

# Exposé (Cours) sur les réseaux d'assainissement ainsi qu'un aperçu sur quelques filières de traitement

**twareg ==> Bon courage**

الرَّحَاءُ، إِنْ لَا تَنْسُونَا مِنْ خَالِصِ دُعَائِكُمْ بِظَهَرِ  
الغَيْبِ

٨٠. رب اشرح لي صدري ويسر لي أمري واحلن عقدة من لسانني يفقهوا قوله .

سُبْحَانَكَ اللَّهُمَّ وَبِحَمْدِكَ أَشْهُدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا أَنْتَ ، اسْتَغْفِرُكَ وَأَتُوبُ إِلَيْكَ

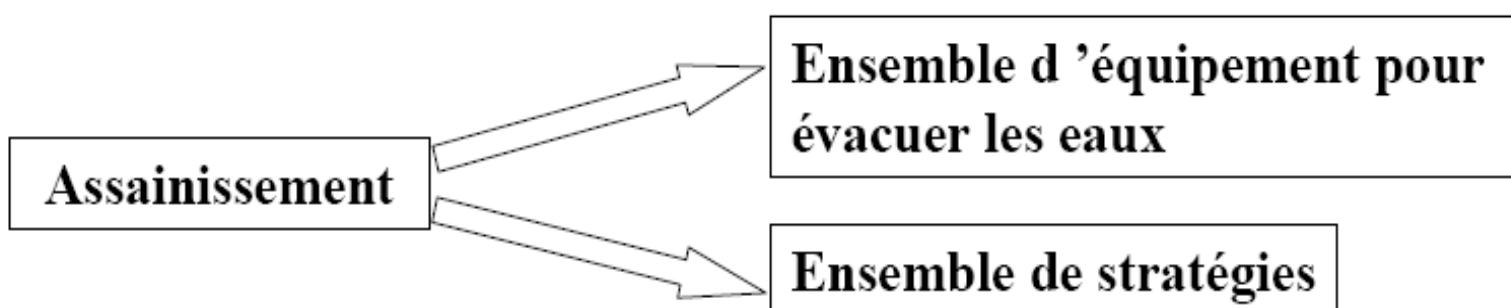
*Assainir = « rendre sain »*

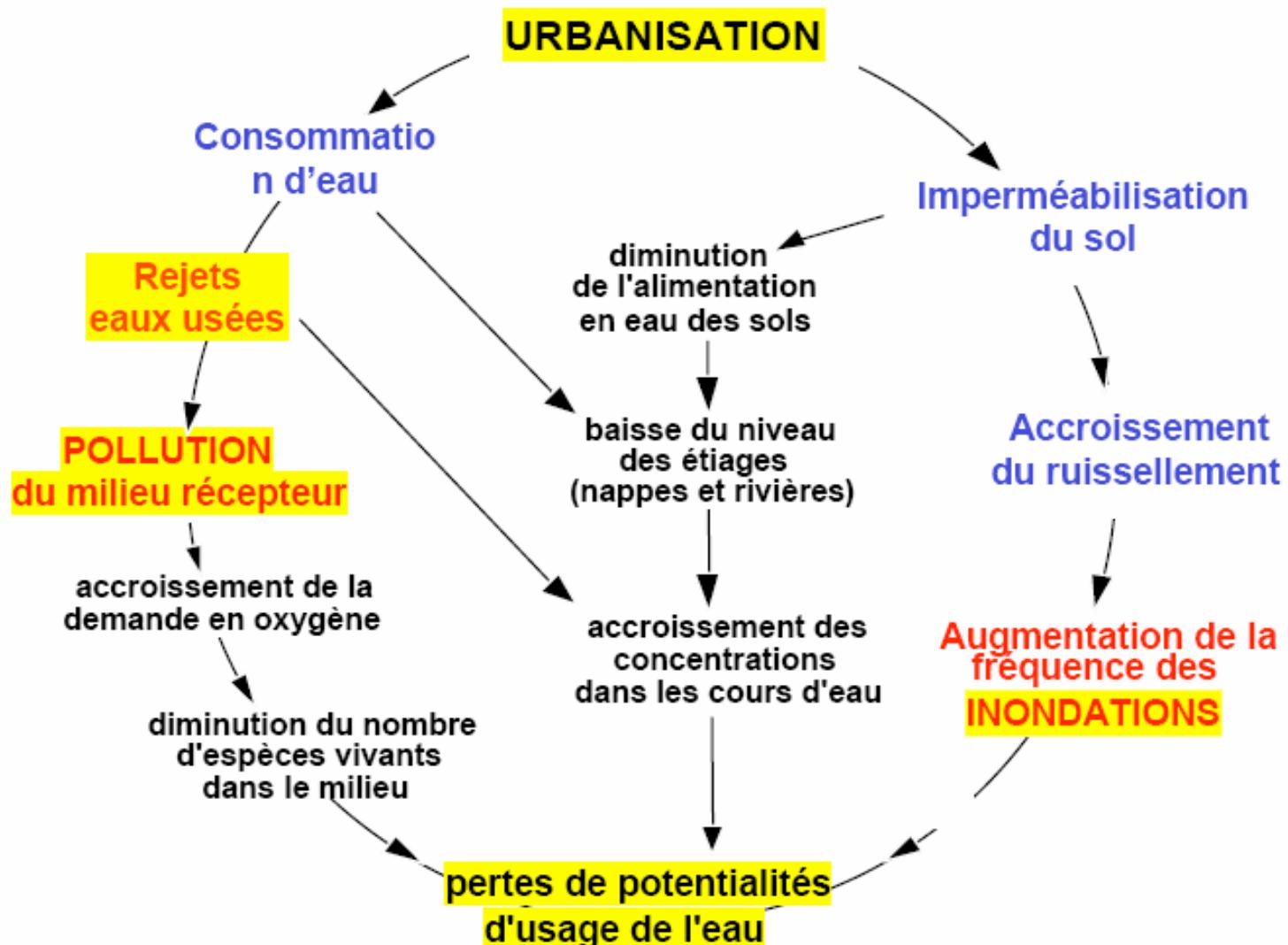
## Aspect technique de l 'HYDROLOGIE URBAINE

### Objectifs:

- ❖ Gestion des eaux usées
- ❖ Gestion des eaux pluviales

- ⇒ protection sanitaire
- ⇒ protection contre les inondations
- ⇒ protection de l 'environnement





## **L 'heure actuelle - Le concept environnementaliste**

### **De nouvelles exigences**

- ❖ **Préservation de l 'environnement et amélioration du cadre de vie**
- ❖ **Exigence accrue en terme de qualité de service**

### **Des difficultés croissantes**

- ❖ **Problèmes de pollution**
- ❖ **Contraintes économiques de plus en plus lourdes**
- ❖ **Poids de l 'existant**

## Types de systèmes d 'assainissement

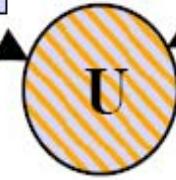
**Système d 'assainissement = système de collecte et de transport des effluents**  
+ système d 'épuration

- ❖ **assainissement autonome**
- ❖ **assainissement collectif**
  - réseau unitaire
  - réseau séparatif ou pseudo séparatif

## RESEAU UNITAIRE

*Domaine public*

Avaloirs de la voirie



*Domaine privé*

Gouttières

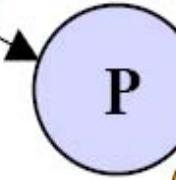
Avaloirs sur cour ou parking

Eaux usées

## RESEAU SEPARATIF

*Domaine public*

Avaloirs de la voirie



*Domaine privé*

Gouttières

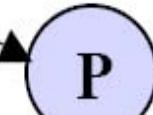
Avaloirs sur cour ou parking

Eaux usées

## RESEAU PSEUDO SEPARATIF

*Domaine public*

Avaloirs de la voirie



*Domaine privé*

Gouttières

Avaloirs sur cour ou parking

Eaux usées

Réseau  
d'assainissement

=

+

Ensemble de  
canalisations

Ouvrages  
spéciaux

Canalisations amont (égouts)  
Collecteurs  
Emissaires

Liaison surface-réseau (ouvrages  
de collecte et de visite)  
Liaison réseau-milieu naturel  
Amélioration du fonctionnement

## Conditions d 'écoulement

- ❖ Écoulement gravitaire
- ❖ A surface libre
- ❖ Ecoulement graduellement varié à rapidement varié
- ❖ Possibilités de mise en charge momentanée
  - Cas particuliers (rare) pour les eaux usées uniquement: réseau sous pression ou sous dépression

## Caractéristiques nécessaires des canalisations

- ❖ étanchéité
- ❖ inertie à l 'action des polluants
- ❖ épaisseur suffisantes pour résister aux surcharges
- ❖ faible rugosité

# Les ouvrages spéciaux

## ❖ Liaison surface-réseau

- ⇒ les ouvrages de collecte
  - branchements particuliers
  - bouches d 'égouts
- ⇒ les ouvrages de visite

## ❖ Liaison réseau-milieu naturel

- ⇒ émissaires de rejet
- ⇒ les déversoirs d 'orage

## ❖ Dispositifs de stockage des eaux pluviales

- ⇒ bassins de rétention
- ⇒ stockages à l'amont

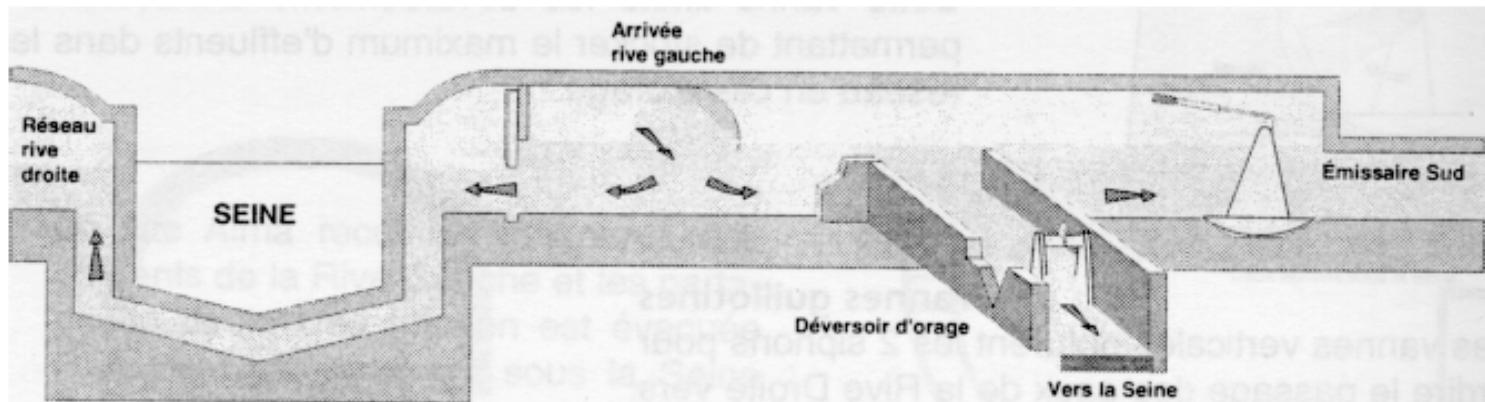
## ❖ Ouvrages liés au bon fonctionnement du réseau

- ⇒ réservoirs de chasse
- ⇒ ouvrages de dessablement
- ⇒ siphons
- ⇒ stations de relèvement
- ⇒ ouvrages de prétraitement

## Ouvrages spéciaux

Exemples:

**Siphon - Déversoir d'orage - Vanne de régulation**



- ❖ Choix du mode d'assainissement
- ❖ Choix du type de réseau
- ❖ Localisation des points de rejets
- ❖ Type et implantation des ouvrages de stockage
- ❖ Implantation des ouvrages de traitement
- ❖ Tracé en plan du réseau
- ❖ Dimensionnement

**Pas de solution unique – Analyser plusieurs variantes**

## Facteurs qui influent sur la conception du projet d'assainissement

### ❖ **Données naturelles**

- Pluviométrie
- Topographie
- Hydrographie
- Géologie

### ❖ **Caractéristiques de l'agglomération**

- Importance et nature
- Modes d'occupation du sol
- Assainissement déjà en place
- Développement futur de l'agglomération

### ❖ **Contraintes liées à l'assainissement**

- Conditions de transport des eaux usées
- Facilité d'exploitation
- Réduction des nuisances

# Quel type de réseau choisir?

## Critères de choix:

- ❖ **proximité d'un exutoire naturel**
- ❖ **sensibilité du milieu récepteur**
- ❖ **existence d'un réseau ancien**
- ❖ **pente du terrain (pb autocurage)**

⇒ **nécessite une étude locale précise**

- Tendance actuelle: recours aux techniques alternatives pour les eaux pluviales

## Quel type de réseau choisir?

### Le réseau séparatif si:

- ❖ population dispersée + possibilité évacuation des EP par voie superficielle
- ❖ nécessité de postes de pompage

### Le réseau unitaire si réseau séparatif pas possible économiquement:

- ❖ exutoire naturel loin des points de collecte
- ❖ surface imperméabilisée très élevée et pentes fortes ⇒ ouvrages importants, visitables avec fortes vitesses

## Procédure

- ❖ **tracé du réseau en plan**
- ❖ **découpage en tronçons de 300 m environ**
- ❖ **délimitation du bassin versant drainé par chaque tronçon**
- ❖ **calcul du débit de pointe généré par ce bassin**
  - ⇒ débit pointe eaux usées
  - ⇒ débit pointe eaux pluviales
- ❖ **calcul des dimensions de la canalisation en fonction de sa pente**
- ❖ **tracé du profil en long de la canalisation**
- ❖ **vérification du bon fonctionnement**

## Critères de dimensionnement (réseaux EU séparatifs)

- ❖ débit de pointe d'avenir des eaux usées
- ❖ débit moyen actuel

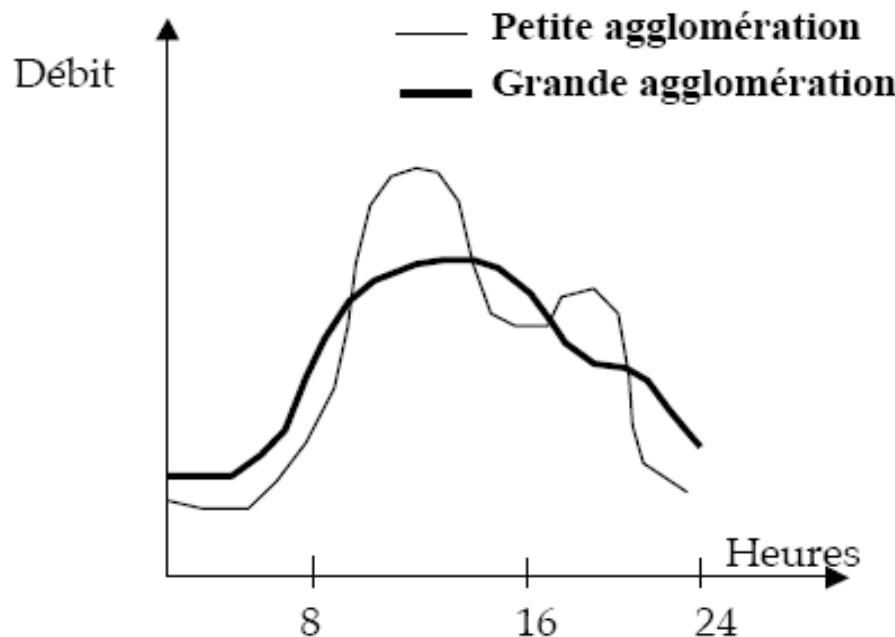
## Contraintes spécifiques aux eaux usées:

- ❖ diamètre mini: Ø200 mm
- ❖ réaliser au mieux l'autocurage  
(éviter dépôts de matières fermentescibles)  
⇒ difficile en tête de réseau

## Difficultés dans l'estimation de la consommation:

- ❖ prévoir la population futur
- ❖ prévoir l'évolution des consommations
- ❖ cas des agglomérations à population variable suivant les saisons

### Cycle journalier des eaux urbaines



# **CALCUL DU DEBIT D'EAUX PLUVIALES**

- ❖ **choix d'une période de retour**

- = choix d'un niveau de risque

- ❖ **détermination de la pluie la plus pénalisante pour cette période de retour**

- ⇒ analyse de la pluviométrie locale
  - ⇒ analyse statistique des pluies

- ϖ **calcul du débit maximal engendré par cette pluie**

- ⇒ transformation de la pluie en débit sur un bassin versant

## Pluie = phénomène aléatoire

⇒ Estimer la fréquence d'apparition des événements pluvieux en fonction de leur intensité moyenne maximale  $i_{max}(\Delta t)$

- ❖ Probabilité d'occurrence  $P(i)$  = fréquence au dépassement
- ❖ Fréquence au non dépassement  $F(i)=1-P(i)$

$T = 1 / P(i)$  = "période de retour" de l'événement  
= durée moyenne entre deux événement  
d'importance supérieure ou égale à  $i$

❖ **coefficient de ruissellement = modèle simple de calcul des pertes**

- $\text{Cruis} = (\text{volume de pluie net}) / (\text{volume de pluie brute})$
- approximation  $\text{Cruis} \approx \text{Coefficient d'imperméabilisation}$

## Modèle de pertes au ruissellement

❖ **valeurs types de coefficient de ruissellement**

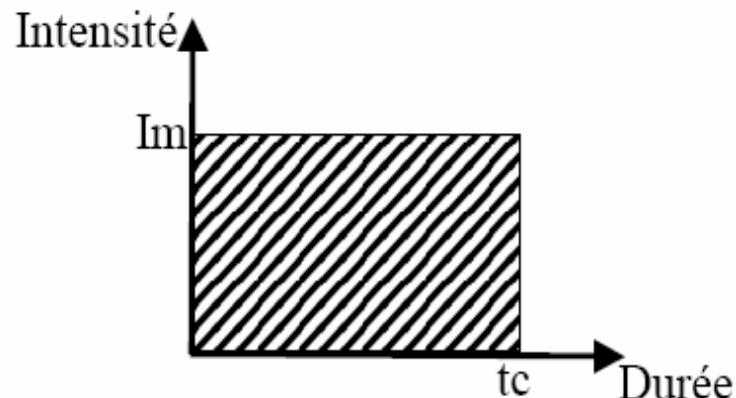
- selon type d'habitat
  - ⇒ **centre ville: 0.7 à 0.9**
  - ⇒ **pavillons groupés: 0.6 à 0.75**
  - ⇒ **pavillons isolés: 0.3 à 0.5**
- selon type de surface
  - ⇒ **toits, rues: 0.9**
  - ⇒ **pavage: 0.6**
  - ⇒ **allées en graviers: 0.2**
  - ⇒ **jardins: 0.1**

## Pluie de projet =

- pluie synthétique
- de forme simple
- intégrant les statistiques pluviométriques
- produisant à l'exutoire du BV le même effet qu'une pluie réelle

❖ Hyetogramme unitaire

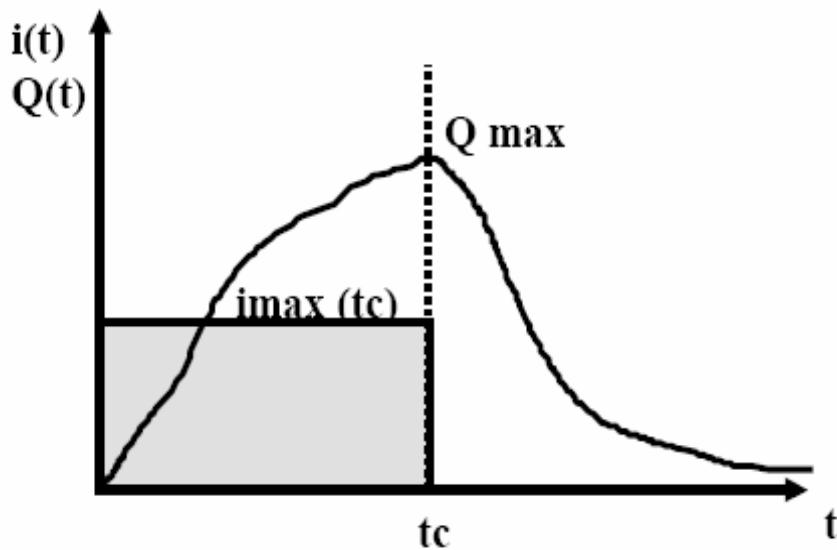
$$Im = Imax(T, \Delta t = tc)$$



## Méthode Rationnelle

$$Q_p(T) = 10 \times C \times i_{\max}(T; tc) \times A$$

- $Q_p(T)$  = débit de pointe de temps de retour  $T$  ( $m^3/h$ )
- $i_{\max}(T; tc)$  = intensité moyenne maximale de période de retour  $T$  sur la durée du temps de concentration ( $mm/h$ )
- $C$  = coefficient de ruissellement
- $A$  = surface du bassin versant (ha)

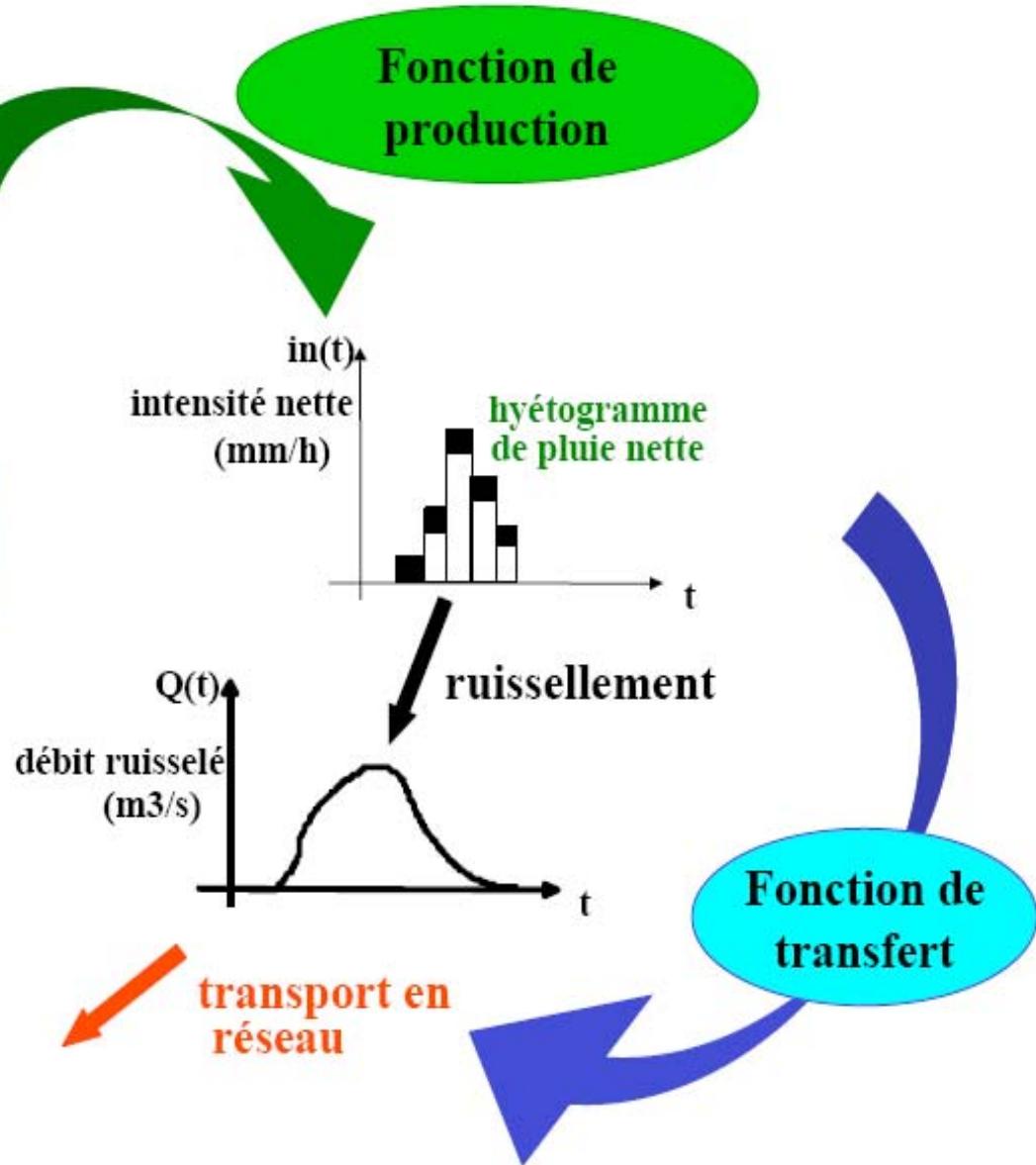
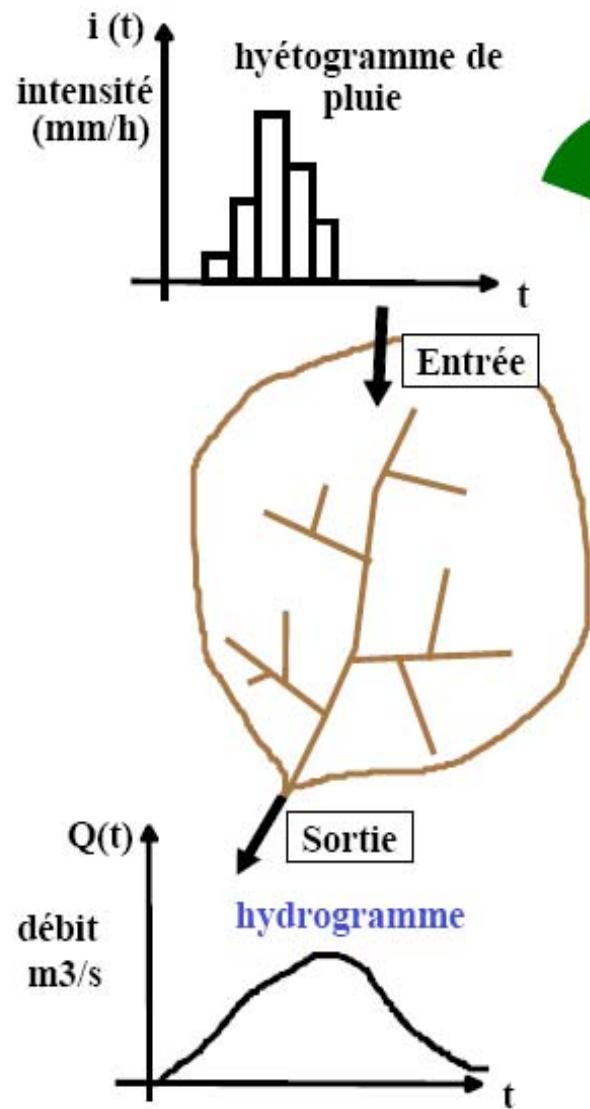


### Hypothèses

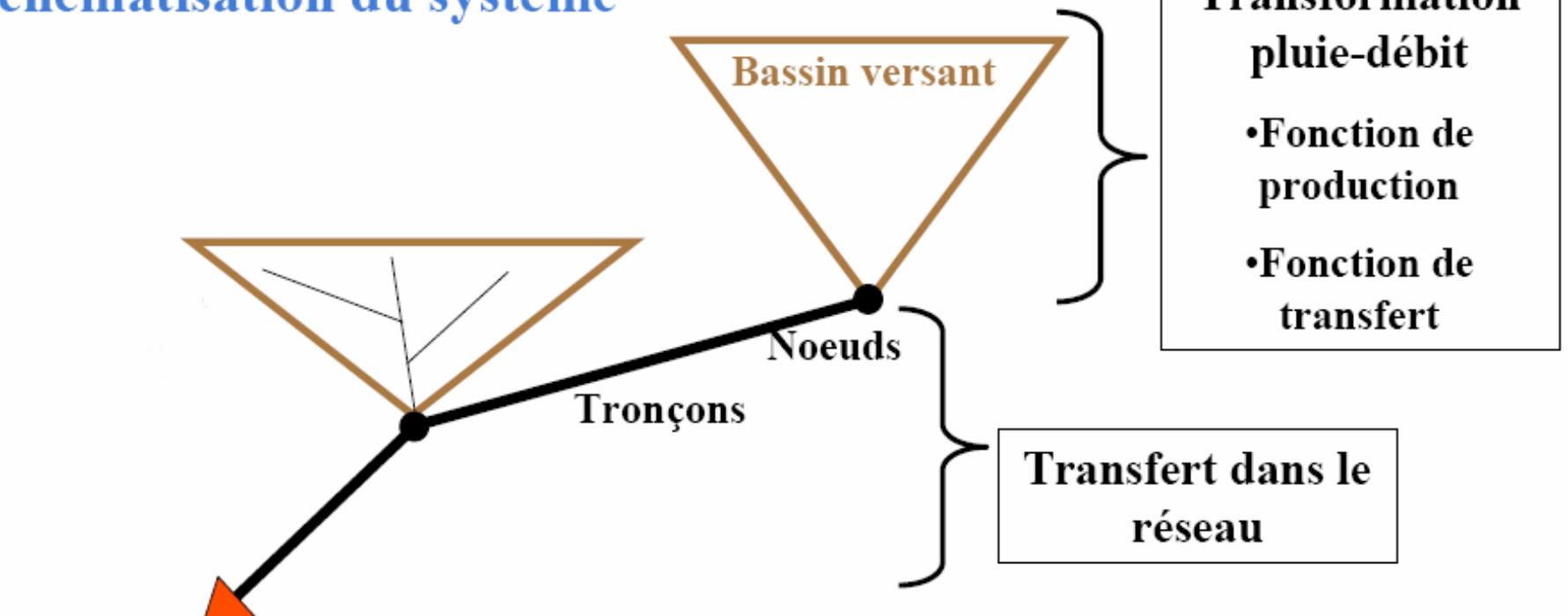
- $Q_p(T)$  est observé si  $durée\ pluie \geq tc$
- $Q_p(T)$  proportionnel à  $I_{\max}(T)$
- $Q_p$  et  $I_{\max}$  ont le même temps de retour

### Conditions d'utilisation

BV de caractéristiques homogènes  
→ BV de petite taille



## Schématisation du système



Exutoire

Ouvrages spéciaux

- représentation simplifiée du système
- petites canalisations amont non modélisées
- sont représentés:
  - apple les ouvrages auxquels on s'intéresse
  - apple les ouvrages déterminants pour le fonctionnement du système

## Domaine de validité de la formule superficielle de CAQUOT

**$A \leq 200 \text{ ha}$**

**$C \geq 0.2$**

**$0.002 \leq I \leq 0.05$**

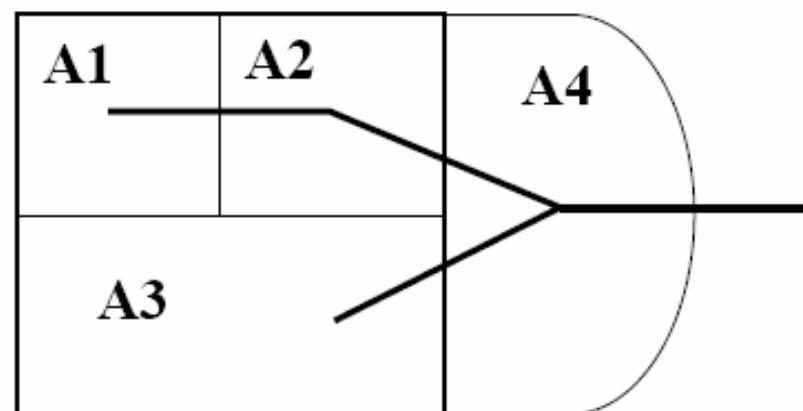
### Condition d'utilisation

**bassins versants élémentaires de pente et de coefficient de ruissellement homogène**

## ❖ Calcul des caractéristiques d'un bassin versant équivalent

- Assemblage de bassins versant, en série ou en parallèle

Paramètres équivalents	$A_{eq}$	$C_{eq}$	$I_{eq}$	$M_{eq}$	Bassins en série	$A_j$
	$\Sigma$	$\frac{\sum A_j C_j}{\sum A_j}$	$\left[ \frac{\sum L_j}{\sum \left( \frac{L_j}{\sqrt{I_j}} \right)} \right]^2$		$\frac{\sum L_j}{\sqrt{\sum A_j}}$	
	$\Sigma$	$\frac{\sum A_j C_j}{\sum A_j}$	$\frac{\sum (I_j \times Q_{pj})}{\sum Q_{pj}}$	$\frac{L(Q_{pj \max})}{\sqrt{\sum A_j}}$		



## Contraintes dans le tracé du réseau

- ❖ suivre autant que possible plan de la voirie
- ❖ distance max entre 2 regards de visite: 70m
- ❖ regard de visite aux changements de pente et de direction
- ❖ couverture minimale des canalisations: 80 cm
- ❖ suivre si possible la pente naturelle
- ❖ pente minimale:
  - 2 mm/m pour les eaux usées
  - 4 mm/m pour les eaux pluviales
- ❖ diamètre minimal:
  - eaux usées               $\varnothing$  200
  - pluvial ou unitaire  $\varnothing$  300
- ☛ diamètres croissants d'amont en aval

## Vitesse maximale admissible:

**4 m/s (éviter abrasion du tuyau)**

## Vitesses minimales d'autocurage:

- si  $V < 0.6$  m/s dépôt des sables
- si  $V < 0.3$  m/s dépôt des vases organiques

### ❖ Réseau pluvial ou unitaire:

- ⇒  $V \geq 0.6$  m/s pour  $Q = 0.1$  Qps  
◆  $V \geq 0.3$  m/s pour  $Q = 0.01$  Qps

### ϖ Réseau eaux usées

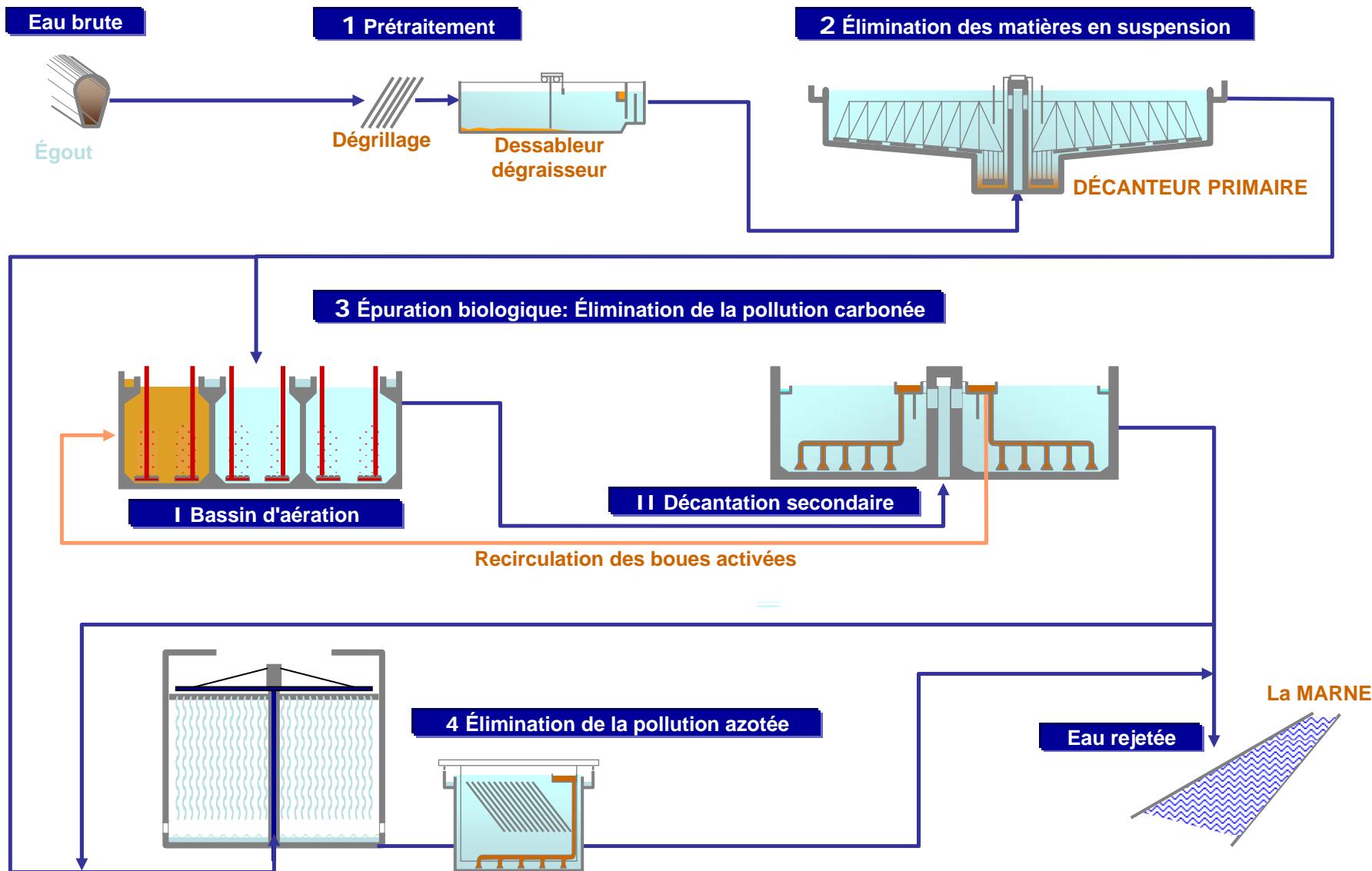
- ◆  $V > 0.5$  à  $0.7$  m/s à pleine section ou demi section  
◆  $V \geq 0.3$  m/s pour  $h = 2/10 \varnothing$  c.à.d.  $Q \# 0.1$  Qps  
◆  $h \geq 2/10 \varnothing$  pour débit moyen actuel

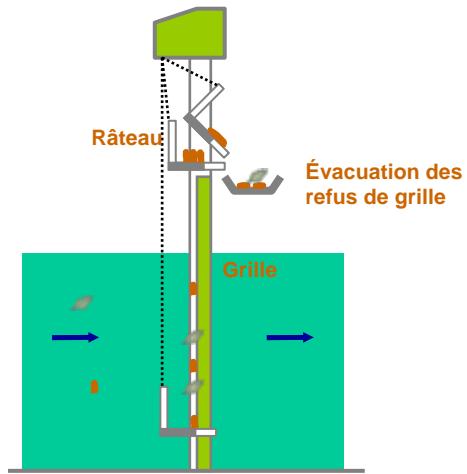
- ❖ Découper le réseau en tronçons de  $\approx 300$  m, définir le point caractéristique
- ❖ Délimiter le bassin versant drainé et calculer le débit de pointe
- ❖ Calculer le diamètre de canalisation permettant de faire passer ce débit, compte tenu de la pente
  - ⇒ choix de la pente: en fonction des contraintes de pose (le plus près de la pente naturelle, en respectant la couverture minimale, la profondeur minimale de desserte des habitations, la pente minimale et en évitant le substratum rocheux)
- ❖ Tracé du profil en long et calcul de la ligne piézométrique
  - ⇒ toujours partir de l'aval (niveau piezométrique imposé à l'aval) et remonter vers l'amont
    - si écoulement gravitaire: pente piézométrique = pente du radier ( $i = I$ )
    - si écoulement en charge:  $i = (V_{ps}/(60R_{H_{ps}}^{0.75}))^2$
- ❖ Réajuster pente et diamètre, tracer le profil en long final

## Calcul de l 'écoulement

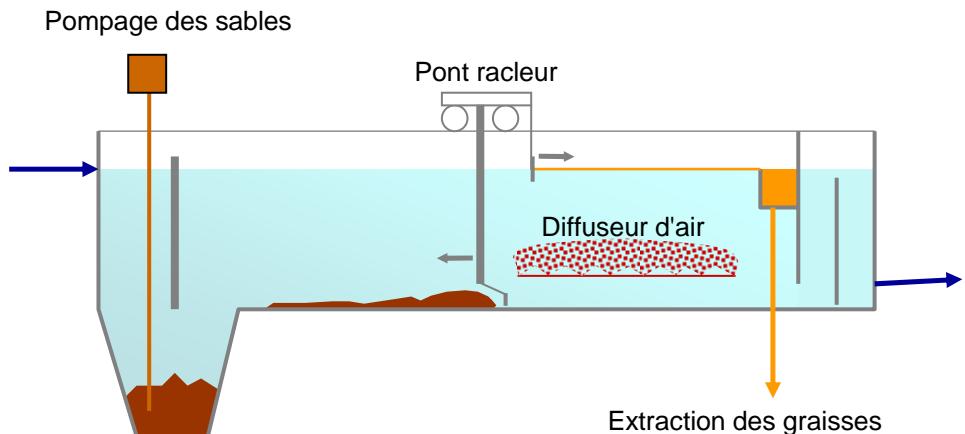
**après avoir défini profil en plan et en profil du réseau, vérifier:**

- fonctionnement lorsque zones seront complètement urbanisées
- fonctionnement intermédiaire aux différentes étapes du développement





1 pré grille espacement 100 mm  
1 grille espacement 15 mm

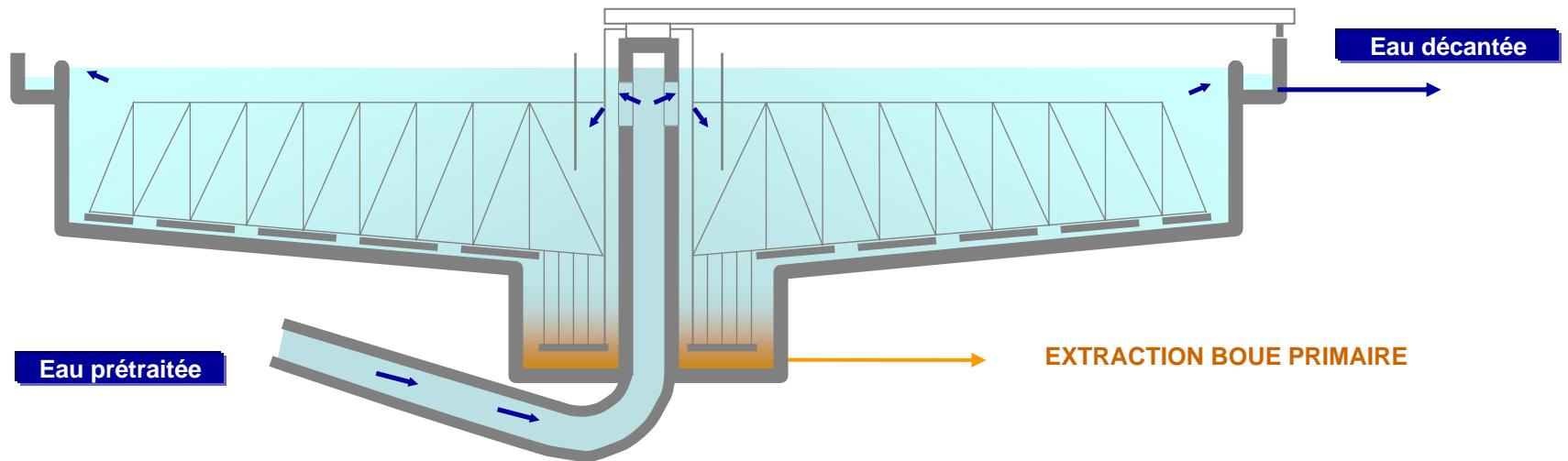


1 dessableur-déshuileur:  

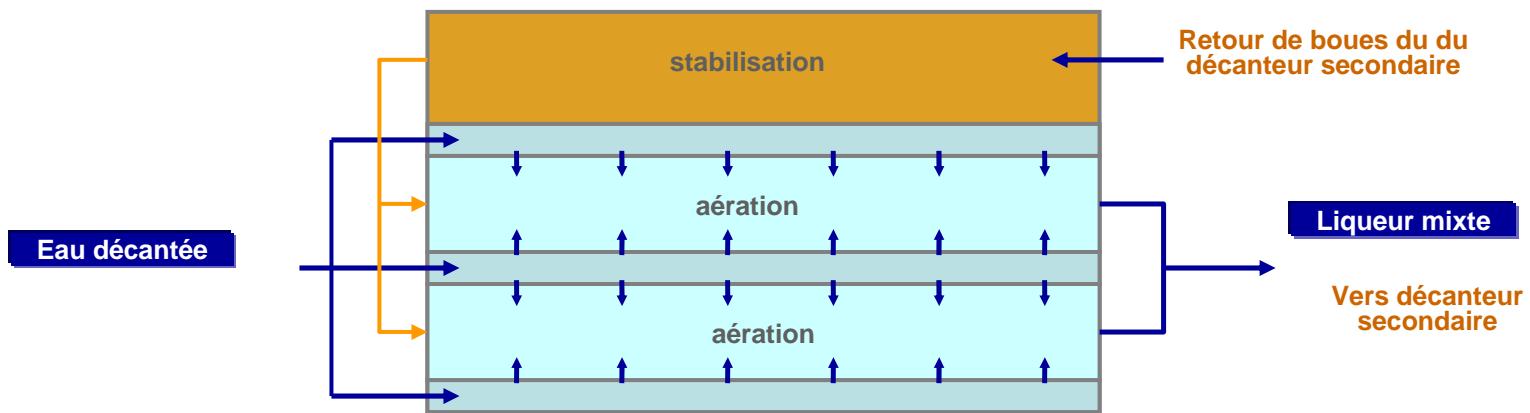
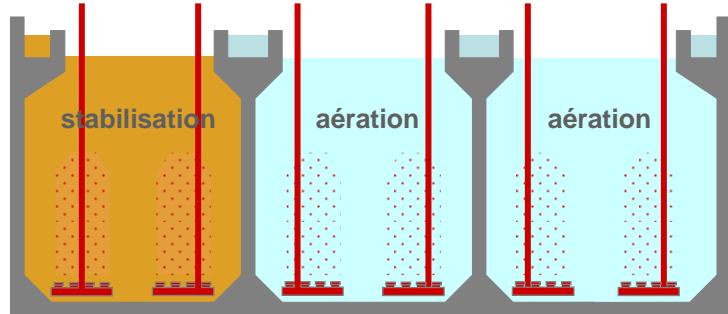
- Largeur : 7,70 mètres
- Longueur : 25 mètres
- Profondeur : 3 mètres

Quantité de refus de grille :  
0,70 tonne/j

Quantité de sable récupéré :  
0,32 tonne/jour

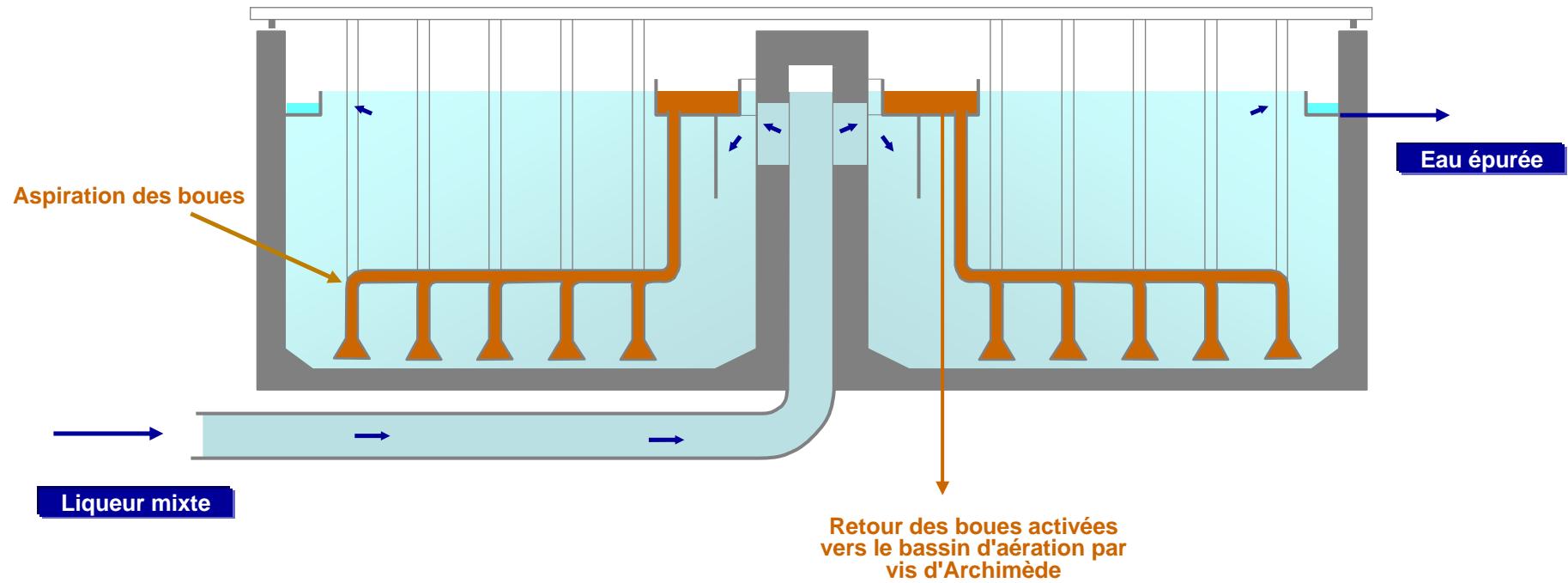


1 décanteur primaire raclé  
- Diamètre : 30 mètres  
- Surface : 910 m<sup>2</sup>  
- Vitesse ascensionnelle moyenne : 1,4 m/h

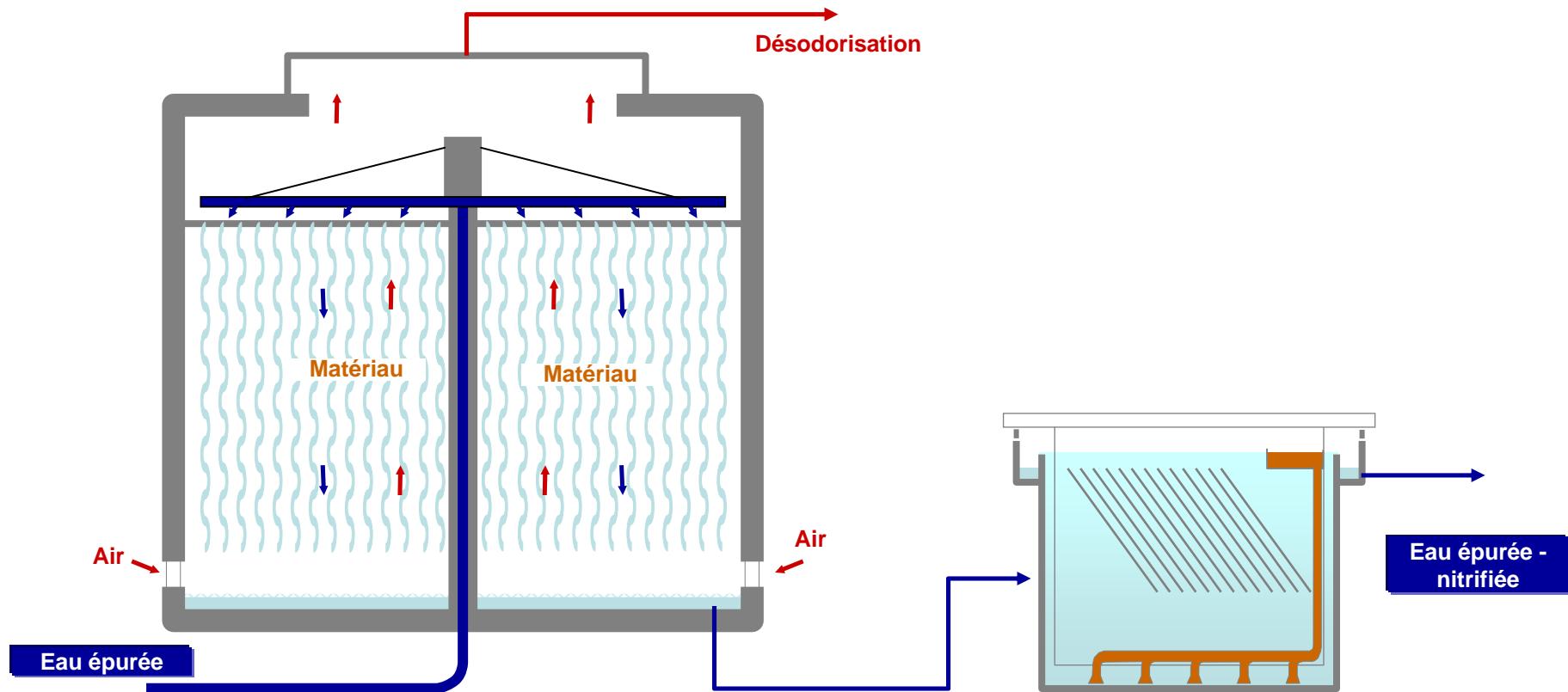


1 bassin d'aération

- Volume : 2 970 m<sup>3</sup>
- Temps de séjour : 2,2 heures
- Charge massique : 0,30 kg DBO<sub>5</sub>/kg de MS



1 décanteur secondaire  
 - Diamètre : 34 mètres  
 - Surface : 910 m<sup>2</sup>  
 - Vitesse ascensionnelle : 1,4 m/h

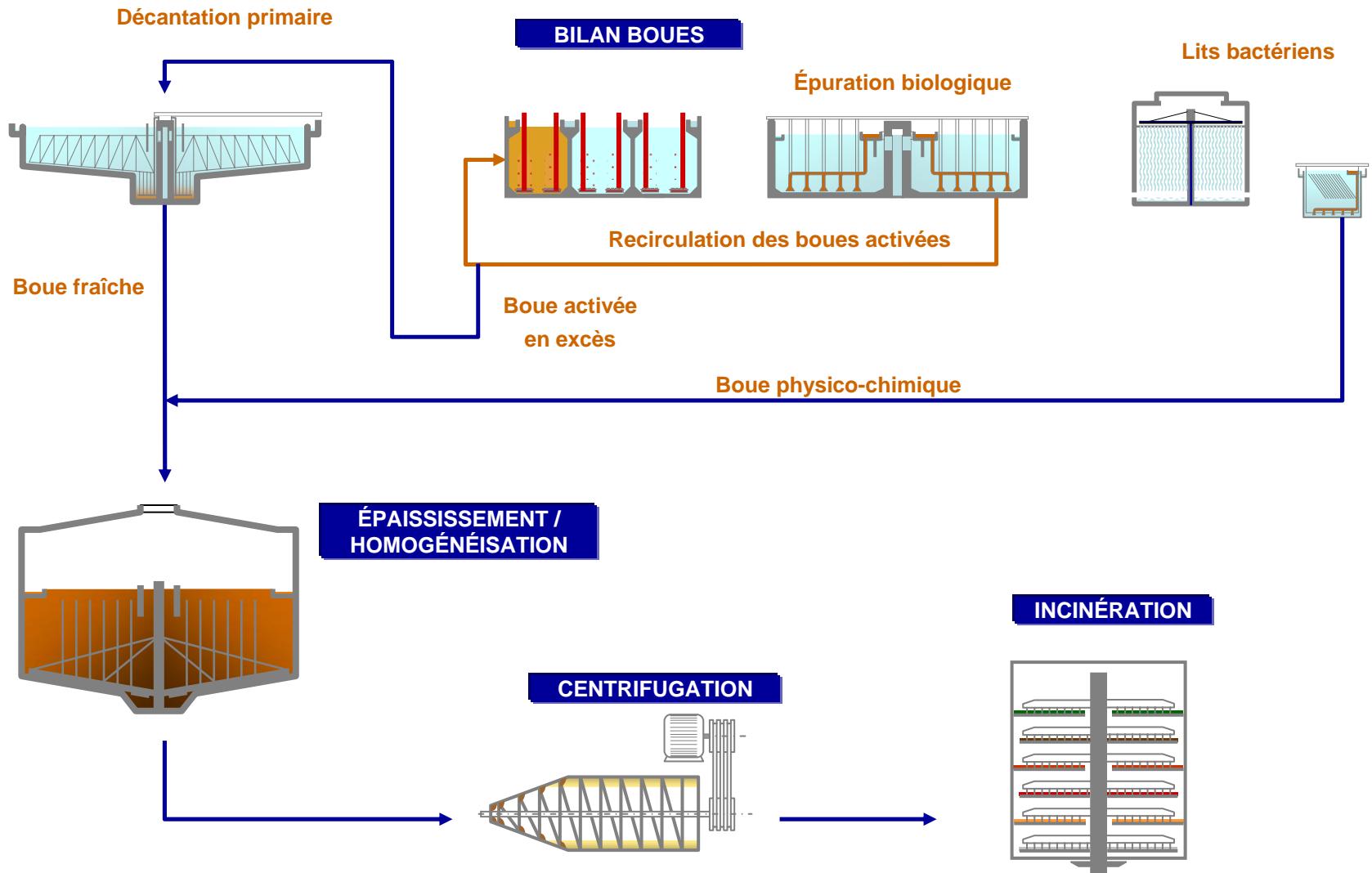


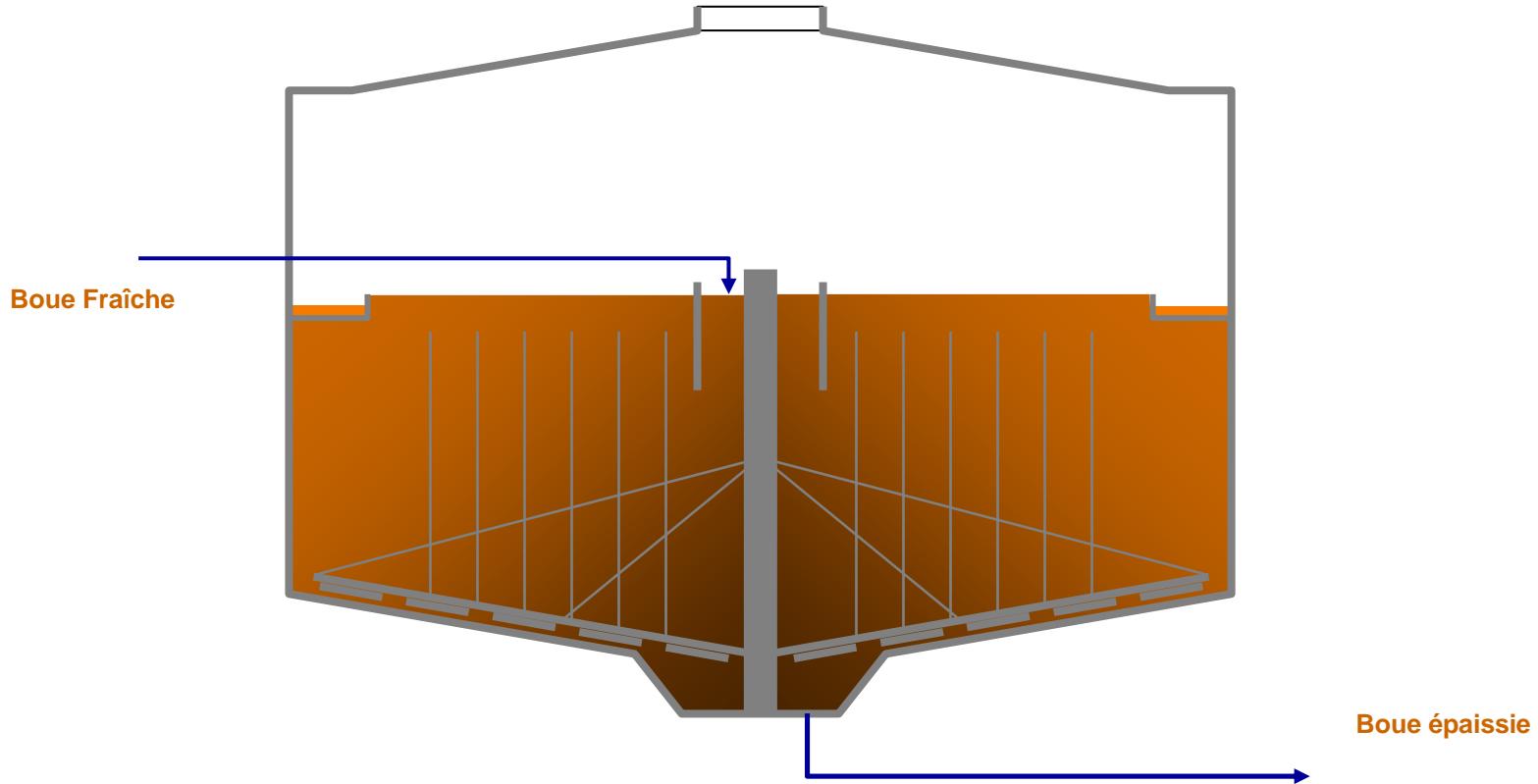
2 biofiltres SESSIL à ruissellement

- Diamètre : 25 mètres
- Hauteur de matériau : 6 mètres
- Remplissage en rubans polyéthylène

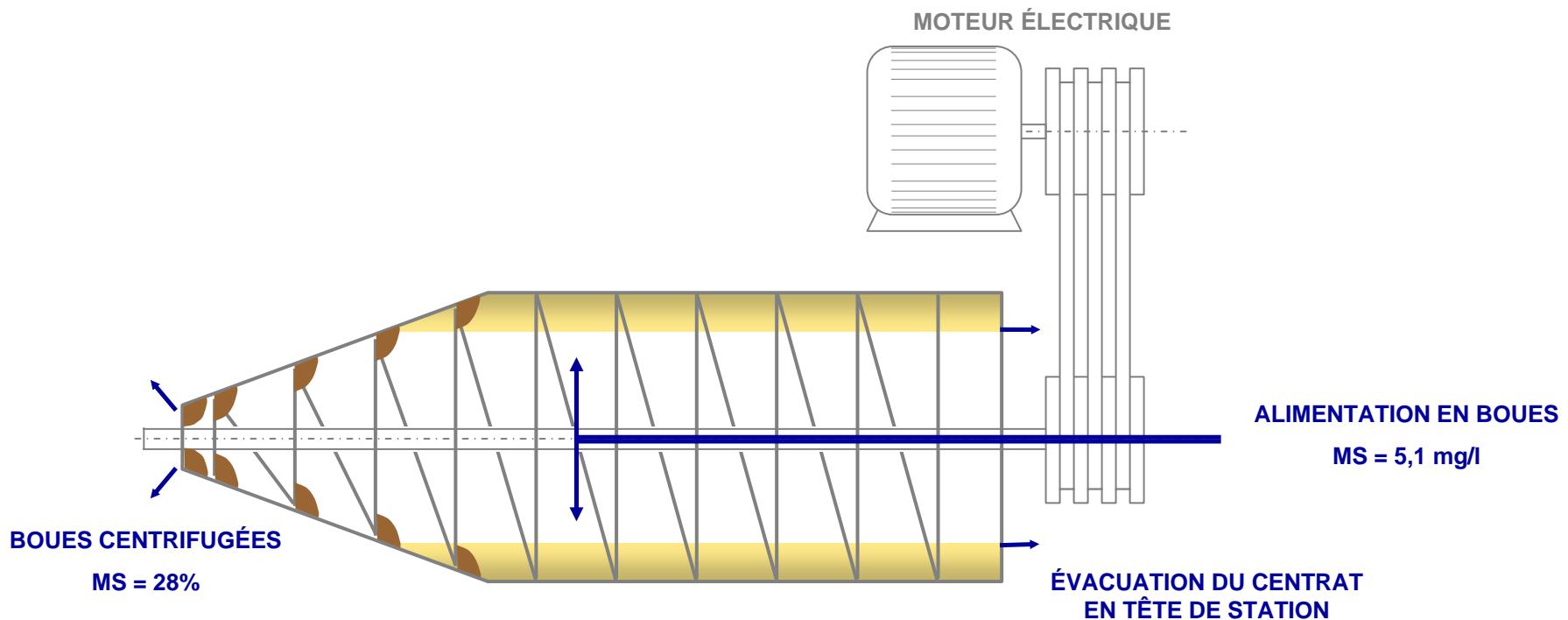
1 décanteur lamellaire

- Surface : 112,50 m<sup>2</sup>





1 épaisseur couvert avec herse d'homogénéisation  
- Diamètre : 15,50 m  
- Volume : 470 m<sup>3</sup>



2 centrifugeuses  
- Taux de capture : 98 %

