

# La clarification

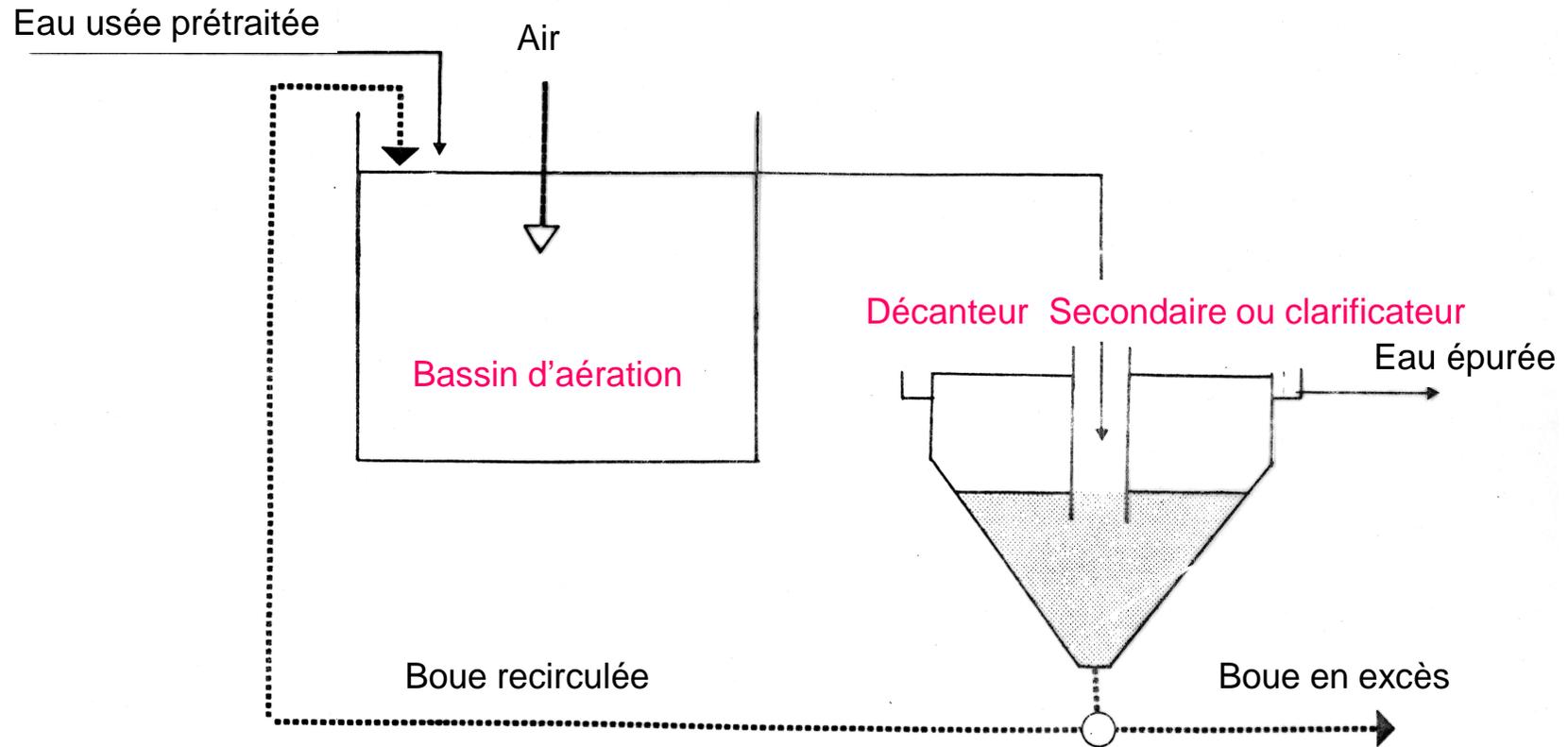


Schéma général du procédé  
de traitement des eaux usées par boues activées

Le dimensionnement de cet ouvrage dépend surtout de trois paramètres :

- le débit ( le débit **maximum** horaire )
- la concentration de boue dans le bassin d'aération
- et l'aptitude de la boue à décanter

Remarque : Les boues activées sont plus légères et plus volumineuse que les matières en suspensions dans les eaux brutes, et de ce fait, elles sédimentent plus lentement.

# Principaux facteurs influençant la décantation

---

- la nature de la boue ( IB )
- concentration de la boue
- protocole retenu pour mesurer la vitesse de sédimentation :
  - taille de l'éprouvette, matériau
  - T°C ( viscosité,...)
  - pH...

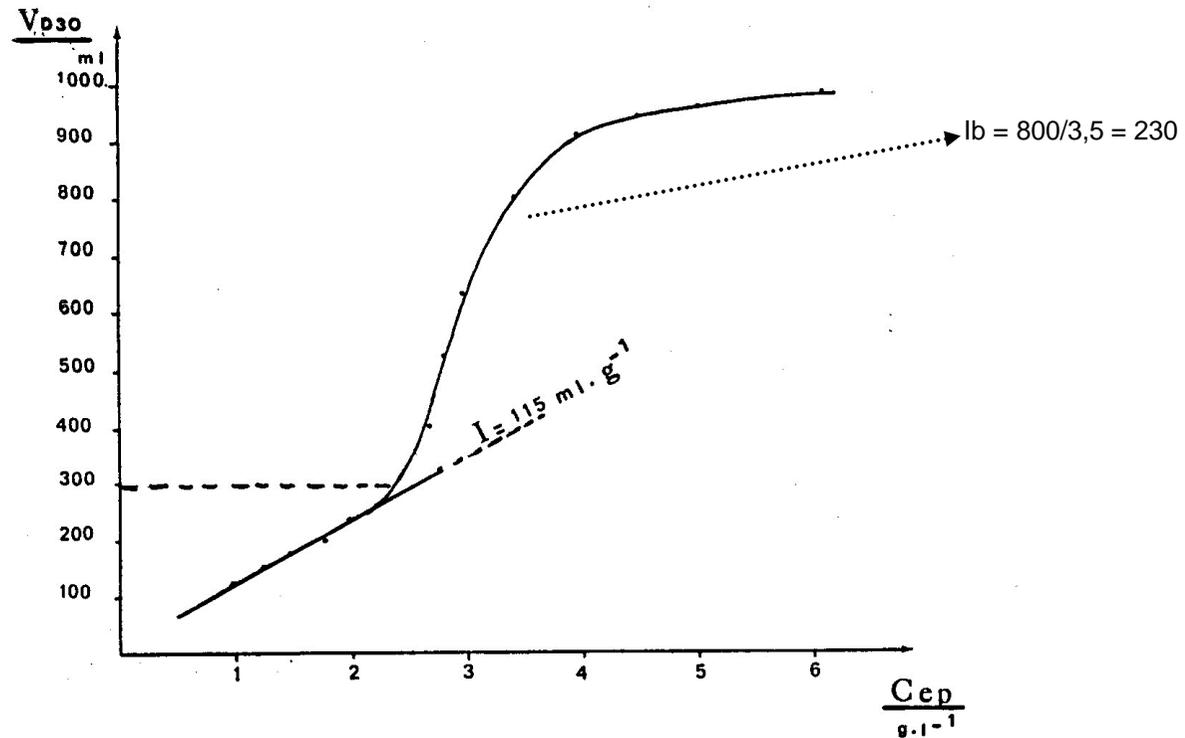
## Mise en place d'un test:

Mesure de l'aptitude de la boue à la décantation: l'indice de boue.

**Définition** : c'est le volume qu'occupe 1 gr de boue après 30 minutes de décantation statique.

$$I_B = \frac{\text{volume décanté}}{\text{Quantité de MES dans l'éprouvette}} \quad \text{ml/g}$$

---



INDICE DE BOUE

On note une relation linéaire avec un  $VD_{30} < 300$  ml d'où pour des boues concentrées = dilution

Ib < 100 ml/g : les boues sédimentent facilement et sont bien minéralisées (MVS < 60 %)

Ib ~ 100-150 ml/g : conditions normales de fonctionnement

Ib > 200 ml/g : problèmes de mauvaise décantabilité.

Ces valeurs sont liées :

- soit à une prolifération de bactéries filamenteuse (eau surnageante limpide) → fréquentes pertes de boues, accidentelles ou chroniques
- soit à des phénomènes de défloculation (eau surnageante trouble) dus: toxiques, absence de substrat, ....

## Rôle

- Séparer le floc formé dans le bassin d'aération de l'eau traitée
- [MES] à l'entrée du décanteur = plusieurs g/l ↘
- [MES] à la sortie = quelques dizaines de mg /l ↗

**Rendement de l'ordre de 99 %**

## 3 fonctions

- retenir le maximum de particules en suspension
- concentrer les boues avant leur réintroduction dans le bassin d'aération [MES]
- stocker la boue provisoirement lors d'une surcharge hydraulique temporaire et prévisible

### Conditions d'un bon fonctionnement:

- respect des règles de conception: profondeur, vitesse pont, etc...
- gestion rationnelle de la production de boue (donc de la concentration)
- maîtrise de la décantation des boues donc de l'lb

### Définition de la vitesse ascensionnelle

Appelée également vitesse de hazen ou charge hydraulique superficielle

$$\text{Vitesse asc.} = \frac{\text{débit de pointe à traiter (m}^3\text{/h)}}{\text{surface du décanteur (m}^2\text{)}}.$$

Elle s'exprime en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h ou m/h

Indépendante de la hauteur de l'ouvrage

---

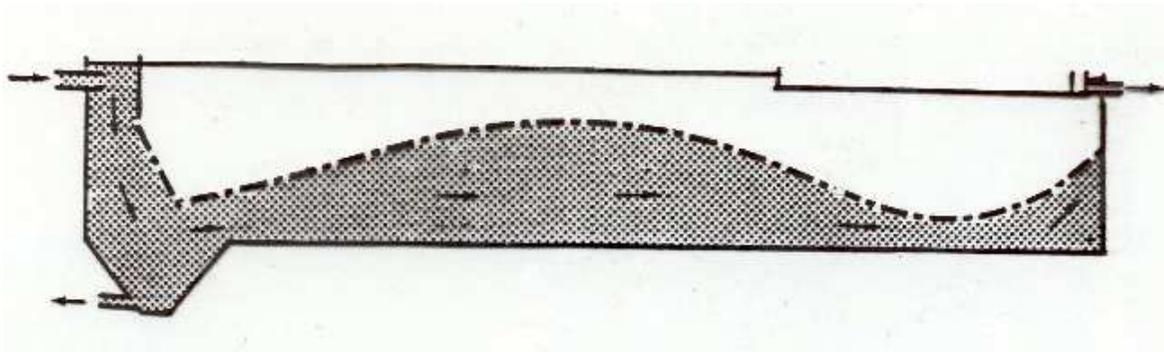
# Présentation des différents types de décanteurs

---

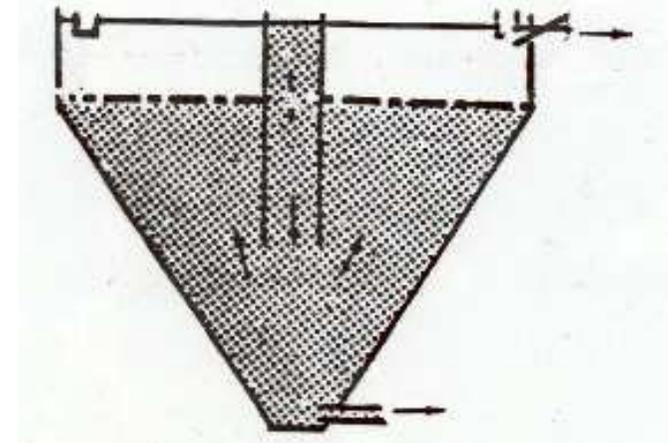
## 1) Ouvrages à flux vertical et à flux horizontal

Comportement de la boue activée  
Décanteur secondaire

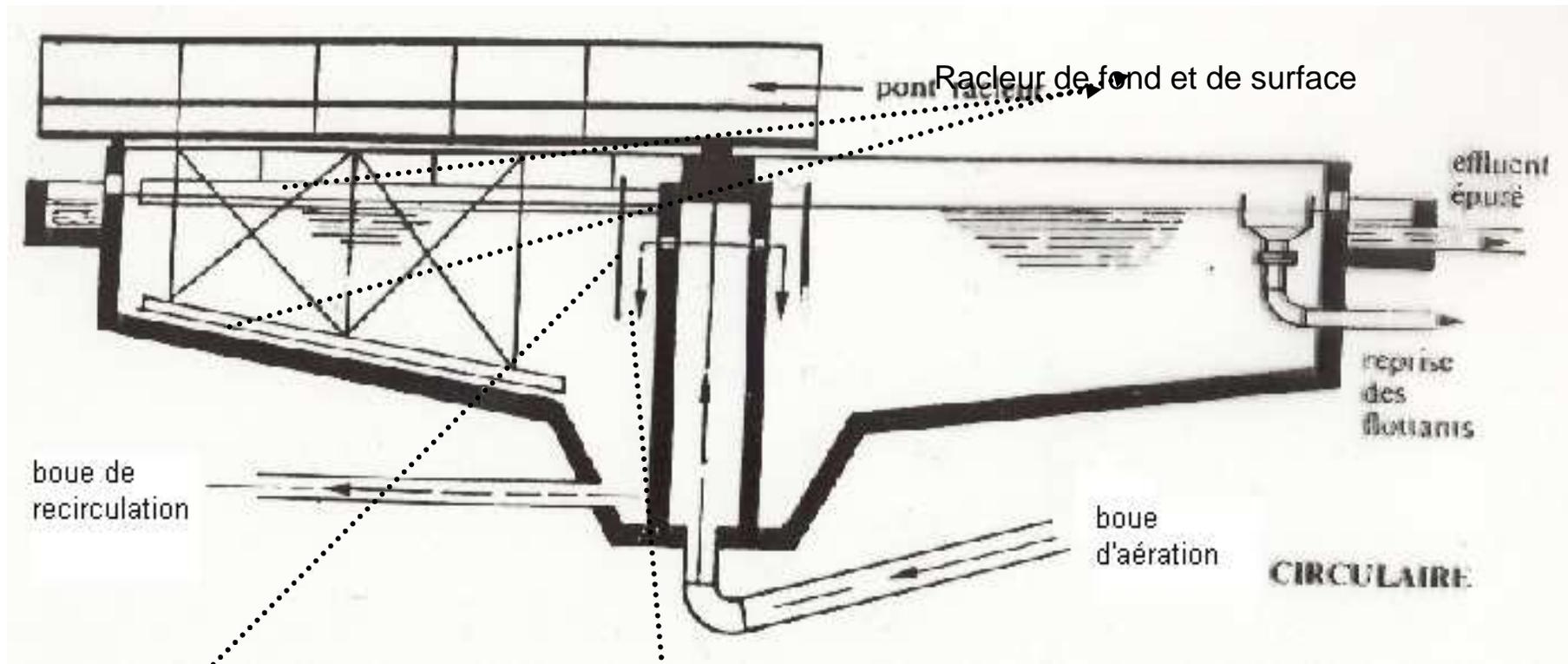
Les plus fréquents : bonne performance hydraulique



Cas d'un décanteur à flux horizontal



Cas d'un décanteur à flux vertical



Clifford

Surface, immersion du clifford,

Différence de hauteur entre ouïes et débouché clifford

# Définition de la vitesse ascensionnelle limite des ouvrages

---

## Paramètre clé

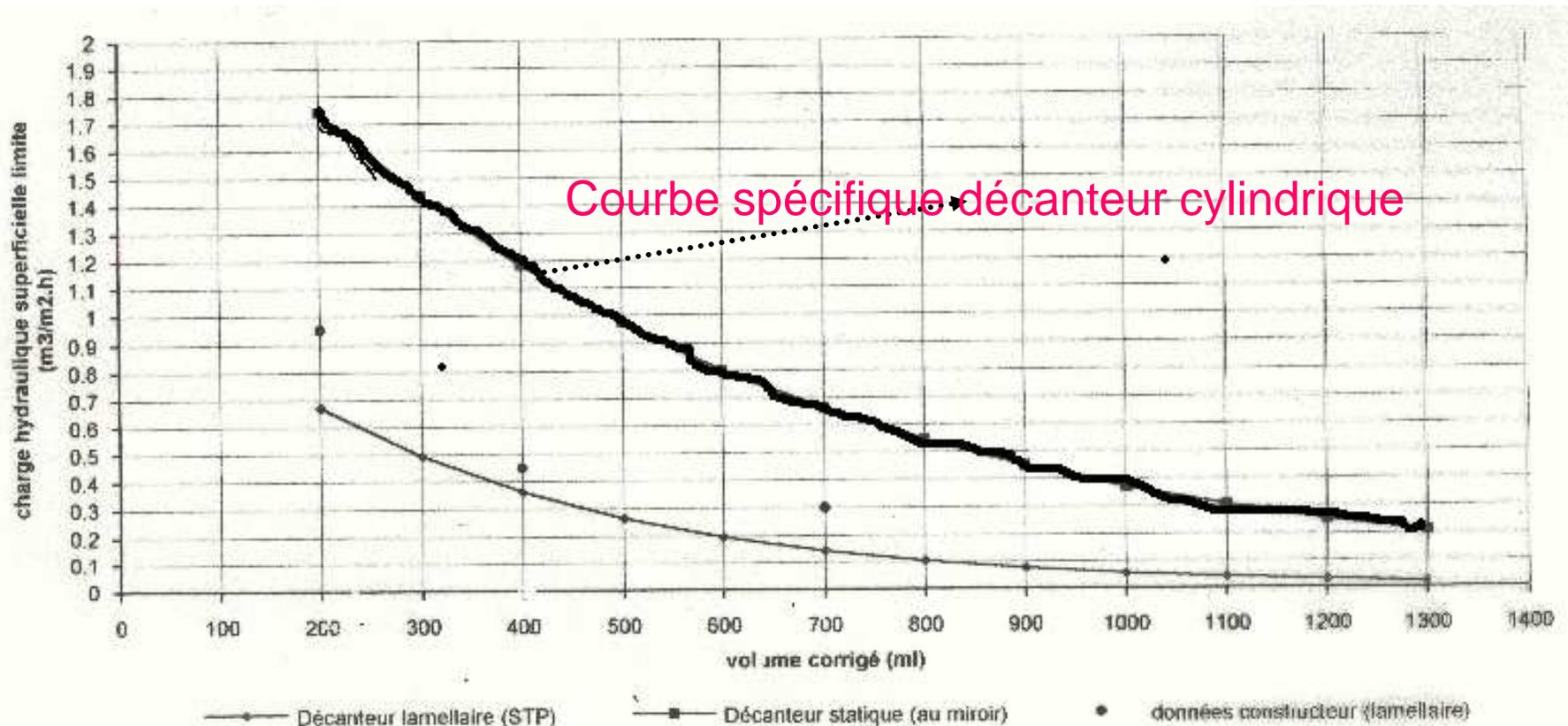
Elle dépend de la qualité de la boue ( $I_B$ ) et de sa concentration

On parlera de volume corrigé =  $I_B \times [\text{MES}]$

Avec la relation suivante :

---

# Charge hydraulique superficielle limite admissible dans un décanteur secondaire



\* Si pertes de boue observées lorsque le point ( $V_c$ ,  $V_a$ ) se trouve dans la zone inférieure de la courbe :

- problèmes d'efficacité de la recirculation (débit insuffisant)
- problèmes de conception (immersion trop importante du clifford...)
- Problèmes de dénitrification, de dégazage et d'anaérobiose.

\* Si pertes de boue observées lorsque le point ( $V_c$ ,  $V_a$ ) se trouve dans la zone supérieure de la courbe

- La vitesse ascensionnelle limite est dépassée :
    - un débit entrant sur l'ouvrage trop important (poste de relèvement: hauteur manométrique, etc...)
    - un volume corrigé plus élevé et différent du dimensionnement
-

## Dimensionnement

La surface du décanteur est calculée à partir de la charge hydraulique superficielle limite en tenant compte de la profondeur nécessaire de l'ouvrage.

La profondeur intervient uniquement sur l'épaississement et le stockage des boues.

## - Données de base :

- [MES] maximale de boues activées
- Indice de boue de référence
- Débit de pointe

## Détermination de la surface du clarificateur

- Calcul du volume corrigé
- Détermination de la vitesse ascensionnelle limite à partir de la courbe
- Calcul de la surface du décanteur

$$S = \frac{Q_p}{V_{asc\ limite}}$$

## Exemple de dimensionnement:

Station = 5 500 éq.hab.

Q pointe TP = Q pompe relèvement = 96 m<sup>3</sup>/h

Volume corrigé retenu : 800 pour

[MES] = 4 g/l et lb de 200

Soit une vitesse ascensionnelle limite:

$$= 2,56 e^{-0,00193xVc}$$

$$= 0,55 \text{ m/h ou m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

Surface utile de l'ouvrage:  $96/0,55 = 175 \text{ m}^2$

---

## Fonctionnement de l'ouvrage:

Station = 5 500 éq.hab. Q pointe TP = Q pompe relèvement = 96 m <sup>3</sup> /h Surface de l'ouvrage: 175 m <sup>2</sup>				
	C <sub>B</sub> (g/l )	I <sub>B</sub> (ml/g )	V <sub>asc. limite</sub> (m <sup>3</sup> .m <sup>2</sup> .h)	Débit admissible Sans perte de boue
Situation 1 (classique)	4	150	0,8	140 m <sup>3</sup> /h
Situation 2 (mauvaise exploitation)	8	150	0,25	44 m <sup>3</sup> /h
Situation 3 (Problèmes biologiques)	4	250	0,37	65 m <sup>3</sup> /h

# Choix de la vitesse ascensionnelle limite

## Valeur en MES

La concentration en MES est fonction :

- Du domaine de charge

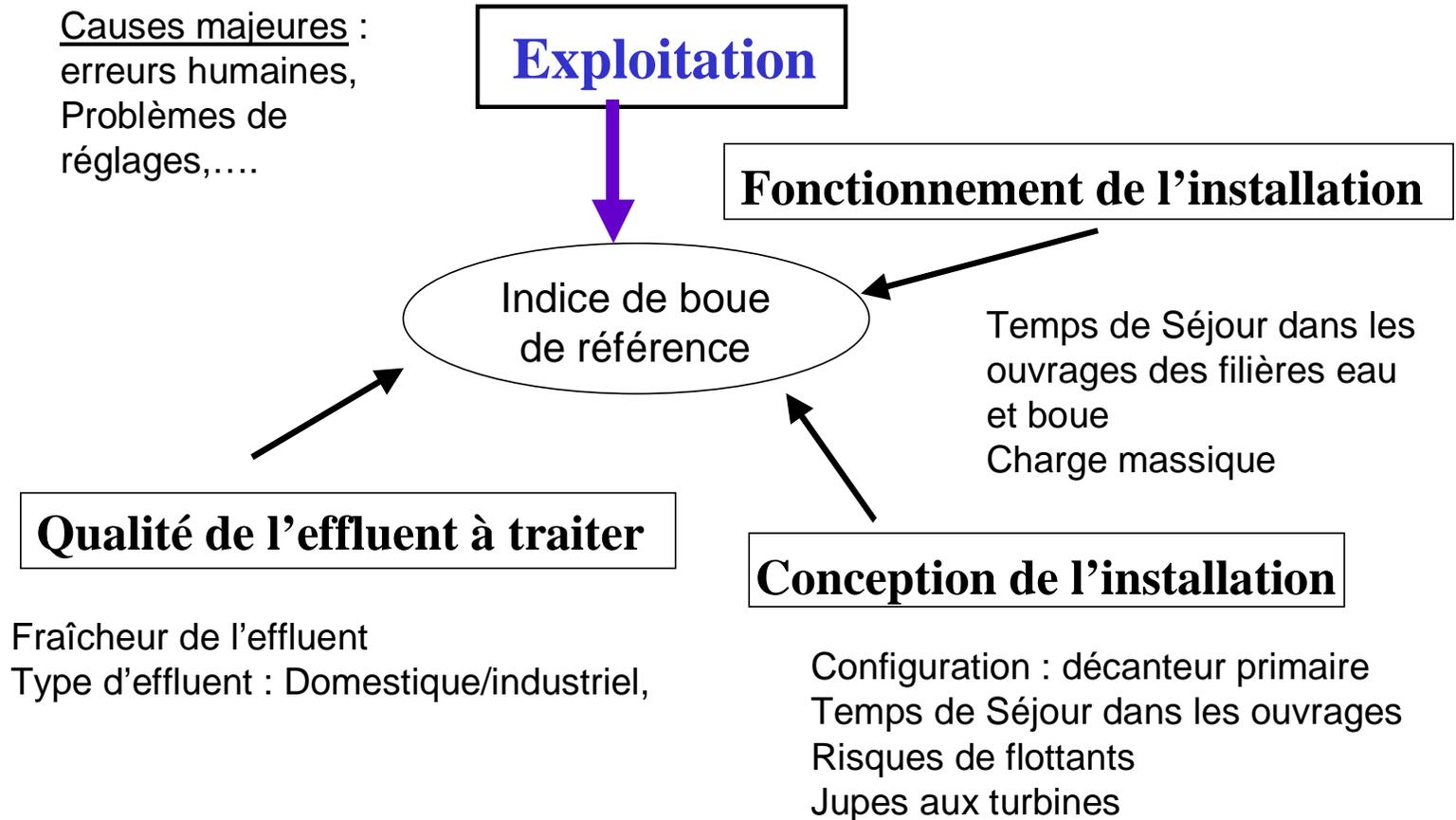
	<b>Aération Prolongée</b>	<b>Faible Charge</b>	<b>Moyenne Charge</b>	<b>Forte Charge</b>
<b>Concentration en MES maximale du BA (g.L<sup>-1</sup>)</b>	4,5	4	3	2

- De la variation tolérée avant l'extraction (cas des extractions irrégulières)
- De l'épaississement limite afin d'éviter l'engorgement du clarificateur
- De la déphosphatation physico-chimique

## Valeur en Indice de Boue

Pour des eaux brutes de type domestique normalement concentrées, on retiendra des IB de référence en fonction du domaine de charge :

Type de traitement	Carbone				Azote	Phosphore	
	Aération prolongée	Faible charge	Moyenne charge	Forte charge	Nitrif. / dénitrif.	Physico-chimique	Combiné
Indice de Boue de référence (en mL.g <sup>-1</sup> )	150		100	70	150	110	



<b>Principaux critères affectant l'IB</b>		<b>Par rapport à l'IB de référence</b>
Caractérisation des eaux à traiter	• Effluents industriels : substrat, déséquilibre en nutriments...	+ 50
	Exception Laiteries,...	+ 150
	• Septicité des effluents (réseaux, retours filière boues)	+ 50
	• Dilution des eaux usées	+ 50
	• Variation de charges saisonnières	+ 50 à +100
Conception de l'installation	Présence d'un décanteur Primaire Risques de dépôts ou flottants	+ 50
Gestion des boues - Exploitation	Temps passé insuffisant Erreurs humaines	+ 50

## D'autres paramètres peuvent influencer le bon fonctionnement de l'ouvrage :

- La concentration en gaz dissous ( $O_2$ ,  $N_2$ )
- L'entraînement d'air en sortie du BA
- Le temps de séjour de la boue
- La concentration en nitrates

- Profondeur des décanteurs secondaires:  
**de l'ordre de 2 m à 2,50 m pour permettre:**

	<b>Différentes hauteurs</b>	<b>Déc. à flux vertical et horizontal</b>
1)	Zone eau clarifiée	0.50 m
2)	Zone de décantation ou sédimentation	0.8 à 1.0 m
3)	Zone d'épaississement	$(C_{BA} \times l) / 1000$
4)	Optionnel: Zone de stockage (pointes hydrauliques) et de reprise des boues	$(\Delta C \cdot V_{BA} \cdot l) / 1000 \cdot S$ réseaux unitaires uniquement

- **Facteur d'épaississement (f)**
- Il est principalement fonction :
  - de la qualité de la boue
  - de la recirculation

$f_{\text{ép}} = (C_r/C_e)$  : rapport de la concentration des boues recirculées sur la concentration de la liqueur à l'entrée du décanteur

Exemple:  $[BA] = 4 \text{ g/l}$      $[BR] = 8 \text{ g/l}$

D'où  $f_{\text{épaiss.}}$  du clarificateur =  $2 = 8/4$

- **Taux de recirculation (Tr)**
  - Rapport du débit recirculé sur le débit à l'entrée du décanteur ( $Q_r/Q_e = Tr$ )
  - Taux de recirculation le plus courant : 100 à 150 % (pour un fonctionnement correct de l'installation)
    - Avec 150 % pour le QPTS et 100 % pour le QPTP ( + un secours)
  - Recirculation
    - trop forte  $\Rightarrow$  décantation imparfaite,  
entraînement de fines,  
turbulences dans le décanteur
    - trop faible voir arrêt  $\Rightarrow$  dénitrification  
ou fermentation dans le décanteur  
avec des risques élevés de bactéries  
filamenteuses
-

- Situé à proximité du décanteur – Dimensionné sur le débit de pointe nominal de la station
- Risque important de colmatage – mais problème minimisé si :
  - Les vitesses dans les conduits sont supérieures à 1 m/s
  - Le nombre de coudes est réduit
  - Le diamètre des conduites est supérieur à 150 mm
- Dispositif de secours indispensable

- **A l' équilibre hydraulique**

Etat correspondant à un niveau relativement stable du voile de boue dans le clarificateur

- Il est vérifié par la relation exprimant la conservation des flux de matière transitant dans le système :

$$(Q_e + Q_r)C_e = Q_r C_r + Q_e C_s$$

**Soit la relation suivante:  $f_{\text{ép}} = 1 + 1/Tr$  (avec  $Q_e C_s \approx 0$ )**

Si  $Tr = 1$  soit 100 % de recirculation :  $Q_r = Q_e$  donc  $f_{\text{ép}} = 2$   
 $\Rightarrow [BR] = 2 \times [BA]$

Si  $Tr = 1,5$  soit 150 % de recirculation :  $Q_r = 1,5 \times Q_e$  donc  $f_{\text{ép}} = 1,67$   
 $\Rightarrow [BR] = 1,67 \times [BA]$

- **Détermination de la concentration limite des boues de recirculation (Cr) en fonction de l'Ib**

$$[BR] \text{ limite} = 1000(Ib < 200) \text{ ou } 1200(Ib > 200)/IB$$

Ordres de grandeur:

- °  $Ib < 100 \text{ ml/g} \Rightarrow Cr > 10 \text{ g/l (maxi)}$
  - °  $100 < Ib < 200 \Rightarrow 5 < Cr < 10 \text{ g/l}$
  - °  $Ib > 200 \Rightarrow Cr < 5 \text{ g/l}$
-

# Clifford:

Dimensionnement important:

Doit tenir compte du débit d'entrée et du débit recirculé ( $Q_e + Q_r$ ).

Vitesse < à 2,5 cm/sec. Soit 90 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h

Immersion à respecter ( éloignement des ouïes)

Horizontalité du débouché du clifford

# Dégazeur

**Ouvrage indispensable** compte tenu:

- de la sur aération de la boue,
- des bassins d'aération de plus en plus profonds : azote gazeux élevé et du champ de bulles proche de la sortie du réacteur.
- du dénivelé entre le bassin d'aération et le clarificateur.

**Rôle:**

- Dissipation de l'énergie,
- dégazer
- piégeage des flottants.



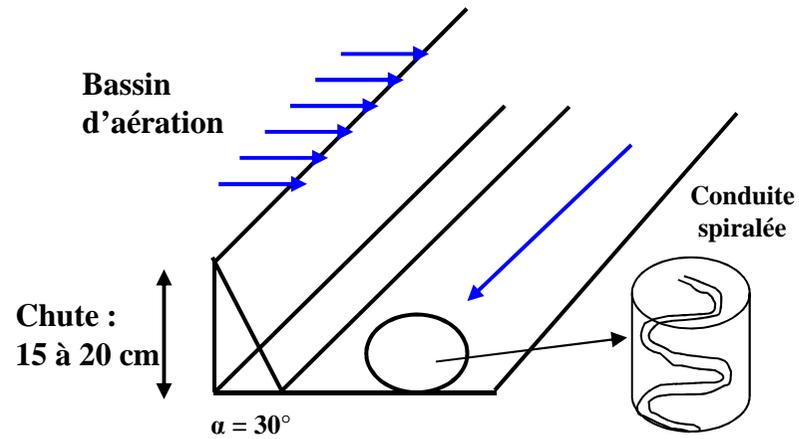
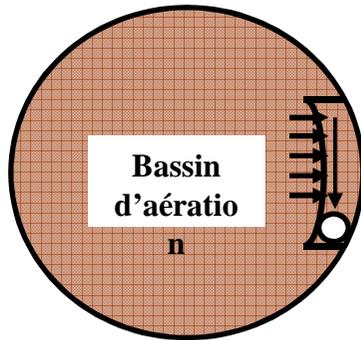
- ⊕ **Conception : 1 , 2 ou 3 zones**
- ⊕ **Formes : cylindrique, rectangulaire, triangulaire...**
- ⊕ **Équipements: système de raclage, aspersion**

## Éléments clefs de conception:

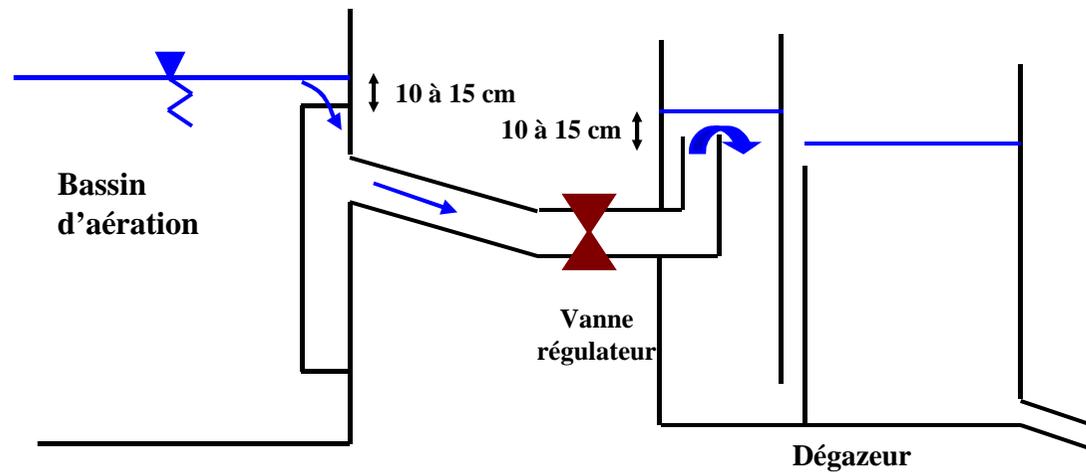
### Amont du dégazeur (bassin d'aération):

- Eviter les conduites de transfert type siphon (bouchons d'air)
- Pas de cloison siphonoïde
- Si dénivellé important, essayer déjà de dégazer dans la goulotte.
- Prévoir un plan incliné de 30 °

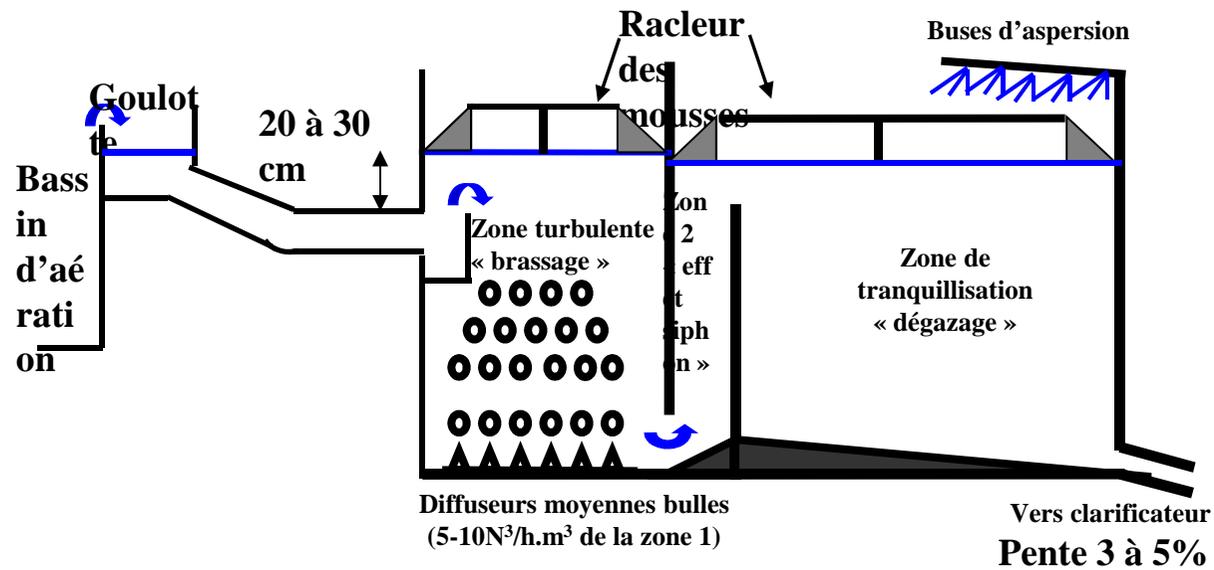




**Luxe:**



- Mise à l'air indispensable
- Effet siphon pour favoriser la remontée des bulles.
- Rabattage des mousses par aspersion (déstabilisation du floc) et raclage des flottants avec évacuation vers la filière boue.



### Aval du dégazeur :

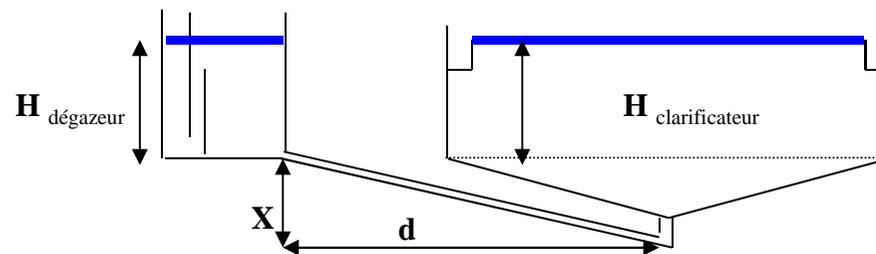
- Conduite de connexion : pente positive de 3 à 5 % pour faciliter la remontée des bulles vers le dégazeur.

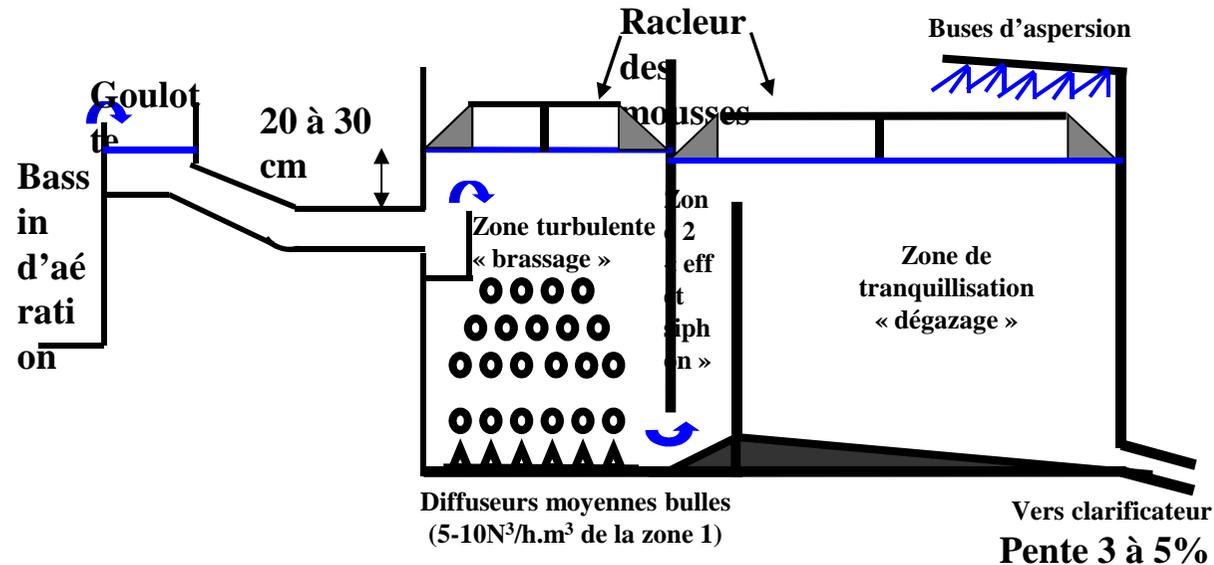
- Présents d'évents avec possibilité d'entretien pour les cliffords immergés.

- Vitesse: Sorties d'ouïes: < à 0,3 m /s et sortie jupe : < à 2,5 cm/s

- Hauteur entre sortie d'ouïe et extrémité jupe suffisante pour respecter les

-b gammes de vitesses.





**Volume: Zone 1 : 1/3 du volume total et zone 2: 2/3 du volume total**

\* **Hauteur max en eau du dégazeur (profondeur):** fonction de la distance entre le dégazeur et le centre du clarificateur, de la profondeur au centre du clarificateur et du respect d'une pente inférieure à 5 %.

\* **Zone de tranquillisation:** fonction d'un temps de séjour suffisant pour permettre la remontée des bulles (vitesse de 2 cm/s)

\* **Zone turbulente:** 1/3 du volume total soit la moitié de la zone de tranquillisation. Un débit d'air injecté de 5 à 10 Nm<sup>3</sup> d'air par heure et par m<sup>3</sup> de zone turbulente à agiter.

\* **Zone intermédiaire:** La vitesse d'écoulement ne doit pas dépasser 1 m/sec.

## Origines possible du dysfonctionnement

- Interprétation du test en éprouvette
  - ✓ Problèmes de densité
  - ✓ Problèmes de floculation
  - ✓ Problèmes de compaction
- Inadaptation des organes de relèvement
- Gestion non rationnelle de la masse de boue
- Sous dimensionnement – conception défectueuse du décanteur secondaire
- Prolifération de bactéries filamenteuses
- Taux de recirculation de la boue trop faible
- Anoxie - dénitrification

# ANNEXES

---

## Recommandations techniques supplémentaires

- Equipement et génie civil

- Qualité du revêtement intérieur

Rugosités  $\Rightarrow$  rétention de paquets de boues évoluant vers l'anaérobiose, ce qui entraîne leur remontée

- Pente :  $> 45^\circ$ ,  $50^\circ$  pour les décanteurs coniques

# Dispositif d'alimentation du décanteur ou clifford

---

- **Fonction** répartir uniformément le flux de liqueur aérée et dissiper au maximum l'énergie produite lors du transfert boue activée-décanteur
  - **Surface** de l'ordre de 1 m<sup>2</sup> par tranche de 1000 éq.hab.
  - **Vitesse maximale de passage** : < 2.5 cm/s (recirculation incluse)
  - **Base du clifford** : horizontale afin de réduire les turbulences (voile de boue plus agité sur un rayon de 1 à 1.5 m autour du clifford)
  - **Immersion** :
    - Déc. coniques : entre la moitié et le tiers inférieur de la profondeur
    - Déc. cylindriques : ne pas descendre en dessous de la moitié de la hauteur
    - Dans tous les cas : orifice inférieur du clifford pas à moins d'un mètre du fond du décanteur
    - Minimum de 1 m libre entre le débouché des boues et la reprise de la recirculation (sans tenir compte d'un éventuel puits à boues)
-

- Racleur de fond et récupération des flottants (mise en place d'une large trémie)  
Destination des flottants éviter les retours en tête de station
- Immobilisation possible du racleur dans les pays froids (gel)
- Existence de système à commande centrale permettant d'éviter ces phénomènes  
Problème : équipement lourd et onéreux
- Rotation complète en  $\frac{1}{4}$  heures (turbulences au fond de l'ouvrage évitées)

# Lame déversante et goulotte de récupération

---

- Goulotte extérieur de préférence (protection par lame siphonide)
- Auto-nettoyage de la goulotte (balai sur le pont racleur) :
- Vitesse d'approche sur la lame déversante :  $\approx 10$  cm/s
- Cas des décanteurs à flux horizontal : la goulotte doit se situer quelques mètres à l'aval (écoulement des boues le long des parois) – Ne pas dépasser  $10 \text{ m}^3$  par mètre linéaire de surverse

### Utilisation de l' $I_B$ :

Pour l'évaluation et le dimensionnement des **performances des décanteurs secondaires.**

Pour la **gestion des boues si l' $I_b$  est stable.**

### Si l'indice est stable :

- élaboration d'une courbe d'étalonnage :
- tests de décantation en éprouvette à différentes concentrations (100 < VD 30' < 250 ml)
- traçage de la courbe d'étalonnage de la boue (calcul de l' $I_b$ ).
- vérification de la stabilité de l' $I_b$
- détermination de l'intervalle de concentration correspondant à un fonctionnement correcte de l'installation .

La courbe permet de calculer immédiatement la concentration en boue à partir du VD30' obtenu (en tenant compte du facteur de dilution retenu pour ce test).

$$I_B = \frac{VD_{30'}}{[MES]}$$

### Exemple :

$l_b = 150 \text{ ml/g}$  (valeur stable)

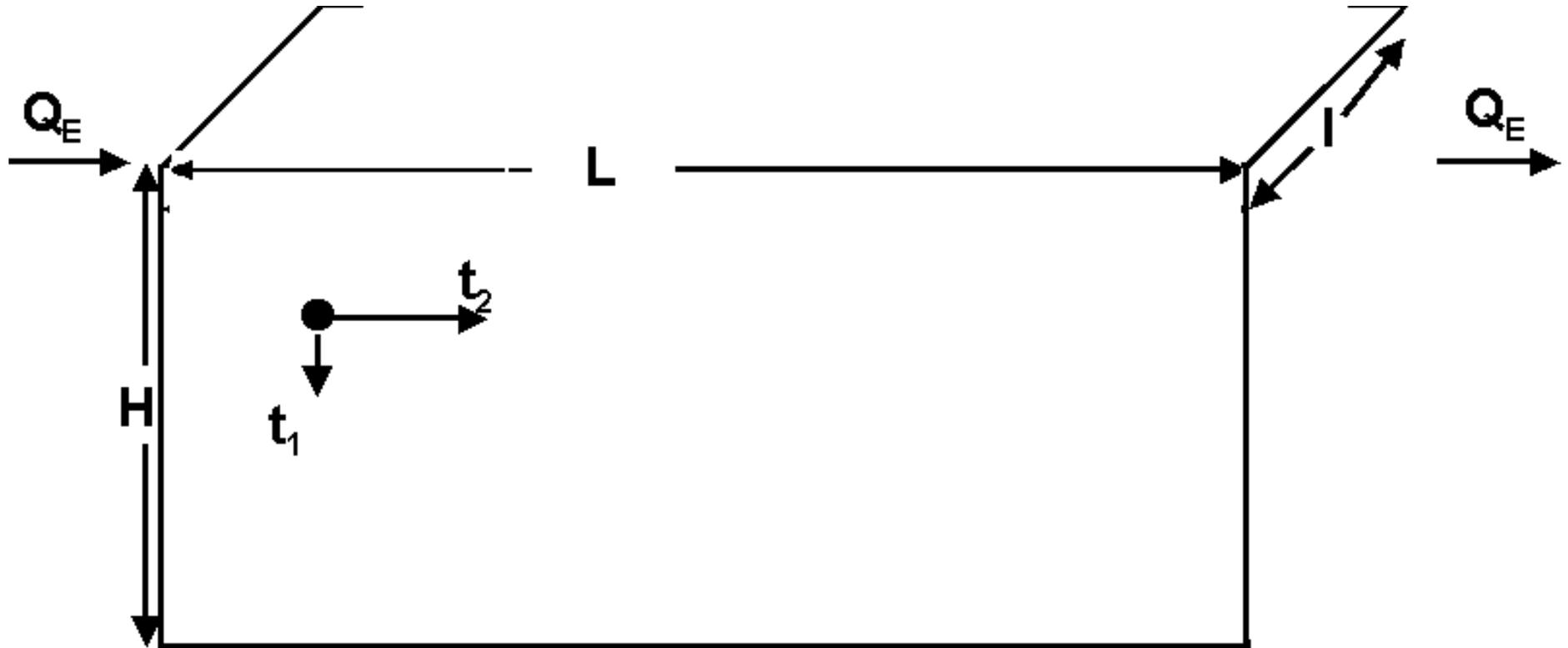
$VD_{30'} = 220 \text{ ml}$  après dilution au 5<sup>ème</sup>

$$C = 5 \times (220/150) = 7,3 \text{ g/l}$$

Possibilité de déterminer facilement l'extraction de boue et de contrôler si la masse extraite a été correcte.

## L'observation microscopique

- permet d'apprécier la structure particulière du floc (forme, grosseur, distribution)
- permet de rechercher les protozoaires, métazoaires = prédateurs des bactéries
- observations des filaments
- les associations entre les différentes espèces d'une boue révèlent le fonctionnement du traitement biologique



$$t_1 < t_2$$

$$t_1 = \frac{H}{v_s}$$

$v_s$  = vitesse de chute d'une particule

$$t_2 = \frac{L}{v_L}$$

$v_L$  = vitesse horizontale du liquide

$$v_L = \frac{Q}{H \times l}$$

$$t_1 < t_2 \quad \frac{H}{v_s} < \frac{L}{v_L} \quad \frac{H}{v_s} < \frac{L \cdot H \cdot l}{Q} \quad HQ < v_s L \cdot H \cdot l \quad v_s > \frac{Q}{L \cdot l} > \frac{Q}{S}$$

$v_s > \frac{Q}{S}$  appelé charge hydraulique superficielle  
 $m^3/m^2 \cdot h$  ou vitesse ascensionnelle

Si pertes de boue :

A – Au dessus de la courbe → dépassement de la vitesse ascensionnelle limite

### MES et $I_B$

<b>Matières en suspension</b>	<b>Indice de boue</b>
<p>➤ Mauvaise gestion de la masse de boue</p> <p><u>Conséquences</u> :</p> <p><math>C_m</math></p> <p><math>O_2 \rightarrow</math> fermentation, soufre réduit</p>	<p>➤ Aspects qualitatifs composition et l'équilibre</p> <p>➤ Aspects quantitatifs : faible <math>C_m</math></p> <p>➤ Aération et période d'arrêt (&lt; à 2 h)</p> <p>➤ Brassage</p> <p>➤ Flottants : facteurs mécaniques :  dénivellé BA / clarificateur  jupes autour des turbines  (démonter ou à raccourcir)</p> <p>➤ Mauvaise gestion de la filière boue  (S réduit)</p>

B – En dessous de la courbe → problèmes de conception et de réglages

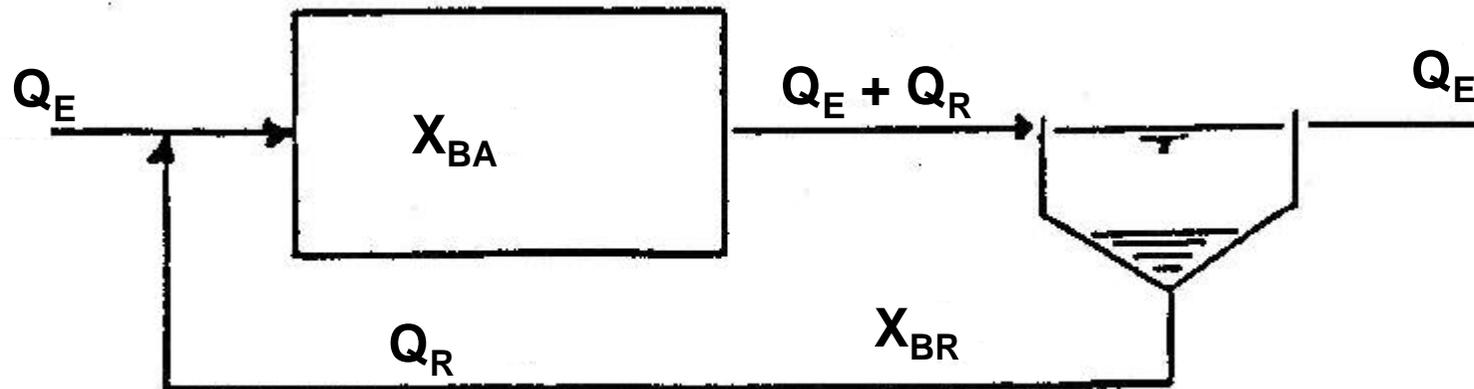
Problèmes de conception	Problèmes de réglage
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>Hydraulique</b> Mauvais dimensionnement des pompes d'alimentation (hauteur de relèvement)</li><li>➤ <b>Clarificateur</b> Clifford (immersion, vitesse) Horizontalité de l'ouvrage Profondeur (&lt; à 2 m en périphérie)</li><li>➤ <b>Absence de dégazage</b> Dénivelé important entre BA/clarificateur Minimiser les entraînements de gaz en sortie BA</li><li>➤ <b>Génie civil</b> Rugosité des parois</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ dénitrification</li><li>➤ petits ouvrages : recirculation syncopée</li></ul>

# La recirculation de boue

## •Triple fonction

- Maintenir une concentration donnée en boue dans le bassin d'aération
- Concentrer la boue au niveau du clarificateur
- Le temps de séjour des boues est plus élevée que le temps de séjour de l'eau

Le taux de recirculation peut-être établi à partir du bilan des matières en condition d'équilibre



**Entrée des boues  
dans le clarificateur**

=

**Sortie des boues  
du clarificateur**

$$(Q_E + Q_R) \cdot X_{BA} = Q_R \cdot X_{BR}$$

Où :

$Q_E$  = débit d'entrée

$Q_R$  = débit de recirculation

$X_{BA}$  = concentration de boues dans le bassin d'aération

$X_{BR}$  = concentration de boues dans la recirculation

**Entrée des boues  
dans le clarificateur**

=

**Sortie des boues  
du clarificateur**

$$(Q_E + Q_R) \cdot X_{BA} = Q_R \cdot X_{BR}$$

$$Q_E \cdot X_{BA} + Q_R \cdot X_{BA} = Q_R \cdot X_{BR}$$

$$Q_E \cdot X_{BA} = Q_R \cdot X_{BR} - Q_R \cdot X_{BA}$$

$$Q_E \cdot X_{BA} = Q_R (X_{BR} - X_{BA})$$

$$\frac{X_{BA}}{X_{BR} - X_{BA}} = \frac{Q_R}{Q_E} = \text{taux de recirculation}$$

---

Cela donne :  $Q_R/Q_E = X_{BA}/(X_{BR} - X_{BA})$

$Q_R/Q = \text{taux de recirculation} = 100 \% = 4/8-4 =$   
 $150 \% \rightarrow X_{BR} = 6,66$

Facteur d'épaississement =  $f = 1 + 1/t$   
 $f = 2 \Rightarrow t = 100 \%$   
 $f = 1.67 \Rightarrow t = 150 \%$   
 $f = \frac{[X_{BR}]}{[X_{BA}]}$

$[X_{BR}] \text{ max} = 1000/l_B$

Meilleur compromis :

100 % sur  $Q_{PTP}$        $f = 2$   
150 % sur  $Q_{PTS}$        $f = 1,67$

- **Exemple**

Calculez les volumes des boues à extraire du clarificateur et du bassin d'aération (données comme ci-avant) pour maintenir un taux de boue constant :

- flux massique = 720 kg de DBO5 par jour
- PSB = 0,65 kg de MS/kg de DBO5 appliquée
- Concentration en MES du BA = 4 g/l
- Taux de recirculation = 150 %

■ **On trouve :**

Production journalière de boues = 468 kg MS/jour

Concentration boues de recirculation = 6,7 kg/m<sup>3</sup>

Volume à extraire

    Sur le bassin d'aération = 117 m<sup>3</sup>/j

    Sur la conduite de recirculation = 69 m<sup>3</sup>/j

---

- **Exemple**

Calculez le débit de recirculation (sur la pointe d'entrée) pour maintenir les concentrations suivantes :

Supposez :

- concentration de boues bassin d'aération : 4 kg MS/m<sup>3</sup>
- concentration des boues de recirculation : 8 kg MS/m<sup>3</sup>

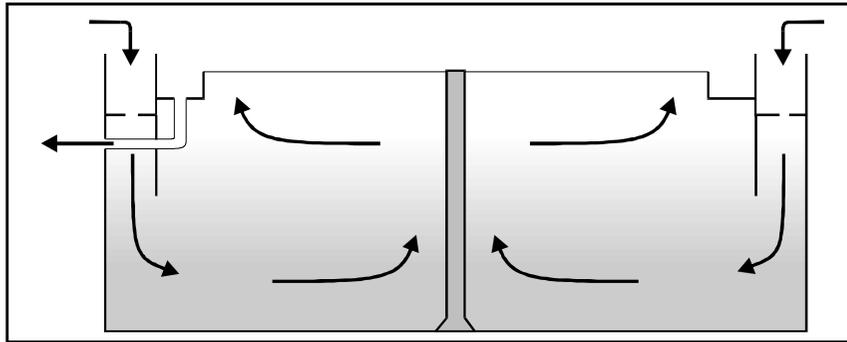
Rappel : Ville de 12000 Habitants

Rejet par habitant = 0,150 m<sup>3</sup>/jour

- **On trouve :**

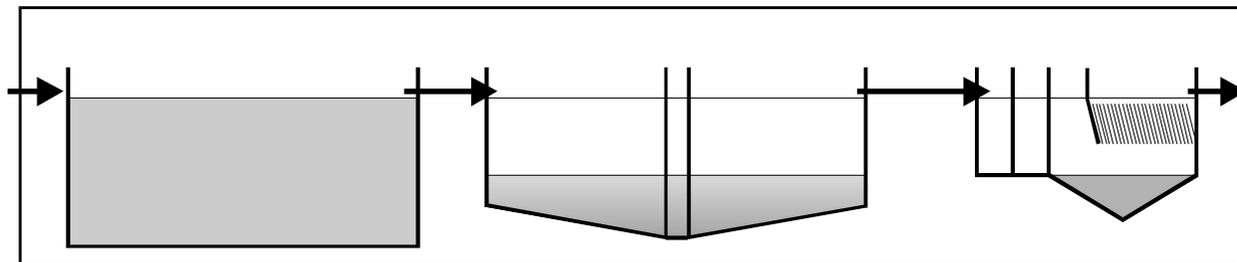
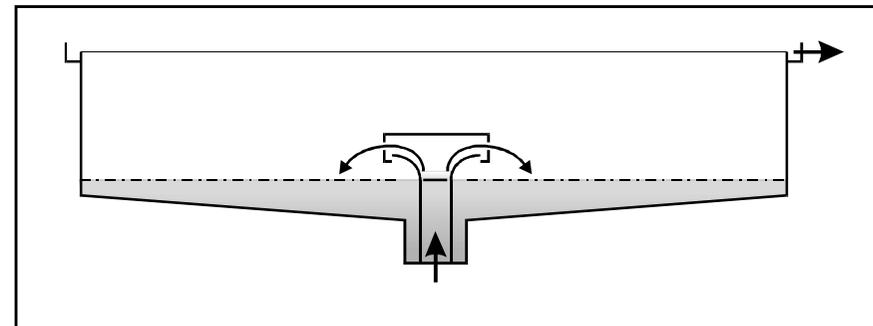
Taux de recirculation : $4/(8-4) =$	1 (100 %)
Débit journalier	1800 m <sup>3</sup> /j
Débit horaire moyen d'entrée	75 m <sup>3</sup> /h
Coefficient de pointe	2,05
débit horaire de pointe	$75 \times 2,05 = 153,75$ m <sup>3</sup> /h
Débit horaire de recirculation	153 m <sup>3</sup> /h

D'autres équipements ou configurations se développent



Tulipe coanda

Procédé Rimflo



Clarifloculateur

- **Fonction :**  
évite les turbulences à l'entrée  
du clarificateur

## **Autres informations:**

### - **décanteur cylindro-conique**

Pour les installations < 2000 éq.hab

Absence d'appareillages mécaniques (fond conique – pente de radier importante)

Recirculation : pompage en fond – pompe adjacente

Avantage : grand développement du déversoir de reprise de l'eau décantée (faible risque d'entraînement des boues)

Inconvénients :  
- exige une grande profondeur (pente importante)  
- réservé aux petites collectivités (↘ terrassement)

---

## \* Caractéristiques du décanteur à flux horizontal

Introduction de la boue à l'une des extrémités  $\Rightarrow$  favorise la composante horizontale du flux à l'entrée du décanteur : **temps T1 (atteinte du fond) < T2 ( temps de parcours entrée – sortie )**

Ouvrages parallélépipédiques	Ouvrages circulaires à fort diamètre (25 à 30 m)
Rapport longueur / profondeur < 10/1  <u>Optimum</u> : longueur de 30 à 40 m profondeur > 3,50 m	Rapport r / h > 5

## Caractéristiques du décanteur à flux longitudinal

Utilisés pour les grosses collectivités

Raclage :

- système de va et vient
- système de chaîne sans fin

Inconvénients: longueur réduite de la lame déversante

(vitesse élevée au niveau de la lame  
déversante d'où un entraînement des particules)

### \* Principales parties de l'ouvrage

- zone d'admission de la liqueur aérée dans l'ouvrage
- zone d'introduction dans la trémie
- fosse à boue
- bloc lamellaire (nature du matériau, angle d'inclinaison et écartement des plaques)
- dispositif de collecte des eaux clarifiées

## \* Avantages

Modules lamellaires inclinés  $\Rightarrow$  augmentation de la surface de décantation (STP) pour une plus faible emprise au sol.

Permet de traiter des débits plus importants pour une même emprise au sol.

Ouvrages plus compacts pour un même débit à traiter –Gain de place variable selon la capacité de l'installation (surface de la Zone d'introduction très pénalisante pour les petits ouvrages)

$\Rightarrow$  Gain moyen maxi = 4,8 pour 50 000 eq.hab et un Vc de 200 ml/l (1,8 pour 1000 eq.hab)

- **Cas des décanteurs à flux vertical et à flux horizontal**

décanteurs à flux horizontal : diminution de 30% sur la vitesse limite par rapport aux décanteurs verticaux

$$V_a \text{ limite} = Q \text{ pointe} / \text{surface au miroir}$$

- **Cas des décanteurs lamellaires**

$$V_a \text{ limite} = Q \text{ pointe} / \text{Surface au miroir ou STP}$$

---

A titre d'exemple, la variation de la concentration en MES du bassin d'aération va modifier la vitesse ascensionnelle limite de l'ouvrage :

Concentration en MES des boues du BA (g.L <sup>-1</sup> )	Indice de boue (mL.g <sup>-1</sup> )	Volume corrigé (mL.L <sup>-1</sup> )	Vitesse ascensionnelle limite (m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> ) donnée par le graphe	Gain en vitesse ascensionnelle (%)
<b>4.5</b>	<b>150</b>	<b>675</b>	<b>0.7</b> (valeur de dimensionnement)	
3 (- 33%)	150	450	1,07	+ 50
6 (+ 33%)		900	0.45	- 35

# Choix de la vitesse ascensionnelle limite

- **Cas des décanteurs à flux vertical : vitesse limite =  $2.56 e^{-1,93.10^{-3}.Vc}$**

Effluent /type de boues activées	Vol. corrigé	lb de réf. (ml/g)	[MES] Bassin aération (g/l)	Foisonnement	Sécuri. Supplément.*	Vit.asc. préconisée en m/h (STP)
Domestique / AP	<b>700</b>	200	4.5 / 3.5	Très fréquent 25 % des cas	-	<b>0.6</b>
Urbain / MC	<b>375</b>	120 à 150	3.5 / 2.5	Possible	-	<b>1.25</b>
Laiterie / AP	<b>1250</b>	250	6 / 5	Périodique	+	<b>0.25</b>
Abattoir / AP	<b>900</b>	150 à 180	6 / 5	Peu prononcé pour exploitat. correcte	+	<b>0.35</b>

\* Charges hydrauliques nominales rapidement dépassées

## Hauteur en eau totale à la périphérie pour les décanteurs raclés à flux vertical

---

- Pas inférieur à 2 m en réseau séparatif
- 2.5 m en réseau unitaire
- Sur profondeur : facteur sécurisant sur le plan hydraulique pour un débit de pointe de quelques heures  
(risque : temps de séjour de la boue)

**Profondeur minimal des décanteurs à flux horizontal :**  
3.5 m (pour une longueur optimale de 30 à 40 m)

- **Temps de séjour dans les décanteurs**

- Lié à la charge hydraulique superficielle limite

⇒ **Pour  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$  temps de séjour  $\approx 2$  heures (30 minutes en décantation lamellaire)**

\* Fonction du taux de recirculation. Compromis entre la nécessité d'un épaissement suffisant et le maintien en activité de la boue avant son retour dans le bassin d'aération