé, bois, métal).

#### *a) Escaliers en bois*

Ce type d'escalier accepte uniquement (sauf dispositions contraires liées à la structure d'ensemble) les garde-corps en bois ou en métal (ou parfois mixtes : métal + verre ou plexiglas).

#### *b) Escaliers métalliques*

Garde-corps en bois, en métal ou mixtes (panneaux verre armé, altuglas).

#### *c) Escaliers béton armé*

- Tous les systèmes sont possibles.
- Garde-corps pleins sur toute la hauteur ou partiels en B.A. (voiles, faux-limon) ou maçonneries d'éléments.
- Garde-corps métalliques (ajourés) avec montants verticaux fixés dans limon, faux-limon ou paillasse porteuse.

– Panneaux métalliques ajourés ou pleins (translucides en verre armé ou altuglas).

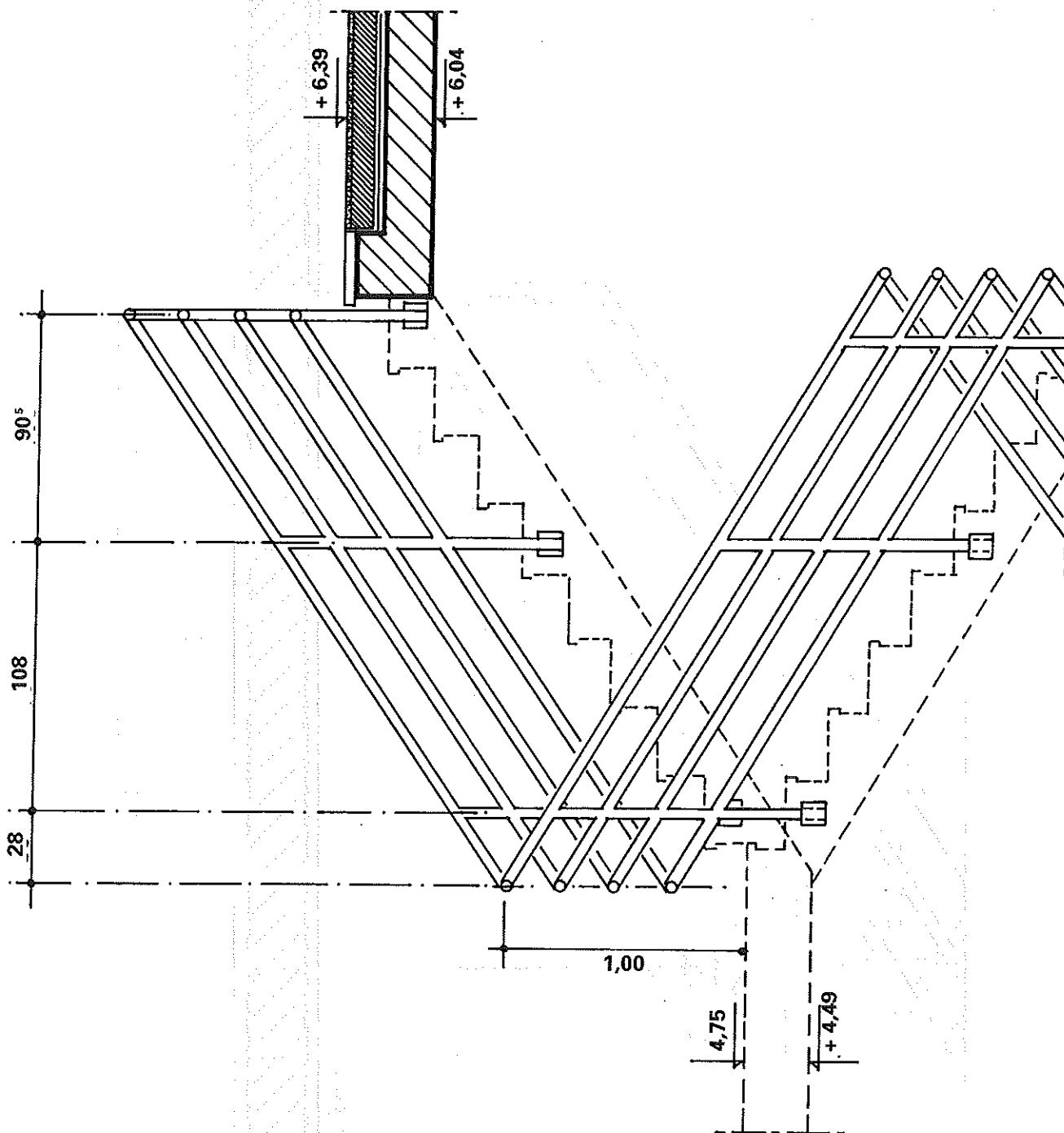
### Dessins

Escalier droit : détail garde-corps

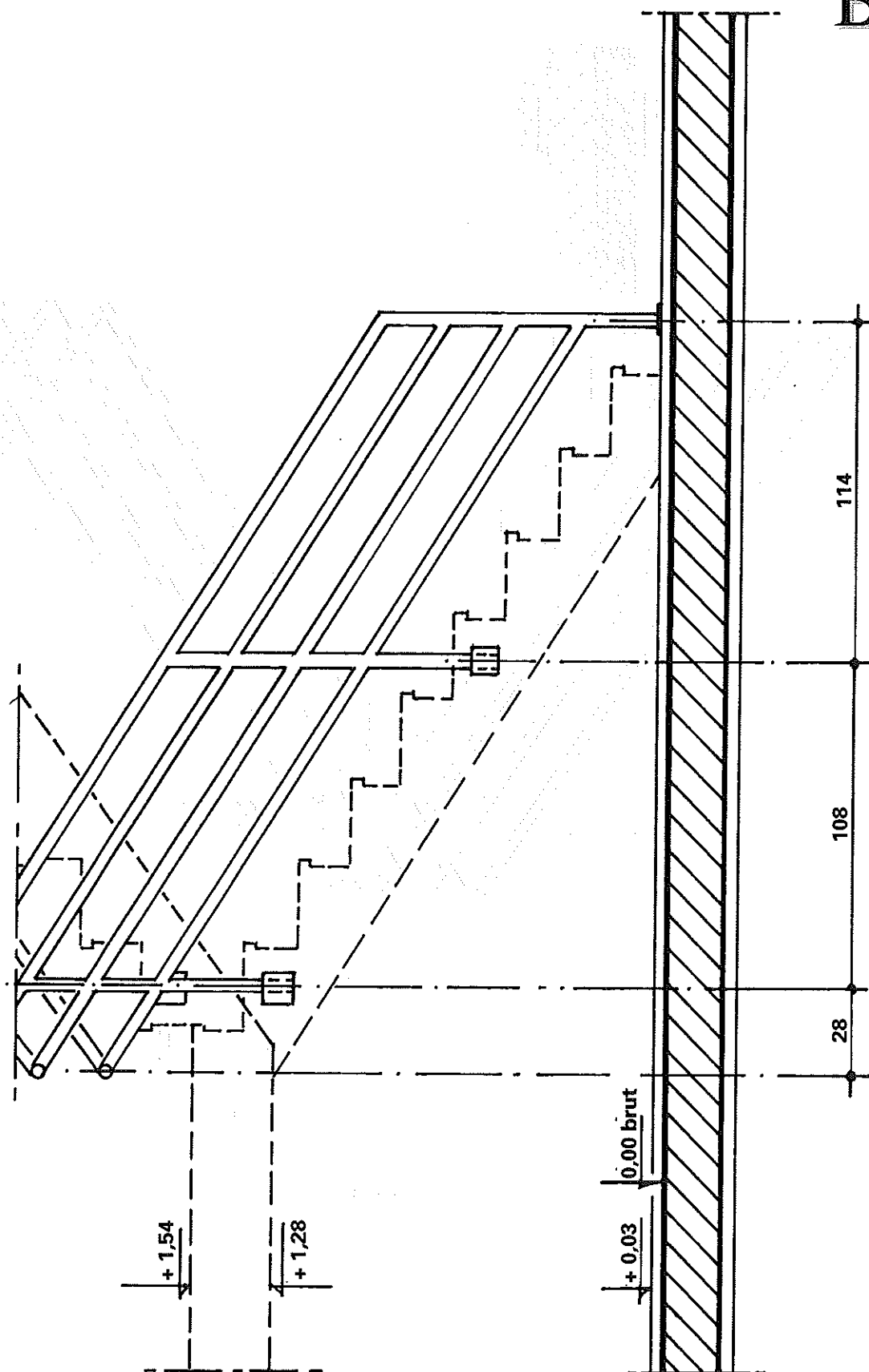
B11

Escalier droit : détail garde-corps

B12

**B11****Escalier droit : détail garde-corps**

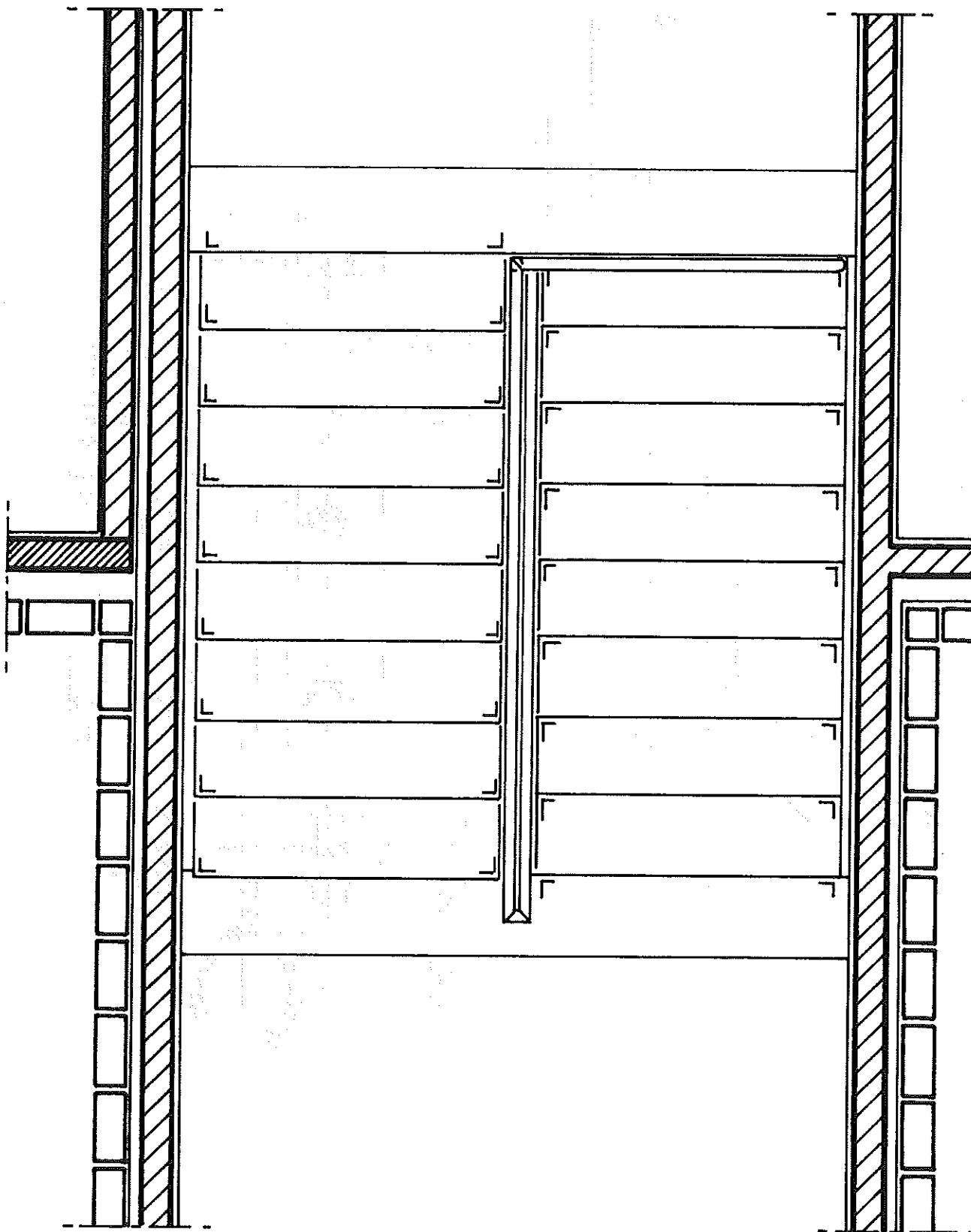
B11



Escalier droit : détail garde-corps

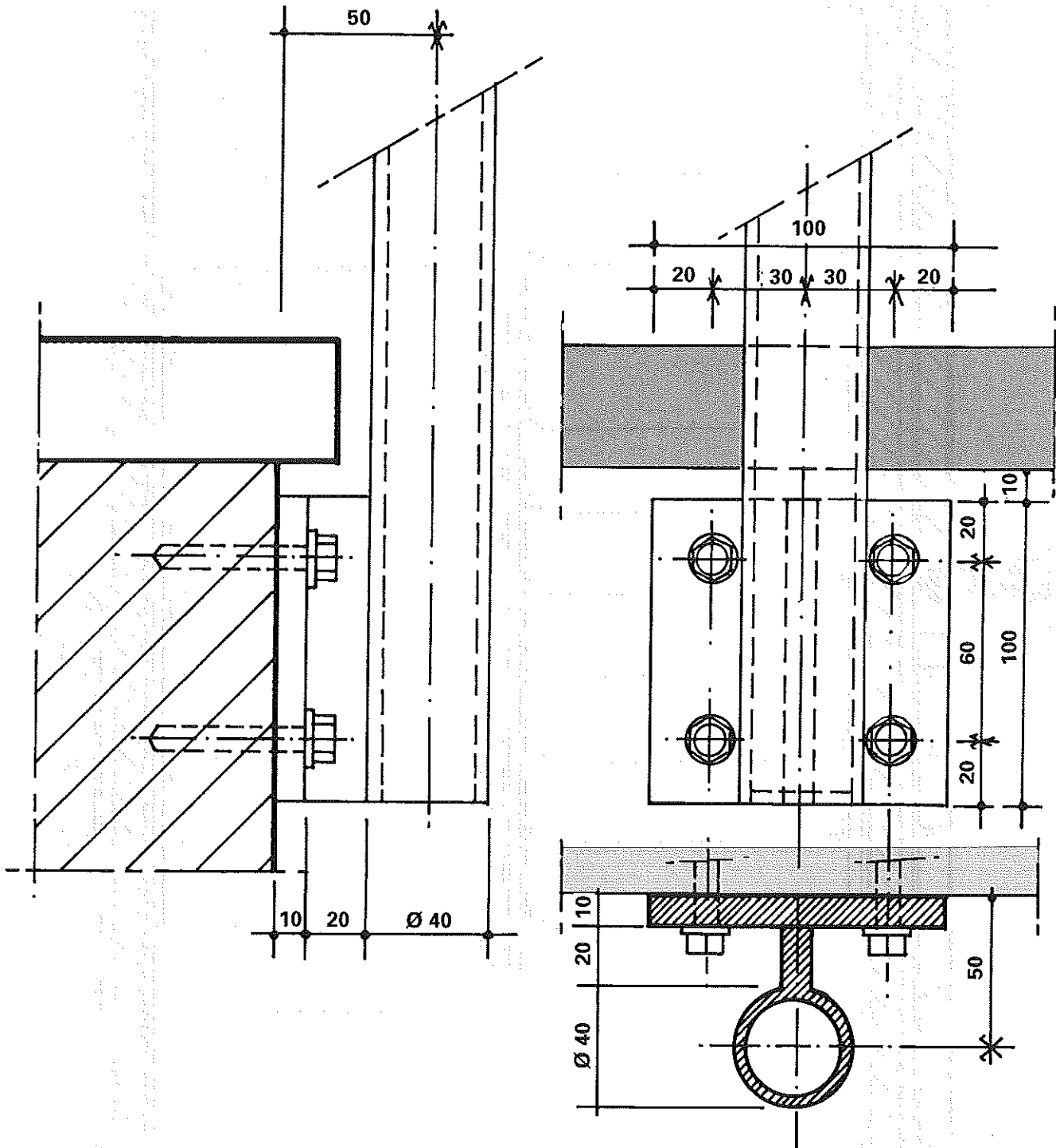


B12



Escalier droit : détail garde-corps

## B12



Escalier droit : détail garde-corps

## 5/3

# Escaliers semi-circulaires

---

## 5/3.1

### Généralités – Types

---

Les escaliers semi-circulaires regroupent :

- les volées comportant un « quartier tournant », c'est-à-dire une partie de volée (généralement angle de  $90^\circ$ ) dont la ligne de foulée est semi-circulaire (1/4 de cercle) ;
- les volées comportant deux « quartiers tournants » raccordés à une partie de volée droite ;
- les volées inscrites dans une cage semi-circulaire (1/2 cercle), la partie de volée correspondante étant raccordée à des parties de volées droites.

Tous ces types sont établis pour le tracé des marches dans les zones circulaires, selon deux méthodes :

- l'une, simplifiée, qui consiste à tracer les marches autour d'un centre unique : marches rayonnantes. Méthode qui est mauvaise sur le plan esthétique et peu confortable pour le franchissement de la partie correspondante ;
- l'autre plus élaborée, consistant à « balancer les marches » autour de centres fictifs pour obtenir une meilleure répartition des intervalles dans la ligne de collet. Plusieurs méthodes de balancement sont utilisées.



## 5/3.2

# Principes de tracé

### 1. Marches rayonnantes

#### *a) Un quartier tournant à marches rayonnantes raccordé à une volée droite*

L'exemple choisi correspond à un ouvrage courant en béton armé à paillasse porteuse.

Ce système nécessite :

- soit un massif pour réaliser les cinq premières marches ;
- soit une petite volée jusqu'à la sixième marche, pour recevoir la volée droite supérieure.

Cette petite volée s'appuie alors sur le mur de cage (7) ou sur un contre-mur d'échiffre adossé à ce mur.

#### Dessin

Escalier semi-circulaire : une volée droite raccordée  
à un quartier tournant (marches circulaires)

C1

#### *b) Deux quartiers tournants à marches rayonnantes raccordés à une volée droite intermédiaire*

L'exemple choisi correspond à un ouvrage en béton armé à paillasse porteuse.

Comme pour le cas précédent, la volée de départ correspondant au premier quartier tournant peut se réaliser soit par un massif plein, soit par une petite volée reprenant la volée supérieure.

Pour la partie supérieure, deux solutions peuvent être adoptées :

- lorsqu'il existe un mur en retour, la volée supérieure s'appuie sur la volée de départ et sur le mur porteur en retour la paillasse porteuse étant constituée d'une dalle à surface gauche dans sa partie supérieure. Cette dernière partie reçoit alors seulement les deux dernières marches au palier d'arrivée ;
- lorsqu'il n'existe pas de mur en retour, une petite volée d'arrivée s'appuie d'une part sur le palier d'arrivée et, d'autre part, sur le mur de refend principal.

Cette petite volée supérieure reçoit la volée droite intermédiaire.

#### Dessin

Escalier semi-circulaire : une volée droite raccordée à deux quartiers tournants à marches circulaires

C2

#### c) Escalier à deux volées

- une volée droite + palier de repos
- une volée à quartier tournant raccordée à une petite volée droite.

L'exemple choisi correspond à un ouvrage en béton armé à paillassse porteuse.

L'escalier comporte ici deux parties distinctes :

- une volée de départ droite raccordée à un palier de repos intermédiaire. L'ensemble s'appuie d'un côté sur le plancher, de l'autre sur le mur de façade ;
- une volée avec quartier tournant à marches rayonnantes raccordée à une petite volée droite. L'ensemble s'appuie d'un côté sur le palier supérieur (arrivée), de l'autre sur la façade, avec report des deux marches contre palier sur ce dernier.

D'autres possibilités existent selon la présence et la portance des murs de cage.

#### Dessin

Escalier semi-circulaire : escalier à deux volées

C3

#### d) Escalier semi-circulaire avec deux volées droites dans une cage semi-circulaire (disposition courante)

Le tracé de la partie semi-circulaire correspond à des marches rayonnantes, c'est-à-dire à un tracé simplifié.

Le résultat est mauvais :

- à l'aspect au niveau de la ligne de collet où la largeur des marches est réduite à quelques centimètres, alors que la ligne de collet monte presque à la verticale sur sept marches (soit 1,19 m avec des marches de 0,17 m) ;
- à l'utilisation : escalier inconfortable à monter et à descendre.

Données particulières :

$$\left. \begin{array}{l} g = 0,28 \text{ m} \\ h = 0,17 \text{ m} \end{array} \right\} 18 \text{ marches, soit } H = 3,06 \text{ m}$$

Cage l = 2,45 largeur (Jour = 0,25, E = 1,10).

$$L = 2,62^5$$

Largeur des marches au collet

$$0,25 \times \frac{\pi}{2} = 0,39^2, \text{ soit } \frac{0,39^2}{7} = 0,05^6$$

---

**Dessin**

---

Escalier semi-circulaire dans cage semi-circulaire  
avec marches rayonnantesC4

---

*e) Disposition analogue avec cage un peu plus grande*

Les résultats sont du même ordre avec une légère amélioration.

 $H = 3,06$  mais 19 marches de  $0,16^1$  giron de  $0,29$ , soit  $g + 2h = 0,61^2$  $J = 0,40$  mCage  $l = 2,60$        $L = 2,75$ 

Largeur des marches au collet

$$0,40 \times \frac{\pi}{2} = 0,62^8 \rightarrow \frac{0,62^8}{8} = 0,07^8 \text{ m}$$

---

**Dessin**

---

Escalier semi-circulaire dans cage semi-circulaire  
avec marches rayonnantesC5

---

*f) Détail quartier tournant (avec détail marches)*

Cet exemple de tracé est mauvais du fait que pour obtenir un nombre de marches entier dans le  $1/4$  de cercle du quartier tournant (sept marches, soit six intervalles), le giron se réduit à  $0,26^{95} < 0,29$  giron courant des parties de volée droite.

Par ailleurs, la largeur de la marche au collet passe de  $0,29$  en partie droite à  $0,11^2$  dans la zone arrondie.

Cette solution, bien que mauvaise, aurait pu être améliorée en prenant six marches rayonnantes dont le giron passait à  $0,32^4$  dans la zone arrondie, au lieu de sept marches à giron réduit, surtout dans la zone circulaire, la plus inconfortable de la volée.

---

**Dessin**

---

Escalier semi-circulaire : détail quartier tournant  
à marches rayonnantesC6

---

**2. Marches balancées**

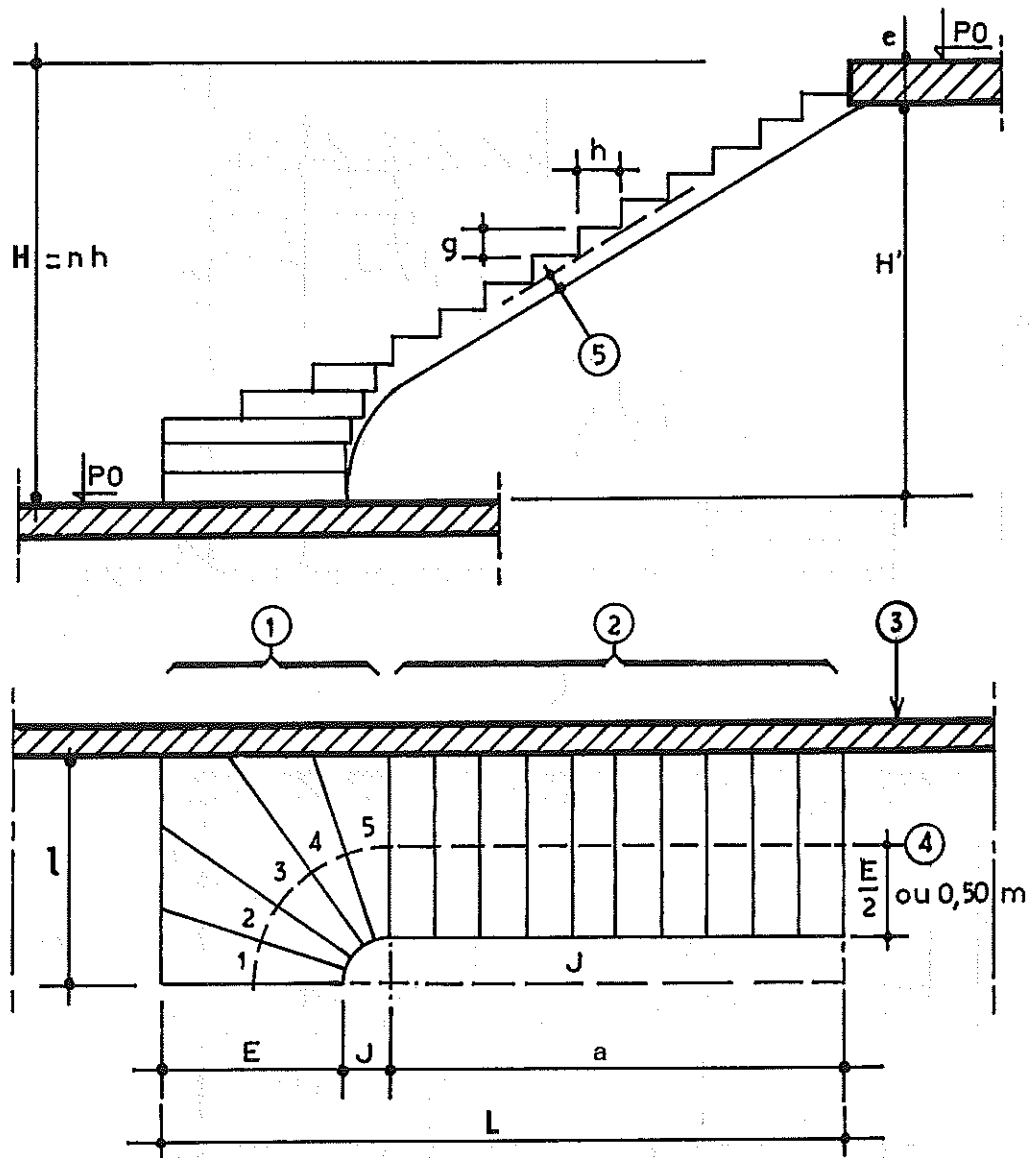
Les conditions de franchissement sont nettement améliorées, ainsi que l'aspect esthétique, notamment en ce qui concerne les garde-corps et mains cou-

rautes dans la zone de collet, si l'on adopte un autre principe de tracé appelé « balancement des marches » consistant à :

- conserver la même valeur du giron pour toutes les marches (droites ou balancées) de la volée ;
- améliorer la valeur du collet (ou largeur réduite de la marche près du jour).



C1



- ① Quartier tournant (marches rayonnantes)
- ② Volée droite
- ③ Mur d'échiffre
- ④ Ligne de foulée
- ⑤ Paillasse porteuse B.A.

E = Emmarchement

a = Développé volée droite

L = Encombrement total volée

J = Jour

H = Hauteur d'étage ou hauteur à monter  
 $= nh$  (n = nombre de marches  
 $- h =$  hauteur marche g = giron)

a = Longueur volée droite

l = Largeur d'encombrement = E + J

H' = Hauteur libre sous dalle = H - e

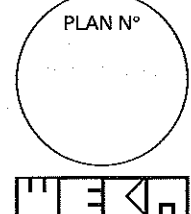
e = Epaisseur plancher

**Escalier semi-circulaire : une volée droite raccordée à un quartier tournant (marches circulaires)**

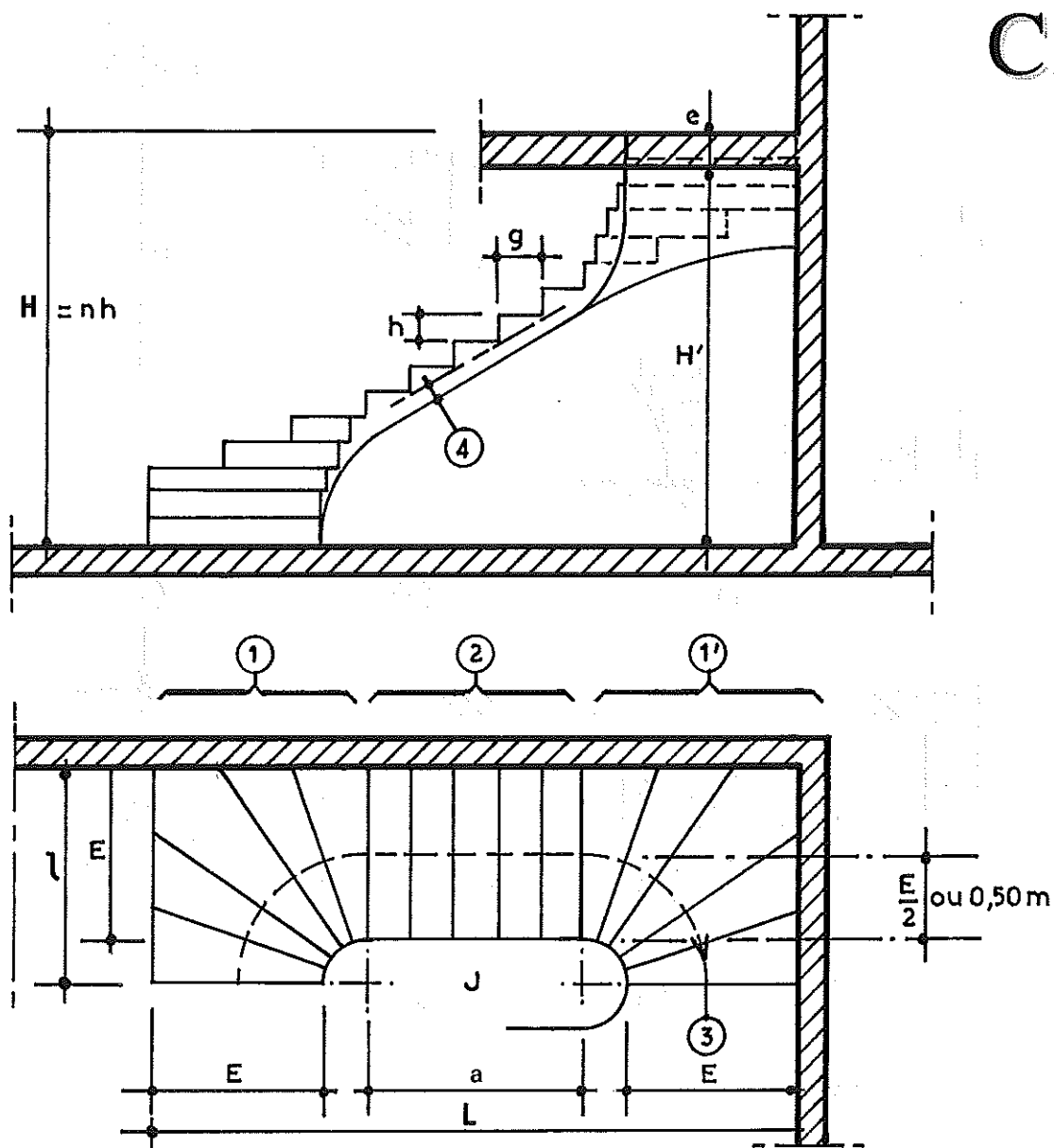
Echelle : —

CABINET

LE



C2



E = Embranchement

a = Développé volée droite

L = Encombrement total volées

J = Jour

I = Largeur encombrement total = E + J

H = Hauteur d'étage  
ou hauteur à monter = nh

H' = Hauteur libre sous plancher = H - e

e = Epaisseur plancher

n = Nombre de marches

h = Hauteur marches

g = Giron

① ①' Quartiers tournants  
(marches rayonnantes)

② Volée droite (marches droites)

③ Ligne de foulée

④ Paillasse porteuse B.A.

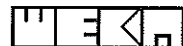
**Escalier semi-circulaire : une volée droite raccordée à deux  
quartiers tournants à marches circulaires**

Echelle : —.

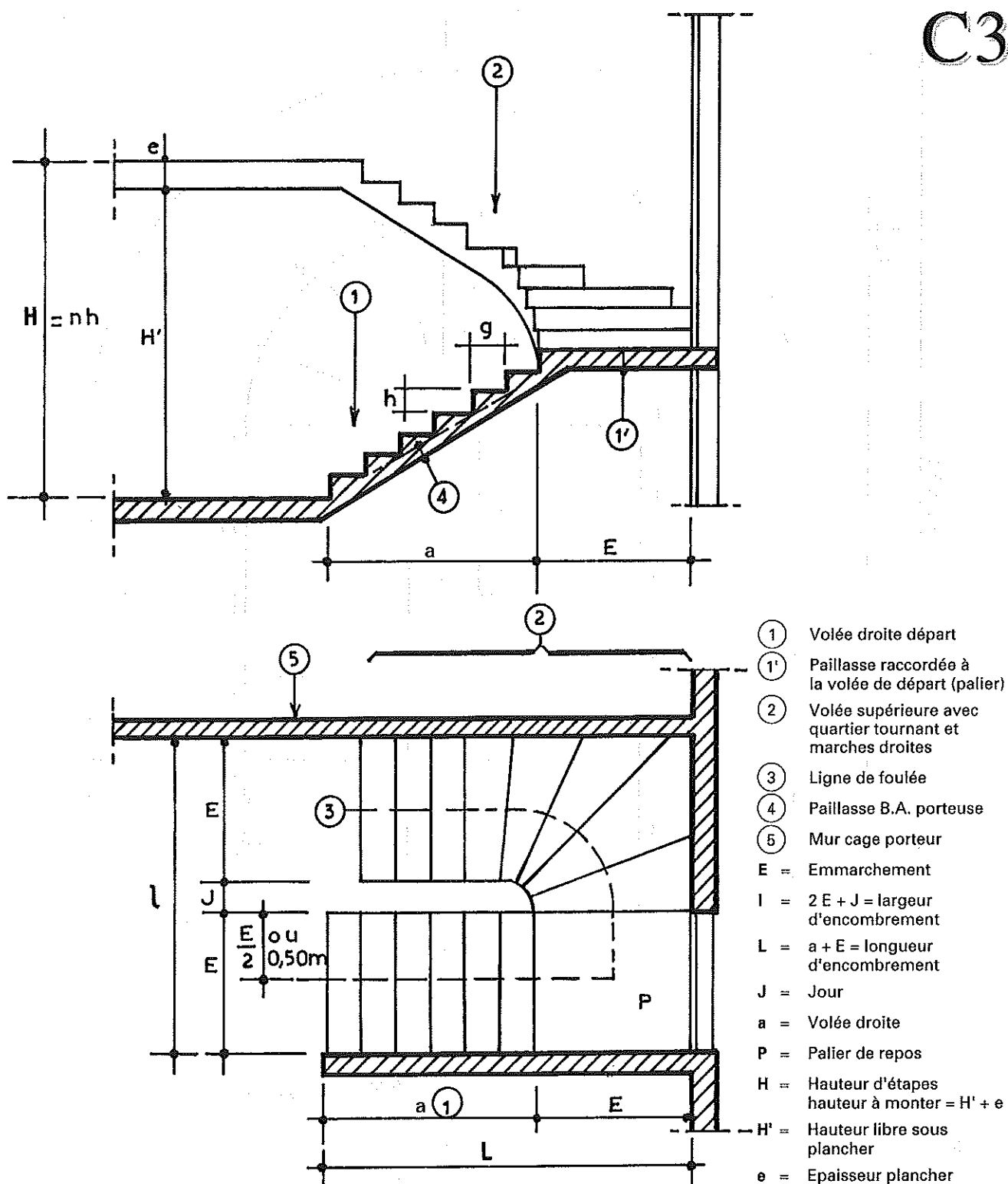
CABINET

LE

PLAN N°



C3



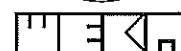
Escalier semi-circulaire : escalier à deux volées

Echelle :

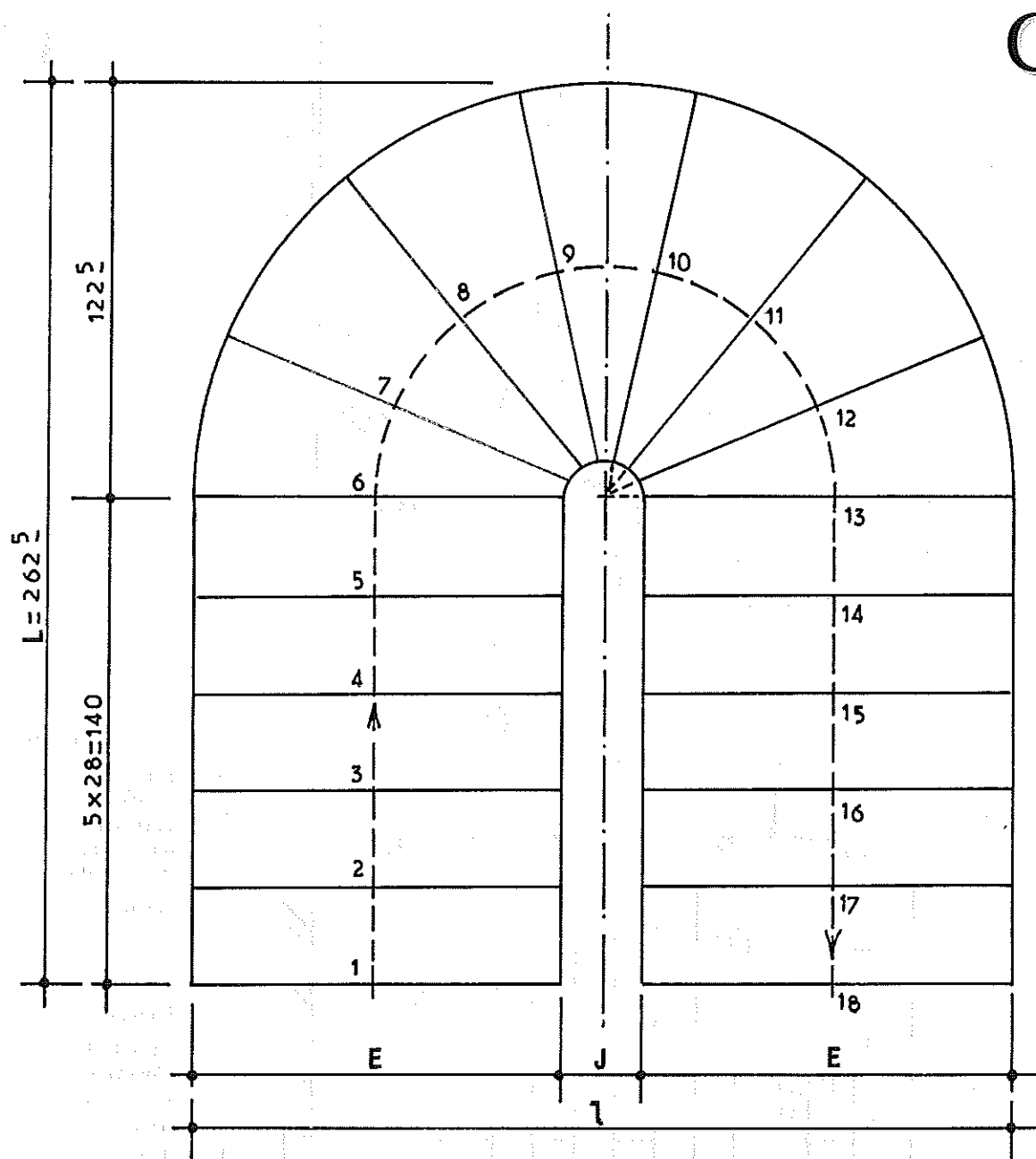
CABINET

LE

PLAN N°



C4



E = Emmarchement = 1,10 m

J = Jour = 0,25 m

L = 2 E + J = 2,45 m

Marches g = 0,28

h = 0,17

g + 2 h = 0,62 m

L = 2,62<sup>5</sup>

H = 18 x 0,17 = 3,06 m

**Escalier semi-circulaire dans cage semi-circulaire  
avec marches rayonnantes**

Echelle :

CABINET

LE

PLAN N°

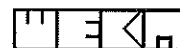






Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

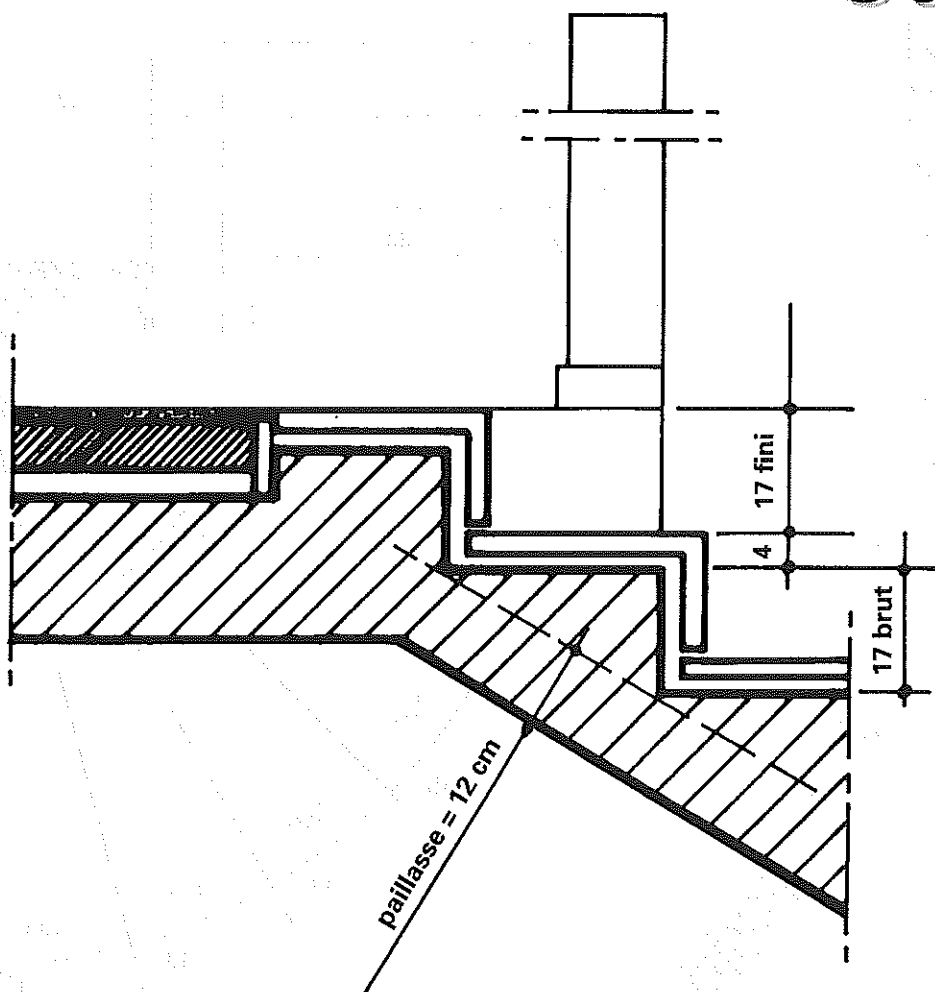
Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

Figure 5.3.2

$R$

C6



Détail marches fines

ESCALIER SEMI-CIRCULAIRE : DÉTAIL QUARTIER TOURNANT  
À MARCHES RAYONNANTES



## 5/3.3

# Méthodes de balancement

---

### 1. Présentation du problème

Afin d'éviter les inconvénients précédents signalés pour les escaliers semi-circulaires et que l'on retrouve dans tous les escaliers circulaires inscrits dans des cages circulaires à marches rayonnantes, d'autres tracés sont proposés. Ces inconvénients sont acceptables ou tolérables pour des usages privés ou individuels. Ils ne peuvent être admis pour des bâtiments collectifs ou publics.

Les escaliers tournants sont assujettis à des exigences d'ordre géométrique nécessitant de garder la même pente de la ligne de foulée tant dans la partie tournante que dans la partie droite. Avant d'aborder les méthodes de tracé amélioré par « balancement des marches », rappelons les inconvénients des marches tracées de manière rayonnante :

- collets trop étroits dans la zone du jour ;
- escalier inconfortable à monter ;
- passage brutal sans transition entre les marches droites et les marches de la zone tournante ; rupture du rythme de la montée.

Le principe du balancement consiste à obtenir des collets plus larges avec une transition entre les marches droites et les marches balancées.

Le principe du balancement peut être étendu aux volées droites lorsque, par exemple, le départ s'effectue en biais. C'est le tracé de la ligne de foulée qui intervient.

Un bon balancement relève des règles de l'art.

### 2. Première méthode de balancement

Méthode par division proportionnelle de la ligne de collet des marches balancées.

Cette méthode convient plus particulièrement lorsque la zone semi-circulaire comporte un nombre pair de marches, ce qui correspond à une contremarche coïncidant avec l'axe longitudinal (ou de symétrie de la cage).

La procédure du tracé ou marche à suivre, phase par phase, est exposée avec l'épure sur la double page suivante.

---

**Dessin**

---

---

Escalier semi-circulaire : première méthode de balancement

---

C7

**3. Deuxième méthode de balancement**

Méthode par division du cercle.

Cette méthode s'applique lorsque l'escalier comporte un nombre impair de marches dans la partie semi-circulaire ou encore lorsque la ligne de foulée est divisée en deux parties égales par l'axe longitudinal de la cage, ce qui revient à trouver une marche « à cheval » sur cet axe.

Cette méthode nécessite plus de précision, donc une épure plus grande du fait de la division d'un arc de cercle en parties égales.

---

**Dessin**

---

---

Escalier semi-circulaire : deuxième méthode de balancement

---

C8

**4. Exemples**

Exemple 1 : le tracé du balancement nécessite une épure à grande échelle.

---

**Dessin**

---

---

Exemple 1

---

C9

Exemple 2 : disposition analogue.

Le dessin donne une élévation latérale de l'escalier.

Dans cet exemple, l'ensemble des marches, à l'exception de la marche de départ et de la marche d'arrivée, est balancé.

---

**Dessin**

---

---

Exemple 2

---

C10

Exemple 3 : cet exemple correspond à un balancement d'un quartier tournant raccordé à une volée droite.

Le dessin ne donne pas l'épure de tracé mais le résultat avec les cotes d'exécution.

---

**Dessin**

---

---

Escalier semi-circulaire à quartier tournant balancé : exemple 3

---

C11

C7

### Escalier semi-circulaire : première méthode de balancement

#### Exemple de calcul

$$L = 1,75$$

$$E = 1,10$$

$$J = 0,40$$

19 marches

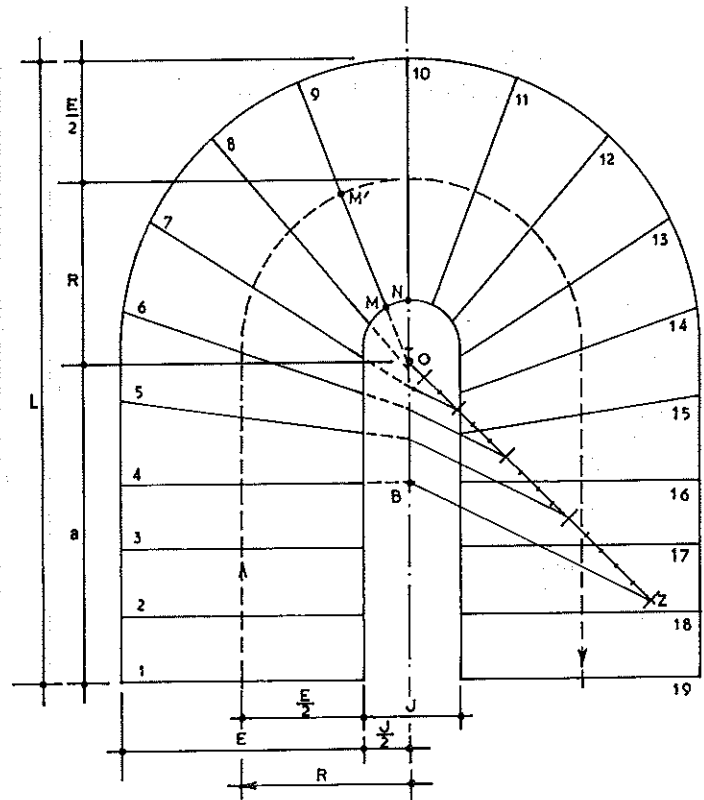
18 intervalles

$$R = \frac{1,10 + 0,40}{2} = 0,75$$

$$a = 2,75 - (0,75 + 0,55) = 1,45$$

$$l_f = 1,45 \times 2 + 3,14 \times 0,75 = 5,25^*$$

$$g = 5,25^*/18 = 0,29^*$$



Nota :

L'épure ci-dessus n'est pas cotée, elle est seulement donnée pour expliquer le principe du tracé développé ci-contre.

#### Procédure de tracé (marche à suivre)

1. Déterminer le giron sur le tracé de la ligne de foulée à partir des valeurs :

$g$  = giron

$n$  = nombre total de marches

soit  $\frac{n}{2}$  pour le nombre de marches depuis le départ jusqu'à la contremarche sur l'axe (ici 19 marches, soit 18 intervalles ou giron)

$$\frac{n}{2} = 9$$

Le rayon de la ligne de foulée est  $R = \frac{E}{2} + \frac{J}{2}$

$$\text{ou } R = \frac{E + J}{2}$$

Si l'encombrement total de l'escalier est  $L$

$$L = a + R + \frac{E}{2} = a + \frac{J}{2} + E$$

La longueur développée (plan) de la ligne de foulée est  $l_f = 2a + \pi R$  et  $g = \frac{l_f}{n}$

– marquer les divisions sur la ligne de foulée

2. Le concepteur doit décider à partir de quelle marche le balancement commence :

**Exemple :** marche 5

La marche 4 a donc la dernière contremarche droite, à prolonger jusqu'au point  $B$  sur l'axe.

3. On se fixe pour la dernière marche sur l'axe, soit ici la marche 9, la valeur  $MN$  de la largeur au collet. Joindre  $M$  au point de la division sur la ligne de foulée  $M'$ . On prolonge  $M'M$  jusqu'en  $O$  sur l'axe longitudinal.

4. Tracer à partir de  $O$  une ligne oblique sur laquelle on porte un certain nombre de divisions égales. Par exemple, ici il y a de chaque côté 5 marches à balancer (marche 9 à marche 4). La division peut s'effectuer selon la série 1, 2, 3, 4, 5 = 15 divisions.

5. Joindre l'extrémité de la droite  $Z$  au point  $B$  sur l'axe et, à partir de  $BZ$ , tracer les parallèles qui vont donner les largeurs au collet des différentes marches. D'où le tracé des contremarches.

Nota :

Lorsque l'on désire un tracé précis, on a intérêt à faire une épure au 1/10.

C8

### Escalier semi-circulaire : deuxième méthode de balancement

#### Exemple de calcul

$$L = 2,70$$

$$E = 1,10$$

$$J = 0,25$$

18 marches

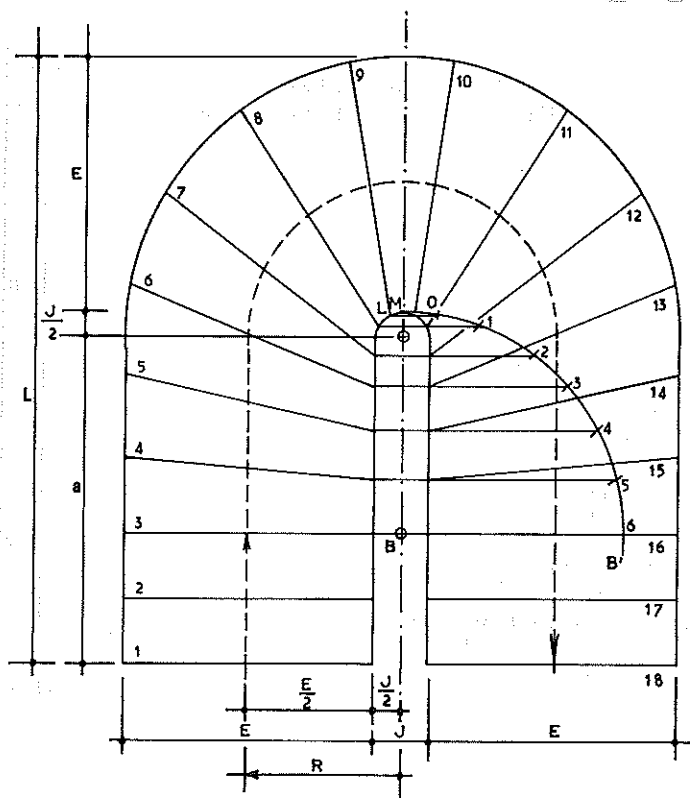
17 intervalles

$$R = \frac{1,10 + 0,25}{2} = 0,675$$

$$a = 2,70 - (1,10 + 0,12^5) = 1,475$$

$$l_f = 1,475 \times 2 + 3,14 \times 0,67^5 = 5,07$$

$$g = 5,07/17 = 0,29^8$$



Nota :

Epure non cotée pour permettre l'explication du tracé.

#### Procédure de tracé (ou marche à suivre)

1. Le calcul du giron s'effectue de la même façon que dans la première méthode, en divisant la longueur de la ligne de foulée  $l_f$  par un nombre impair d'intervalles.

Ici 18 marches donc 17 intervalles.

2. Marquer les divisions correspondantes sur la ligne de foulée.

3. Le concepteur décide à partir de quelle marche va s'opérer le balancement.

Par exemple marche 4.

La prolongation de la contremarche 3 donne le point B sur l'axe longitudinal.

4. Le point médian du collet de la marche 9 étant M, avec B pour centre, on trace l'arc de cercle MB'.

5. On corrige le collet sur la marche 9 de manière à obtenir une valeur améliorée par rapport à un tracé radial. D'où le point L à gauche de M. Ce point est rabattu sur l'arc de cercle en O. L'arc de cercle OB' est divisé en 6 parties égales du fait qu'il y a 6 marches balancées.

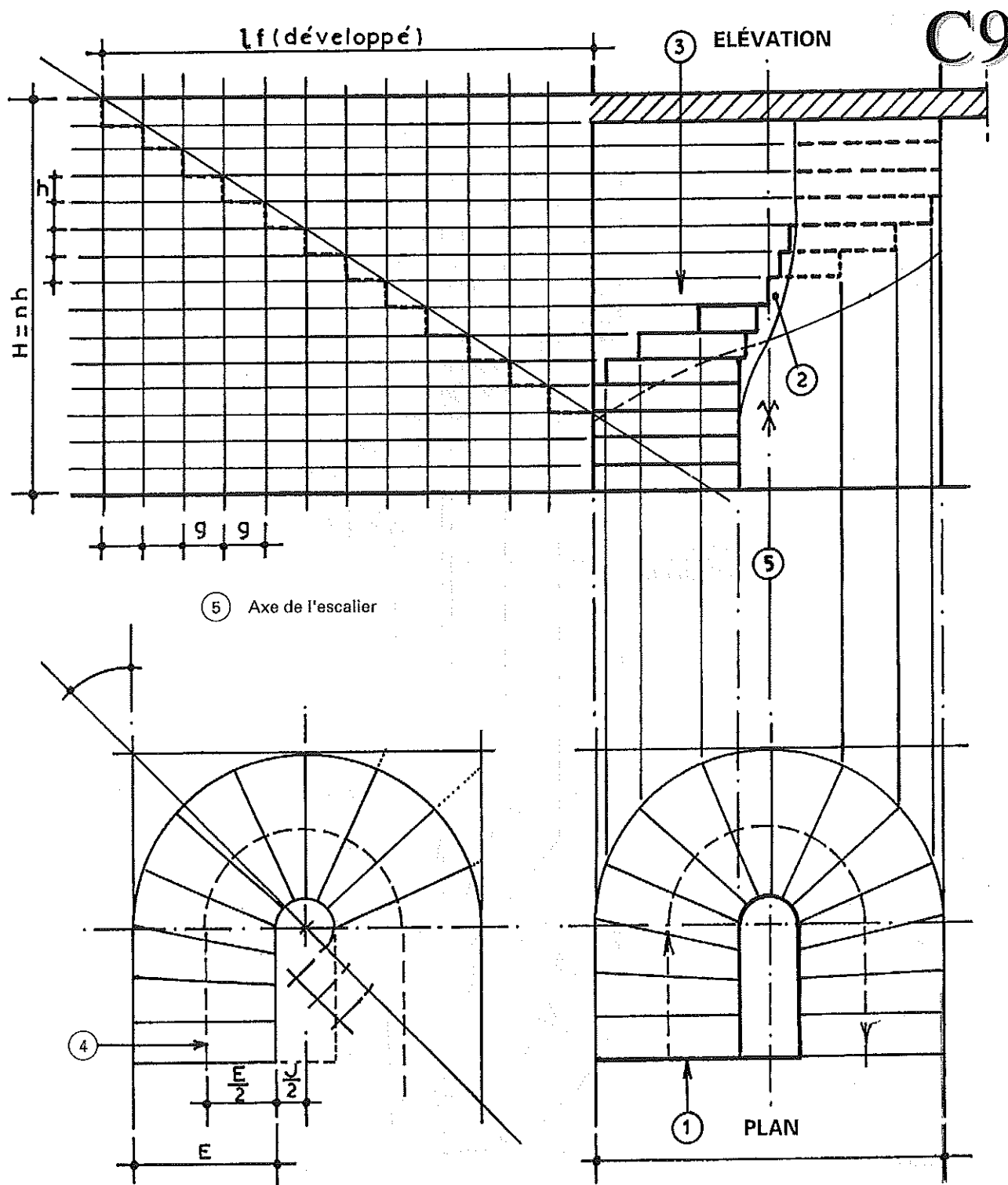
Cette opération peut être facilitée par l'utilisation d'un rapporteur précis.

6. Les points de division 1, 2, 3, 4, 5 sur l'axe de cercle sont rabattus sur la ligne de collet.

Les contremarches s'obtiennent ensuite, à partir de ces points et des points de division sur la ligne de foulée.

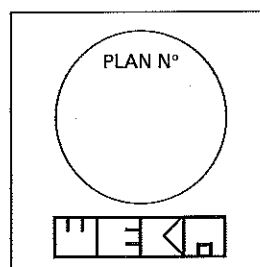
Nota :

L'opération de division de l'axe de cercle nécessite un tracé précis. L'échelle de 1/10 est recommandée.

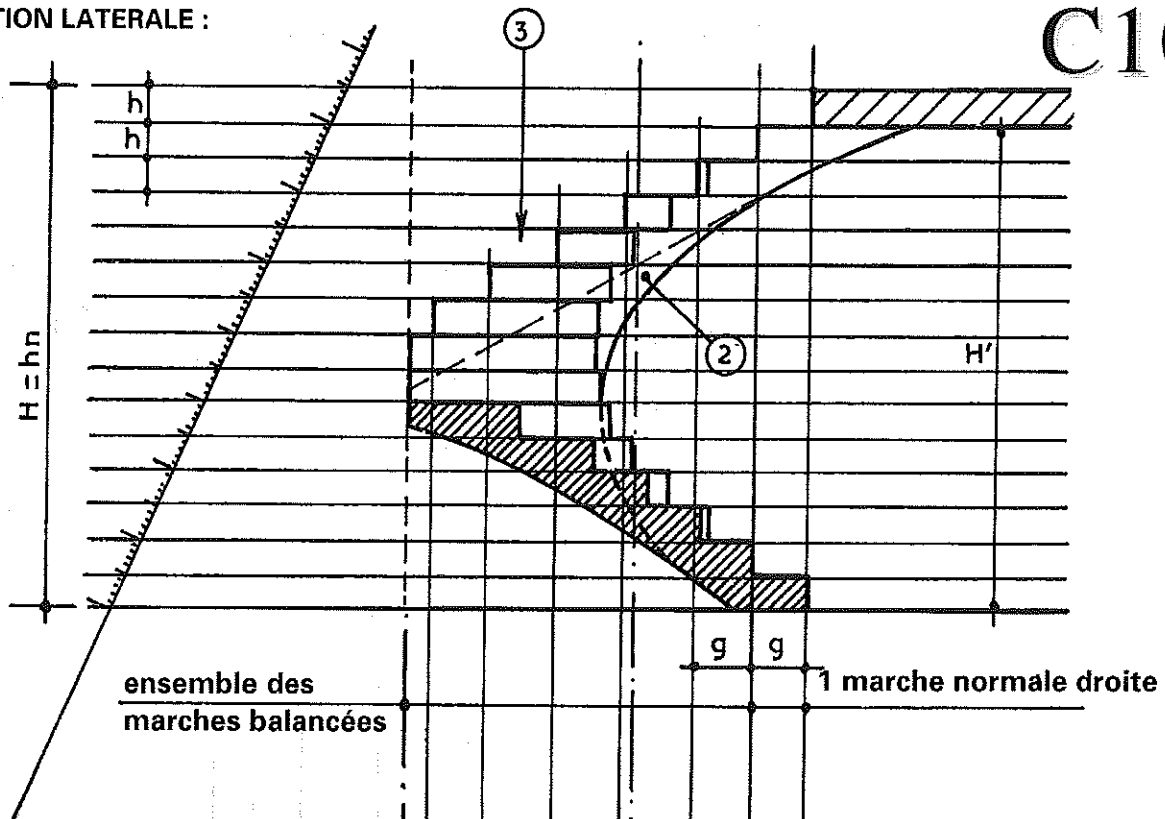


Légendes : Cf. page suivante

Escalier semi-circulaire : exemple 1	
CABINET	LE
Echelle : --	



## ELEVATION LATÉRALE :



## PLAN :

- ① Bord ou rive palier d'arrivée
- ② Ligne de jour
- ③ Tracé des marches en projection
- ④ Ligne de foulée = lf

$H = hn$  = Hauteur totale d'étage ou hauteur à monter

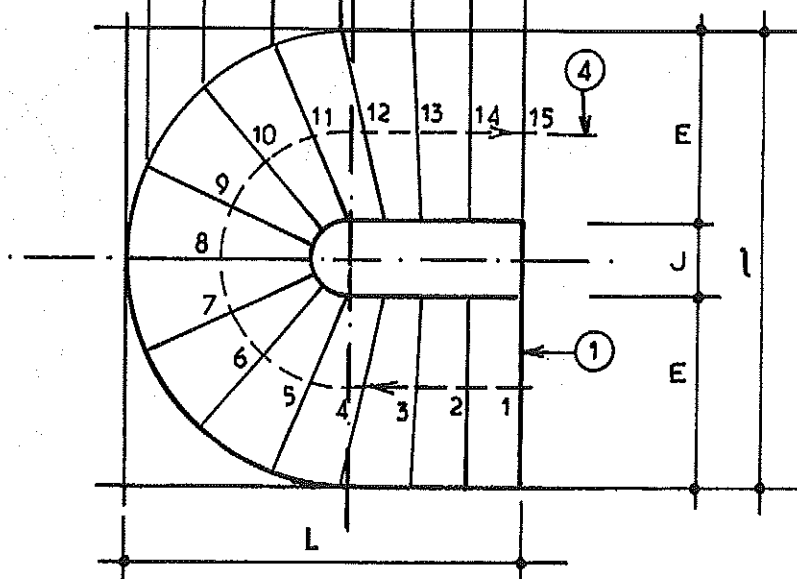
$H'$  = Hauteur libre sous plancher

$E$  = Emmarchement

$J$  = Jour

$I$  = Encombrement cage en largeur

$L$  = Encombrement cage en longueur



## Escalier semi-circulaire : exemple 2

Echelle : -

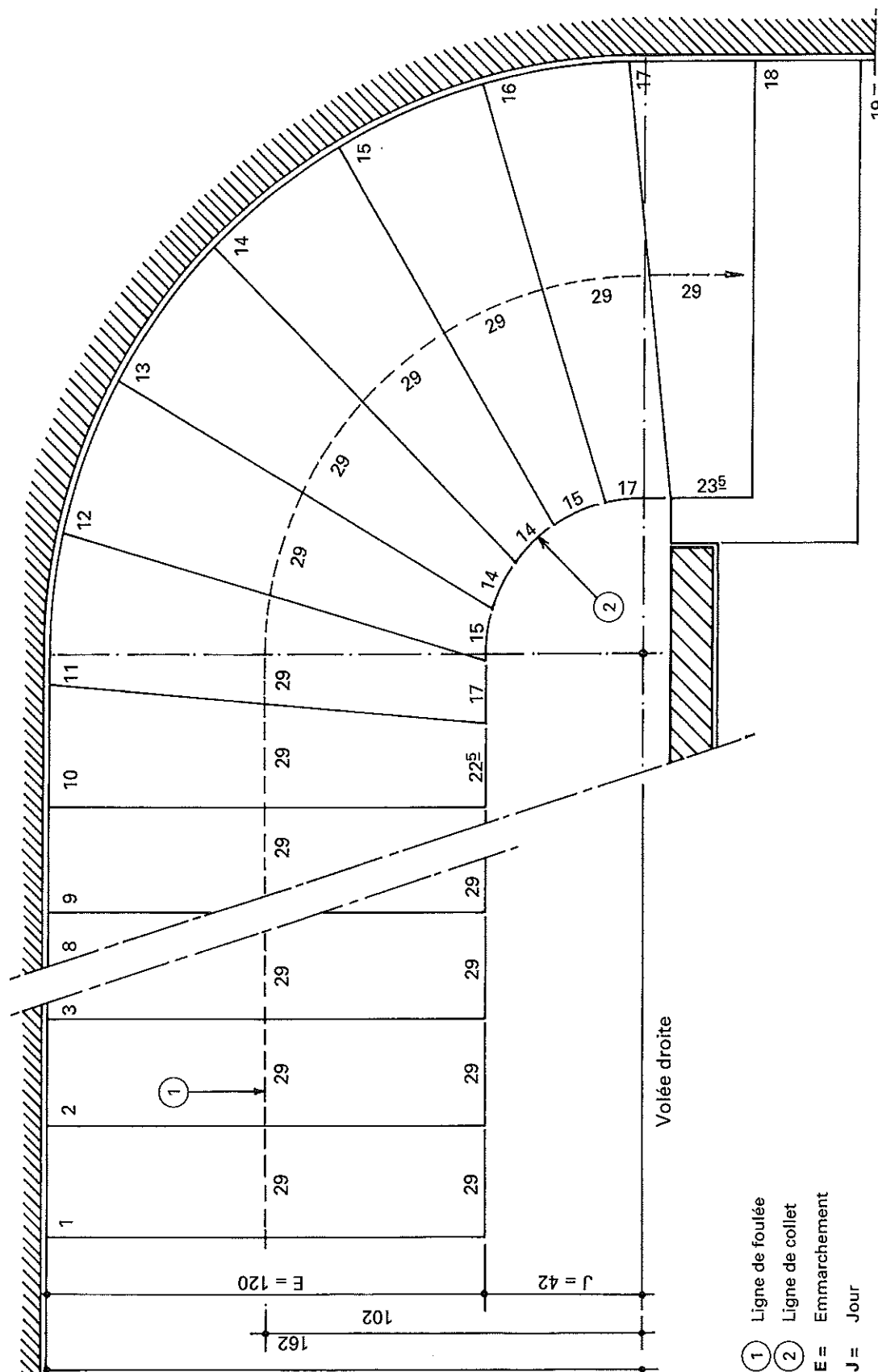
CABINET

LE

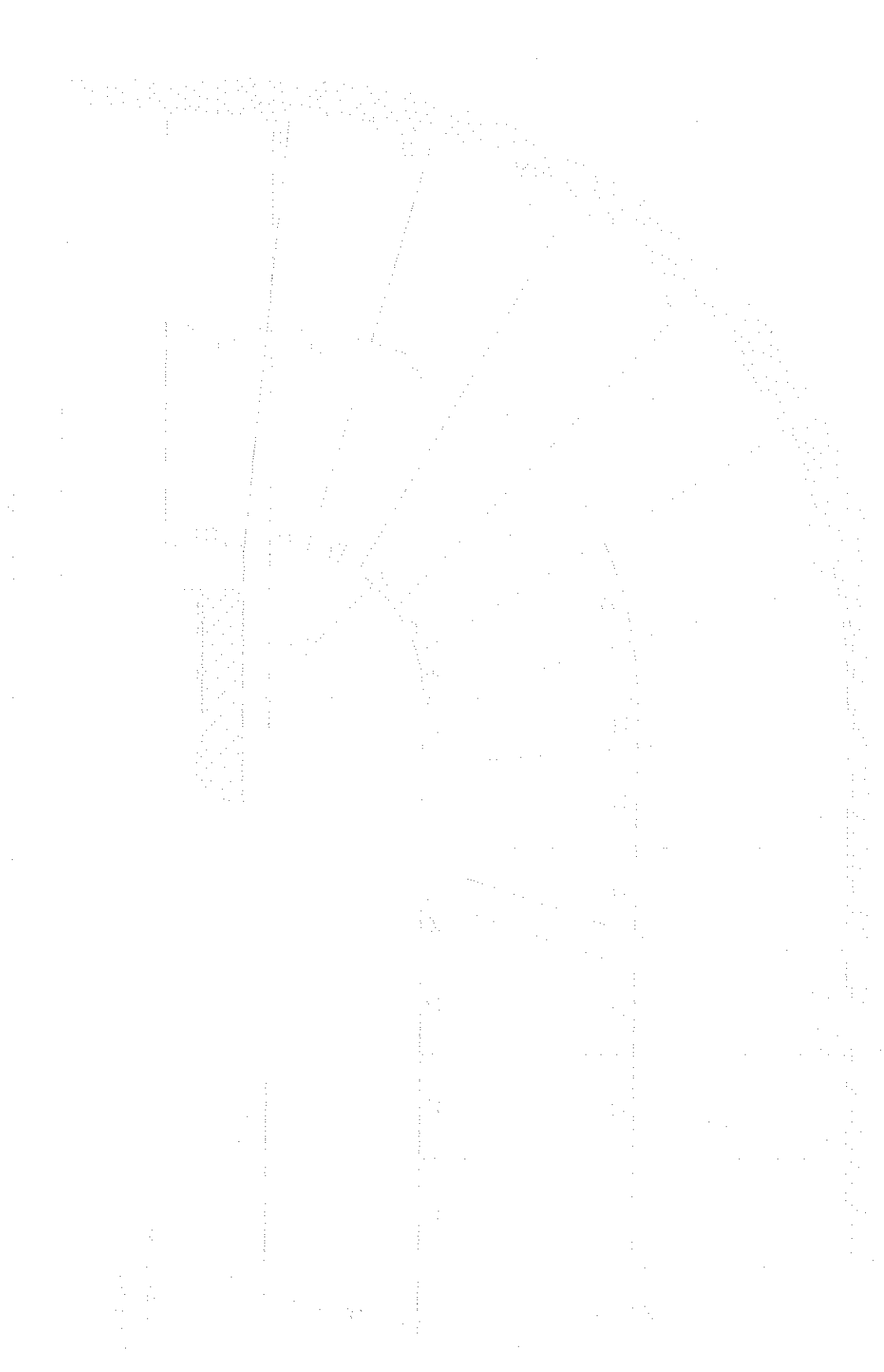
PLAN N°



## C11



### Escalier semi-circulaire à quartier tournant balancé : exemple 3





## 5/4

# Escaliers circulaires

---

## 5/4.1

# Généralités – Types

---

### 1. Définition

La troisième famille correspond aux escaliers circulaires, c'est-à-dire dont le tracé complet s'inscrit dans un cylindre avec côté extérieur et côté intérieur deux hélices.

Ces escaliers sont souvent appelés escaliers hélicoïdaux ou encore escaliers « à vis » lorsque les marches sont disposées sur un noyau central. On les rencontre principalement :

- comme escaliers individuels pour passer d'un étage à l'autre avec le minimum d'encombrement et de section de trémie ;
- comme escaliers de secours dans les immeubles collectifs, avec une largeur d'embranchement correspondant à deux unités de passage ;
- comme escaliers de type architectural, isolés dans un hall ou un espace dégagé avec deux types principaux.

- escalier à paillasse porteuse ;
- escalier à limon porteur (généralement un limon central).

Ces ouvrages, quelle que soit leur nature, sont des ouvrages exceptionnels, très complexes à réaliser.

## 2. Types

Il existe trois types couramment rencontrés :

### *a) Marches porteuses encastrées sur un noyau central*

Les plus anciens sont en pierre naturelle.

Les autres matériaux utilisés sont le béton armé, l'acier ou l'aluminium.

### *b) Limon(s) porteur(s)*

- limon central hélicoïdal ;
- limon hélicoïdal désaxé ;
- double limon (parallèles) ;

Ces ouvrages sont surtout réalisés en métal (acier).

### *c) Paillasse porteuse*

Uniquement en béton armé du fait de la conformation par coffrage de surfaces hélicoïdales de la sous-face des paillasses (surfaces à double courbure).

## 5/4.2

# Escaliers à marches préfabriquées sur noyau central

---

### 1. Généralités – Principe

Ces ouvrages sont constitués par la superposition d'éléments standardisés décalés les uns par rapport aux autres pour définir une hélice dont le « pas » correspond à la hauteur de la dénivellation à franchir, c'est-à-dire généralement une hauteur d'étage.

Les marches sont encastrées sur des éléments ou anneaux constituant un noyau axial rigide lié à sa base et en tête au niveau du palier d'arrivée qui correspond souvent à la dernière marche de l'ensemble préfabriqué.

### 2. Matériaux utilisés

#### a) *Le béton armé*

Le béton armé est le matériau le plus répandu car il permet de réaliser par pré-fabrication beaucoup de types différents par les formes et dimensions des marches.

Les éléments de noyau sont des anneaux creux dont la partie centrale est armée et coulée en place lors de l'assemblage des éléments superposés. Les marches comportent, selon les cas, des contremarches ou présentent seulement une marche d'épaisseur variable.

#### b) *L'acier*

L'acier est utilisé surtout dans les bâtiments à ossature métallique, ainsi que dans les installations industrielles. L'inconvénient majeur de ce type correspond aux bruits développés par les personnes qui empruntent les ouvrages.

Par contre, ces ouvrages sont plus légers (comparativement) que les ouvrages en béton armé.

*c) Le bois*

Le bois est également utilisé pour les installations individuelles.

**Exemples de réalisation**

Escalier hélicoïdal en acier dans un immeuble administratif. Le noyau est un tube d'acier. L'escalier est raccordé à un palier d'arrivée en béton armé (dalle-plancher).

Ce palier correspond à une ouverture de 90° axée.

L'échappée a lieu au droit de la 5<sup>e</sup> marche.

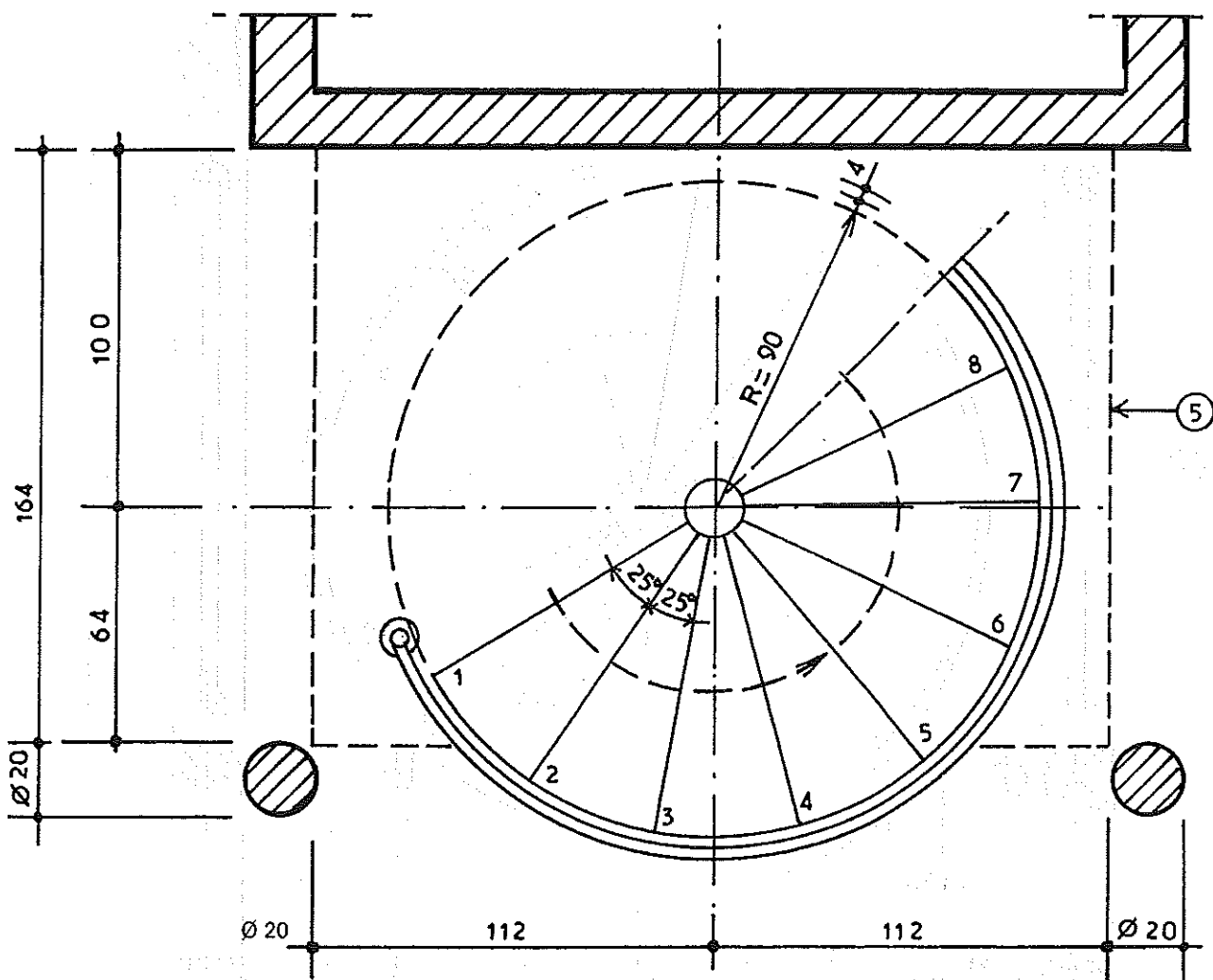
Sa valeur dépend de l'épaisseur de la dalle palière (soit environ 2,00 m).

**Dessin**

Escalier circulaire à vis sur noyau central

C12

C12

**Escalier circulaire à vis sur noyau central****1. DÉPART ESCALIER (rez-de-chaussée)**⑤ Contour trémie 1<sup>er</sup> étage**Caractéristiques :**

$$\text{Emmarchement } E = 0,90 \text{ m} - \frac{0,17^5}{2} = 0,81^5$$

16 marches  $h = 19^{25}$  $g = 21^4$  (sur ligne de foulée)

Hauteur à monter = 3,08 m

Angle des marches =  $25^\circ$ Angle de palier  $2 \times 45^\circ = 90^\circ$ Noyau porteur des marches  $\varnothing 17^5$ Echappée : au droit 5<sup>e</sup> marche

$$\text{Soit } H = (3,08 - (5 \times 0,19^{25} + e) = 2,1175 - e = 2,00 \text{ m}$$

 $e$  = épaisseur dalle palier



# 5/7

## Ouvrages associés

---

### 5/7.1

## Généralités – Présentation

---

Les ouvrages traités dans la partie 5 sont limités latéralement par des ouvrages de divers types pour des raisons évidentes de sécurité, du fait qu'ils se situent en bordure d'un vide.

### 1. Les escaliers

Les escaliers sont protégés sur un ou deux côtés par un garde-corps plein ou évidé :

- au droit des volées reliant deux niveaux différents ;
- au droit des paliers de repos ou d'accès.

### 2. Les balcons

Par extension, les ouvrages de balcons, assimilables à des paliers, présentent une bordure vers un vide et nécessitent un garde-corps pour assurer la sécurité contre les chutes accidentelles.

### 3. Les rampes

Les rampes accessibles aux piétons ou aux véhicules sont protégées latéralement par :

- des garde-corps ;
- des voiles ou murs.

Dans le cas des rampes accessibles aux véhicules, des trottoirs ou chasse-roues peuvent être prévus.

#### 4. Les cages d'ascenseurs et de monte-charges

Les cages d'ascenseurs et de monte-charges présentant des trémies superposées pratiquées dans les planchers, un enclouonnement transparent (grilles, miroiterie, etc.) ou opaque (murs, cloisons) limite les zones planchers du vide-trémie. Seule la face d'accès est équipée d'un dispositif plus ou moins complexe (porte, grille, etc.).



## 5/7.2

# Garde-corps pour escaliers, paliers, rampes

### I – PRINCIPE GÉNÉRAL DE SÉCURITÉ

Le C.C.H. (Code de la construction et de l'habitation) mentionne (article R. 111.15) :

« Aux étages autres que le rez-de-chaussée :

a) *Les fenêtres* autres que celles ouvrant sur des balcons, terrasses ou galeries, et dont les parties basses se trouvent à moins de 0,90 m du plancher, doivent, si elles sont au-dessus du rez-de-chaussée, être pourvues d'une barre d'appui et d'un élément de protection s'élevant jusqu'à 1 m du plancher.

b) *Les garde-corps des balcons, terrasses, galeries, loggias* doivent avoir une hauteur d'au moins 1 m. Toutefois, cette hauteur peut être abaissée jusqu'à 0,80 m au cas où le garde-corps a plus de 0,50 m d'épaisseur. »

### II – DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES

Les dispositions et règles de sécurité relatives aux ouvrages de garde-corps et rampes d'escalier font l'objet de la norme NF P 01.012 publiée en juillet 1988.

#### A. Terminologie utilisée (en dehors de celle déjà donnée en 5/1.3)

##### • Garde-corps<sup>1)</sup>

Ouvrage qui a pour rôle de protéger contre les risques de chute fortuite dans le vide, les personnes stationnant ou circulant à proximité de ce dernier, mais non de leur interdire le passage ou l'escalade forcé ou volontaire.

La norme distingue :

- le garde-corps établi au bord des zones de stationnement ou de circulation sensiblement horizontales ;
- le garde-corps rampant établi au bord des zones de circulation inclinées ou à l'extrémité des marches (rampe d'escalier).

1) Selon la norme P 01.012.

- **Balustrade**

Garde-corps composé d'éléments répétés en forme de piliers appelés « balustres » et couronnés d'une tablette. Par extension : garde-corps ajouré dont les éléments constitutifs sont généralement minces.

- **Barre d'appui**

Élément indépendant d'un garde-corps servant d'appui.

- **Main courante**

Partie supérieure d'un garde-corps ou d'une rampe d'escalier destinée à être prise en main.

- **Barreau**

Élément généralement vertical de petite section par rapport à sa hauteur.

- **Barreaudage**

Ensemble de barreaux.

- **Lisse ou traverse**

Élément continu, horizontal ou rampant, de petite section par rapport à sa longueur.

- **Panneau**

Élément de remplissage relié à l'ossature du garde-corps.

- **Potelet (ou montant)**

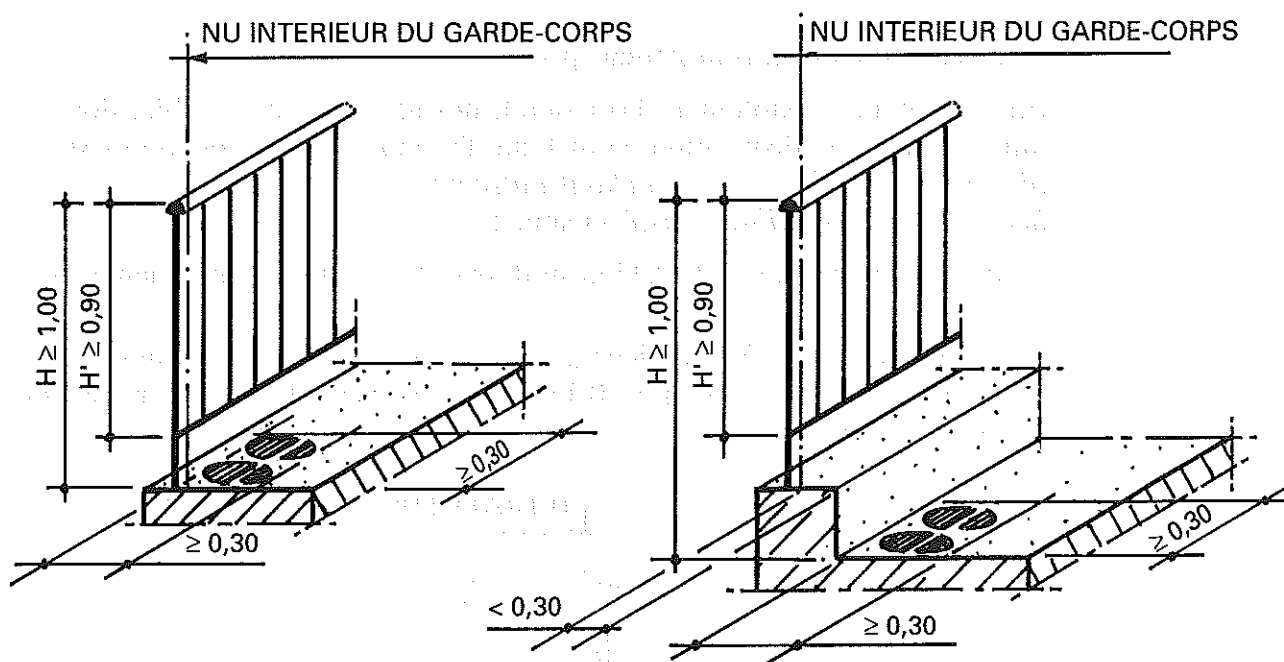
Élément vertical d'ossature directement en liaison avec les dispositifs de fixation.

- **Z.S.N (Zone de stationnement normal)**

Surface continue, sensiblement horizontale, normalement accessible :

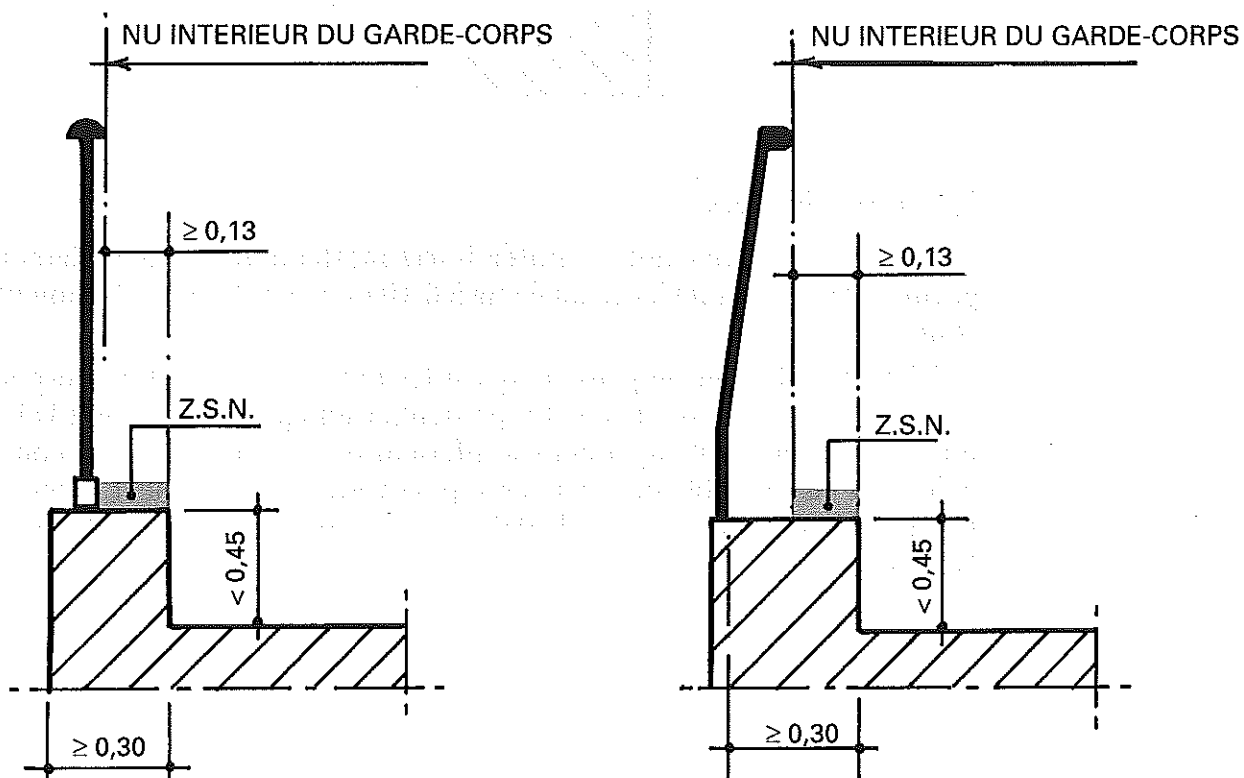
- située à moins de 0,45 m au-dessus ou en dessous du niveau de circulation,
- située à une distance du nu intérieur du garde-corps inférieure à 0,30 m,
- dont les dimensions permettent d'y reposer totalement les pieds et de s'y tenir debout en équilibre naturel.

Toute surface correspondant à cette définition, dont les dimensions sont supérieures ou égales à 0,30 x 0,30 m, constitue une Z.S.N.



### Cas particuliers

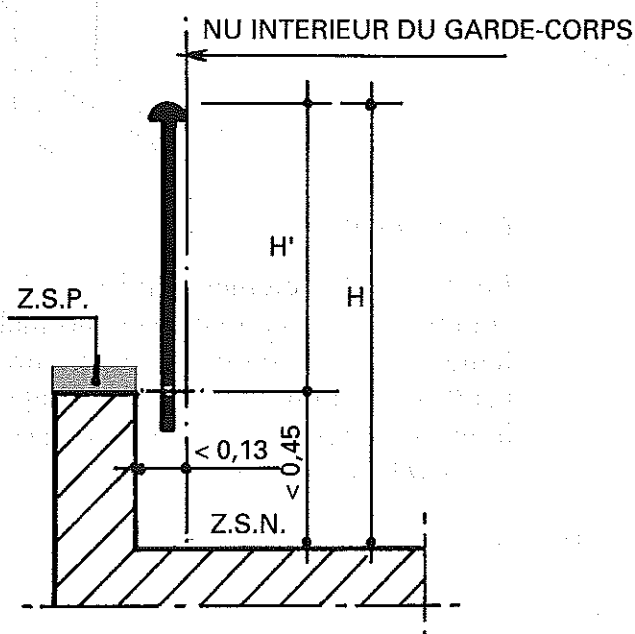
Le dessus de l'élément inférieur du garde-corps est également considéré comme zone de stationnement normal lorsque sa dimension comptée parallèlement au garde-corps est supérieure ou égale à 0,30 m et que les cotes de 0,13 m et 0,45 m mentionnées ci-après sur les dessins sont satisfaites, c'est-à-dire si l'on peut glisser le pied vers l'extérieur ou lorsque la main courante est en déport vers l'intérieur.



### • Z.S.P. (Zone de stationnement précaire)

Emplacement sensiblement horizontal, normalement accessible, dont les dimensions ou la disposition permettent d'y *prendre appui au moins sur un pied mais non de s'y tenir debout autrement qu'en équilibre momentané instable ou en équilibre assisté*, et situé :

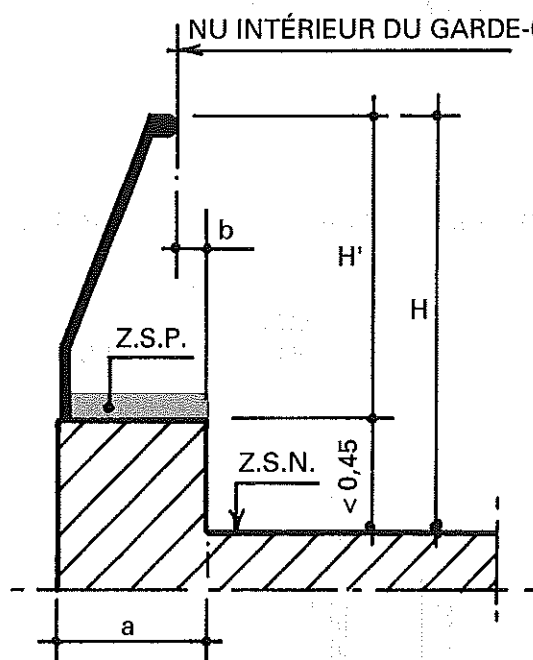
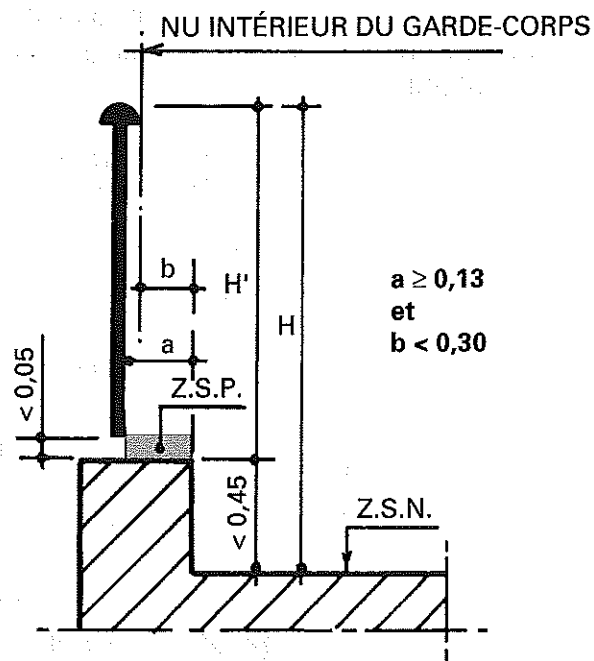
- *verticalement* à moins de 0,45 m au-dessus du niveau de stationnement normal ;
- *horizontalement* : côté intérieur, à moins de 0,60 m du nu intérieur du garde-corps ; côté extérieur, à moins de 0,13 m du nu intérieur du garde-corps lorsque l'on peut y passer le pied.



### B. Cas particuliers

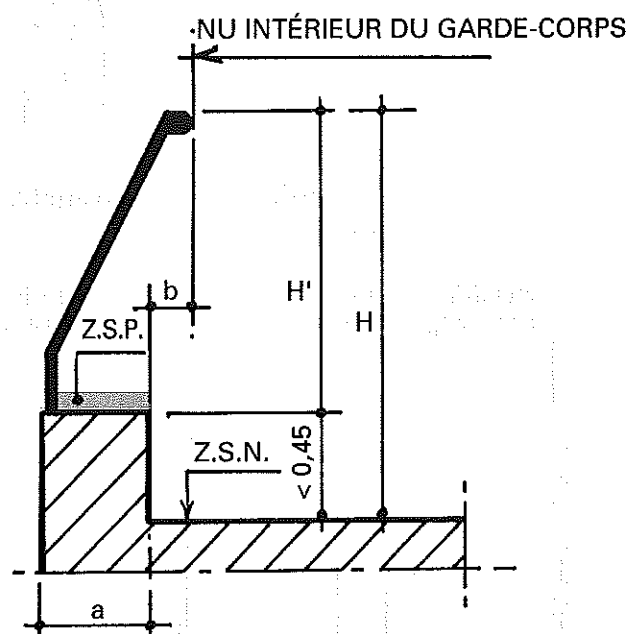
**1. Lorsque la dimension comptée horizontalement et parallèlement au garde-corps est supérieure ou égale à 0,10 m, constituent notamment une zone de S.P. :**

- l'élément inférieur du garde-corps si les dimensions a et b correspondent aux cas des figures suivantes. En particulier lorsque le vide entre l'élément inférieur et l'élément supérieur est inférieur ou égal à 0,05 m, on considère qu'il n'est pas possible de dépasser le plan vertical de l'élément supérieur du garde-corps (en effet, la cote de 0,05 m ne permet pas de passer le pied sous l'élément inférieur) ;



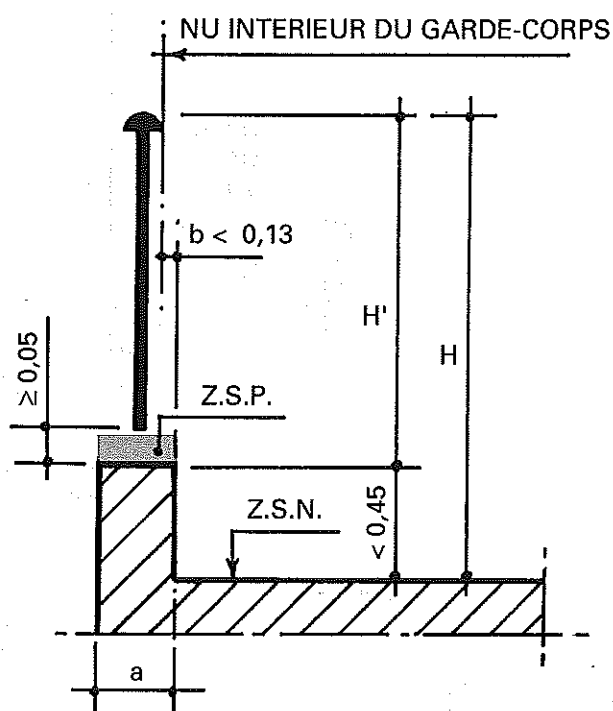
Soit  $a \geq 0,13$   
et  
 $b < 0,13$

Soit  $b \geq 0,13$   
et  
 $a < 0,30$

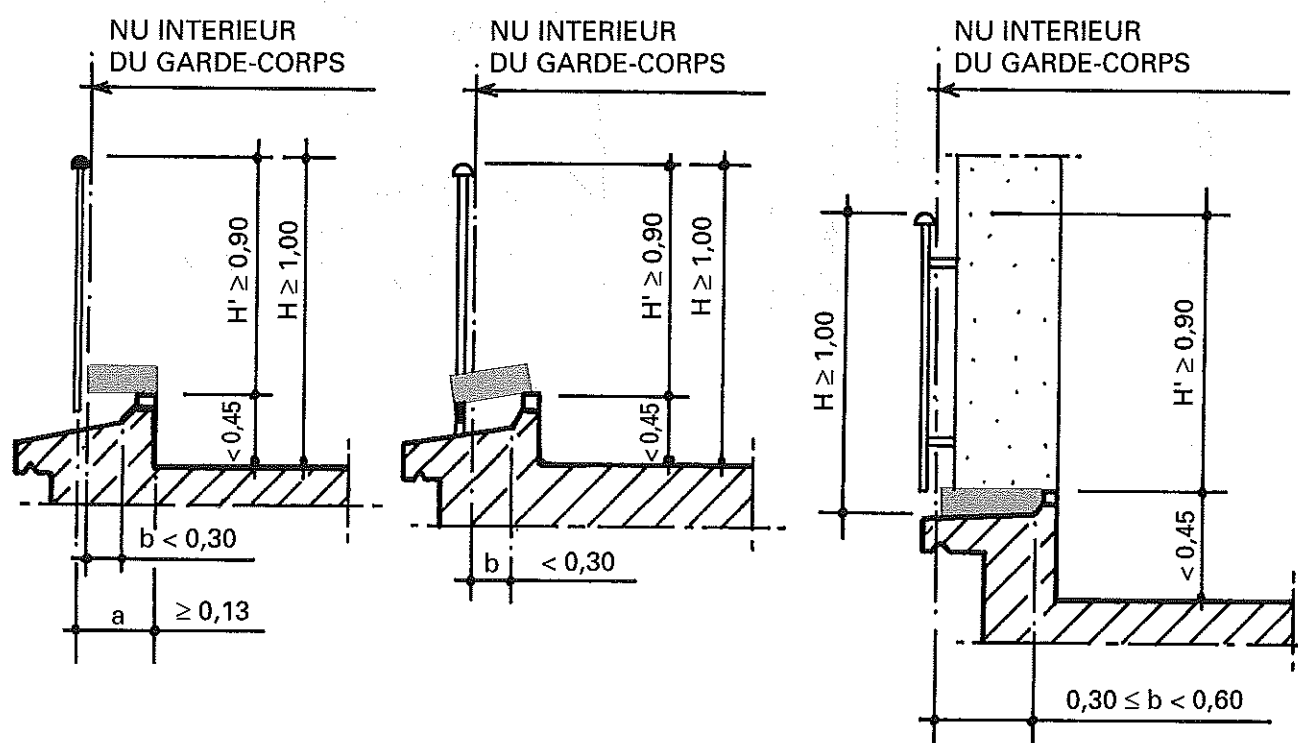


$b < 0,13$   
et  
 $a \geq 0,13$

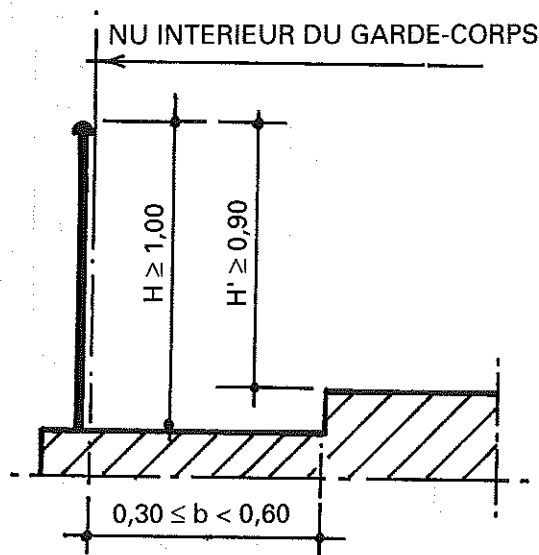
– lorsque le vide est supérieur ou égal à 0,05 m, l'élément inférieur constitue une zone de S.P. même si la cote  $a$  est inférieure ou égale à 0,13 m. Ce cas est assimilable à une lisse basse.



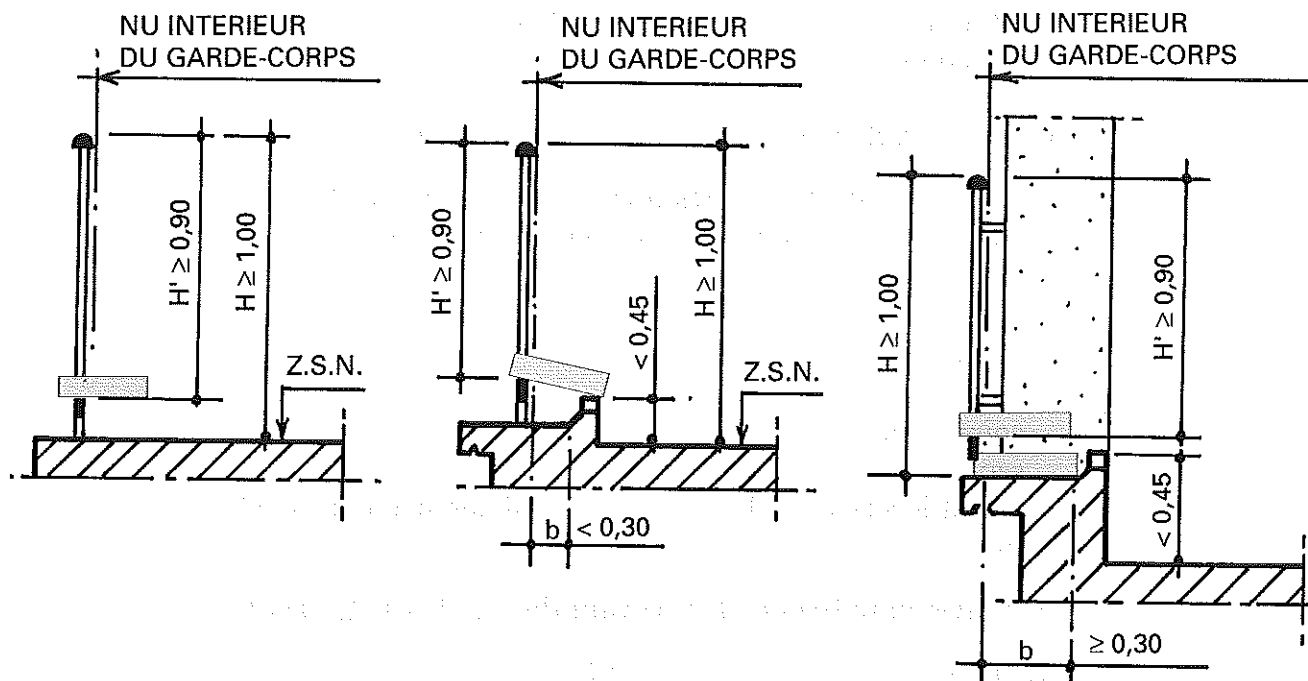
## 2. Seuils de portes-fenêtres (quelle que soit la longueur) ou tout élément de même type



Cas assimilé  
à un seuil

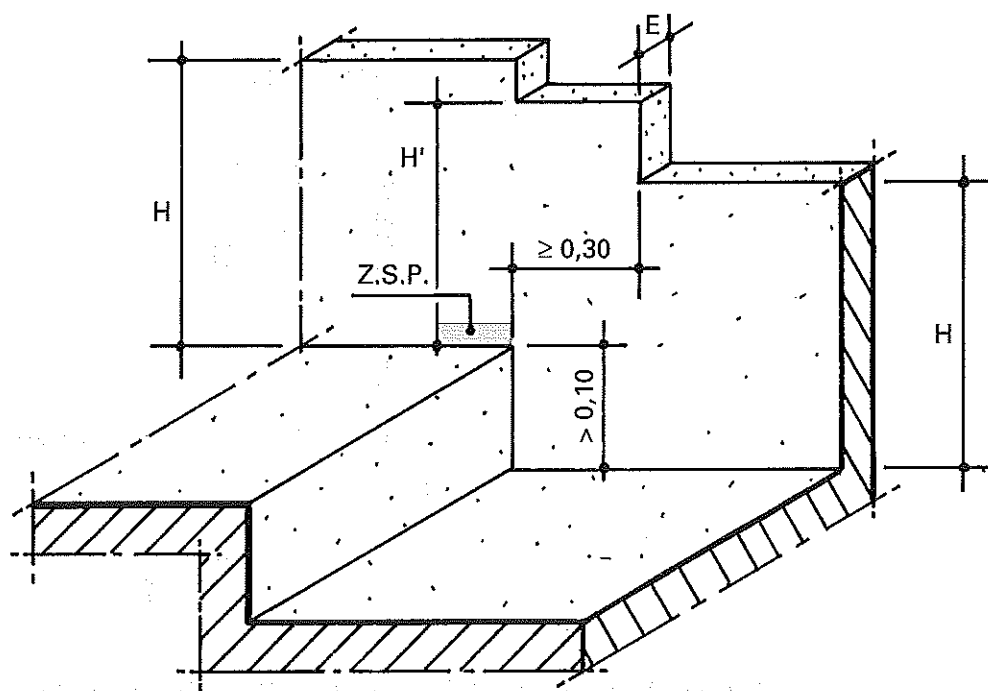


### 3. Lisse basse ou tout élément bas d'une balustrade (dont les barreaux sont espacés de 0,10 m ou plus)



### 4. Zone de S.N. de dénivelés ≥ 0,10 m

Dans le cas d'une zone de S.N. présentant des dénivelés supérieurs ou égaux à 0,10 m, la zone de S.N. haute est considérée comme zone de S.P. par rapport au garde-corps de la partie basse. On doit alors donner au garde-corps une hauteur de protection réduite  $H'$  rapportée au niveau haut sur une longueur minimale de 0,30 m (Cf. dessin).



**Zone de réception :** zone se trouvant en contrebas d'une zone de stationnement normal ou de stationnement précaire, dont elle n'est pas séparée par un garde-corps.

### III – DOMAINE D'APPLICATION (DE LA NORME)

**1. Garde-corps et rampes d'escaliers** (fixes, escaliers mécaniques et par extension, trottoirs roulants horizontaux ou inclinés) à caractère définitif.

#### 2. Bâtiments

- D'habitation ;
- de bureaux ;
- commerciaux ;
- scolaires ;
- industriels et agricoles (locaux accessibles au public) et abords de ces bâtiments.

#### 3. Autres établissements recevant du public (E.R.P.) et leurs abords

#### 4. Ouvrages ou domaines non visés

- Les garde-corps et rampes situés à l'intérieur des logements et ne donnant pas sur l'extérieur ;<sup>1)</sup>
- les garde-corps, rampes et éléments de sécurité situés sur les toitures ou dans les locaux, passages et emplacements techniques réservés au personnel d'exploitation ou d'entretien ;

1) Si le maître d'ouvrage le notifie.



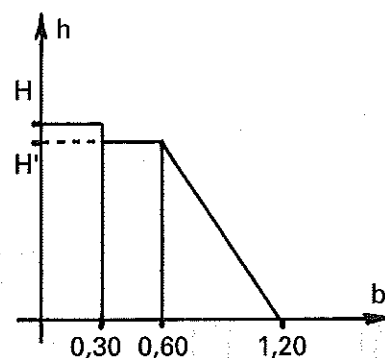
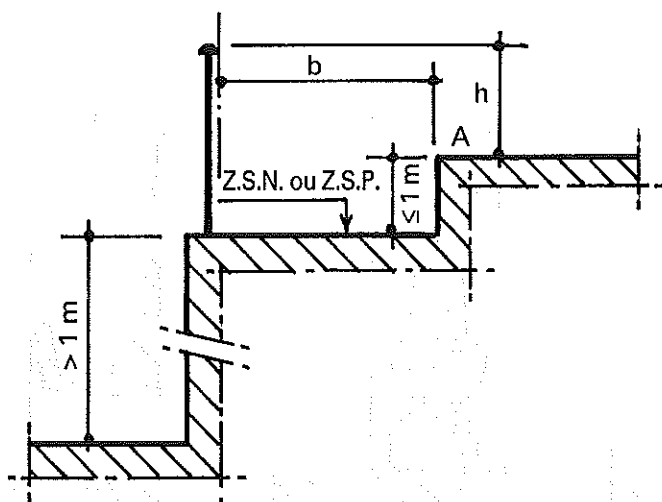
- les garde-corps d'échafaudages provisoires (Cf. NF E 85.101 et décret n° 65-48 du 8 janvier 1965) ;
- les balcons de salles de théâtre, salles de cinéma et autres lieux de spectacles ;<sup>1)</sup>
- les tribunes de stade.<sup>1)</sup>

*Dans tous les cas, la norme vise :*

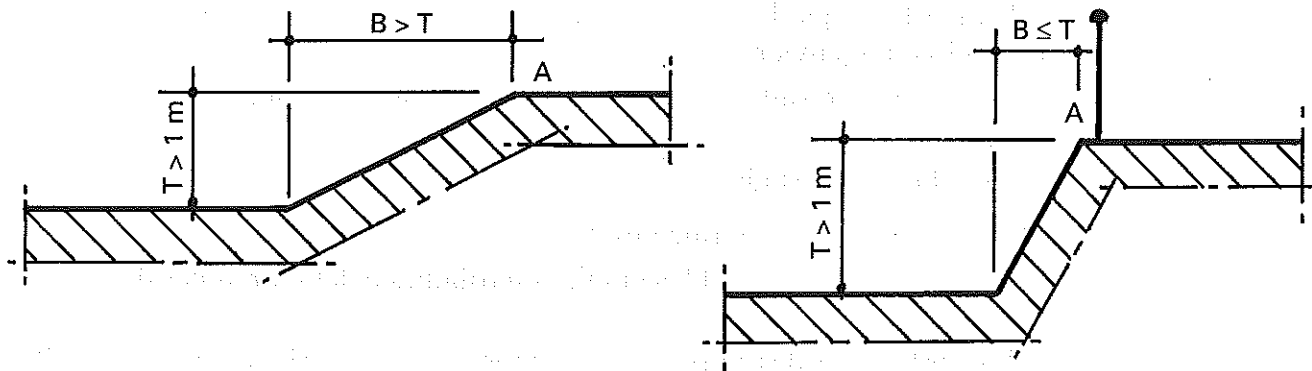
- les escaliers desservant les gradins ou tribunes et les extrémités des gradins débouchant sur le vide ;
- les garde-corps des édifices classés monuments historiques ou inscrits à l'inventaire des monuments historiques ;
- les remplacements à l'équivalent de garde-corps effectués lors de ravalement de bâtiments anciens ou l'adjonction de parties de bâtiments de même style (Cf. article 5, circulaire du 13 décembre 1982, ministère de l'Urbanisme et du Logement, relatif à la sécurité des personnes en cas de travaux de réhabilitation ou d'amélioration des bâtiments d'habitation existants).

#### IV – DISPOSITIONS GÉNÉRALES (cas où la mise en place d'un garde-corps est nécessaire)

**Lorsque la hauteur de chute comptée à partir de la Z.S.N. ou de la Z.S.P. est supérieure à 1 m**



1) Si le maître d'ouvrage le notifie.



Inutile de mettre un garde-corps en A si  $B > T$       Mettre un garde-corps en A si  $B \leq T$

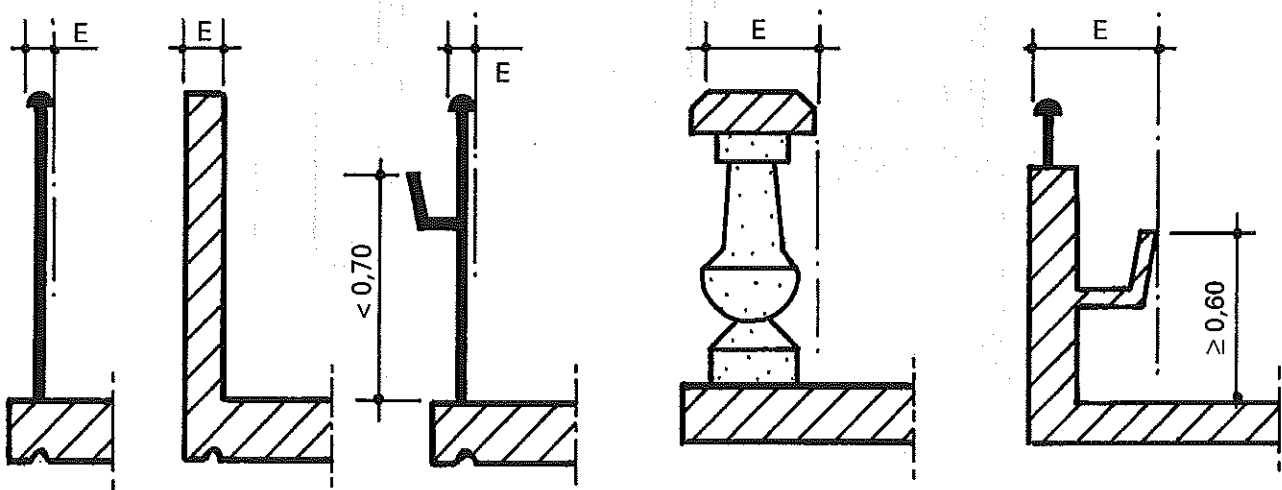
2. Toutefois, lorsque la hauteur de chute est inférieure ou égale à 1 m, il est recommandé d'établir à la limite contiguë au vide un obstacle fixe de faible hauteur tel que muret, acrotère, jardinière.

## V – ÉPAISSEUR DES GARDE-CORPS

### 1. Définition

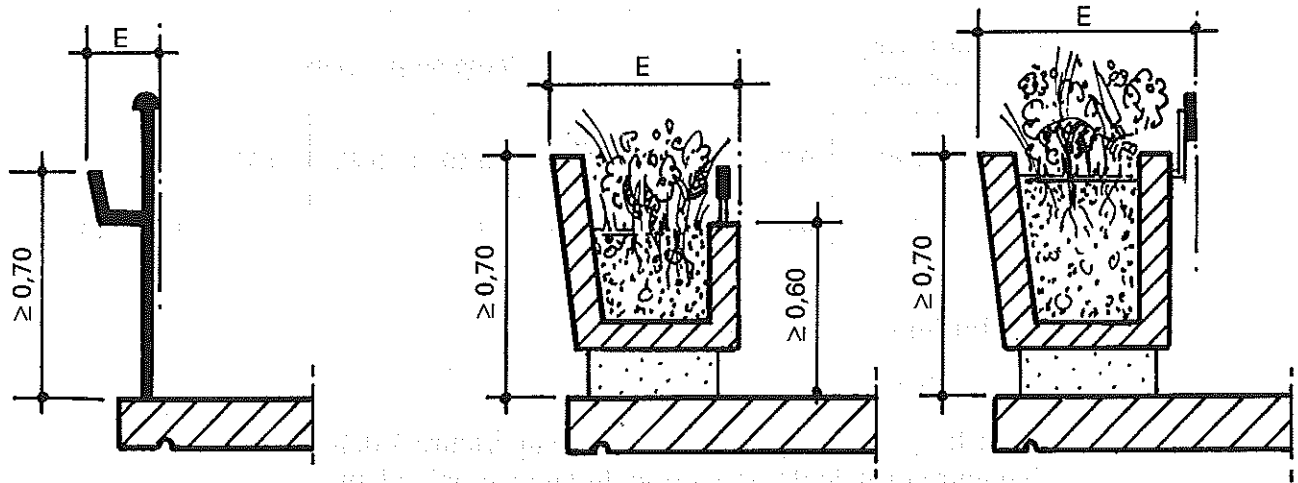
Distance horizontale E entre le bord extérieur de la face d'appui et le nu intérieur du garde-corps.

### 2. Cas courants – Types



### 3. Cas particuliers

Si le garde-corps comporte un élément extérieur dont la hauteur est supérieure ou égale à 0,70 m par rapport à la zone de stationnement normal, son épaisseur E est la distance horizontale entre le nu extérieur de cet élément et le nu intérieur du garde-corps.



#### 4. Classification

- Garde-corps minces  $E \leq 0,20$  m
- Garde-corps épais  $E > 0,20$  m

Ils peuvent être :

- ajourés ou pleins ;
- simples ou composés.

### VI – SPÉCIFICATIONS DIMENSIONNELLES DE SÉCURITÉ POUR LES GARDE-CORPS

#### A. Généralités

Les valeurs données ci-après sont :

- minimales pour les hauteurs de protection ;
- maximales pour les autres dimensions.

Les tolérances sont données au paragraphe E. (page 19).

#### B. Hauteurs de protection

##### 1. Hauteur normale

Les deux variables :

H = hauteur

et E = épaisseur

sont liées (Cf. tableau)<sup>1)</sup>.

1) Interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires.

	Garde-corps minces	Garde-corps épais							
E	$\geq 0,20$	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	$\geq 0,60$
H	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90	0,85	0,80	0,75 <sup>1)</sup>	0,70 <sup>1)</sup>

## 2. Hauteur réduite (H')

$$H = 0,90 \text{ m}$$

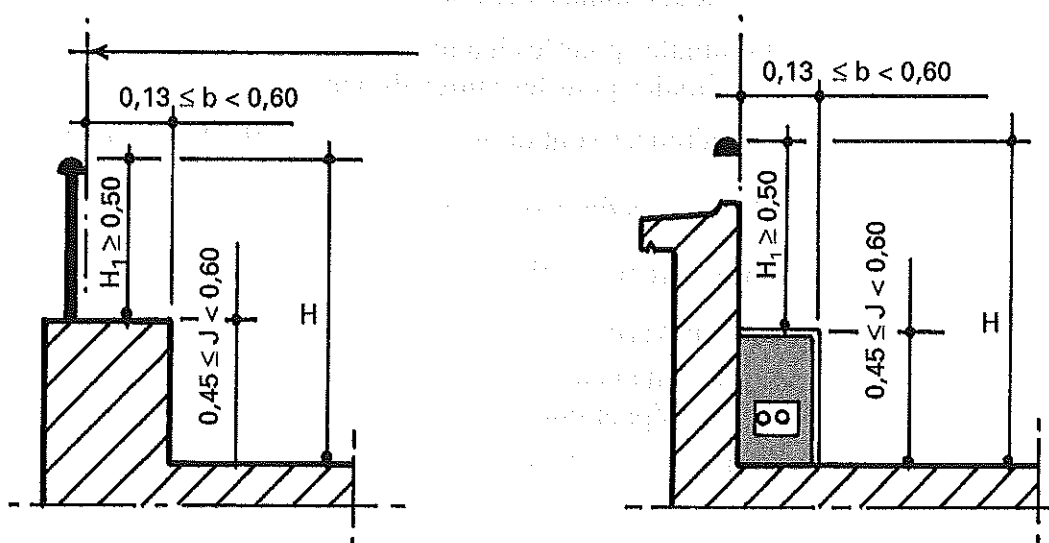
Pour les garde-corps d'épaisseur E supérieure à 0,40 m, elle correspond à la hauteur normale de protection du tableau précédent.

## C. Règles particulières

### 1. Garde-corps comportant un élément inférieur permettant l'agenouillement

Lorsque la hauteur J de l'élément inférieur d'appui comptée à partir de la zone de stationnement est comprise entre 0,45 et 0,60 m, la surface d'appui est considérée comme susceptible de permettre l'agenouillement ou la position assise à condition :

- qu'elle soit rigide et sensiblement horizontale <sup>2)</sup> ;
- que sa dimension perpendiculaire au garde-corps soit comprise entre 0,13 m et 0,60 m par rapport au nu intérieur de la partie supérieure.



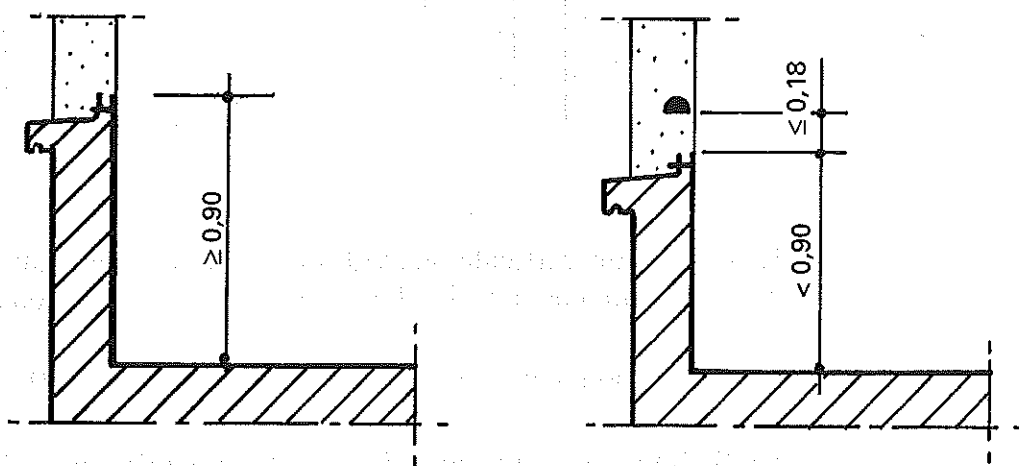
1) Ces valeurs ne sont pas valables pour les bâtiments d'habitation pour lesquels la hauteur H minimale est supérieure ou égale à 0,80 m (article R. 111.15 du C.C.H.).

2) Exemple : corps de chauffe (radiateur).

Dans ce cas, la hauteur de protection  $H_1$  comptée à partir du point le plus haut de cette surface d'appui, doit être supérieure à 0,50 m et telle que la hauteur normale  $H$  de protection soit respectée.

## 2. Cas de la fenêtre

Pour les bâtiments d'habitation, selon le C.C.H. (art. R. 111.15), lorsque la partie basse de la fenêtre, c'est-à-dire l'allège surmontée du dormant de la fenêtre, a une hauteur égale ou supérieure à 0,90 m comptée depuis la Z.S.N., il n'est pas nécessaire de mettre en place une barre d'appui ou un garde-corps.



Lorsque l'allège surmontée du dormant de la fenêtre a moins de 0,90 m de hauteur, et quelle que soit son épaisseur, elle doit être complétée par une main courante ou un garde-corps si cela est nécessaire pour satisfaire au C.C.H.

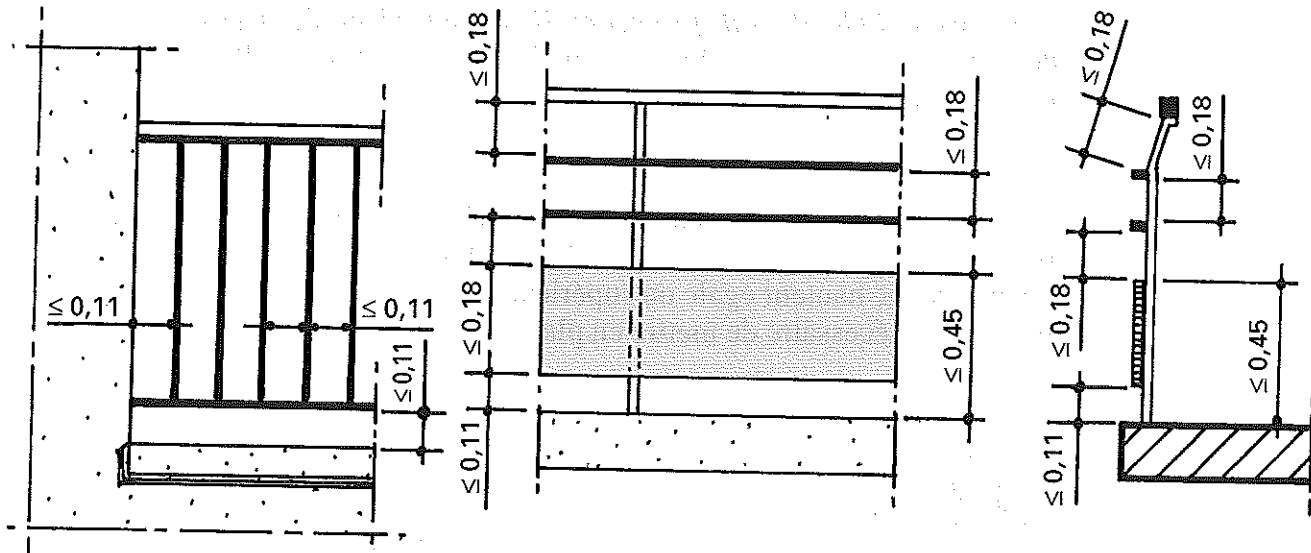
## 3. Garde-corps plein

Les seules spécifications concernant ce type sont celles relatives à la hauteur de protection (Cf. tableau page précédente) et aux saillies.

## 4. Garde-corps constitué d'éléments verticaux et horizontaux

### Règle :

La dimension horizontale *des vides* entre barreaux, panneaux de façades, tableaux dont la plus grande dimension est verticale, doit être inférieure ou égale à 0,11 m.



La dimension verticale des vides entre lisses, panneaux, zones de stationnement normal ou précaire dont la plus grande dimension est horizontale, doit être :

- $\leq 0,11$  m pour ceux situés à une hauteur inférieure à 0,45 m par rapport à la Z.S.N. ;
- $\leq 0,18$  m pour ceux situés à une hauteur supérieure à 0,45 m par rapport à la Z.S.N.

Quelle que soit la position des éléments par rapport au nu intérieur du garde-corps, la partie du garde-corps située à une hauteur inférieure à 0,45 m par rapport à la Z.S.N. ne doit pas comporter d'éléments permettant d'y stationner en équilibre assisté, à moins que le garde-corps ne soit conçu de façon à satisfaire aux prescriptions de la hauteur réduite H'.

Dans le cas où le remplissage, situé dans la hauteur d'accessibilité de 0,45 m, est constitué par un assemblage orthogonal d'éléments verticaux et horizontaux (grillage, treillis soudé), le vide horizontal entre éléments verticaux doit être  $\leq 0,05$  m.

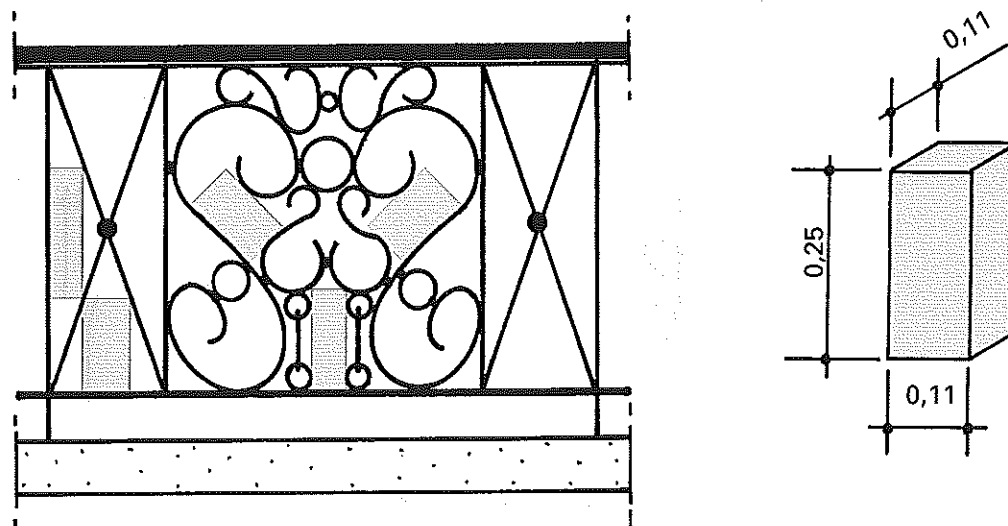
## 5. Garde-corps comportant des éléments de composition autres que verticaux et horizontaux

### Règle :

Les vides entre éléments ne doivent pas permettre le passage d'un gabarit rectangulaire de 0,25 x 0,11 m quelle que soit son orientation<sup>1)</sup> et son emplacement dans le plan du garde-corps.

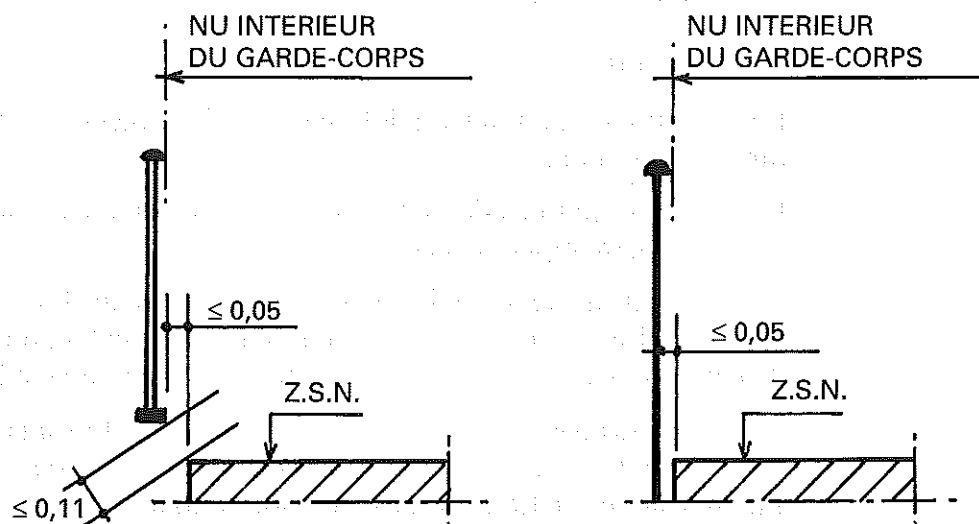
1) Ces éléments correspondent aux cas suivants :

- $\leq 0,11$  m : un enfant ne peut y introduire la tête sans risquer un décollement des oreilles ;
- $\leq 0,25$  m : distance bi-acromiale du corps d'un enfant.

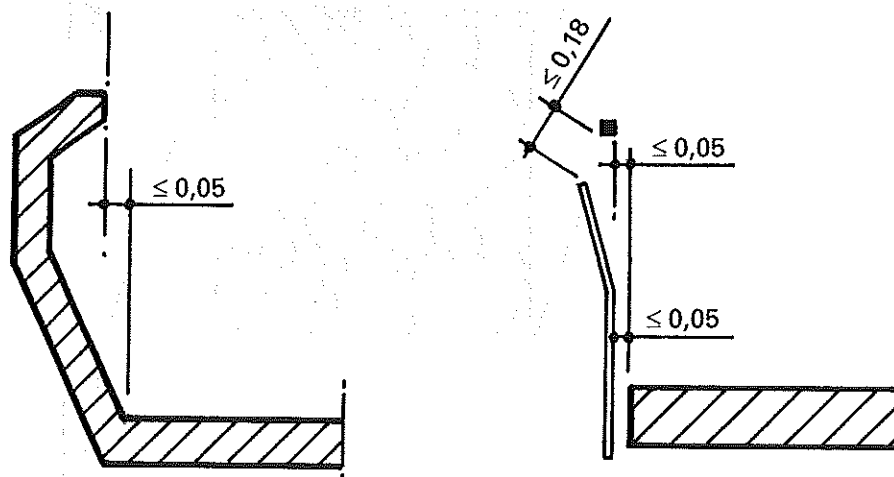


## 6. Garde-corps en saillie

La distance horizontale entre l'élément inférieur du garde -corps (lisse basse ou face intérieure du remplissage) et la partie horizontale la plus avancée du plancher ou partie d'appui doit être  $\leq 0,05$  m.



*Cas des garde-corps galbés ou inclinés vers l'extérieur*



La saillie par rapport à la partie la plus avancée du plancher (balcon, par exemple) ou partie d'appui, doit être inférieure ou égale à 0,05 m.

## VII – SPÉCIFICATIONS DIMENSIONNELLES DE SÉCURITÉ POUR LES RAMPES D'ESCALIER

### 1. Généralités

Les spécifications relatives à la hauteur de protection sont applicables aux rampes d'escalier.

Les rampes ajourées doivent être conformes aux spécifications dimensionnelles du paragraphe précédent.

Il n'y a pas de hauteur réduite de protection du fait que les rampes d'escalier bordent une aire de circulation et non de stationnement, et du fait de l'inclinaison de leurs éléments constitutifs. Les paliers de repos suivent les règles générales.

Les escaliers construits entre parois continues (encloisonnées) pleines ou ajourées doivent être équipés d'au moins une *main courante* indépendante pour faciliter la circulation. La distance horizontale entre main courante et paroi doit être supérieure ou égale à 0,05 m.

### 2. Hauteurs de protection

#### a) Rampes sur volée d'escalier

La hauteur de protection est supérieure ou égale à 0,90 m, mesurée à la verticale du nez de marche (Cf. dessin page suivante).

#### b) Rampes sur palier

La hauteur de protection est supérieure ou égale à 1 m dans la zone où la main courante est horizontale. Cependant, si le jour d'escalier a une largeur inférieure ou égale à 0,60 m, la hauteur de protection peut être ramenée à 0,90 m.

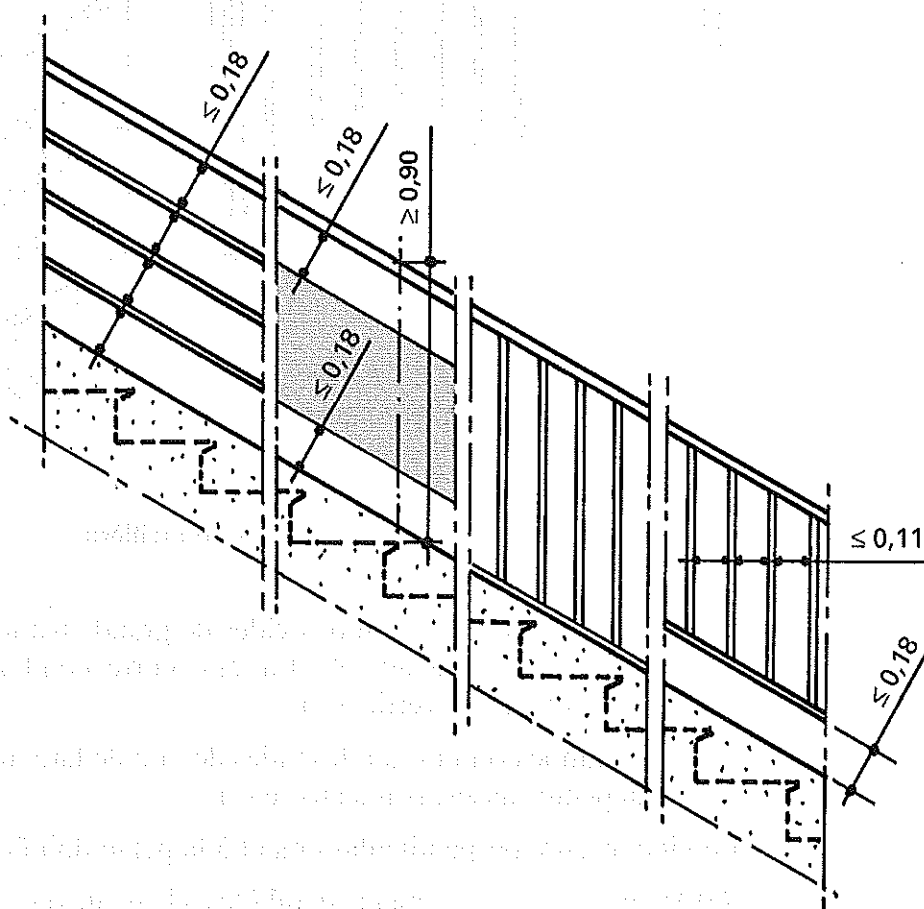


### 3. Autres spécifications

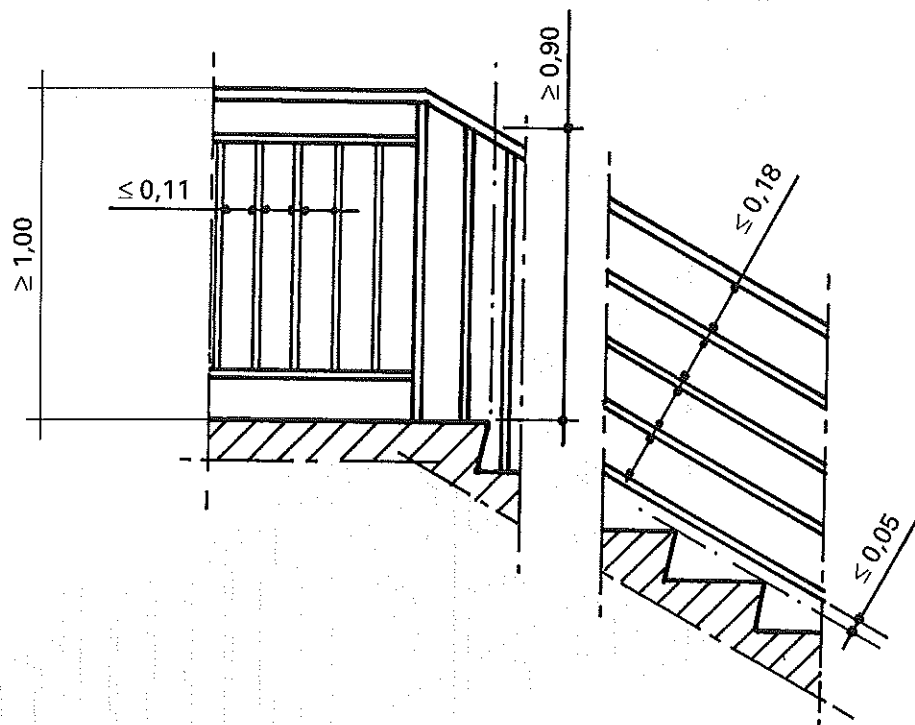
#### a) Rampe pleine

Mêmes spécifications pour la hauteur de protection que les règles générales.

#### b) Rampe ajourée



**Escalier à limon**



Escalier à crémaillère

• **1<sup>er</sup> cas** : rampe comportant des vides de grande hauteur entre éléments verticaux, barreaux, panneaux, etc. La règle correspond au vide  $\leq 0,11$  m (entre barreaux ou éléments verticaux).

• **2<sup>e</sup> cas** : rampe comportant des vides de grande largeur entre éléments parallèles à la pente (lisses, panneaux, etc.).

Le vide mesuré perpendiculairement à la pente doit être :

$\leq 0,18$  m entre deux éléments parallèles à la pente ou entre un de ces éléments et la main courante ;

$\leq 0,05$  m entre le dessous de la première lisse ou du panneau et les nez de marche pour les escaliers sans limon ;

$\leq 0,18$  m entre un de ces éléments et le limon pour les escaliers à limon.

• **3<sup>e</sup> cas** : rampe comportant des éléments autres que verticaux ou parallèles à la pente.

### Règle :

C'est celle du gabarit  $0,11 \times 0,25$  m. De plus, il ne doit pas y avoir d'éléments horizontaux superposés facilitant l'escalade.

*c) Saillie de rampe*

La distance horizontale entre l'élément inférieur de la rampe et la partie du limon des marches ou des paliers donnant sur le vide doit être inférieure ou égale à 0,05 m.

*d) Garde-corps sur palier*

Le garde-corps sur palier peut prolonger la rampe sur volée avec les mêmes éléments de composition dans les parties en raccordement où la main courante est inclinée, ainsi que dans la partie horizontale lorsque la largeur du jour d'escalier est inférieure ou égale à 0,60 m.

**VIII – TOLÉRANCES**

Elles sont applicables pour les garde-corps et pour les rampes d'escalier. Les tolérances tiennent compte de la fabrication des éléments et de leur mise en œuvre. Elles sont exprimés en valeurs (mm) en plus (+) ou en moins (-).

**1. Fabrication**

– Vide entre barreaux ou éléments verticaux	+ 3 mm
– Vide entre éléments horizontaux	+ 3 mm
– Vide entre éléments parallèles à la pente	+ 3 mm

**2. Position en œuvre**

– Hauteur de protection H	
H'	
H <sub>1</sub>	- 15 mm
– Hauteur d'accessibilité : 0,45 m	0
– Vide en partie basse du garde-corps	+ 10 mm
– Vide entre barreau vertical et tableau ou façade	+ 10 mm
– Saillie de garde-corps	+ 20 mm
– Vide entre élément inférieur d'une rampe et nez de marche	+ 10 mm
– Vide entre élément inférieur parallèle à la pente et le limon	+ 10 mm
– Saillie de rampe	+ 10 mm
– Vide entre éléments horizontaux	+ 10 mm

Les garde-corps doivent être conçus de manière à empêcher la chute des personnes et des objets. Ils doivent être installés conformément aux prescriptions de la norme NF EN 13120.

Les garde-corps doivent être conçus de manière à résister à une charge horizontale de 100 N appliquée à une hauteur de 1,10 m. Ils doivent être installés conformément aux prescriptions de la norme NF EN 13120.

Les garde-corps doivent être conçus de manière à résister à une charge horizontale de 100 N appliquée à une hauteur de 1,10 m. Ils doivent être installés conformément aux prescriptions de la norme NF EN 13120.

Les garde-corps doivent être conçus de manière à résister à une charge horizontale de 100 N appliquée à une hauteur de 1,10 m. Ils doivent être installés conformément aux prescriptions de la norme NF EN 13120.

Les garde-corps doivent être conçus de manière à résister à une charge horizontale de 100 N appliquée à une hauteur de 1,10 m. Ils doivent être installés conformément aux prescriptions de la norme NF EN 13120.

Les garde-corps doivent être conçus de manière à résister à une charge horizontale de 100 N appliquée à une hauteur de 1,10 m. Ils doivent être installés conformément aux prescriptions de la norme NF EN 13120.

## 5/7.3

# Revêtements

---

### I – GÉNÉRALITÉS

Les escaliers et rampes réalisés en maçonnerie (béton, béton armé, etc.) reçoivent généralement des revêtements pour répondre à différentes exigences :

- aspect esthétique ;
- planéité, état de surface ;
- couche d'usure ou de roulement (rampes).

Les revêtements proprement dits sont traités dans la partie 11. Les dispositions qui figurent dans la présente partie ne concernent que des détails de réalisation relatifs aux ouvrages suivants :

- escaliers de tous types ;
- rampes à faible pente pour piétons ;
- rampes pour véhicules.

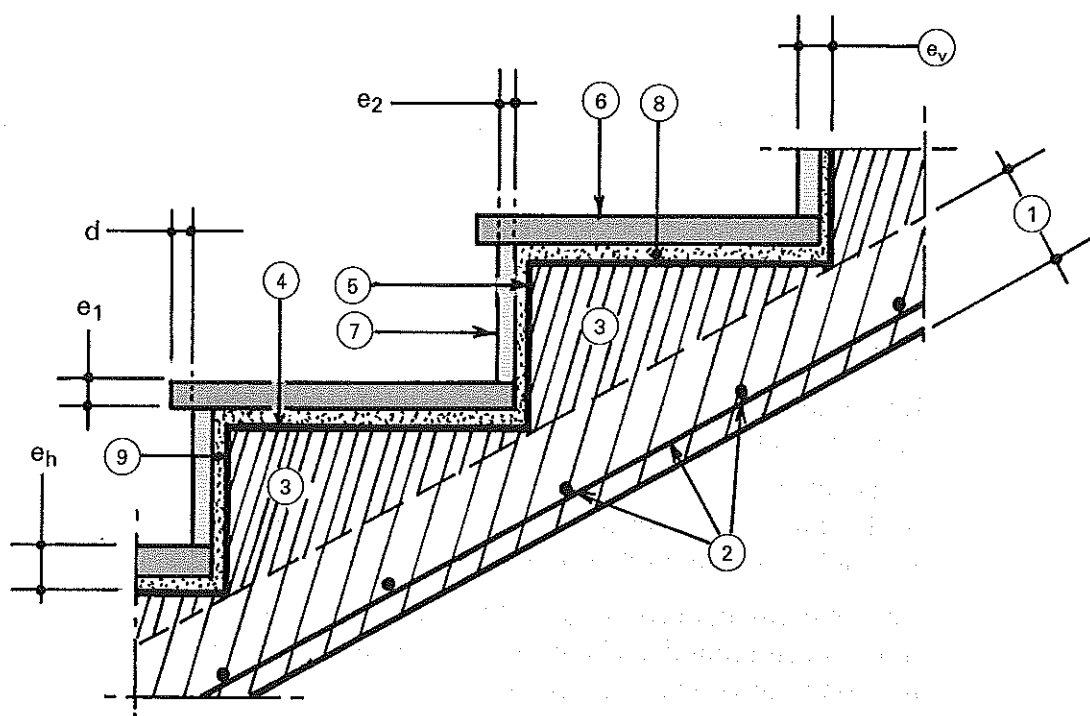
### II – ESCALIERS

#### A. Escaliers droits ou à volées droites à éléments porteurs en béton armé

##### 1. Généralités concernant les revêtements

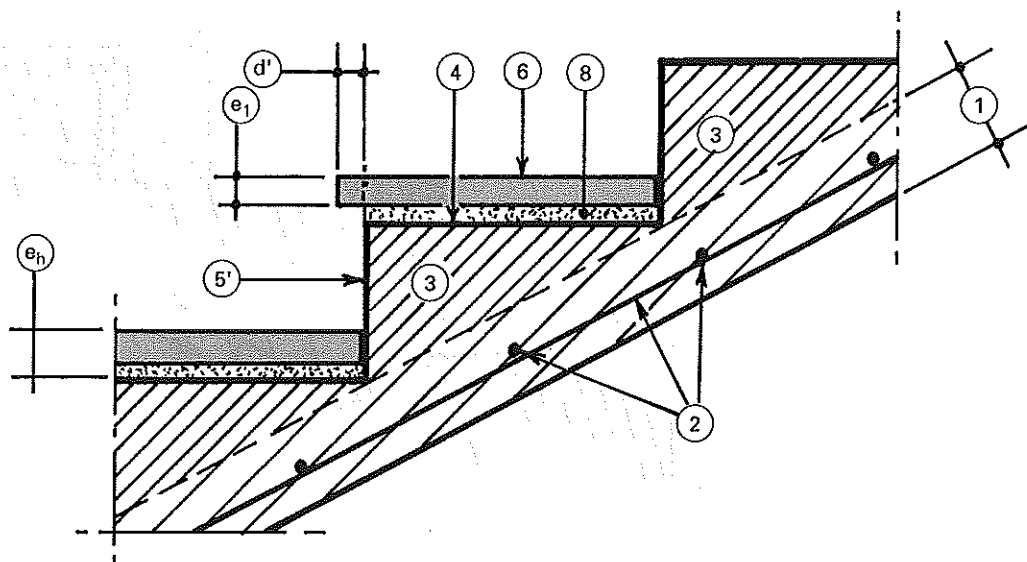
###### *a) Détail d'une marche courante (avec contremarche)*

L'élément porteur, ou paillasse, est une dalle inclinée recevant une recharge en gros béton non armé coulée en même temps que la dalle armée de paillasse.



- |   |  |
|---|--|
| ① Paillasse = dalle inclinée en BA                  | ⑦ Revêtement contremarche (épaisseur $e_2$ )     |
| ② Armatures paillasse                               | ⑧ ⑨ Mortier de pose                              |
| ③ Recharge constituant une marche en béton non armé | $e_h$ = Réserve horizontale pour pose marche     |
| ④ Arase brute marche                                | $e_v$ = Réserve verticale pour pose contremarche |
| ⑤ Parement brut contremarche                        | $d$ = Débord « nez de marche »                   |
| ⑥ Revêtement marche (épaisseur $e_1$ )              |  |

*b) Détail marche courante (sans contremarche)*



(5') Parement contremarche (brut de décoffrage ou ragréé)

$e_v = 0$

Lorsque :

– l'escalier est entièrement revêtu (marches horizontales et contremarches verticales), les niveaux finis (et à l'inverse, les niveaux bruts) doivent tenir compte des revêtements et du mortier de pose. Par exemple, dans le cas de pierre dure :

$e_1 = 0,03$  m (marches)

$e_2 = 0,02$  m (contremarches).

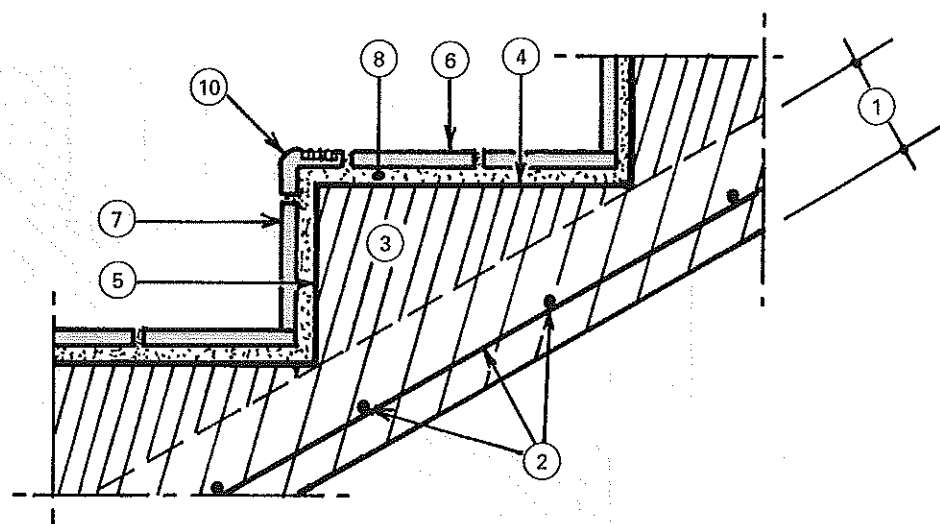
Les réservations brut/fini sont :

$e_h$  pour la réalisation des marches horizontales ;

$e_v$  pour la réalisation des marches verticales ;

– seules les marches sont revêtues (Cf. dessin ci-dessous, *b*). Les contremarches sont : soit brutes de coffrage, soit ragréées par des enduits minces (quelques millimètres d'épaisseur).

Dans les deux cas, la marche débord sur le nu (fini) de la contremarche par un « nez de marche » (0,02 à 0,03 m). Dans le cas de revêtements durs à base de carrelage ou de dalles spéciales pour revêtements d'escalier, le nez de marche peut être supprimé en tant que débord et remplacé par une pièce spéciale pour éviter le glissement (Cf. dessin p. 4).

*Détail : nez de marche (revêtement carrelage)*

⑩ Pièce spéciale « nez de marche »

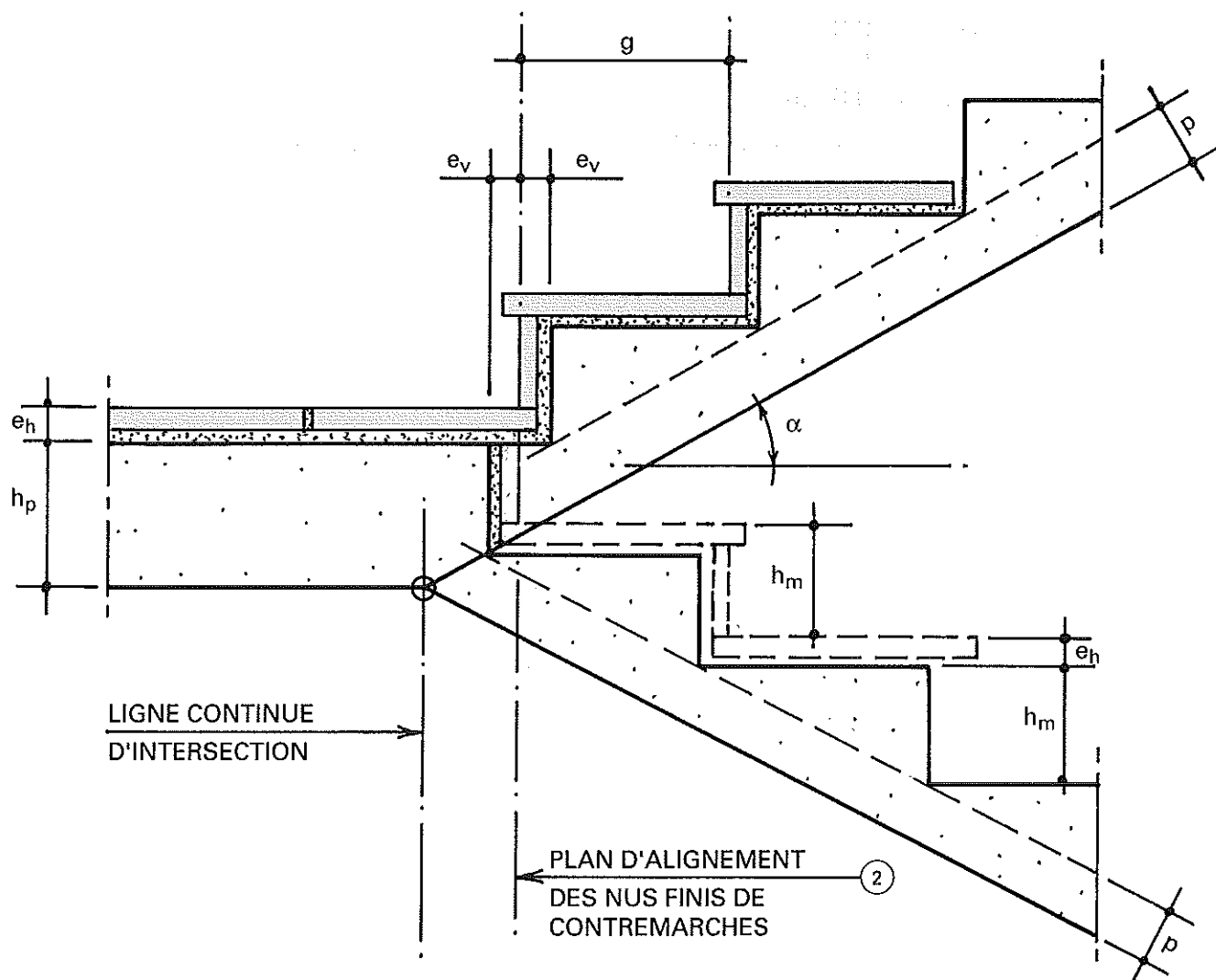
*b) Disposition spéciale*

Raccordement de deux volées droites avec un palier intermédiaire ou un palier d'étage courant.

**Principe :**

Le tracé de l'escalier doit permettre de réaliser un raccordement continu des lignes d'intersection des plans inclinés des deux paillasse avec le plan horizontal de la sous-face du palier.



*Détail : tracé*

Une seule condition du tracé consiste à aligner les contremarches (nu fini) des volées d'arrivée et de départ dans un même plan vertical.

L'inconnue du problème est l'épaisseur brute de la dalle palière. Les données ou variables sont :

- les dimensions des marches (généralement identiques pour les deux volées).

$$\left. \begin{array}{l} g = \text{giron} \\ h_m = \text{hauteur marche} \end{array} \right\} \tan \alpha = \frac{h_m}{g}$$

- l'épaisseur des paillasse (p) généralement identique pour les deux volées ;
- les réservations pour revêtements :
  - de marches et palier  $e_h$  ;
  - de contremarches  $e_v$ .

Dans le tracé indiqué avec les données suivantes (échelle 1/10) :

$$h_m = 0,16^s \text{ m}$$

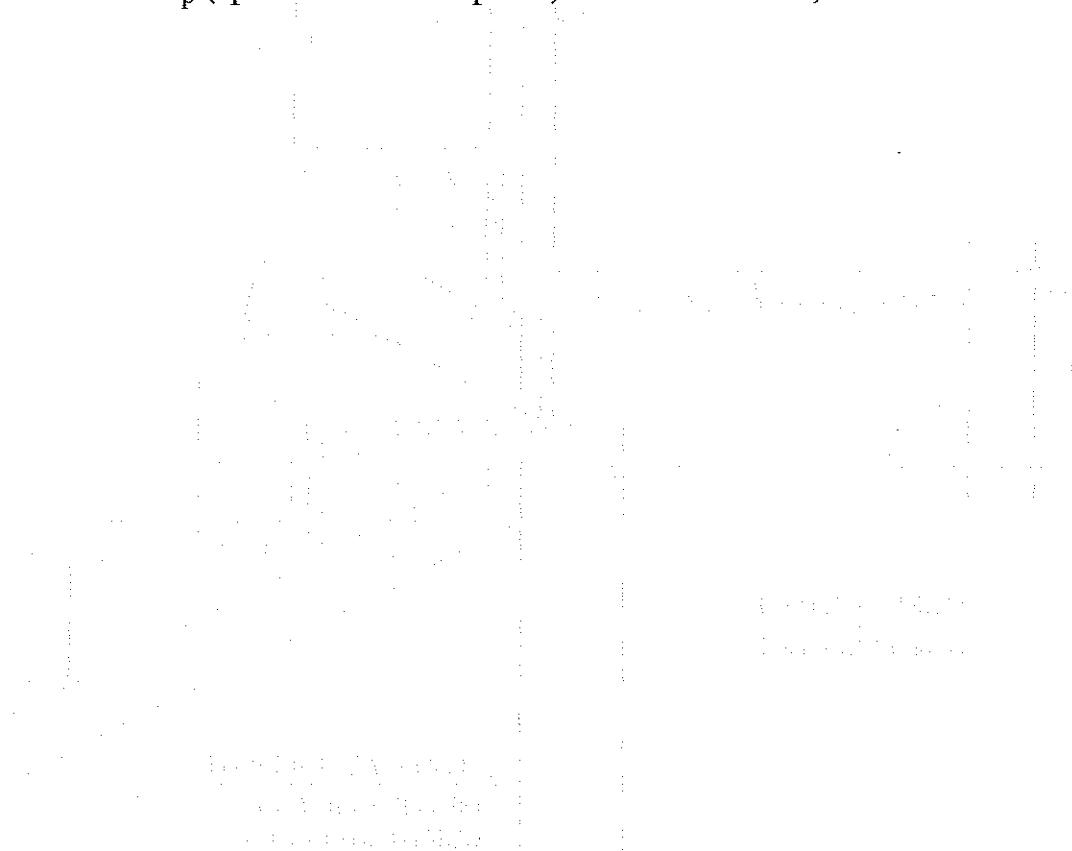
$$g = 0,30 \text{ m}$$

$$p = 0,08 \text{ m}$$

$$e_h = 0,05 \text{ m}$$

$$e_v = 0,04 \text{ m}$$

la valeur  $h_p$  (épaisseur brute du palier) est de l'ordre de **0,21 m**.



# 5/8

## Ascenseurs – Monte-charges

### 5/8.1

## Types d'appareils

La norme P 82-208 de juillet 1991 ISO 4190-1 : 1990 (F), relative à l'installation d'ascenseurs, distingue différents types d'appareils.

### 1. Ascenseurs

**Définition :** appareil élévateur installé à demeure, desservant des niveaux définis, comportant une cabine dont les dimensions et la constitution permettent manifestement l'accès des personnes, se déplaçant, au moins partiellement, le long de guides verticaux ou dont l'inclinaison par rapport à la verticale est inférieure à 15°.

On distingue les classes suivantes :

#### a) Classe I : ascenseurs destinés au transport des personnes

Pour les ascenseurs plus particulièrement destinés aux bâtiments à usage d'habitation, il convient de noter que :

- les cabines de petites dimensions pour charges nominales de 320 kg et 400 kg permettent uniquement le transport des personnes ;
- la cabine de dimensions moyennes pour charge nominale de 630 kg permet, en outre, le transport des fauteuils roulants normaux pour handicapés et des voitures d'enfants.

(à noter que ces ascenseurs ont une dimension intérieure de cabine de 1,10 m de largeur et de 1,40 m de profondeur) ;

– la cabine de grandes dimensions, pour charge nominale de 1 000 kg permet, en plus des possibilités de la cabine de dimensions moyennes, le transport des brancards à poignée escamotable, des cercueils et des meubles.

*b) Classe II : ascenseurs destinés principalement au transport des personnes et, accessoirement, des charges*

Ils diffèrent des ascenseurs des classes I et III essentiellement par l'aménagement intérieur de la cabine.

Les dimensions des ascenseurs de la classe II doivent être choisies parmi celles des ascenseurs de la classe I ou III. Il est plus particulièrement recommandé de retenir à cet effet soit les dimensions de l'ascenseur de 1 000 kg destiné aux bâtiments d'habitation, soit celles des ascenseurs de la classe III.

*c) Classe III : ascenseurs destinés au transport des lits*

Il convient de noter que :

– les deux cabines pour charges nominales de 1 600 kg et 2 000 kg permettent de répondre aux exigences de la plupart des établissements hospitaliers et de soins ;

– la cabine pour une charge nominale de 2 500 kg permet plus particulièrement le transport des malades couchés sur des lits avec appareillage médical.

*d) Classe IV : ascenseurs destinés principalement au transport des charges qui sont généralement accompagnées par des personnes*

## 2. Monte-charge

Définition : appareil élévateur installé à demeure, desservant des niveaux définis, comportant une cabine inaccessible aux personnes par ses dimensions et sa constitution, se déplaçant, au moins partiellement, le long de guides verticaux ou dont l'inclinaison par rapport à la verticale est inférieure à 15°.

Pour satisfaire cette condition d'inaccessibilité, les dimensions de la cabine ne doivent pas dépasser :

- en surface : 1 m<sup>2</sup> ;
- en profondeur : 1 m ;
- en hauteur : 1,2 m.

Une hauteur supérieure à 1,2 m peut toutefois être admise si la cabine comporte plusieurs compartiments fixes répondant chacun aux conditions ci-dessus.

## 5/8.2

# Réglementation

---

### 1. Normes AFNOR

NF P 82-201	Règles générales de construction et d'installation concernant la sécurité des ascenseurs et monte-charges
NF P 82-200	Interprétation des règles
NF P 82-202 à 206	Règles particulières relatives aux charpentes, poulies, cabines et portes palières
NF P 82-207	Dispositif d'appel prioritaire des sapeurs-pompiers
NF P 82-208	Dimensions des organes d'un ascenseur
NF P 82-210	Règles de sécurité pour la construction et l'installation d'ascenseurs
NF P 82-223	Ascenseurs à crémaillères et ascenseurs à vis
NF P 82-401 à 414	Dimensions des ascenseurs du groupe I
NF P 82-421 à 432	Dimensions des monte-malades du groupe I
NF P 82-441 et 442	Dimensions des monte-meubles des groupes I et II et des monte-voitures des groupes I et II
NF P 82-451 et 452	Petits monte-charges du groupe III
NF P 461 à 483	Portes palières
NF P 91-201	Constructions « handicapés physiques »
NF P 90-311	Dimensions des brancards.

### 2. Normes UTE

UTE C 32-401 et 402	Desserte des ascenseurs en énergie électrique, tableaux de machinerie, installation d'alarme et câbles souples pour ascenseurs
UTE C 91-100	Règles de protection contre les perturbations radiophoniques.

### 3. DTU

- DTU 75.1 « Principes d'établissement du programme d'ascenseurs dans les bâtiments à usage d'habitation ».  
Octobre 78 et erratum de février 79 remplaçant celui de juin 74.
- DTU 70.1 « Installations électriques des bâtiments à usage d'habitation 4 ».  
Juillet 75 remplaçant celui de décembre 66.

### 4. Décrets

Décret n° 45-800 du 23 avril 1945 : règles d'administration publique de salubrité et de protection

Décret n° 54-856 du 13 août 1954 : sécurité dans les ERP

Décret n° 62-1454 du 14 novembre 1962 : règles de protection contre les dangers des courants électriques

Décret n° 65-261 du 1<sup>er</sup> avril 1965 : idem décret 45-800

Décret n° 67-1063 du 15 novembre 1967 et n° 69-596 du 14 juin 1969 : règles de construction des immeubles d'habitation et de protection contre les incendies (IGH)

Décret n° 80-637 du 4 août 1980 concernant l'accessibilité et l'adaptabilité des logements aux personnes handicapées dans les bâtiments d'habitation, intégré au Code de la construction et de l'habitation – article R.111-5.

### 5. Arrêtés

Arrêté interministériel du 14 juin 1969 : niveau de pression acoustique du bruit engendré par les équipements

Arrêté du 30 juin 1970 : obligation de conformité avec la NF P 82-201

Arrêté interministériel du 23 octobre 1972 : contrat d'entretien des ascenseurs

Arrêté interministériel du 24 décembre 1980 du décret n° 80-637 du 4 août 1980.

## 5/8.3

# Dimensions fonctionnelles

---

La norme P 82-208 de juillet 1991 ISO 4190-1 : 1990 (F), relative à l'installation d'ascenseur, précise les dimensions fonctionnelles en un tableau 1 pour les ascenseurs de la classe U, et un tableau 2 pour les ascenseurs de la classe III (monte-malades).

Considérant l'intérêt de ces documents, ils sont reproduits *in extenso* ci-après. Il est à noter que, seules sont normalisées les dimensions relatives aux ascenseurs électriques pourvus d'une machinerie au-dessus de la gaine.

Pour des raisons diverses, les constructeurs peuvent suggérer des dimensions pouvant différer légèrement par rapport à celles définies dans cette norme.

1. Tableau 1 – Ascenseurs de la classe 1 : dimensions fonctionnelles

Description générale			Bâtiments à usage d'habitation				Bâtiments à usage autre que d'habitation (bureaux, banques, hôtels, etc.)				
Charge nominale (masse) (kg)			320 <sup>1)</sup>	400 <sup>1)</sup>	630	1 000	630	800	1 000	1 250	1 600
Cabine	Largeur b <sub>1</sub>	(mm)	900	1 100			1 100	1 350	1 600	1 950	
	Profondeur d <sub>1</sub>	(mm)	1 000		1 400	2 100	1 400			1 750	
	Hauteur	(mm)	2 200				2 200		2 300		
Portes de cabine et portes palières	Largeur b <sub>2</sub>	(mm)	700	800			800		1 100		
	Hauteur h <sub>3</sub>	(mm)	2 000				2 000		2 100		
	Type		Ouverture latérale				Ouverture centrale				
			<sup>2)</sup>	Ouverture centrale							
Gaine	Largeur b <sub>3</sub>	(mm)					<sup>2)</sup>				
	Portes ouverture latérale		1 400	1 600							
	Portes ouverture centrale		<sup>2)</sup>	1 800			1 800	1 900	2 400	2 600	
	Profondeur d <sub>2</sub>	(mm)	1 600		1 900	2 600	2 100	2 300			2 600
Profondeur de cuvette	d <sub>3</sub>	(mm)					<sup>2)</sup>				
	v <sub>n</sub> = 0,40 m/s <sup>3)</sup>		1 400				<sup>2)</sup>				
	v <sub>n</sub> = 0,63 m/s										
	v <sub>n</sub> = 1,00 m/s		1 400				1 400			1 600	
	v <sub>n</sub> = 1,60 m/s <sup>4)</sup>		<sup>2)</sup>	1 600			1 600				
Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi			<sup>2)</sup>		2 200		<sup>2)</sup>	2 200			
							<sup>2)</sup>				
			3 600				<sup>2)</sup>				
			3 600								
			3 700				3 800		4 200	4 400	
			3 800				4 000		4 200	4 400	
			<sup>2)</sup>		5 000		<sup>2)</sup>	5 000	5 200	5 400	

1) Ces dimensions de cabine ne permettent pas l'accès des handicapés en fauteuil roulant.

2) Disposition non normalisée.

3) Uniquement pour ascenseurs hydrauliques.

4) Uniquement pour ascenseurs électriques.

Tableau extrait de la norme NF P 82-208.



Description générale			Bâtiments à usage d'habitation				Bâtiments à usage autre que d'habitation (bureaux, banques, hôtels, etc.)			
Local des machines pour ascenseurs hydrauliques <sup>5)</sup>			Largeur ou profondeur de gaine x 2 000 mm				2)			
		Hauteur h <sub>2</sub> (mm)								
Local des machines pour ascenseurs électriques <sup>5)</sup>	v <sub>n</sub> = 0,63 m/s	Surface A (m <sup>2</sup> )	6	7,5	10	12	15	20	22	25
		Largeur <sup>6)</sup> b <sub>4</sub> (mm)	1 600	2 200		2 400	2 500	3 200		
		Profondeur <sup>6)</sup> d <sub>4</sub> (mm)	3 000	3 200	3 700	4 200	3 700	4 900		5 500
		Hauteur h <sub>2</sub> (mm)	2 000				2 200	2 400		2 800
	v <sub>n</sub> = 1,00 m/s	Surface A (m <sup>2</sup> )	6	7,5	10	12	15	20	22	25
		Largeur <sup>6)</sup> b <sub>4</sub> (mm)	1 600	2 200		2 400	2 500	3 200		
		Profondeur <sup>6)</sup> d <sub>4</sub> (mm)	3 000	3 200	3 700	4 200	3 700	4 900		5 500
		Hauteur h <sub>2</sub> (mm)	2 000				2 200	2 400		2 800
	v <sub>n</sub> = 1,60 m/s	Surface A (m <sup>2</sup> )	2)	10	12	14	15	20	22	25
		Largeur <sup>6)</sup> b <sub>4</sub> (mm)	2)	2 200		2 400	2 500	3 200		
		Profondeur <sup>6)</sup> d <sub>4</sub> (mm)	2)	3 200	3 700	4 200	3 700	4 900		5 500
		Hauteur h <sub>2</sub> (mm)	2)	2 200			2 200	2 400		2 800
	v <sub>n</sub> = 2,50 m/s	Surface A (m <sup>2</sup> )	2)	14		16	2)	18	20	22
		Largeur <sup>6)</sup> b <sub>4</sub> (mm)	2)	2 800			2)	2 800	3 200	
		Profondeur <sup>6)</sup> d <sub>4</sub> (mm)	2)	3 700		4 200	2)	4 900		5 500
		Hauteur h <sub>2</sub> (mm)	2)	2 600			2)	2 800		

2) Disposition non normalisée.

5) Les conditions du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes du local des machines.

6) b<sub>4</sub> et d<sub>4</sub> sont des valeurs minimales. Les dimensions réelles doivent engendrer une surface au moins égale à A.

Tableau extrait de la norme NF P 82-208.

**2. Tableau 2 – Ascenseurs électriques de la classe III (monte-malades) : dimensions fonctionnelles**

Charge nominale (masse)		(kg)	1 600	2 000	2 500	
Cabine	Largeur b <sub>1</sub>	(mm)	1 400	1 500	1 800	
	Profondeur d <sub>1</sub>	(mm)	2 400	2 700		
	Hauteur	(mm)	2 300			
Portes de cabine et portes palières	Largeur b <sub>2</sub>	(mm)	1 300	1 300 <sup>1)</sup>		
	Hauteur h <sub>3</sub>	(mm)	2 100			
	Type		Ouverture latérale	Ouvert. latérale <sup>1)</sup>		
Gaine	Largeur b <sub>3</sub>	(mm)	2 400	2 700		
	Profondeur d <sub>2</sub>	(mm)	3 000	3 300		
Profondeur de cuvette	d <sub>3</sub>	(mm)				
	v <sub>n</sub> = 0,63 m/s		1 600	1 800		
	v <sub>n</sub> = 1,00 m/s		1 700	1 900		
	v <sub>n</sub> = 1,60 m/s		1 900	2 100		
	v <sub>n</sub> = 2,50 m/s		2 500	2 500		
Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi	h <sub>1</sub>	(mm)				
	v <sub>n</sub> = 0,63 m/s		4 400	4 600		
	v <sub>n</sub> = 1,00 m/s		4 400	4 600		
	v <sub>n</sub> = 1,60 m/s		4 400	4 600		
	v <sub>n</sub> = 2,50 m/s		5 400	5 600		
Local des machines <sup>2)</sup>	v <sub>n</sub> = 0,63 m/s	Surface A	(m <sup>2</sup> )	25	27	29
		Largeur <sup>3)</sup> b <sub>4</sub>	(mm)	3 200		3 500
		Profondeur <sup>3)</sup> d <sub>4</sub>	(mm)	5 500	5 800	
		Hauteur h <sub>2</sub>	(mm)	2 800		
	v <sub>n</sub> = 1,00 m/s	Surface A	(m <sup>2</sup> )	25	27	29
		Largeur <sup>3)</sup> b <sub>4</sub>	(mm)	3 200		3 500
		Profondeur <sup>3)</sup> d <sub>4</sub>	(mm)	5 500	5 800	
		Hauteur h <sub>2</sub>	(mm)	2 800		
	v <sub>n</sub> = 1,60 m/s	Surface A	(m <sup>2</sup> )	25	27	29
		Largeur <sup>3)</sup> b <sub>4</sub>	(mm)	3 200		3 500
		Profondeur <sup>3)</sup> d <sub>4</sub>	(mm)	5 500	5 800	
		Hauteur h <sub>2</sub>	(mm)	2 800		
	v <sub>n</sub> = 2,50 m/s	Surface A	(m <sup>2</sup> )	25	27	29
		Largeur <sup>3)</sup> b <sub>4</sub>	(mm)	3 200		3 500
		Profondeur <sup>3)</sup> d <sub>4</sub>	(mm)	5 500	5 800	
		Hauteur h <sub>2</sub>	(mm)	2 800		

1) Variante possible : passage libre 1 400 mm – Porte à ouverture centrale.

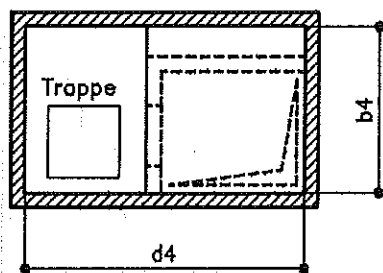
2) Les conditions du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes du local des machines.

3)  $b_4$  et  $d_4$  sont des valeurs minimales. Les dimensions réelles doivent engendrer une surface au moins égale à A.

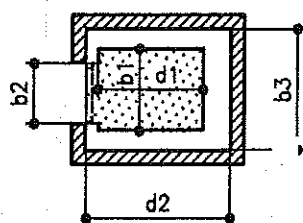
Tableau extrait de la norme NF P 82-208.

### 3. Ascenseurs électriques : cabine, gaine et local des machines

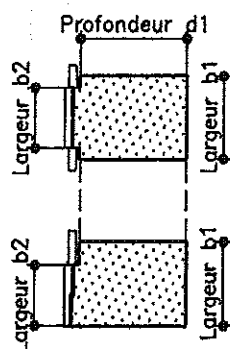
Coupe horizontale A-A  
du local des machines



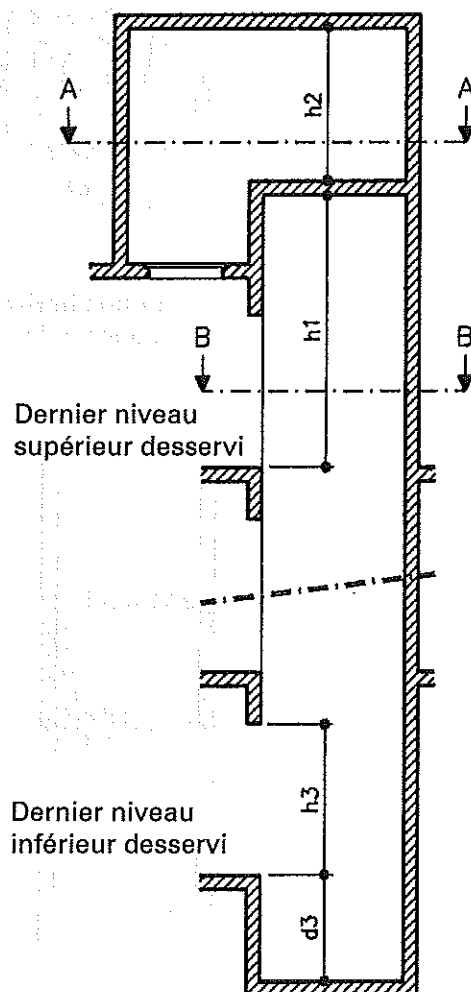
Coupe horizontale B-B  
de la gaine



Cabines

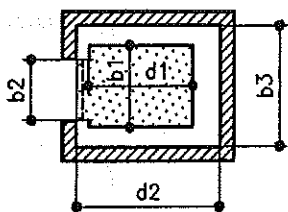


Coupe verticale de la gaine  
et du local des machines

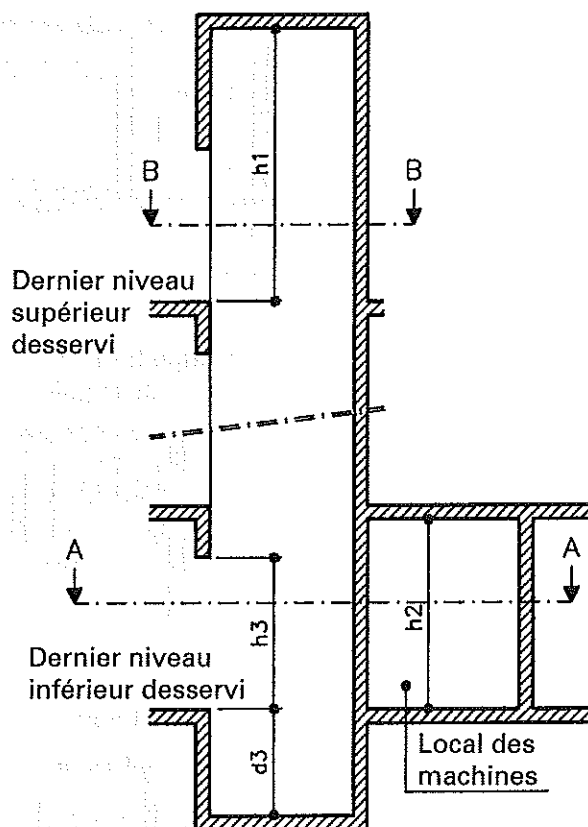


#### 4. Ascenseurs hydrauliques : cabine, gaine et local des machines

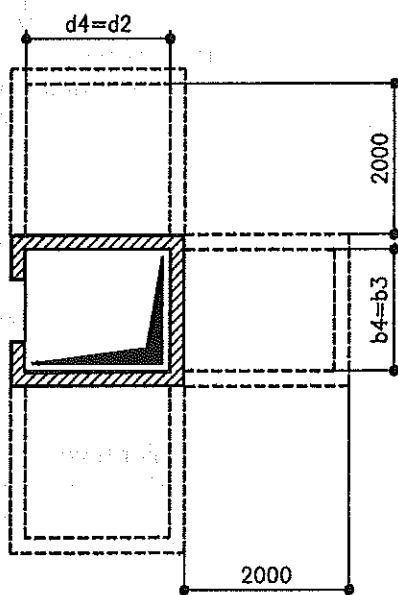
**Coupe horizontale B-B  
de la gaine**



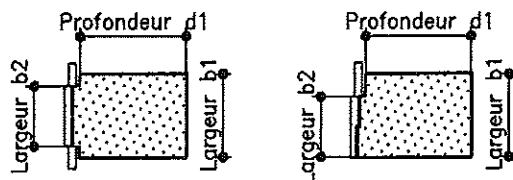
**Coupe verticale de la gaine  
et du local des machines**



**Coupe horizontale A-A  
du local des machines**



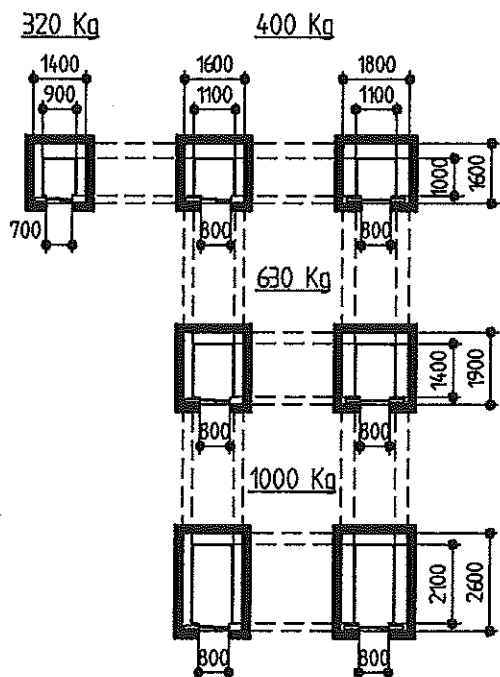
**Cabines**



## 5. Cabines pour les ascenseurs des classes I et III

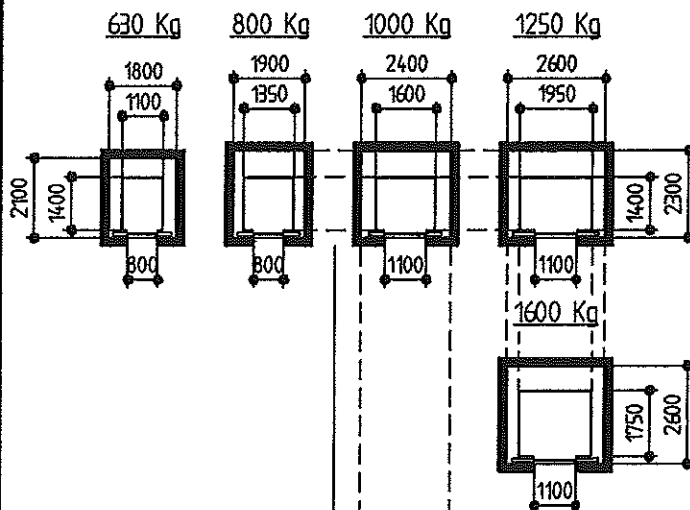
### Classe I

Ascenseurs pour bâtiments  
à usage d'habitation



Hauteur de cabine : 2200  
Hauteur du passage libre : 2000

Ascenseurs pour bâtiments  
à usage autre que d'habitation

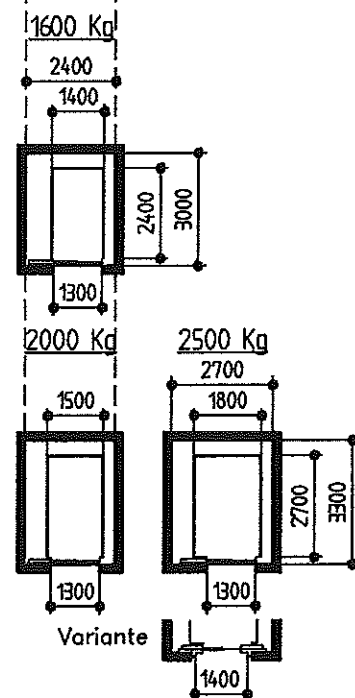


Hauteur de cabine : 2200  
Hauteur du passage libre : 2000

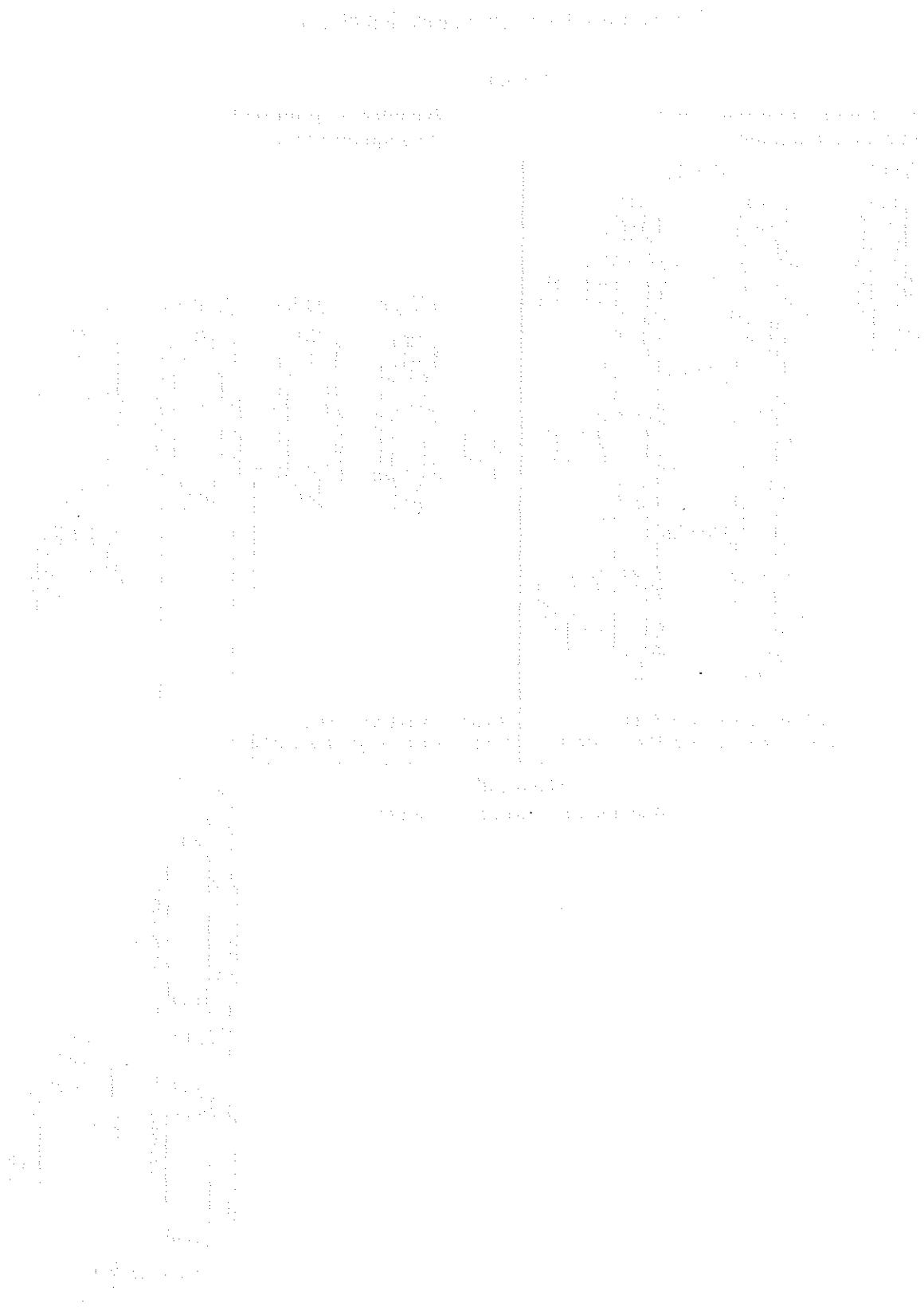
Ht de cabine : 2300  
Ht du passage libre : 2100

### Classe III

Ascenseurs (monte-malades)



Hauteur de cabine : 2300  
Hauteur de passage libre : 2100



## 5/8.4

# Type de traction des ascenseurs

---

Les ascenseurs les plus courants sont à *moteur électrique avec traction par treuil et câble*. La machinerie se trouve le plus généralement au-dessus de la gaine, conformément aux normes et au DTU. Toutefois, il est commercialisé des ascenseurs avec des machineries positionnées différemment :

- en haut et à l'arrière de la gaine ;
- en bas et latéralement à la gaine, avec renvois.

Il existe aussi des ascenseurs à *système hydraulique* où la cabine est propulsée par un vérin. Ce vérin peut être situé :

- sous le centre de la cabine ;
- à l'arrière ou latéralement à la cabine ;
- mouflé.

Enfin, il est proposé des *ascenseurs à vis*, dont les caractéristiques particulières sont décrites ci-après.

### a) Réduction des travaux de maçonnerie

- Plus besoin de local machinerie.
- Profondeur de la cuvette minimale, notamment en bâtiment existant.
- Hauteur sous plafond à l'étage le plus élevé limité, notamment en bâtiment existant, par l'absence de local machinerie et de poulies.
- Faibles dimensions de la gaine, dont un seul côté porteur est nécessaire pour la fixation des guides, à moins d'opter pour un pylône métallique, auquel cas il n'est plus besoin de mur porteur.

### b) Système d'entraînement par une vis, un écrou et un moteur

Ainsi, il n'y a aucun câble, contrepoids, régulateur de vitesse, parachute, ni poulies de renvois, pas plus que de centrale hydraulique, vérin, flexible, etc.

La cabine est équipée d'une trappe sur le toit et d'un portillon d'entretien. Des cabines vitrées sont réalisables. Le moteur à frein incorporé entraîne par courroie un écrou en bronze titré. La vis est taillée dans une barre d'acier spécial de 70 mm de diamètre.

*c) Spécifications*

- Cabine de 1 à 13 personnes, selon dimensions cabine.
- Charge utile : 1 200 kg maximum, selon dimensions cabine.
- Hauteur de levée :  $\pm 18$  m maximum.
- Vitesse :
  - moteur 1 vitesse : 0,30 à 25 m/sec. ;
  - variation de fréquence : 0,50 m/sec. maximum.
- Porte cabine :
  - pliante automatique ;
  - coulissante automatique.
- Porte palière :
  - battante ;
  - coulissante automatique.
- Profondeur de cuvette :
  - bâtiment existant : 0,40 à 0,65 m ;
  - bâtiment neuf : 1,20 m.
- Hauteur sous plafond de l'étage le plus élevé :
  - bâtiment existant :
    - porte cabine pliante : 2,60 m ;
    - porte cabine coulissante : 2,80 m ;
  - bâtiment neuf :
    - porte cabine pliante : 3,40 m ;
    - porte cabine coulissante : 3,40 m.
- Dépannage de secours :
  - depuis une cuvette annexe située au niveau du départ ;
  - un dépannage manuel à disposition de l'utilisateur depuis l'intérieur de la cabine pour les appareils installés dans des bâtiments privés.



## 5/8.5

# Ascenseurs en bâtiments neufs à usage d'habitation

---

### 1. Rappel des obligations réglementaires

#### a) Décret n° 80-637 du 4 août 1980 – article 1<sup>er</sup>

« L'installation d'un ascenseur desservant chaque étage est obligatoire dans les bâtiments d'habitation collectifs comportant plus de trois étages au-dessus du rez-de-chaussée » (art. R. 111-5 du Code de la construction et de l'habitation).

Ce texte induit les commentaires suivants :

- lorsqu'il y a plusieurs rez-de-chaussée (bâtiments sur des terrains en pente, ou sur dalles, ...) les étages sont comptés à partir du rez-de-chaussée le plus bas ;
- lorsque le niveau par lequel se fait l'accès au bâtiment est surélevé par rapport au sol (ou surbaissé), y compris d'un demi-niveau, le nombre d'étages au-dessus du rez-de-chaussée se compte à partir de ce niveau considéré comme rez-de-chaussée ;
- l'ascenseur n'est pas obligatoire dans les bâtiments de quatre niveaux au-dessus du rez-de-chaussée si les deux derniers niveaux ne comportent que des duplex, à condition que toutes les portes d'entrée de ces duplex soient situées au 3<sup>e</sup> niveau au-dessus du rez-de-chaussée.

Il est recommandé de prévoir des gaines pour l'installation d'ascenseurs accessibles dans les bâtiments sans ascenseurs.

#### b) Arrêté d'application du 24 décembre 1980 au décret précédent

« 7° Ascenseurs. – Tout ascenseur ou un ascenseur au moins par batterie d'ascenseurs devra avoir :

- une porte d'entrée d'une largeur minimale de 0,80 m,
- des dimensions intérieures minimales entre revêtements intérieurs de la cabine de 1 m (parallèlement à la porte) sur 1,30 m (perpendiculairement à la porte),
- des commandes à une hauteur maximale de 1,30 m, situées sur le côté dans la cabine,
- une précision d'arrêt de la cabine de 2 cm au maximum ».

Ce texte induit les commentaires suivants :

- les commandes doivent pouvoir être utilisées par une personne entrée dans l'appareil avec son fauteuil roulant. Il est donc recommandé qu'elles soient à plus de 40 cm des coins de la cabine. Il est également recommandé que des indications facilement identifiables permettent aux personnes aveugles d'utiliser les commandes ;
- des signaux de fonctionnement sonores et lumineux permettant d'identifier les étages sont souhaitables ainsi qu'une main courante sur au moins une paroi de la cabine ;
- les portes palières des ascenseurs ne doivent pas faire face à des volées descendantes d'escaliers si le palier est étroit.

N.B. : il est constaté que la dimension minimale de la cabine imposée par ce texte est inférieure à celle d'un ascenseur de 630 kg, selon la définition de la norme précitée P 82-208. En se référant à la norme P 82-201, on constate que la charge nominale d'un ascenseur répondant aux dimensions de 1 m de large et de 1,30 m de profondeur, soit 1,30 m<sup>2</sup>, est de 450 kg avec une capacité de 6 personnes.

## 2. Caractéristiques des ascenseurs

Le DTU 75.1 d'octobre 1978 précise les caractéristiques des appareils à préconiser.

### a) Conditions d'un service satisfaisant

– Transport des personnes valides et des personnes handicapées utilisant des fauteuils roulants « normaux » :

- Il est assuré par ascenseur dans les bâtiments comportant plus de 3 niveaux habitables au-dessus du hall de départ, ou dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de 9 m au-dessus du sol du hall de départ.

- Dans les bâtiments comportant plus de 8 niveaux habitables au-dessus du hall de départ, ou dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de 24 m au-dessus du sol du hall de départ, le transport est assuré par ascenseur même en cas d'arrêt momentané d'un appareil, l'alimentation en courant électrique n'étant pas interrompue.

– Transport des malades couchés sur un brancard, des cercueils et des meubles encombrants :

- Il est assuré par ascenseur dans les bâtiments comportant plus de 6 niveaux habitables au-dessus du hall de départ, ou dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de 18 m au-dessus du sol du hall de départ.

- Dans les bâtiments comportant plus de 12 niveaux habitables au-dessus du hall de départ, ou dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de 36 m au-dessus du sol du hall de départ, le transport est assuré par ascenseur même en cas d'arrêt momentané d'un appareil, l'alimentation en courant électrique n'étant pas interrompue.

— Transport des sapeurs-pompiers :

Il est assuré, conformément à la réglementation en vigueur, par des ascenseurs répondant aux prescriptions de la norme NF P 82-207.

*b) Nombre et caractéristiques des ascenseurs*

Dans le cas d'un service moyen, le nombre et les caractéristiques des ascenseurs découlent des dispositions résumées dans le tableau ci-après. Par mesure de commodité, le hall de départ est désigné par la lettre « R ».

Niveau au-dessus du hall de départ	Niveau au-dessus du hall de départ (en m)	Services minimaux assurés
R + 4 à R + 6	9,01 à 18	Desserte de chaque niveau par au moins un ascenseur du type 630.
R + 7 et R + 8	18,01 à 24	Desserte de chaque niveau par au moins un ascenseur du type 1 000.
R + 9 à R + 12	24,01 à 36	Deux ascenseurs au moins sont à prévoir. Desserte de chaque niveau par au moins un ascenseur du type 1 000 et un ascenseur du type 630.
R + 13 et plus	supérieur à 36	Deux ascenseurs au moins sont à prévoir. Desserte de chaque niveau par au moins deux ascenseurs du type 1 000.

Il est à noter que ce DTU spécifie un ascenseur du type 630 kg pour le transport de fauteuils roulants, alors que l'arrêté du 24 décembre 1980 et la norme NF P 82-201 laisse la possibilité d'un ascenseur du type 450 kg.

Quand la desserte des niveaux habitables dans un bâtiment comportant moins de quatre niveaux habitables au-dessus du hall de départ est prévue par ascenseurs, ceux-ci doivent répondre aux mêmes caractéristiques que les appareils destinés à desservir les bâtiments de quatre niveaux habitables au-dessus du hall de départ.

La détermination des caractéristiques des ascenseurs peut être établie par le calcul selon le DTU 75.1. Cependant, ils aboutissent aux dimensionnements précités pour les bâtiments habituels ne comportant pas un nombre d'habitants par étage très important.

Ce mode de calcul considère la population à prendre en compte, sur la base d'une personne par pièce principale + 1 personne par logement. Toutefois, pour les immeubles abritant des vacanciers et situés dans les stations de sports d'hiver ou de bord de mer avec accès direct à la plage, il faut compter 2 personnes par pièce principale + 1 personne par logement.

L'intervalle maximum probable, correspondant au temps moyen qui s'écoule au hall de départ entre deux départs consécutifs, doit être de l'ordre de 80 à

100 secondes. A partir de ces deux données, il est possible de déterminer les caractéristiques du ou des appareils à installer à l'aide des tableaux ci-après.

### Bâtiment d'habitation : équipement correspondant à un service moyen

				13e
				12e
		2 ascenseurs	1 000 kg	11e
		1 ascenseur	1 000 kg	10e
		1 ascenseur	630 kg	9e
				8e
		1 ascenseur	1 000 kg	7e
				6e
		1 ascenseur	630 kg	5e
				4e
				3e
				2e
				1er
			Hall de départ	R
				- 1
				- 2

L'équipement minimal sera déterminé en fonction de la condition la plus défavorable, soit de la hauteur du bâtiment, soit du nombre de niveaux au-dessus du hall de départ.

### 3. Contraintes acoustiques

#### a) La gaine

Le DTU 75.1 stipule à l'article 2.8 : « la gaine d'ascenseur n'est pas contiguë à une pièce principale » avec le renvoi suivant : « on entend par non contigus des locaux n'ayant aucune partie de leur paroi commune ».

L'affaiblissement acoustique des parois séparatives logement/gaine d'ascenseur, doit être au moins de 41 dBA, chiffre porté à 46 dBA pour l'obtention du « Label confort acoustique ».

### *b) Machinerie*

Le DTU 75.1 stipule à l'article 2.9 : « la machinerie d'ascenseur n'est pas contiguë à un logement.

L'affaiblissement acoustique des parois séparatives logement/machinerie doit être au moins de 46 dBA, chiffre porté à 51 dBA pour l'obtention du « Label confort acoustique ».

## **4. Le local machinerie**

### *a) Accès*

Les portes d'accès doivent avoir une largeur minimale de 0,6 m et une hauteur minimale de 1,80 m. En bâtiment existant, cette hauteur est ramenée à 1,70 m. Les portes ne doivent pas s'ouvrir vers l'intérieur du local.

Les trappes d'accès des personnes doivent avoir un passage libre minimum de 0,8 x 0,8 m et contrebalancées ; en bâtiment existant, le passage libre est ramené à 0,8 x 0,6 m. Fermées, elles doivent être capables de supporter en n'importe quel endroit 2 personnes, soit 2 000 N, sans déformation permanente. Elles ne doivent pas s'ouvrir vers le bas, sauf si elles sont associées à des échelles escamotables ; si elles sont montées sur charnières, celles-ci doivent être du type indégondable. Lorsqu'une trappe est en position ouverte, des précautions doivent être prises pour éviter la chute de personnes (garde-corps par exemple) et des objets.

Les portes ou trappes doivent être munies de serrure à clé permettant l'ouverture sans clé depuis l'intérieur du local.

### *b) Ventilation*

Les locaux doivent être ventilés.

### *c) Hauteur sous plafond*

Cette hauteur est fonction des caractéristiques des appareils, sans pouvoir être inférieure à 1,80 m.

### *d) Eclairage et prise de courant*

Prévoir un éclairage de 200 lux avec interrupteur placé à l'intérieur, à proximité du ou des accès, ainsi qu'un ou plusieurs socles de prises de courant.

### *e) Passage de gaines en machinerie*

Aucune gaine, étrangère à la machinerie, ne doit traverser le local machine-rie, à moins qu'elle ne soit isolée par une paroi coupe-feu 2 heures et résistantes mécaniquement, de façon à constituer par elle-même un volume totalement séparé de celui du local machinerie.

*f) Manutention du matériel*

Un ou plusieurs supports métalliques ou crochets doivent être prévus au plafond ou poutres du local et convenablement disposés pour permettre les manœuvres de force au moment du montage du gros matériel et, le cas échéant, de son remplacement.

*g) Dimensionnement du palier*

Le palier, au droit de la gaine d'ascenseur, doit avoir une profondeur de 1,50 m.

**5. Planches de présentation des ascenseurs**

Ces divers appareils sont présentés sous forme d'une planche par appareil : le tableau ci-après donne la numérotation de chacune de ces planches. Ce chapitre est illustré de dessins inspirés des documentations Soretex et Ebel.

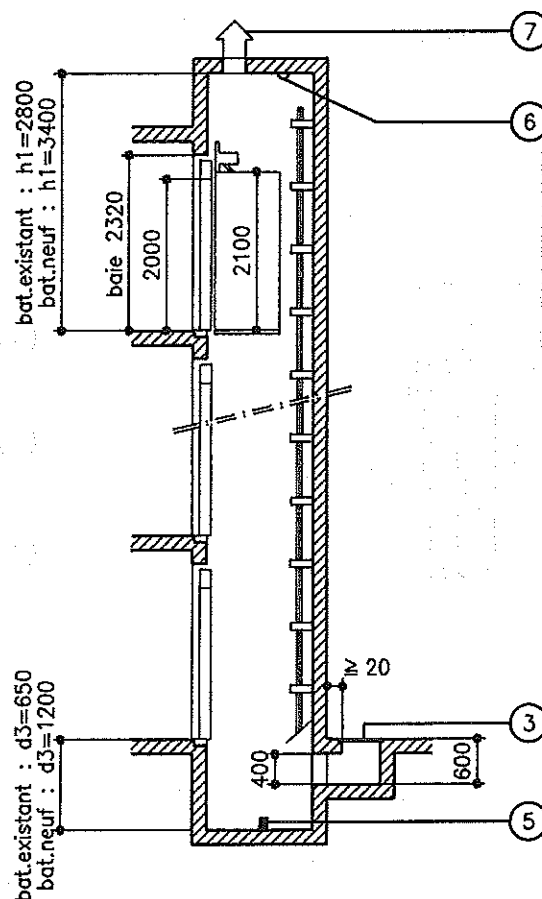
Type d'ascenseur	225 kg 3 per.	300 kg 4 per.	375-400 kg 5 per.	450 kg 6 per.	630 kg 8 per.	1 000 kg 13 per.
Ascenseur électrique à treuil et câble :						
– machinerie haute au-dessus de la gaine		2/E1 <sup>1)</sup>	3/E1		5/E1	6/E1
– machinerie haute à l'arrière de la gaine		2/E2	3/E2		5/E2	6/E2
– machinerie basse latérale à la gaine		2/E3	3/E3		5/E3	6/E3
Ascenseur hydraulique :						
– à vérin central direct		2/H1	3/H1		5/H1	6/H1
– à vérin arrière direct		2/H2	3/H2		5/H2	6/H2
– à vérin mouflé		2/H3	3/H3		5/H3	6/H3
Ascenseur à vis :						
– mur porteur en fond de gaine	1/V1	2/V1	3/V1	4/V1		
– mur porteur latéral à la gaine		2/V2	3/V2	4/V2	5/V2	

## 1) Numérotation :

- Le premier chiffre correspond à la taille de l'ascenseur : 1 pour 225 kg/ 3 pers., 2 pour 300 kg/ 4 pers., etc.
- La lettre correspond au type de propulsion : E pour les ascenseurs électriques, H pour les ascenseurs hydrauliques et V pour les ascenseurs à vis.
- Le deuxième chiffre correspond à la localisation caractéristique d'un élément :
  - pour les ascenseurs électriques : 1 pour la machinerie haute au-dessus de la gaine, 2 pour la machinerie haute à l'arrière de la gaine et 3 pour la machinerie basse latérale à la gaine ;
  - pour les ascenseurs hydrauliques : 1 pour le vérin central direct, 2 pour le vérin arrière direct et 3 pour le vérin mouflé ;
  - pour les ascenseurs à vis : 1 pour le mur porteur en fond de gaine et 2 pour le mur porteur latéral à la gaine.

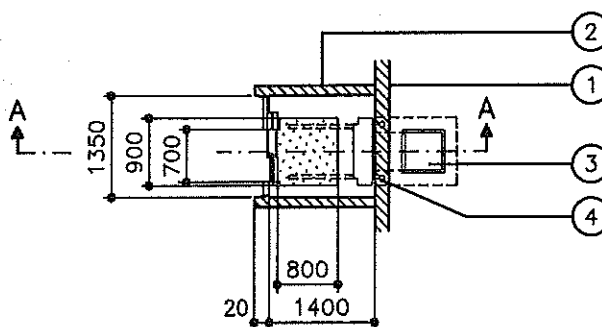
– 1/V1 : cabine de 225 kg : ascenseur à vis mur porteur en fond de gaine :

Coupe verticale d'ensemble



VUE EN PLAN

Gaine et cuvette

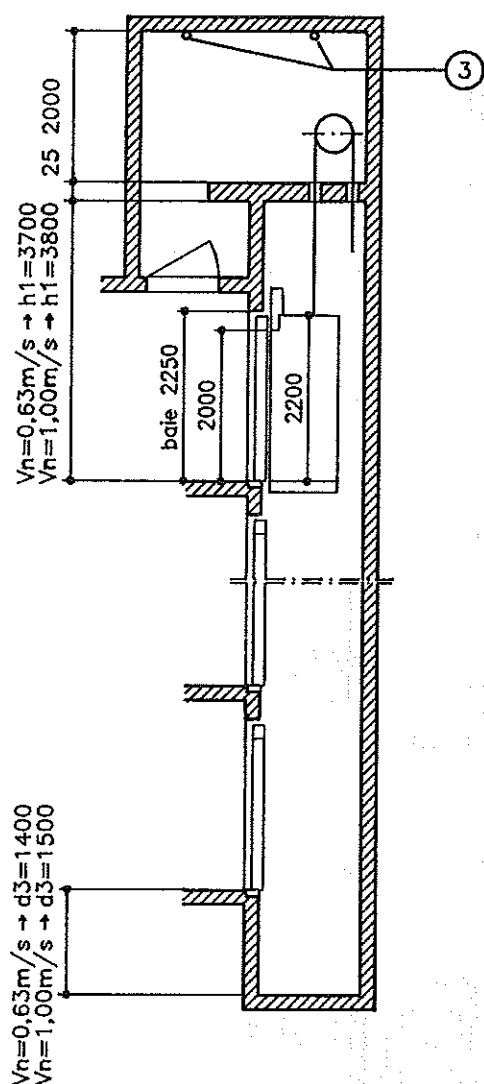


- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| ① Mur porteur ép. = 19 cm            | ⑥ Crochet de 1 000 daN  |
| ② Mur ≥ 14 cm                        | ⑦ VH 7 dm <sup>2</sup>  |
| ③ Cuvette annexe dépannage 500 x 500 | d <sub>3</sub> = Profondeur de cuvette                        |
| ④ Ancrage guide                      | h <sub>1</sub> = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi |
| ⑤ Ressort cuvette                    |   |

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

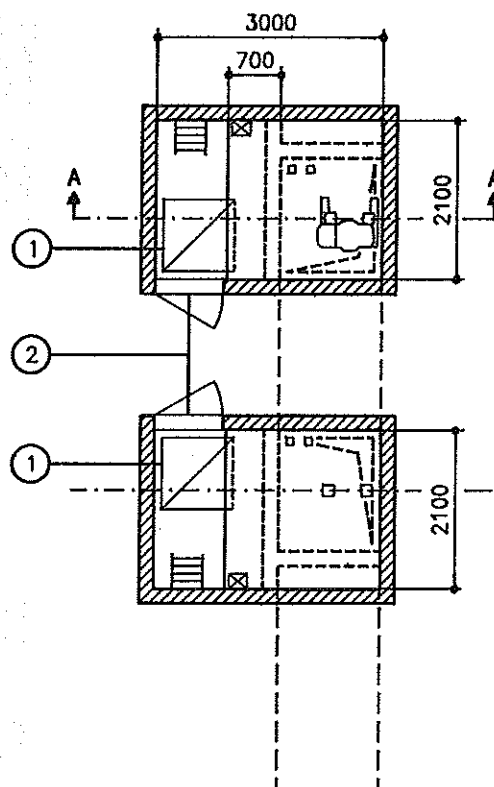
– 2/E1 : cabine de 300 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie haute au-dessus de la gaine :

Coupe verticale d'ensemble

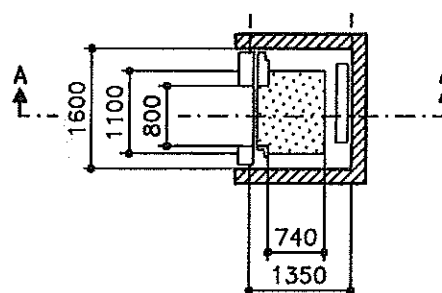


VUES EN PLAN

Local des machines



Gaine et cuvette



- ① Trappe de manutention 950 x 950
- ② Porte d'accès 900 x 2 000
- ③ Crochet de 15 KN

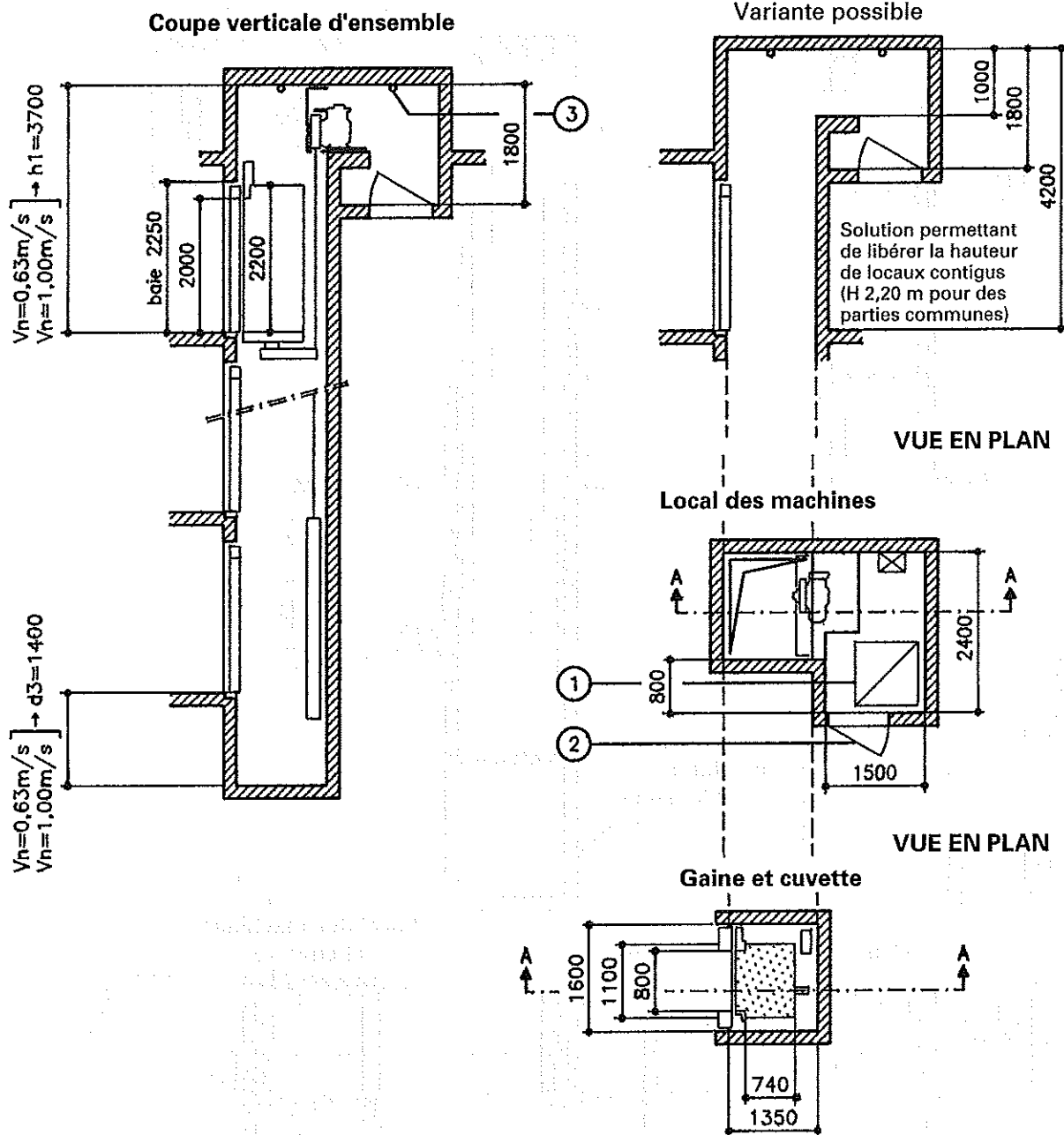
$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.



– 2/E2 : cabine de 300 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie haute à l'arrière de la gaine :



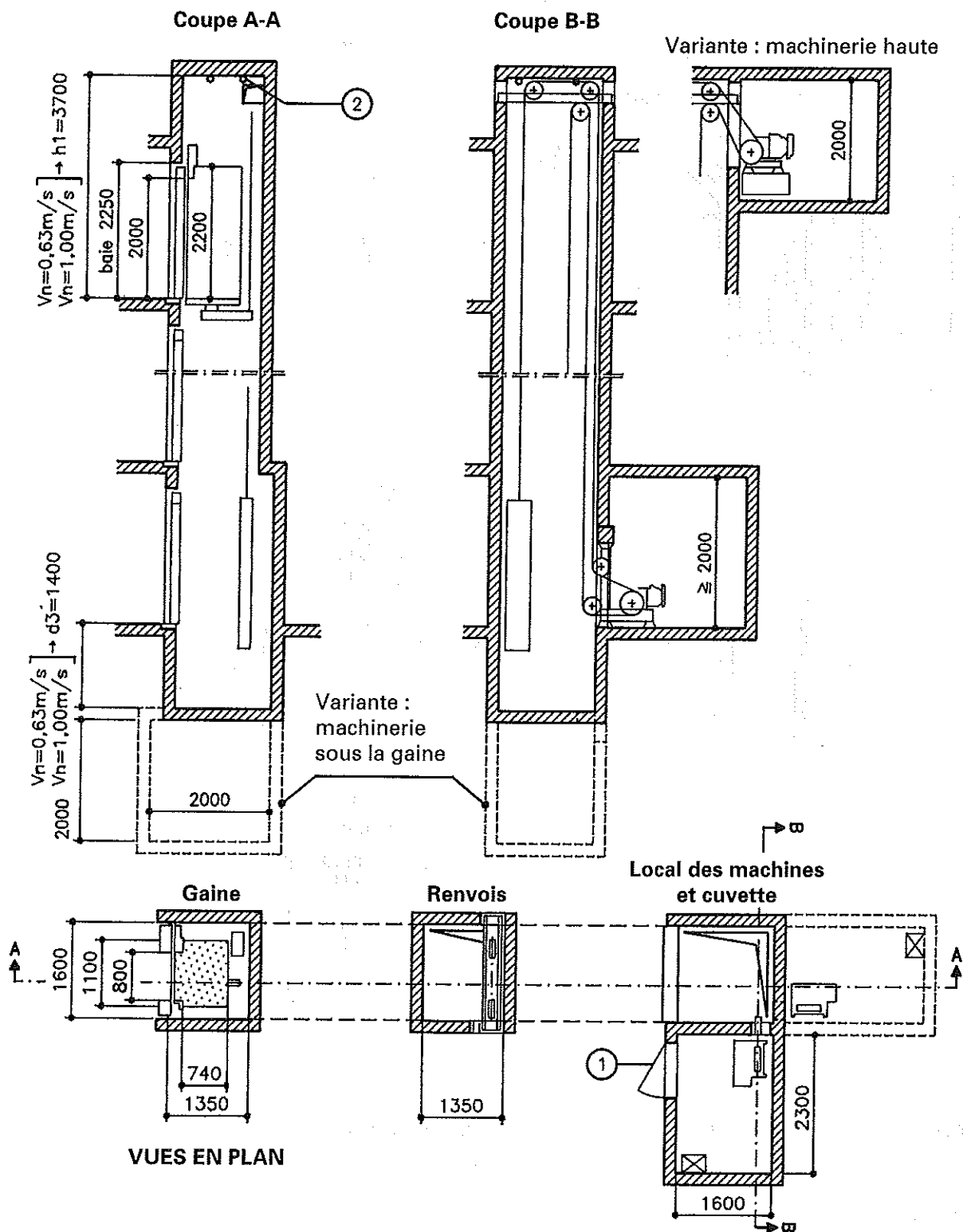
- ① Trappe de manutention 950 x 950
- ② Porte d'accès 900 x 1 800
- ③ Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 2/E3 : cabine de 300 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie basse latérale à la gaine :



① Porte d'accès 900 x 2 000

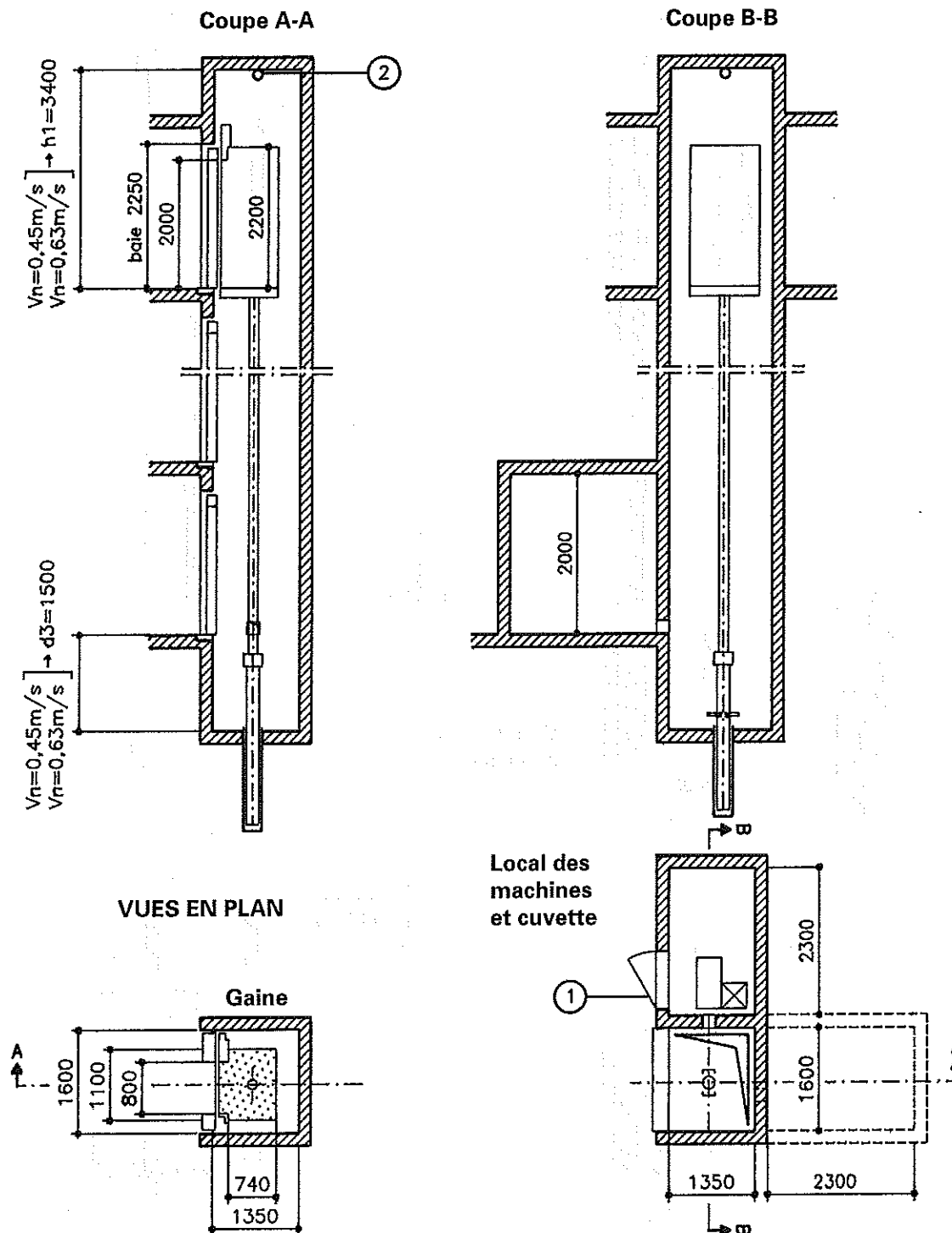
② Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus  
du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 2/H1 : cabine de 300 kg : ascenseur hydraulique vérin central direct :

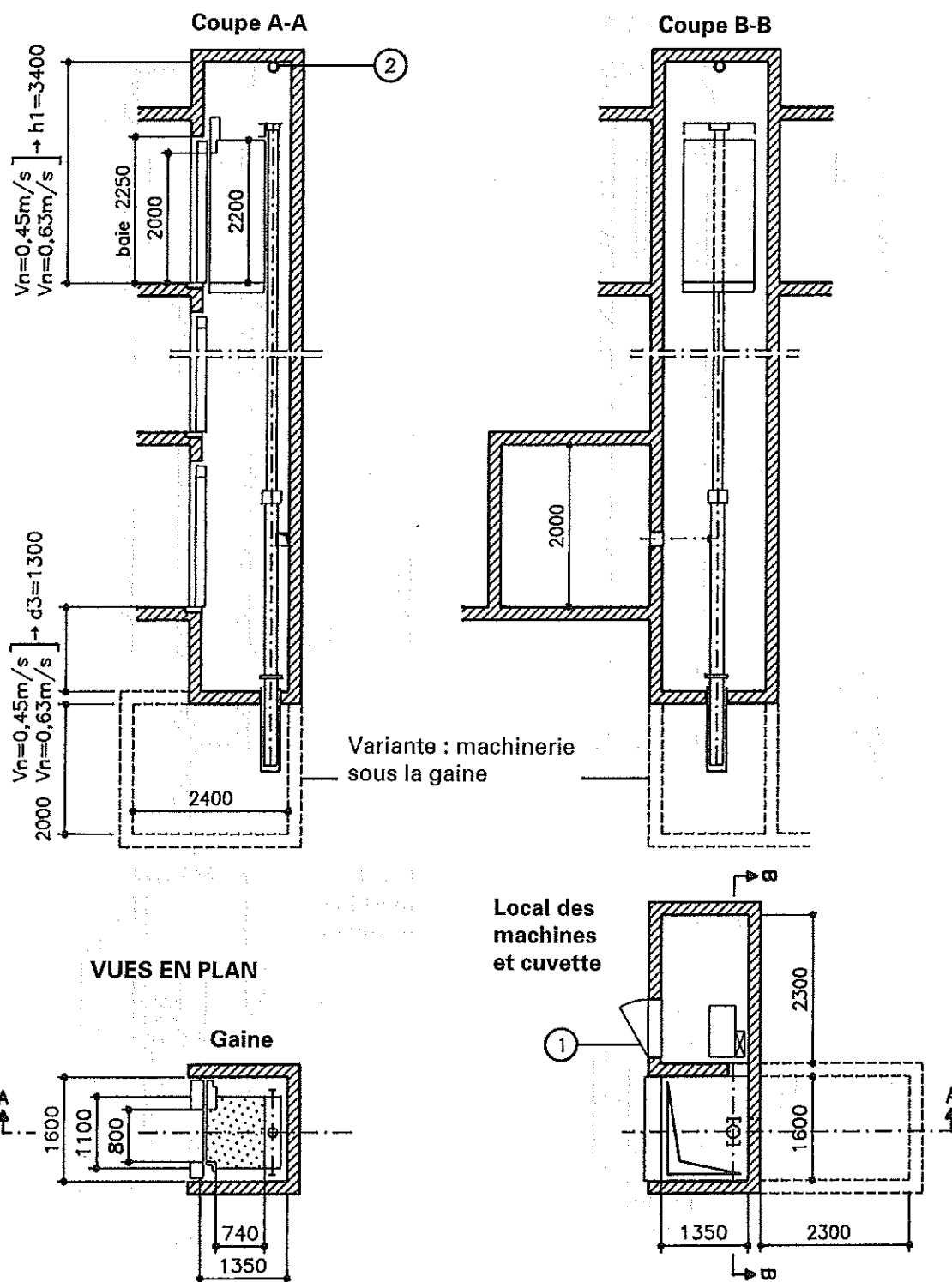


- ① Porte d'accès 900 x 2 000
- ② Crochet de 15 KN

d<sub>3</sub> = Profondeur de cuvette  
h<sub>1</sub> = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 2/H2 : cabine de 300 kg : ascenseur hydraulique vérin arrière direct :



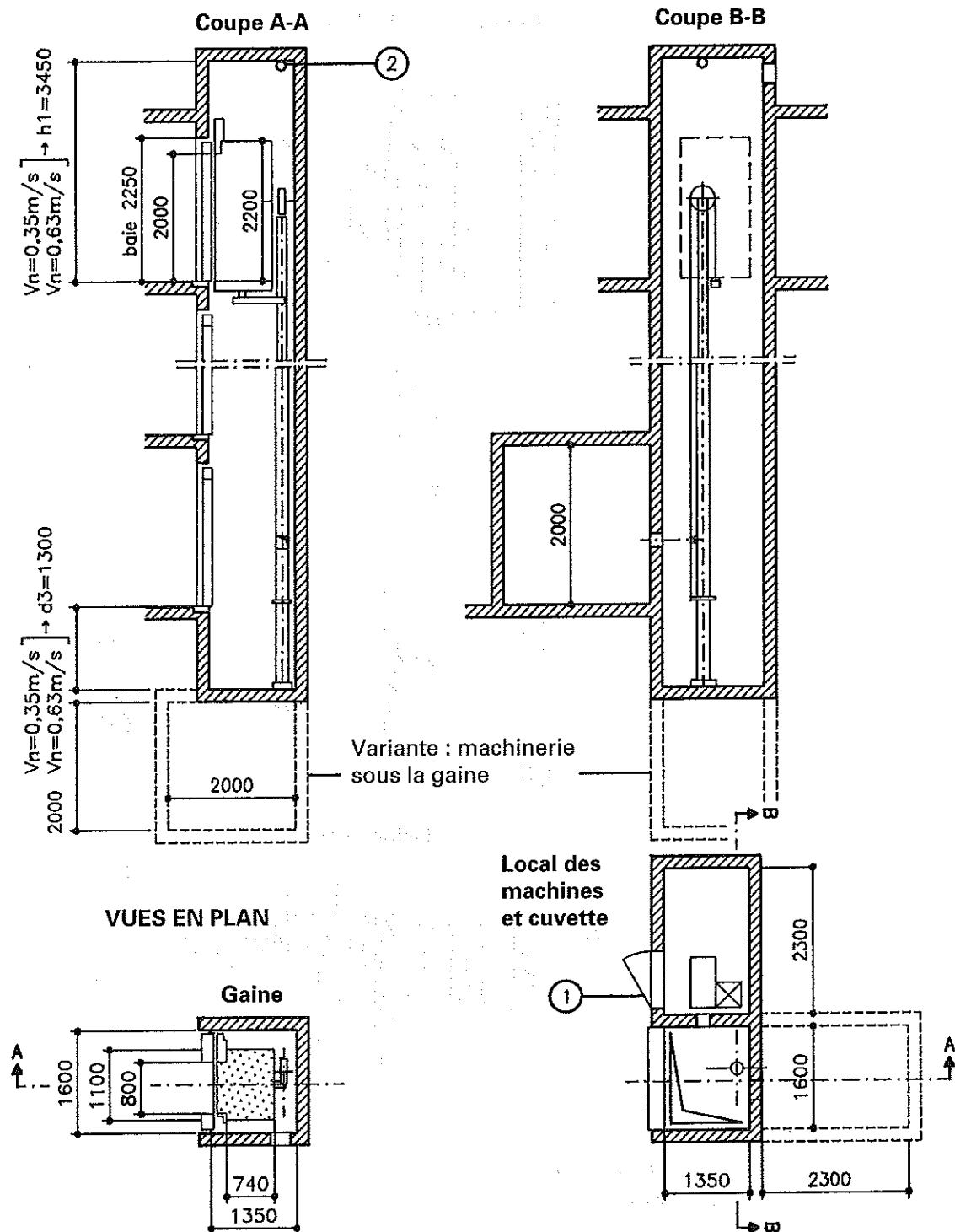
- ① Porte d'accès 900 x 2 000
- ② Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 2/H3 : cabine de 300 kg : ascenseur hydraulique vérin mouflé :



① Porte d'accès 900 x 2 000

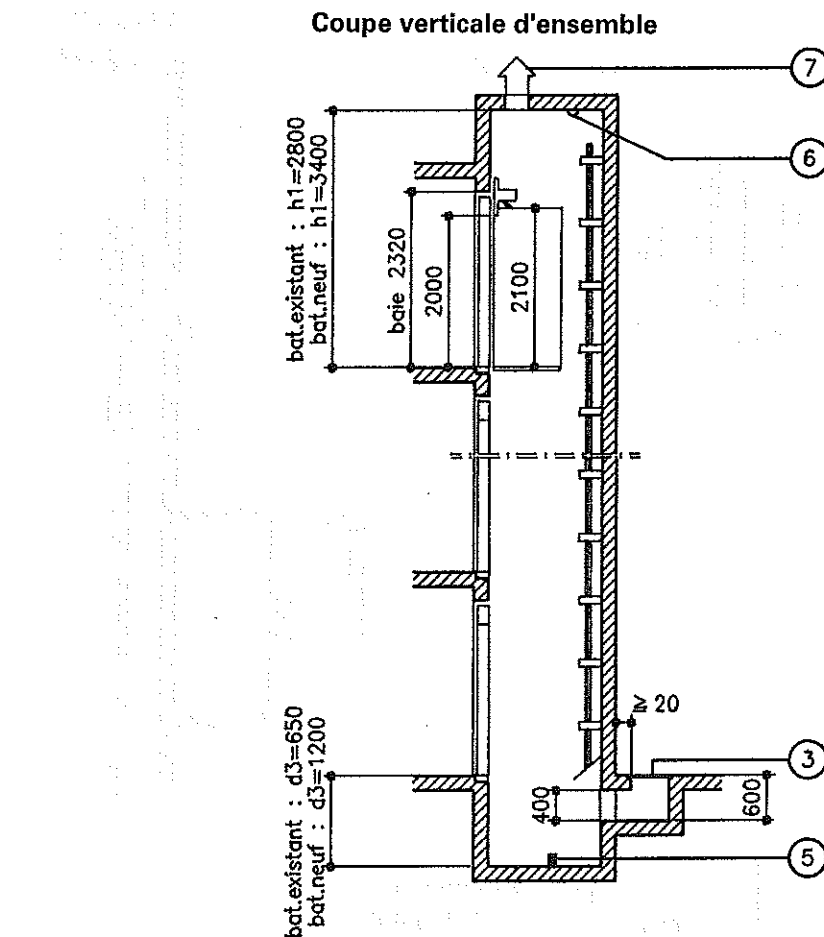
② Crochet de 15 kN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

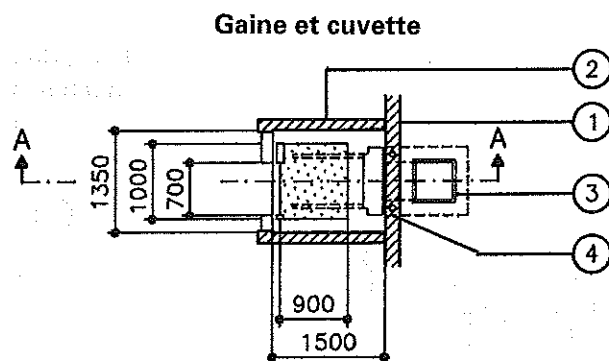
$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 2/V1 : cabine de 300 kg : ascenseur à vis mur porteur en fond de gaine :



**VUE EN PLAN**



- ① Mur porteur ép. = 19 cm
- ② Mur  $\geq 14$  cm
- ③ Cuvette annexe dépannage 500 x 500
- ④ Ancrage guide
- ⑤ Ressort cuvette

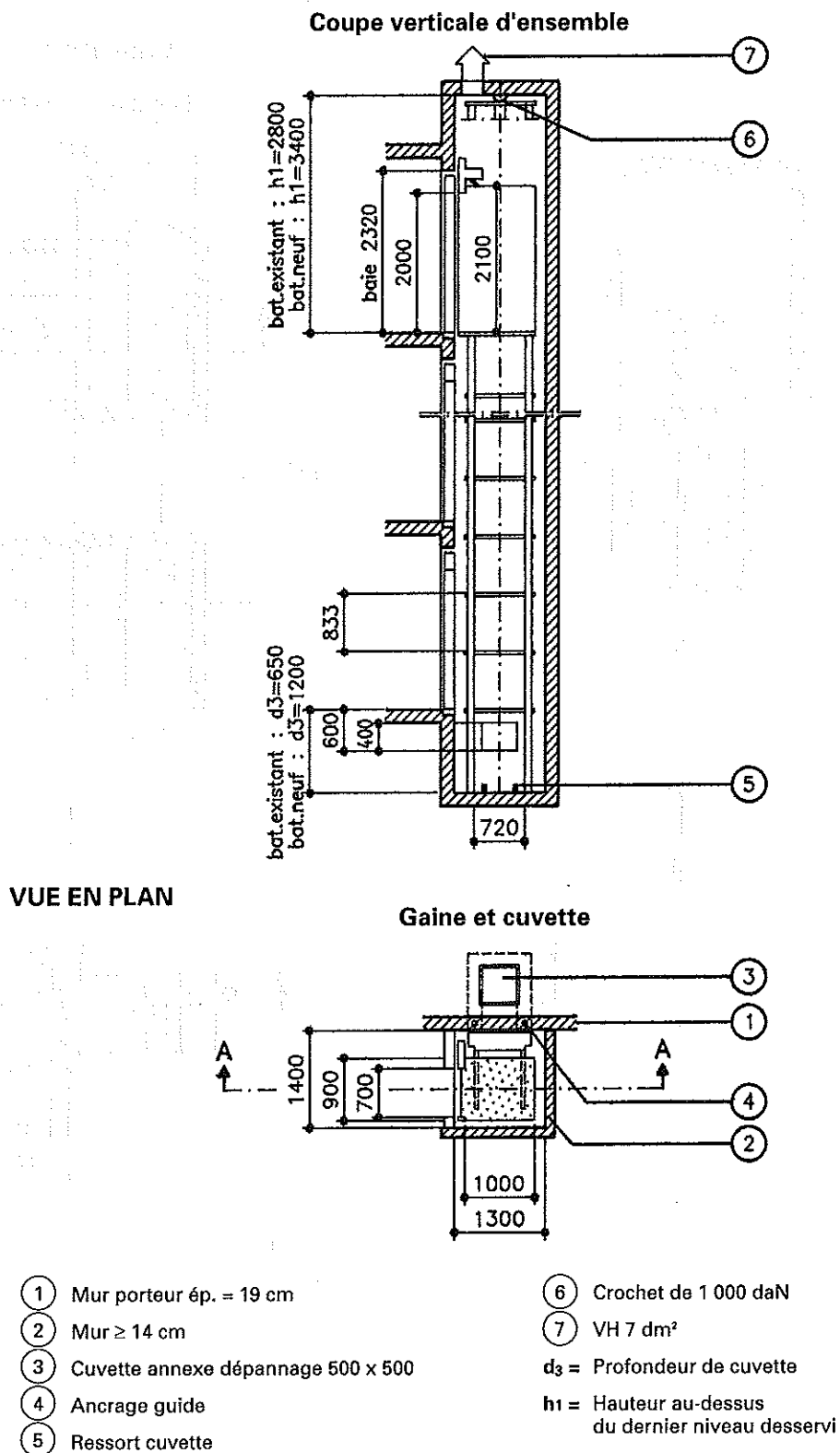
- ⑥ Crochet de 1 000 daN
- ⑦ VH 7 dm<sup>2</sup>

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus  
du dernier niveau desservi

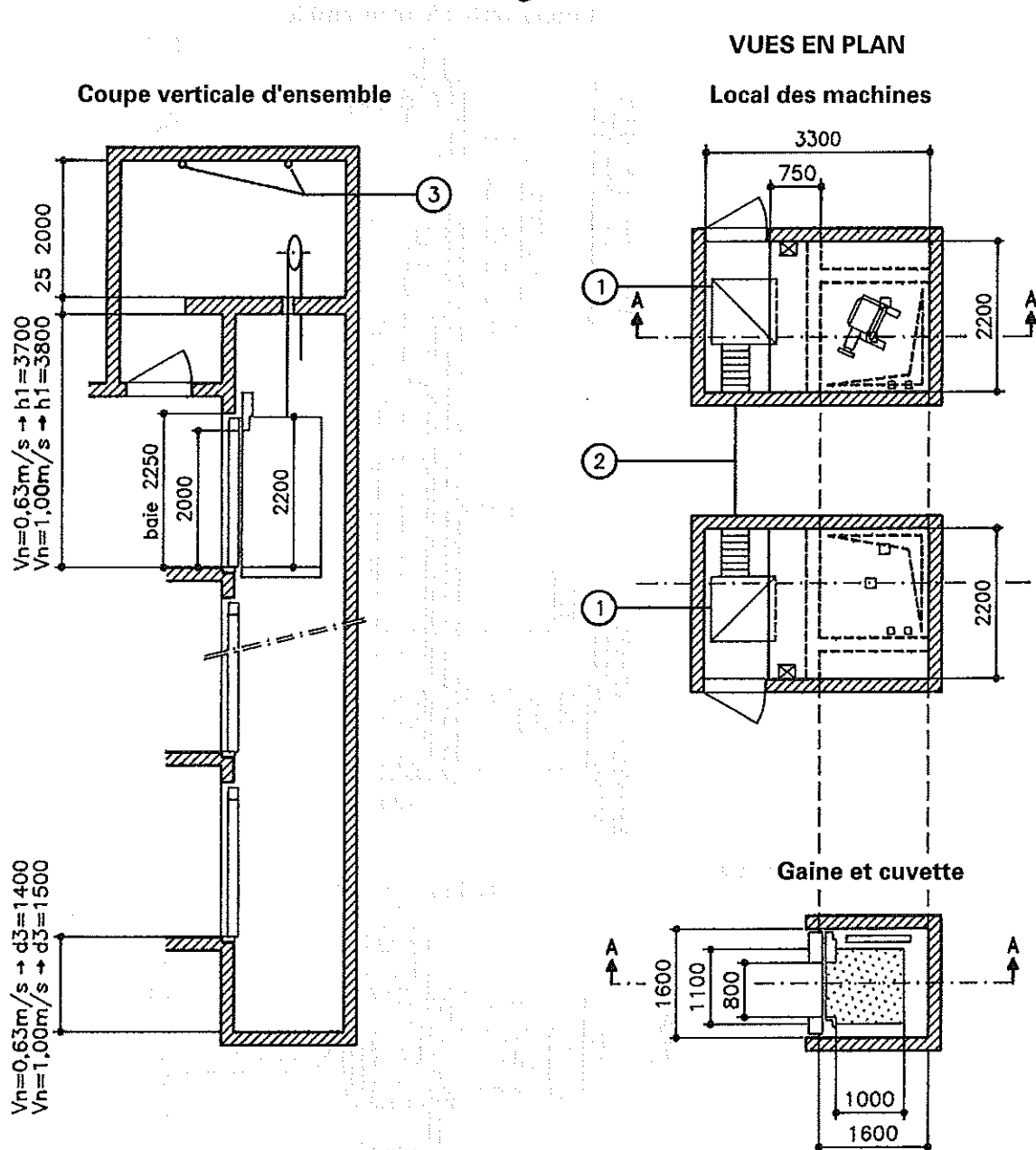
*Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.*

– 2/V2 : cabine de 300 kg : ascenseur à vis mur porteur latéral à la gaine :



Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– **3/E1** : cabine de 375 et 400 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie haute au-dessus de la gaine :



- ① Trappe de manutention 950 x 950
- ② Porte d'accès 900 x 2 000
- ③ Crochet de 15 KN

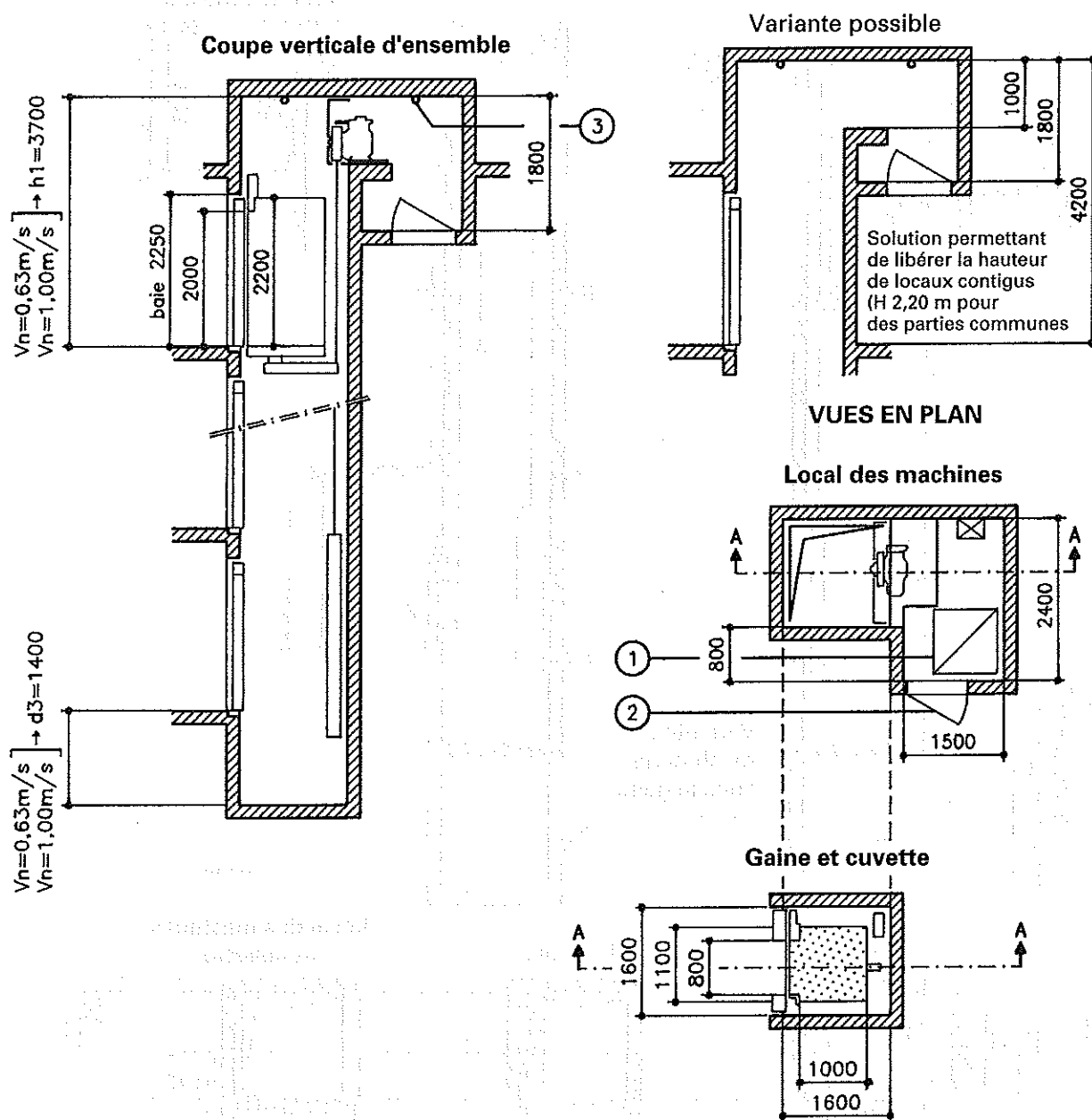
$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.



– 3/E2 : cabine de 375 et 400 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie haute à l'arrière de la gaine :



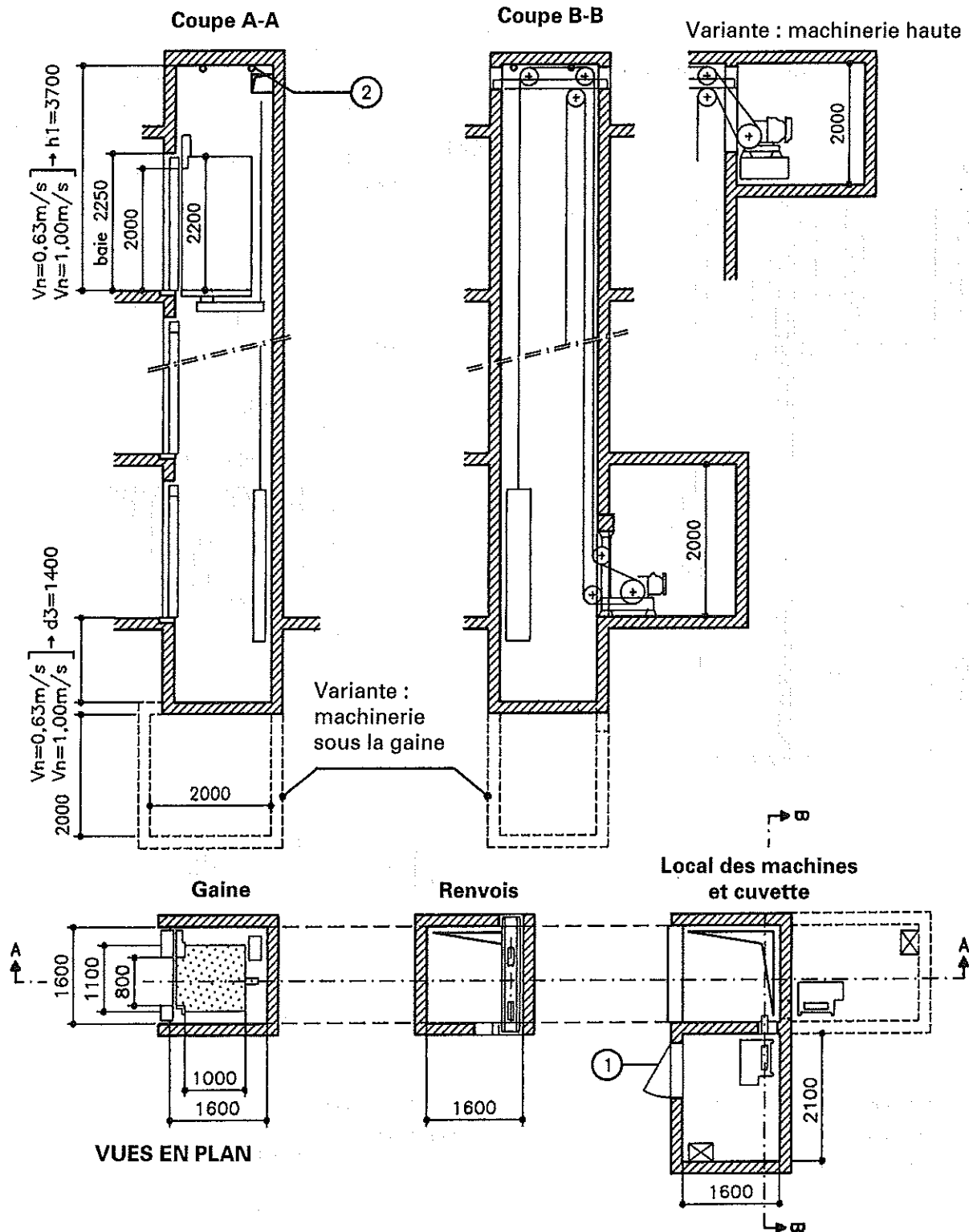
- ① Trappe de manutention 950 x 950
- ② Porte d'accès 900 x 1 800
- ③ Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 3/E3 : cabine de 375 et 400 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie basse latérale à la gaine :



① Porte d'accès 900 x 2 000

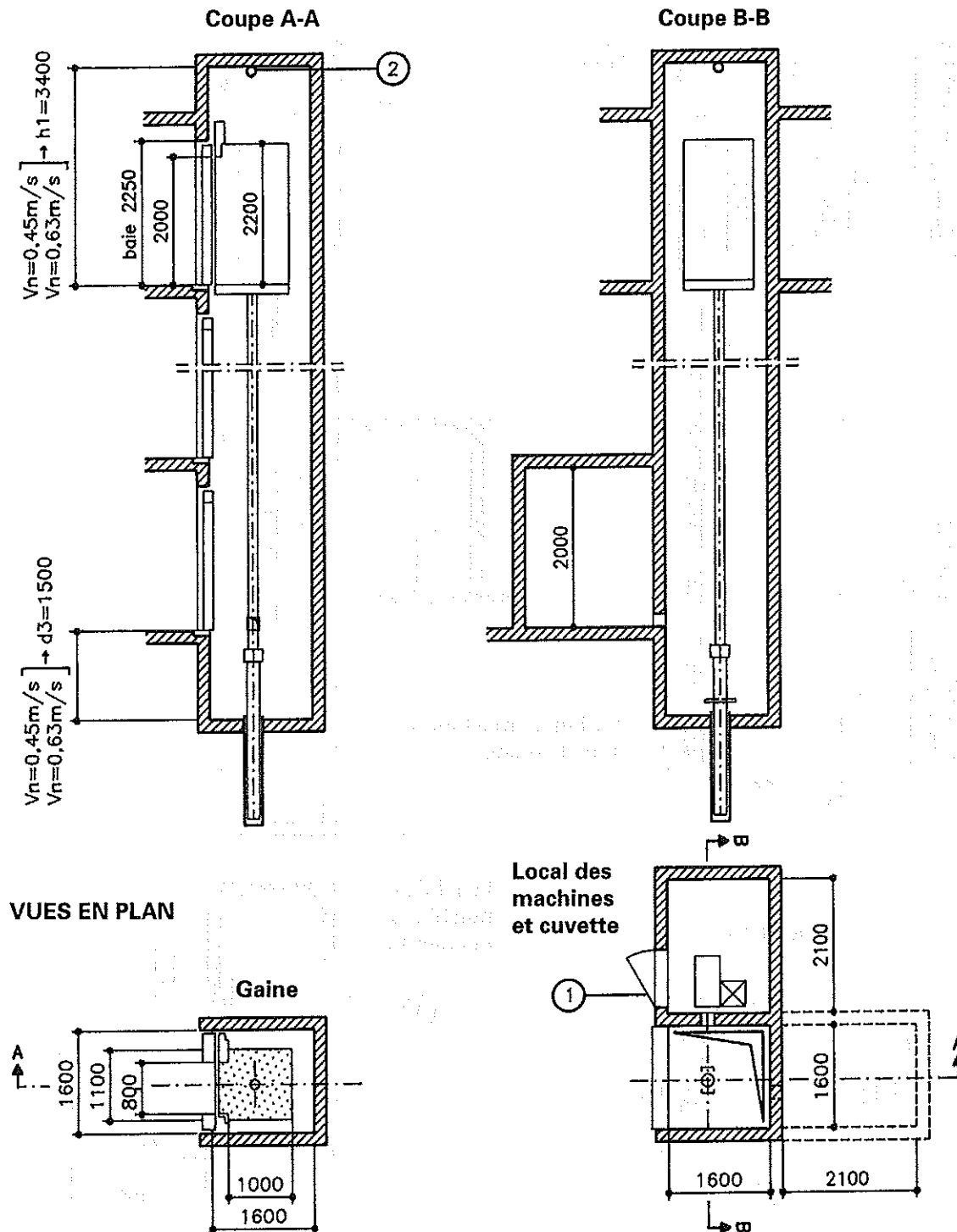
② Crochet de 15 kN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 3/H1 : cabine de 375 et 400 kg : ascenseur hydraulique vérin central direct :

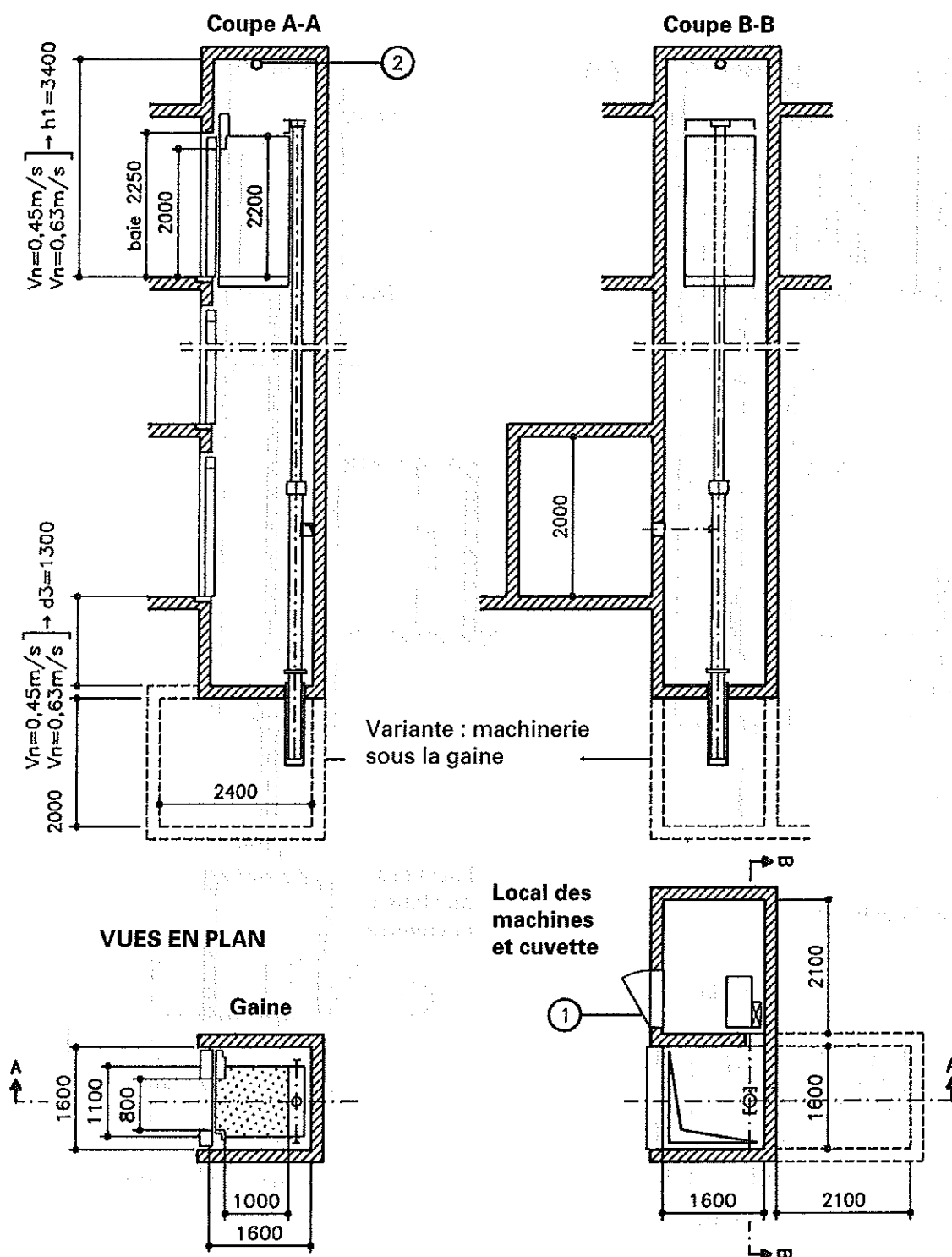


- ① Porte d'accès 900 x 2 000
- ② Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette  
 $h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 3/H2 : cabine de 375 et 400 kg : ascenseur hydraulique vérin central arrière :

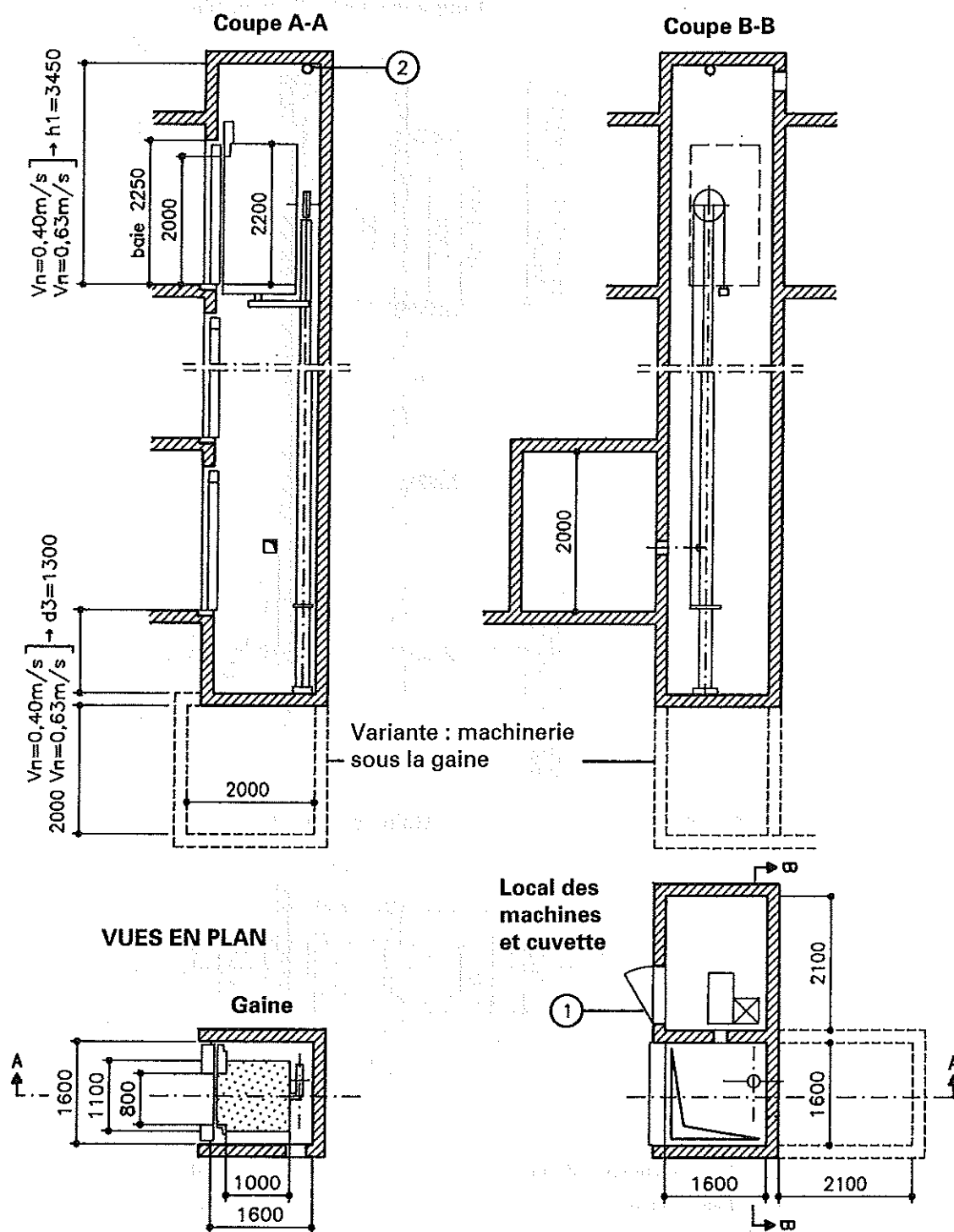


- ① Porte d'accès 900 x 2 000  
② Crochet de 15 kN

$d_3$  = Profondeur de cuvette  
 $h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 3/H3 : cabine de 375 et 400 kg : ascenseur hydraulique vérin mouflé :



- ① Porte d'accès 900 x 2 000
- ② Crochet de 15 KN

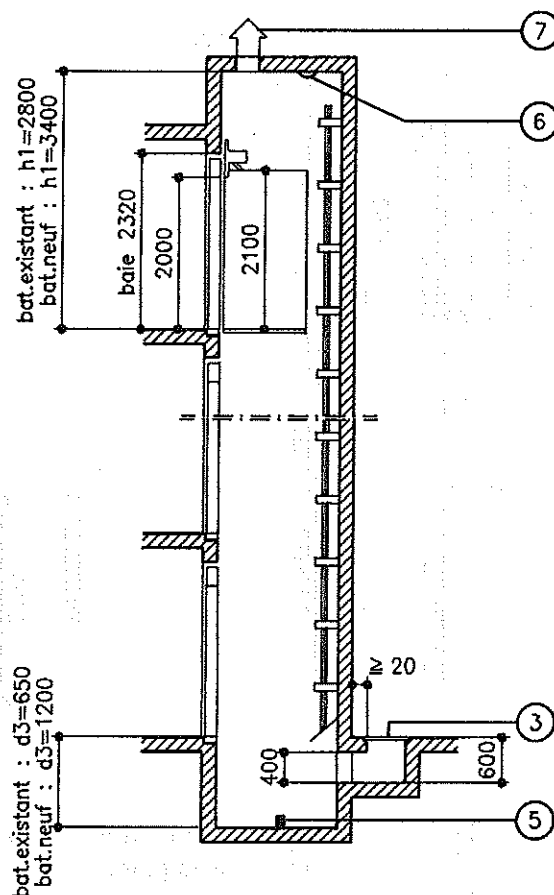
$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

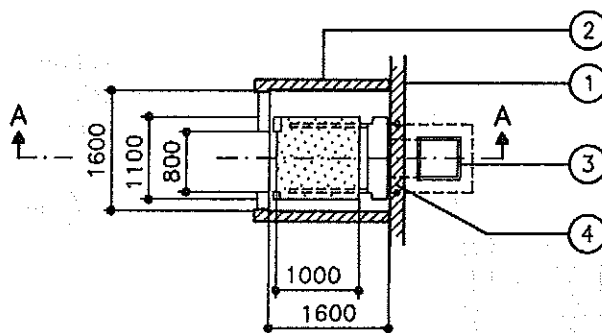
– 3/V1 : cabine de 375 kg : ascenseur à vis mur porteur en fond de gaine :

Coupe verticale d'ensemble



VUE EN PLAN

Gaine et cuvette



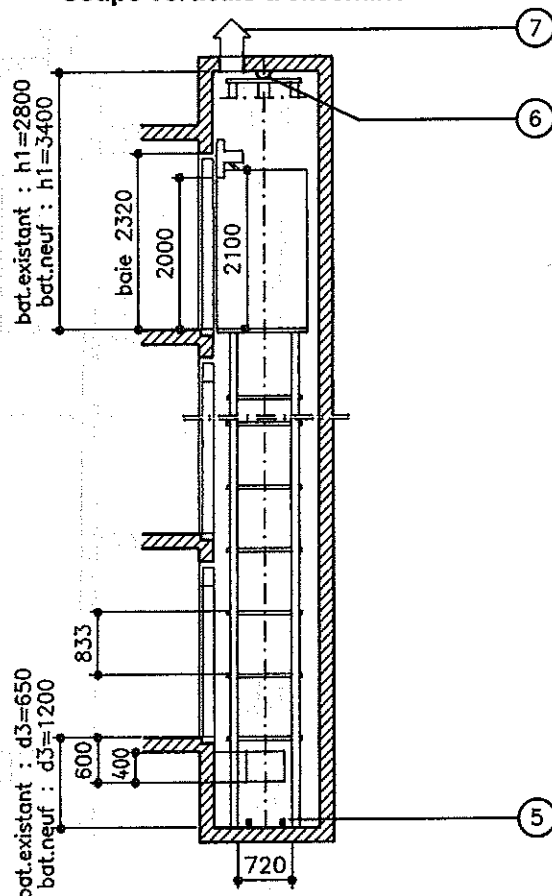
- ① Mur porteur ép. = 19 cm
- ② Mur  $\geq 14$  cm
- ③ Cuvette annexe dépannage 500 x 500
- ④ Ancrage guide
- ⑤ Ressort cuvette

- ⑥ Crochet de 1 000 daN
- ⑦ VH 7 dm<sup>2</sup>
- $d_3$  = Profondeur de cuvette
- $h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

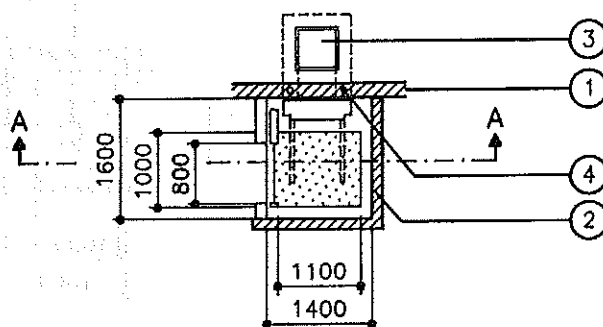
– 3/V2 : cabine de 375 kg : ascenseur à vis mur porteur latéral à la gaine :

Coupe verticale d'ensemble



VUE EN PLAN

Gaine et cuvette

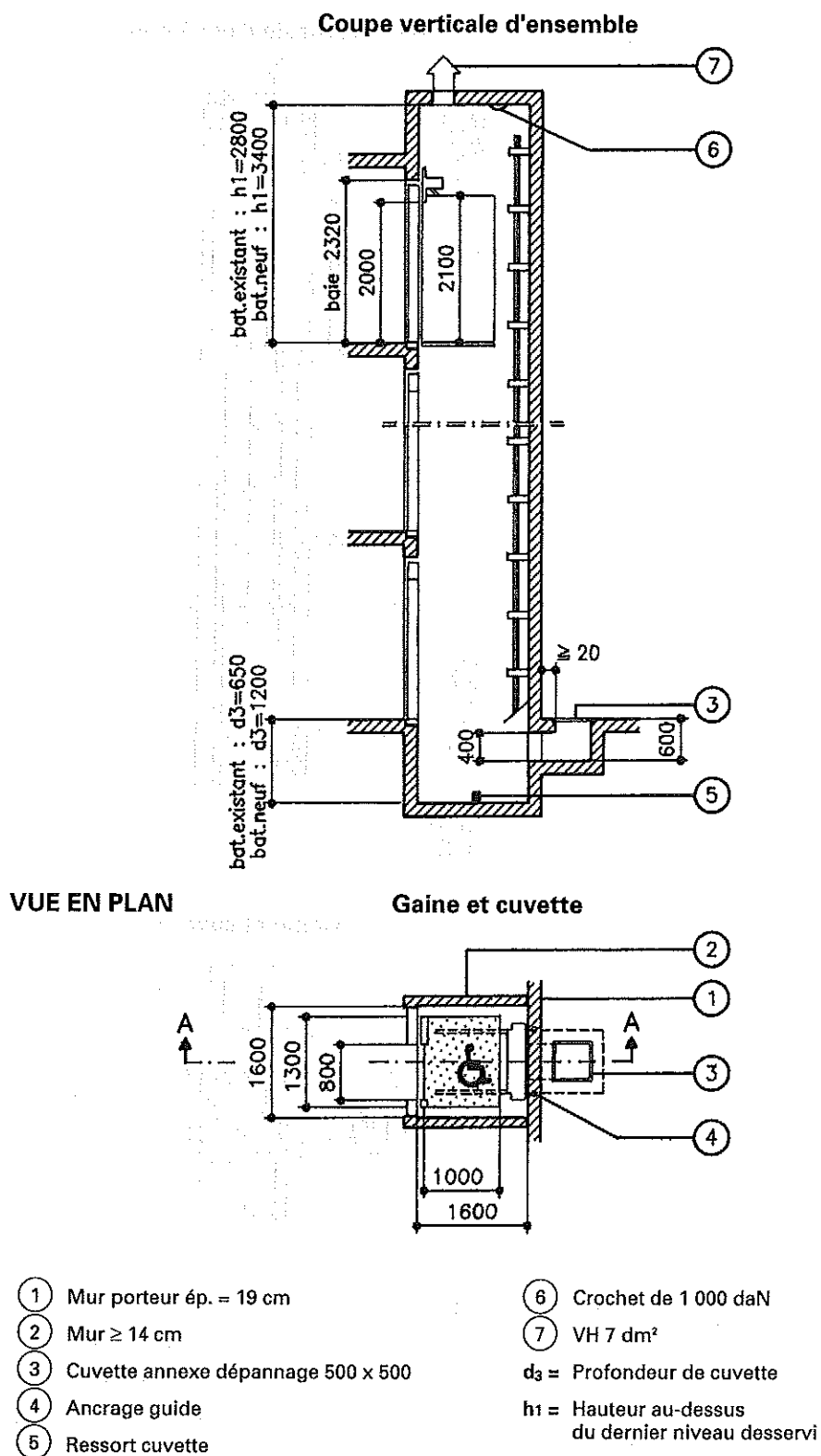


- ① Mur porteur ép. = 19 cm
- ② Mur  $\geq 14$  cm
- ③ Cuvette annexe dépannage 500 x 500
- ④ Ancrage guide
- ⑤ Ressort cuvette

- ⑥ Crochet de 1 000 daN
- ⑦ VH 7 dm<sup>2</sup>
- d<sub>3</sub> = Profondeur de cuvette
- h<sub>1</sub> = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 4/V1 : cabine de 450 kg : ascenseur à vis mur porteur en fond de gaine :

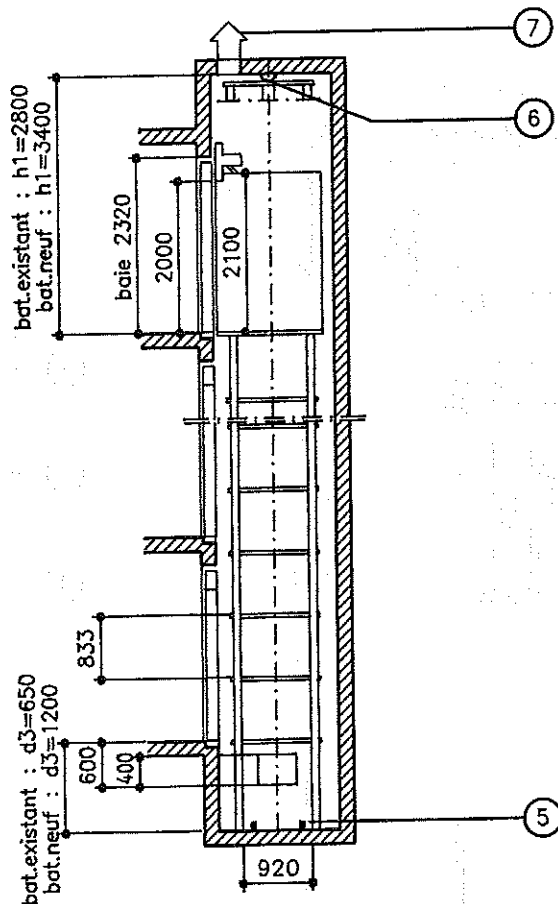


Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.



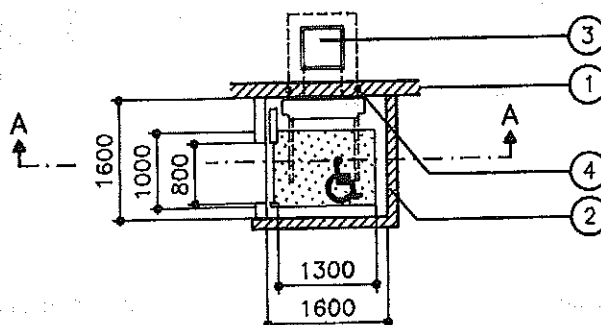
– 4/V2 : cabine de 450 kg : ascenseur à vis mur porteur latéral à la gaine :

Coupe verticale d'ensemble



VUE EN PLAN

Gaine et cuvette

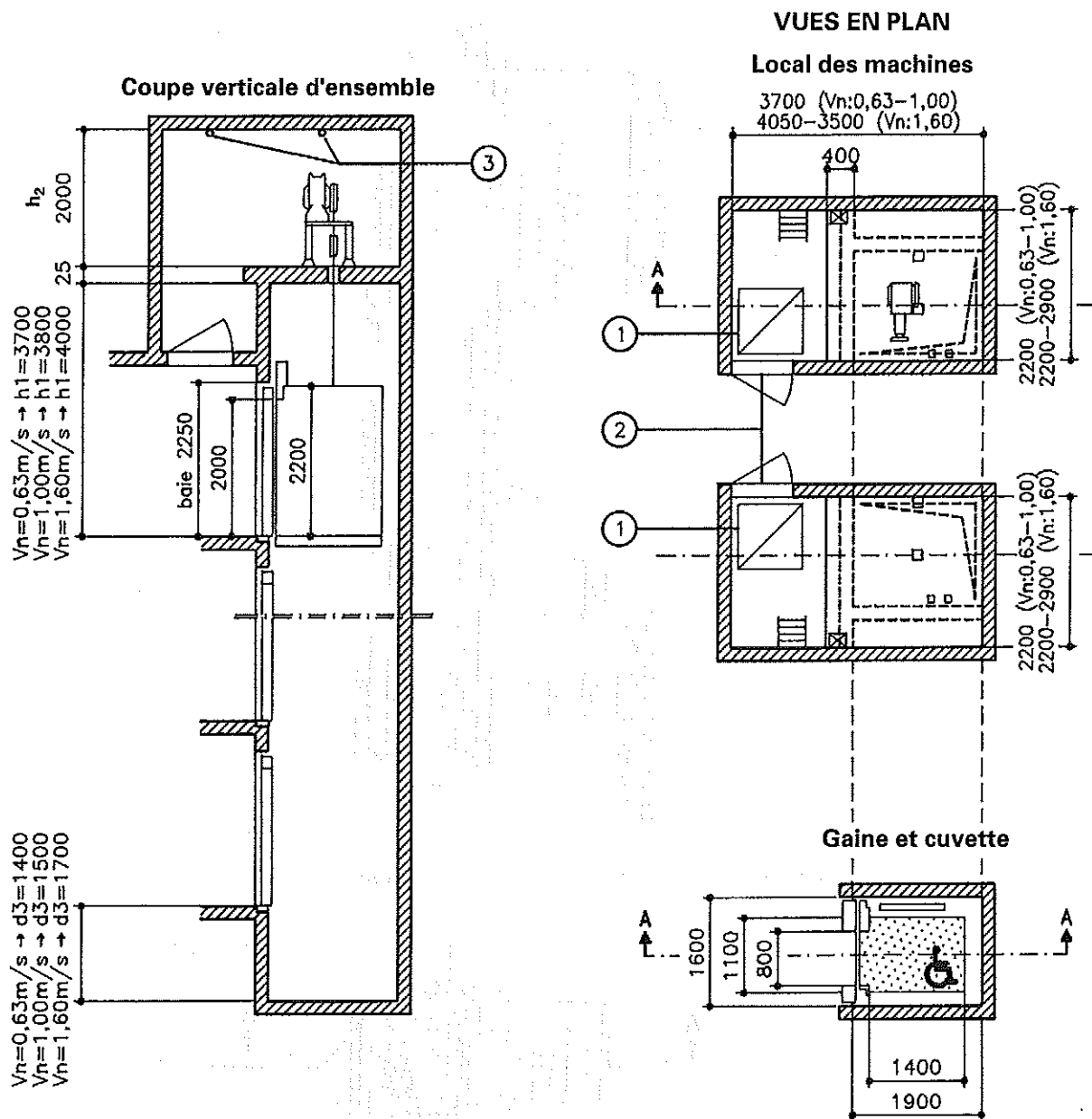


- ① Mur porteur ép. = 19 cm
- ② Mur ≥ 14 cm
- ③ Cuvette annexe dépannage 500 x 500
- ④ Ancrage guide
- ⑤ Ressort cuvette

- ⑥ Crochet de 1 000 daN
- ⑦ VH 7 dm²
- d3 = Profondeur de cuvette
- h1 = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

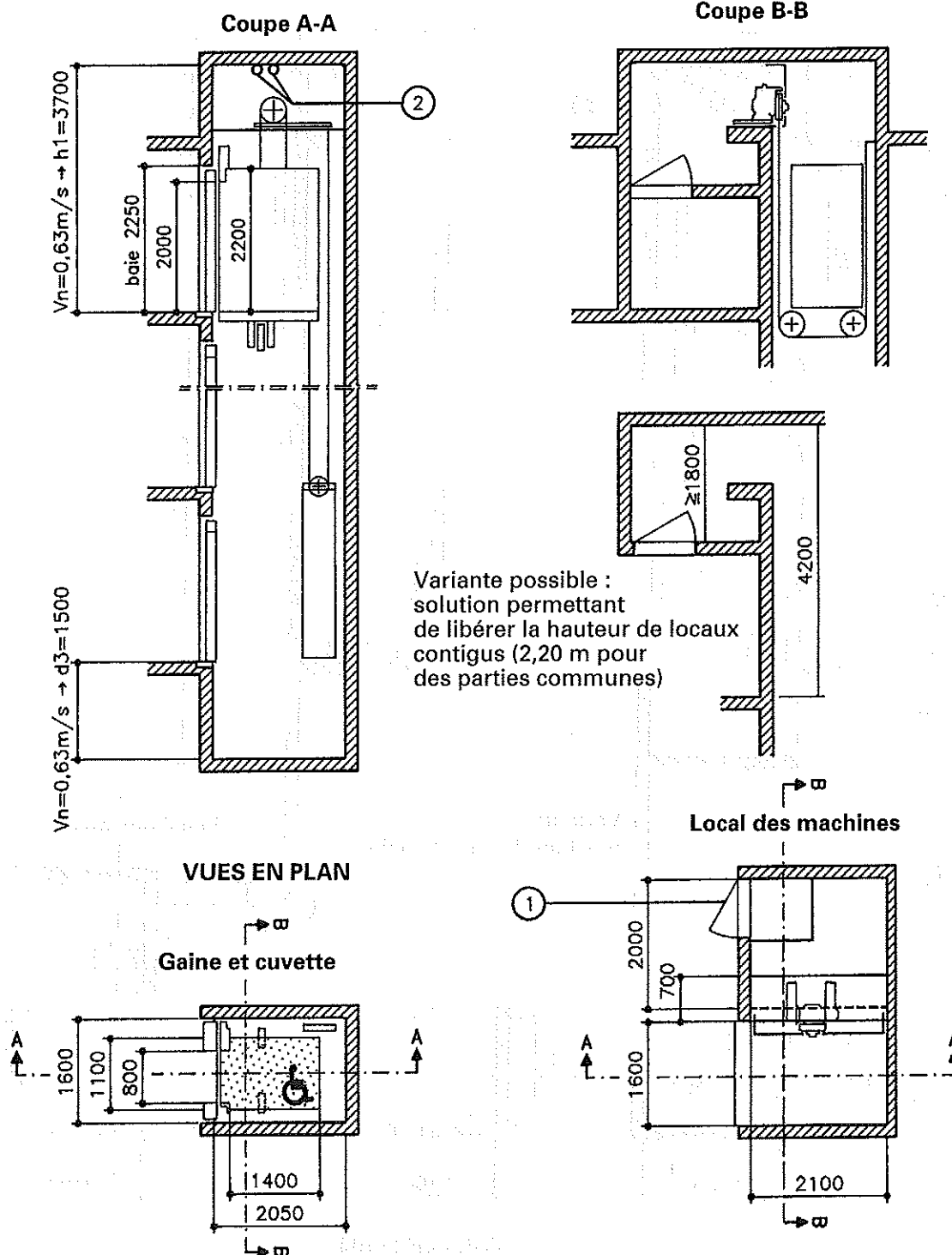
– **5/E1** : cabine de 630 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie haute au-dessus de la gaine :



- ① Trappe de manutention  
si  $V_n = 0,63$  ou  $1,00 \text{ m/s} \rightarrow \text{dim} = 950 \times 950$   
si  $V_n = 1,60 \text{ m/s} \rightarrow \text{dim} = 950 \times 1450$
- ② Porte d'accès  $900 \times 2000$
- ③ Crochet de 15 KN

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 5/E2 : cabine de 630 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie haute latérale à la gaine :

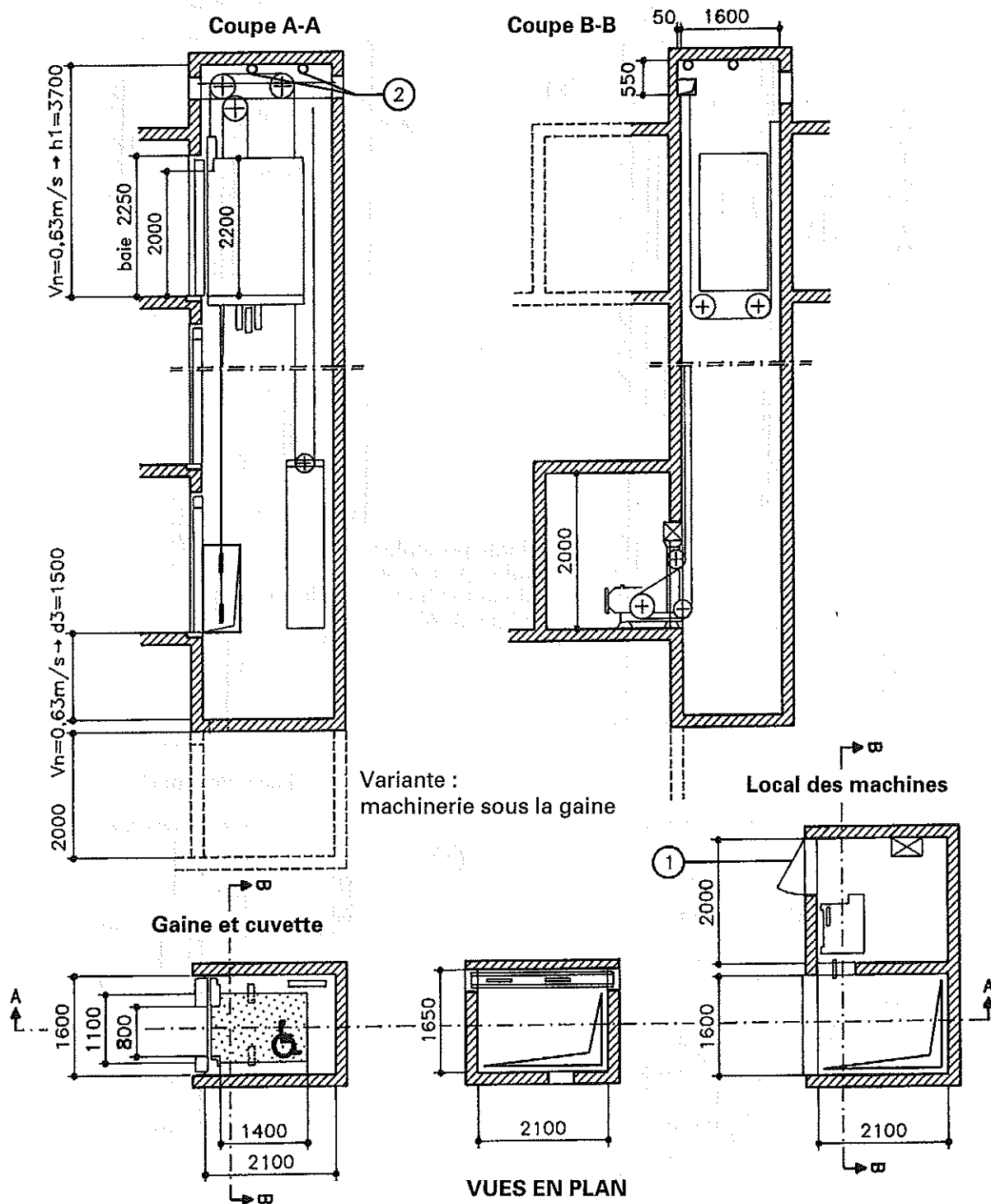


- ① Porte d'accès 900 x 2 000
- ② Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette  
 $h_1$  = Hauteur au-dessus  
du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– **5/E3** : cabine de 630 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machinerie basse latérale à la gaine :



① Porte d'accès 900 x 2 000

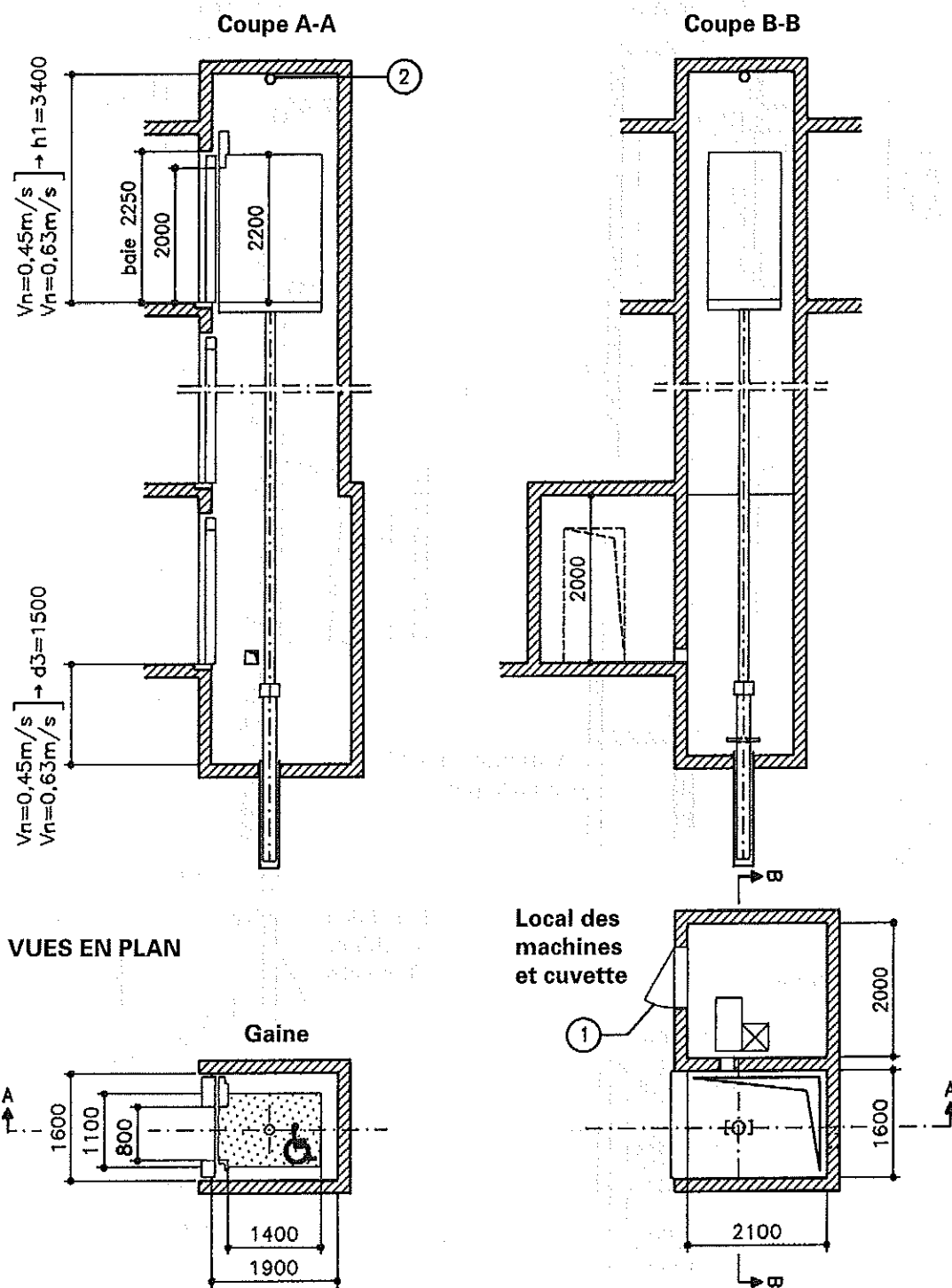
② Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 5/H1 : cabine de 630 kg : ascenseur hydraulique vérin central direct :



① Porte d'accès 900 x 2 000

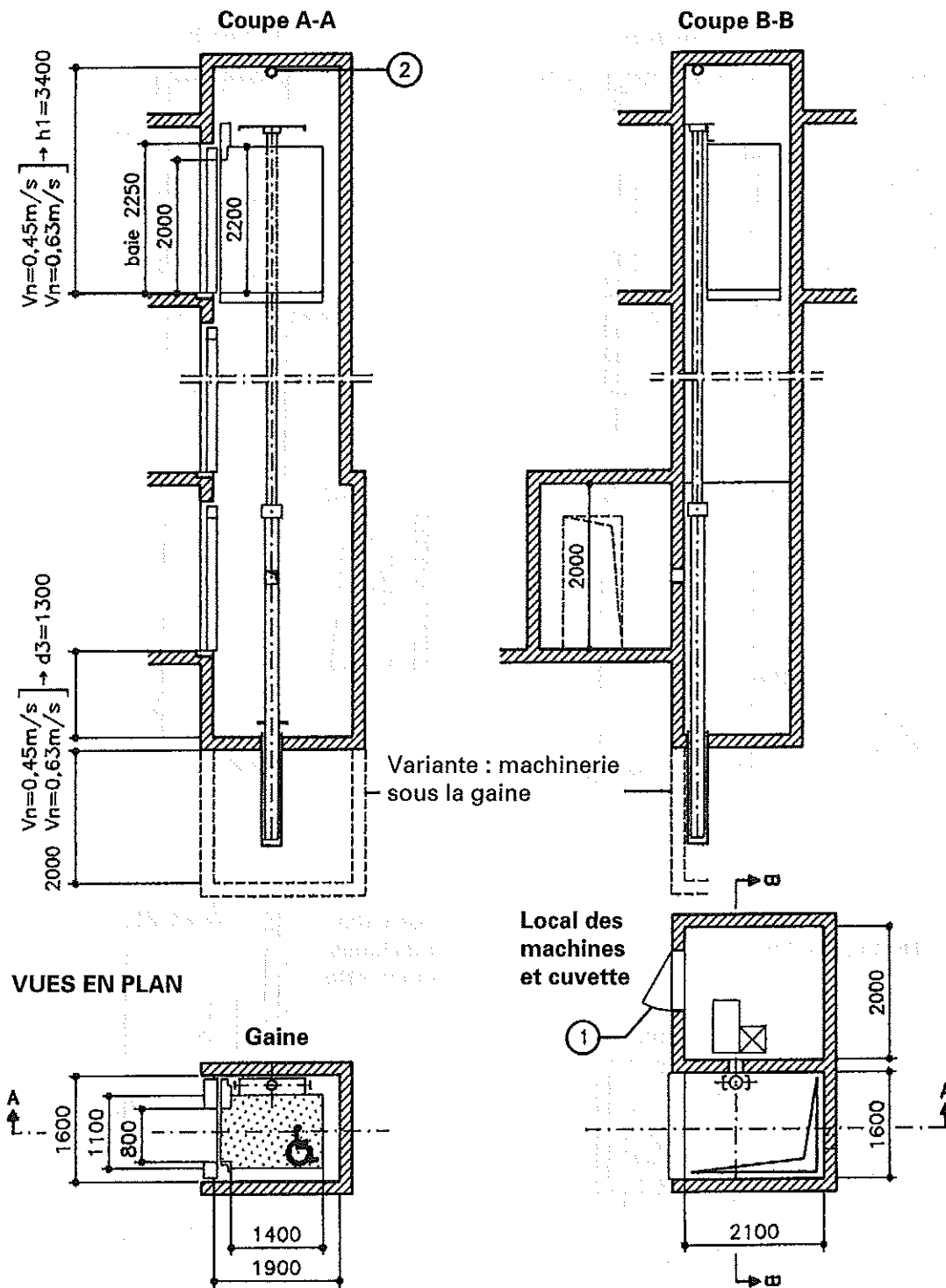
② Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus  
du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 5/H2 : cabine de 630 kg : ascenseur hydraulique vérin latéral direct :

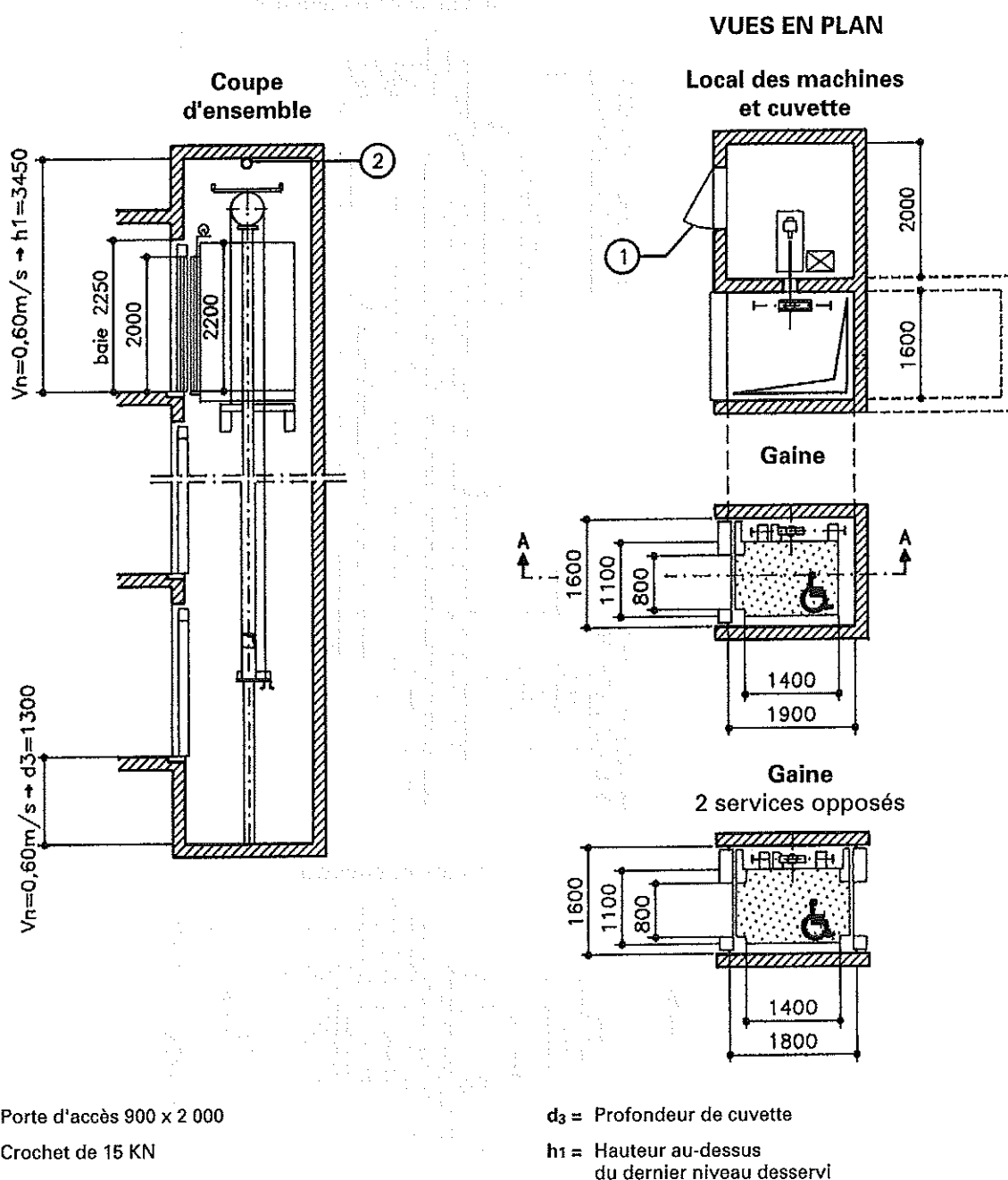


- ① Porte d'accès 900 x 2 000  
② Crochet de 15 kN

$d_3$  = Profondeur de cuvette  
 $h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

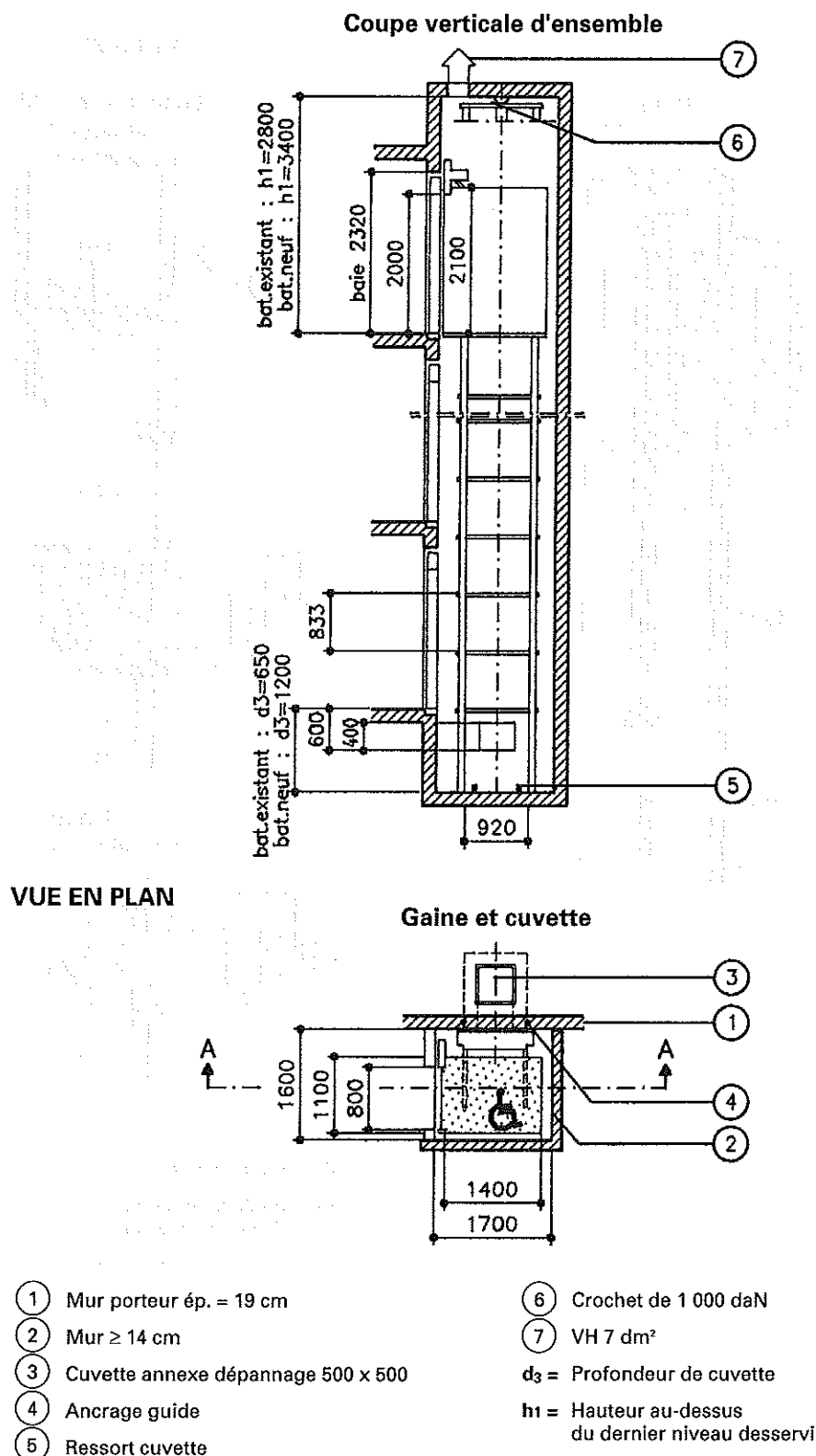
Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 5/H3 : cabine de 630 kg : ascenseur hydraulique vérin latéral mouflé :



Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

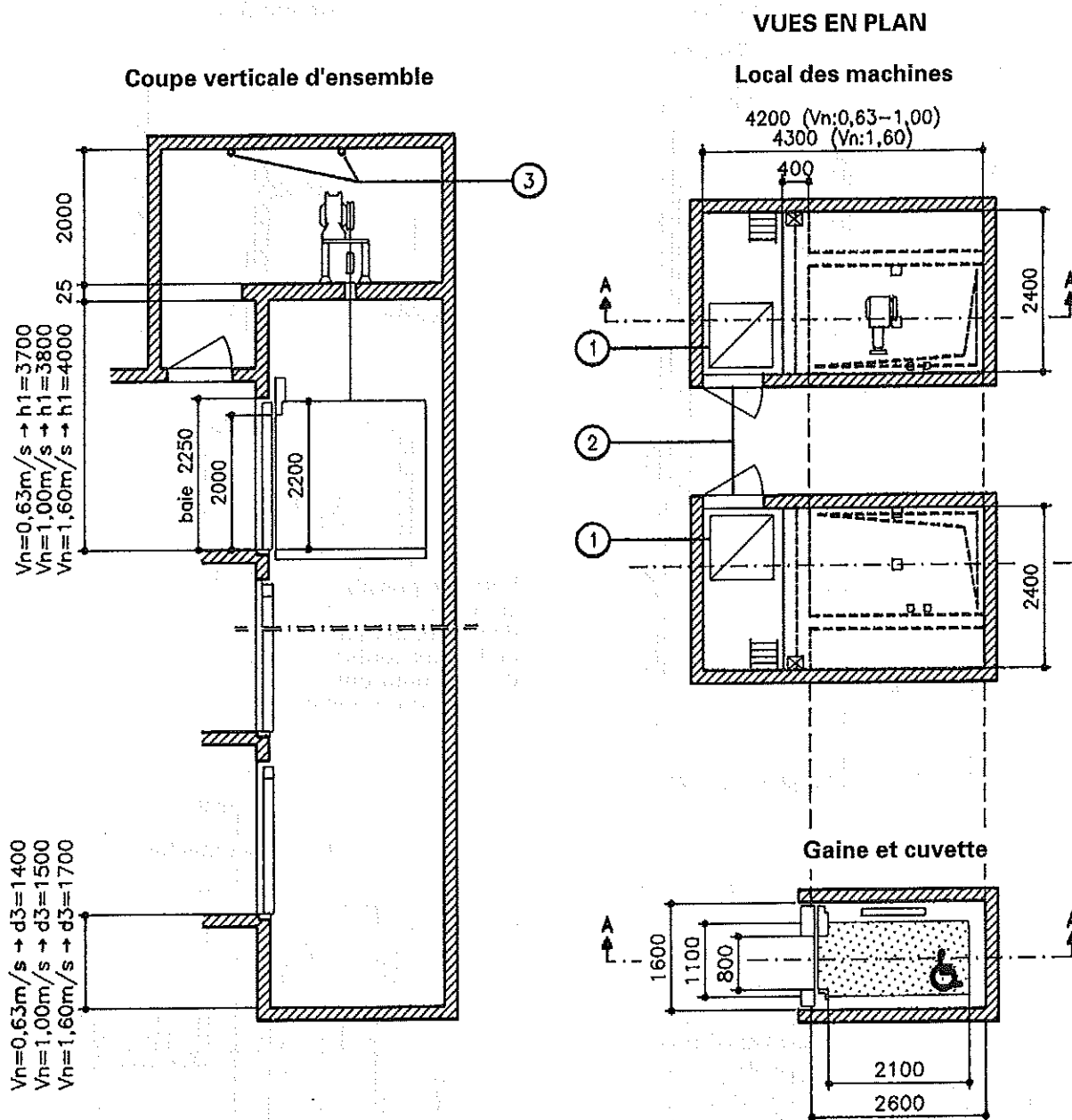
– 5/V1 : cabine de 630 kg : ascenseur à vis mur porteur latéral à la gaine :



Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.



– **6/E1** : cabine de 1 000 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machine-rie haute au-dessus de la gaine :



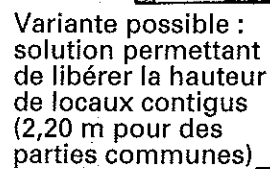
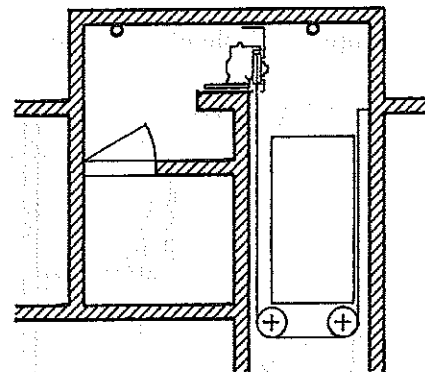
- ① Trappe de manutention  
si  $V_n = 0,63$  ou  $1,00$  m/s → dim = 950 x 950  
si  $V_n = 1,60$  m/s → dim = 950 x 1 450
- ② Porte d'accès 900 x 2 000
- ③ Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette  
 $h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi  
 $h_2$  = Hauteur du local des machines

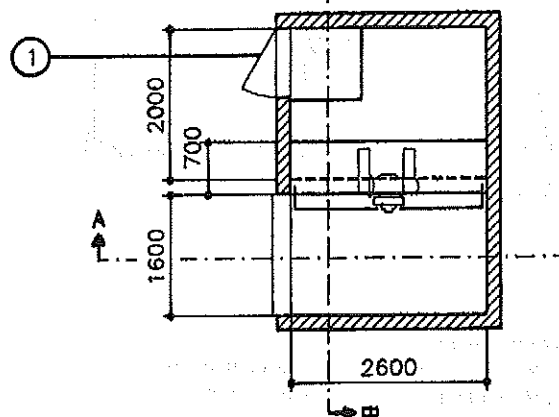
Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– **6/E2** : cabine de 1 000 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machine-rie haute latérale à la gaine :

### Coupe B-B



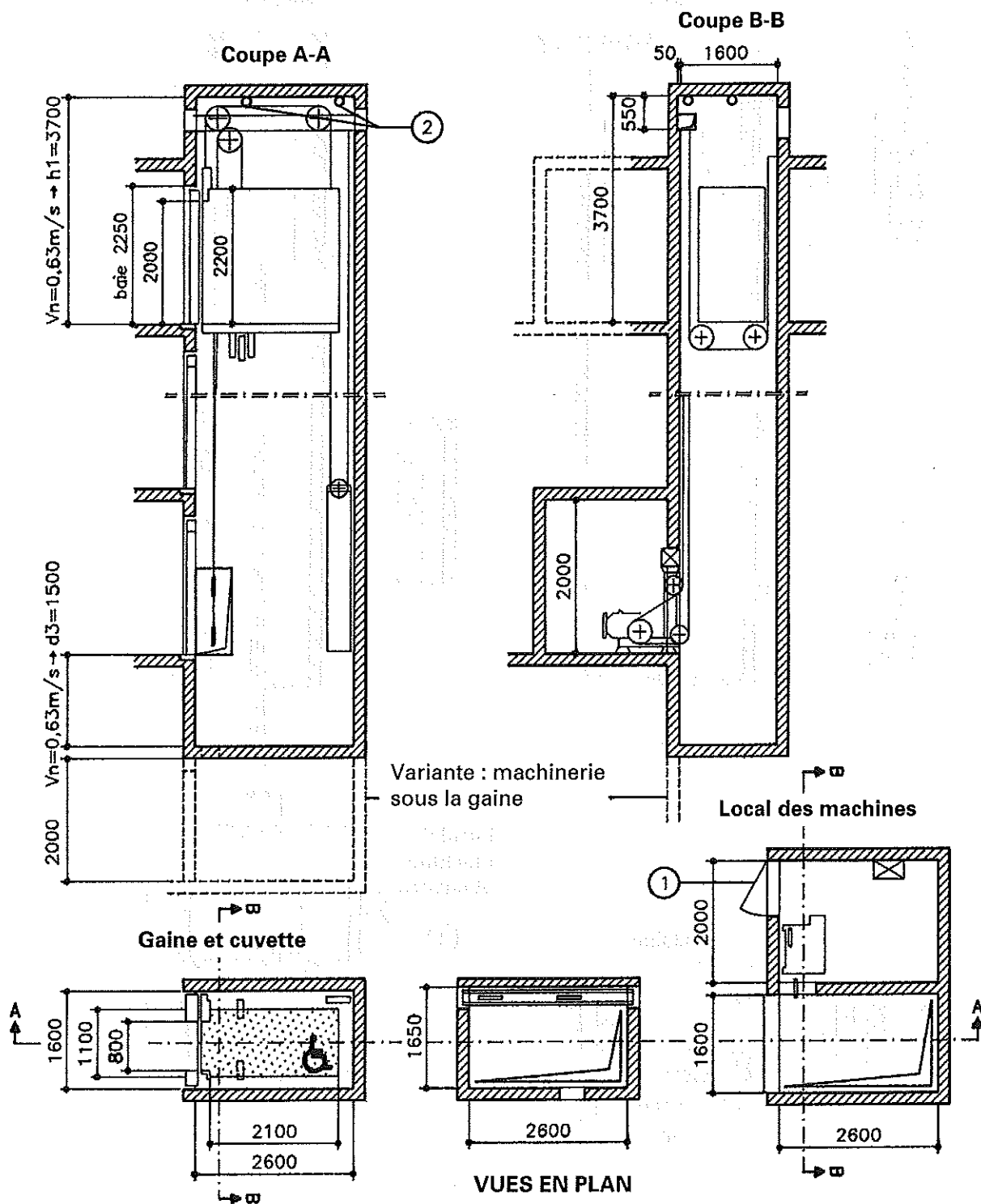
### Local des machines



- d<sub>3</sub>** = Profondeur de cuvette  
**h<sub>1</sub>** = Hauteur au-dessus  
 du dernier niveau desservi

*Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.*

– **6/E3** : cabine de 1 000 kg : ascenseur électrique à treuil et câble machine-rie basse latérale à la gaine :



① Porte d'accès 900 x 2 000

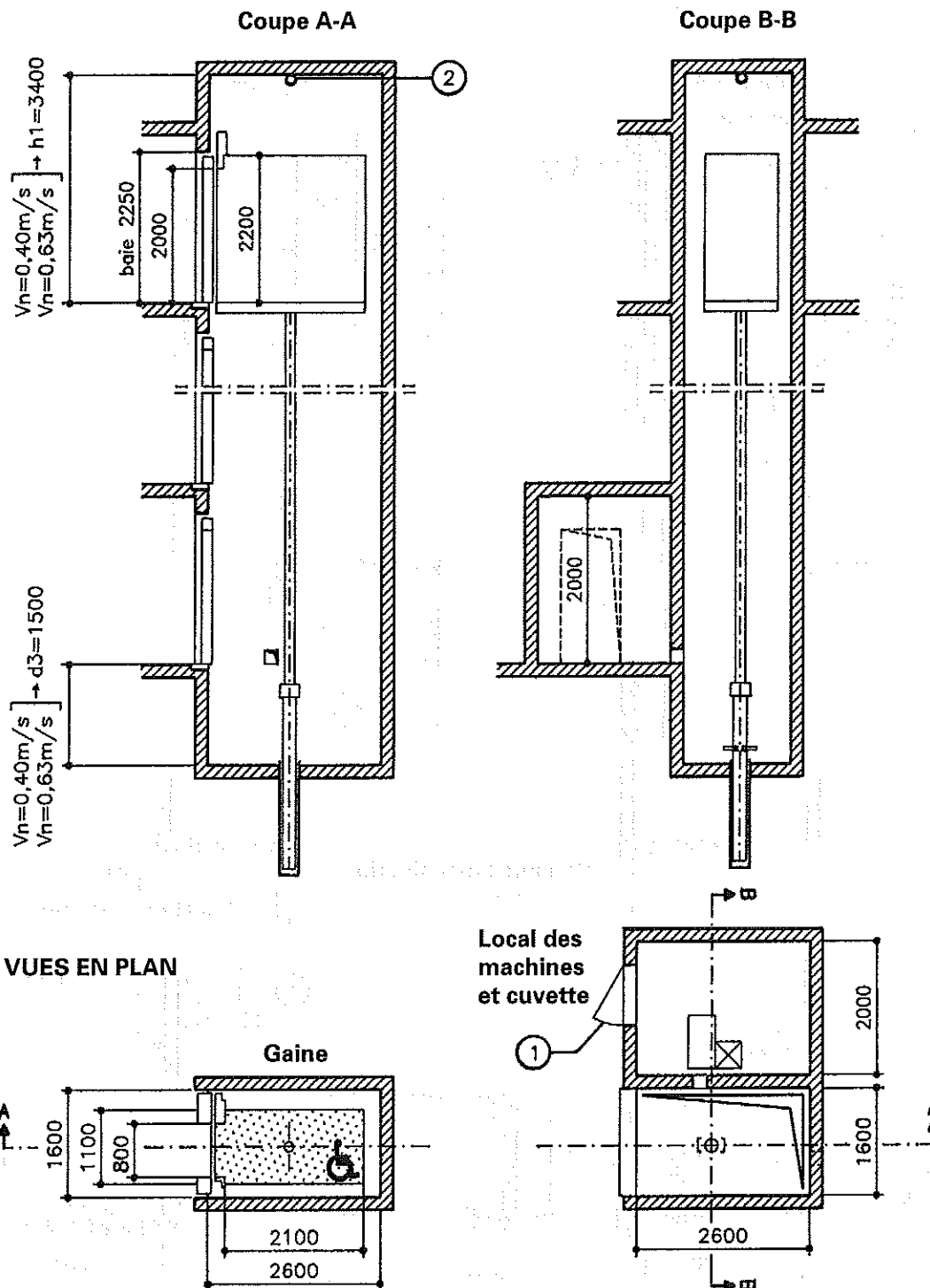
② Crochet de 15 kN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 6/H1 : cabine de 1 000 kg : ascenseur hydraulique vérin central direct :



① Porte d'accès 900 x 2 000

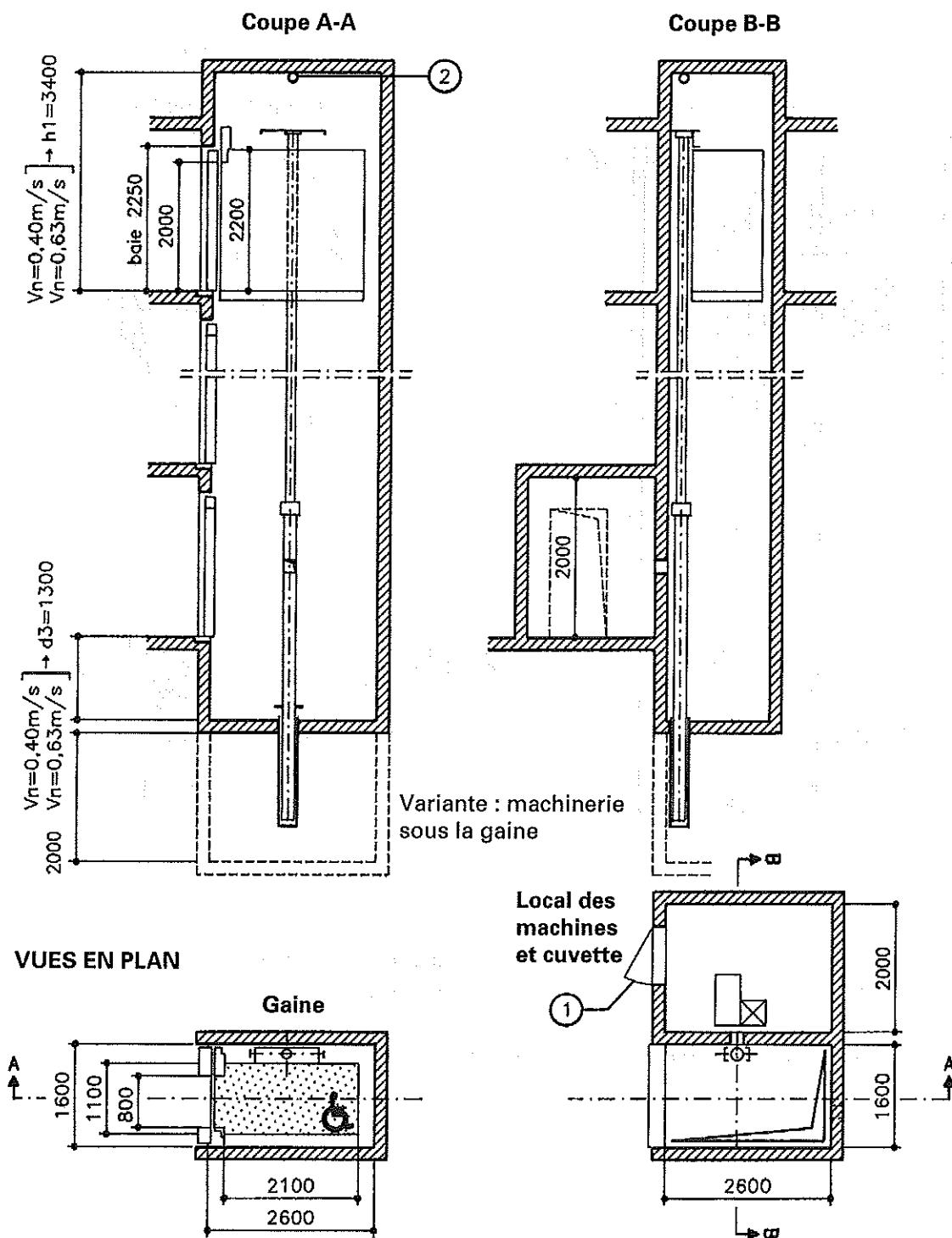
② Crochet de 15 kN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

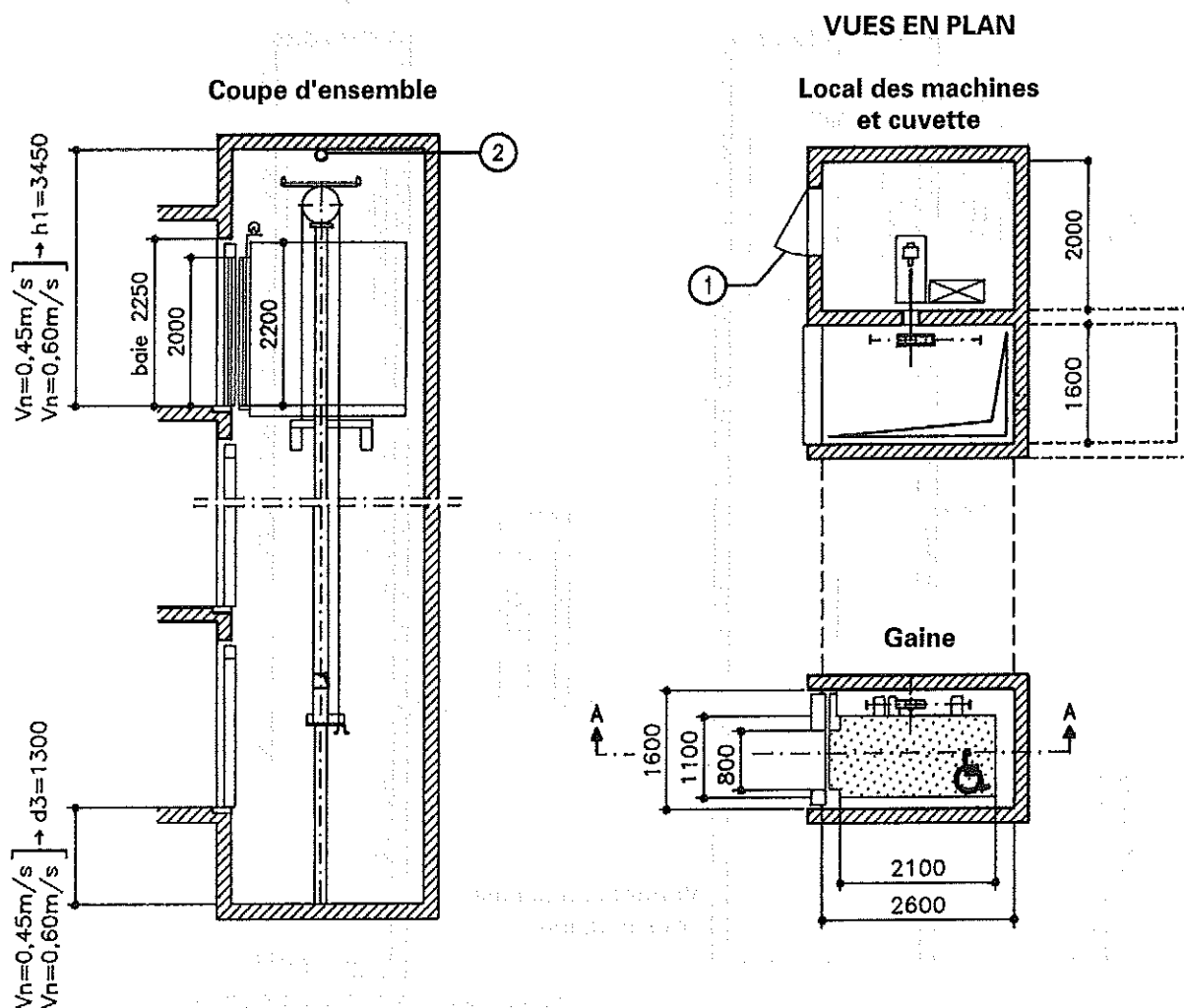
$h_1$  = Hauteur au-dessus du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

– 6/H2 : cabine de 1 000 kg : ascenseur hydraulique vérin latéral direct :



– 6/H3 : cabine de 1 000 kg : ascenseur hydraulique vérin latéral mouflé :



- ① Porte d'accès 900 x 2 000
- ② Crochet de 15 KN

$d_3$  = Profondeur de cuvette

$h_1$  = Hauteur au-dessus  
du dernier niveau desservi

Les contraintes du chantier et les règlements nationaux peuvent nécessiter des dimensions différentes.

## 5/8.6

# Ascenseurs en bâtiments autres qu'habitation

---

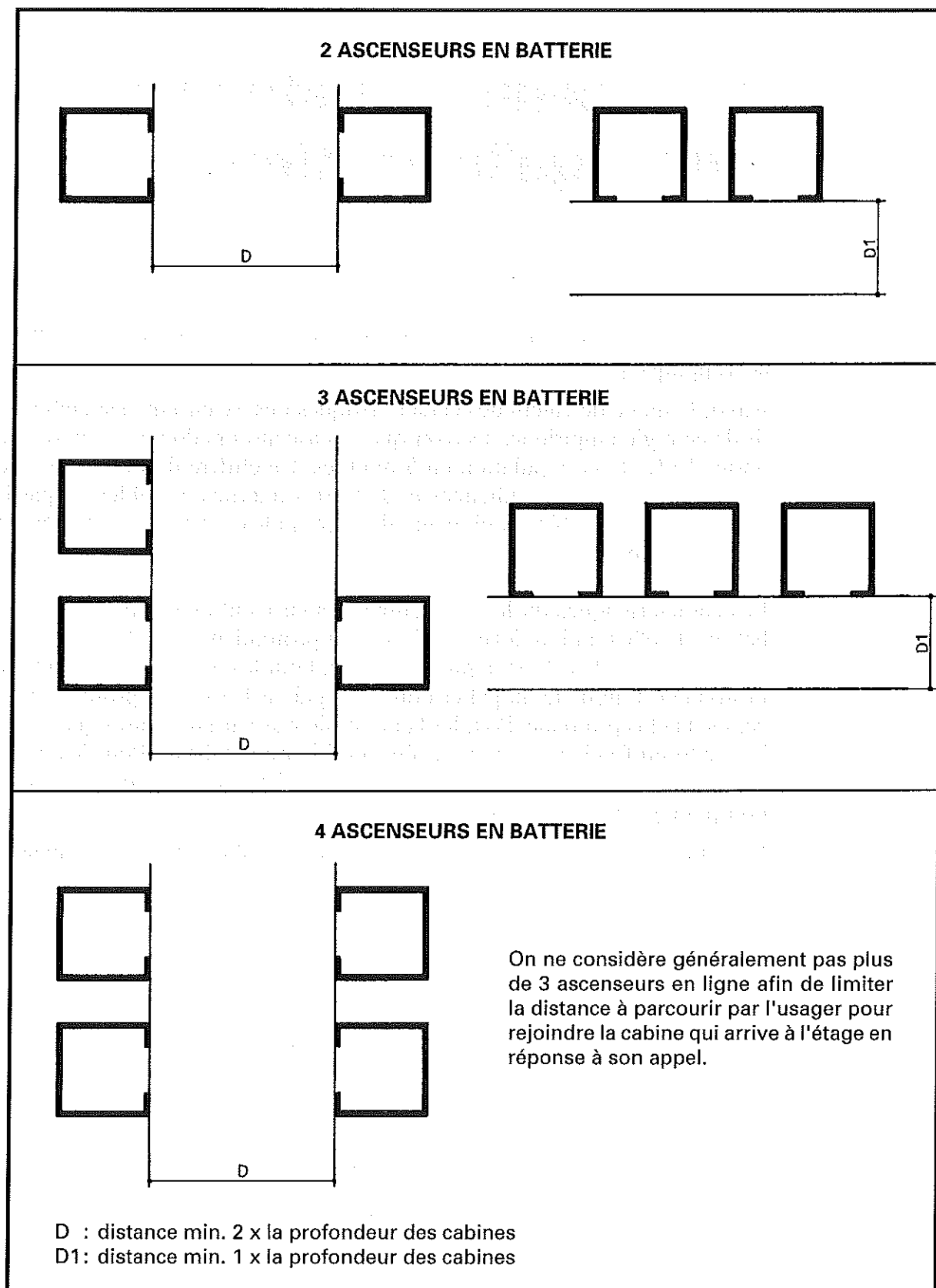
Il n'existe pas d'obligations réglementaires pour ces ascenseurs et le DTU 75.1 ne s'applique pas.

Aussi, le mode de calcul des caractéristiques des ascenseurs est établi à partir d'une règle empirique, à savoir que ces ascenseurs doivent pouvoir transporter 15 % de la population en 5 minutes. Ce chiffre doit être pondéré en fonction des attentes souhaitées et de trafics internes possibles. A partir de quoi, à l'aide des tableaux ci-avant, il est possible de déterminer le nombre et le type d'ascenseurs.

Les caractéristiques du local machinerie sont identiques aux ascenseurs en bâtiments d'habitation, à l'exception de la profondeur du palier qui doit être égale à celle de la cabine la plus profonde. Pour les ascenseurs en batterie, la profondeur minimale du palier doit être égale à 1,5 fois la profondeur de la cabine la plus profonde. Pour les batteries de 4 ascenseurs autres que de classe III, cette profondeur ne doit pas être inférieure à 2,40 m. Pour les batteries d'ascenseurs en face à face (au maximum 2 x 4 ascenseurs), cette distance ne doit pas être supérieure à 4,50 m.

Les caractéristiques du ou des ascenseurs sont établies après calcul du nombre de passages.

### Groupement des ascenseurs : exemples de dispositions :





## 5/8.7

# Monte-charges

---

Au titre de monte-charges sont compris les monte-chariots, monte-dossiers et monte-plats, aux conditions d'inaccessibilité définies au chapitre 5.8.1 ; 2.

Les monte-charges sont installés :

- soit dans des gaines maçonnées ou habillées de matériaux appropriés, notamment dans le cas où la structure du bâtiment doit être coupe-feu. Dans ce cas, le monte-charge est porté par des pylônes autoporteurs ;
- soit dans des gaines métalliques spécifiques insonorisées, d'aspect à déterminer, permettant une installation complète dans de moindres délais.

Ces appareils peuvent être fabriqués à la demande pour être installés dans des emplacements à côtes prédéterminées.

Un appareil est caractérisé par :

- le type et la charge utile, suivant la nature et les dimensions de la charge transportée ;
- le nombre et la hauteur des niveaux à desservir ;
- le sens et la hauteur des accès à chaque niveau : porte guillotine sur allège, porte guillotine au ras du sol ou portes battantes au ras du sol.

Une cuvette basse, en dessous du niveau le plus bas est nécessaire dans les cas suivants :

- pour une porte battante, la hauteur minimum de la cuvette est de 70 cm ;
- pour une porte à guillotine au ras du sol, la hauteur minimum de la cuvette est de 70 cm ;
- pour une porte à guillotine en allège, cette allège doit être d'une hauteur minimum de 70 cm, afin qu'il ne soit pas nécessaire d'avoir une cuvette basse.

La vitesse de ces appareils évolue de 0,25 m/sec. à 0,40 m/sec.

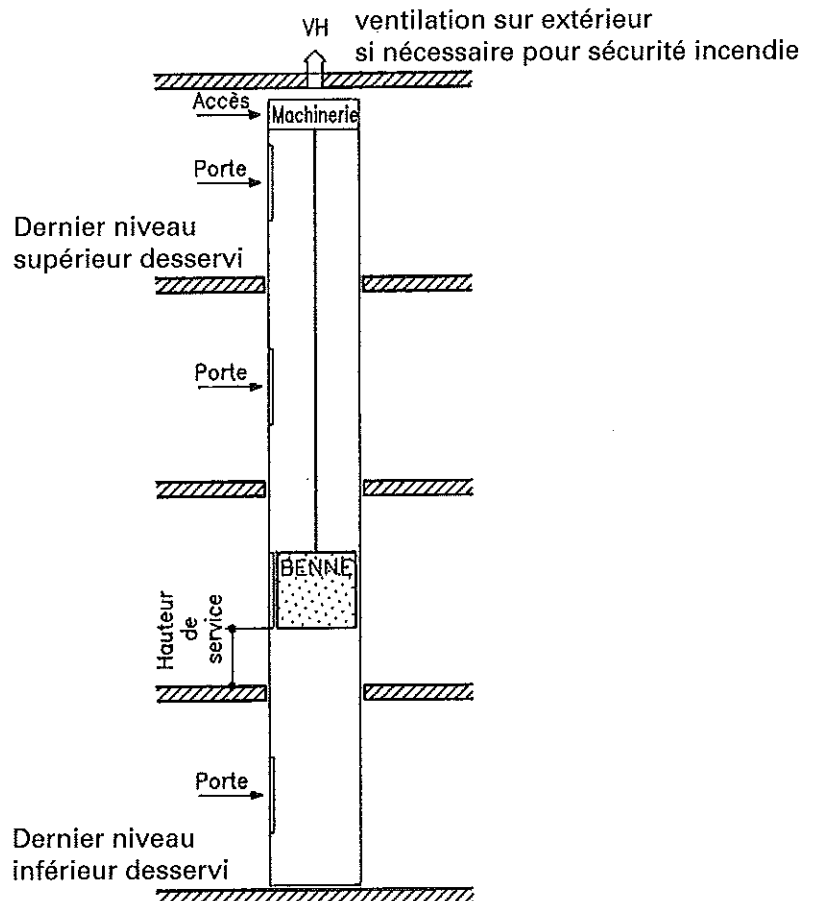
Les dimensions des appareils sont très variables. Sont présentés sommairement ci-après quelques types standard.

CHARGE UTILE (en kg)	VITESSE (en m/sec.)	DIMENSIONS INTÉRIEURES DE LA CABINE			DIMENSIONS DE LA GAINÉ		HAUTEUR SOUS PLAFOND AU NIVEAU HAUT (en m)
		Hauteur	Largeur	Profondeur	Largeur	Profondeur	
15	0,30	0,50	0,24	0,36	0,45	0,45	0,90
25	0,40	0,60	0,35	0,38	0,61	0,61	2,60
50	0,40	0,60	0,50	0,48	0,76	0,71	2,50
50	0,40	0,60	0,50	0,65	0,76	0,88	2,50
100	0,40	0,60	0,61	0,48	0,87	0,71	2,50
100	0,40	0,60	0,61	0,65	0,87	0,88	2,50
100	0,40	0,60	0,75	0,48	1,01	0,71	2,50
100	0,40	0,60	0,75	0,65	1,01	0,88	2,50
100	0,40	0,80	0,50	0,48	0,76	0,71	2,50
100	0,40	0,80	0,61	0,48	0,87	0,71	2,50
100 – 200	0,40 – 0,25	0,80	0,61	0,65	0,87	0,88	2,50
100	0,40	0,80	0,50	0,65	0,76	0,88	2,50
100	0,40	0,80	0,50	0,78	0,76	1,01	2,50
100	0,40	0,80	0,75	0,48	1,01	0,71	2,70
100 – 200	0,40 – 0,25	0,80	0,75	0,65	1,01	0,88	2,70
100 – 300	0,40 – 0,25	0,80	0,75	0,78	1,01	1,01	2,70
100 – 300	0,40 – 0,25	1,00	0,75	0,65	1,01	0,88	3,00
100 – 400	0,40 – 0,25	1,00	0,75	0,78	1,01	1,01	3,00
200 – 400	0,25	1,00	1,00	0,98	1,26	1,21	3,00
400	0,25	1,20	0,75	0,78	1,01	1,01	3,40
300 – 500	0,25	1,20	0,75	0,98	1,01	1,21	3,40
300 – 500	0,25	1,20	1,00	0,98	1,26	1,21	3,40

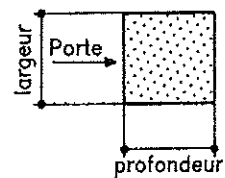
Source : documentation Sotoma.

– Monte-charge :

### Coupe verticale de la gaine



### Coupe horizontale de la gaine



Les escaliers sont classés en deux types :  
escaliers à visée directe et escaliers à visée indirecte.

Les escaliers à visée directe sont ceux où la vue est directe sur la destination.

Les escaliers à visée indirecte sont ceux où la vue est indirecte sur la destination.

Les escaliers à visée directe sont classés en deux types :  
escaliers à visée directe et escaliers à visée indirecte.

Les escaliers à visée indirecte sont ceux où la vue est indirecte sur la destination.

Les escaliers à visée directe sont ceux où la vue est directe sur la destination.

Les escaliers à visée indirecte sont ceux où la vue est indirecte sur la destination.

Les escaliers à visée directe sont ceux où la vue est directe sur la destination.

Les escaliers à visée indirecte sont ceux où la vue est indirecte sur la destination.