

Introduction des boues activées

- Principe
- Édifice biologique
- Facteurs déterminants du fonctionnement
- Mise en œuvre
 - bassin d'aération
 - clarificateur
- Conclusion types de boues activées

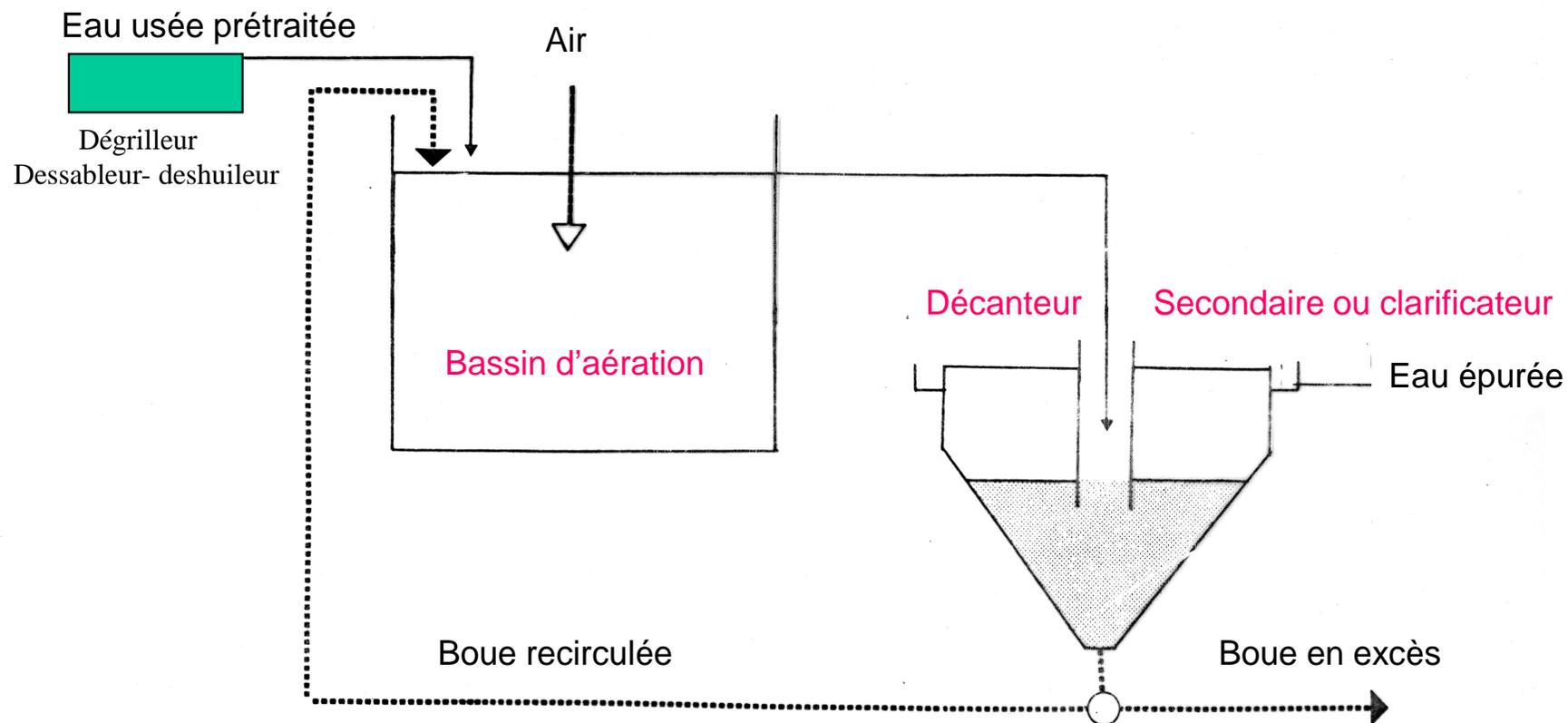


Schéma général du procédé
de traitement des eaux usées par boues activées

Transformation de la matière organique

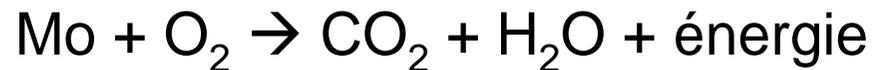
I – Métabolisme =

Catabolisme

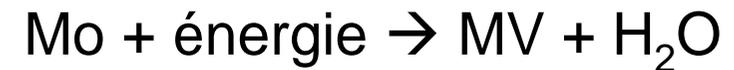
+

Anabolisme

production d'énergie



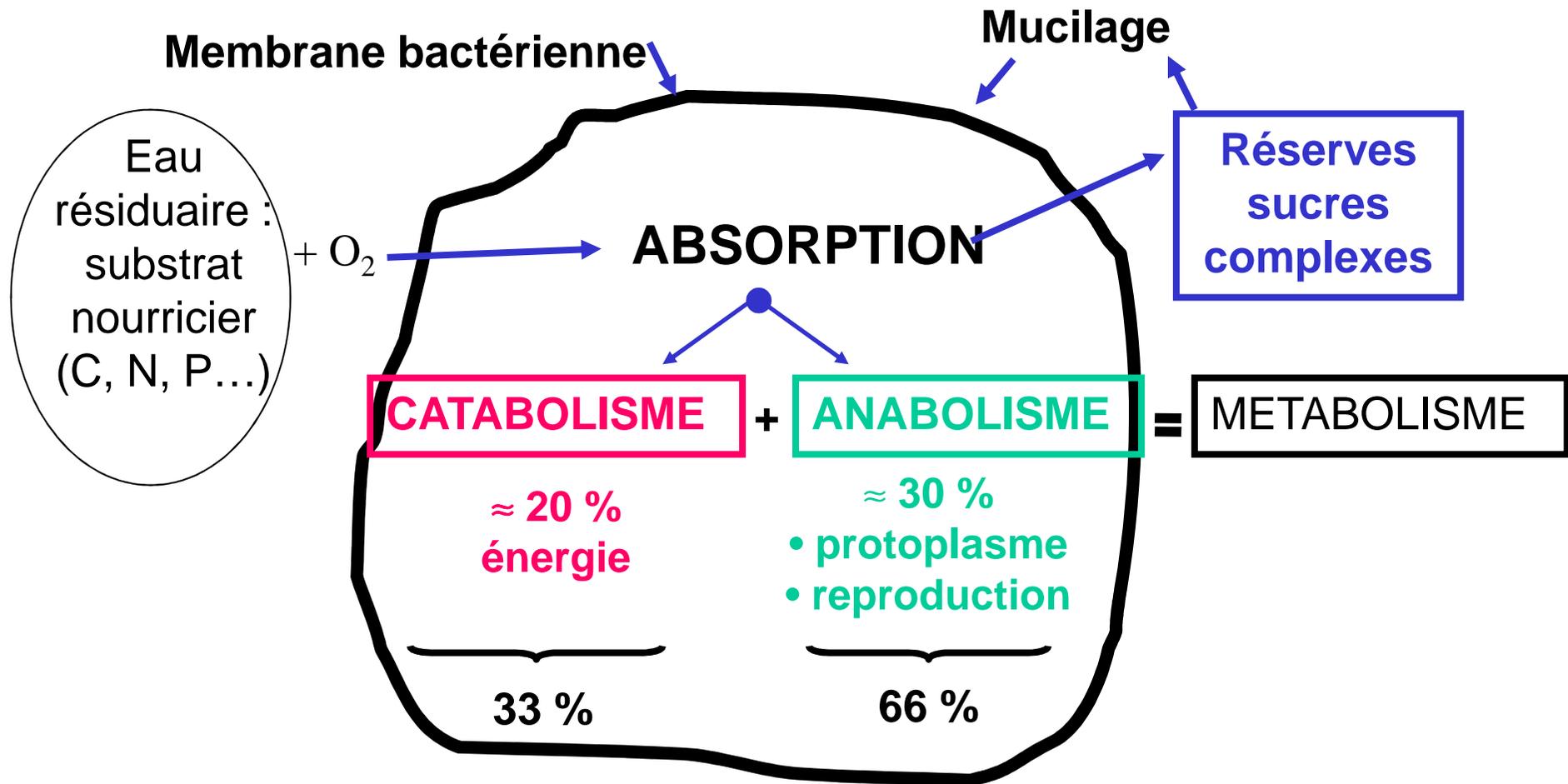
synthèse cellules



II – Minéralisation

Auto-oxydation ou Respiration endogène





Membrane bactérienne

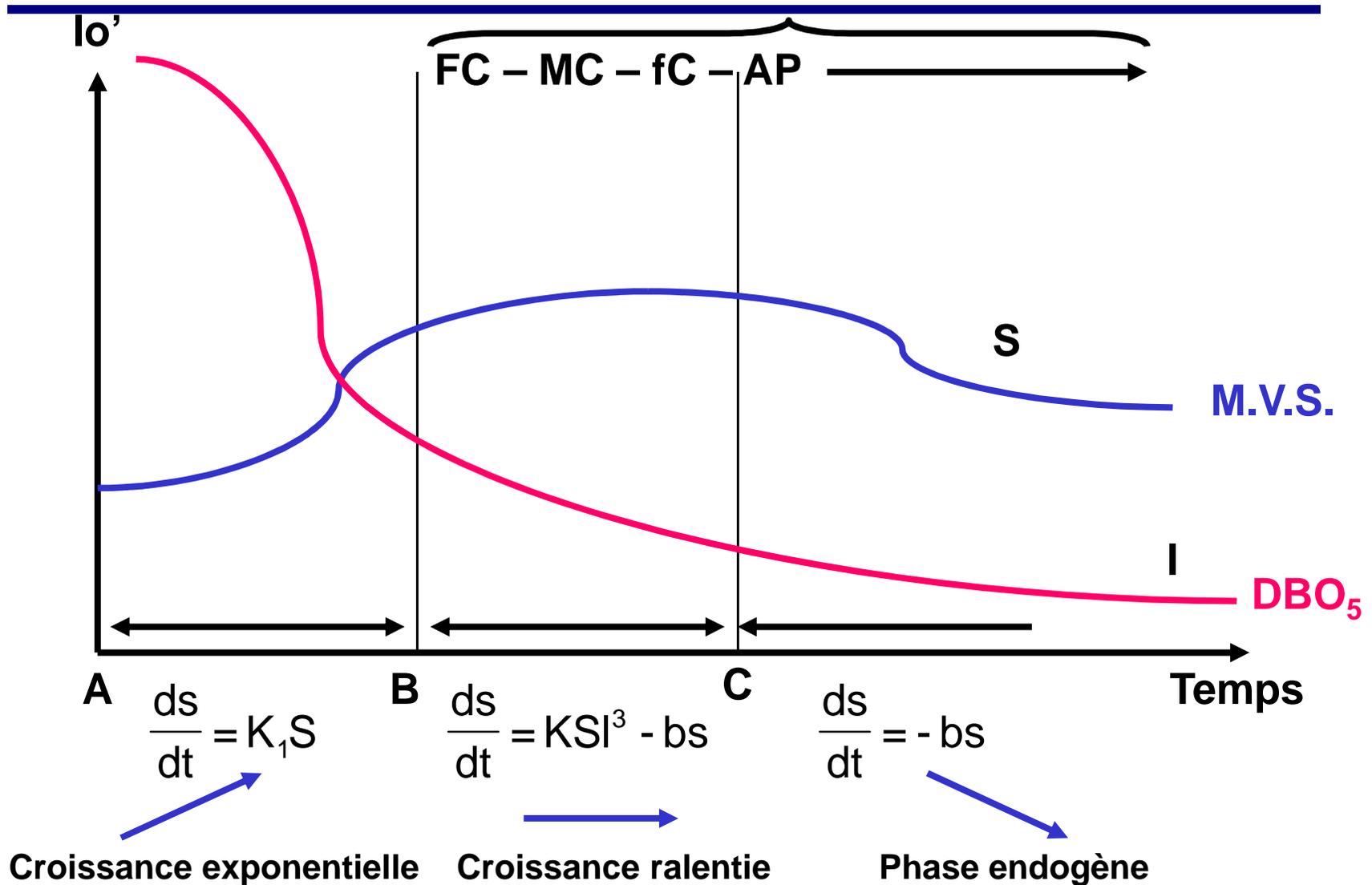
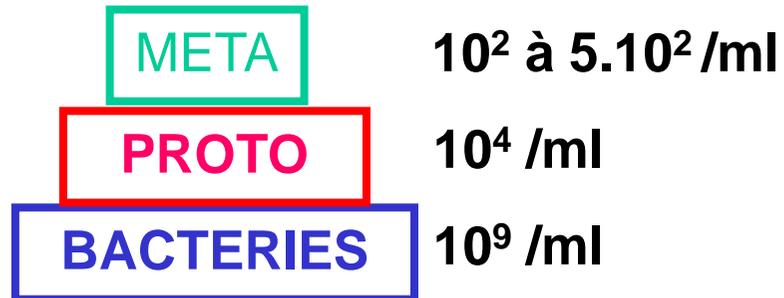
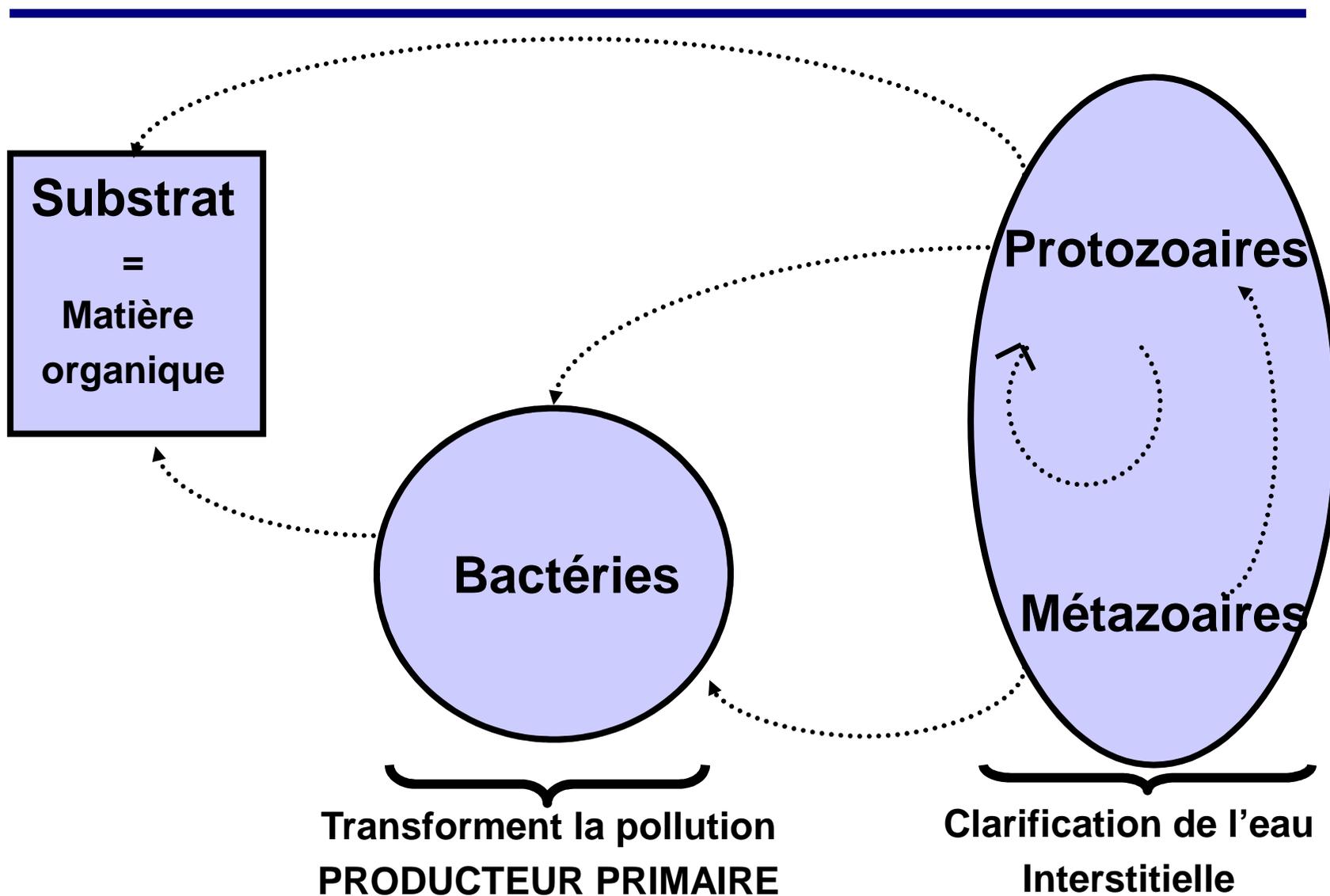


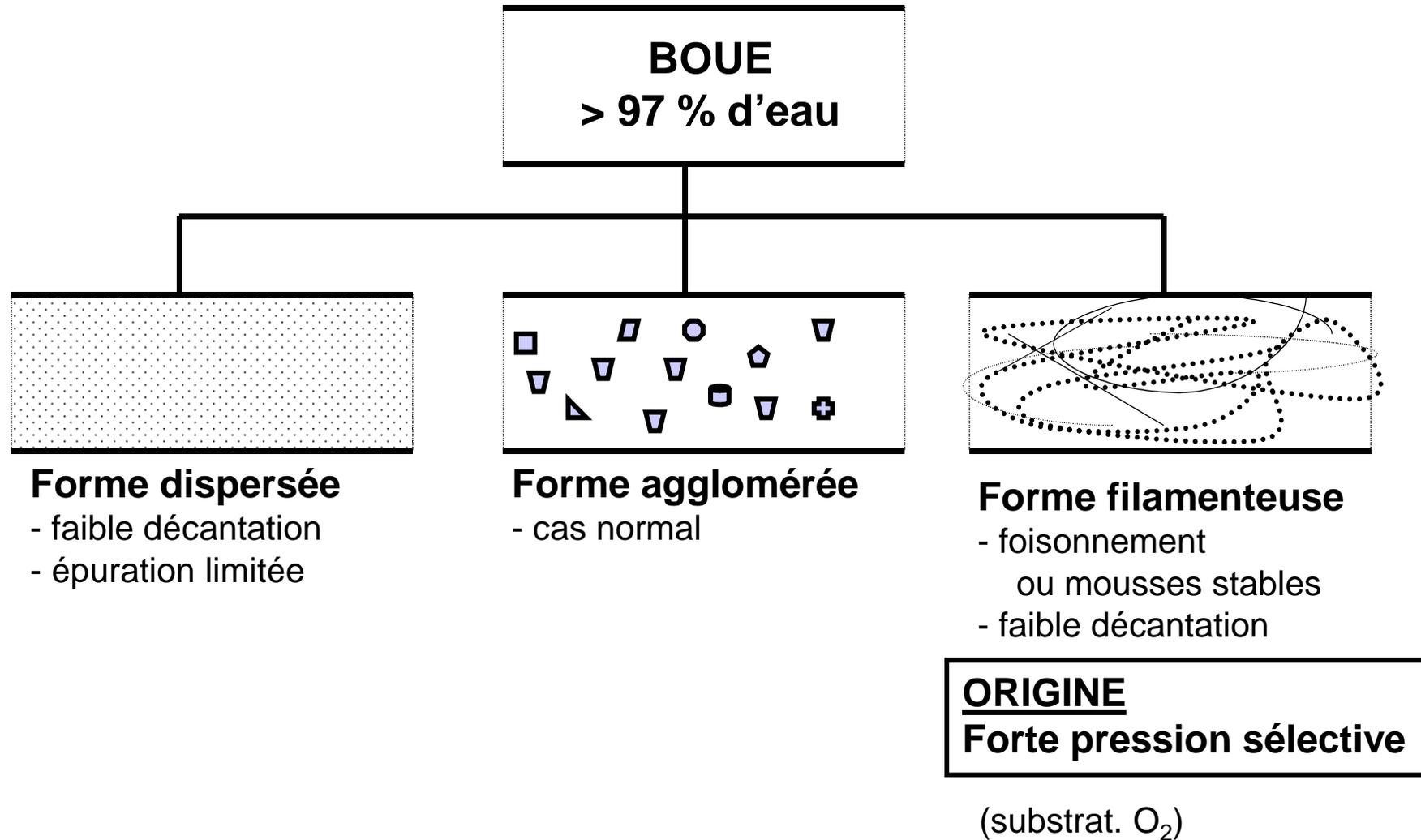
Schéma simplifié de la réduction de la pollution par les bactéries en fonction du temps



- **Bactéries :**
 - croissance floculée
 - croissance dispersée
 - croissance filamenteuse
 - **Protozoaires :**
 - flagellés
 - ciliés (70 % des proto)
 - actinopodes (amibes)
 - **Métazoaires :**
 - rotifères
 - nématodes
-



Dynamique des populations bactériennes dans les boues activées



- Bassin d'aération:
 - Dimensionnement du BA.
 - Aération.
 - Traitement de l'azote et du phosphore.

 - Clarificateur
-

Dépend des objectifs recherchés:

- La réglementation fixe le processus biologique et le domaine de charge (Aération prolongée – faible charge).

 - Le domaine de charge a des conséquences:
 - * sur l'âge de la culture (âge de la boue).
 - * le rendement de l'installation et donc la qualité des eaux de sortie.
 - * le degré de minéralisation de la boue (taux de MVS)
 - * et la production de boue (Production spécifique des boues: kg de MES / kg de DBO5 éliminée)..
-



Paramètre clé: Charge massique ou charge organique spécifique: Quantité de biomasse nécessaire pour traiter la pollution.

$$Cm (KgDBO5 / kgMVS.j) = \frac{[DBO_5] \times Qj (kg / j)}{[MVS] \times VolBA(kg MVS)}$$

ou

$$\text{Age de boue} = \frac{1}{Cm \times P_{SB}}$$

2 approches identiques : Cm ou âge de boue

Le réacteur biologique :

⇒ le volume dépend :

- de la quantité de boues nécessaire pour traiter la pollution donc de la C_m (donc de l'âge de la culture), et
- de la concentration des boues du réacteur (limite hydraulique du clarificateur).

Meilleur compromis pour BA-AP:

4 g/l \pm 0,5 ($C_m = 0,1$ et $T_s = 1$ j)

	Aération prolongée	Faible charge	Moyenne charge	Forte charge
Concentration en MES maximale du BA (g/l)	4,5	4	3	2

- Cv notion de temps de séjour

$$Cv (KgDBO5 / m^3BA.j) = \frac{[DBO_5] \times Qj (kg / j)}{VolumeBA(m^3)}$$

$$Volume / Débit = Ts (j) = \frac{[DBO_5] (kg / m^3)}{Cv (kg DBO_5 / m^3 .j)}$$

- $\frac{Cv}{Cm} = [MVS] = \frac{Cv (kg DBO_5 / m^3 .j)}{Cm (Kg DBO5 / kgMVS.j)}$

Méthodes des charges massiques

* on retient une charge massique (AP car P_{SB} faible, stabilisation des boues, traitement de l'azote, qualité de l'eau élevée)
= 0,1 kg de DBO_5 /kg de MVS.jour

* une charge de référence de X kg de DBO_5 à traiter

* d'où charge réf / Cm donne kg de boues

Puis des kg de boues / Concentration à maintenir dans le réacteur donne
Volume du réacteur.

Méthodes de l'âge de boue

Objectif: Maintenir un âge de boue suffisant pour maintenir une population donnée.
Cas des populations à taux de croissance faible: populations autotrophes.

A partir de l'âge de boue et de la production journalière (quantité de pollution et P_s de boue), on obtient la quantité de boue à maintenir dans le système.

Ordre de grandeur: Effet de la température sur l'âge de boue à partir de la formule suivante
: **âge de boue (jours) x température (°C) = 250.**

Exemple :

Calculez la quantité de boue puis le volume du bassin du bassin d'aération d'une station d'épuration type « aération prolongée » pour une ville de 12000 Equivalent hab.

On suppose :

- rejet par EH 0.060 kg DBO₅/jour
- charge massique 0.1 kg DBO₅/kg MVS.j
- concentration des boues activées 4 kg MES/m³
et 2.8 kg MVS/m³ (70% car A.P.)

On trouve :

- flux massique journalier
 $12\ 000 \times 0.060 = 720$ kg de DBO₅/jour
- quantité de boues dans le bassin
 $720 / 0.1 = 7.200$ kg MVS ou 10285 kg MES (7200 / 0.07)
- volume du bassin
 $7.200 / 2.8 = 2571$ m³ (ou 10285/4)

Méthode des âges de boue

Exemple :

Calculez la quantité de boues dans le bassin d'aération d'une station d'aération prolongée pour une ville de 12000 hab. sous deux climats différents (15°C et 25°C). Puis calculez la charge massique et le volume du réacteur avec :

- flux massique à traiter : 720 kg DBO₅/jr
- $P_{SB} = 0,65$ kg de MES/ kg de DBO₅ appliquée
- MES dans le réacteur biologique = 4 g/l
- Taux de MVS des boues = 70 %

On trouve :

Température	15°C	25°C
Age de boue	16,6 jours (250/15)	10 jours (250/25)
Flux massique	720 kg de DBO ₅ /jour (12000 X 0,06)	
Production de boue	720 X 0,65 = 468 kg de MES/jour	
Quantité de boue	468 X 16,6 = 7769 kg MES	468 X 10 = 4680 kg MES
Charge massique Kg de DBO ₅ /kg MES.jr	720/7769 = 0,09	720/4680 = 0,15
Kg de DBO ₅ /Kg MVS.j (70 %)	0,13	0,21
Volume	1942 m ³	1170 m ³

Aération – Brassage :

Deux objectifs : - O₂ nécessaires aux microorganismes

- Puissance à mettre en œuvre pour éviter des dépôts

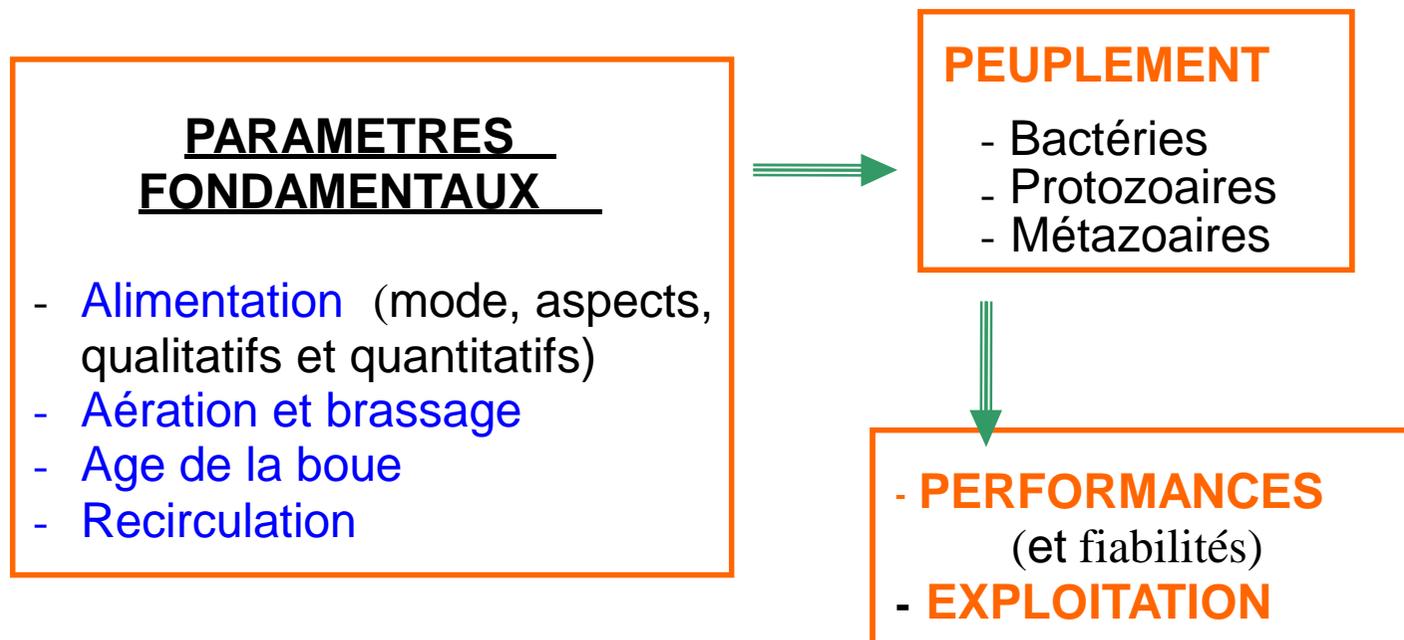
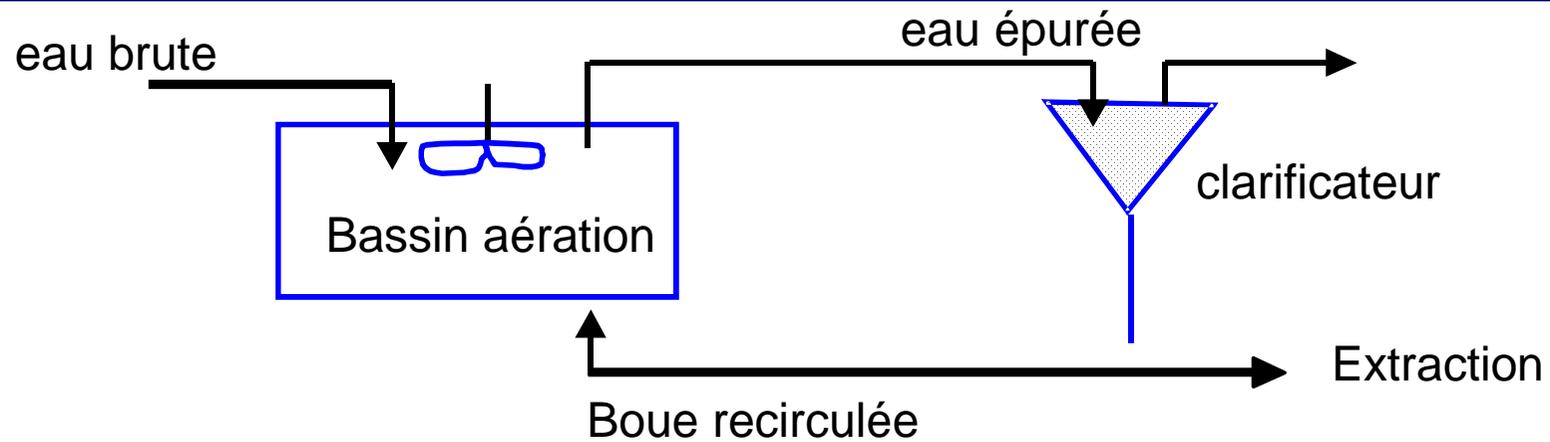
Type	Puissance spécifique minimale	Profondeur maximale	Observations
Turbines	30 W/m ³	Petites (4 kW) H = 2,3 m Grosses (25 kW) H = 3,3 m	Dispositif anti-giratoire en bassin circulaire peu profond
Brosses	25 W/m ³	H = 2,2 m	- Déflecteur à l'aval immédiat de la brosse - Déflecteur en périphérie pour optimiser la vitesse du courant
Insufflation (fines bulles)	12 à 15 W/m ³	> 3,5 m	Recommandée en régions froides

Brassage :

- Agitateurs grandes pales
- Puissance variable selon la géométrie des bassins.

Forme	Puissance
Annulaire	3 W/m ³
Rectangulaire (grande longueur)	12 à 15 W/m ³

Vitesse dans le chenal: > à 0,30 m/s.



Conclusion

- **Caractéristiques des boues activées (ordres de grandeur)**

Domaine de Charge	Cm (kg DBO ₅ /kg MVS.j)	Cv (kg DBO ₅ /m ³ .j)	Temps de passage (heure)	CBA en MVS (g MVS /l)	% de MVS	Rendement en DBO5 (%)	Production de boue (en kg MES/kg DBO ₅ éliminée)	Age de boue (en j)
Forte charge	> 0.5	> 0.9	2 – 4	1.5 – 2	> 80	70 – 80	> 1.2	1
Moyenne charge	0.2 – 0.5	0.7	8 – 12	2	75 - 80	80 – 90	1 à 1,2	2 - 5
Faible charge	0.1 – 0.2	0.4	15 – 20	2 – 3	70	~ 90 - 95	0.8 à 1.0	> à 15
Aération prolongée	< 0.1	< 0.28	> 20	2,8	65 (d'où 4,3 g MES/l)	> 95	0.7 à 0.8	

Choix d'une Cm dépend: de la qualité des eaux rejetées, du degré de stabilisation de la boue, du type de traitement, de la quantité de boue produite.

Domaine de charge (Cm)	AP	fC	MC	FC
Rendement en DBO ₅	> à 95 %	90 %	85 %	< à 80 %
Rendement en Azote	> 90 % *			

Cm	Age de boue	P spéc. boue	Consom. d'O ₂
faible	élevé	faible	importante
forte	faible	forte	faible

Domaine de Charge CM	AP	fC	MC	FC
Taux de MVS	65 %	70 %	75 %	> 80 %

Type de biomasse	Autotrophes	Hétérotrophes
μ _o (vitesse de croissance)	Faible	Élevée
Age de boue	Élevé	Faible
Cm	faible	élevée

Cm	PSB
kg de DBO ₅ /kg MVS.j	kg de MES/kg DBO ₅ éliminée
0.1	0.8
0.5	1
1	1.2

**Charge volumique = C_v = Kg de DBO5/
j et par m³ de réacteur.**

Notion de temps de séjour

Si un échantillon proportionnel aux débits à une DBO5 = 300 mg/l

Avec une C_v = 0,3 kg de DBO5/m³ de réacteur et par jour
jour

$T_s = 1$

[DBO5] mg de DBO5/l	C_v Kg de DBO5/m³.J	Temps séjour En jours = [] / C_v
300	0,3	1
600		2
150		0,5