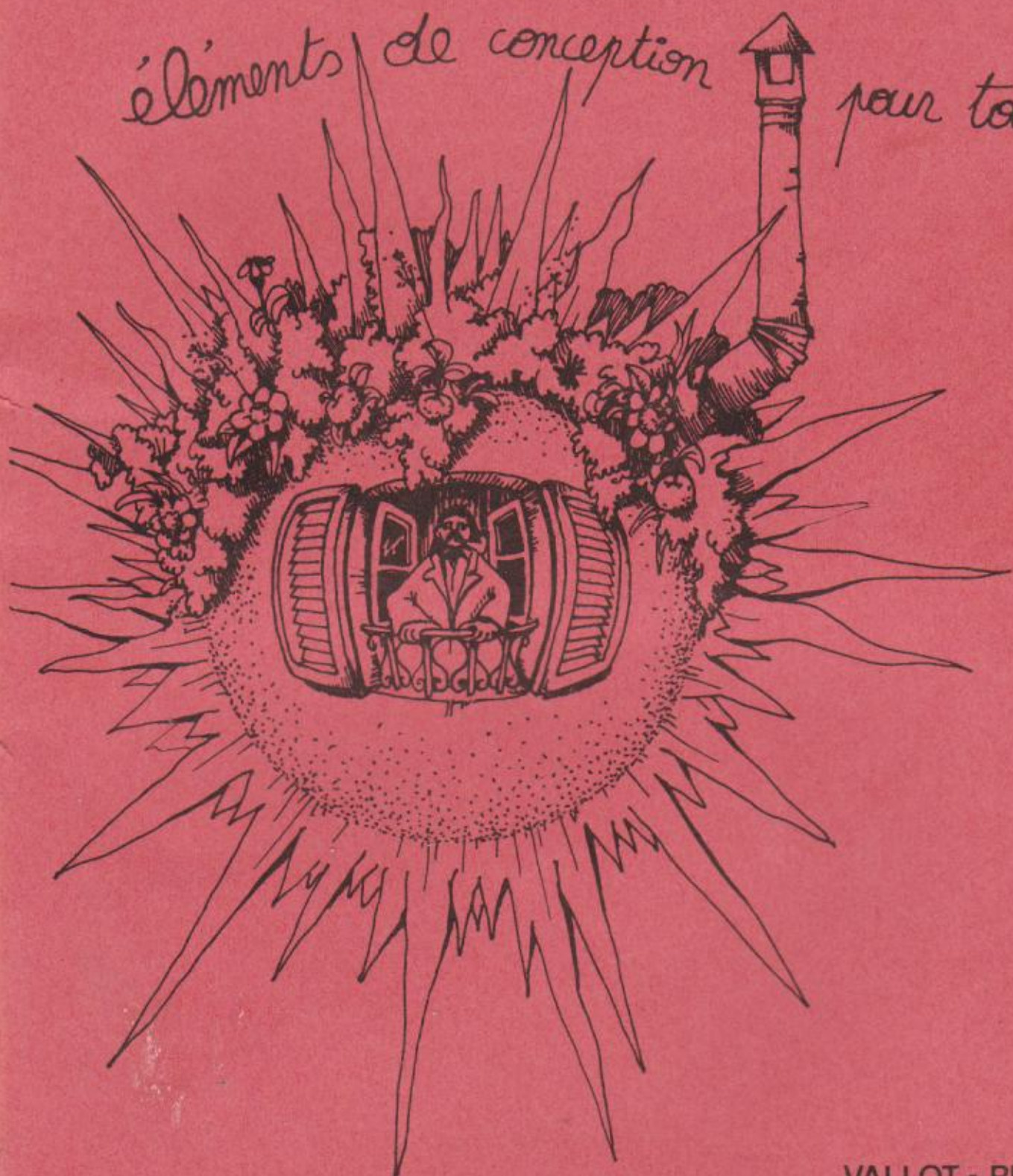


MAISONS ECONOMES EN ENERGIE

éléments de conception

pour tous



VALLOT - RENAUX

MAISONS ECONOMES EN ENERGIE

ELEMENTS DE CONCEPTION POUR TOUS

PAR JEF VALLOT ET GUY RENAUX

**ILLUSTRE PAR GUY RENAUX
... ET PIERROT LE VIEUX**

EDITE PAR LES AUTEURS

" Le principal aspect à examiner est la stupéfiante ingéniosité des bâtisseurs primitifs et paysans à propos de problèmes climatiques, et leur aptitude à utiliser un minimum de ressources pour un confort maximum."

Amos Rapoport

AVANT PROPOS :

habitat et énergie

La climatisation d'hiver et d'été des locaux d'habitations, bureaux et commerces, représente environ 40 % de notre consommation totale d'énergie.

Malgré le coût de plus en plus élevé des énergies fossiles non renouvelables (pétrole, gaz, charbon), et les risques de pénurie, nous assistons, après la concentration urbaine des années 60, à un développement considérable de l'habitat individuel, contribuant à accroître la crise: il faut presque deux fois plus d'énergie pour chauffer un pavillon isolé qu'un appartement de même surface.

Depuis une dizaine d'années, on encourage le chauffage électrique pour imposer le nucléaire; mais aujourd'hui, la production d'électricité nucléaire étant encore faible, on doit encore avoir recours massivement à l'électricité thermique à partir du fuel, du gaz ou du charbon. Son rendement énergétique est d'à peine 30 %, alors que celui de votre chaudière au fuel est de 70 %, et si elle fonctionne au gaz il atteint même 95 %.

C'est le gaspillage institutionnalisé.

On parle de crise de l'énergie, mais les constructions d'aujourd'hui méprisent encore les conditions climatiques de leur environnement; alors que l'habitat ancien traditionnel leurs était souvent bien adapté.

Seule l'isolation, (source de gros profits pour certains), est prise en compte. Mais pour calculer le coefficient de déperdition (le fameux G) nécessaire pour établir la puissance de votre chauffage, on néglige encore de prendre en compte les apports solaires par les fenêtres.

Le gaspillage continue.

toutefois être obtenus sur l'habitat existant. Elle s'adresse aussi bien à l'habitat individuel, qu'il soit isolé ou groupé, et à l'habitat collectif auquel certains principes peuvent être appliqués. Mais attention aux maisons industrialisées affublées d'une serre (c'est la mode) et qui se disent bioclimatiques: elles n'en ont souvent que le nom.

Ne pas confondre démarche bioclimatique et chauffage solaire, qui consiste à remplacer un système de chauffage classique par une batterie de capteurs solaires et un chauffage d'appoint.

Cette démarche est aussi efficace au nord de la France qu'au sud:

- a/ les déperditions étant plus grandes au nord, les économies réalisées seront plus importantes;
- b/ l'ensoleillement est moins bon au nord qu'au sud (environ 25% d'énergie reçue en moins) mais la saison de chauffe étant plus longue, il fournira à peu près autant de calories.

Donc, pour un investissement donné, l'amortissement et les économies d'énergie réalisées seront comparables entre le nord et le sud de la France.

* * * * *

Ce petit guide s'adresse à tous les usagers qui veulent concevoir ou adapter leur habitation pour en réduire la consommation d'énergie.

Il n'apporte ni concept nouveau ni innovation technique, mais tente de présenter une démarche cohérente, adaptée aux besoins de chacun; pour une meilleure utilisation des ressources renouvelables de notre environnement. Elle propose un ensemble de solutions simples, financièrement à la portée de tous, ne présentant pas d'obstacle à une généralisation rapide; ce qui fait de l'habitat bioclimatique une des alternatives les plus prometteuses pour faire face aux problèmes énergétiques actuels. Dans cette optique, nous écartons volontairement les solutions technologiques complexes et coûteuses (pour la plupart des systèmes solaires actifs), ce qui ne signifie pas qu'elles soient à rejeter systématiquement.

Ce premier tome expose des principes;

le second fournira des solutions techniques, des conseils pratiques et des évaluations des coûts.

Or, en tenant compte des données climatiques et solaires du lieu où l'on s'installe, on peut faire des économies d'énergie appréciables :

C'est la démarche bioclimatique.



Pierre Bruegel le Vieux

Concevoir un habitat bioclimatique, c'est prendre en compte un certain nombre de paramètres (climat, site, conception architecturale, solutions techniques...) permettant :

- de réduire les pertes thermiques et d'optimiser les apports solaires directs dans le bâtiment (maison capteur) en hiver,
- d'assurer une bonne climatisation en été.

On obtient ainsi une climatisation naturelle optimale, dérivée du microclimat extérieur, à laquelle il convient d'ajouter pour l'hiver un chauffage d'appoint.

Selon les caractéristiques du site et la manière d'habiter de chacun, un nombre plus ou moins grand de ces paramètres pourra être pris en compte, et les résultats obtenus varieront en fonction.

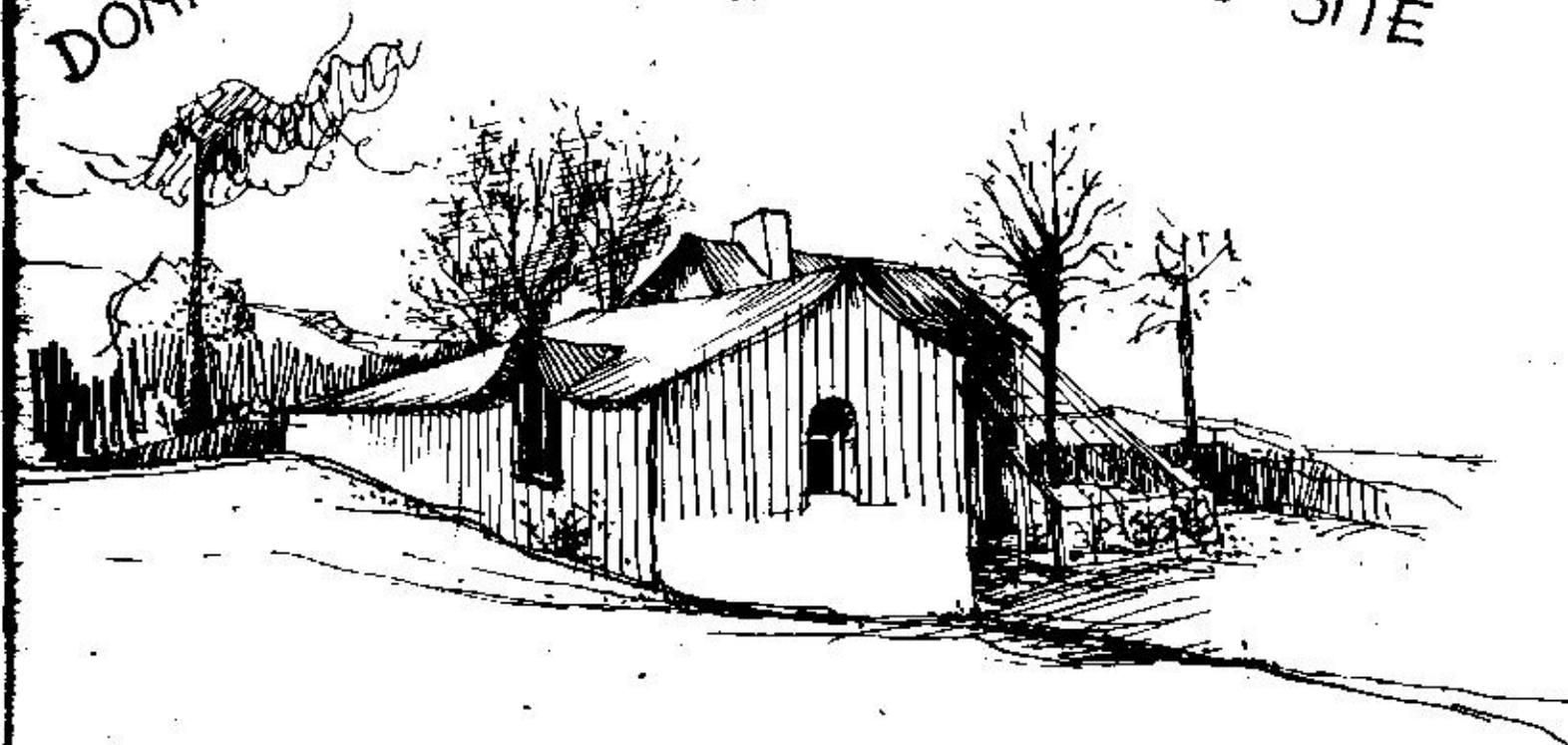
La démarche bioclimatique concerne surtout l'habitat à construire, mais des gains notoire peuvent



CHAP. 1

CONNAISSANCE du MILIEU

DONNEES CLIMATIQUES
ET ADAPTATION AU SITE





L'habitat rural traditionnel offre souvent de remarquables exemples d'adaptation aux données climatiques et d'intégration au site. C'est que les moyens de chauffage étaient parfois précaires, et il importait de soustraire autant que possible, l'habitation aux rigueurs hivernales.

Aujourd'hui, après vingt années de gaspillage, s'impose à nous la nécessité de promouvoir un habitat peu énergivore et d'utiliser au mieux les énergies renouvelables de notre environnement (solaire, bois, ...).

Aussi nous faut-il plus que jamais tenir compte des données climatiques locales lors de la conception d'une habitation. Une étude sérieuse de ces phénomènes, doublée d'un bon sens de l'observation, vous permettront d'opérer les choix les plus appropriés pour une bonne climatisation des locaux : réduire les pertes ou privilégier les apports solaires, choix et puissance du chauffage d'appoint, climatisation estivale.

I DONNEES CLIMATIQUES REGIONALES

Elles ont contribué
à produire dans les campagnes françaises
des types d'habitat rural traditionnel très différenciés.
La forme de l'enveloppe du bâtiment sera plus ou moins affectée
par les VENTS, les PRECIPITATIONS, les TEMPERATURES et
l'ENSOLEILLEMENT.



1 les vents dominants



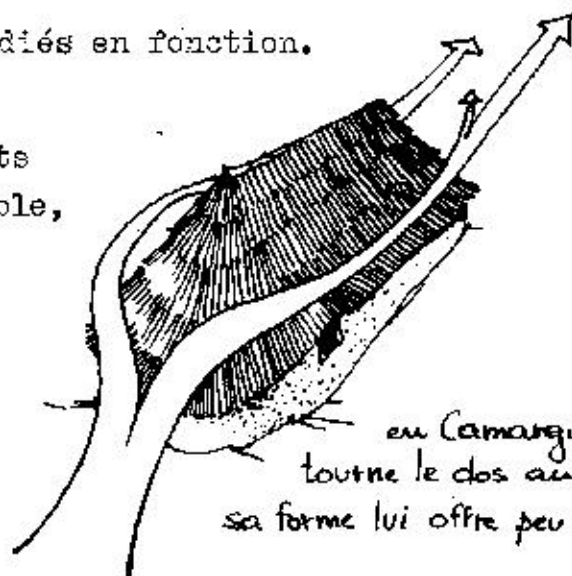
leur régime est caractérisé par :

- leur direction
- leur fréquence saisonnière, ou annuelle
- leur vitesse (régulière, ou en rafales)
- leur nature : froids, secs, tièdes, pluvieux...

Parfois agréable l'été, le vent est toujours une source d'inconfort en hiver; aussi l'emplacement, l'orientation et la

forme du bâtiment seront étudiés en fonction.

Protéger les façades des vents froids est toujours souhaitable, souvent même prioritaire (par exemple contre le Mistral ou la Tramontane dans les régions méditerranéennes).



en Camargue, le mas tourne le dos au Mistral, et sa forme lui offre peu de résistance.

2

les températures

Pour une bonne climatisation, aussi bien d'été que d'hiver, il est indispensable de connaître:

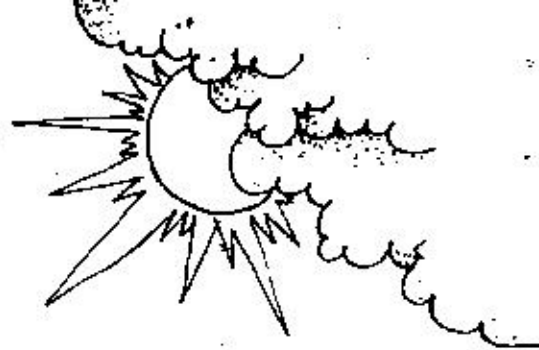
- les moyennes mensuelles de températures : elles déterminent les saisons de chaleur ou de froid, et leur intensité;
- les écarts absolus de températures: les maxima en été et les minima en hiver, mais aussi les écarts entre jours et nuits en toutes saisons.

L'habitat troglodytique, par l'inertie thermique des roches, est peu sensible aux écarts de températures



La connaissance de ces éléments permet de déterminer la qualité de l'isolation et la puissance du chauffage d'une part, l'importance des protections solaires et de la ventilation des locaux d'autre part.

3 ensoleillement et nébulosité



Plusieurs données sont à étudier :

- durée d'ensoleillement et quantité d'énergie reçue au sol, moyennes mensuelles et annuelles
- caractéristiques du rayonnement:
 - trajectoire du soleil aux solstices d'hiver et d'été (hauteur à midi et course est-ouest); elle varie suivant la latitude du lieu, elle détermine l'inclinaison adéquate des surfaces captantes et le dimensionnement des protections solaires (auvents etc...)
 - pourcentage de rayonnement direct et diffus; ce dernier dépend de la nébulosité et est reçu indifféremment sur toutes les façades de la maison; la connaissance de la période maximale de jours consécutifs sans soleil à la mauvaise saison (d'après une moyenne sur 20 ans) détermine la capacité de l'éventuel stockage solaire
- nébulosité : existence de brouillards, brumes matinales, ou pollutions atmosphériques, pouvant modifier sensiblement la quantité et la qualité du rayonnement reçu; les pollutions atmosphériques des grandes villes par exemple peuvent diminuer le rayonnement solaire jusqu'à 25 %.

L'ensemble de ces données va guider le choix des options solaires :

- système actif ou passif?
- dimension et répartition des surfaces captantes?
- privilégier le stockage solaire ou le chauffage d'appoint?
- protection des vitrages en été?

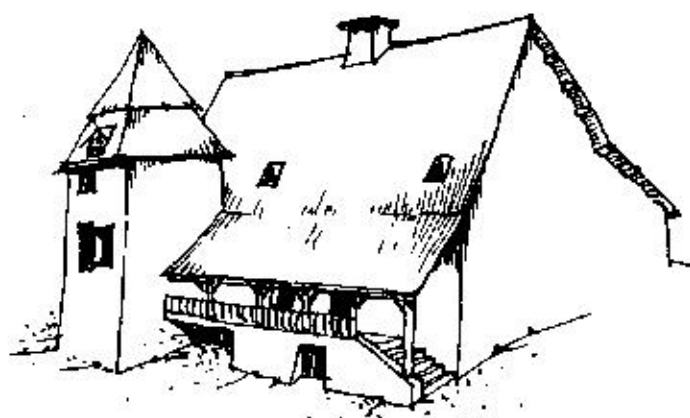
4

Précipitations et humidité

à savoir :

- importance et répartition saisonnière et annuelle; par exemple, il pleut plus à Nice qu'à Brest, mais en 60 jours au lieu de 200;
 - d'où viennent les pluies ?
 - dans les régions où les neiges sont épaisses et durables, en tenir compte: pour l'emplacement et le dimensionnement des surfaces captantes car la réflexion augmente la quantité d'énergie reçue sur les vitrages, la neige sur les toits accroît l'isolation;
 - humidité, elle dépend à la fois:
 - des précipitations, des pluies fréquentes favorisent évidemment l'humidité,
 - de la végétation et du type de sol, qui garde ou pas l'humidité,
 - du régime des vents et du taux d'ensoleillement, qui peuvent assécher plus facilement;
- l'humidité est parfois favorable en été, mais à combattre coûte que coûte en hiver.

Les précipitations influent sur le type, la pente et l'orientation des toitures, le choix des matériaux, la structure et les protections des façades.



Où trouver ces données ?

- Pour une approche générale, la "Face Cachée du Soleil" demeure irremplaçable (voir biblio.); pour une connaissance plus approfondie, consulter "L'Atlas Solaire de la France" (idem); consulter également la rubrique météo des quotidiens

EXEMPLE DE DONNÉES
STATISTIQUES QUE PEUT
VOUS FOURNIR LA
MÉTÉOROLOGIE NATIONALE

PERIODES	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Jun.	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
1846 - 1978	Moyennes mensuelles des températures maximales quotidiennes (en °C) :												
	10.9	12.1	14.7	17.6	21.1	25.2	28.2	27.3	24.4	19.8	14.8	11.5	19.0
	Maximum absolu de la température :												
	20.6	21.2	26.2	29.8	32.6	34.5	36.7	36.3	34.1	28.6	27.1	22.0	36.7
	15-55	17-38	11-48	13-49	21-53	20-60	04-55	17-49	06-70	05-75	05-70	12-61	18-59
	Moyennes mensuelles des températures minimales quotidiennes (en °C) :												
	1.8	2.5	4.7	7.6	11.1	14.2	16.5	16.3	13.8	9.8	5.4	2.8	8.9
	Minimum absolu de la température :												
	-15.0	-17.8	-9.6	-1.7	0.6	5.4	8.4	8.2	3.8	-0.7	-5.0	-12.4	-17.8
	28-47	05-63	07-71	06-70	04-67	10-56	07-62	03-55	19-72	13-74	24-56	27-62	19-65
	Températures moyennes mensuelles :												
	6.3	7.3	9.7	12.6	16.1	19.7	22.4	21.8	19.1	14.8	10.1	7.1	13.9
	Nombre moyen mensuel de jours avec gelée (1.° - 0.°) sous abri :												
T < 0°	11.4	8.4	3.8	0.1	.	.	.	.	.	0.1	3.4	8.6	35.8
T < -5°	1.6	1.5	0.2	.	.	.	.	.	.	.	+	1.3	4.6
	Hauteurs moyennes mensuelles des précipitations en millimètres :												
	65.2	52.8	73.0	48.9	55.0	40.0	20.0	46.5	72.9	111.6	59.7	72.7	718.0
	Hauteur maximale des précipitations en 24 heures (en mm.) :												
	73.6	55.4	120.2	60.2	120.1	150.2	39.1	101.0	177.2	117.0	144.4	103.5	177.2
	06-55	15-67	14-71	05-69	20-68	18-68	28-77	20-59	18-68	12-53	05-63	31-56	19-68
	Nombre moyen mensuel de jours avec précipitations (RR > 0.1 mm.) :												
RR > 0.1 mm	9.6	7.7	8.0	8.2	8.9	8.2	4.3	6.3	7.1	9.1	7.8	9.8	94.0
RR > 10 mm	2.0	1.5	2.4	1.6	1.7	1.1	0.5	1.3	1.8	2.9	1.6	1.9	20.3
	Durées moyennes mensuelles de l'insolation, en heures :												
	144	160	208	242	276	316	361	302	239	181	147	128	2718
1858 - 1978	Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air, en % (8 valeurs quotidiennes) :												
	76	73	68	66	68	66	63	66	73	75	75	76	70
	Moyennes mensuelles des valeurs maximales quotidiennes de l'humidité relative en % :												
	91	89	88	86	88	86	85	87	91	92	91	91	89
	Moyennes mensuelles des valeurs minimales quotidiennes de l'humidité relative en % :												
	55	52	49	47	47	45	41	44	50	54	54	57	50
1846 - 1978	Vitesse maximale instantanée du vent, m/s :												
	28	32	37	28	23	25	26	22	30	26	30	27	37
	NW	N	SE	WNW	WNW	NW	N	SE	WNW	SE	WNW	WNW	SE
	16-51	05-52	23-52	24-50	16-43	05-68	12-69	07-78	27-52	06-77	07-52	14-73	19-52
	Vitesse moyenne du vent, en m/s (8 valeurs quotidiennes) :												
	4.3	4.2	4.3	4.7	4.2	4.1	4.0	3.9	4.0	4.3	4.1	4.0	4.2
1846 - 1978	Nombre moyen mensuel de jours de :												
Brouillard	≡	1.3	1.3	1.7	0.7	0.7	0.9	1.2	2.1	3.0	1.9	1.1	17.3
Orage	R	0.3	0.3	0.8	1.5	2.7	2.9	3.3	3.9	2.9	2.4	0.9	22.7
Grêle	A	0.4	0.1	0.1	0.2	+	0.1	+	.	0.1	.	0.2	0.9
Neige	*	1.0	0.8	0.4	.	.	.	.	.	.	0.1	0.7	3.0
Sol couvert de neige	[*]												
Vent fort > 16 m/s		4.0	4.3	4.6	4.4	2.8	2.2	2.3	1.6	2.2	2.8	3.9	39.0

régionaux, et surtout les données numériques et statistiques de la station météo la plus proche.

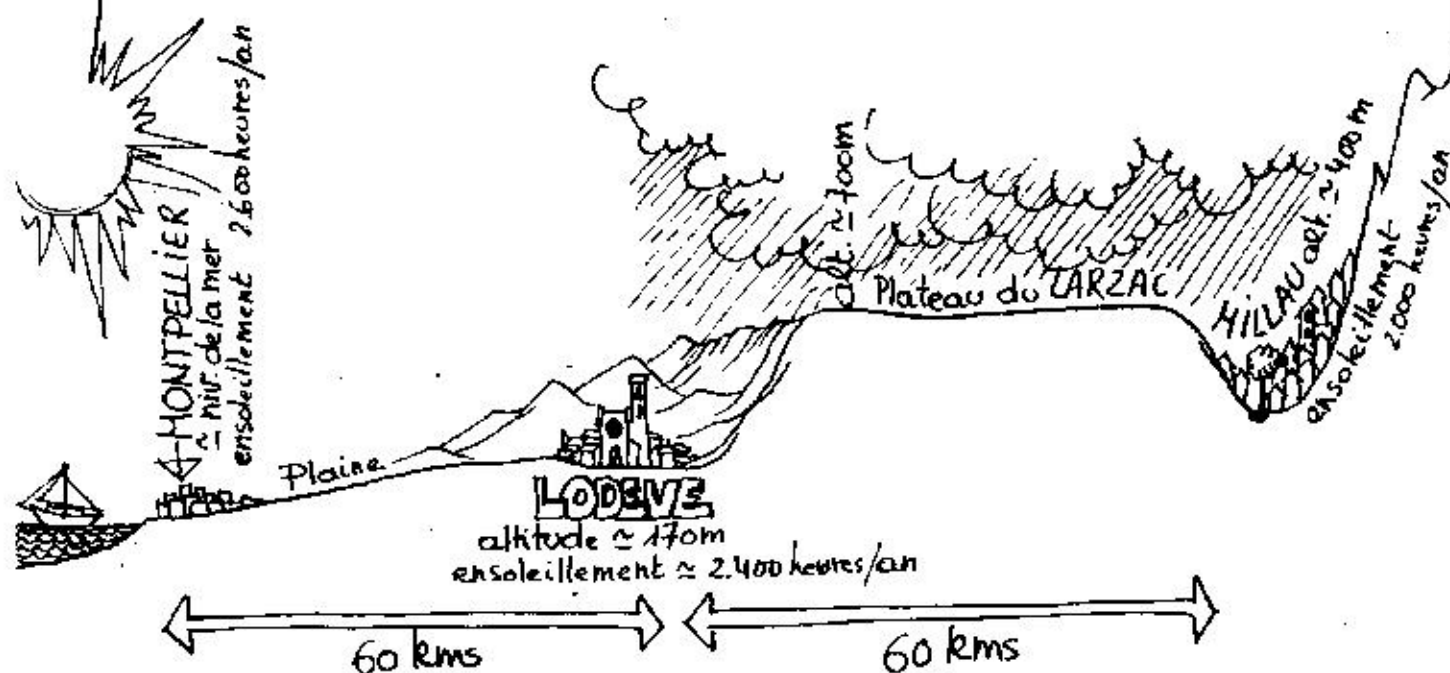
CEPENDANT, les données climatiques régionales sont parfois sensiblement modifiées sur le plan LOCAL: le relief, l'altitude, l'existence de rivière ou plan d'eau, la proximité de complexe industriel ou grande agglomération, peuvent affecter le régime des vents, des températures, la nébulosité ou le degré d'humidité.

A ce niveau là, les données théoriques et statistiques sont le plus souvent inexistantes, et le seul recours demeure le témoignage oral, l'expérience, une bonne connaissance du pays.

L'exemple de la région de Lodève (où nous habitons) dans l'Hérault est significatif.

A 70 kms de la mer, au pied des grands Causses, la région est à la limite des climats méditerranéens et atlantiques. Les stations météorologiques les plus proches sont celles de Montpellier et de Millau, géographiquement sous des influences différentes, dont on ne peut tirer pour Lodève que des données intermédiaires au point de vue ensoleillement, précipitations et températures.

La ville est en fond de vallée, dans un couloir venté qui accentue la puissance des vents du nord. L'humidité est forte, et les pluies peuvent venir aussi bien du sud/sud-est que de l'Ouest/nord-ouest.



II MICROCLIMATS ET CHOIX D'UN TERRAIN

Lorsque vous cherchez un terrain où installer votre maison, l'analyse de son microclimat devrait être primordiale, et, si vous désirez effectuer de sensibles économies d'énergie pour la climatisation de la maison, les résultats de cette analyse devraient guider votre choix.

En effet, chaque terrain est soumis à un microclimat particulier, dont les déviations par rapport aux données climatiques locales sont plus ou moins importantes, en fonction du relief, de la nature du sol et de la végétation, ou d'éventuels masques au rayonnement solaire.

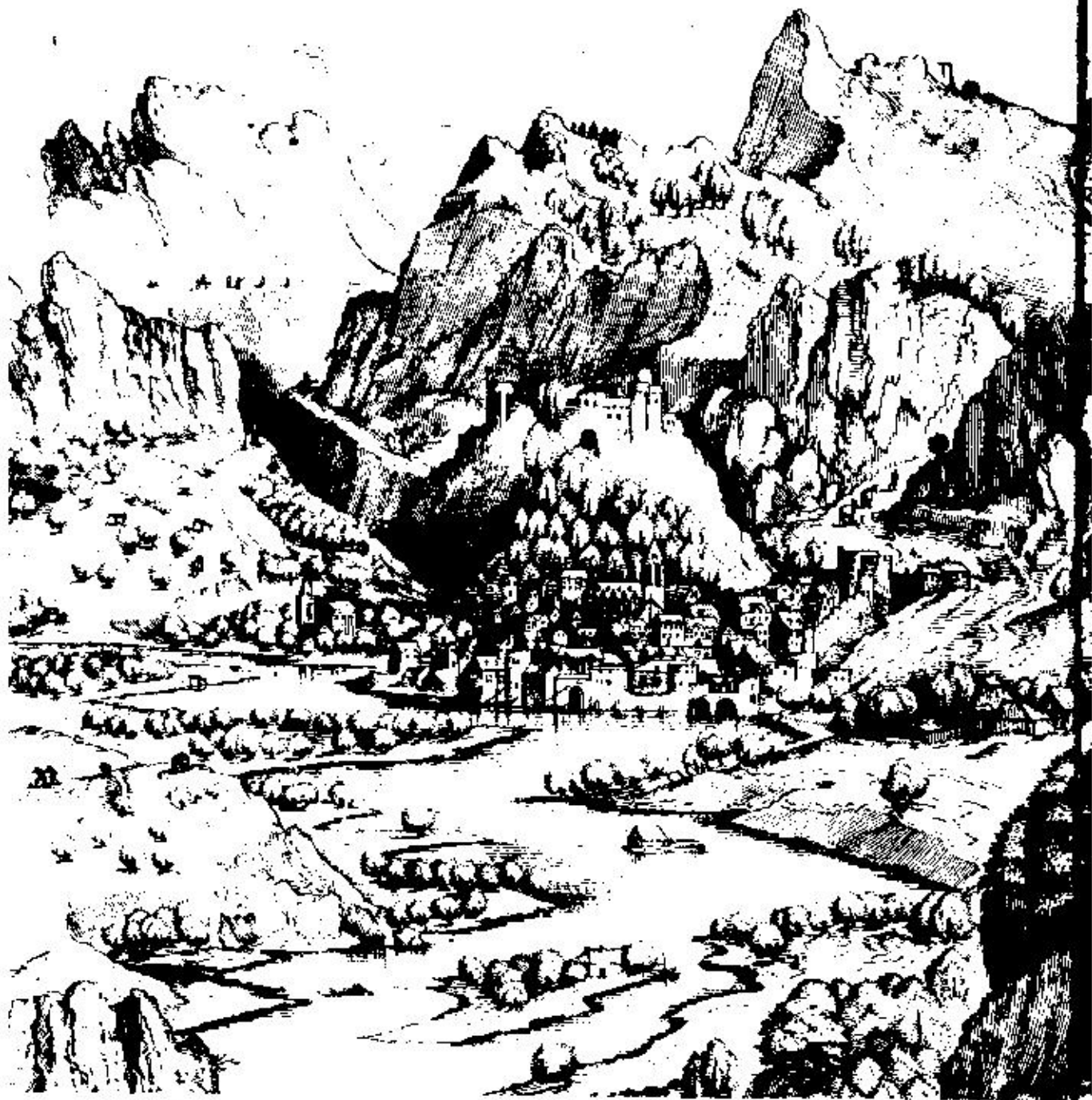
Le relief :

en plaine, les variantes seront modestes, alors qu'elles peuvent être considérables dans les régions accidentées, même entre des terrains relativement proches. L'ensoleillement, les vents, les températures et le degré d'humidité varieront selon :

- l'altitude
- le type de relief: vallons doux, plateau, ou montagnes abruptes, vallées encaissées
- la situation dans le relief: sommet, coteau, fond de vallée, couloir venté, ...
- l'orientation du terrain: coteau exposé au nord ou au sud, ...

Exemple d'un fond de vallée encaissé:

les gelées d'hiver seront moins accentuées que dans un coteau, mais les gelées printanières seront plus à redouter; malgré des températures plus douces, l'humidité et l'air froid stagnant, dus à la présence habituelle d'eau (rivière etc...) et de végétation abondante, accentueront la sensation de froid en hiver; de plus, le soleil n'atteint quotidiennement un fond de vallée que pendant



une très courte durée, et les brumes matinales y sont plus fréquentes en automne et en hiver; par contre, la saison estivale sera plus agréable grâce à la fraîcheur.

La nature du sol et la végétation:

sont également

à prendre en considération. Les pertes par réflexion et le degré d'humidité dépendent de la nature du sol (argileux, sableux ou rocheux) et de la couverture végétale existante (prairie, forêt ou sol nu).

Par exemple dans un sol compact (argileux...), il y a une augmentation



des pertes par rayonnement, et une humidité stagnante l'hiver, ainsi qu'une forte accumulation de chaleur et un dessèchement de l'air en été. Ces effets sont encore accentués en cas de mauvaise couverture végétale du sol. Un terrain avec un sol de cette nature serait donc plus froid l'hiver et plus chaud l'été.

Outre l'ombrage, des arbres à feuilles caduques entretiennent une humidité estivale procurant une agréable fraîcheur; alors que des conifères maintiendront cette humidité également en hiver, période où elle doit être combattue.

De plus, les arbres peuvent assurer une protection efficace contre les vents violents.

Tenir compte des *Masques au rayonnement solaire*

Ils peuvent être occasionnés par le relief, la végétation existante ou des bâtiments voisins.

Les apports solaires pourraient s'en trouver considérablement réduits.

Quel que soit le type de climat (méditerranéen, océanique ou continental), le terrain idéal présenterait les caractéristiques suivantes: - bien ensoleillé

- protégé des vents violents
- sol léger se ressuyant rapidement
- quelques arbres grand vent assurant l'ombrage en été, sans entraver le rayonnement solaire l'hiver.

Comment analyser le microclimat ?

du terrain où vous envisagez
de construire

vous renseigner
auprès
des gens
du voisinage



auprès du vendeur...

mais surtout
OBSERVER SUR PLACE,
sous des conditions
météo diverses et aux diffé-
rentes saisons :

la nature et la structure du sol (humidité et rayonnement;
la végétation (couverture du sol, arbres et arbustes);
la course du soleil aux différentes saisons;
les déformations des arbres et la répartition de leur feuil-
lage (ils sont moins feuillus du côté des vents forts) qui
peuvent donner une idée de la direction et de la force
des vents dominants.

III ADAPTATION AU SITE

Vous avez maintenant choisi votre terrain, et vous êtes supposés avoir une bonne connaissance de son microclimat, dans le contexte de certaines données climatiques locales. Vous êtes donc en mesure de déterminer pour la maison, de la façon la plus adéquate, sa localisation dans ce terrain, son orientation et son intégration au site, en tirant le meilleur parti des éléments naturels (ensoleillement, mouvements de sol, végétation) pour obtenir une climatisation naturelle optimale.

Localisation de la maison dans le terrain

Un terrain de petites dimensions n'offre bien sûr pas beaucoup de choix; de plus, en zone urbaine, des contraintes administratives de distance à une route, aux voisins, ..., restreignent encore les possibilités. Mais si votre terrain est suffisamment vaste, il serait dommage de ne pas rechercher pour la maison l'endroit où des mouvements naturels du sol et des végétations existantes offrent une protection aux vents froids et aux chaleurs estivales, sans entraver le rayonnement solaire d'hiver. Donc, ne pas avoir peur de caler la maison contre un rocher et de l'approcher des arbres; la détacher de son environnement est synonyme de l'exposer aux rigueurs climatiques.

Orientation

Dans le cadre de ce livre, notre volonté d'économie d'énergie préconiserait de tenir strictement compte des données climatiques, c'est à dire avant tout d'orienter les pièces principales le plus possible au sud pour qu'elles profitent d'un ensoleillement maximum en hiver. Mais bien sûr d'autres éléments peuvent intervenir: des contraintes administratives (encore elles) d'alignement ou d'accès, des agréments intéressants, une vue, ou tout élément personnel. L'important est de faire un compromis valable entre tous ces éléments. Par exemple, si vous avez un beau panorama vers le nord, il serait aberrant au point de vue climatique d'y orienter les pièces principales et d'y aménager de grandes baies vitrées sources de déperditions thermiques considérables; de petites fenêtres bien placées et bien étanches, ménageant des échappées ponctuelles vers le panorama seraient préférables et plus conciliantes. De même, il ne faut pas hésiter à diminuer les ouvertures sur une rue si cette orientation est défavorable.

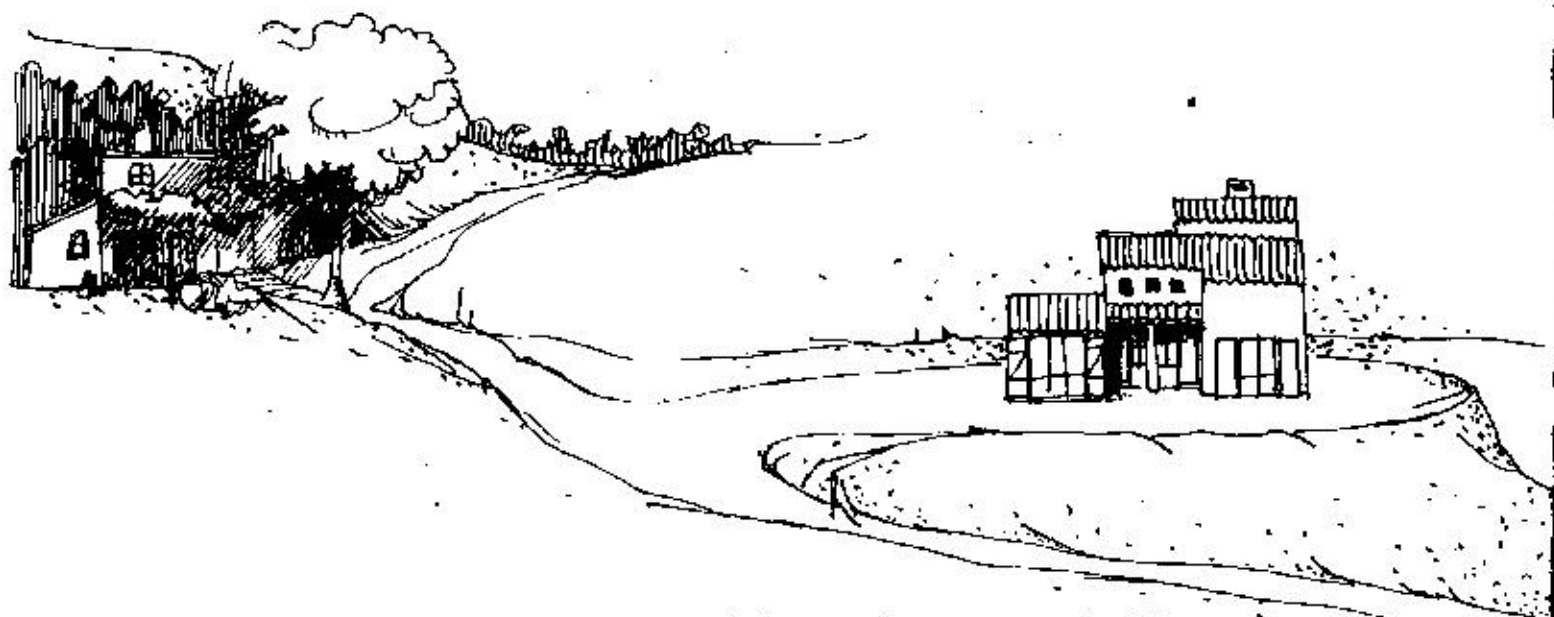
Intégration au site

Cette expression fait d'habitude penser à l'intégration dite "esthétique" : une construction est-elle belle ou non dans le contexte de son environnement-paysage?

Cela n'est peut-être pas notre sujet et pourtant: adapter une construction à son environnement climatique est aussi de l'intégration; nous irons même jusqu'à dire que l'intégration climatique facilite l'intégration esthétique.

En effet, si vous avez suivi la démarche climatique, vous avez choisi pour votre maison un endroit protégé, douillet, presque enfoui. Pour dévier les vents, vous avez donné à son toit une pente en accord avec les mouvements du terrain. Vous l'avez couverte d'un parasol végétal naturel, parmi d'autres parasols qui sont peut-être ceux d'une forêt qui donne sa couleur et sa texture au paysage. Votre maison sera discrète, presque invisible, donc n'aura pas détérioré le site.

C'est tout le contraire de ce qu'on rencontre trop souvent à l'heure actuelle pour des constructions neuves, mal intégrées à tous points de vue: maison de style néo-régional aux murs clairs qui tranchent dans le paysage; posée au beau milieu d'un terrain rassé de près, ou comme un monument sur un remblai stérile; des plantations grandissant lentement, souvent trop bien rangées, d'une manière artificielle et froide.



D'autres éléments sont aussi à prendre en compte, bien sûr, dont nous ne parlerons pas ici, pour une bonne intégration "esthétique": les volumes, les formes, les matériaux, les couleurs, qui seront en harmonie avec l'existant naturel et construit. Question de sensibilité!

Améliorations du microclimat.

Elles consistent à modifier la topographie du terrain et sa végétation afin d'accentuer des caractéristiques favorables du microclimat, et d'en combattre d'autres qui le sont moins.

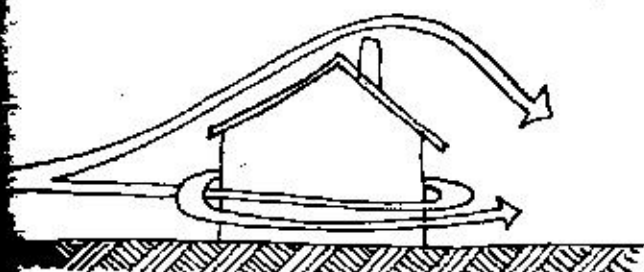
Elles peuvent être exécutées de façon à créer également des espaces extérieurs protégés afin de rendre le terrain encore plus agréable.

Deux principaux moyens peuvent être utilisés:

1 l'adaptation au sol:

Il existe différentes solutions pour adapter une maison au sol qui la reçoit; chacune a ses avantages et ses inconvénients, qu'il faut sélectionner suivant les choix prioritaires dictés par les données climatiques.

La plus simple et la plus commune est de poser la maison sur le sol;

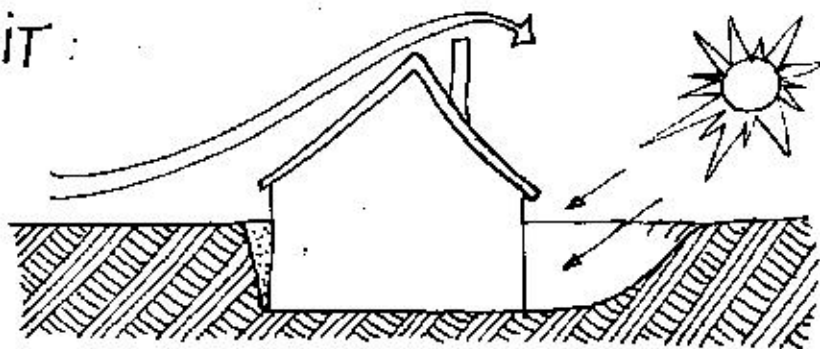


bonne tenue à l'humidité;
bon ensoleillement,
ouverture de la maison maximum
vers l'extérieur, vie agréable

MAIS: pas de protection aux vents
tous les murs et le toit sont exposés
à des déperditions thermiques, donc l'isolation doit être
renforcée

Pour palier à ces inconvénients, on peut faire bénéficier à la maison d'une inertie thermique sur les faces froides, qui protège automatiquement des vents et met à l'abri des fluctuations de températures:

SOIT:

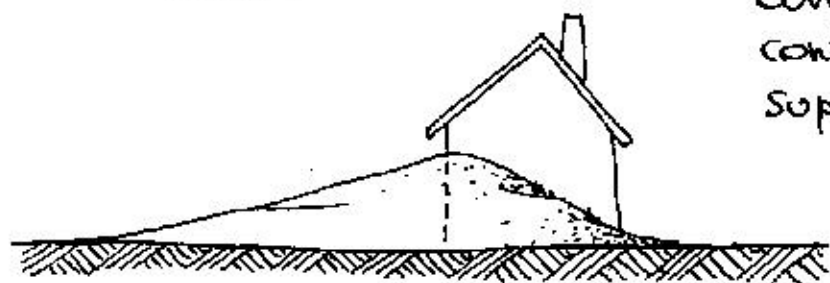


enterrer partiellement
la maison:
veiller à travailler le
terrain pour garder
un bon ensoleillement
l'hiver,
veiller à une bonne

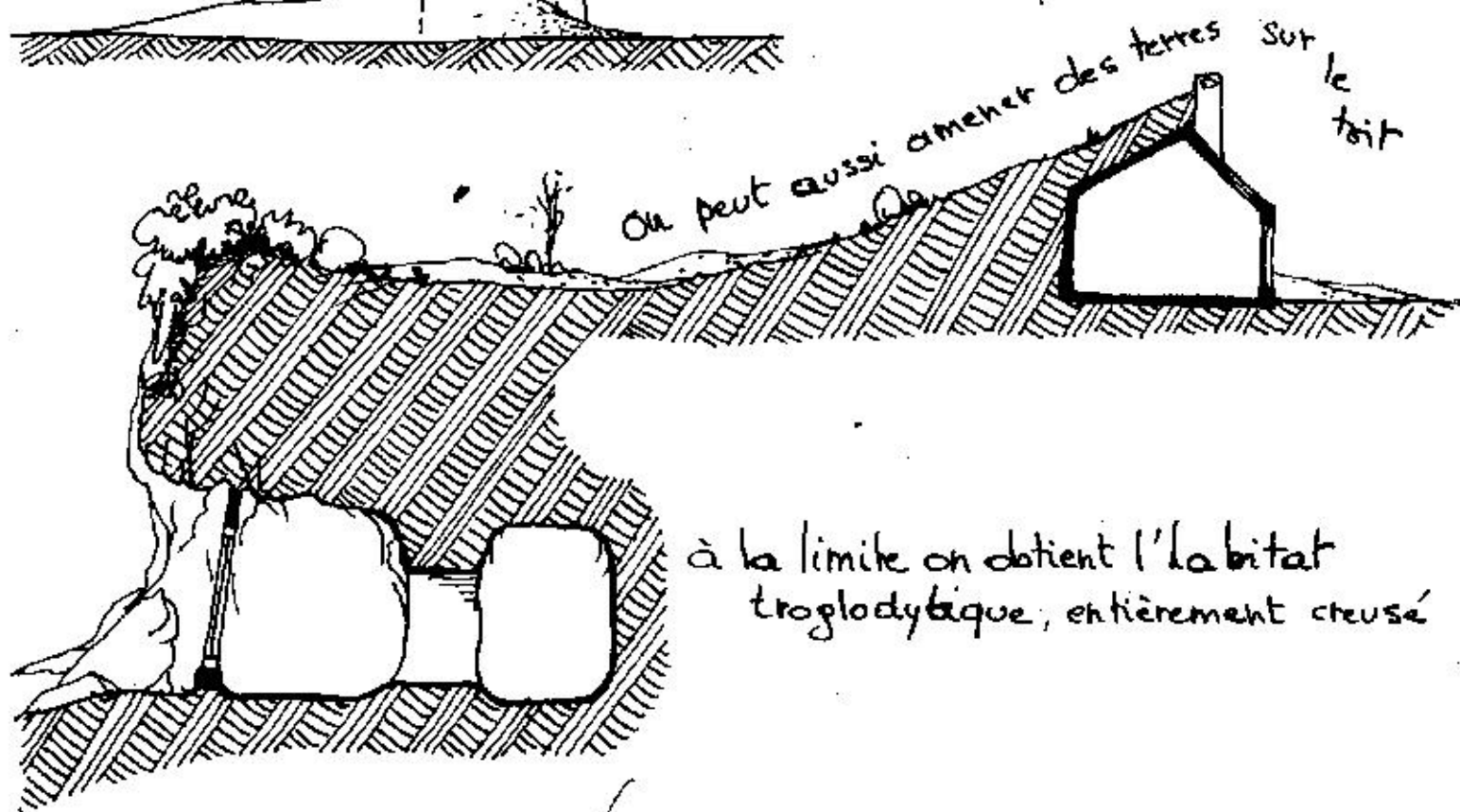
étanchéité des murs.

Ne plaira pas à ceux qui aiment regarder au loin...

Soit:



amener des terres en remblais
contre les murs, ce qui a l'avantage
supplémentaire de conserver les
vues.

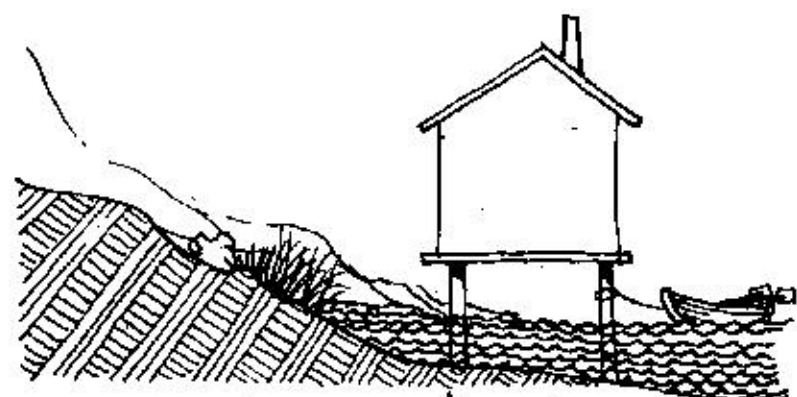
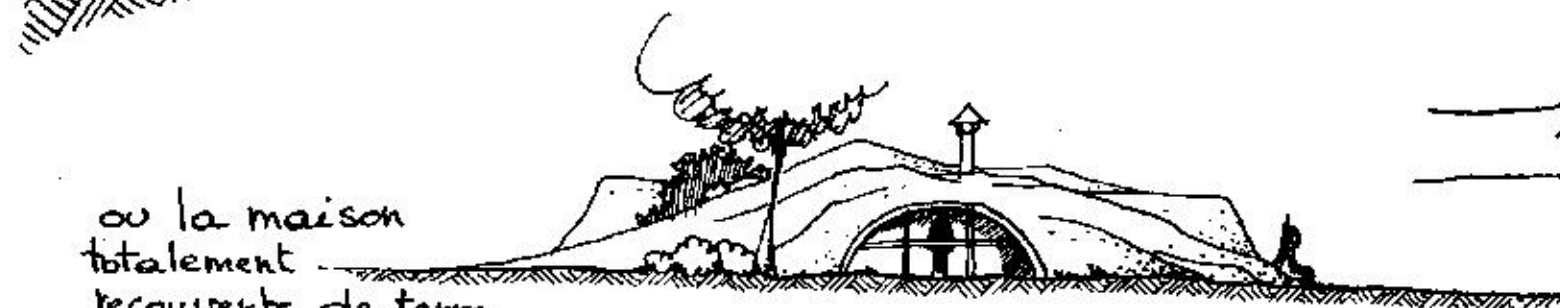


à la limite on obtient l'habitat
troglodytique, entièrement creusé

ou la maison
totalement

recouverte de terre

qui a l'avantage de permettre le choix des orientations..



une dernière possible est
de surélever la maison:

toutes les parois, y compris
le plancher, étant soumises

aux rigueurs climatiques et sujettes à déperditions, c'est
certainement la plus mauvaise solution; à n'utiliser qu'en
cas d'humidité poisseuse (marais, etc...)

En complément à cette adaptation au terrain, la nature du sol peut être modifiée.

Par exemple, la création de plans d'eau ou bassins (par récupération d'eau de pluie etc...) augmente par réflexion la quantité de rayonnement qui pénètre par les fenêtres ou frappe les capteurs, et apporte de la fraîcheur en été par évaporation.

Les apports de végétal

ROLE du végétal: d'une manière générale, il réduit les extrêmes climatiques,

- assure une protection des vents froids
- permet de diminuer les pertes par rayonnement terrestre en hiver
- procure la fraîcheur en été (ombrage, et humidification de l'air par évapotranspiration).

Dans les régions où le couvert végétal est faible, voir nul, l'amplitude thermique quotidienne ou saisonnière est très forte (par exemple dans les régions désertiques, Sahara, Nouveau Mexique...)

COMMENT UTILISER le végétal?

- protection des vents froids:

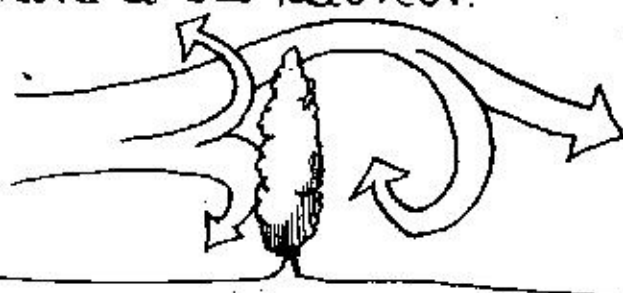
par une couverture végétale des murs, qui diminue leur refroidissement; grâce aux enduits hydrofuges, le lierre n'est plus un ennemi

par des haies brise-vents ou bandes boisées



Un bon brise-vent devrait mélanger des arbres feuillus de différentes tailles, sur une épaisseur variable d'un à une dizaine de mètres. Il doit absorber une bonne partie du vent pour en réduire les effets. On peut ainsi obtenir une protection efficace sur une distance 20 fois supérieure à sa hauteur.

Alors qu'une simple rangée de conifères, mauvais brise-vent, ne diminue pas l'intensité du vent et crée des perturbations importantes

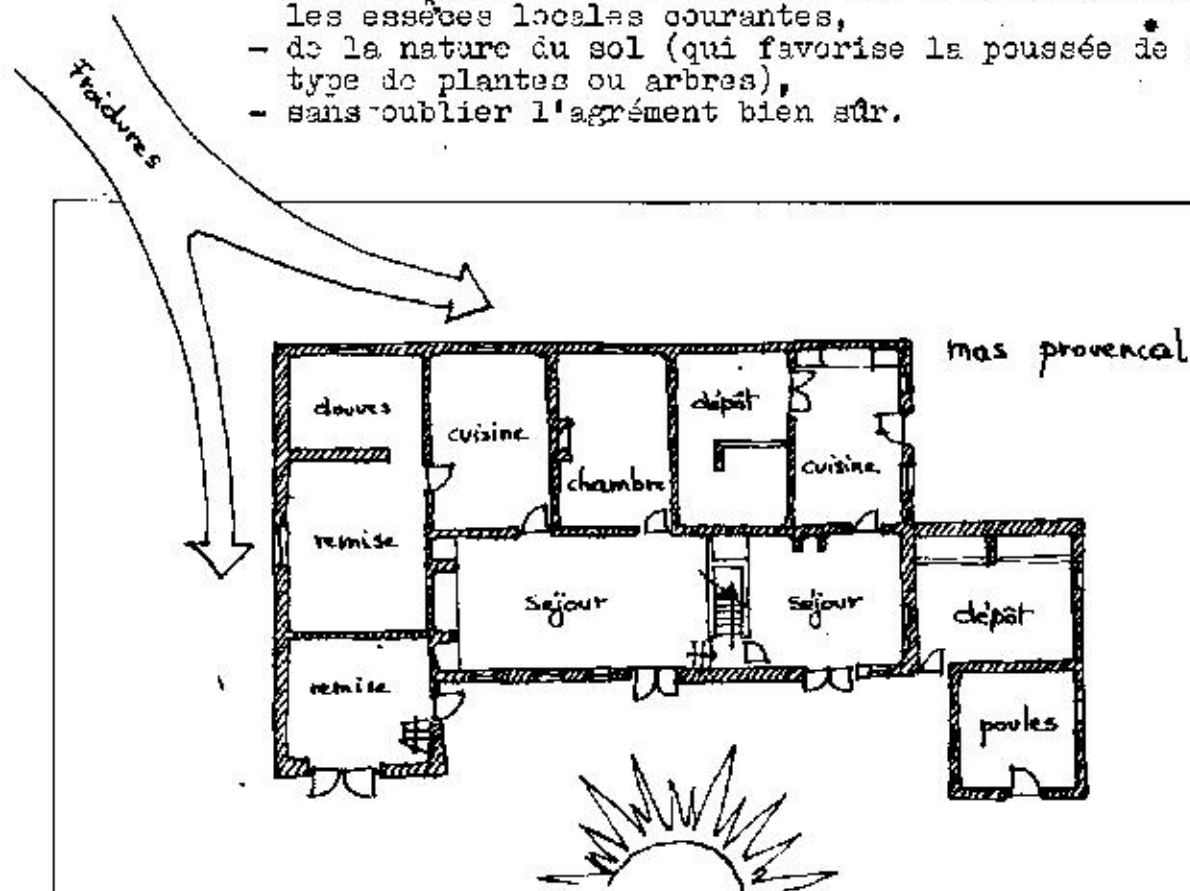


Si vous avez la place pour une bande boisée, elle vous fournira un appoint de bois non négligeable.

- l'herbe autour de la maison réduira les gelées en hiver, ne pas abuser des allées cimentées ou goudronnées.
- protection du soleil en été: occulter les surfaces vitrées, et créer des espaces extérieurs ombragés, par des tonnelles (vigne vierge, glycine) ou des plantes grimpantes annuelles (capucines, haricots d'Espagne, concombre...);
- réduire l'échauffement des façades: lierre, ampélopsis;
- rechercher l'ombrage des arbres grand vent à feuilles caduques à condition qu'ils ne soient pas un obstacle au soleil d'hiver.

Choisir ses plantations en fonction:

- de l'objectif climatique
- de l'adaptation à la région, c'est à dire en harmonie avec les essences locales courantes,
- de la nature du sol (qui favorise la poussée de tel ou tel type de plantes ou arbres),
- sans oublier l'agrément bien sûr.



En mettant en évidence la nécessité d'une architecture adaptées aux données du milieu, la DEMARCHE BIOCLIMATIQUE marquera peut-être la fin d'une architecture uniformisée, standardisée, et le retour à de nombreuses variantes régionales comme en témoigne encore aujourd'hui L'HABITAT RURAL TRADITIONNEL.

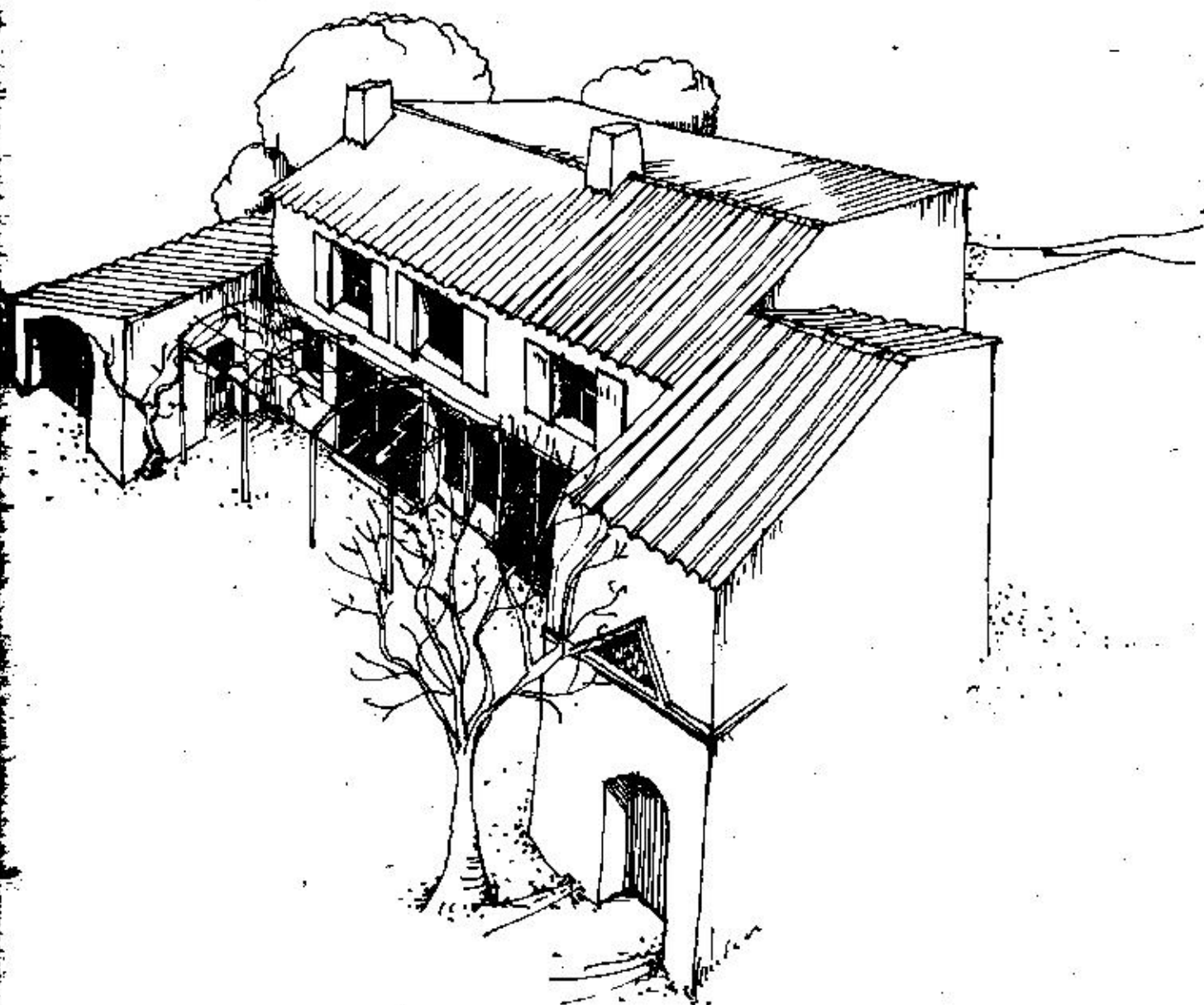
Compromis entre de nombreuses contraintes, mode de vie, présence d'eau, activités, techniques et matériaux disponibles, l'habitat rural traditionnel offre souvent de remarquables exemples de bonne adaptation au site et au climat.

Même si le mode de vie de grand papa n'est plus de mise, on en peut encore retirer des enseignements fructueux, adaptés à notre réalité d'aujourd'hui, pour l'élaboration

de nos projets, en ce qui concerne:

- le choix des sites, l'orientation et l'adaptation au terrain,
- la forme des bâtiments,
- la répartition des espaces tampons (la grange et l'écurie peuvent devenir à l'heure actuelle garage, cellier, ou atelier...),
- l'utilisation du végétal.

Ajoutez à cela une bonne isolation, privilégiez les apports solaires directs, et vous obtiendrez un projet résolument bioclimatique.

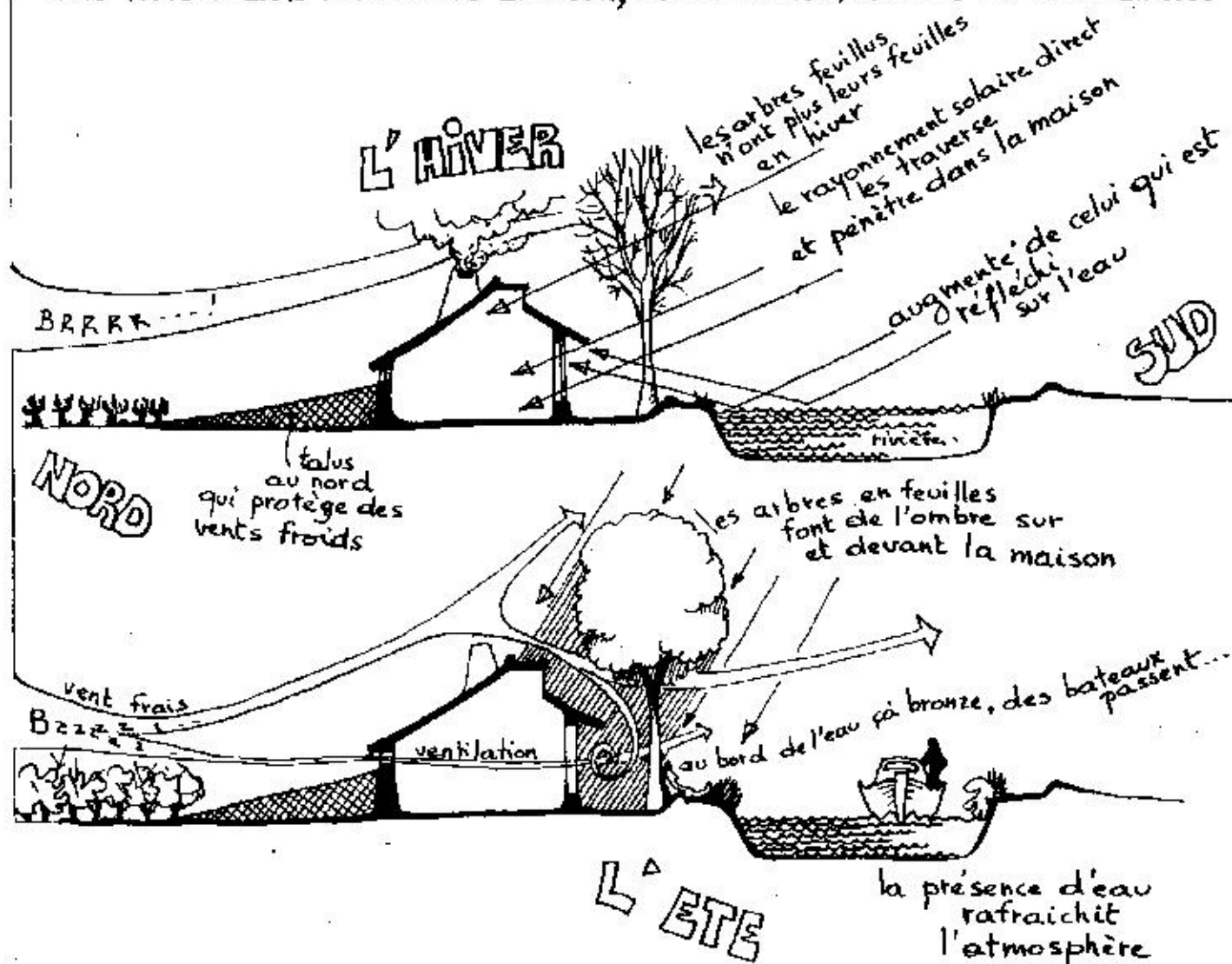


EN PLAINE

QUELQUES CAS DE TERRAINS

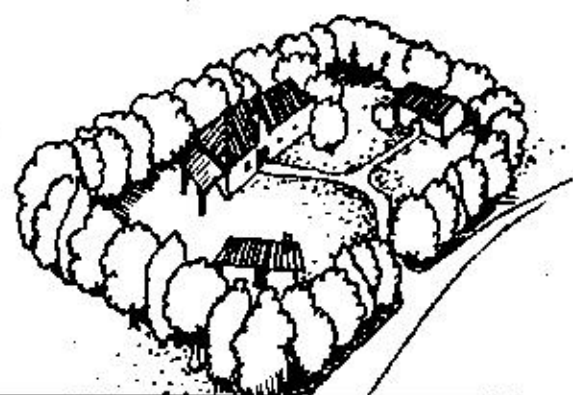
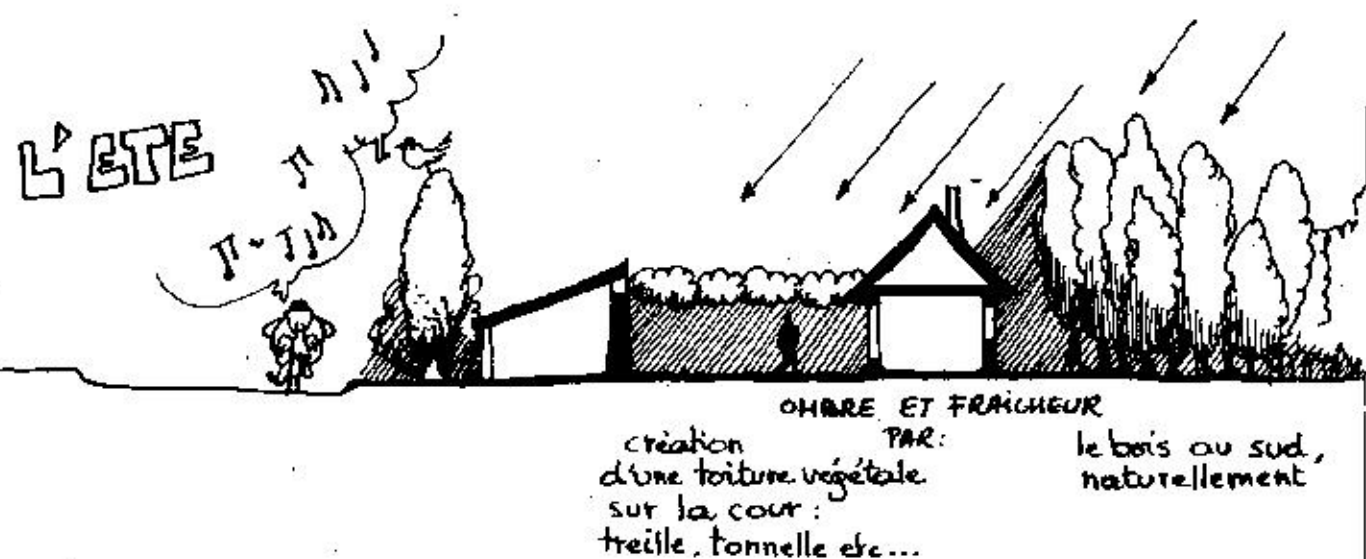
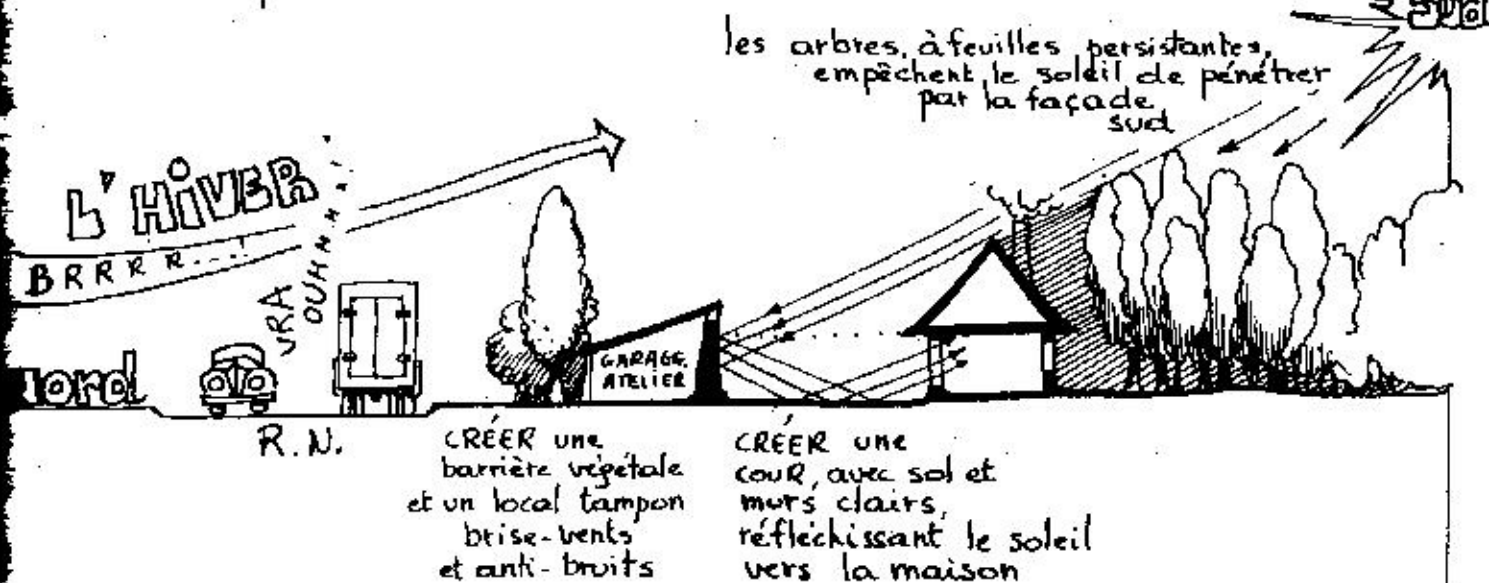
ET POSSIBILITES DE S'Y ADAPTER

1^{er} exemple: dans un champ de betteraves, ou une vigne, traversé par une rivière aux méandres sinueux, ou un canal, bordé d'arbres....:



CET EXEMPLE EST ASSEZ idéal!

2^e exemple : beaucoup moins idéal (si vous ne pouvez trouver mieux), un terrain plutôt petit, des arbres au sud, une route nationale au nord qu'il faut tenir à distance...



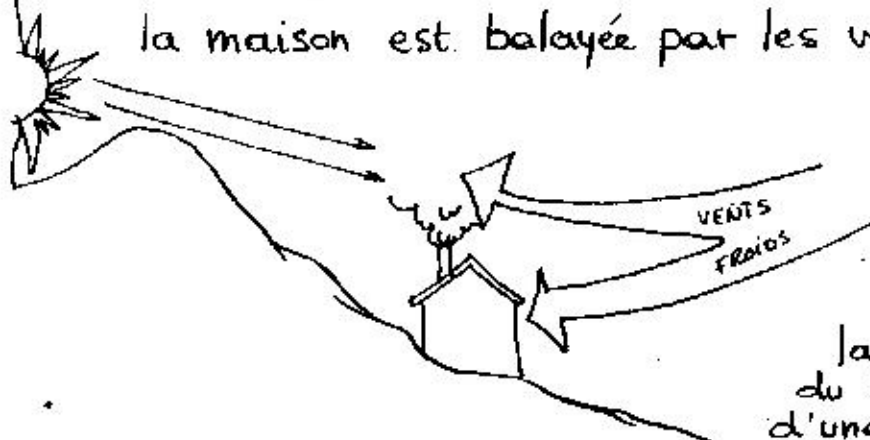
en région d'altitude

DANS CES REGIONS, LE QU'IL CREE UNE INFINITE DE MICROCLIMATS QU'IL NOUS SERAIT A QUELQUES EXEMPLES GENERAUX PLUS OU MOINS SIMPLIFIES.

1^{er} exemple : cas le plus défavorable

UN TERRAIN EN PENTE EXPOSE AU NORD

le relief accentué cache totalement le soleil d'hiver,
la maison est balayée par les vents froids

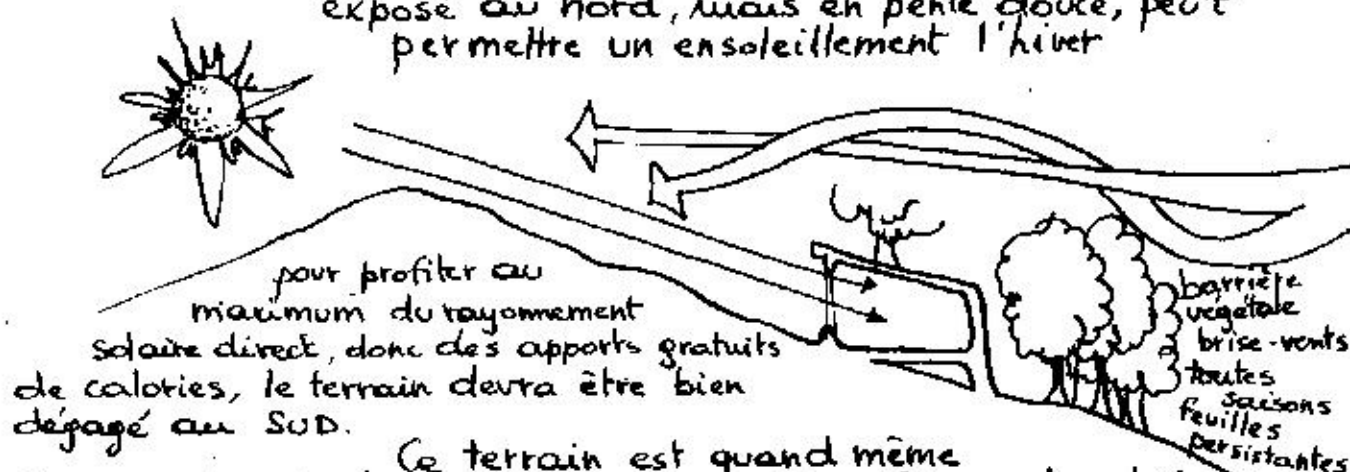


la seule amélioration possible
du microclimat est la création
d'une barrière végétale brise-vents.

l'architecture devra être très étudiée au point de vue de la forme (prises au vent), l'isolation sera renforcée, les apports calorifiques viendront essentiellement du chauffage d'appoint.

Dans l'optique exclusive de notre démarche, ce type de terrain est à éliminer d'office.

Une variante de ce type de terrain, toujours exposé au nord, mais en pente douce, peut permettre un ensoleillement l'hiver



Ce terrain est quand même désavantagé : le sol n'est pas réchauffé par le soleil et ne dégèle pas l'hiver, l'ambiance extérieure reste froide, donc les pertes thermiques du bâtiment sont importantes.

EFF A UNE TELLE INFLUENCE SUR LES DONNEES CLIMATIQUES,
POSSIBLE D'ANALYSER ICI. NOUS NOUS EN TIENDRONS DONC

exemple : UN TERRAIN EN PENTE EXPOSE AU SUD
cas le plus favorable à une climatisation naturelle

vents
froids

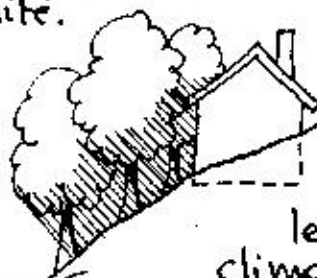
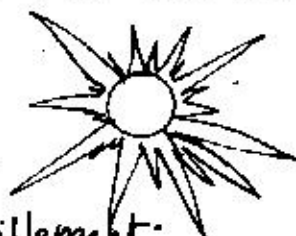
face au relief, il bénéficie en
général d'une protection naturelle
des vents froids;

profite au maximum de l'ensoleillement
et de l'énergie que celui-ci fournit;

la nature du sol a peu d'importance car
il y a peu de réflexion vers la maison,

mais l'ambiance extérieure est
facilement réchauffée;

le rôle du chauffage d'appoint
est limité.



on peut encore améliorer ce
micro-climat doux par un encastrément
de la maison dans le terrain;
des arbres touffus et à feuilles caduques
(à planter s'ils n'existent pas) seront
les bienvenus au sud pour faciliter la
climatisation d'été (ombrage et humidification).

Ceci est le cas THEORIQUE d'un versant SUD, car le
microclimat décrit peut être sensiblement modifié:

- 1° si le terrain est en ALTITUDE, ce qui a pour conséquences:
 - protection des vents plus difficile: suivant la forme du relief (convexe ou concave), vents tournants, remous, tourbillons
 - différences de température plus importantes
 - énergie solaire reçue maximale: bien pour l'hiver, mais surchauffe facile en été, donc importance des protections solaires végétales et architecturales.

2° s'il est en FOND DE VALLEE:

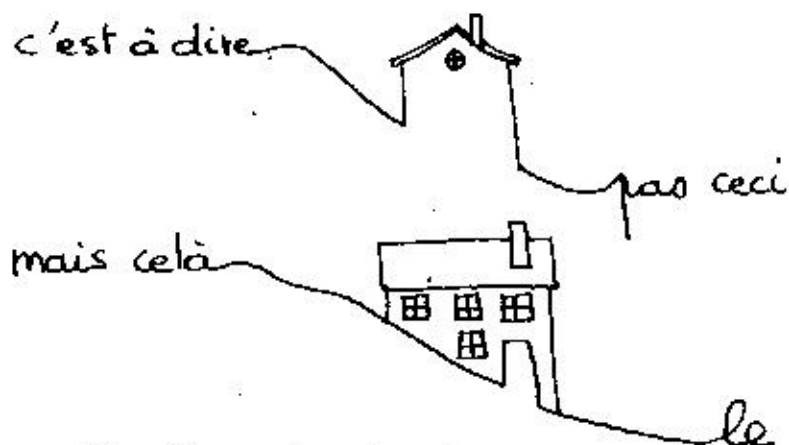
- n'est pas obligatoirement protégé des vents, il peut y avoir par exemple un effet de couloir qui accentue la force et la vitesse du vent;
- les températures y sont généralement plus douces, mais c'est un lieu privilégié pour l'humidité,

- le brouillard, les gelées tardives du printemps;
- la hauteur des reliefs et végétations environnantes réduisent la durée des périodes d'ensoleillement, surtout en hiver;
- agèment et fraîcheur seront plus faciles en été.

3^e ou N^e exemple : UN TERRAIN EN PENTE EXPOSE A L'EST OU A L'OUEST

Pour ces types de terrain, l'étude des vents sera primordiale et particulière : tous les cas d'exposition aux vents sont possibles ; froids, pluies ; attention aux couloirs.

Dans un cas comme dans l'autre, il sera préférable d'orienter le bâtiment perpendiculairement à la pente naturelle du terrain pour permettre l'exposition d'une grande façade au Sud (au moins au sud-est ou au sud-ouest),

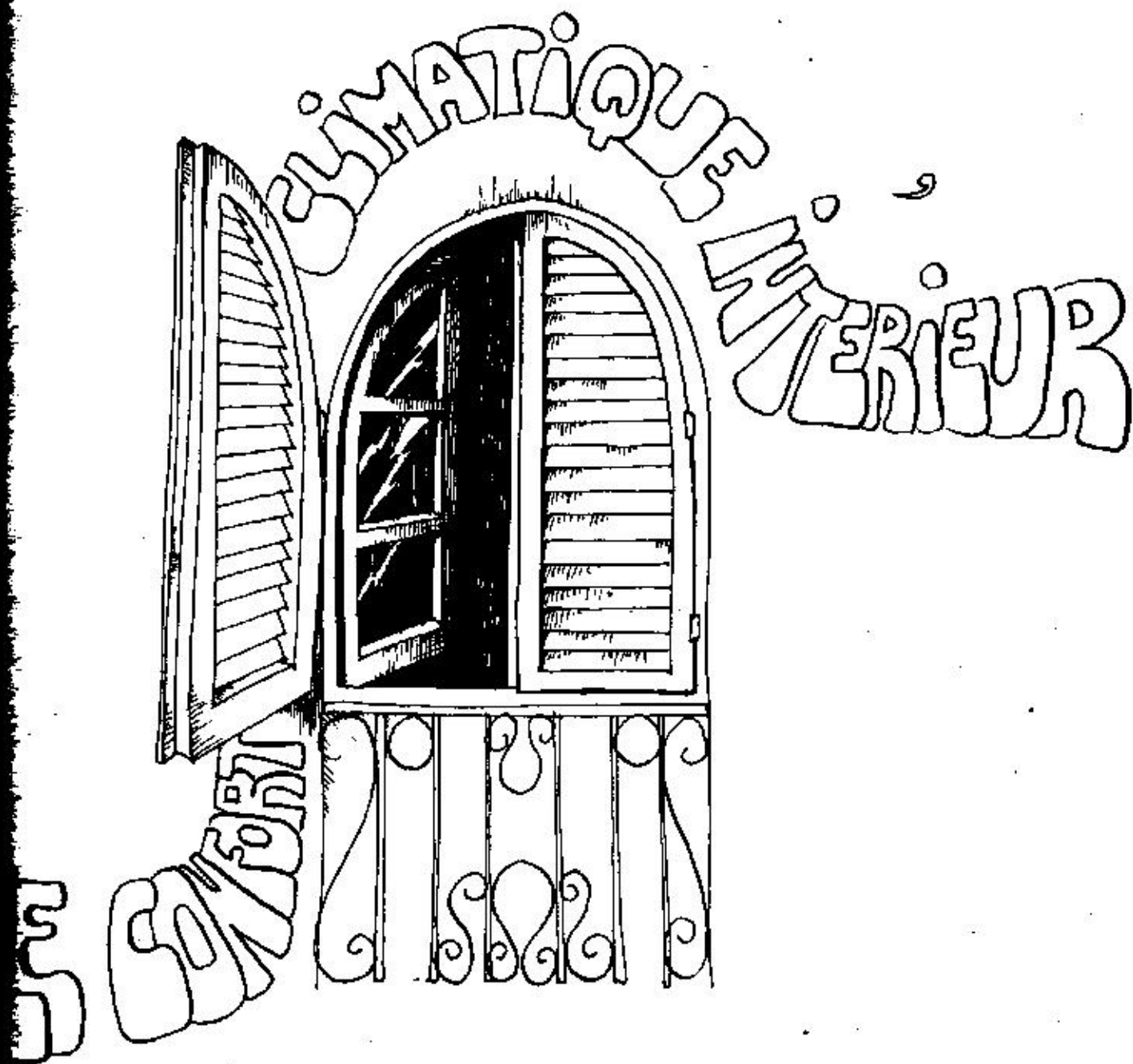


le soleil étant plus chaud l'après-midi, les terrains orientés ouest utiliseront le rayonnement solaire d'une manière efficace ; par contre ils seront généralement sous l'influence des vents de nord-ouest, froids, souvent humides, REDOUTABLES.

* * * * *

* * * * *

* * * * *



CHAP. 2

Puisqu'il faut bien tenter de le définir, voici deux définitions parmi d'autres :

- Il y a confort quand l'équilibre thermique cutané, (environ 33 °) est réalisé entre notre corps et le milieu ambiant; C'est-à-dire quand le corps ne dépense pas de calories pour réchauffer (contraction des muscles) ou pour refroidir la peau.
- Au niveau vécu, le confort serait plutôt ressenti comme l'absence de sensation d'inconfort. (j'ai froid, j'ai chaud...)

Les éléments biologiques : échanges thermiques entre notre corps et son environnement.

Il y a échange de chaleur sèche entre le corps et son milieu :

- . par convection avec l'air (ou l'eau)
- . par rayonnement avec les surfaces environnantes : Tout corps plus chaud que le milieu dans lequel il se trouve émet un rayonnement, c'est-à-dire de l'énergie en transit du plus chaud vers le plus froid. D'où les sensations de froid en hiver et de chaud en été.

L'intensité de ces échanges dans la maison dépend de la température de l'air et des parois mais aussi de l'humidité relative et de la vitesse de l'air.

Notre corps a le pouvoir de corriger les variations climatiques auxquelles il se trouve soumis :

- . Il se RECHAUFFE par la production de chaleur métabolique due à son activité : grâce à la respiration, il y a transformation des aliments en énergie (par combinaison avec l'oxygène) qui s'accompagne d'une forte production de chaleur.
- . Il se REFROIDIT par la production et l'évaporation de la sueur : perte de chaleur évaporative.



D'une manière générale, nous luttons contre le froid par une activité physique intense, contre le chaud en restant au repos et en produisant la sueur dont l'évaporation rafraîchit notre corps.

Notre adaptation au froid étant insuffisante, des corrections s'imposent, c'est le rôle des vêtements, de la maison, du chauffage.

Sensation de confort ou d'inconfort :

- La capacité du corps à corriger les contraintes climatiques dépend du métabolisme de base (individu au repos), variable avec le sexe (les femmes sont souvent plus frileuses que les hommes), la santé et l'âge (malades et personnes âgées exigeront plus de chaleur).
Il peut varier au cours de la journée, selon l'activité, la fatigue ou la digestion.
- La perception de chaleur et de froid ambiant est le résultat d'une activité nerveuse d'où les facteurs subjectifs ne sont pas absents (psychisme, accoutumance...).
Le métabolisme de base et l'activité nerveuse déterminent notre THERMOREGULATION.

En conséquence, les sensations de confort ou d'inconfort peuvent varier d'un individu à l'autre, dans une ambiance donnée.

* * * * *

Les moyens du confort climatique intérieur :

AUJOURD'HUI : Dans l'habitat moderne, cette notion a été abusivement simplifiée et réduite à la température ambiante ; Car les moyens de le réaliser ont vu l'effacement progressif du rôle régulateur joué par l'enveloppe de la maison (fondamental dans l'habitat traditionnel) devant la prééminence des moyens techniques de production de calories l'hiver et de frigories l'été.

C'est la polarisation sur le seuil fatidique des 20, 22 ou 25°, à obtenir coûte que coûte.

Démarche qui frise parfois l'absurde, notamment :

- lorsque parallèlement au chauffage, on humidifie un air trop desséché, cela revient quasiment à rafraîchir les pièces.
- lorsque l'enveloppe de la maison est de mauvaise qualité, on peut avoir froid avec 20 ou 22°, par vent violent (vitesse excessive de l'air à l'intérieur) ou par temps humides (humidité relative trop forte). D'où la nécessité dans les deux cas de relever le chauffage ; D'où la sensation d'inconfort qui en résulte quand l'occupant ne peut opérer les corrections nécessaires (ex : chauffage collectif).

Cette démarche est aujourd'hui remise en cause par les aléas et le coût des approvisionnements en énergie, et par la note de chauffage que vous devez payer.

DEMAIN : En dérivant au maximum le confort intérieur des éléments du climat extérieur, grâce aux caractéristiques thermiques de l'enveloppe de la maison, la démarche bioclimatique permet de réduire sensiblement le rôle du chauffage (qui de chauffage principal devient chauffage d'appoint) et la consommation d'énergie.

Le confort climatique intérieur dépend :

- de la température de l'air à l'intérieur de la pièce (chaleur perceptible) responsable des échanges par convection entre le corps et le milieu ambiant ; mais aussi :
- de la température et du rayonnement des parois (chaleur rayonnante).

N'avez-vous jamais eu froid, assis devant une baie vitrée, en hiver, même dans une pièce bien chauffée. À l'inverse, cette sensation de chaleur étouffante les nuits d'été, lorsque la température des murs est supérieure à celle de l'air ambiant. Ce phénomène, lié à la capacité et la résistance thermique des parois, judicieusement utilisée peut vous permettre d'abaisser sensiblement la température confortable (le rayonnement du soleil ou d'un feu y contribuent également) et réduire le chauffage nocturne en hiver ; Ainsi que conserver la fraîcheur de l'habitation en été.

- de la vitesse de circulation de l'air : le vent qui rentre par les fenêtres provoque un refroidissement de l'air ambiant et des parois, ainsi qu'une augmentation des pertes du corps (par évaporation, notamment). Il faut s'en protéger l'hiver, mais par contre favoriser les courants d'air pour ventiler la maison en été.

Des sensations d'inconfort peuvent être ressenties malgré des températures voisines ou supérieures à 20°. Si vous n'avez pas la possibilité d'augmenter votre chauffage, la température de l'air ambiant peut chuter sensiblement.

- de l'humidité relative de l'air intérieur, variable avec l'humidité atmosphérique et d'éventuelles remontées capillaires. Les vents humides sont tout aussi désagréables que les vents froids. L'inconfort qui résulte d'une humidité excessive en hiver est due en partie à l'évaporation provoquée par le chauffage des locaux et à une diminution du pouvoir isolant des vêtements (sans négliger les facteurs purement subjectifs). Il augmente avec la vitesse de l'air.

En été, l'humidité excessive réduit l'évaporation de la sueur au niveau de la peau, mais sous nos étés chauds et secs, il est souvent préférable d'humidifier les locaux pour augmenter l'évaporation.

- des amplitudes thermiques: brusques variations de température.
- de la hauteur sous plafond et de la répartition haute et basse des couches d'air chaud et froid.

Ces différents éléments déterminent des ambiances climatiques intérieures, mais dans celles-ci, le confort dépendra également:

du MODE DE VIE: - la tenue vestimentaire: grâce au renforcement des moyens de chauffage, vivre en petite tenue toute l'année dans sa maison était devenu possible; mais c'est aujourd'hui un luxe que l'on vous fait payer cher. En général, les textiles synthétiques sont moins isolants que les textiles naturels, et porter des sous-vêtements de laine équivaut à mettre un

radiateur sous sa chemise
- l'alimentation
et l'activité
dans la
maison:



Qu'importe de baisser le chauffage!

Il s'agit de garder
la propre chaleur du corps
Pour cela,
comptez sur l'effet ISOLANT de la LAINE

**SOUS-VÊTEMENTS
100 % PURE LAINE**



la nourriture d'hiver doit être appropriée à une augmentation de la production d'énergie calorifique pour réchauffer le corps; s'activer dans la maison produira les mêmes effets.

de la THERMO-REGULATION DE CHACUN: en enfermant les gens dans des appartements ou des bureaux surchauffés, on a fabriqué pendant vingt ans des générations de frileux. Fort heureusement, l'accoutumance à des conditions plus rudes, mais aussi plus saines, peut s'opérer assez rapidement.

Si l'humidité dans la maison est préjudiciable à la santé des individus et doit être combattue, une ambiance intérieure surchauffée et desséchée est tout aussi néfaste.

Température confortable et climatisation sélective :

Prendre en compte les différents éléments qui déterminent le confort climatique intérieur permet de réduire sensiblement la température confortable de base, et donc la consommation de votre chauffage, et ceci en optimisant les qualités thermiques de l'enveloppe de la maison et son organisation intérieure.

Cette température confortable de base était d'environ 15° (moyenne des foyers français) au début des années 50; l'ambiance d'un chauffage central procurant 18° était ressentie comme très confortable. Au début des années 70, la température de base montait à 22°, avec des pointes à 25°, voir 28° dans certains locaux.

Maintenant, la réglementation engendrée par les problèmes énergétiques ne vous impose plus que 20°, même 19° (quand elle est respectée).

L'application des principes bioclimatiques permettra d'obtenir une ambiance confortable pour des températures sensiblement plus basses, de l'ordre de 15 à 16°, en combattant:

- les pénétrations de vent dans l'habitation
- l'humidité hivernale
- la sensation de parois froide,

surtout si le soleil, ou un feu, réchauffe votre maison.

Si, de plus, au lieu d'une température uniforme de 20° dans toute la maison, et cela 24 heures sur 24, vous adoptez une CLIMATISATION

SELECTIVE, par rapport à: - la durée d'utilisation des pièces

- l'activité qui y est exercée
- le niveau exigé de confort

Exemple de la cuisine: l'activité physique et les apports de la cuisson des aliments permettent, pendant sa durée d'utilisation, de réduire les apports complémentaires de chauffage;

de la salle de bain: pièce qui doit être chaude, mais d'une durée d'utilisation très courte; on peut réaliser de sérieuses économies de chauffage en ne la chauffant que le moment voulu, tout en pensant aux apports de la chaleur de l'eau du bain elle-même.

Nous considérerons comme raisonnable une température de base de 13° dans les pièces de séjour et 16° dans les chambres, pour une habitation conçue bioclimatiquement, et pour des gens habitués jusque là à vivre dans une ambiance surchauffée...



En fonction des données climatiques que vous avez analysées, de l'adaptation au site que vous avez choisie, ainsi que des exigences en matière de confort intérieur que vous vous êtes fixées, vous allez maintenant pouvoir déterminer les principales options thermiques de la maison :

- 1) Caractéristiques de l'enveloppe : sa forme, la répartition et le dimensionnement de ses ouvertures, choix de ses matériaux ainsi que du type d'isolation.
- 2) Organisation intérieure : répartition des pièces en rapport avec le confort exigé et les influences extérieures.
- 3) Type et capacité du chauffage solaire (passif ou actif), dimensionnement et localisation de son stockage.
- 4) Type de chauffage d'appoint : par circulation d'air chaud ou radiateurs, par poêles, cuisinière ou cheminée; au bois ou au gaz ou au fuel, ou par pompe à chaleur.
- 5) Climatisation estivale.

Ces choix seront faits surtout en fonction de ces 3 paramètres :

- économies d'énergie
- impératifs financiers
- contraintes sur le mode de vie.



CHAP. 3

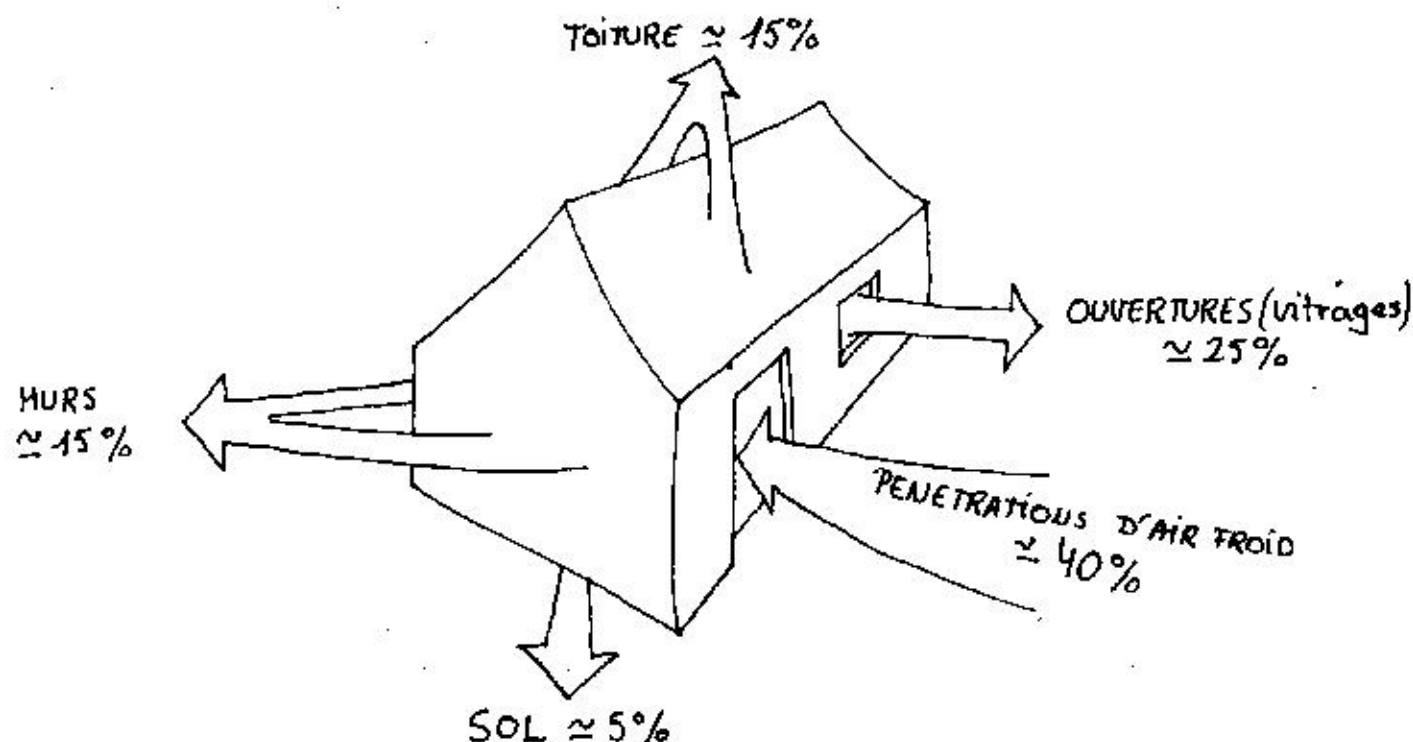
COMMENT et PAR OÙ s'effectuent les PERTES THERMIQUES dans la maison ?

Par les parois : planchers, murs, toitures, portes et fenêtres
(par rayonnement et convection-conduction)

Par pénétration d'air froid : courants d'air et renouvellements d'air incontrôlés.

DEPERDITIONS THEORIQUES

En général, pour calculer la capacité du chauffage à installer, on admet les déperditions moyennes suivantes:



DEPERDITIONS REELLES

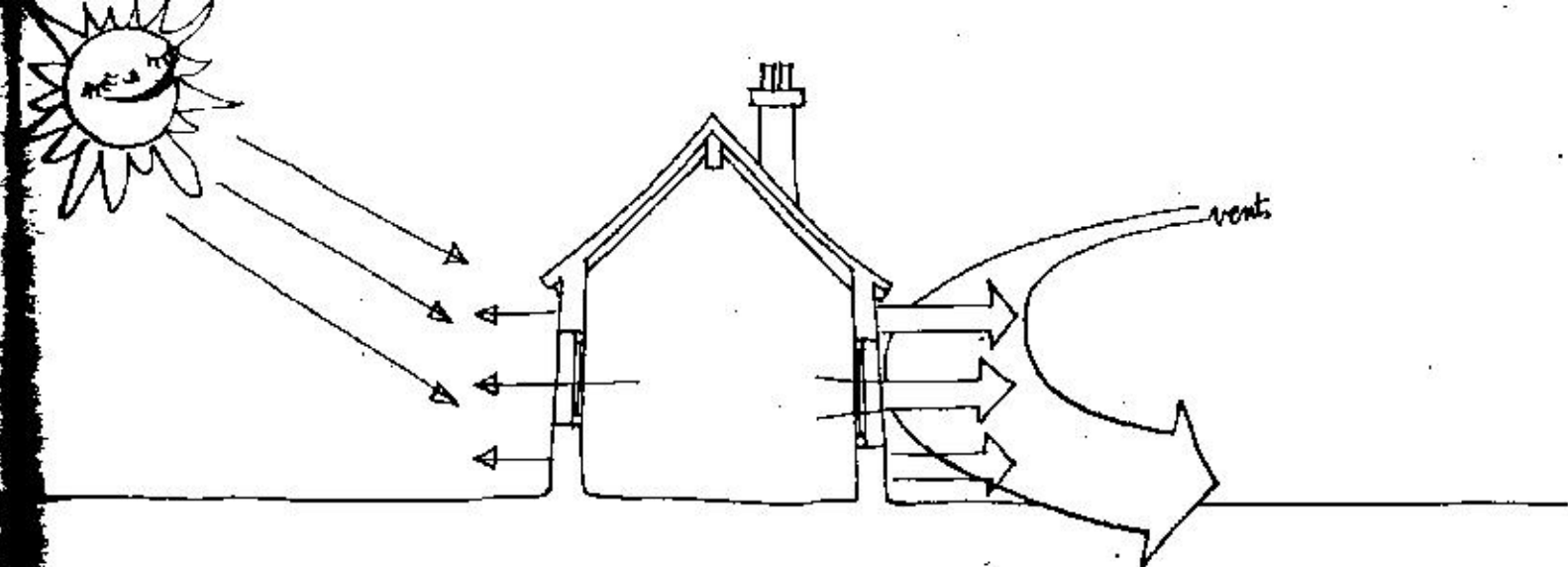
Dans la réalité, ces données peuvent varier sensiblement.

Les déperditions seront beaucoup plus importantes sur les parois exposées au nord et aux vents froids, que sur celles exposées au sud, abritées, et réchauffées par le soleil pendant la journée.

Elles dépendent également des matériaux utilisés (béton, parpaings, briques creuses ou pleines, bois etc...), et de la structure du bâtiment (existence de ponts thermiques ou non, de murs ou dalles en saillie, etc...).

Les pénétrations d'air froid seront d'autant plus grandes que les ouvertures principales seront exposées aux vents violents et froids.

Pour être efficace, il est donc indispensable de considérer les déperditions réelles, suivant l'exposition des parois extérieures aux conditions climatiques, et de disposer et dimensionner l'isolation en conséquence.



En valeur absolue, l'importance des pertes de l'habitation dépend du climat régional, mais surtout du microclimat: des différences notoires peuvent apparaître entre des maisons relativement proches suivant que leurs parois sont exposées aux conditions d'un microclimat favorable ou défavorable (protection ou exposition aux vents, ensoleillement ou non, humidité et température ambiante extérieure).

COMMENT REDUIRE les pertes?

Éléments de solution:

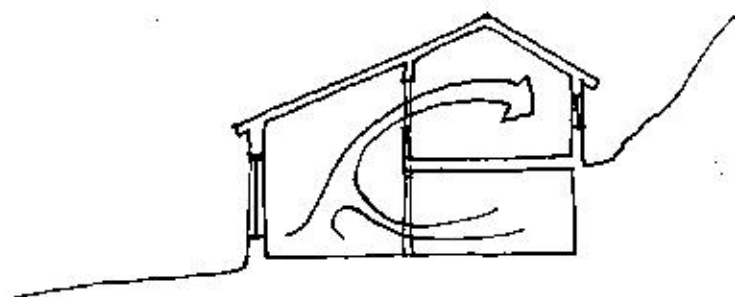
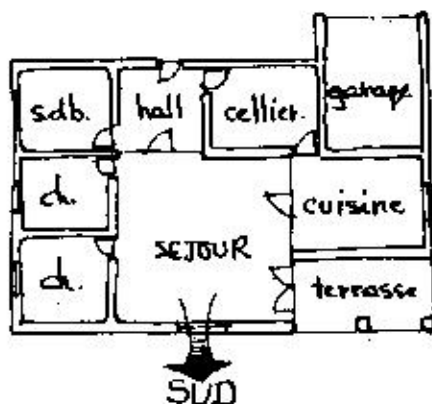
1 L'ADAPTATION AU SITE

Rappelons ici l'importance primordiale de cet élément de conception de la maison.

Une bonne adaptation au site, avec les moyens que nous avons exposés précédemment, à savoir par exemple: recherche de l'endroit du terrain le plus protégé, mouvements de sol, protection végétale des murs froids par plantes grimpantes et haies brise-vents, etc..., permet de limiter l'exposition des parois aux rigueurs climatiques, donc de limiter les déperditions.

2 L'ORGANISATION INTERIEURE

Adopter une CLIMATISATION SELECTIVE (cfr chap. précédent) permet d'organiser l'intérieur de la maison en ESPACES TAMPONS autour du séjour, la pièce la plus chaude (18°), dont les ouvertures principales seront orientées au sud.



Dépendances (garage, cellier...) et services (salle de bains, buanderie) se répartissent le long des façades froides (Nord et vents dominants).

Les chambres, la cuisine, (la salle de bains peut-être), de part et d'autre du séjour, côtés Est et Ouest. Ces différentes pièces peuvent aussi être distribuées sur plusieurs niveaux, dans un espace ouvert permettant une circulation naturelle de l'air, c'est-à-dire une montée de la chaleur produite dans le séjour (effet cheminée). Avec des fenêtres convenablement orientées, ces pièces pourraient être ainsi tempérées, sans moyen de chauffage spécifique.

Cette démarche de conception vous permet:

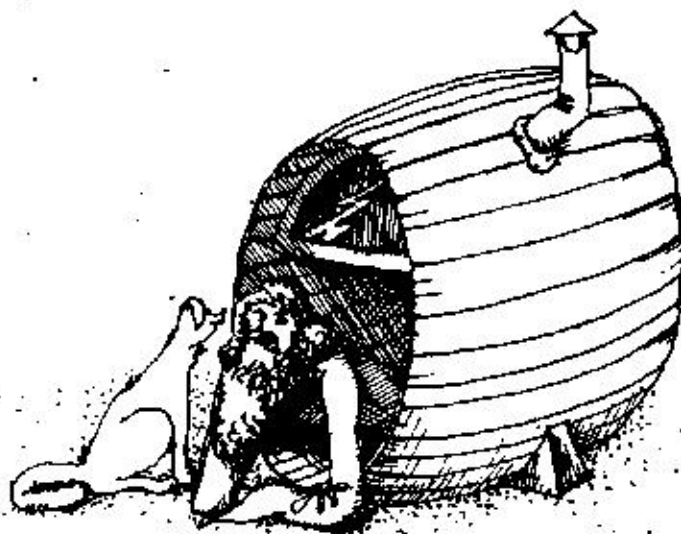
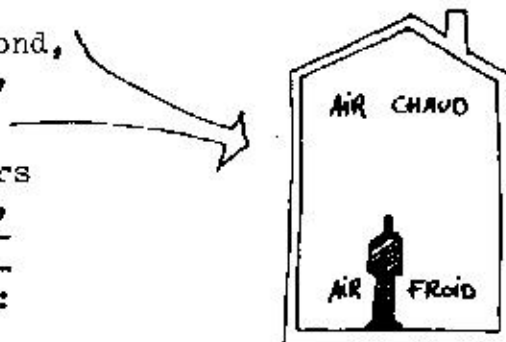
- de réduire les écarts climatiques auxquels se trouvent soumises les pièces chaudes.
- de combattre les sensations de parois froides.
- de récupérer les pertes pour tempérer les autres parties de l'habitation.

3 REDUIRE LE VOLUME A CLIMATISER

Une conception intérieure fonctionnelle permettra de supprimer des m² inutiles en couloirs, dégagements, etc... et une occupation optimale du volume intérieur.

Eviter les grandes hauteurs sous plafond, sources de déperdition et d'inconfort, car vous occupez la partie froide du volume.

L'adjonction d'espaces tampons capteurs (voir chap. suivant), véranda ou serre, permettra également de réduire la surface habitable où une température confortable est nécessaire en permanence: ces locaux annexes peuvent en effet prolonger les pièces de séjour.



4 RECHERCHER UN BON COEFFICIENT DE FORME

C'est-à-dire une surface de déperdition minimum, donc des surfaces de parois extérieures minimum, pour une surface habitable donnée.



La photo ci-dessus représente certainement un exemple **type** de l'architecture moderne des années 60, époque où le pétrole était abondant et bon marché.

Cette habitation symbolise tous les défauts à éviter pour **rechercher** un bon coefficient de forme :

- plan éclaté qui soumet chaque pièce à des déperditions importantes (elles ont plus de trois cotés en contact avec l'extérieur).
Pour les réduire, il faut rechercher une compacité maximum de l'enveloppe.
- pas de rapport entre forme du bâtiment et exposition aux vents : les décrochements de façade au nord et côtés vents dominants sont à éviter; Car ils piègent le vent et lui exposent des surfaces de mur plus grandes.
- les murs et dalles en saillie doivent également être évités car ils constituent des ponts thermiques importants : ils pompent les calories de l'intérieur vers

- l'extérieur (même effet qu'un moteur refroidi par ses ailettes).
- supprimer les effets de coin (tourbillons qui viennent refroidir les façades) par des protections végétales ou bâties.

Le dôme constitue le type de forme idéal : surface de déperdition minimum et faible résistance aux vents.

Mais avec une bonne adaptation au site, on peut obtenir des économies appréciables sur des formes dérivées de l'habitat traditionnel local.

5 COMBATTRE L'HUMIDITE

Veiller à l'étanchéité des façades exposées aux pluies et se protéger efficacement des remontées capillaires par le sol.

Réduire autant que possible la pénétration des vents humides (cf. orientation et étanchéité des ouvertures).

Traiter les parois froides entraînant la condensation ;
Ex : tentures devant une grande surface vitrée la nuit.

Une maison humide est une maison froide et malsaine : il vous faudrait relever sérieusement la température ambiante pour obtenir une sensation de confort.

Ne pas oublier que l'humidité dans les parois réduit sérieusement l'efficacité des matériaux isolants.

6 UNE BONNE ISOLATION DES PAROIS

Seul élément jusque là privilégié, à cause de sa forte valeur marchande et qui vous est désormais familier : le fameux G (coefficient de déperdition volumique), tout le monde connaît. Il fait même l'objet d'une réglementation contraignante.

Pour ceux qui ne le connaîtraient pas encore, rappelons que ce coefficient G évalue un pouvoir de déperditions globales pour toutes les pièces à chauffer dans une maison. Il est établi, pour des différences de températures intérieures-extérieures extrêmes variant suivant les régions, par rapport au volume total à chauffer, en fonction des pertes par renouvellement d'air et des pertes par toutes les parois (murs, sols, planchers) y compris les ponts thermiques, caractérisées par leur coefficient K moyen. Celui ci est calculé d'après le pouvoir isolant des matériaux constituant ces parois, leur surface et leur épaisseur.

CALCUL SIMPLIFIÉ DU COEFFICIENT G

Il peut être calculé suivant la formule :

$$G = (0,34 \times N) + \frac{(K_1 S_1 + K_2 S_2 + \dots + K_n S_n) \times 1,1}{V}$$

On : - $0,34 \times N$ représente les dépenses par renouvellement d'air

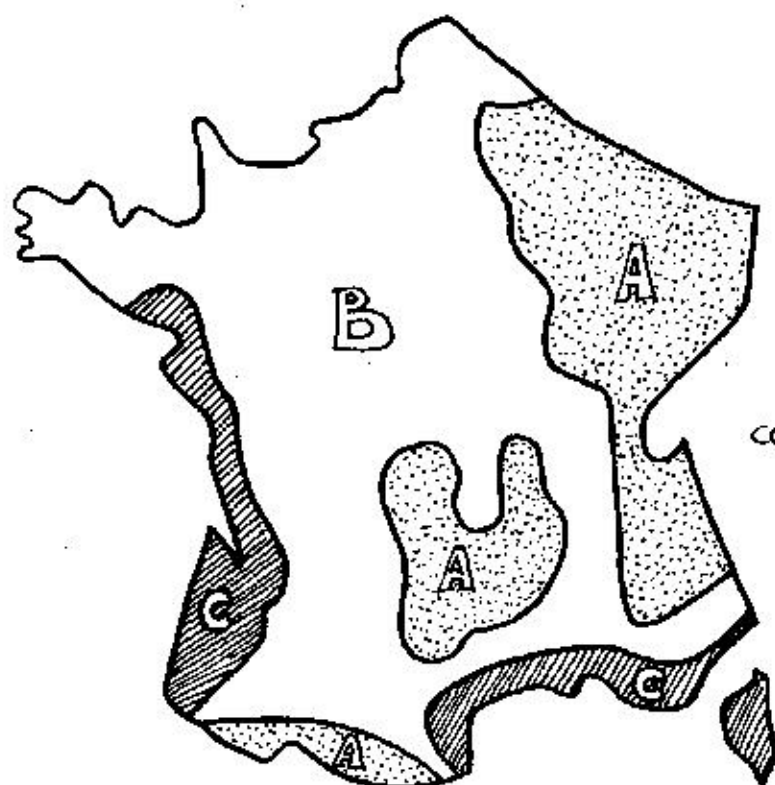
N = nombre de renouvellements d'air par heure

- K_1, K_2, \dots, K_n sont les coefficients de conductibilité thermique des parois considérées (en fonction du pouvoir isolant λ et de l'épaisseur); ils sont généralement donnés par les fabricants de matériaux;
pour une paroi composée, calculer le K moyen par la formule $\frac{1}{K} = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n}$ en fonction de l'épaisseur et des propriétés isolantes de chaque matériau composant.
- S_1, S_2, \dots, S_n sont les surfaces de chacune des parois prises en compte (mur, plancher, toiture, portes, fenêtres, ...).
- 1,1 est un coefficient qui prend en compte les pertes approximatives par ponts thermiques.
- V est le volume total des pièces à chauffer

Rem: pour un calcul détaillé, se référer au "Document Technique Unifié" correspondant, établi par le C.S.T.B. (Centre scientifique et technique du bâtiment)
4 av. du Recteur Poincaré
75782 PARIS CEDEX 16

La réglementation en vigueur a établi de grandes zones climatiques pour la France, avec des valeurs correspondantes du coefficient G à ne pas dépasser.

Des "épaisseurs rentables d'isolation" ont été évaluées, c'est à dire des épaisseurs d'isolation les plus efficaces pour un investissement rapidement amorti, et cela pour différents types de parois.



carte des zones climatiques

tableau des valeurs maximum du coefficient G (en Watts/m².°C) pour une maison individuelle isolée (chauffage autre qu'électrique)

VOLUME HABITABLE	ZONE A	ZONE B	ZONE C
moins de 150 m ³	1,60	1,75	2,00
entre 150 et 300 m ³	1,45	1,60	1,90
plus de 300 m ³	1,30	1,45	1,75

	zone	chauffage fuel ou gaz naturel	électrique ou gaz liquéfié
TOITURE	A	100	200
	B	100	150
	C	75	120
MUR	A	60	100
	B	60	75
	C	45	60
PLANCHER	A	50	50
	B	40	40
	C	30	30

d'après "Isoler -
St Gobain" 4/6/75

épaisseurs rentables

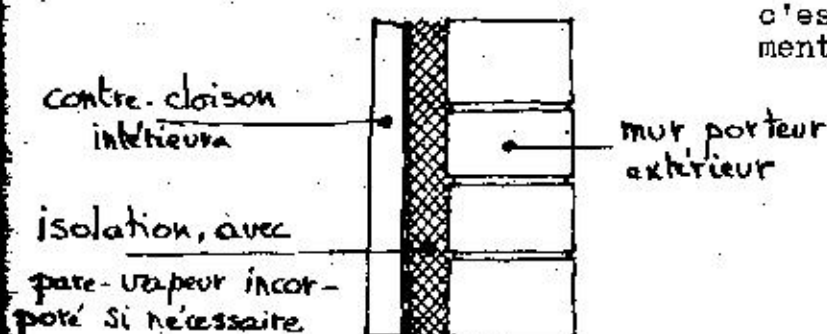
pour une isolation type laine de verre

L'évolution du coût de l'énergie nous incitera à adopter une isolation maximum, quelque soit le type de chauffage utilisé. Mais au-delà de cette limite, le supplément d'économie d'énergie serait modeste, et l'investissement correspondant difficilement amortissable.

Par contre, il serait judicieux de moduler l'isolation par rapport aux contraintes climatiques auxquelles sont soumises les différentes parois: elle devrait être renforcée sur une façade nord, soumise aux vents, et allégée sur une façade sud ou une façade protégée par des remblais, des espaces tampons (garage, cellier...).

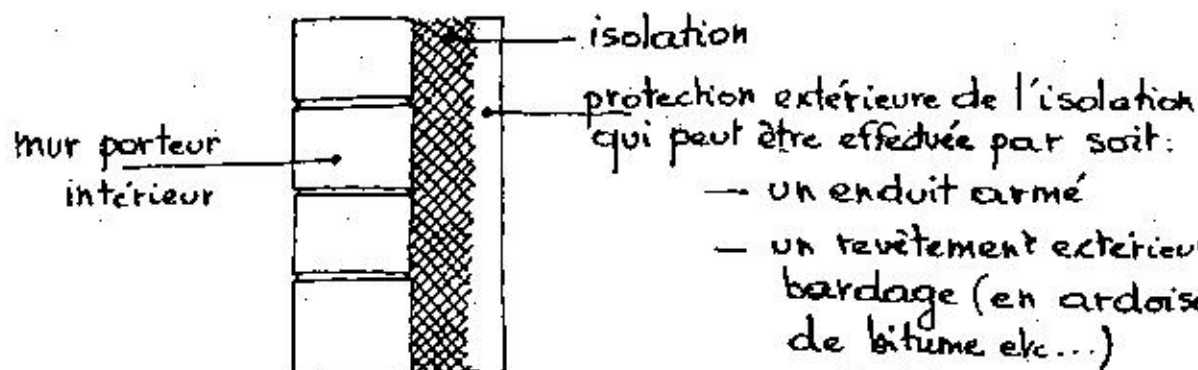
TROIS MANIÈRES D'ISOLER LA MAISON

1/ Par l'intérieur:



c'est le procédé le plus couramment utilisé; il procure une bonne isolation en elle-même, mais n'apporte que peu d'améliorations au point de vue du confort intérieur et de la climatisation naturelle.

2/ Par l'extérieur



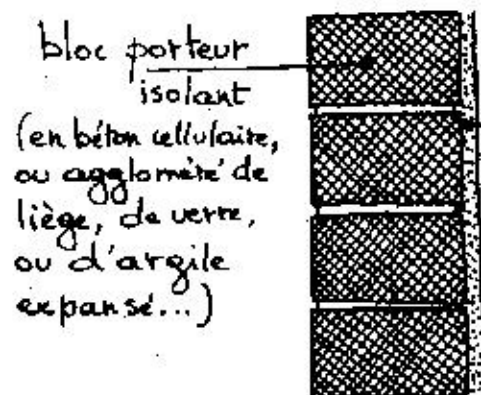
- un enduit armé
- un revêtement extérieur du type bardage (en ardoises, bardeaux de bitume etc...)
- un doublage de mur non porteur à l'extérieur

C'est la moins connue et la moins utilisée; elle est pourtant traditionnelle dans les pays du Nord (Belgique, Hollande etc...). En France, c'est la solution la plus onéreuse, si vous utilisez les procédés actuellement commercialisés. Il y a pourtant des façons simples et économiques de l'exécuter, que nous exposerons dans le tome II de cet ouvrage.

L'isolation par l'extérieur a de nombreux avantages: elle permet de stocker de la chaleur dans la masse du mur porteur intérieur, de diminuer et de réguler ainsi les écarts de température dans la maison; elle réduit considérablement les sensations de paroi froide;

elle met la structure du bâtiment à l'abri des variations extérieures; si la forme de la maison est simple et englobante, elle supprime les ponts thermiques...

3/ Dans la masse du mur porteur lui-même, par l'utilisation d'éléments de maçonnerie isolants par eux-mêmes.



enduit extérieur de préférence hydrofuge.

Ce procédé a le grand avantage d'assurer la durabilité de l'isolation; car il est souvent impossible, ou en tous cas difficile, de reprendre une isolation qui s'est désagrégée au fil des ans (par exemple du type laine de roche ou polystyrène). L'isolation dans la masse permet plus de li-

berté dans les formes car les ponts thermiques sont facilement réduits; de plus, l'épaisseur de mur étant moins importante que dans les deux autres procédés, elle permet de gagner de la surface de plancher.

7 LES OUVERTURES

DOIVENT RETENIR TOUTE L'ATTENTION

Car elles constituent les sources de déperditions les plus importantes:

- par rayonnement et conduction des vitrages (20 à 25 %)
- par les pénétrations d'air froid (30 à 40 %)

On ne peut cependant pas s'en priver car elles ont des fonctions essentielles dans la maison:

- l'éclairage
- la vue au dehors
- la ventilation
- la communication entre extérieur et intérieur

Il est important d'apporter des solutions appropriées à ces ouvertures, de limiter leurs dimensions aux besoins réels, et de dissocier les différentes fonctions

A/ COMBATTRE LES VENTS, donc les pénétrations d'air froid, EST UN IMPERATIF PRIORITAIRE

Le volume d'air qui pénètre dans la maison est souvent très supérieur aux nécessités de ventilation pour obtenir une atmosphère saine. La réglementation recommande un renouvellement d'air de une fois le volume des pièces par heure. Mais un renou-

vement deux fois plus faible (donc un volume toutes les deux heures) suffirait pour maintenir une atmosphère saine. De plus, des pièces peu utilisées ont moins besoin d'air neuf.

Règles: 1/ par la conception de la maison

- réduire au minimum des besoins en éclairage et ventilation les ouvertures dans les façades froides et ventées, et qui ne reçoivent pas de soleil en hiver. (cfr. chap. "organisation intérieure");
- créer des espaces tampons, des sas quand il y a passage de l'intérieur à l'extérieur;
- utiliser les "trucs" architecturaux: murs déflecteurs des vents; ouvertures indirectes, protégeant les vitrages des vents.

2/ par une bonne qualité des menuiseries et de leurs couvre-joints

- utiliser de préférence des menuiseries, avec un joint d'étanchéité entre la partie ouvrante et la partie fixe. (on peut en placer sur des menuiseries existantes).
- Si le renouvellement d'air est alors insuffisant, amener le complément de manière intelligente: par des grilles d'entrée d'air auto-réglable, ou une ventilation mécanique contrôlée; Qui ont l'avantage de régulariser, quelle que soit la force des vents, un débit d'arrivée d'air minimum pour le confort. Cette ventilation contrôlée peut-être modulée suivant l'utilisation des pièces. L'air neuf peut-être préchauffé par des moyens que nous expliquons dans un chapitre suivant.

B/ LE DOUBLE VITRAGE

Il est indispensable dans les régions froides, mais il peut se limiter aux façades non ensoleillées l'hiver en zone méditerranéenne, car il diminue la pénétration du rayonnement solaire.

Le double vitrage a surtout l'avantage de diminuer les sensations de parois froides ainsi que la condensation.

Dans l'habitat existant, prévoir des survitrages, ou mieux: des doubles fenêtres.

C/ UNE BONNE ISOLATION NOCTURNE

La nuit, ne bénéficiant d'aucun apport solaire, les ouvertures sont une source considérable de déperditions.

Si l'on veut baisser ou arrêter le chauffage pendant le dodo, il faut absolument isoler les ouvertures pour éviter un refroidissement trop rapide.

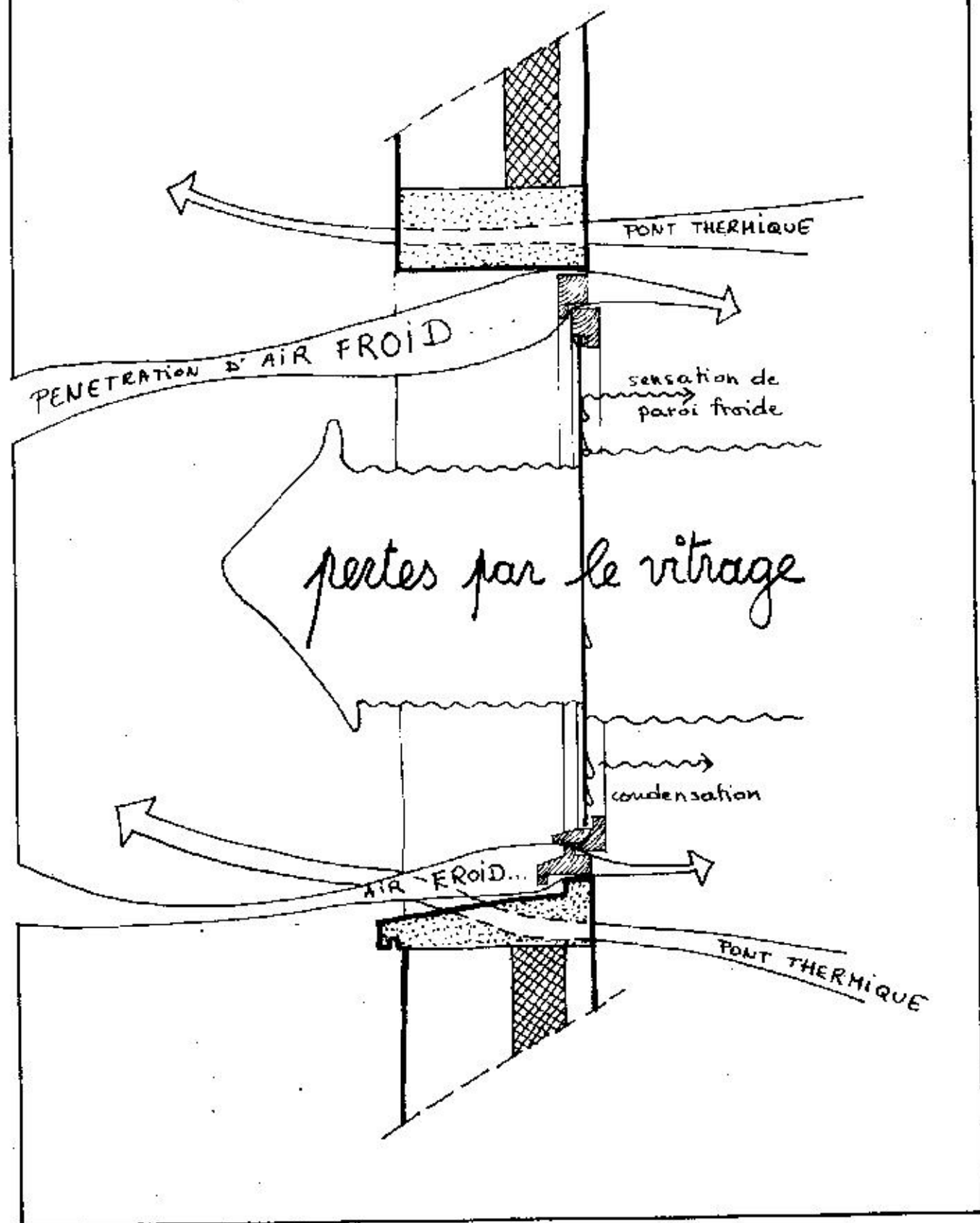
Cela peut être fait facilement par des occultations mobiles faites de matériaux isolants, qui devraient pour être efficaces avoir leurs joints périphériques bien étanches à l'air;

Soit:

- des volets bois, pleins à vantaux ou à lamelles et roulants (très classique).
- des volets roulants en une autre matière, avec revêtement intérieur réfléchissant.
- des tentures de laine intérieure, ou en d'autres matières isolantes.
- des panneaux intérieurs isolants mobiles, coulissants ou repliables.

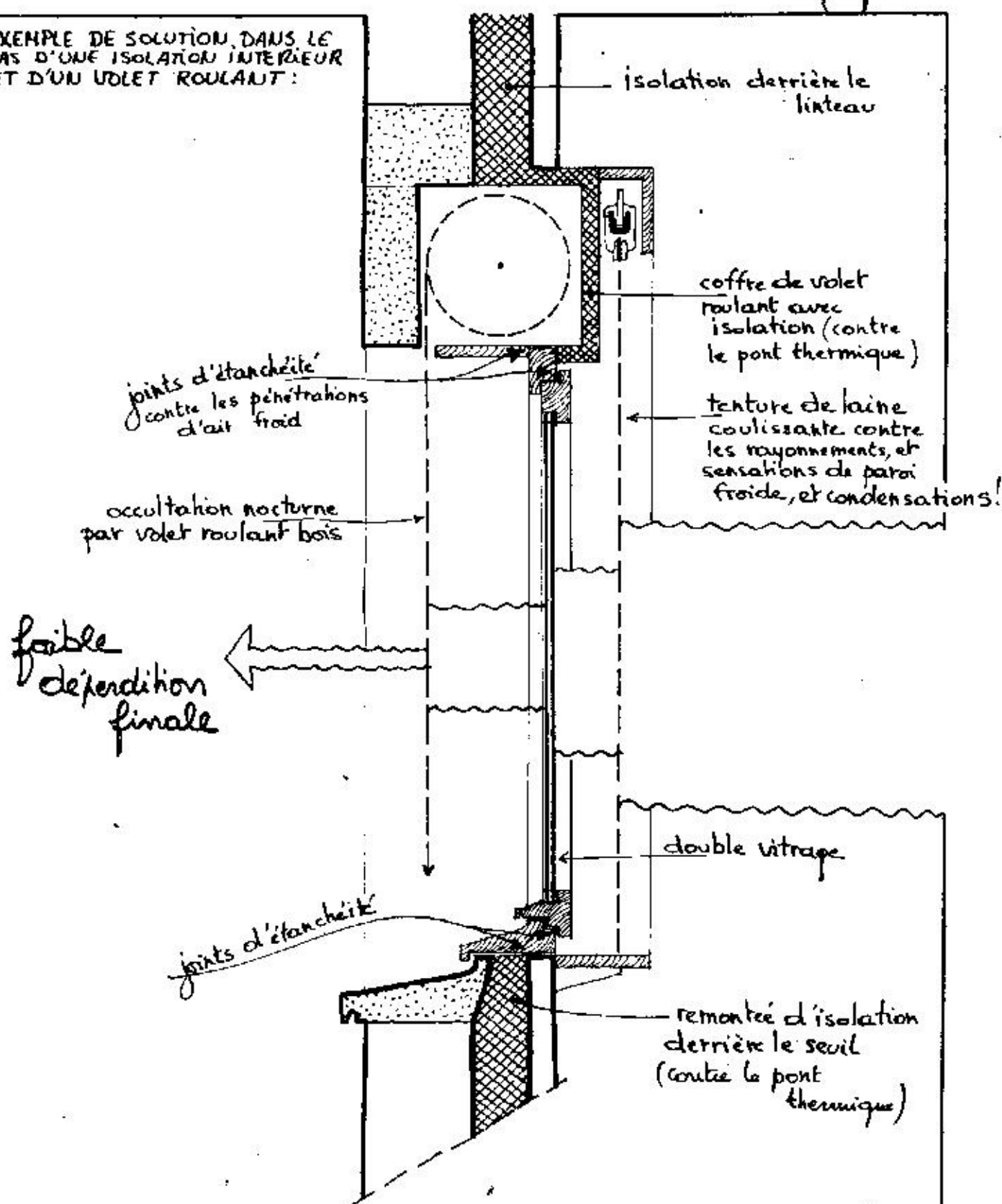
LES PERDITIONS PAR LES OUVERTURES...

LES PROBLEMES :



COMMENT LES EVITER

EXEMPLE DE SOLUTION, DANS LE CAS D'UNE ISOLATION INTERIEUR ET D'UN VOLET ROULANT :



8 TEMPERATURE DES PAROIS

L'accumulation dans la structure (murs et planchers) des calories apportées pendant le jour (voir chap. suivant), grâce à l'inertie thermique des matériaux, permet de réduire sensiblement le chauffage nocturne. De plus, des parois chaudes qui rayonnent à l'intérieur de la pièce, assurent une ambiance confortable pour des températures plus basses.

Les sensations de parois froides doivent être évitées; sources d'inconfort, elles nécessitent le relèvement du chauffage. Principaux responsables: les fenêtres, mais aussi des parois à forte inertie thermique (matériaux très conducteurs) qui n'ont pas un rôle accumulateur et ne sont pas directement réchauffées par le soleil. Pour vous en convaincre, déplacez vous pieds nus successivement sur un carrelage ciment, un carrelage terre cuite, un plancher bois ou une moquette: à une température donnée, les sensations de confort varieront sensiblement. Dans une maison en bois, on obtient une ambiance confortable pour une température intérieure voisine de 15°. Donc, outre l'isolation, il est intéressant d'habiller les parois froides de bois, tissus ou moquettes, et de créer des espaces tampons entre intérieur et extérieur pour réduire la différence de température entre les deux faces d'une paroi. Pour des parois à faible inertie thermique, rechercher une réflexion maximum des rayonnements vers l'intérieur des pièces, par la nature des matériaux et leur couleur: revêtement aluminisé, enduit à la chaux, peinture claire. Le supplément de luminosité qui en résulte peut également vous permettre de réduire la taille des ouvertures.

En résumé, il faut faire attention au choix des matériaux selon l'effet recherché:

ACCUMULER LA CHALEUR
OU
SE PROTÉGER DU FROID

9 BON FONCTIONNEMENT DU CHAUFFAGE

Pour un système à distribution contrôlée: chauffage central ou électrique.

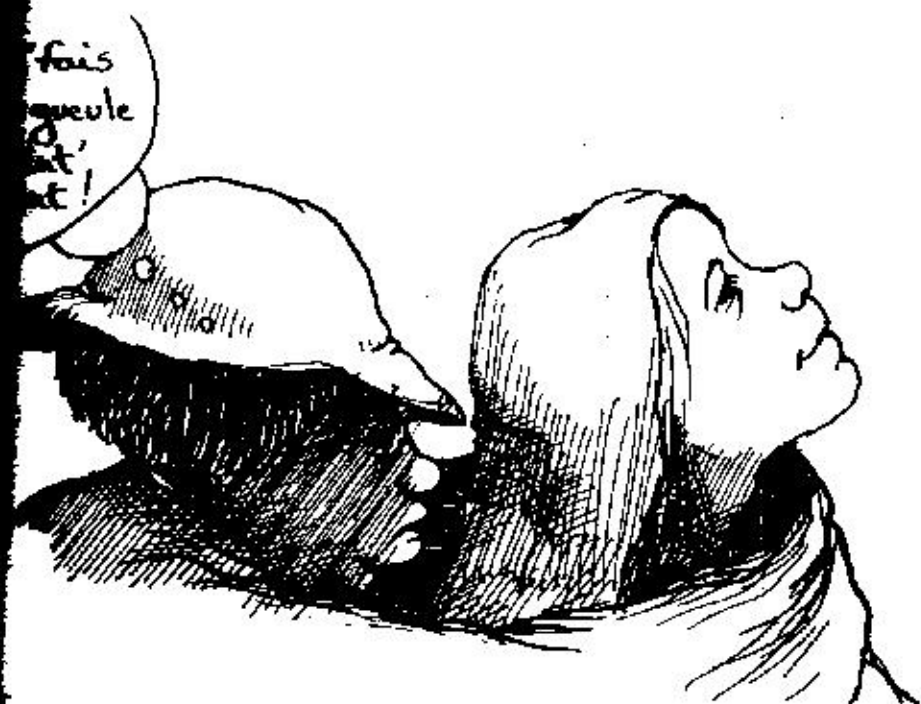
Il ne doit entrer en action que lorsque la climatisation naturelle devient insuffisante: grâce aux thermostats d'ambiance et aux vannes thermostatiques sur chaque radiateur, c'est désormais possible, et d'un coût modeste.

Il est important également de bien régler la chaudière, au point de vue du rendement de la combustion et de la limitation des pertes par l'évacuation des gaz brûlés; une visite annuelle de l'installateur serait souhaitable, voire indispensable dans l'habitat existant où le chauffage joue un rôle essentiel.

Dans le cas d'un chauffage central par air pulsé, des économies d'énergie importantes peuvent être faites en intégrant une ventilation double-flux avec récupérateur de chaleur sur l'air vicié.

CHAP. 4

LES APPORTS SOLAIRES



Dans l'optique de notre démarche, nous nous limiterons aux systèmes mettant en jeu la structure du bâtiment, dits "PASSIFS", reportant au chapitre chauffage d'appoint l'étude des systèmes à circulation contrôlée, dits "actifs", assimilables aux moyens de chauffage classiques.

L'efficacité des apports solaires d'hiver est fonction de 2 paramètres: l'effet serre et les caractéristiques du rayonnement solaire.



l'effet serre: qui n'a jamais senti l'échauffement derrière un vitrage exposé au soleil (ou acheté des concombres en hiver: c'est grâce à l'effet serre qu'une bonne partie du rayonnement solaire se transforme en chaleur à l'intérieur de la serre ou de la maison; tout corps transparent, verre, plastic..., est perméable à la plupart des radiations solaires, mais s'oppose au passage des radiations réémises, sous des longueurs d'onde différentes, par les corps qui s'échauffent.

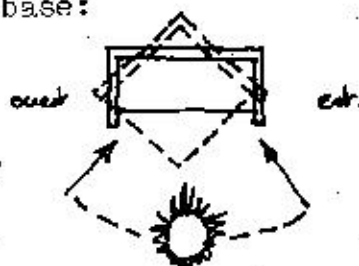


le rayonnement solaire est emprisonné entre un vitrage et un corps noir qui s'échauffe

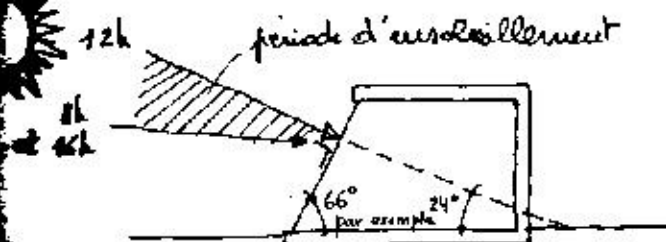
les caractéristiques du rayonnement solaire:

les apports solaires sont conditionnés par les positions du soleil pendant les mois les plus froids, c'est en général décembre et janvier, qui correspondent aux jours les plus courts; la position du soleil au solstice d'hiver, le 21 décembre, est la référence de base:

sa course: le lever et le coucher déterminent les durées d'ensoleillement et l'orientation des surfaces captantes; le sud bien sûr de préférence, mais on peut aussi orienter des surfaces qui se relayent au sud-est et au sud-ouest



sa hauteur à midi: elle permet de calculer l'inclinaison la plus favorable des vitrages pour une absorption maximum du rayonnement solaire, c'est la perpendicularité à ce rayonnement.



ajouter un degré à la hauteur du soleil par degré de latitude, en descendant du nord au sud;

Dunkerque: 51° latitude nord - haut. du soleil à midi le 21 déc.: 15,6°
 Perpignan: 43° " " " 23,6°

LES PRINCIPES : CAPTER , STOCKER , DISTRIBUER

Si nous envisageons ces trois fonctions séparément pour la clarté de l'exposé; Dans les faits, elles sont intimement liées et dans la pratique indissociables : car il faut répartir les apports solaires (en fonction des besoins), dans l'ensemble de l'habitation et tout au long de la journée.

LA FENÊTRE CAPTEUR

Les ouvertures sont des sources de déperditions importantes (cf. chapitre précédent), et l'augmentation croissante du coût de l'énergie nous incite à renforcer leurs qualités thermiques : double vitrage, joint d'étanchéité, volets ...

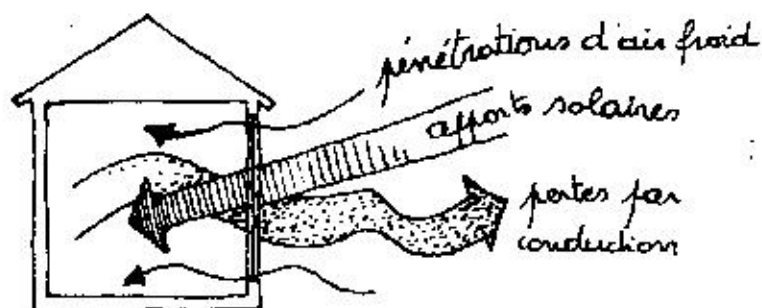
Mais aussi :

En provoquant un effet serre, une fenêtre convenablement orientée se comporte pendant les journées ensoleillées comme un véritable capteur solaire, et contribue à réchauffer l'habitation.

La juxtaposition de ces 2 phénomènes :

- pertes par conduction et pénétration d'air froid.
- apports par rayonnement.

nous conduit à établir un bilan thermique quotidien qui variera selon la qualité de l'ensoleillement.



Mais quelle que soit la région de France, les apports d'une fenêtre orientée au Sud, seront supérieurs aux pertes, lors d'une journée bien ensoleillée.

Le bilan thermique d'une baie vitrée sur l'ensemble de la saison de chauffage, variera également en fonction de l'ensoleillement de la région.

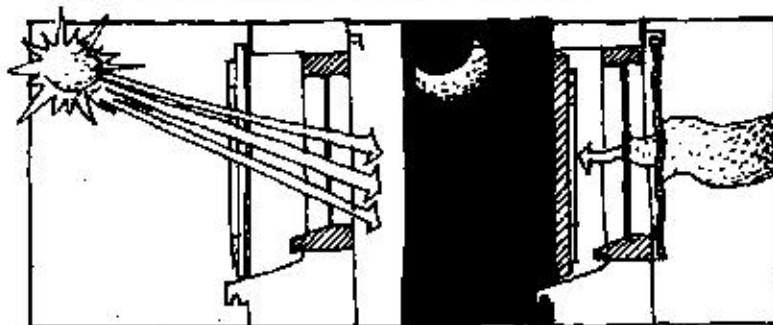
Des études du C.S.T.B. (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) sur des moyennes mensuelles, ont démontré, qu'en région parisienne :

Les apports solaires par les fenêtres étaient supérieurs aux pertes d'octobre à mai, à l'exception des mois les plus froids (décembre et janvier), et le bilan apparaît positif sur l'ensemble de la saison de chauffage. En zone méditerranéenne, les échanges demeurent positifs même en décembre et janvier, et le bilan global apparaît encore nettement plus favorable.

La fenêtre capteur idéal pour optimiser les apports solaires

- Une bonne orientation : Sud de préférence (ou SE-SO). On peut considérer comme négligeables, les apports sur les autres façades, même lorsque le rayonnement diffus prédomine.
- Eviter les masques solaires
 - . par la végétation
 - . ou le bâti: décrochements de façades, avancée de balcon, constructions voisines...
- Préférer de grands vitrages aux petits carreaux et ouvrir les rideaux pendant la journée.
- Une bonne isolation nocturne :
 - . double vitrage indispensable dans les régions froides.
 - . volets de bois plein ou volets roulants manoeuvrables de l'intérieur.
 - . volets intérieurs isolants enroulables ou repliables.
 - . tentures intérieures (doubles rideaux) pour réduire la sensation de paroi froide.

LE JOUR:
favoriser la
pénétration
du soleil



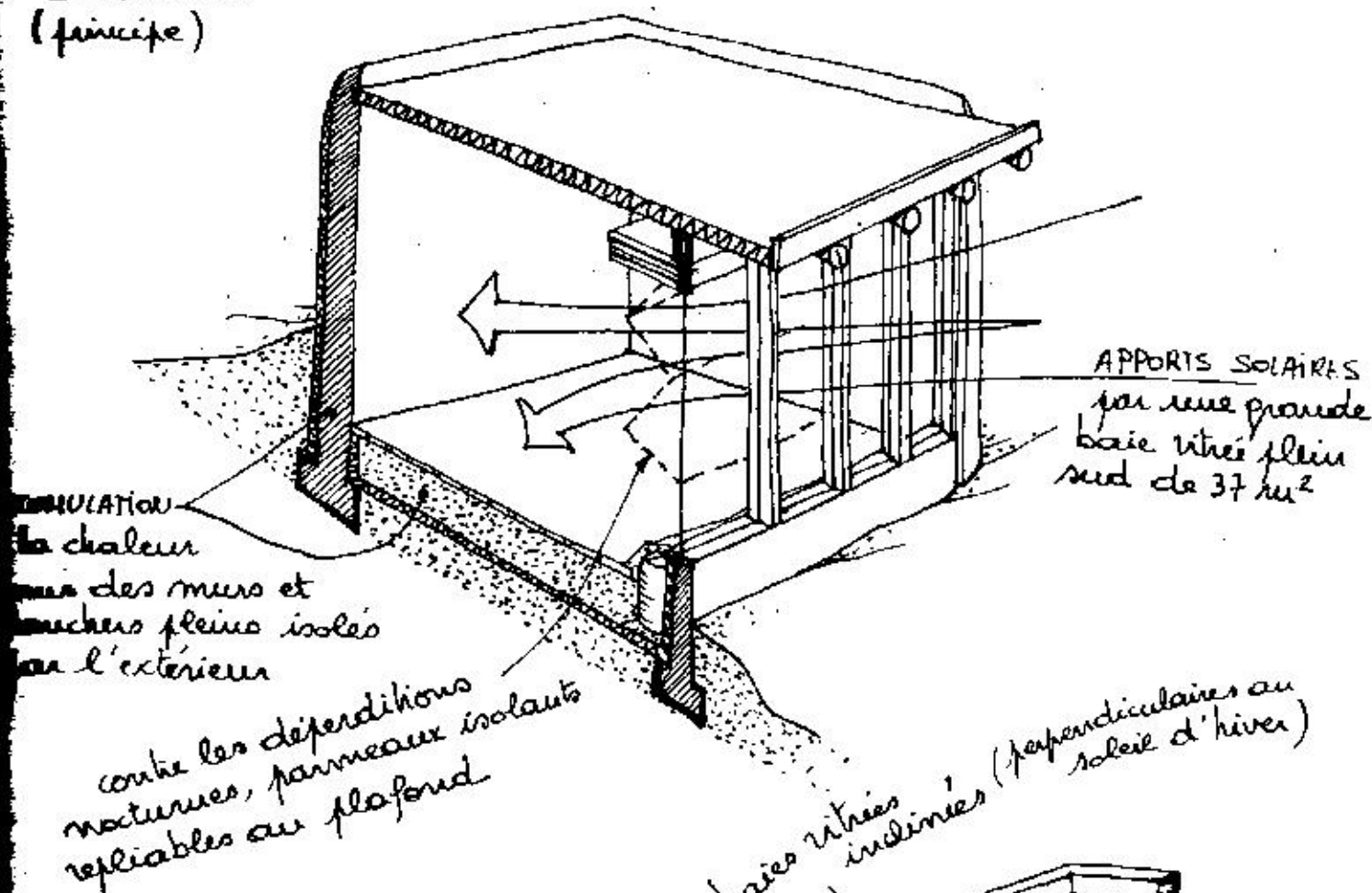
LA NUIT:
empêcher
les
déperditions

De telles fenêtres ne constituent plus la principale source de déperdition de la maison; Mais au contraire peuvent contribuer au chauffage des locaux.

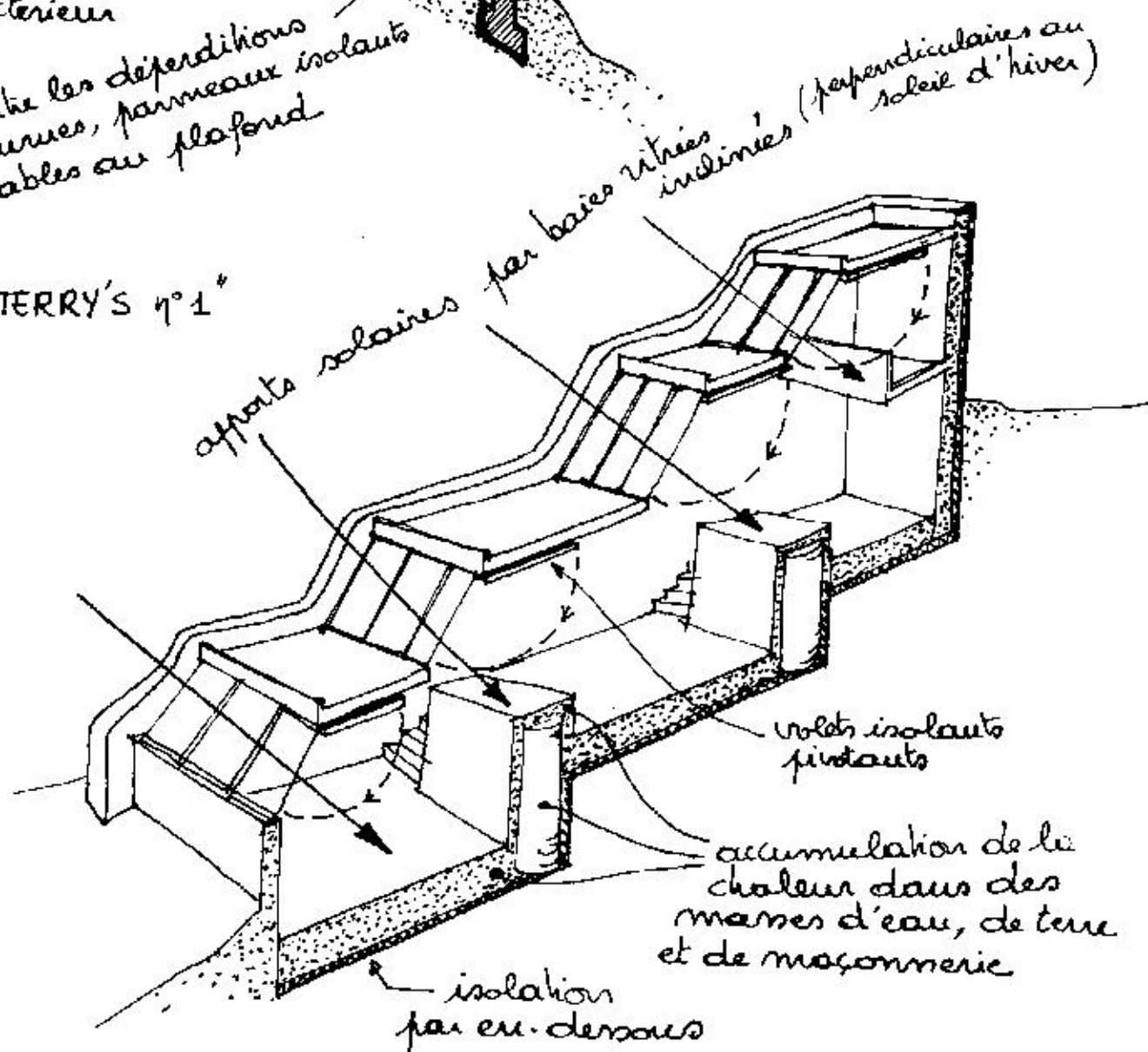
D'où la nécessité de prévoir, lors de la conception du bâtiment, une distribution intérieure des pièces qui permette de répartir la majeure partie des ouvertures en façade Sud.

Il est dès lors possible d'extrapoler le principe de la fenêtre capteur sur une portion plus ou moins grande de la façade sud. Le cas limite serait une façade sud entièrement vitrée : c'est ce qu'à réaliser D. Wright au Nouveau Mexique avec les projets " Sunscoop " et " Karen Terry's ".

"SUNSCOOP" (principe)



JOHN TERRY'S 7°1°



L'architecture bioclimatique réalise ainsi la synthèse entre les architectures traditionnelle et modernes: par sa bonne intégration au site et son organisation en fonction du climat, elle retrouve les qualités de l'architecture traditionnelle; par ses grandes baies vitrées au sud formant capteurs, elle s'apparente à l'architecture moderne ouverte sur l'extérieur, à la lumière et au soleil.

LES ESPACES - TAMPONS CAPTEURS

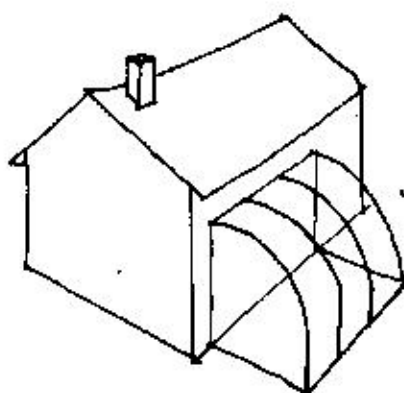
Ils se définissent par ces deux caractéristiques communes:

- ce sont des locaux en grande partie vitrés
- situés sur les façades ensoleillées l'hiver (entre le sud-est et le sud-ouest).

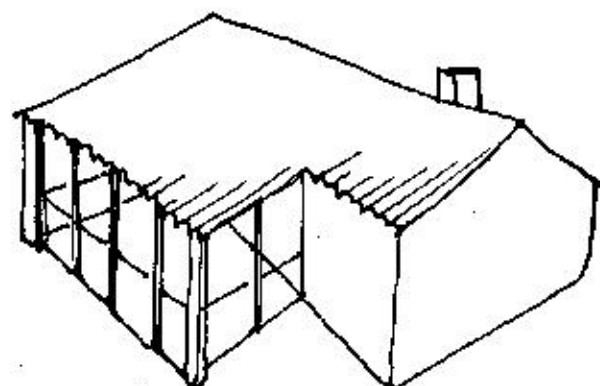
Ils jouent un double rôle:

- amortir les écarts de température entre l'intérieur et l'extérieur,
- augmenter les apports solaires dans l'habitation.

De plus, ils peuvent être considérés comme une extension des espaces habitables à certains moments de la journée. Ils ont des noms divers, parfois employés l'un pour l'autre, sans qu'il soit toujours très facile de les différencier:

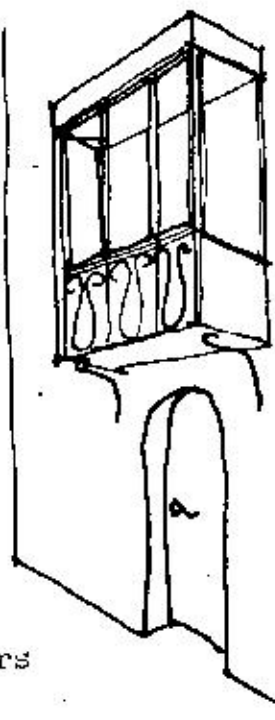


la serre



*la véranda
(ou terrasse couverte vitrée)*

le "bow - window"



le jardin d'hiver,

le balcon vitré - - -

nous utiliserons le terme général de "SERRE" pour l'ensemble des espaces-tampons capteurs

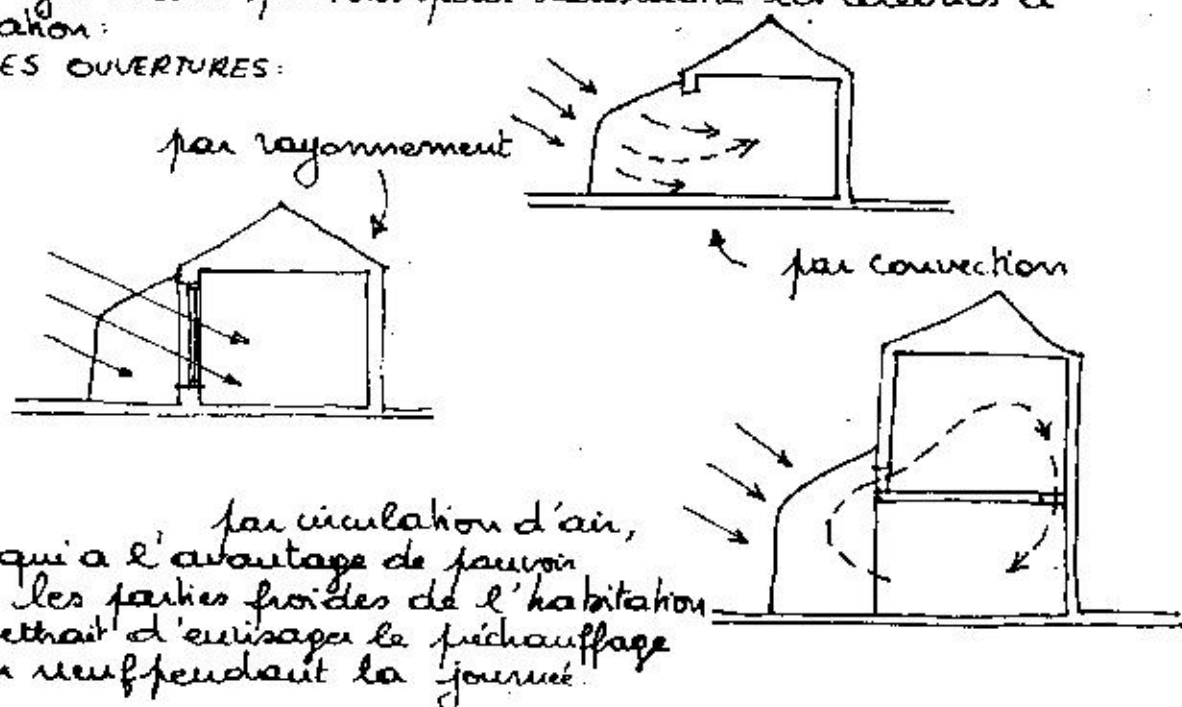
capteurs habitables le jour

Dans une serre hermétiquement close, l'élévation de température aux heures chaudes du jour peut être considérable: de 35 à 40° en plein hiver à Paris ne sont pas rares.

Il importe donc de récupérer cet apport calorifique pour le chauffage de la maison et réduire les sensations d'inconfort qui en résultent dans la serre.

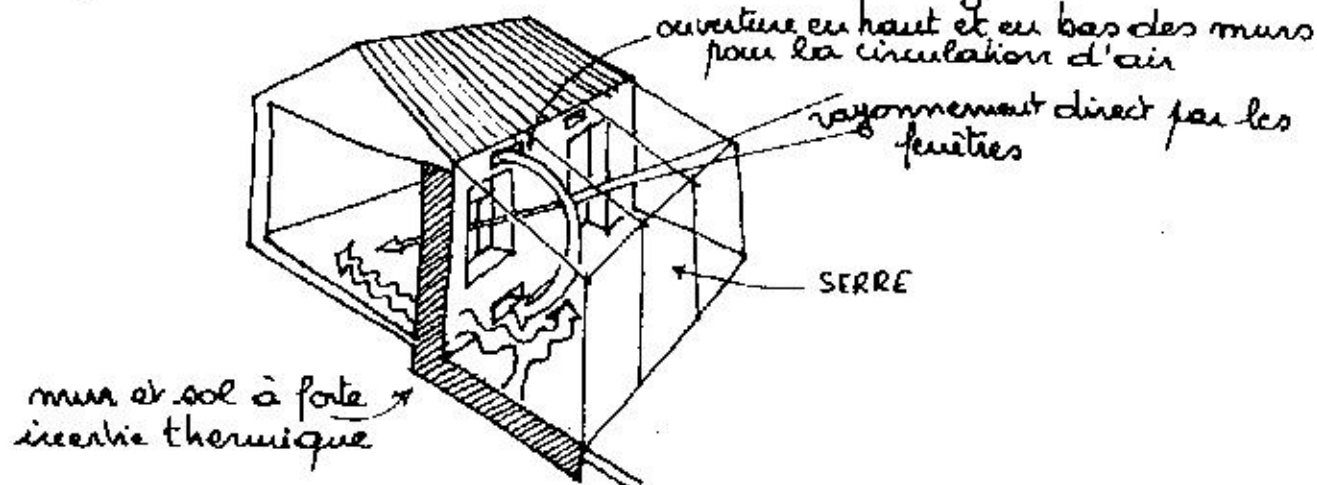
Deux moyens sont possibles pour transmettre les calories à l'habitation:

① PAR LES OUVERTURES:



② PAR DES MASSES THERMIQUES: en disposant une paroi à forte inertie thermique entre la serre et l'habitation, qui emmagasine les calories le jour et les restituera en partie vers l'intérieur la nuit.

Le plus efficace serait de combiner les deux types de solution:



Des ouvertures en haut de la serre sont à prévoir en cas de surchauffe éventuelle; elles sont de toute manière indispensables pour la ventilation estivale.

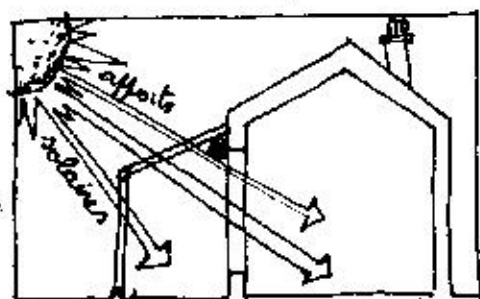
Par temps froid et couvert, la température ambiante de la serre ne descend guère en-dessous de 10 à 12°. Le confort climatique s'inscrit donc dans des limites acceptables, bien que les amplitudes soient plus marquées que dans l'habitation. Transition entre l'intérieur et l'extérieur, la serre apparaît donc comme un espace utilisable à de nombreux moments du jour, véritables prolongement des pièces de séjour.

serre thermique la nuit

La nuit, par contre, les pertes par rayonnement sont très importantes et la température ambiante de la serre sera voisine de l'extérieur. Pour que la serre puisse jouer son rôle de tampon thermique entre l'habitation et le dehors, il est donc primordial d'y prévoir une isolation nocturne mobile (volet roulant, tenture, film réfléchissant). Les pertes par rayonnement étant les plus importantes, un store de couleur réfléchissante placé à l'intérieur du vitrage est un minimum indispensable; mais un système intégrant particules isolantes et revêtement réfléchissant est souhaitable.

On peut ainsi obtenir un écart d'au moins 10° entre la serre et l'extérieur, même par temps froid et nuit claire, voire plus grâce à l'inertie thermique du sol et des murs.

La serre se comporte donc comme un amplificateur des variations thermiques extérieures; mais associée à une habitation, elle peut au contraire jouer un rôle modérateur si les précautions indispensables sont respectées, et contribuer efficacement à la climatisation de l'habitat.



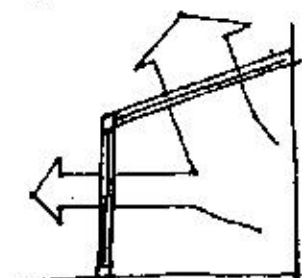
LE JOUR,
la serre intensifie les apports
solaires



LA NUIT,
si elle est bien isolée, la serre fait
serre thermique qui réduit les
pertes

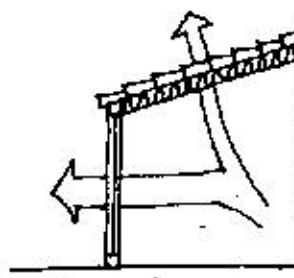
Parmi les différents types d'espaces-tampons capteurs, la serre toute vitrée, compte tenu de l'importance superficielle et de l'inclinaison des vitrages, connaît les amplitudes thermiques les plus fortes, et leur régulation s'y avère la plus délicate.

Par contre, les fluctuations sont beaucoup plus faibles dans une véranda où une verrière couverte par un toit opaque et isolant, car les pertes thermiques vers le haut, les plus importantes, y sont réduites.



fortes dans une serre

LES PERTES
THERMIQUES



réduites dans une véranda

La véranda peut en outre constituer plus facilement un espace habitable, ce qui contribuerait à réduire les espaces à climatiser. En été, les surchauffes seront plus facilement maîtrisées, l'idéal étant de pouvoir enlever les vitrages: la véranda devient alors terrasse couverte. La véranda apparaît ainsi comme le type d'espace-tampon capteur bien adapté aux régions méditerranéennes, à l'ensoleillement important, à la luminosité forte, aux chaleurs estivales intenses. La serre toute vitrée serait, elle, plus adaptée aux régions caractérisées par un fort pourcentage de rayonnement diffus.

Privilégier l'habitabilité peut sembler parfois contradictoire avec l'optimisation des apports solaires, car ces derniers peuvent procurer une sensation d'inconfort; il convient donc de mettre en oeuvre des moyens de régulation (ventilation, occultations, ...) les rendant compatibles pour une utilisation qui va, inévitablement, fluctuer au fil des jours.

LA CONTRIBUTION DES ESPACES TAMPONS A LA CLIMATISATION

Elle dépend:

- de l'importance des surfaces vitrées
- de l'orientation: selon l'ensoleillement reçu, ils auront plus ou moins un rôle de capteur ou de sas thermique
- de l'efficacité des moyens de récupération des apports solaires:
- du taux d'humidité: une serre cultivée, par exemple, nécessite pour le développement des plantes un taux d'humidité proche de la saturation; outre l'inconfort qui en résulte, des études récentes du laboratoire d'écothermique de Nice, ont mis en évidence que les apports solaires d'une serre humide ne représentaient qu'environ la moitié de ceux d'une serre sèche.

LES PAROIS CAPTANTES

Elles sont parties intégrantes de la structure du bâtiment, et associent le plus souvent captage et accumulation. Si un usage rationnel suppose leur mise en oeuvre au moment de la construction, il est cependant possible d'en adapter les principes à l'habitat existant.

Le mur Trombe et ses variantes:

Principe: l'effet serre provoque un échauffement

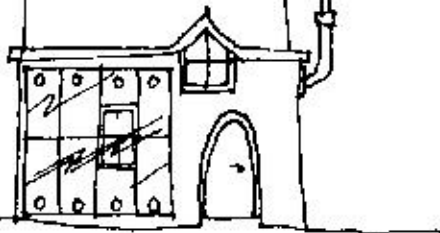
- de l'air situé entre un vitrage et une surface absorbante,
- de la masse thermique qui peut être associée au capteur.

La récupération des calories s'opère

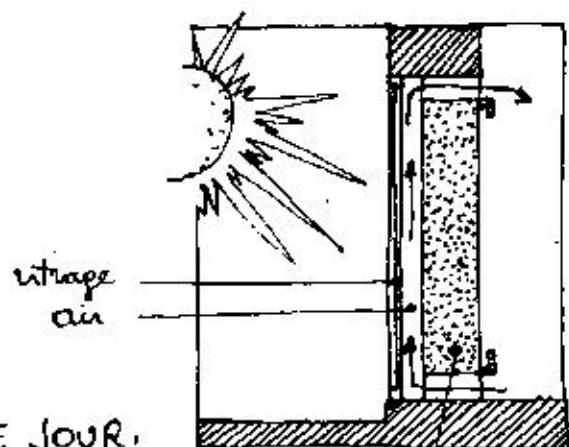
- par circulation naturelle de l'air
- par rayonnement, restitution des calories emmagasinées dans la masse thermique, après un déphasage plus ou moins long.

Le capteur doit être localisé le plus possible au sud, tout en permettant le maintien d'un maximum d'ouvertures sur cette façade. Les ouvertures qui n'ont pas un rôle de passage ou de ventilation peuvent être intégrées dans la surface captante.

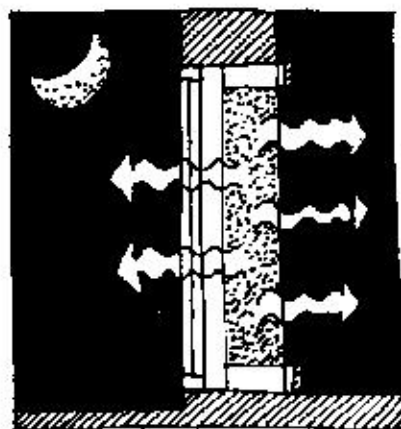
La surface captante ne doit pas être forcément noire: il suffit que son revêtement soit de couleur foncée et mate, par exemple un mur de béton peint en marron ou un mur de pierres sombres (basalte, schiste...).



Le système Trombe



LE JOUR.
l'air chauffe, derrière le vitrage, monte et pénètre dans la pièce, dont l'air plus froid est aspiré par en bas; les calories sont emmagasinées dans le mur

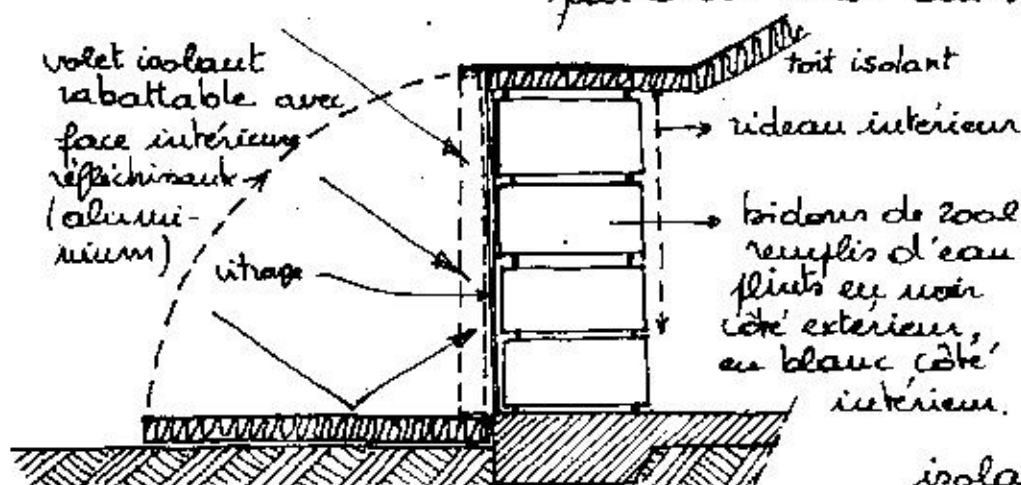


LA NUIT. le mur, chaud, rayonne; les orifices sont clos. Dans les régions froides, le double vitrage s'impose pour valoir le refroidissement nocturne du mur par rayonnement vers l'extérieur; si on veut améliorer le système, il faut isoler à l'extérieur par un volet.

le nombre et la taille des orifices, ainsi que la largeur de la lame d'air (5 à 10 cm), varient en fonction de la surface du vitrage.

les variantes

1/ LE MUR-BIDON (pas du tout péjoratif), comme celui réalisé par Steve Baer au Nouveau-Mexique (U.S.A.)



la majeure partie des échanges s'effectue par le rayonnement de bidons peints d'eau placés derrière un vitrage, et qui représentent une importante capacité thermique.

LE JOUR: le panneau isolant mobile, manoeuvré

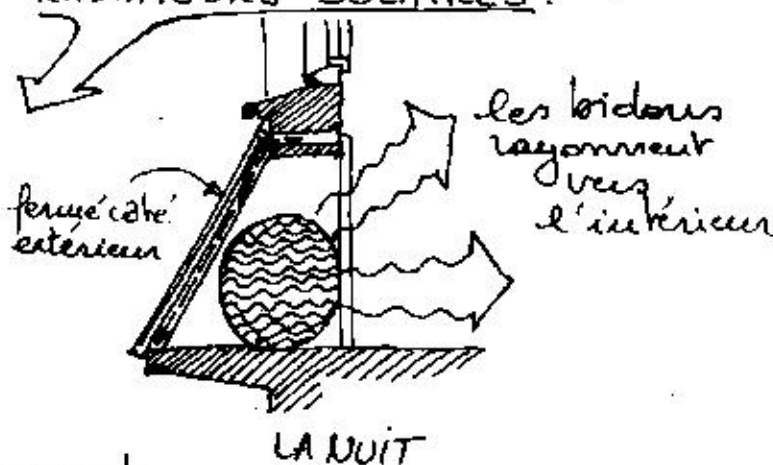
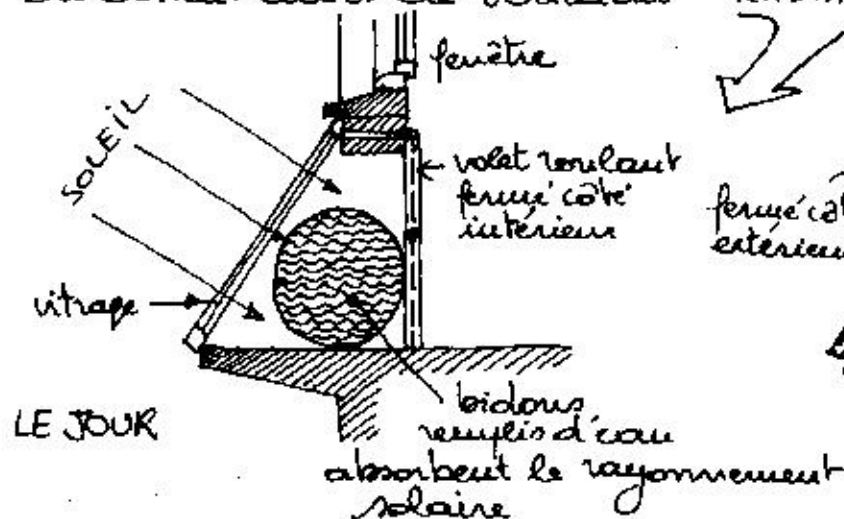
de l'intérieur, est baigné; grâce à son revêtement intérieur aluminisé qui réfléchit les rayons du soleil, il augmente la quantité d'énergie reçue par le vitrage. Un rideau intérieur permet de contrôler la température et d'éviter les surchauffes.

LA NUIT:

Le panneau isolant est relevé contre le vitrage, il réduit ainsi les déperditions de chaleur vers l'extérieur; les bidons rayonnent vers l'intérieur.

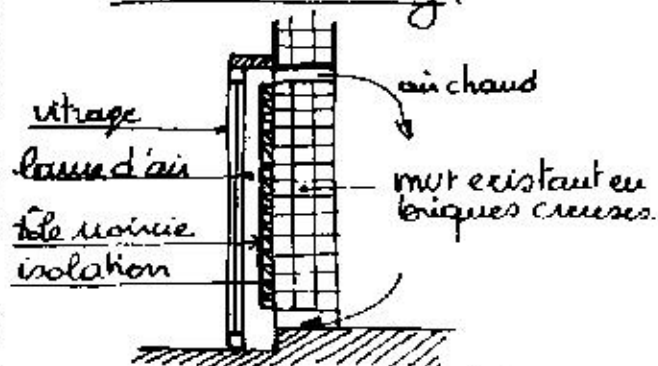
Ce système d'isolation nocturne permet également la mise hors service des capteurs en été.

C'est une solution simple, efficace, peu coûteuse, et facilement réalisable en autoconstruction. Elle peut être réalisée à plus petite échelle, par exemple une bande de bidons sous les fenêtres: on obtient alors de véritables "RADIATEURS SOLAIRES".



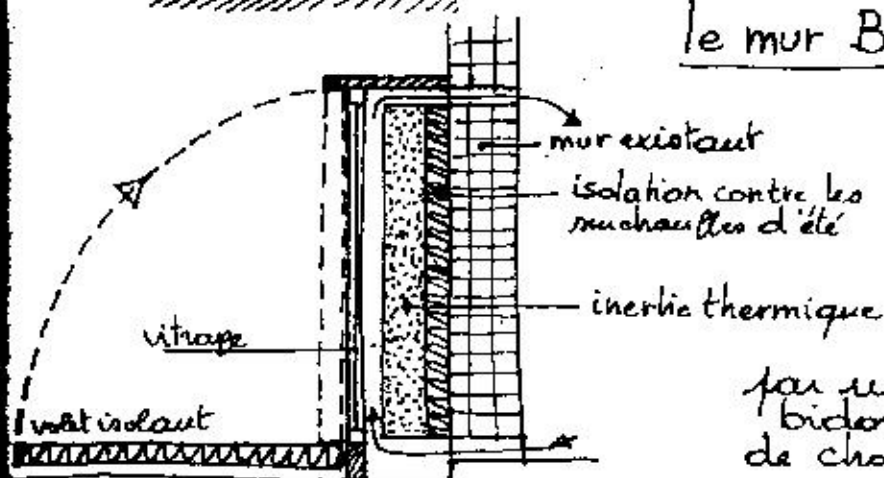
2/ Deux exemples de MURS-CAPTEURS, adaptés (et auto-construits) à l'habitat existant:

le mur Borg (66 le Boulou):



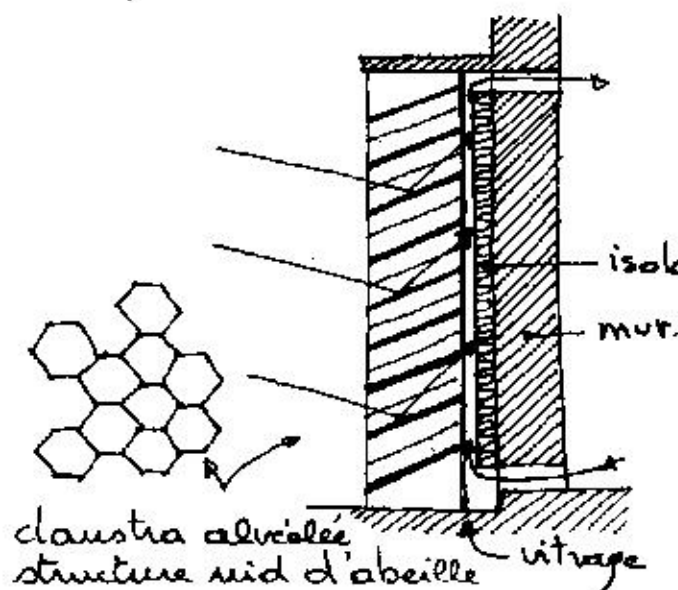
fonctionne uniquement par circulation d'air.
les apports solaires sont limités aux heures d'ensoleillement, car il n'y a pas d'inertie thermique.
d'isolation par l'extérieur, nécessaire pour éviter les surchauffes estivales, permet de réduire les déperditions en hiver.

le mur Bodin (34, Soubès):



réchauffe l'habitation en permanence par circulation d'air:
isolation nocturne et estivale par panneau isolant rabattable;
inertie thermique obtenue par un mur à chaleur latente: bidons d'huile récupérés, remplis de chlorure de Calcium, et maçonnés.

3/ LE CLAUSTRA SOLAIRE



principe: mettre un claustra en matière absorbante (béton, terre cuite...) devant un mur; les éléments ont leur face inférieure peinte en blanc, (réflexion) et leur face supérieure en noir (absorption). Par temps ensoleillé le claustra absorbe la chaleur et d'autres temps, il diminue le rayonnement vers l'extérieur donc améliore l'isolation.

Toutes les variétés sont possibles: avec vitrage devant ou derrière le claustra, sans vitrage, avec accumulation dans un mur plein.

derrière le claustra... Peut être utilisé aussi pour le préchauffage de l'air neuf.

Ce système a l'avantage de sauvegarder l'esthétique, mais son coût est encore élevé.

Outre leur prix de revient assez bas et un entretien réduit, les parois captantes permettent de plus la mise hors gel de l'habitation en l'absence de ses occupants, et de tout autre système de chauffage.

ACCUMULATION DANS LA STRUCTURE DU BATIMENT

Dans une maison solaire, masse thermique et surfaces captantes sont toujours étroitement liées et associées.

Deux raisons principales:

- la masse thermique permet de répartir sur une durée plus ou moins longue (24 heures au moins, 48 heures si possible) des apports solaires très irréguliers à cause des périodes de nébulosité et et de la faible durée des jours d'hiver. L'autonomie solaire en sera augmentée sensiblement.
- la masse thermique permet de réguler les apports solaires et de maintenir le confort climatique dans des limites acceptables: en absorbant les calories, elle permet d'éviter les surchauffes le jour; la nuit elle se comporte comme une paroi chaude.

La structure du bâtiment peut jouer ce rôle de masse thermique, à condition toute fois de renforcer son inertie: murs épais et pleins en matériaux absorbants la chaleur, avec isolation par l'extérieur; dalles de sol sur lit de galets avec isolation par en dessous.

Au delà de 48 heures d'autonomie, accroître la masse du bâtiment serait trop coûteux; il faut alors envisager un stockage indépendant sous la maison (galets, eau); ou bien le chauffage d'appoint doit prendre le relais. Ce choix doit tenir compte des données climatiques locales (périodes de nébulosité plus ou moins longues), et de la rentabilité de l'opération.

LES MATERIAUX UTILISES:

le béton ou les parpaings pleins, la pierre, la brique pleine de terre cuite, la terre crue en pisé ou en adobe, le sable, les galets, ... sont les plus utilisés.

La capacité d'accumulation de la chaleur varie en fonction de leurs propriétés thermiques respectives:

λ conductivité thermique

P poids spécifique

C chaleur spécifique

La durée de restitution des calories dépend de la diffusivité (a) thermique: plus elle est élevée, plus la durée de restitution sera longue.

	$\lambda (W/m^{\circ}C)$	$P (kg/m^3)$	$C (Wh/kg^{\circ}C)$	$a (m^2/h.10^4)$
BETON	0,95	2.300	0,4	20
TERRE CUITE	0,60	1.800	0,19	18
BETON DE TERRE PISEE	0,78	2.000	0,16	25
SABLE SEC	0,33	1.600	0,21	10

Les matériaux à chaleur latente (par exemple le chlorure de calcium) ont une capacité thermique très importante et une durée de restitution plus longue, mais ils perdent une bonne partie de leur capacité thermique à la suite d'un nombre plus ou moins grand de changements de phase

Le rendement global dépend également de l'émissivité du matériau (noir de fumée=1, glace=0).

L'épaisseur de la paroi, selon le résultat escompté, dépend du matériau utilisé, et de exposition directe ou non à une source de rayonnement (soleil, feu): 20 à 30 cm pour le béton

40 à 50 cm pour la pierre ou la terre crue

Selon les matériaux utilisés, on observe un déphasage plus ou moins long entre l'accumulation et le début de la restitution des calories (deux à trois heures en moyenne).

Un cas particulier: L'EAU. Outre son excellente capacité thermique, $1 \cdot W/m^{\circ}C$, son retard à la restitution est quasiment nul. D'où l'intérêt d'un petit volume d'eau de stockage pour assurer la transition entre les heures d'ensoleillement et le relai de la masse thermique du bâtiment.

DISTRIBUTION DES CALORIES dans l'ensemble de l'habitation

- 1/ rechercher une bonne PENETRATION SOLAIRE et une bonne REPARTITION DE LA MASSE THERMIQUE dans l'ensemble des pièces habitables, et une circulation naturelle de l'air chaud entre les espaces tampons et l'intérieur.

- 2/ la maison s'organise en ESPACE OUVERT, pour une bonne circulation, de l'air à l'intérieur, de pièce en pièce; cloisons mobiles, tentures et jeux de niveau procureront l'animation, les protection phoniques et visuelles souhaitées par les occupants.
- 3/ utiliser L'EFFET CHEMINEE: l'air chaud, plus léger, monte; les chambres en étage ne nécessiteront pas de chauffage d'appoint.

Le respect de ces trois principes permet d'assurer une meilleure répartition des calories sur l'ensemble de la maison, et notamment de tempérer les parties au nord.

LA MAISON CAPTEUR

PROBLEMES ET...TENTATIVES DE REPONSE

Une conception bioclimatique de l'habitat donnera naissance à des réalisations sensiblement différentes, selon les différentes régions de France et leurs climats (zone tempérée en général): tant en ce qui concerne les solutions architecturales et les matériaux, que le mode de captage utilisé.

- Généraliser le principe de la fenêtre capteur au-delà des ouvertures nécessaires à l'habitation n'est pas souhaitable, en dehors des zones méditerranéennes les plus douces, car pendant les périodes difficiles les besoins en chauffage s'entrouvreraient accrus, étant données les énormes déperditions par les vitrages.

De plus cette solution, type D.Wright, peut nuire à l'intimité intérieure de la maison, et suppose un espace totalement ouvert pour une bonne accumulation dans la masse thermique. Le mode de vie dans la maison s'en trouvera affecté sensiblement: répartition des pièces, type de mobilier... La répartition d'un maximum d'ouvertures en façade sud est tout à fait compatible avec un bon éclairage de l'ensemble de l'habitation, quel que soit le type d'espaces intérieurs souhaités.

- Les espaces tampons capteurs sont envisageables quelle que soit la région.

Serre ou véranda? En dehors du mythe écologique (jardin d'hiver ou tropical), la serre a moins d'arguments que la véranda capteur: tampon thermique (isolation nocturne plus commode), contrôle des surchauffes et climatisation estivale plus facile, possibilité de prolonger les pièces de séjour.

Avec une surface de vitrage plus grande, la serre serait mieux adaptée aux régions moins ensoleillées (risques de surchauffe réduits).

- Quant aux parois captantes, elles doivent être munies de double ou triple vitrage dans les régions froides, ou mieux encore, d'un volet réflecteur isolant (type S.Baer v.p.62) pour réduire les déperditions vers l'extérieur.

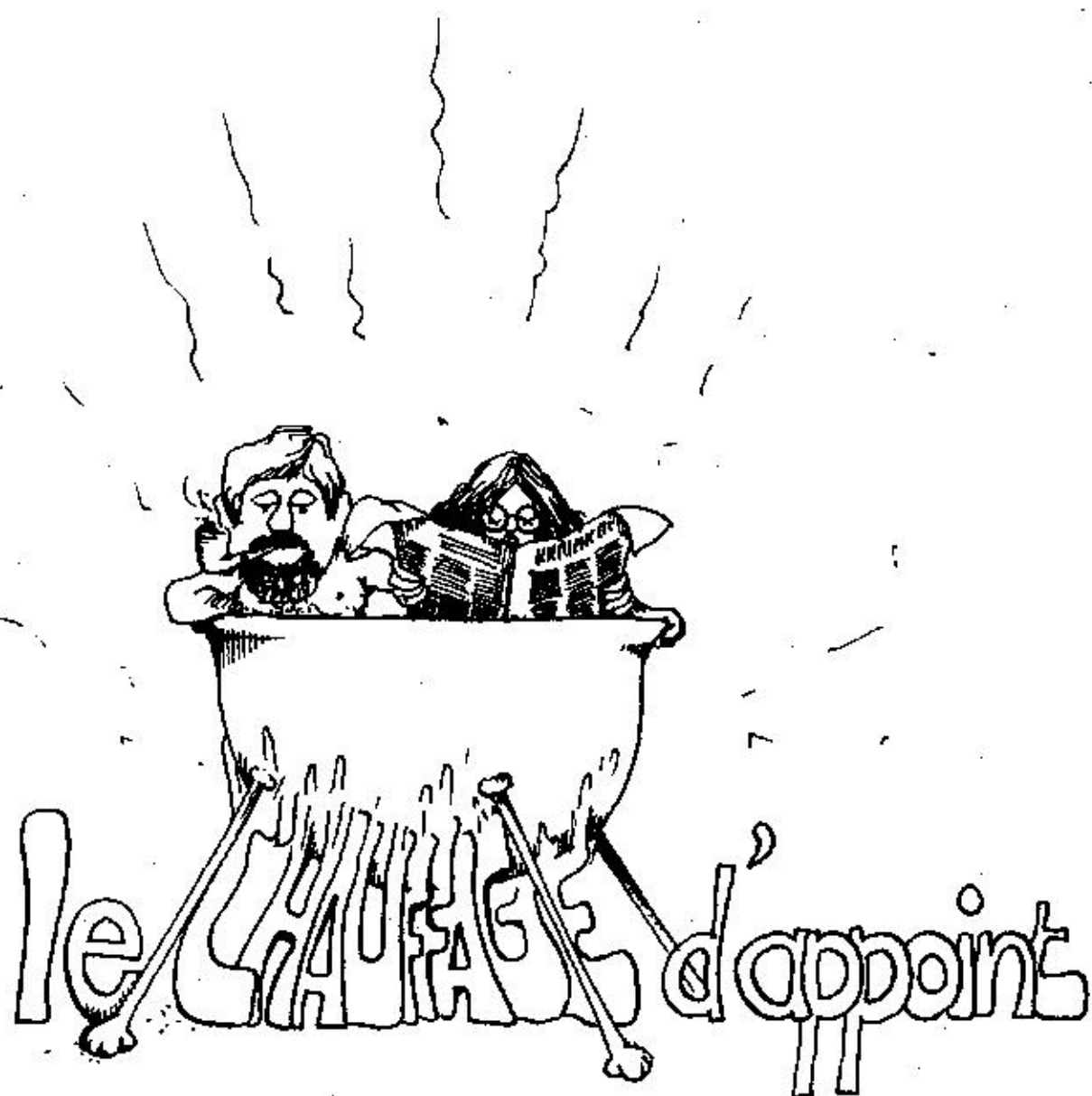
En habitat existant, seuls les espaces tampons et parois captantes peuvent être mis en oeuvre. Mais des résultats intéressants peuvent également être escomptés.

Pour obtenir une climatisation naturelle optimale, la difficulté majeure réside dans la recherche d'un dosage cohérent entre:

- surface de captage d'une part,
- masse thermique (capacité et répartition) d'autre part,
- en fonction des données climatiques locales.

Dans ce domaine, les données objectives sont la plupart du temps insuffisantes; expérience et intuition sont encore souvent la règle.

Régulation: cette climatisation naturelle n'entretient pas une température constante tout au long de la journée; l'essentiel étant de maintenir l'amplitude thermique dans des limites acceptables pour le confort des occupants (de 16 à 24° env.); notamment en faisant intervenir le chauffage d'appoint. Le moment critique se situe généralement au coucher du soleil, pendant le déphasage précédant le début de restitution de la masse thermique; c'est le moment de fermer les ouvertures communiquant avec la serre, sinon celle-ci contribuerait à refroidir l'habitation.



CHAP. 5

La crise de l'énergie nous conduit à remettre en cause la notion même de CHAUFFAGE : souvent envisagé comme le seul moyen d'apporter des calories dans des logements aux déperditions plus ou moins fortes, le chauffage n'a plus qu'un rôle d'appoint dans les habitations bioclimatiques où les qualités thermiques de l'enveloppe sont optimales.

Mais il doit être en mesure de prendre le relais, lorsque les éléments naturels de climatisation sont insuffisants, ce qui est possible, en envisageant un système cohérent entre les qualités thermiques de l'enveloppe, les apports solaires et les exigences de confort d'une part, le chauffage d'appoint d'autre part.

Si la consommation annuelle est réduite (par rapport à un logement normal), sa capacité doit être suffisante pour faire face aux besoins quotidiens lors des périodes sans ensoleillement supérieures à 48 heures (stade au delà duquel le stockage dans la masse du bâtiment est insuffisant).

LES APPORTS GRATUITS

On les oublie presque toujours dans les bilans thermiques, mais il importe de les prendre en considération pour calculer la puissance du chauffage d'appoint.

Ce sont :

- * la chaleur humaine (transformation des aliments en énergie mécanique et calorifique).
- * l'éclairage, dont 95% de l'énergie sont transformés en chaleur.
- * le cumulus d'eau chaude s'il est situé dans la maison.
- * l'appareillage ménager (cuisinière, réfrigérateur...).

Ils représentent 10 à 15% des besoins d'une maison bien isolée; Jusqu'à 30% même si on prend en compte l'énergie solaire reçue par 10 m² de baies vitrées orientées au Sud.

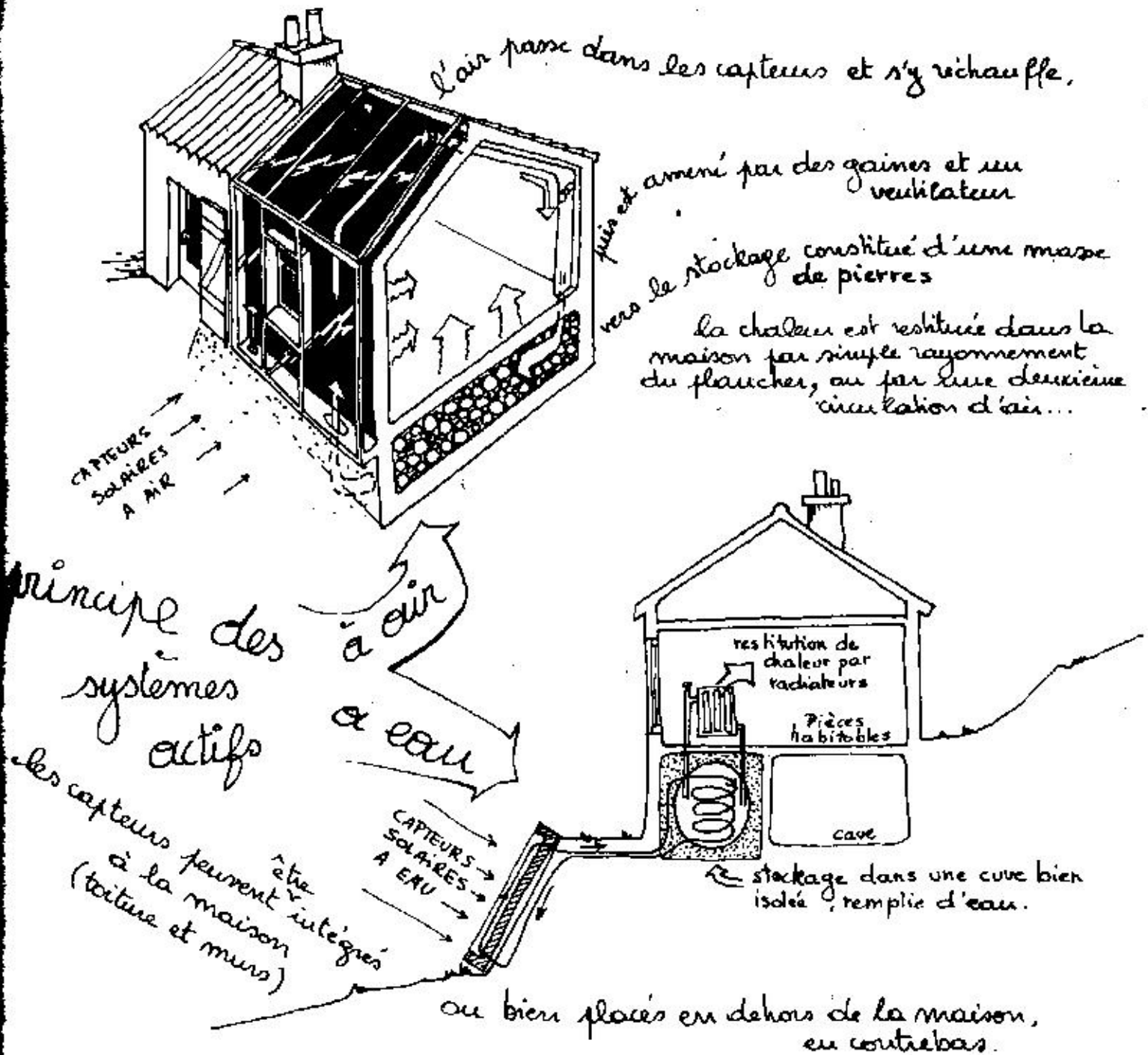
LES SYSTEMES SOLAIRES ACTIFS

Lorsque les apports directs sont insuffisants, on peut avoir recours à des systèmes de circulation et de stockage plus complexes :

Les capteurs (à air ou à eau) sont le plus souvent surajoutés à la structure du bâtiment (mur ou toiture en façade sud) et reliés à un stockage par des circulations mécaniques ou en thermosiphon.

Autant que possible, faire en sorte que les capteurs solaires soient compatibles avec le maintien d'un maximum d'ouverture en façade sud.

* variante au feu bouillonnant de calorifique!



L'énergie ainsi récupérée est ensuite redistribuée

- soit directement, par des convecteurs ou circulation d'air.
- soit après stockage, par planchers chauffants à basse température, pompe à chaleur...

Le stockage n'est généralement pas intégré à la structure du bâtiment : il est constitué soit d'une cuve remplie d'eau, soit d'une masse thermique (galets, béton...) située sous la maison, ou encore de matériaux à chaleur latente.

Les circulations doivent être interrompues :

- la nuit en hiver, et par temps couvert (quand l'air extérieur est plus froid que le stockage (régulation), pour ne pas refroidir l'habitation.
- en été pour éviter les surchauffes.

Et ne pas oublier l'antigel dans les capteurs à eau.

Les systèmes à circulation d'eau sont généralement plus chers à l'achat et à entretenir, que le système à air; Leur bricolage s'avère souvent difficile (bien que des réalisations auto-construites fonctionnent sans problème).

Sur le plan esthétique, les capteurs sont encore souvent ressentis comme un traumatisme par le public.

A cela, deux raisons principales :

- a) les capteurs ne font pas encore partie de notre paysage quotidien, et l'évolution des mentalités reste à faire.
- b) ils sont souvent surajoutés à une façade et non pas intégrés au bâtiment lors de l'élaboration du projet.

Le dimensionnement de l'installation sera lié aux possibilités d'amortissement sur une durée souhaitée. A surface égale, la quantité d'énergie fournie sera sensiblement égale entre le nord et le sud de la France : l'ensoleillement hivernal plus faible étant compensé par une période de chauffe plus longue.

Dans l'ensemble, les toits pentus de la moitié nord de la France et des régions de montagne peuvent se transformer en de vastes surfaces captantes, peu coûteuses, et sans risque de traumatisme esthétique (compte tenu des pentes et des matériaux normalement utilisés).

Il suffit pour cela de recouvrir d'un vitrage une couverture classique, en ardoises ou bardeaux de bitume. Un ventilateur dirige l'air ainsi réchauffé vers un stockage situé sous le plancher de la maison ou dans le béton de sol (plancher chauffant basse température). Cette solution permet de réchauffer facilement les parties froides de l'habitation sans conditionner son organisation intérieure, et de maintenir un maximum d'ouvertures en façade sud.

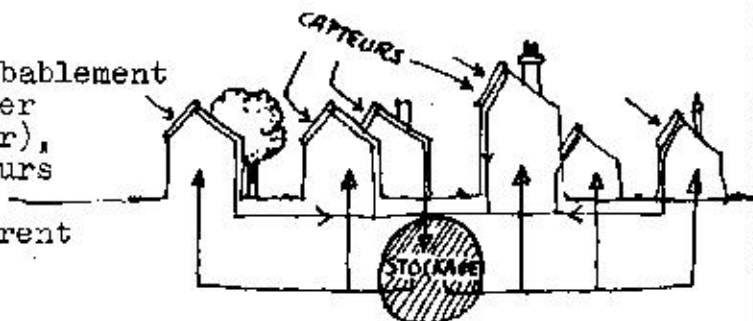
Dans certains cas, il peut être intéressant d'augmenter la capacité de stockage pour obtenir une autonomie plus longue : 48 h. à une semaine, si de longues périodes de nébulosités sont fréquentes.

La solution d'avenir réside probablement dans le stockage inter-saisonnier (transfert de calories, été-hiver), qui permet d'utiliser les capteurs toute l'année.

Les expériences en cours démontrent déjà la rentabilité de telles réalisations dans l'habitat groupé ou collectif.

Quoiqu'il en soit, le Tout-Solaire est aussi incohérent que le Tout-Electrique : car un appoint même réduit sera toujours nécessaire; A moins de considérer le bois comme de l'énergie solaire stockée.

Selon les données climatiques et les possibilités de se procurer du bois, il conviendra de privilégier le chauffage d'appoint solaire ou bois.



CHAUFFER AVEC LE BOIS

LE BOIS

LE BOIS

Dans notre optique, c'est la solution la plus cohérente, car elle permet une couverture complète des besoins par des énergies renouvelables et nationales; C'est aussi la plus adaptée à une reconversion des moyens de chauffage dans l'habitat existant.

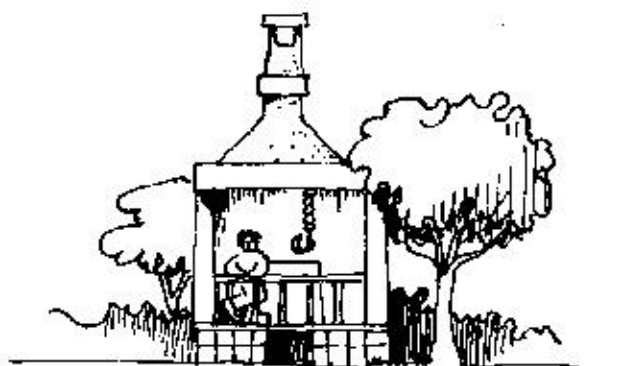
Cependant, tout le monde ne pourra pas revenir au chauffage au bois, et son exploitation doit s'accompagner d'une gestion rigoureuse de nos forêts. Mais, aujourd'hui encore, quinze millions de tonnes de taillis sont inexploités ou gaspillés en France. Au delà des arguments économiques, un feu de bois constitue une présence irremplaçable dans une maison.

les moyens de l'utiliser :

① LA CHEMINÉE

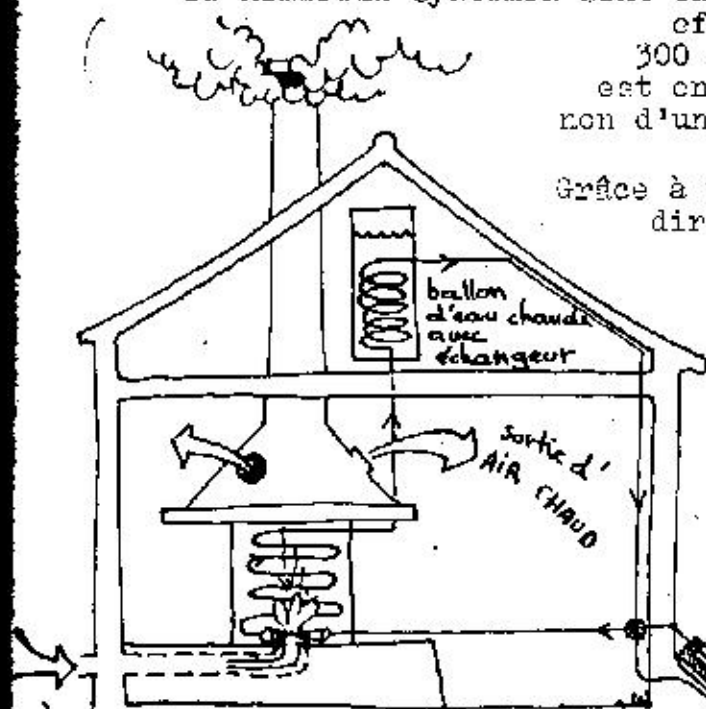
Le plus en vogue actuellement. Son rendement est faible (les 3/4 des calories partent directement dans le conduit de fumée); Mais l'agrément peut se transformer en moyen de chauffage si vous incorporez un récupérateur de chaleur à votre cheminée : soit par une circulation d'air chaud dans une ou plusieurs pièces, soit par une circulation d'eau alimentant quelques radiateurs.

De nombreux systèmes sont en vente dans le commerce, et les plus efficaces permettent de chauffer jusqu'à 300 m³. La fourniture d'eau chaude sanitaire est envisageable également (en complément ou non d'un capteur solaire).



Grâce à une prise d'air à l'extérieur, débouchant directement dans le foyer, ou alimentant le recycleur d'air, la cheminée

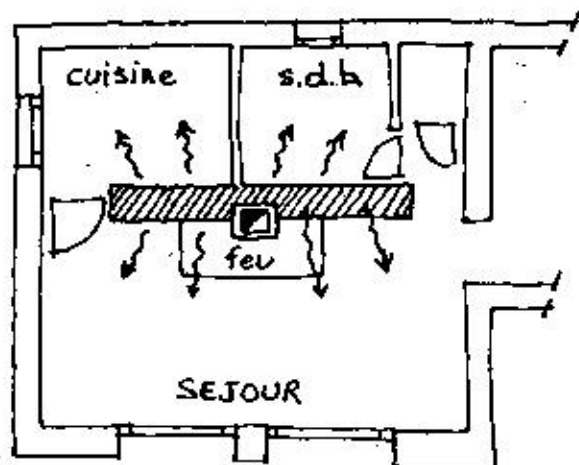
n'aspire plus d'air froid par les ouvertures, et les sensations d'inconfort qui en résulteraient disparaîtront. Le tirage sera amélioré, réduisant ainsi les risques de fumée. Quant aux normes à respecter, elles seront exposées plus en détail dans le second volume.



arrivée d'air frais

schéma d'une installation de cheminée avec

capteur solaire
eau chaude sanitaire
récupérateur de chaleur et
chauffage de l'eau
en appoint de
capteurs solaires.



Exemple de mur massif qui accumule la chaleur du feu et la fait rayonner dans différentes pièces

La nuit, on peut assurer un stockage thermique :

- soit dans la masse de la cheminée ou du mur d'appui (béton, pierres)
- soit dans un ballon d'eau chaude.

Le feu doit avoir une position relativement centrale pour bien répartir les calories dans l'ensemble de la maison :

Il serait stupide d'appuyer une cheminée contre un mur extérieur.



② LA CUISINIÈRE

C'est la solution la moins coûteuse (achat et consommation); Les rendements sont bien meilleurs.

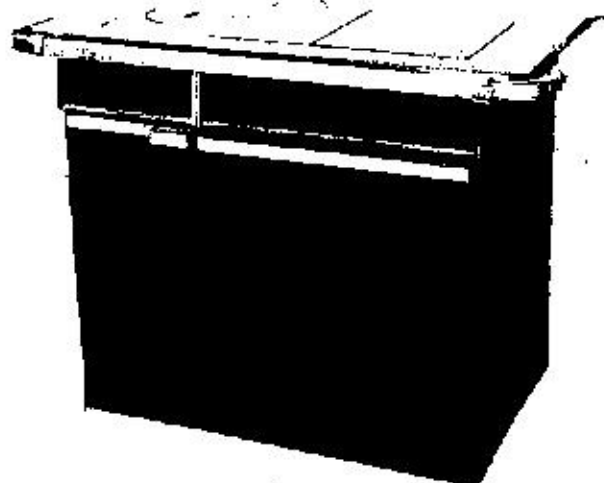
" Une cuisinière consomme deux fois moins de bois qu'une cheminée, tout en chauffant mieux ".

De plus, elle peut vous fournir l'eau chaude sanitaire, alimenter un ou plusieurs radiateurs, et vous permettra de mijoter de bons petits plats.

Il existe des modèles avec grand foyer et feu continu qui s'accommodent de l'absence prolongée des maîtres de maison.

Pour réduire la consommation de bois, on peut habiller la cuisinière (ou le poêle) de terre réfractaire (système des " Kochelhofen " autrichiens et allemands) ; Tout en laissant s'éteindre le feu, elle continuera à restituer des calories la nuit ou pendant votre absence.

Lorsque les besoins sont plus réduits, ou pour climatiser des parties excentrées de l'habitation, le poêle est alors une solution suffisante.



A CHAUDIERE A BOIS

reliée à une installation de chauffage central classique

Il faut environ trois tonnes de bois, de qualité moyenne, pour l'équivalent d'une tonne de fuel. Le prix peut varier sensiblement d'une région à l'autre, mais le chauffage au bois demeure plus économique que le chauffage au fuel et, à plus forte raison, le chauffage électrique.

Mais en fabriquant votre bois vous-même (complément agréable de travail sédentaire, et dans un environnement de qualité), vous chaufferez vraiment pour rien.

ENERGIES PRIMAIRES

Charbon, fuel, gaz.

C'est une installation classique de chauffage central, avec chaudière et distribution par radiateurs ou par air pulsé ou par ventilo-chauffant basse température; Ce dernier système est celui qui assure un meilleur rendement énergétique; il n'a plus rien à voir avec les systèmes d'antan qui surchauffaient le plancher et procuraient d'importantes sensations d'inconfort.

Compte tenu des aléas énergétiques, il est prudent de prévoir une chaudière polycombustibles: une ou plusieurs énergies primaires (gaz et bois (certaines utilisent même les ordures ménagères conditionnées en billes ou en briques)).

Pour un usage ponctuel (salle de bains) ou exceptionnel (pièces de grands froids), les radiateurs gaz à infrarouge ou à infralyse constituent la meilleure solution.



CHAUFFAGE ELECTRIQUE

A condamner même en chauffage d'appoint, car il viendrait renforcer la consommation dans les zones de pointes.

C'est une solution dispendieuse en énergies primaires (le rendement est d'à peine 30 % contre 80 % min. pour le gaz), qui justifie le recours au nucléaire: le nombre et la puissance des centrales nucléaires est en effet calculé en fonction de la puissance installée des chauffages électriques, et non de leur consommation réelle.

La pompe à chaleur constitue un cas particulier, car le rendement énergétique des systèmes les plus efficaces est voisin de celui des énergies primaires (environ 2/3) et son coût de fonction inférieur.

C'est le système du réfrigérateur inversé : on extrait des calories à un fluide (l'air ou l'eau) pour les pulser à l'intérieur de la maison; Le problème étant d'avoir une source de chaleur constante. Il faut pour cela disposer d'une nappe d'eau souterraine, d'un puit ou la relier à un système solaire capteurs-accumulation, sinon elle serait insuffisante par grands froids.

Il existe également un système fonctionnant sur l'air extrait : on récupère les calories de l'air vicié avant de le rejeter.

L'autonomie à 100 % étant difficilement réalisable, la pompe à chaleur ne constitue donc pas le chauffage d'appoint idéal ; D'autant que l'investissement initial est important pour un usage qui sera malgré tout réduit.

LE PRECHAUFFAGE DE L'AIR NEUF

Le renouvellement d'air est indispensable à l'entretien d'une atmosphère saine dans l'habitation, mais il constitue une des principales sources de déperditions thermiques.

On peut limiter ces déperditions en contrôlant le débit de renouvellement d'air (un volume des pièces habitables toutes les deux heures) par une ventilation naturelle ou mécanique, l'évacuation s'opérant par des grilles en partie haute des murs ou au plafond des pièces de service (cuisine, salle de bain...).

On peut réduire considérablement les déperditions en préchauffant l'air extérieur admis dans la maison.

Pour cela, divers moyens sont possibles

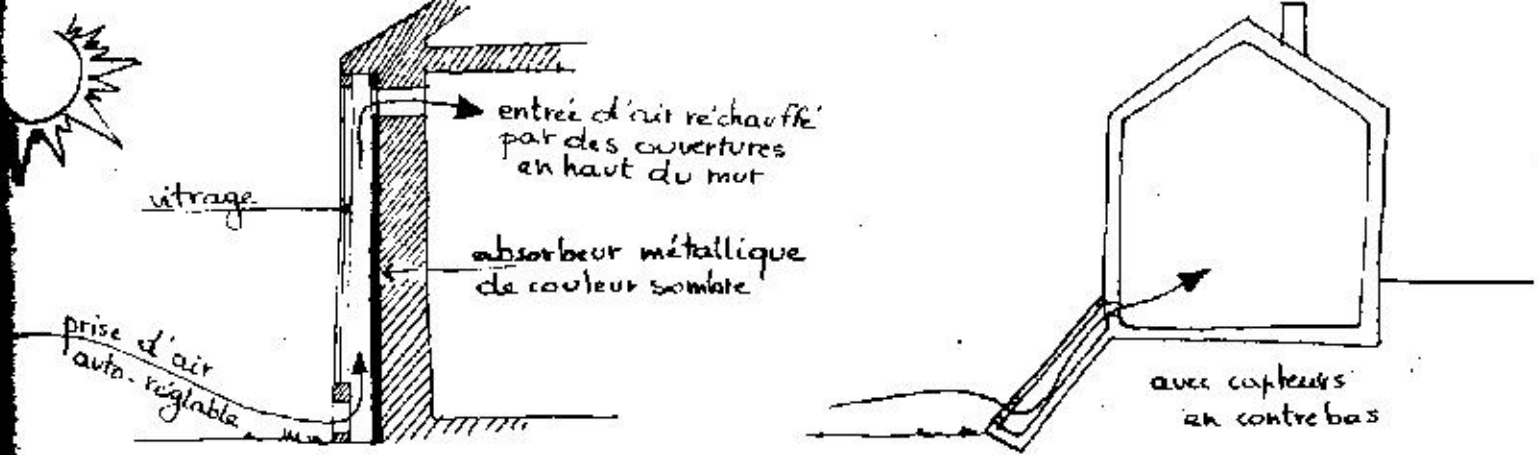
1/ LA CHEMINÉE AVEC RECUPERATEUR DE CHALEUR ET PRISE D'AIR EXTERIEURE

Ce type de cheminée produit dans la maison de l'air neuf chauffé lors de son passage dans le foyer.

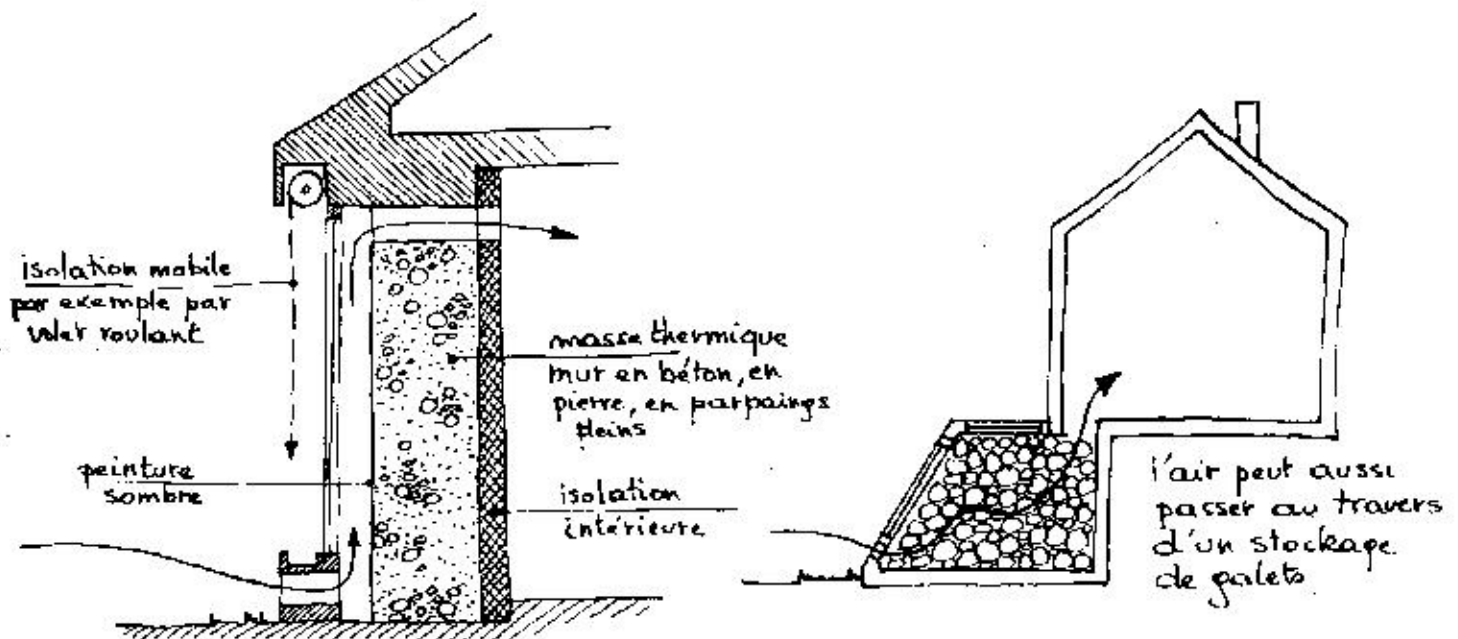
L'efficacité des différents systèmes varie; on peut dire que le débit moyen est de 100 à 150 m³ d'air par heure, ce qui permet de chauffer environ 50 m² de surface habitable.

2/ LES CAPTEURS A AIR

Si la cheminée ne fonctionne pas pendant les heures d'ensoleillement (ce qui est souvent le cas), une solution solaire complémentaire est envisageable, par capteurs à air placés en façade sud ou en contrebas de la maison:



Ce type de capteur simplifié a le désavantage de ne préchauffer l'air neuf que par temps ensoleillé. Pour l'améliorer, on peut prolonger le préchauffage en intégrant au capteur un stockage de chaleur (masse thermique) et une isolation mobile pour la nuit et le mauvais temps:



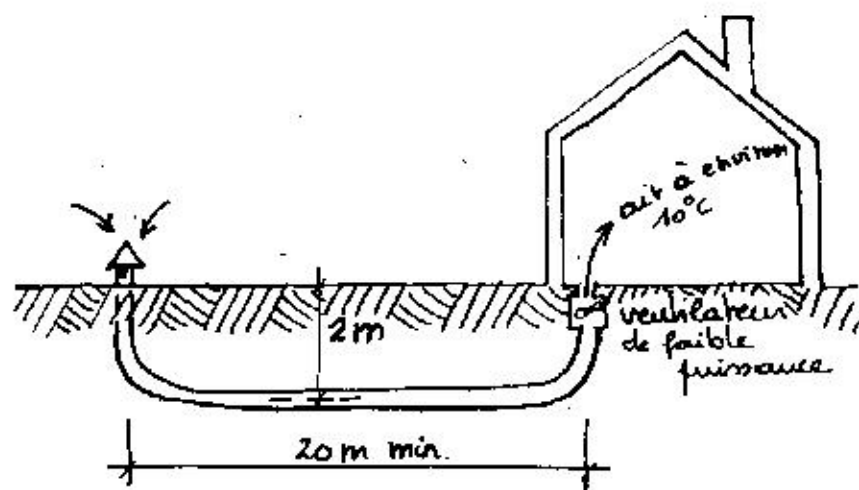
A la différence d'un mur "froide", la masse thermique est isolée de l'intérieur pour ne pas refroidir l'habitation en fin de nuit

3/ LE PUIT CANADIEN

C'est un procédé utilisant l'inertie du sol: à 2 mètres de profondeur, la température du sol est pratiquement invariable, quelle que soit la température extérieure (12 à 13°). Une conduite d'une vingtaine de mètres est suffisante pour tempérer l'air admis dans les pièces.

Cette solution peut permettre la mise hors gel d'habitations occupées temporairement, des résidences secondaires par exemple.

Le puit canadien peut être utilisé pour la climatisation estivale également, en admettant de l'air frais à l'intérieur de l'habitation. Le puit canadien est le complément idéal d'une cuisinière ou d'un poêle dans les régions froides.



principe du puit canadien
(pour plus de détails,
consulter le "Manuel de
Construction Rurale" n°2
de Himmacher, V. biblia)

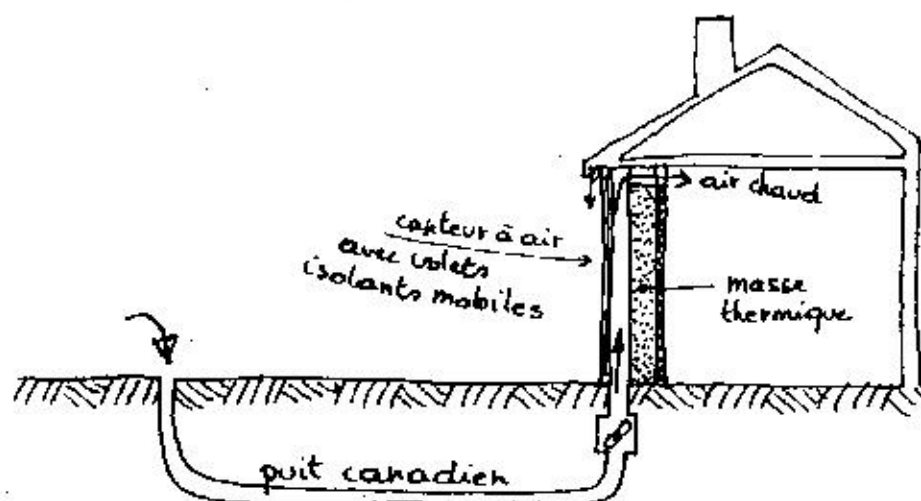
4/ LES SYSTEMES COMBINES

Chacun des trois systèmes expliqués peut être associé à un autre. Par exemple, une cheminée avec récupérateur dont l'air frais passerait d'abord par des capteurs à air ou par un puit canadien.

Pour un préchauffage assez constant, associer des capteurs à air à un puit canadien est une bonne solution.

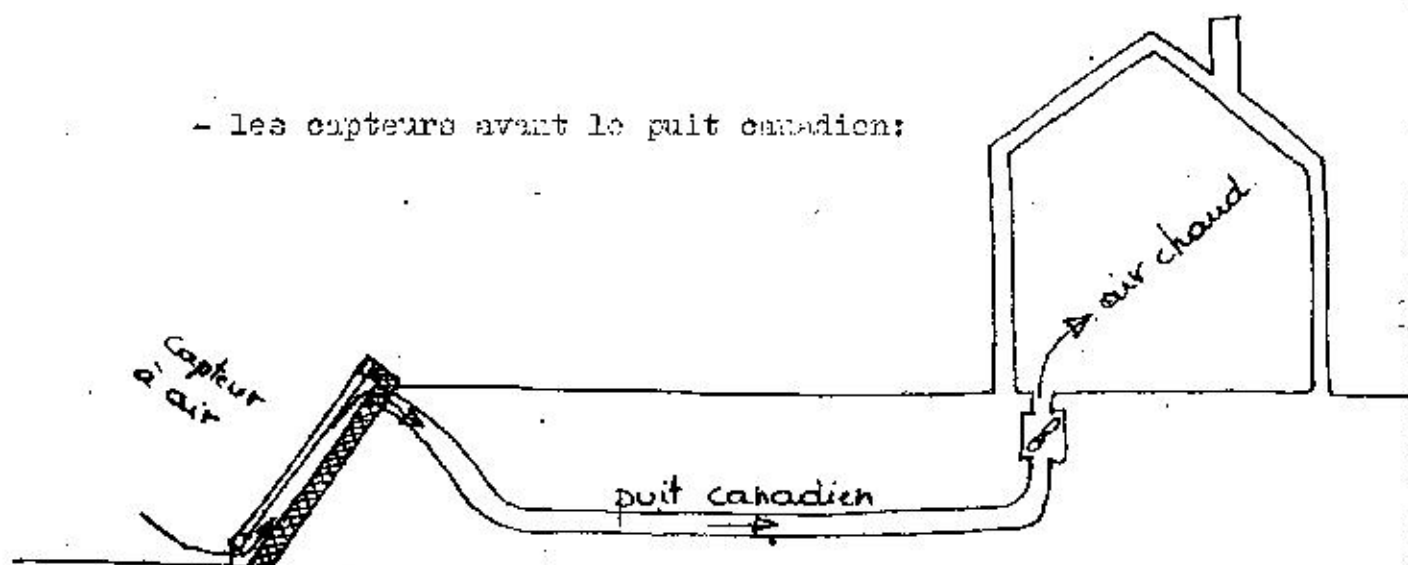
Deux façons de faire:

- le puit canadien avant les capteurs:



pour les périodes sans
soleil, si les capteurs
sont isolés, on peut
faire passer l'air venant
du puit canadien
par un tuyau sous la
masse thermique

- les capteurs avant le puit canadien:



dans ce cas, la chaleur produite par les capteurs en

période de soleil sera accumulée par le sol et restituée par après (par exemple la nuit). On peut gagner ainsi plusieurs degrés. Un stockage intersaisonnier peut même être envisagé, avec un deuxième conduit débouchant à l'extérieur de l'habitation, apportant au sol des calories en été, qui seront restituées en hiver.

Quel que soit le moyen utilisé, cheminée, capteurs ou puit canadien, la circulation d'air se fait en thermosiphon, avec ou sans l'appui d'un ventilateur. Elle peut être activée par un feu, qui crée une dépression à l'intérieur de la maison.

* * * * *

Ces quelques solutions proposées, souvent d'un coût modeste, et adaptables à l'habitat existant, permettent, en réduisant la quantité d'air froid et humide qui rentre dans la maison, de réaliser de sérieuses économies de chauffage.

CHAP 6

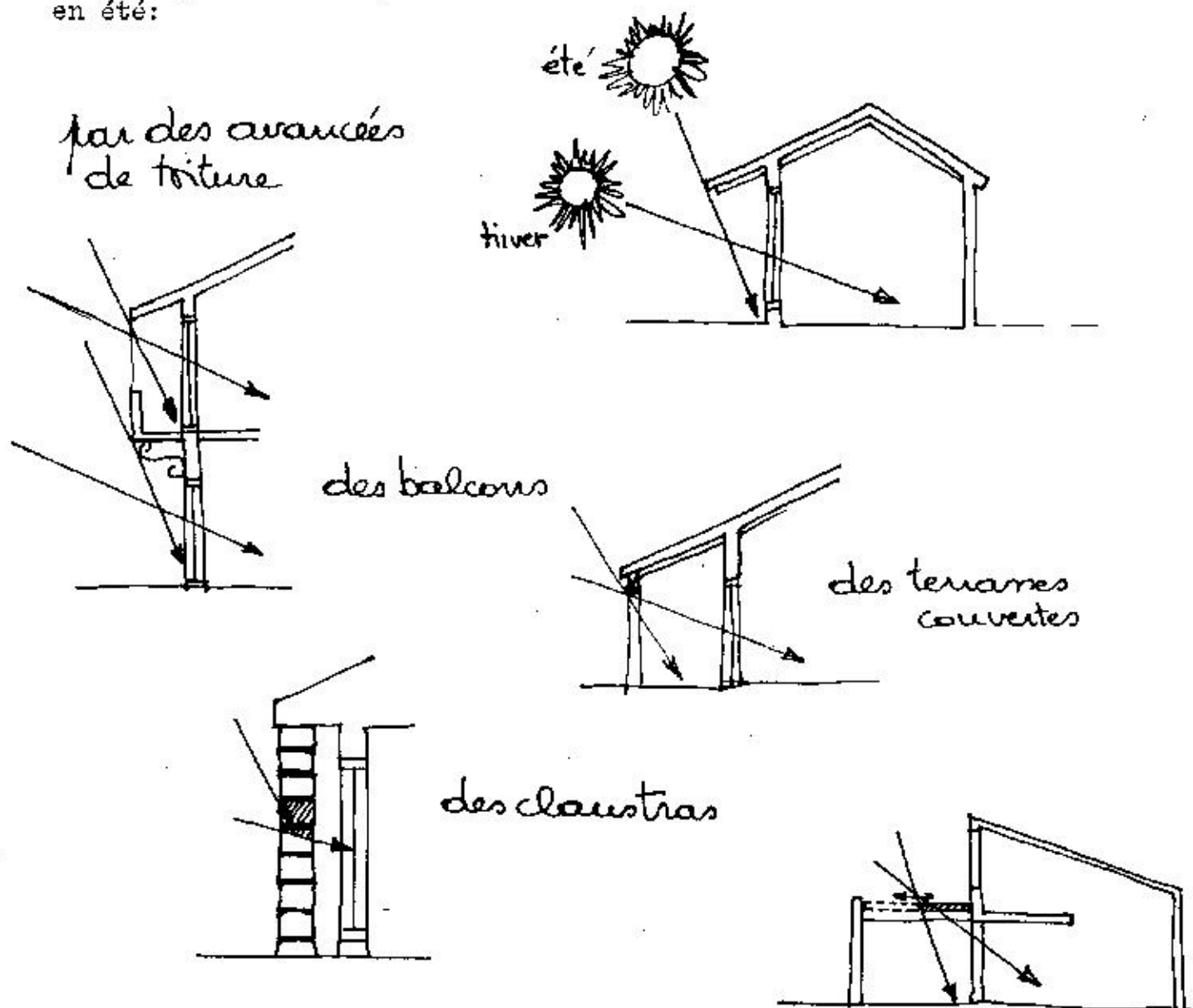


OCCULTER LES SURFACES CAPTANTES

L'été, afin d'éviter les surchauffes dans la maison, il faut empêcher que le soleil tape sur les vitrages des fenêtres-captateurs, tout en maintenant un éclairage suffisant, et empêcher les espaces-tampons-captateurs et les parois-captantes de fonctionner. Pour cela, plusieurs moyens sont à notre disposition:

1/ DES DISPOSITIFS ARCHITECTURAUX

Le soleil étant beaucoup plus haut dans le ciel en été qu'en hiver, on peut permettre sa pénétration dans la maison en hiver et l'éliminer en été:



2/ DES PROTECTIONS MOBILES OU TEMPORAIRES

- pergola avec panneau coulissant en couverture
- stores de toile ou à lamelles, verticaux, vénitiens ou en corbeille
- volets roulants à projection (permettent la ventilation et un peu de lumière), volets de bois pleins ou persiennes
- claustras orientables en bois ou aluminium, avec lames horizontales ou verticales

- placer des canisses ou des paillassons sur les vitrages, notamment pour les serres
- peindre les vitrages à la chaux blanche

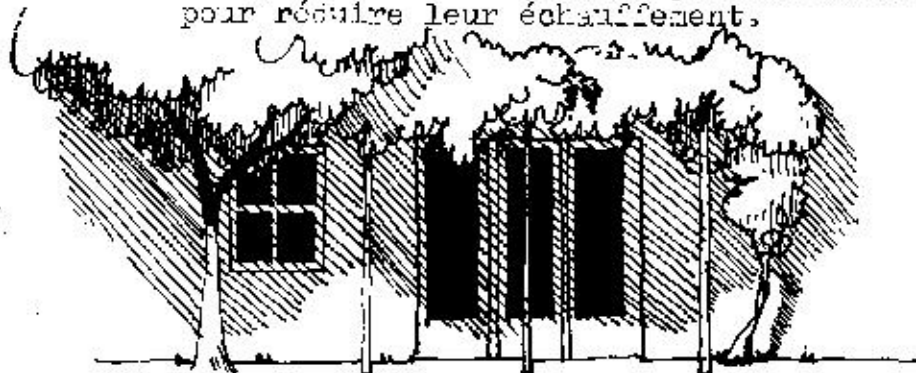
Remarque générale: utilisés comme protection solaire, les volets, stores, etc..., seront de préférence placés à l'extérieur pour éliminer tout effet-serre.

3/ DES PROTECTIONS VEGETALES

Profiter du feuillage d'été pour faire ombre sur les vitrages :

- en plaçant les ouvertures ou les capteurs sous des arbres feuillus grand vent;
- en réalisant des pergolas, treilles ou tonnelles: avec plantes grimpantes à feuilles caduques, par exemple la vigne, la vigne vierge, l'ampélopsis, le chèvrefeuille, la glycine; avec plantes annuelles à croissance rapide, par exemple les haricots d'Espagne, le pois de senteur, la capucine, le concombre, la courge.

Ces protections végétales peuvent aussi être aménagées sur les murs pour réduire leur échauffement.



4/ LES VITRAGES MOBILES OU DEMONTABLES

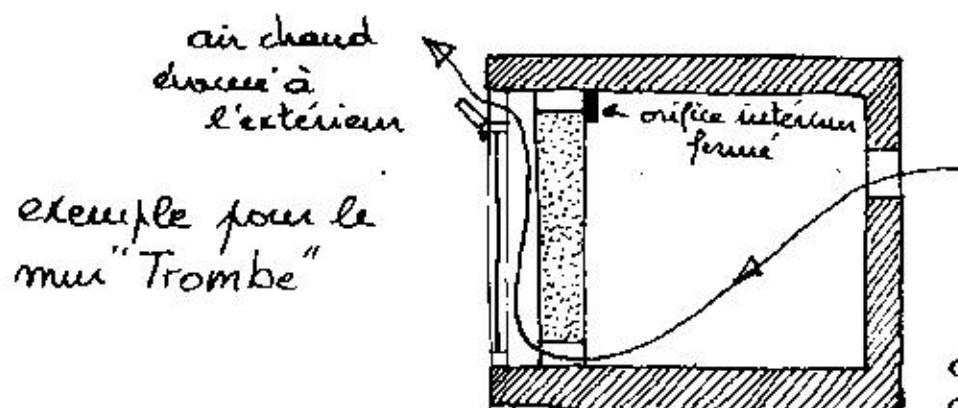
Quoi de plus simple: pour éviter l'effet serre en été, il suffit d'enlever les vitrages!

Ceci est surtout valable dans le cas de la véranda. Avec ses vitrages relevés en été, elle devient une agréable terrasse couverte.

Les vitrages peuvent être carrément enlevés et stockés pendant la saison chaude, ou bien ils peuvent coulisser sur des parties de murs, ou s'y rabattre.

5/ LA MISE HORS SERVICE DES CAPTEURS

Lorsqu'une protection suffisante des vitrages n'est pas envisageable, il faut éviter que l'air chaud produit dans les capteurs ne pénètre dans la maison. Cela est réalisé bien souvent et simplement par des ouvrants en partie haute.



on peut en profiter pour créer un courant d'air!

CLIMATISER

1/ L'INERTIE DE LA MASSE THERMIQUE

Grâce au fait qu'elle absorbe une partie de la chaleur, elle permet de réduire les risques de surchauffe de l'air ambiant pendant la journée.

Elle permet également de retarder la transmission du flux de chaleur vers l'intérieur, de 5 à 12 heures selon la nature et l'épaisseur des parois (9 heures pour un mur de béton de 30 cm).

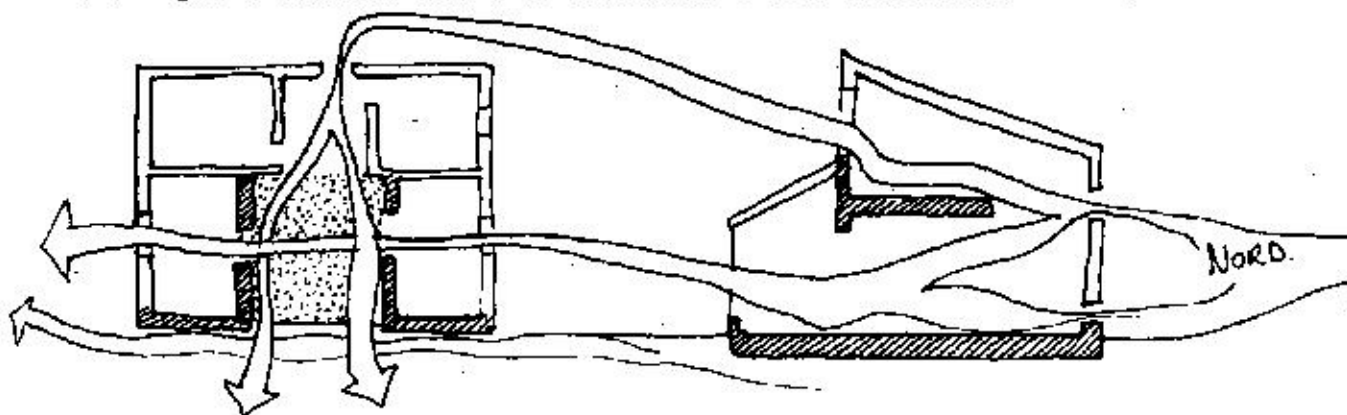
Isolation extérieure des parois et masse thermique intérieure sont la garantie d'une habitation fraîche, même aux périodes les plus chaudes de l'été.

A l'inverse, pour les maisons existantes, dont la masse thermique n'existe pas ou bien n'est pas isolée de l'extérieur, et qui se transforment en four jusqu'à une heure avancée de la nuit, la seule solution consiste à protéger les façades du soleil, en priorité celle exposée à l'ouest qui est la plus chaude, avec des plantes grimpantes ou des arbores grand vent.

2/ UNE BONNE VENTILATION

Elle est nécessaire pour rafraîchir l'habitation et la masse thermique en dehors des heures chaudes de la journée, c'est surtout la nuit. Pour les maisons ne possédant pas de masse thermique, une ventilation naturelle permanente est souhaitable pour entretenir un minimum de fraîcheur.

La répartition des ouvertures sur les différentes façades doit permettre que s'instaurent des courants d'air naturels.



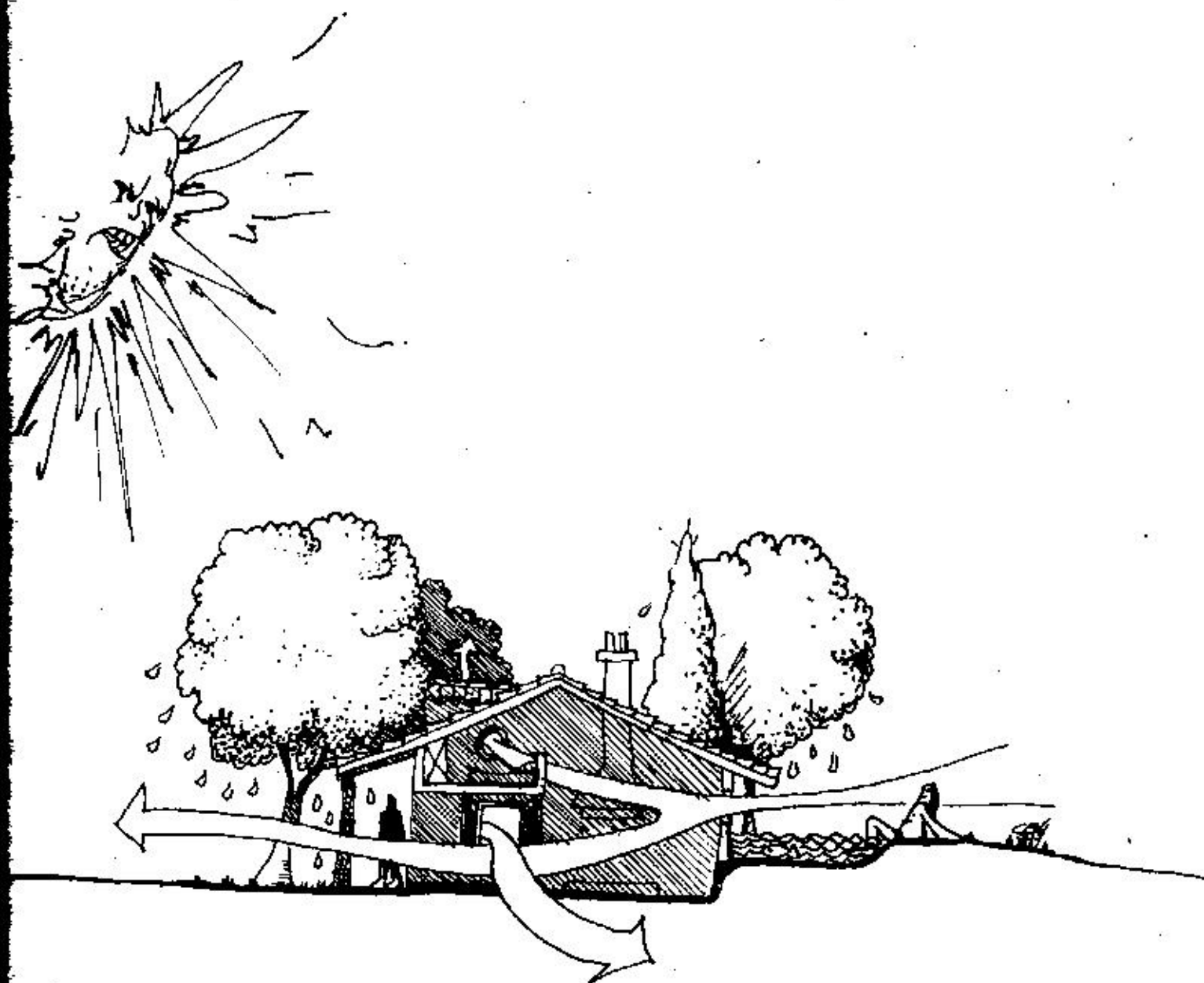
Le puit canadien peut également être utilisé pour la climatisation: associé à un petit ventilateur, il permet d'amener dans l'habitation de l'air frais, tout en emmagasinant de la chaleur dans le sol pour l'hiver.

3/ L'EAU ET LA VEGETATION

Elles constituent également une source de fraîcheur appréciable dans les régions aux étés chauds et secs.

Leur rôle est d'apporter de la fraîcheur par humidification de l'air ambiant:

- par des plantes grimpantes et des arbres feuillus (évapo-transpiration);
- par un bassin ou une piscine contre les façades, en particulier s'il est placé sous les orifices de ventilation;
- par un arrosage des terrasses aux heures chaudes;
- par des récipients poreux remplis d'eau ou des linges humides disposés aux fenêtres.



CHAP 7

SYNTHESE



éléments de conception
pour une maison
économe
en énergie

En guise de synthèse, ou d'aide mémoire, reprenons dans l'ordre chronologique, ou à peu près, les éléments qui devraient être pris en compte lors de la conception peu peu gourmande.

d'une maison

D'abord: 1/ bien savoir ce que l'on veut, c'est à dire

DEFINIR SON PROGRAMME : de combien de pièces avez-vous besoin, comment vont-elles communiquer entr'elles, ou se replier sur elles-mêmes?

et SES EXIGENCES THERMIQUES : quelles sont les pièces à chauffer en priorité, celles simplement à tempérer, et celles qui peuvent ou doivent rester fraîches?
Quelles sont vos exigences de confort thermique pour chaque type de pièce, en fonction de leur usage?

2/ ANALYSER LES DONNÉES DU SITE, c'est à dire
sa configuration
son microclimat
ses végétations existantes

AFIN D'Y ADAPTER le plus naturellement possible une maison qui s'intégrera aussi bien esthétiquement au paysage, que climatiquement, c'est à dire qui avant tout
se protégera des vents froids
favorisera son ensoleillement l'hiver

C'est maintenant qu'on détermine l'implantation dans le terrain, l'orientation générale et la forme globale de la maison.

Ensuite, on peut commencer à envisager

1/ L'ORGANISATION INTERIEURE de l'habitation,

en ayant comme objectifs primordiaux:

- FAVORISER LES APPORTS SOLAIRES DIRECTS, en orientant le maximum de pièces à chauffer en façade sud, et en créant sur cette même façade des espaces-tampons-captateurs (serre ou véranda);

- LIMITER LES DEPERDITIONS THERMIQUES, en créant avec les pièces simplement tempérées (services, chambres) ou froides (dépendances) des espaces-tampons, ou sas, autour des pièces à chauffer; cela a en plus l'avantage de faciliter la répartition de la chaleur dans la maison.

Pensez aussi à éliminer les espaces perdus et à créer des liens faciles entre les pièces, ce qui permettra de réduire les volumes à chauffer. Il est important également de choisir l'emplacement le plus efficace pour le chauffage d'appoint, ainsi qu'un système naturel de répartition dans les différentes pièces de la chaleur qu'il produira (circulation d'air en thermosiphon, masses thermiques, etc...).

2/ L'ENVELOPPE DE LA MAISON, sa peau, son pull, son chapeau..., en fonction de 3 objectifs:

- LIMITER LES DEPERDITIONS EN HIVER,
 - par une bonne isolation des parois,
 - par une réduction des ouvertures en façades froides et une occultation isolante de toutes les ouvertures pendant la nuit,
 - par la recherche d'un bon coefficient de forme minimisant les prises aux vents et les ponts thermiques,
 - en limitant les pertes par renouvellement d'air (ventilation contrôlée),
 - par l'addition de végétations et de remblais protecteurs.
- OPTIMISER LES APPORTS SOLAIRES D'HIVER,
 - par la création de grands vitrages en façade sud (fenêtres-capteurs) et (ou) de parois captantes, associées à une masse thermique importante.
 - Pensez également à la possibilité de préchauffage du renouvellement d'air par capteurs à air ou puit canadien.
- FAVORISER LA CLIMATISATION ESTIVALE NATURELLE,
 - a/ par la protection solaire des vitrages et des parois: protections architecturales, mobiles ou végétales;
 - b/ par l'inertie thermique;
 - c/ par la ventilation, surtout nocturne.

Elaborer un traitement sélectif des différentes façades selon les contraintes climatiques auxquelles elles sont soumises: isolation renforcée au nord et côtés vents dominants, capteurs et masses thermiques avec isolations mobiles sur les façades sud-est à sud-ouest, mais avec protections solaires indispensables surtout du sud à l'ouest.

* * * * *

Les différentes options climatiques choisies pour la maison doivent s'organiser en un SYSTEME COHERENT permettant une adaptation naturelle optimale aux variations climatiques extérieures suivant:

LE JOUR ET LA NUIT

L'HIVER ET L'ÉTÉ

Pour chaque élément participant à la climatisation, il faut assurer des rôles importants, divers, parfois contradictoires, ou complémentaires.

Par exemple:

1/ LES OUVERTURES

- elles doivent permettre la ventilation d'été, mais ne doivent pas être sources de déperditions en hiver;
- par l'effet-serre que provoque leur vitrage, elles doivent favoriser les apports solaires en hiver mais les éviter en été;
- par voie de conséquence, leurs isolations mobiles (volets etc...) doivent remplir à la fois le rôle d'isolation contre le froid et de protection solaire;
- elles doivent continuer à jouer leur rôle original qui est d'assurer la lumière et les vues sur le monde extérieur.

2/ LA MASSE THERMIQUE ET LE CHAUFFAGE D'APPOINT

Constituée le plus simplement de masses d'eau ou (et) de murs et sols massifs, la masse thermique joue à la fois le rôle:

- d'accumulateur de la chaleur produite par les systèmes de captation de l'énergie solaire;
- de restituteur de cette chaleur pendant un certain laps de temps non-ensoleillé (nuages, nuits);
- de régulateur des températures ambiantes: si la masse thermique atténue le froid, elle absorbe aussi les surchauffes.

Les masses thermiques doivent donc être disposées de façon à :

- recevoir un ensoleillement direct maximum, mais seulement en hiver;
- restituer le plus naturellement possible, dans une majeure

partie de la maison, la chaleur accumulée.

Le chauffage d'appoint lui doit être conçu de façon à ne pas gêner ni doubler ce rôle primordial de la masse thermique. Il ne doit relayer celle-ci que quand elle n'est plus (refroidissement) ou pas encore (restitution lente) efficace.

Sa commande doit être faite le moment voulu soit par l'intervention des habitants (allumer un feu,...), soit automatiquement (thermostats,...).

PROPOSITIONS

Voici maintenant, à titre d'illustration de cette synthèse, quelques propositions d'organisation de maisons, faites en fonction de deux grands types d'architectures régionales en France, que l'on peut déceler malgré les grandes diversités, selon les pentes de toitures.

- la maison à faible pente de toit (sud de la France, tuiles canal), où il n'est pas possible d'intégrer des capteurs solaires dans la structure du toit;
- la maison à forte pente de toit (centre, nord et montagne), où des capteurs peuvent être intégrés en toiture.

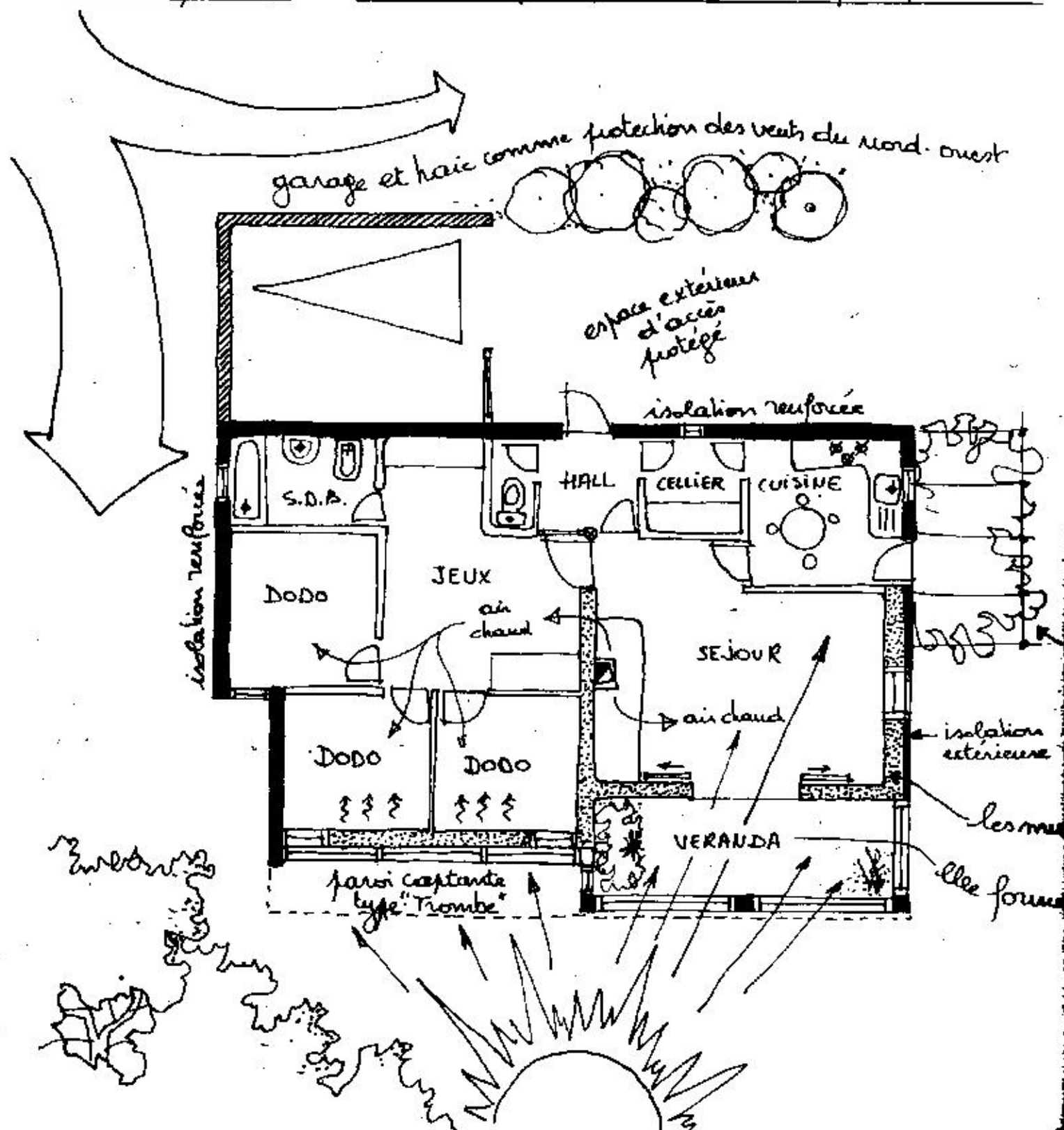
Ces propositions ne sont en aucun cas des modèles, elles sont en tout cas simplifiées au maximum, sinon caricaturées. A chacun de "personnaliser" les principes bioclimatiques selon sa région, son terrain, son mode de vie, sa poésie, son esthétique...

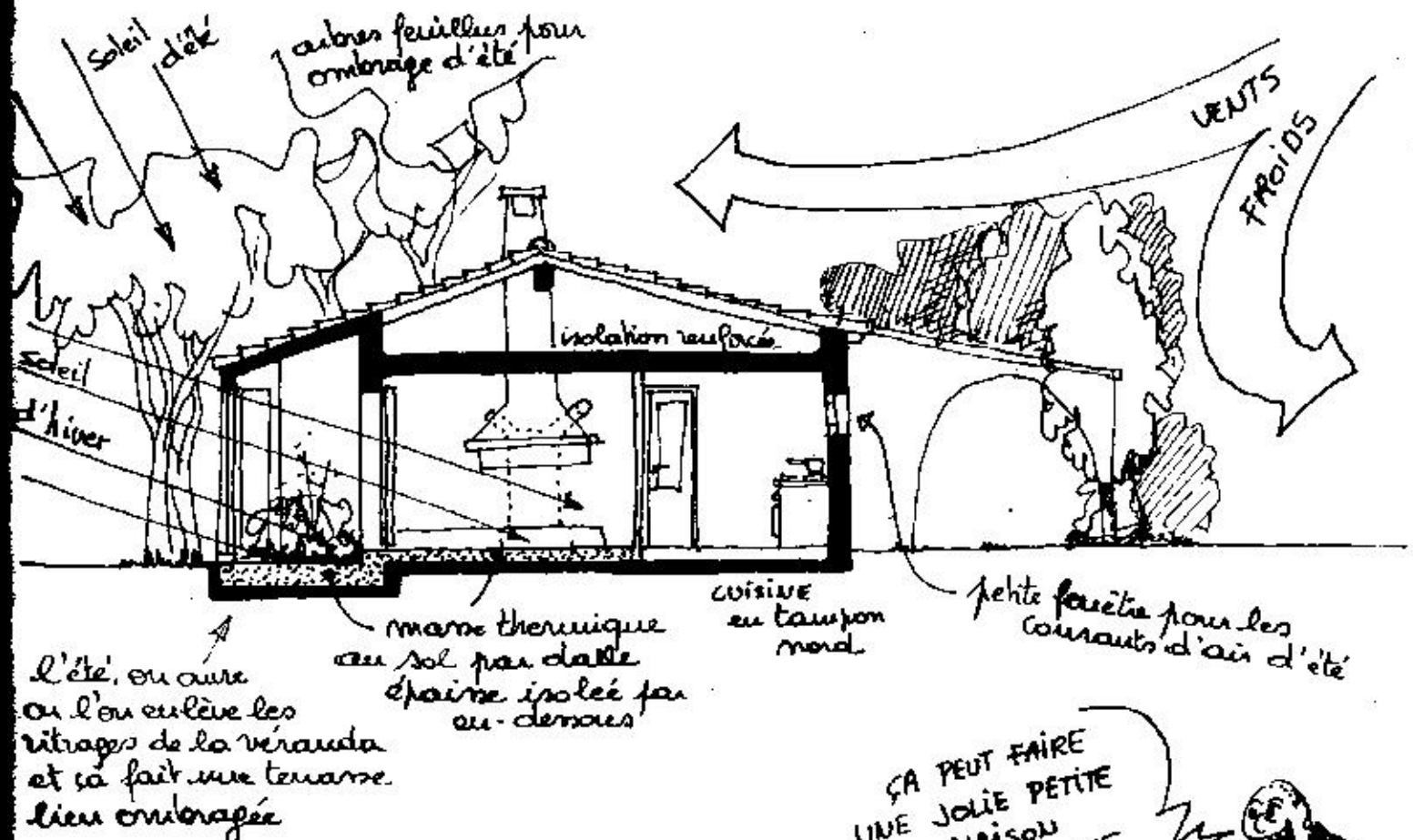
la maison au toit peu pentu

Pour chaque exemple, nous considérons:

- que les vents réfastes viennent surtout du nord-ouest et que l'ensoleillement maximum est malheureusement toujours au sud
- un programme de maison très classique (tiii, tiii): un séjour, une cuisine, 3 chambres et une salle de bain, des dépendances comprenant garage, cellier, bricolage etc... Beau!

Exemple 1 : maison de plein pied, sur terrain plat, plein sud!





→ AU NORD, on case tous les services, salle de bain, hall, cellier, cuisine, ce qui donne une zone tampon - sans thermique limitant les influences du froid

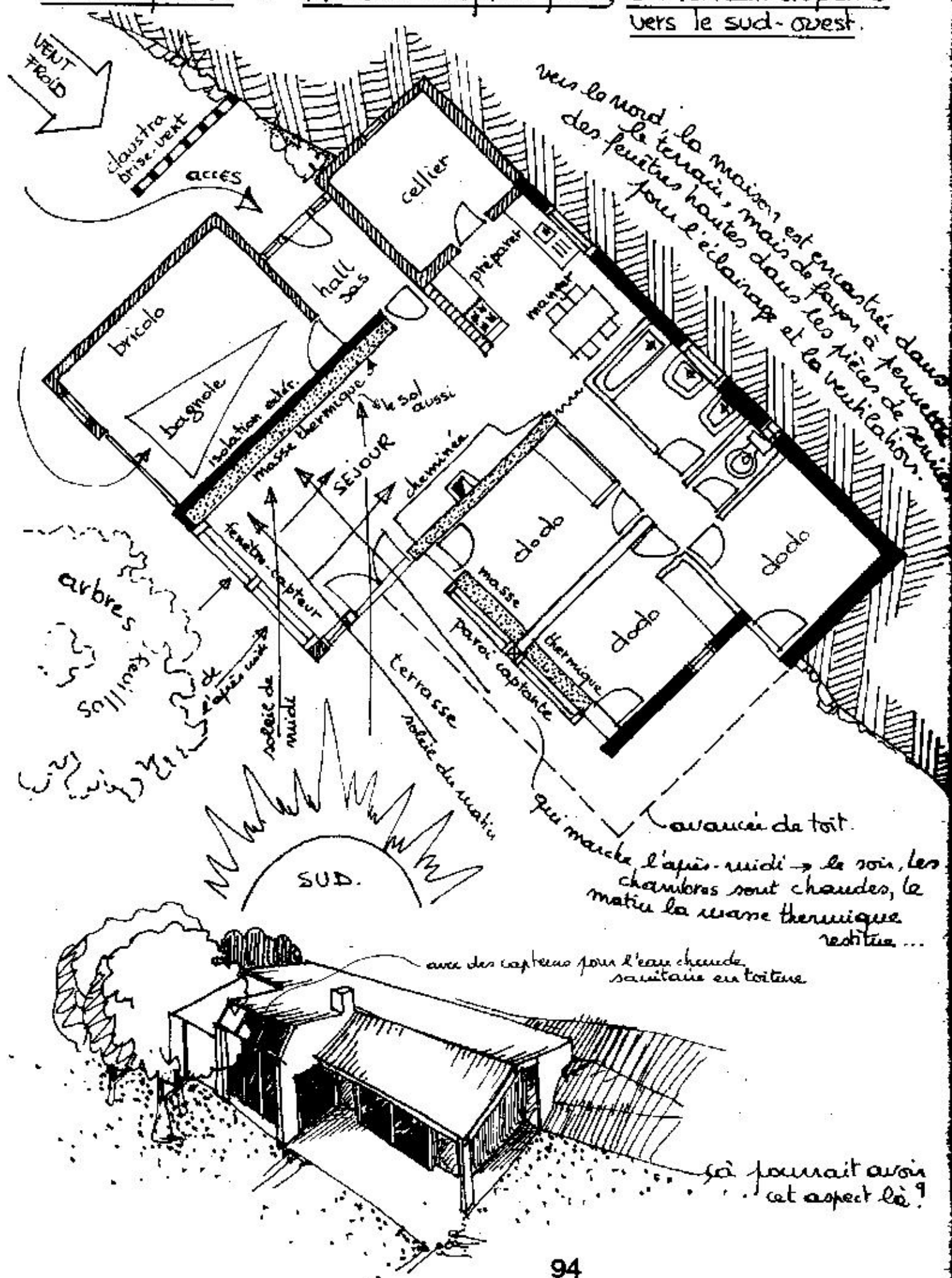
treille avec plante grimpante pour le petit déjeuner dehors

serres thermiques sont en porcelaine. La cheminée est adossée contre l'un de ceux-ci. Son récupérateur de chaleur peut chauffer aussi bien la zone nuit que la zone séjour.

l'espace tampon capteur devant le séjour. Des chambres sont exposées au sud également et sont chauffées par des parois captantes type "Trombe", protégées du soleil d'été par une avancée du toit et des arbres feuillus.

les parois captantes, c'est bien pour les chambres, car elles peuvent avoir de petites fenêtres.

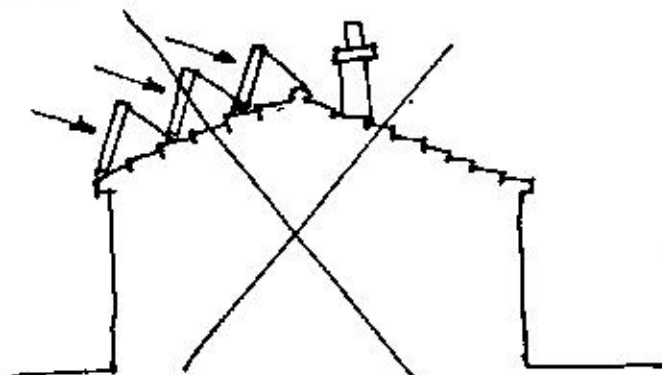
Exemple 2 : maison de plein-pied, sur terrain en pente vers le sud-ouest.



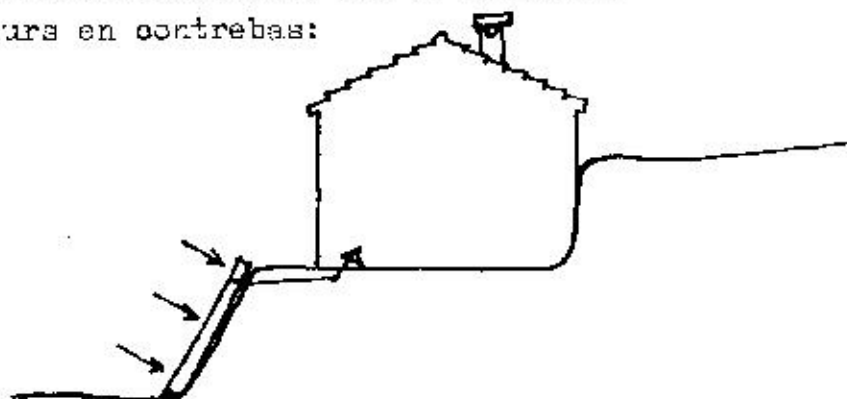
La pente du toit est faible, ça veut dire en langage solaire que si on y met des capteurs avec cette pente, ils seront perpendiculaires aux rayons du soleil en été et non en hiver, ce qui est aberrant.

Il faudrait mettre des capteurs sur pieds.

Ce qui est une horreur!

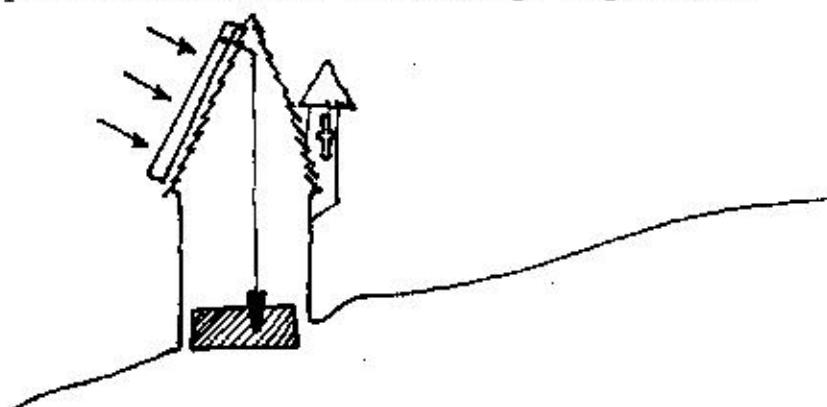


A moins que le terrain soit en pente, et que l'on puisse alors mettre des capteurs en contrebas:



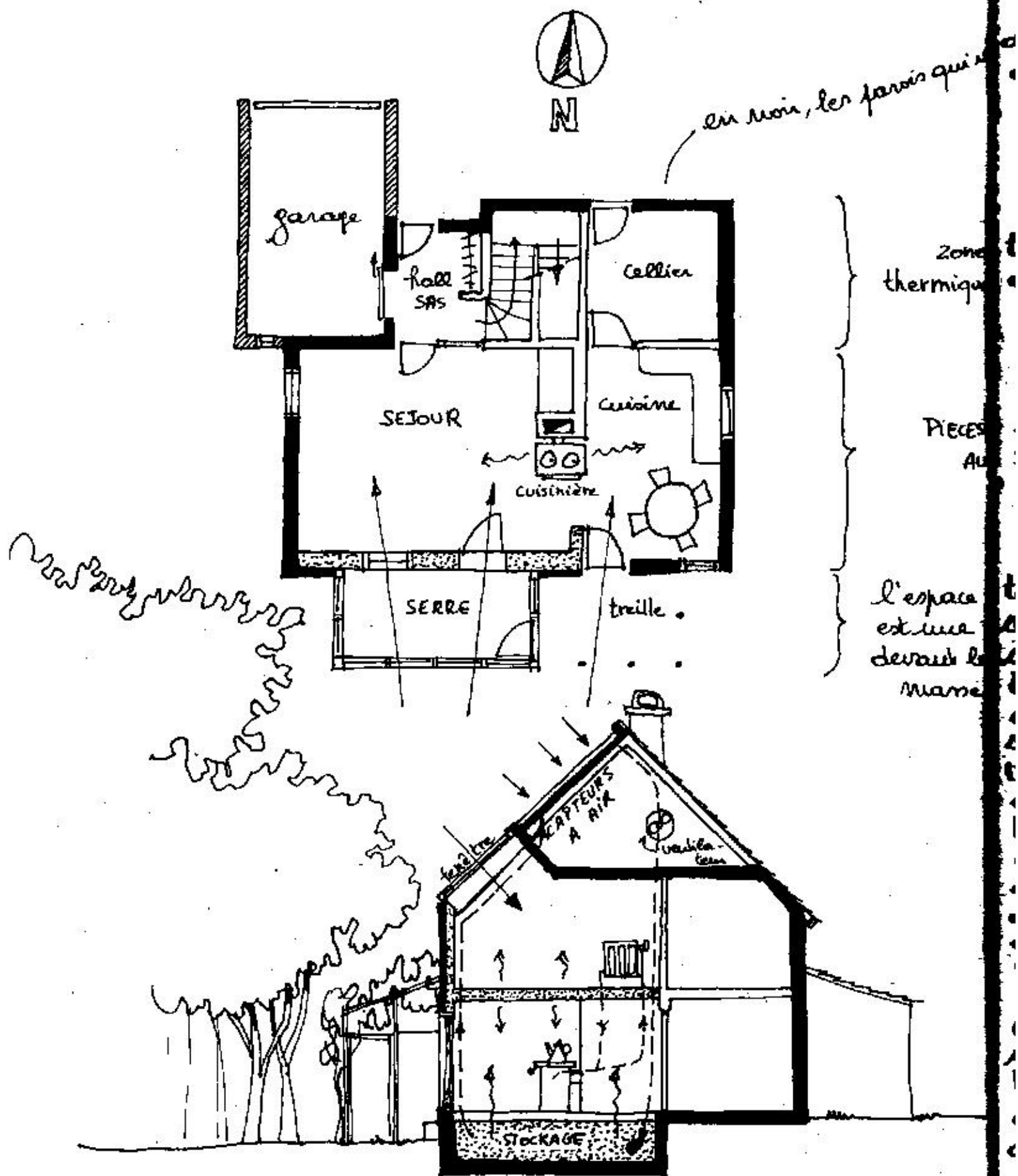
La maison à faible pente de toit est donc propice au chauffage solaire passif, c'est-à-dire avec seulement des fenêtres, des parois ou (et) des espaces-tampons captants. Le climat de la région qu'elle représente, le sud, à l'ensoleillement fréquent, s'y prête d'ailleurs très bien aussi.

Dans les autres régions, plus au nord, où le climat demande un stockage plus important que la structure du bâtiment (mais c'est pas forcément vrai), l'architecture traditionnelle a prévu sans le savoir des pentes de toiture fortes pour l'intégration d'une grande surface de capteurs pouvant alimenter un stockage important:

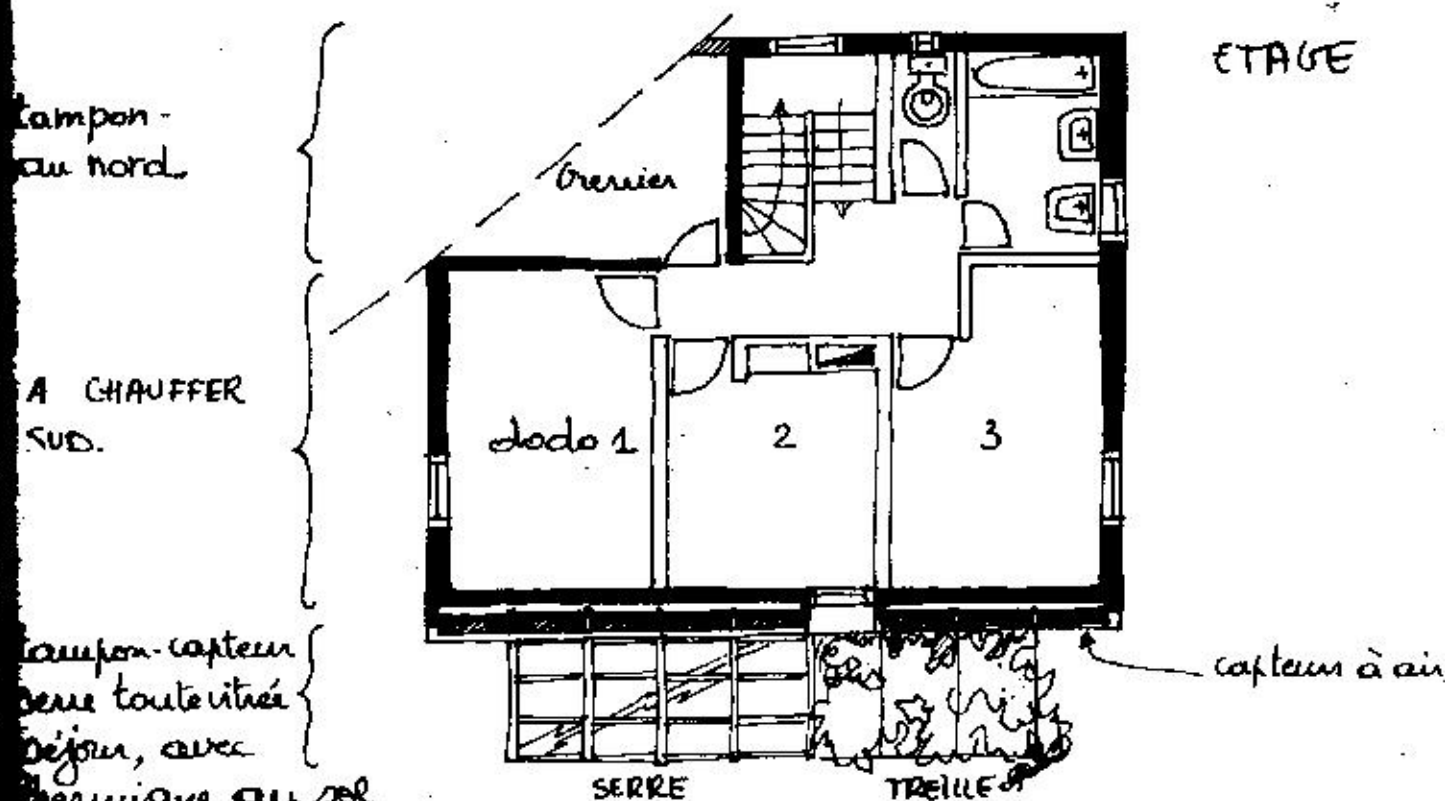


la maison au toit très pentu

Exemple 3 : une maison à étage, en espace fermé



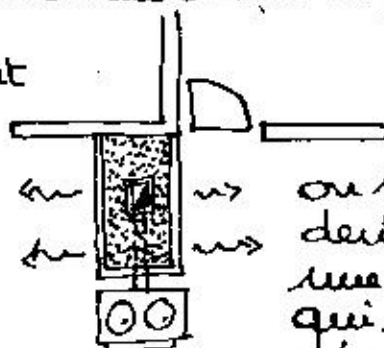
ont peu ou pas de fonction d'accumulation de chaleur,
et qui sont en priorité isolants. Les murs est et ouest peuvent être construits
en éléments de maçonnerie isolants, type agglomérés de liège ou d'argile expansée,
car ils ont un peu d'inertie thermique et font à la fois fonction
d'isolation et de masse thermique (un peu !).



et dans le mur qui la sépare du séjour. Elle doit être isolée par des rideaux réfléchissants, la nuit. L'été, on peut faire ombre dessus en y faisant venir la végétation de la treille, ou avec des volets, ou bien en démontant la serre.

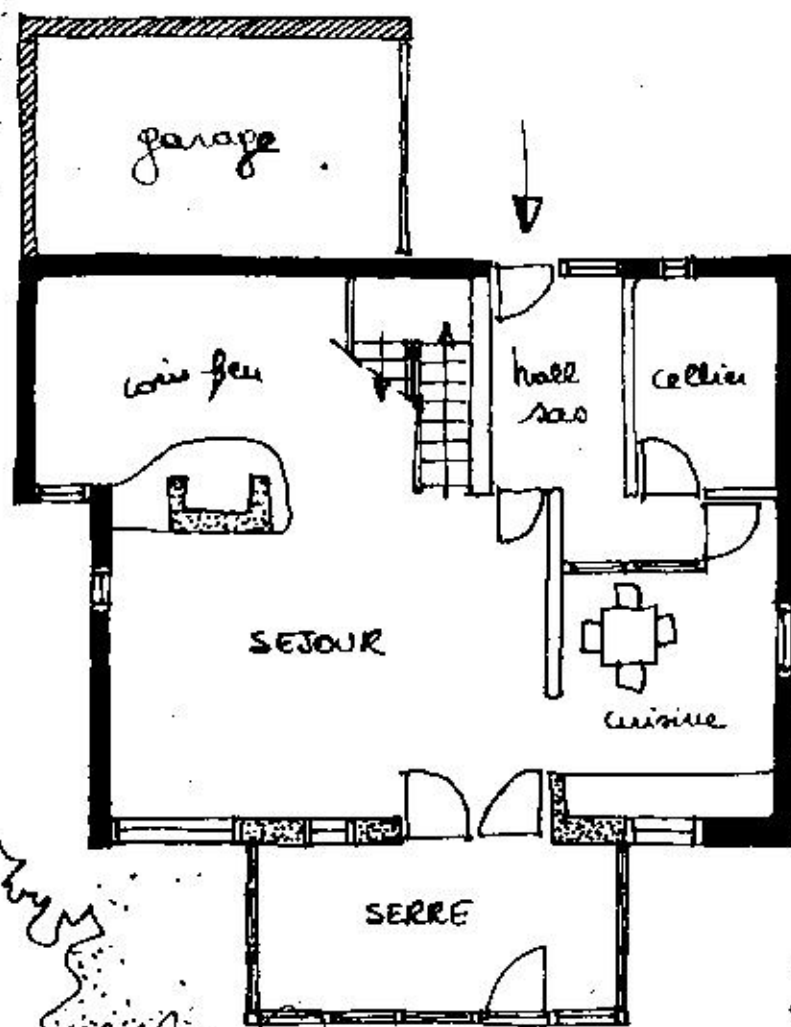
Le stockage des calories solaires est constitué du lit de palets sous la dalle du séjour/cuisine. Ces palets sont chauffés par de l'air chaud venant des capteurs situés en toiture. La dalle et les palets fonctionnent comme un plancher chauffant basse température.

Le chauffage d'appoint est dû uniquement à une cuisinière à bois, placée entre séjour et cuisine, et alimentant 1 radiateur dans chaque chambre et 1 dans la salle de bain.



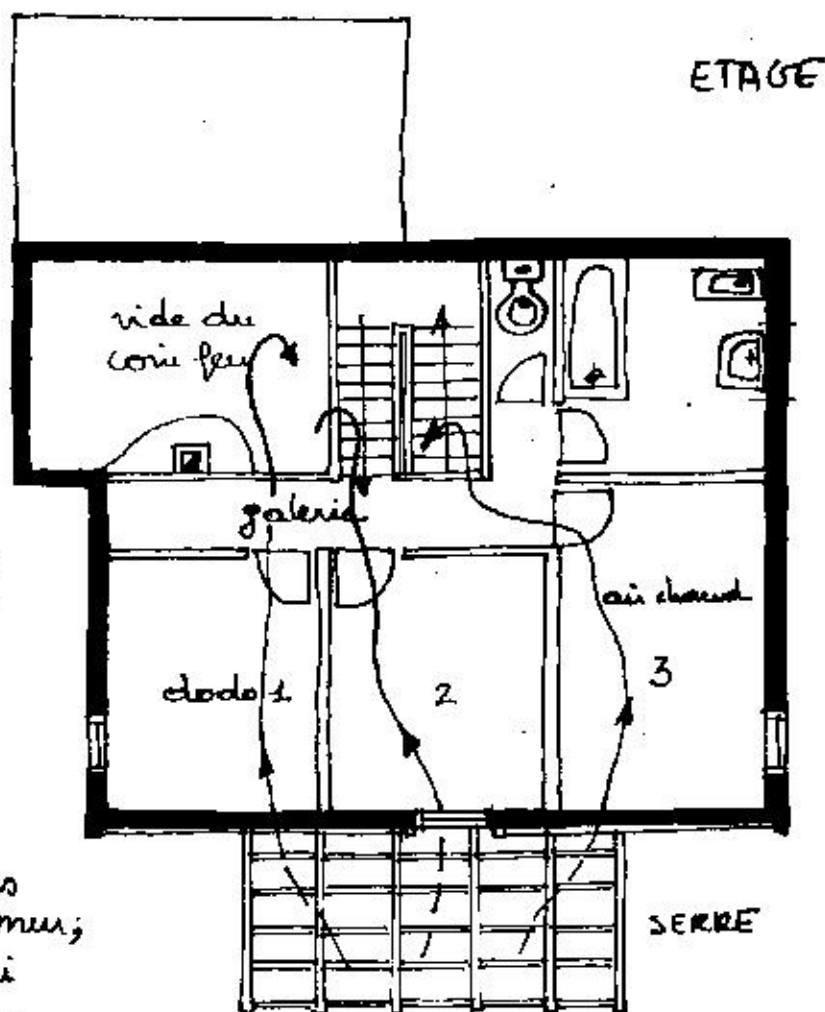
on pourrait aussi créer derrière la cuisinière une masse de palets qui serait chauffée en périodes sans soleil par le conduit de fumée qui passerait au travers.

Exemple 4 : une maison à étage, en espace ouvert.



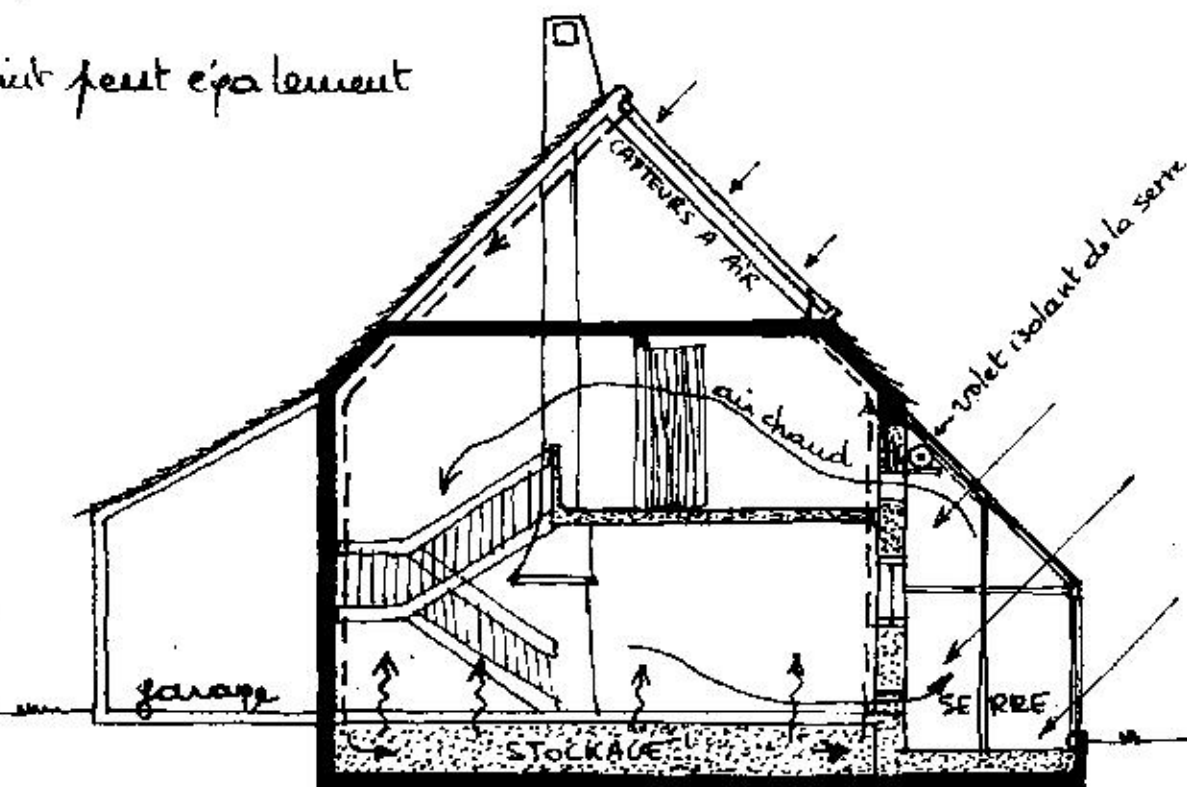
le chauffage solaire par le rayonnement du béton sous lequel est chauffée par des capteurs à air en. En plus, la chaleur de la serre est récupérée dans la maison (pièces à circulation naturelle) chaud en haut et les 3 chambres. L'air forme une surplombe la cuisine la serre par de la du séjour.

le chauffage d'été s'effectue par une circulation naturelle d'air chaud qui serait produit par le récupérateur de chaleur de la cheminée.



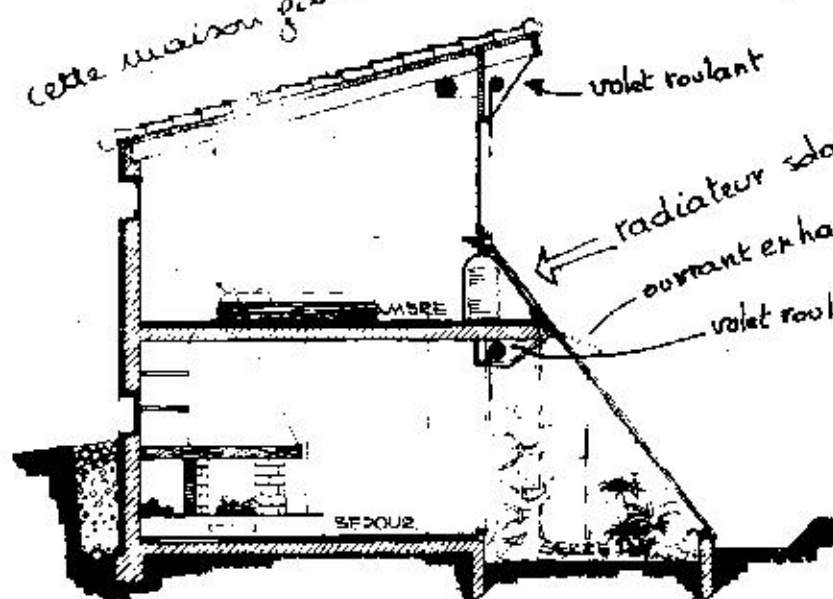
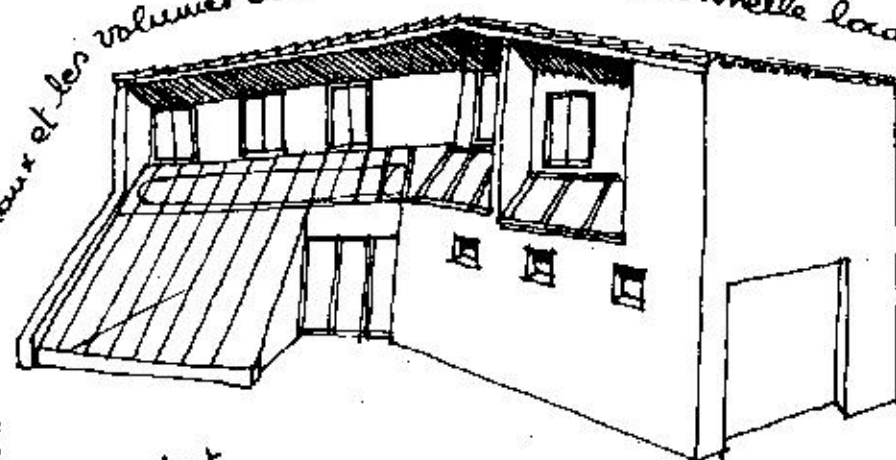
s'effectue aussi
d'un plancher en
une rampe de galets
l'air provenant des
toiture.
se produite dans
les cloisons toute la
chauffe) par une
de l'air: l'air
la serre passe dans
des orifices dans le mur;
dans la galerie qui
en et retourne dans
orifices en bas du mur

doit être également



REALISATIONS

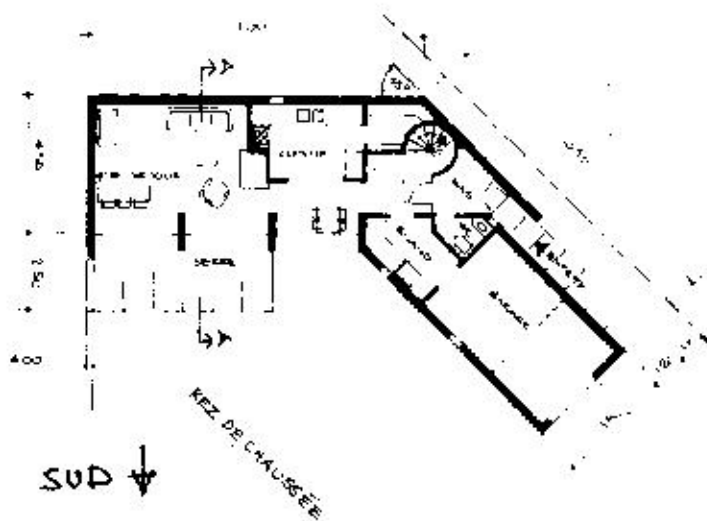
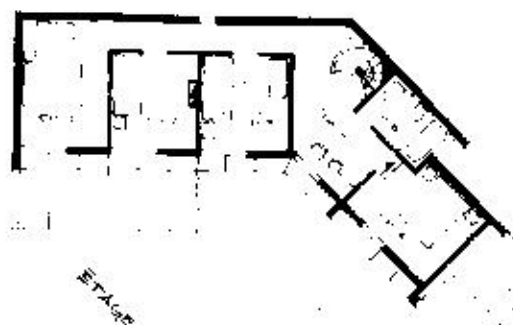
cette maison garde les matériaux et les volumes de l'architecture traditionnelle locale



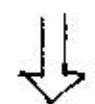
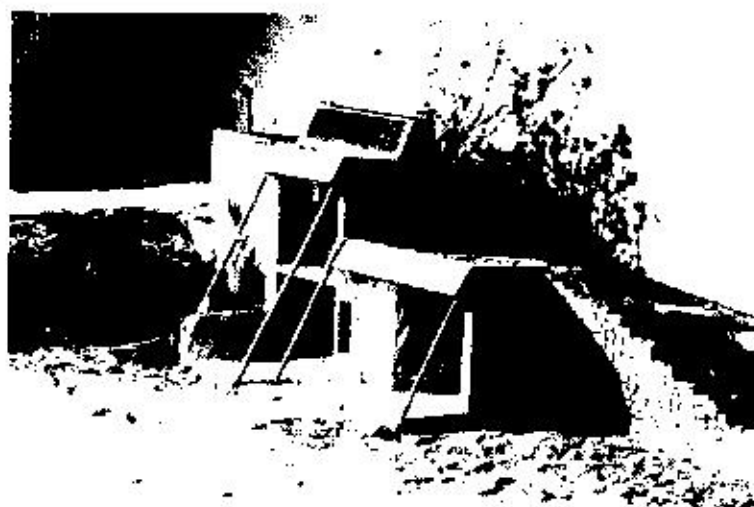
1 MAISON A GINESTAS (11)
architecte: Michel Gerber

le chauffage solaire passif:
par une serre devant le
séjour,
par des "radiateurs solaires"
pour les chambres, en dessous
des fenêtres.

La masse thermique est dans
les dalles pleines et les murs
en béton banchés isolés par
l'extérieur, et dans les masses
d'eau des radiateurs solaires.



exemple bioclimatique d'une architecture dite "moderne"



SUD

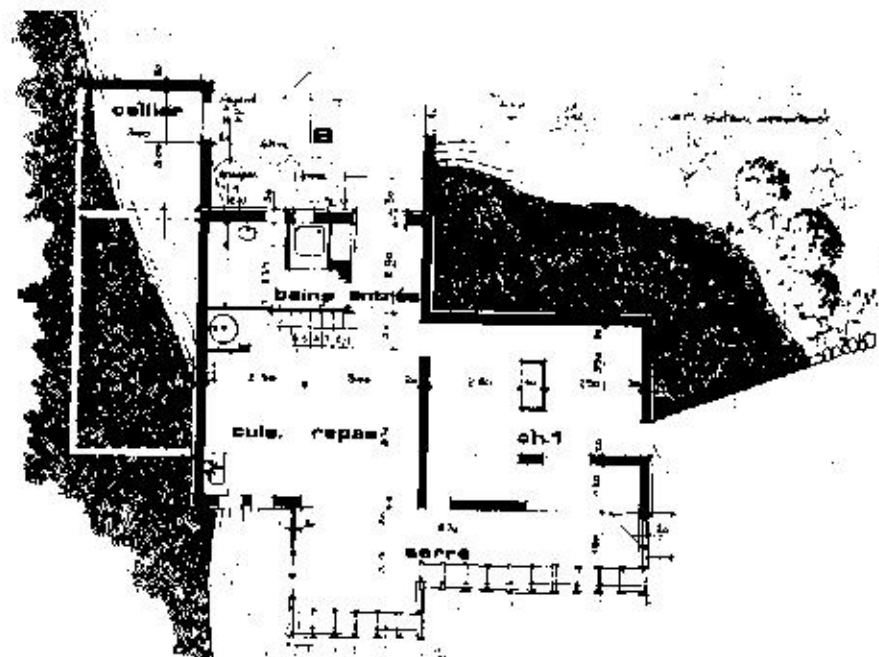
2

MAISON A PUECHABON (34)

architectes: P. Delage et
R. Hirabel

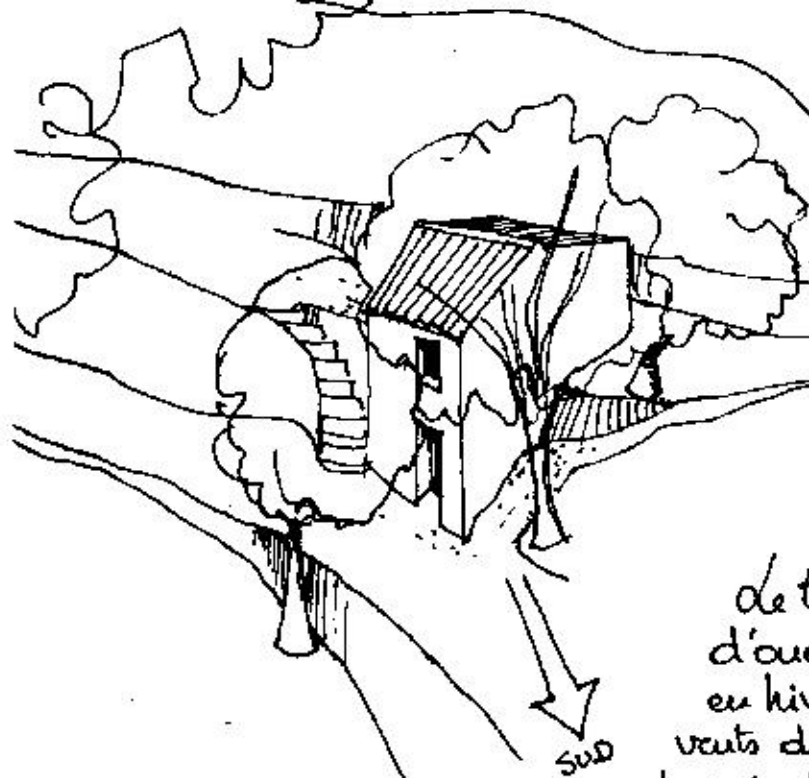
remarquable implantation
dans le terrain, la maison
est semi-enterrée et les
toitures terrasses sont
recouvertes de terre.

Exemple de bonne intégration
climatique allée à une
bonne intégration au site.



le chauffage solaire est
effectué par une grande
serre en contact direct avec
les deux niveaux
habitables.

d'accumulation se fait
dans les planchers (dalles
pleines) et les murs (en
béton banché isolation
par l'extérieur).

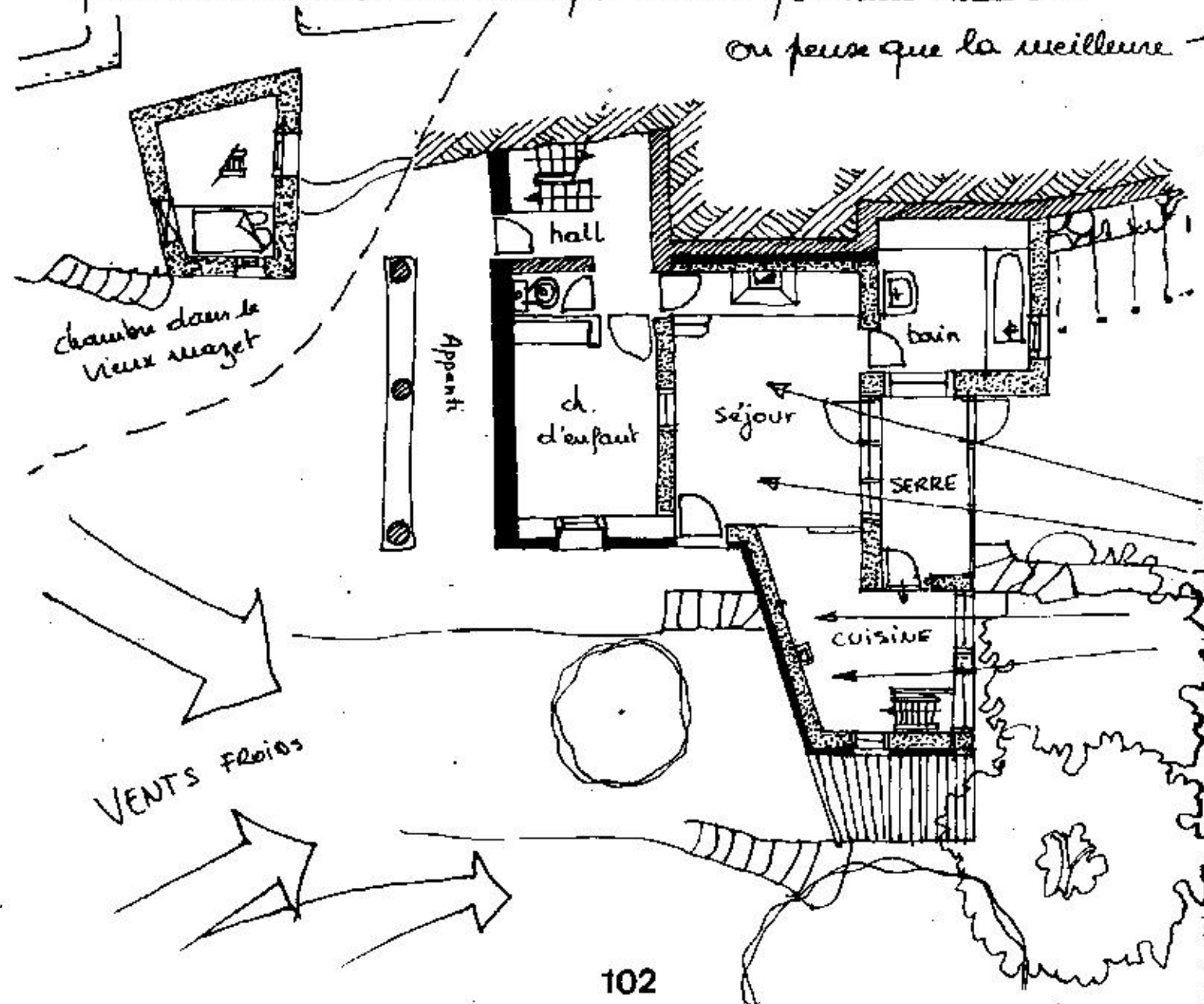


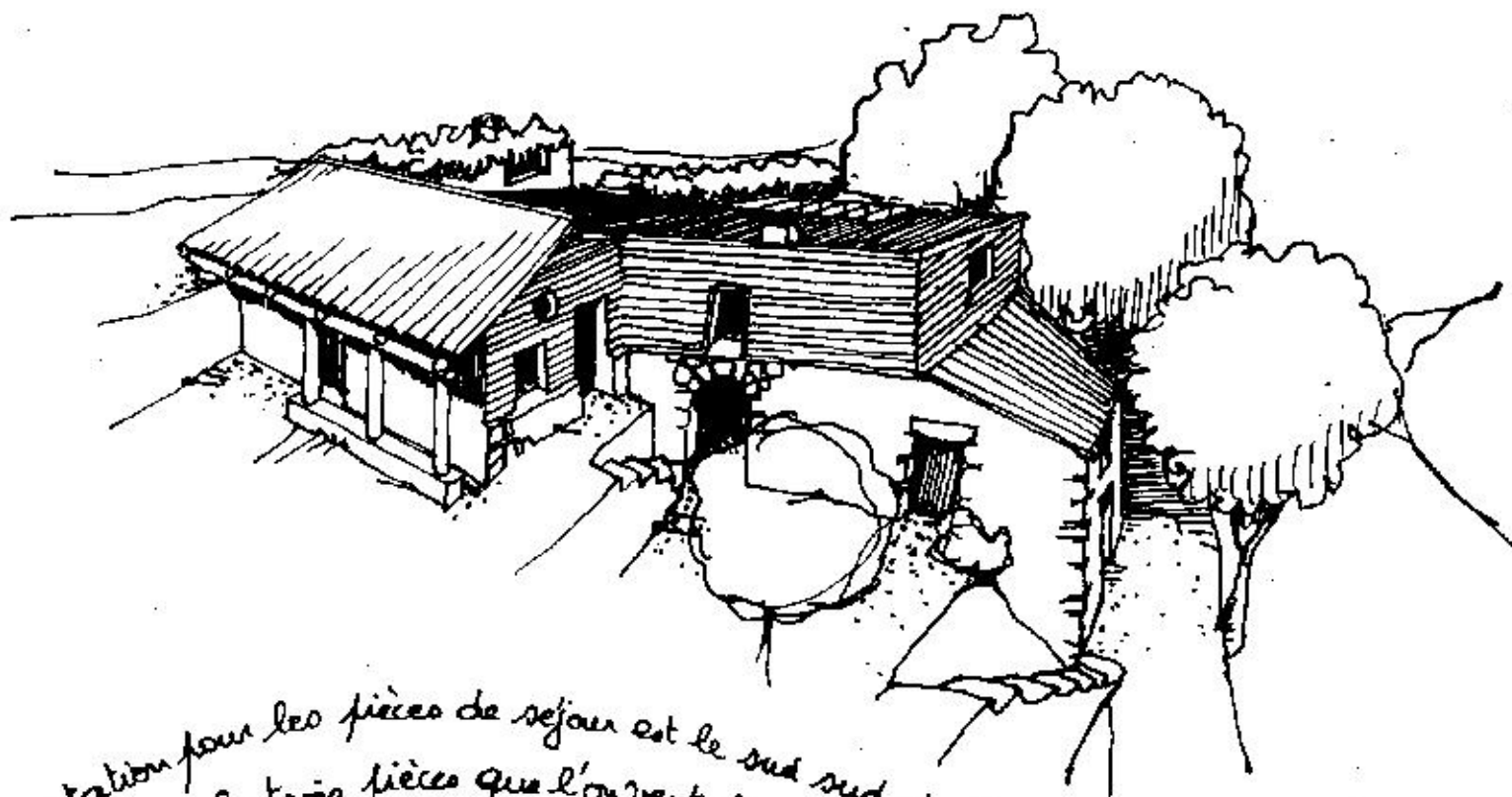
au départ, il y avait là:
un petit manoir avec 2 pièces l'une
sur l'autre, sur un terrain en
étages, forte pente vers l'ouest-sud-
est, des grands arbres feuillus vers le
sud, un érable, un gros orme, un hêtre

Le terrain n'est pas très bien protégé des vents
d'ouest nord-ouest, froids et humides ici
en hiver; mais il est assez bien protégé des
vents du nord nord-est par une colline
boisée de fougère concave.

On décide, pour faire une maison, d'agrandir ce manoir, de garder la
pièce du bas comme remise et la pièce du haut pour une chambre.

On pense que la meilleure

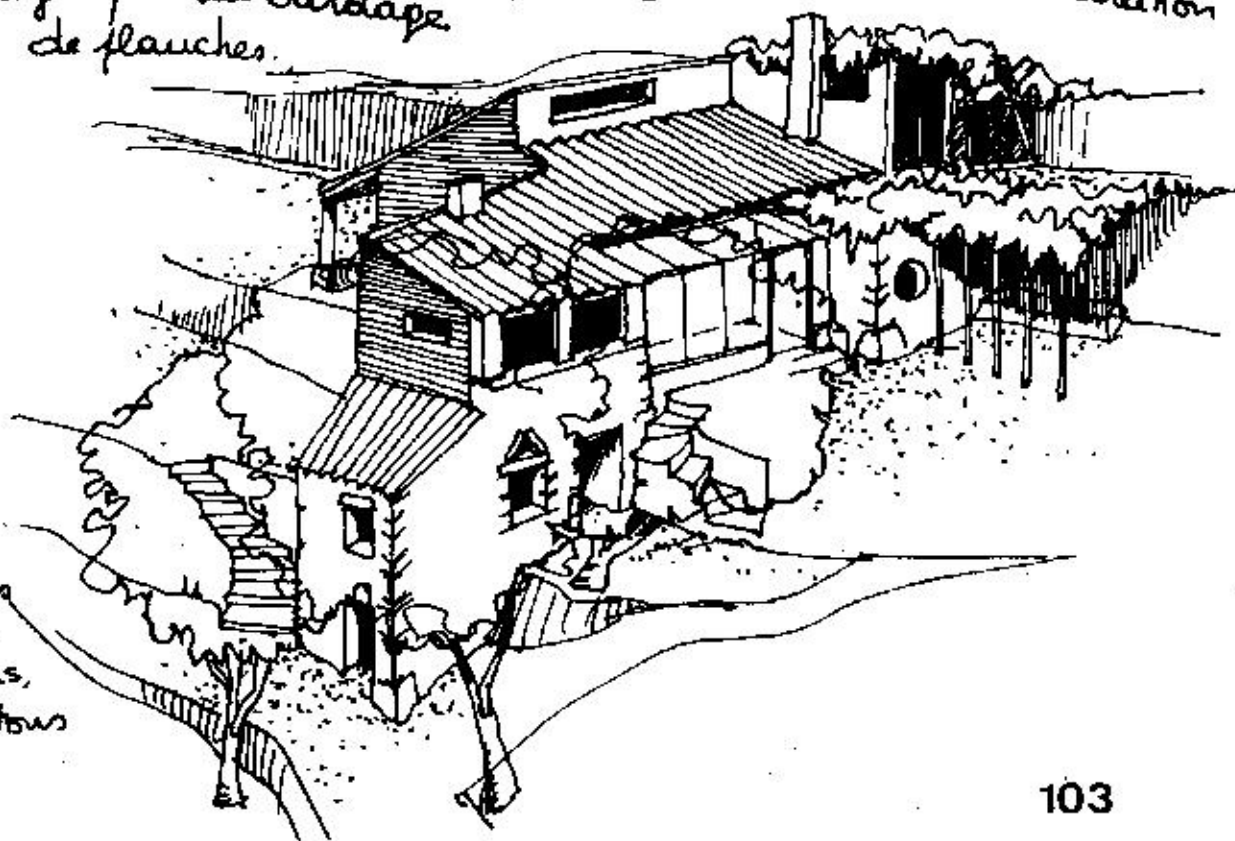




l'orientation pour les pièces de séjour est le sud sud-est. On y oriente, autour d'une petite serre, les trois pièces que l'on veut les plus chaudes et les plus agréables: la cuisine, le séjour et la salle de bain. On récupère la chaleur du séjour. En chauffage d'appoint, en tampon-nord, fait le récupérateur de chaleur et, si c'est nécessaire, une cheminée avec un petit poêle dans la cuisine. La construction: tout le soubassement de la nouvelle partie est en pierre, pour se relier esthétiquement au vieux mouet. La façade sud est en pierre, sans isolation. Les murs nord et ouest sont en parpaings de ciment pleins avec isolation par l'extérieur en panneaux de liège exposés protégés par un bardage de planches.



La masse thermique est dans les murs de pierres ou de parpaings pleins, et dans les bétons de sol.



Annexes

LE CONTRÔLE CLIMATIQUE

Le confort solaire

Compte tenu de l'irrégularité des apports solaires, il est difficile de maintenir une température constante, dans l'ensemble de l'habitation, tout au long du jour : l'important étant de maintenir l'amplitude thermique quotidienne dans des limites acceptables pour le confort de l'occupant (23-25° aux heures chaudes du jour, et 15° au petit jour); notamment grâce au chauffage d'appoint lorsque l'ensoleillement est insuffisant.

Cette amplitude sera plus ou moins grande, selon les exigences de chacun, mais beaucoup s'étonneront d'éprouver une sensation de confort agréable, pour des températures sensiblement plus basses, que celles communément en vigueur dans notre habitat standardisé. *Preuve que la conception*

climatique de votre maison sera bonne...

La pénétration solaire dans la maison en hiver (par les grandes baies vitrées) sera considérée comme une sensation agréable pour les uns, ou ressentie comme un désagrément pour les autres. Dans ce cas, privilégiez la véranda ou le mur Trombe, plutôt que la fenêtre-captateur; et prévoyez de vous ménager des recoins protégés du soleil à l'intérieur de la maison.

Régulation et mode de vie:

Maîtriser le confort climatique intérieur, suppose l'existence de moyens de régulation compatibles avec votre mode de vie; pour faire face aux variations du climat extérieur, quotidiennes ou saisonnières.

Ils sont de deux types:

Régulation naturelle:

- interaction entre le bâtiment et son environnement
- La masse thermique du bâtiment: pour répartir les apports solaires et éviter les surchauffes
- Un espace ouvert, avec effet-cheminée, pour une bonne répartition des calories dans l'habitation.
- Des avancées de toiture pour protéger les vitrages du soleil, en été.
- La végétation, pour la protection du vent l'hiver, et du soleil l'été.

- ...

Régulation manuelle, mécanique ou automatique:

intervention de l'individu

Les moyens mis en oeuvre dépendent des exigences de confort, et du mode de vie de chacun; notamment en ce qui concerne l'occupation de l'habitat pendant la journée (permanente ou temporaire), la semaine ou les saisons (résidence principale ou secondaire).

Deux types d'opérations sont nécessaires:

quotidiennes:

- ouvrir et fermer les ouvertures communiquant avec la serre (sinon elle refroidirait l'habitation après le coucher du soleil); ou les circulations des parois captantes
- fermer les volets, ou mise en place de volets roulants avec fermeture automatique...
- vannes thermostatiques pour le déclenchement du chauffage d'appoint...ou allumer le feu. -
- abaissér ou relever les stores en été.
- ...enlever ou remettre un pull!

saisonnieres:

- dépose de certains vitrages (éventuellement)
- mise en place des pare-soleils
- recouvrir d'un lait de chaux les vitrages qui ne peuvent être protégés autrement (à lessiver en automne).
- ...

Ces contraintes seront:

- un inconvénient pour les nostalgiques du "confort automatelec"
- un avantage pour tous ceux qui retrouveraient un mode de vie plus proche des rythmes de la nature
- et en général acceptables pour tous ceux qui avaient le porte-monnaie malade du chauffage.

L' EAU CHAUDE SANITAIRE

Pour une famille de 4 personnes, les besoins annuels en eau chaude-sanitaire à 60°, équivalent en moyenne à une consommation de 4000 à 6000 Kwh, à moins que vous ne décidiez de réduire votre consommation (c'est souvent possible).

Les solutions à partir des énergies renouvelables:

il ne s'agit pas tant d'explicitier ici le fonctionnement des différents systèmes, que d'exposer les problèmes et les solutions cohérentes, d'un point de vue énergétique et financier (entre le chauffe-eau solaire et le type d'appoint utilisé).

Le chauffe-eau solaire :

(Ce qu'il faut savoir)

LES PROBLEMES

- 1) Le dimensionnement du couple capteur-stockage, en fonction des besoins (ce qui suppose de les évaluer avec suffisamment de précision).

Il faut compter environ 2m² de capteur pour un ballon de 150 à 200L, lorsque l'ensoleillement est supérieur à 2300h par an. En dessous, de

- 3 à 4 m² de capteur pour un ballon identique.

- 2) Le type de circulation:

-naturelle (thermosiphon), lorsque les capteurs sont situés en dessous du stockage; ou avec circulateur

-unique, ou à double circuit (nécessaire si votre eau est calcaire). Prévoir la mise hors service des capteurs les hivers d'hiver, dans le premier cas.

- 3) Comment acheter le matériel solaire?

En fonction de l'efficacité du capteur et du rapport qualité-prix: mais comment s'y retrouver?

Consulter:

-les tests comparatifs du Ministère de l'Équipement (avis du C.S.T.B), et de la revue QUE CHOISIR (ne concordent pas exactement).

-le "Catalogue des Outils Solaires"

"Savoir acheter, savoir utiliser l'Énergie Solaire" cf. Bibliographie

Choisissez le matériel avant l'installateur, car celui-ci n'aura souvent qu'une marque à vous proposer

Des coopératives d'achat se sont créées, pour sélectionner le matériel et l'obtenir au meilleur prix. Exemple du Sauvage... Renseignez-vous.

"Le Chauffe-Eau Solaire" de Cabriol, Polisson et Roux sera de la plus grande utilité pour tous les auto-constructeurs.

L'AUTONOMIE SOLAIRE

En été, elle est totale quasiment partout en France, mais l'hiver, peut tomber à 25-30%, dans certaines régions du Nord. Sur l'ensemble de l'année, on peut escompter une autonomie de 50% dans les régions les moins ensoleillées, à 75-80% au delà de 2500 heures d'ensoleillement/an.

Si l'on tient compte également des fluctuations du prix d'achat et de la durabilité de l'installation (exiger une garantie décennale), la rentabilité variera en moyenne de 8 à 12 ans.

Si vous n'êtes pas encore décidés, sachez que :

la concurrence et la production de masse devraient logiquement faire diminuer les prix dans les prochaines années (comme ce fut le cas pour de nombreux appareils ménagers, par exemple) ;
le coût de l'énergie a tendance à augmenter plus rapidement que le coût de la vie. Donc :

COMMENT AMELIORER L'AUTONOMIE SOLAIRE ?

- en utilisant de l'eau à 45° plutôt qu'à 60° (c'est rare d'en avoir besoin) ; le rendement de l'installation sera amélioré sensiblement.
 - en modifiant vos habitudes de consommation (ex : réduire les bains et autres lessives pendant les périodes sans soleil prolongées ; - prendre sa douche le soir plutôt que le matin...).
 - en surdimensionnant le couple capteur-stockage, et en renforçant l'isolation du ballon d'eau chaude ; vous obtiendrez une autonomie de plusieurs jours. Solution à la portée de tous les autoconstructeurs compte tenu du bas prix de revient de l'installation.
- En privilégiant une ou plusieurs de ces solutions, la rentabilité s'en trouvera améliorée d'autant.

LE CHOIX DU SYSTEME D'APPOINT EST FONDAMENTAL.

toujours le bois !...

C'est la solution logique, lorsque il constitue le chauffage d'appoint de l'habitation : cheminée avec production d'eau chaude, ou cuisinière avec bouilleur..., qui prendront le relais du capteur en dehors des heures d'ensoleillement.
On peut même l'utiliser comme solution unique, lorsque le chauffe-eau solaire n'est pas envisageable (souvent le cas dans l'habitat ancien).

énergie fomite ? le gaz :

Cette solution devrait être la plus répandue, notamment en adaptant l'installation solaire à votre chauffe-eau gaz existant.
D'un point de vue rendement énergétique, il est préférable de choisir un chauffe-eau Tout Gaz, plutôt qu'avec appoint électrique : éliminez d'office les constructeurs qui ne proposent que des solutions électrosolaires.

Pour le chauffage des locaux

SYSTEMES "ACTIFS"	OU	"PASSIFS"
Ajoutées à la structure du bâtiment -à eau -à air	CAPTEURS	Intégrés à la structure du bâtiment -fenêtre capteur -espaces tampons capteurs -mur Trombe(et dérivés)
Indépendante de la structure du bâtiment (citerne ou masse de galets sous la maison)	ACCUMULATION	Dans la masse du bâtiment (murs et planchers)
Contrôlée et mécanique	CIRCULATION	Naturelle
Important (amortissement sur 10 à 15ans pour les systèmes à eau)	SURCOUT	Faible (amortissement sur 6-8 ans)
Impératif	ENTRETIEN	Quasiment nul
Moyenne	DURABILITE	Très bonne
Mécanique	REGULATION	Manuelle (plus contraignante;ex:volets isolants)
Non maîtrisée par l'occupant (bricolage difficile)	TECHNOLOGIE	Appropriée:maîtrisée par l'occupant (autoconstruction possible)
Pas toujours très heureuse !!	ESTHETIQUE	Bonne intégration

Après ce tableau (pourtant impartial), inutile de vous indiquer où vont nos préférences. Ce choix délibéré(*) n'a rien de théorique, mais se fonde sur notre pratique, et l'étude comparative de la plupart des réalisations solaires en France.

(*)exception faite des toitures captantes, intégrées à la structure du bâtiment, et qui peuvent être réalisées dans de bonnes conditions financières; tout en sauvegardant l'esthétique. Cf. Chauffage d'appoint.

BIBLIOGRAPHIE UTILE

- La Face Cachée du Soleil
Nicolas, Traisnel, Vaye Le Bricolo Lézardeur Alternatives 1974
- Energie Solaire et Habitat
P. Lechapellier L'Affranchi
- Guide pratique de la Maison Solaire
Le Sauvage Juin 1979
- Solutions pour le Chauffage des Maisons
Copronat Avril 1979
- Construire avec le climat
Ministère de l'Équipement 1979
- Le Catalogue des Outils Solaires
D. Rediti et l'Institut de Développement des Ressources Renouvelables
Ed. Alternatives 1980
- Savoir Acheter, Savoir Utiliser l'Énergie Solaire
H.J.F. Morel 1980
- Archi de Terre
Arzoumanian, Bardou Ed. Parenthèses 1978
- Archi Bio
J.L. Izard Ed. Parenthèses 1979
- La Maison Autonome
R. Chareyre Ed. Alternatives 1978
- Manuel de Construction Rurale et Alternative
Tome 1: C. Micmacker Ed. Surienne 1978
Tome 2: Micmacker, Vallot, Butters Ed. Alternative 1979
- Le Chauffe Eau Solaire
Cabirol, Pelissou, Roux Edisud 1976
- Atlas Énergétique du Payonnement Solaire pour la France
Tricaud 1979 (à consulter)

SOMMAIRE

AVANT PROPOS : Habitat et Energie	page 3
CHAPITRE I : <u>Connaissance du Milieu</u>	page 7
-Données Climatiques Régionales	page 9
-Microclimats et Choix d'un Terrain	page 15
-Adaptation au Site	page 19
CHAPITRE II : <u>Le Confort Climatique Intérieur</u>	page 31
-Les Eléments Biologiques	page 32
-Les Moyens du Confort Climatique Intérieur	page 33
-Température Confortable et Climatisation Sélective	page 36
CHAPITRE III: <u>Réduire les Pertes Thermiques</u>	page 39
-Comment et par où s'effectuent les Pertes	page 40
-Comment réduire les Pertes?	page 41
Adaptation au Site	page 41
Organisation Intérieure	page 41
Réduire le Volume à Climatiser	page 42
Rechercher un Bon Coefficient de Forme	page 43
Combattre l'humidité	page 44
Une Bonne Isolation des Parois	page 44
Les Ouvertures	page 48
Température des Parois	page 52
Bon Fonctionnement du Chauffage	page 52
CHAPITRE IV: <u>Les Apports Solaires</u>	page 53
-La Fenêtre Capteur	page 55
Les Espaces Tarpons Capteurs	page 58
-Les Parois Captantes	page 61
-Accumulation dans la Structure du Bâtiment	page 64
-Distribution des Calories	page 65
-La Maison Capteur	page 67
CHAPITRE V: <u>Le Chauffage d'Appoint</u>	page 69
-Les Apports Gratuits	page 70
-Les Systèmes Solaires Actifs	page 70
-Le Bois	page 73
-Les Energies Primaires	page 75
-Le Chauffage Electrique	page 75
-Le Préchauffage de l'Air Neuf	page 76
CHAPITRE VI: <u>La Climatisation Estivale</u>	page 81
-Occulter les Surfaces Captantes	page 82
-Climatiser	page 84
SYNTHESE : <u>Eléments de Conceptions...</u>	page 87
-Propositions	page 91
-Réalisations	page 100
ANNEXES	page 105
-Le Contrôle Climatique	page 106
-L'Eau Chaude Sanitaire	page 108
-Systèmes Actifs / Systèmes Passifs	page 110
BIBLIOGRAPHIE	page 111