

# GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU :

## RÔLE, ORGANISATION ET TRAITEMENT DE LA MESURE

**Compréhension et Mesure des  
paramètres de fonctionnement, en tant  
que donnée, dans l'optimisation du  
fonctionnement des STEP**

Par

Mossaab Bencheikh-Lehocine

# Station d'épuration

- Prétraitements
- Traitements primaires
- Traitements secondaires
- Traitements tertiaires
- Traitement des boues

# Vue générale d'une STEP



# Traitement biologique

- Consiste à mettre en contact dans un bassin:

**La pollution + Microorganismes**

- Créer les meilleures conditions (agitation, aération, ..) pour favoriser

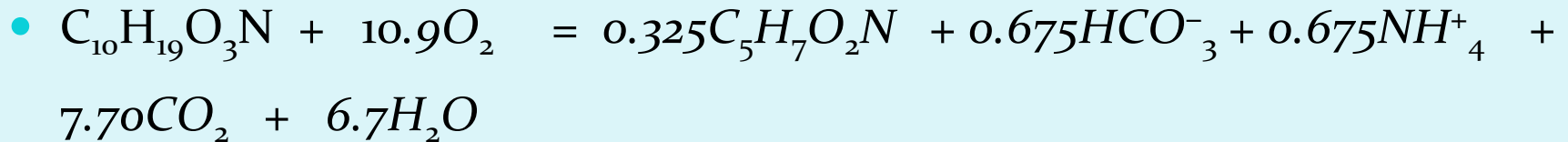
**= microorganismes + produits**

# Représentation du traitement biologique

- Dans le bassin d'aération, deux processus se superposent:
- Le processus d'écoulement: le bassin peut être considéré comme un réacteur agité, piston, piston dispersif etc.. Si non il faut déterminer le champ de vitesse;
- Le processus réactionnel: qui est composé de la stœchiométrie et de la cinétique

# Processus réactionnel

## stœchiométrie



## Cinétique

La cinétique est de type Monod

$$\mu = \mu_m^* S / (K_s + S)$$

$\mu$ : croissance spécifique [temps<sup>-1</sup>]

$\mu_m^*$  : croissance spécifique max [temps<sup>-1</sup>];

$K_s$ : constante de saturation [masse/volume];

$S$ : concentration du substrat [masse/volume]

plus 2 autre constantes

$Y$ : coefficient de conversion (masse de bactérie produite/ masse de substrat consommé [masse/masse])

$k_d$ : coefficient de la respiration endogène [temps<sup>-1</sup>]

Avec le taux de croissance bactérien,  $r_g$

$$r_g = \mu_m * X * S / (K_s + S)$$

Le taux de croissance bactérien net  $r'_g$

$$r'_g = \mu_m * X * S / (K_s + S) - k_d * X$$

Le taux d'utilisation du substrat,  $r_{su}$

$$r_{su} = -\mu_m * X * S / (Y * (K_s + S))$$

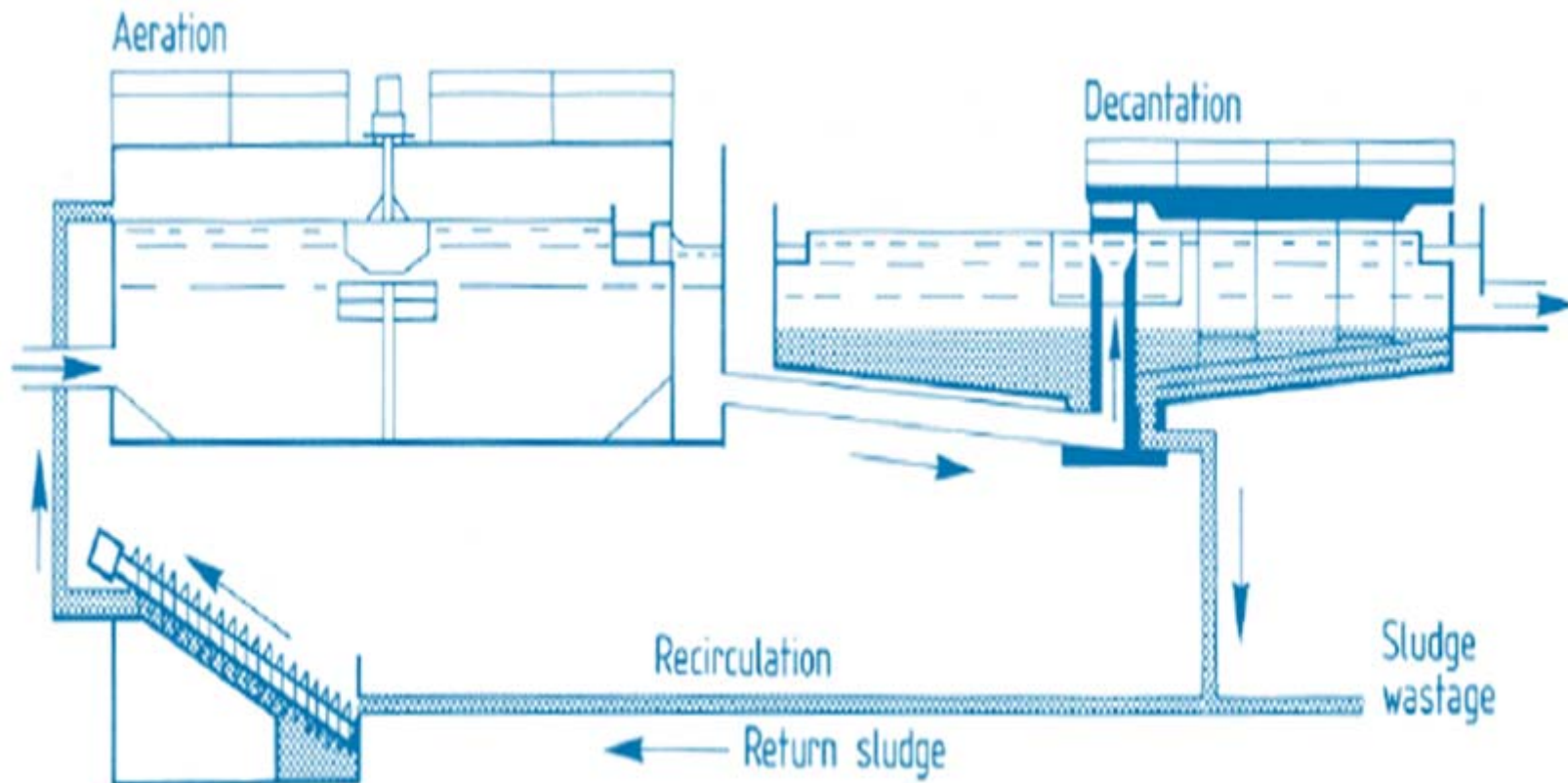
X: concentration de la biomasse

$$r'_g = r_{su} / Y - k_d * X$$

La cinétique consiste à déterminer les constantes:

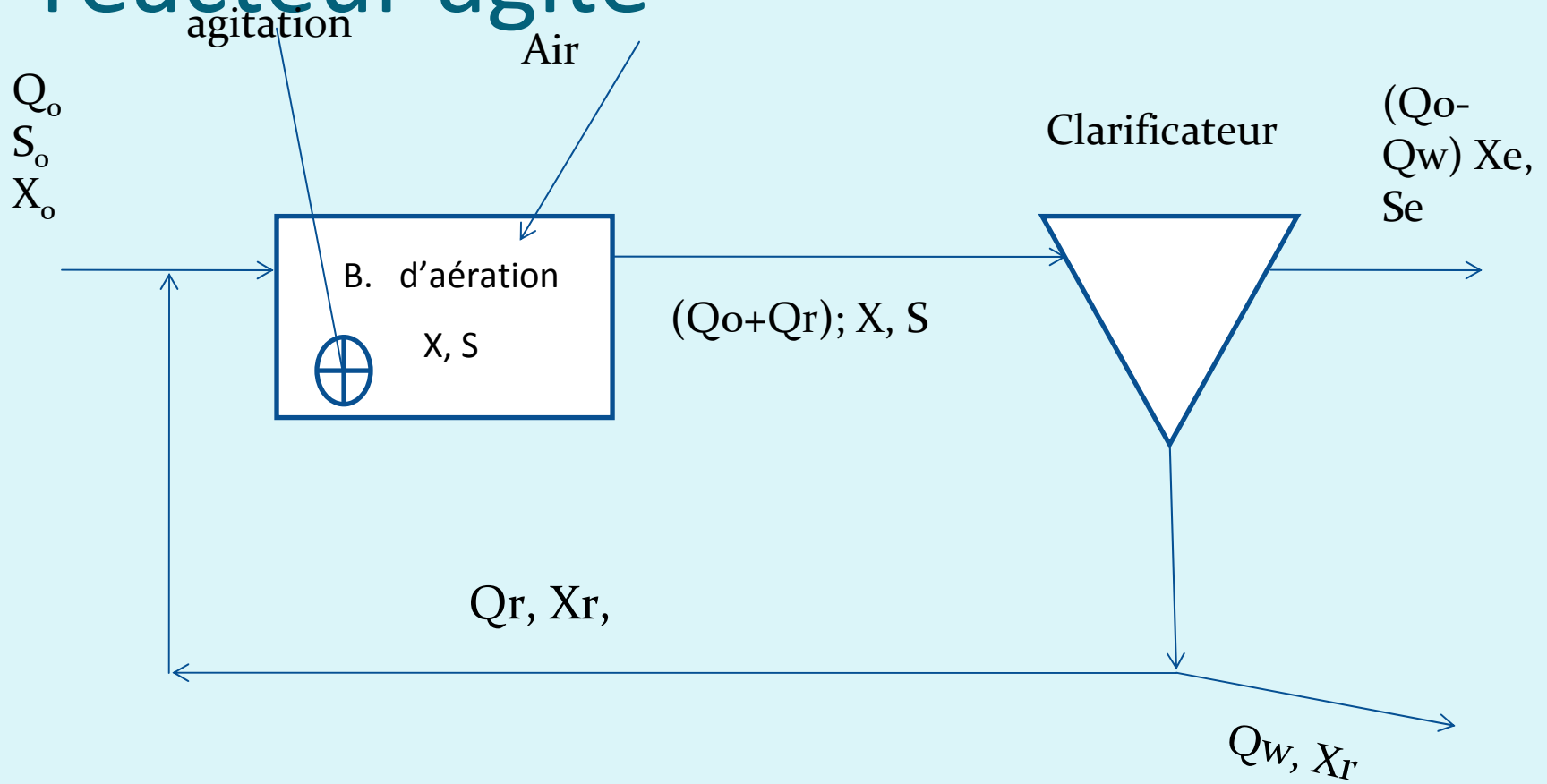
$$\mu_m, K_s, Y, k_d$$

# Traitement biologique





# Représentation en tant que réacteur agité



# L'âge des boues et la charge massique

- l'âge des boues est défini comme le temps de séjour moyen des microorganismes dans le bassin d'aération et il est égale à:

$$\Theta_X = VX / Q_w X_r + (Q - Q_w) X_e$$

- Et la charge massique (Cm) est définie comme charge de pollution éliminée dans le BA sur la quantité de boue présente dans le BA
  - $C_m = Q_o(S_o - S) / VX$
- Une autre définition qui considère seulement la charge à l'entrée du BA
  - $F/M = Q_o S_o / VX$

# Application de ces cinétiques au traitement biologique

En écrivant le bilan des microorganismes:

- $dX/dt * V = Q_o X_o - [Q_w X_r + (Q - Q_w) X_e] + V(r'_g)$

À l'état stationnaire ( $dX/dt=0$ ) et  $X_o$  est négligeable)

$$Q_w X_r + (Q - Q_w) X_e / VX = Y^* r_{su} / X - k_d = 1 / \Theta X$$

$r_{su}$  taux d'utilisation du substrat peut être écrit comme suit:

$$r_{su} = -Q_o (S_o - S) / V$$

d'où  $C_m = - r_{su} / Y$

et la relation entre l'âge des boues et la charge massique:

$$1 / \Theta X = Y C_m - k_d$$

# Situation

- Les stations d'épuration sont conçues (volume des ouvrages, capacité des équipements, etc.) en vue d'atteindre un niveau de:
  - Rendement
  - Avec un niveau de consommation:
  - De Produits chimiques
  - D'énergie
  - Et un niveau de qualité et de production de boues
- Objectif est de faire fonctionner le BA avec la CM cible

# Application

- Soit un bassin d'aération de volume 44452 m<sup>3</sup> conçu pour fonctionner avec une  $C_m = 0,15 \text{ kg DBO}_5 / \text{kg VSS} \cdot \text{Jour}$

Si la charge à l'entrée varie quelle serait la stratégie à adopter

Il faut toujours se rapprocher de la valeur cible de la charge massique, en acceptant un écart de 10% .

Les CM sont calculées en fonction de la charge à l'entrée et de la concentration de la biomasse dans le BA

# Kg DBO<sub>5</sub> /jour

	75%	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000	21000	22000	23000	24000
2	0,165	0,180	0,195	0,210	0,225	0,240	0,255	0,270	0,285	0,300	0,315	0,330	0,345	0,360	
2,2	0,150	0,164	0,177	0,191	0,205	0,218	0,232	0,245	0,259	0,273	0,286	0,300	0,314	0,327	
2,4	0,137	0,150	0,162	0,175	0,187	0,200	0,212	0,225	0,237	0,250	0,262	0,275	0,287	0,300	
2,6	0,127	0,138	0,150	0,162	0,173	0,185	0,196	0,208	0,219	0,231	0,242	0,254	0,265	0,277	
2,8	0,118	0,129	0,139	0,150	0,161	0,171	0,182	0,193	0,204	0,214	0,225	0,236	0,246	0,257	
3	0,110	0,120	0,130	0,140	0,150	0,160	0,170	0,180	0,190	0,200	0,210	0,220	0,230	0,240	
3,2	0,103	0,112	0,122	0,131	0,141	0,150	0,159	0,169	0,178	0,187	0,197	0,206	0,216	0,225	
3,4	0,097	0,106	0,115	0,124	0,132	0,141	0,150	0,159	0,168	0,176	0,185	0,194	0,203	0,212	
3,6	0,092	0,100	0,108	0,117	0,125	0,133	0,142	0,150	0,158	0,167	0,175	0,183	0,192	0,200	
3,8	0,087	0,095	0,103	0,111	0,118	0,126	0,134	0,142	0,150	0,158	0,166	0,174	0,182	0,189	
4	0,082	0,090	0,097	0,105	0,112	0,120	0,127	0,135	0,142	0,150	0,157	0,165	0,172	0,180	
4,2	0,079	0,086	0,093	0,100	0,107	0,114	0,121	0,129	0,136	0,143	0,150	0,157	0,164	0,171	
4,4	0,075	0,082	0,089	0,095	0,102	0,109	0,116	0,123	0,130	0,136	0,143	0,150	0,157	0,164	
4,6	0,072	0,078	0,085	0,091	0,098	0,104	0,111	0,117	0,124	0,130	0,137	0,143	0,150	0,156	
4,8	0,069	0,075	0,081	0,087	0,094	0,100	0,106	0,112	0,119	0,125	0,131	0,137	0,144	0,150	

X g MES/l

# Calcul de la Charge massique

- Pour effectuer les calculs de la charge massique, il est nécessaire de doser la DBO<sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie et déterminer la concentration des boues dans le BA les méthodes d'analyses utilisées pour le dosage sont:

# Méthode de dosage

Paramètre	méthode	erreur
DBO	Méthode oxitop	9,12%*
MES	Par pesée et filtration sur millipores	2%
MES	spectrophotomètre	25%



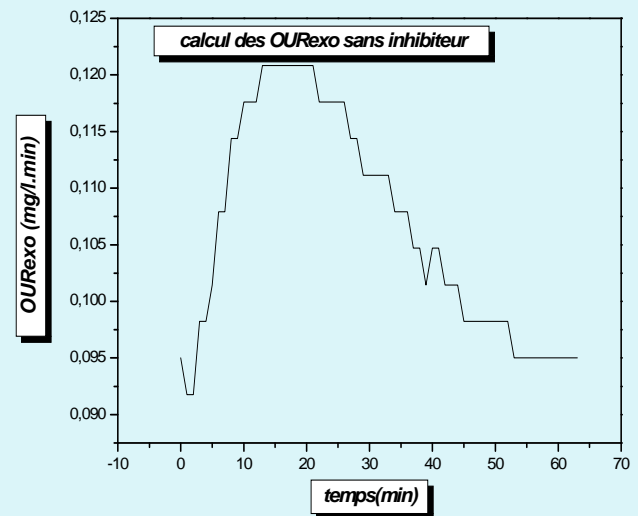
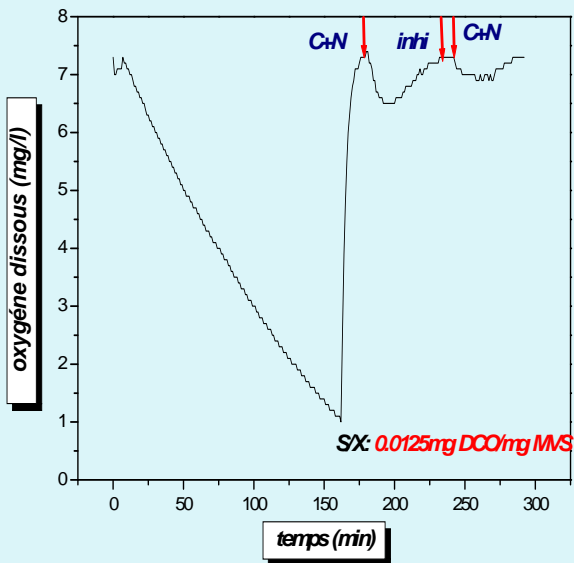
# Commentaires

- Si la méthode manométrique et la méthode par pesée et filtration sur papier filtre sont utilisées l'erreur serait de **11,35 %** supérieure à l'écart admis par rapport à la valeur cible de la CM:
- Pour une charge 17000  $X = 3,4$  g MES/L, CM : 0,15
- Avec 2% d'erreur sur les MES on obtient 3,332 g/l
- Avec 9,12% sur la DBO la charge serait de 18550
- Avec ces deux erreurs la CM sera de 0,167

# Deuxième approche

- Déterminer les constantes cinétiques pour chaque substrat en temps réel et les injecter dans les équations de bilan et avoir le comportement du système et déterminer les actions à entreprendre ; pour cela les techniques respirométriques seront utilisées.
- Qui consiste à suivre la variation de l'oxygène dissous dans une petite cellule où les substrats et la biomasse sont mis en contact suivant un ordre donné
- Les résultats peuvent être utilisés pour déterminer les constantes cinétiques en temps réel

$$OUR_t = OUR_{exo} + OUR_{end}$$



# A partir de l'interprétation données du respirogramme

On peut déterminer:

- Détermination des coefficients de transfert d'oxygène dans le BA
- Les constantes cinétiques;
- La caractérisation du substrat et de la biomasse en parallèle avec le dosage de la DCO, MES et NTK;
- Etude de la biodégradabilité;
- Détection des possibles inhibitions et stress dus aux rejets accidentels (toxiques);
- La technique, une fois bien maîtrisée, ne nécessite que quelques heures pour sa mise en œuvre

Cependant:

- La technique nécessite une application particulière dans l'interprétation et le dosage des paramètres;

# Conclusion

- .A travers cette application il a été montré que:
- La donnée expérimentale reste la base de toute interpolation ou extrapolation;
- En présence des meilleurs logiciels et calculateurs il reste que la donnée doit être juste et fiable

Merci de votre attention