

BTS MÉTIERS DE L'EAU

BIOCHIMIE BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX - U. 4

Session 2006

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

Calculatrice interdite

Document à rendre avec la copie :

1 feuille de papier millimétré

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Epreuve de Biochimie, Biologie et microbiologie des eaux – U.4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 h	Page : 1/8

BTS METIERS DE L'EAU

EPREUVE : BIOCHIMIE - BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX

Durée : 4 heures

Coef : 4

Etude de l'activité des différentes biomasses impliquées dans le fonctionnement d'une station d'épuration

On se propose d'étudier les différents types de biomasse intervenant dans la filière eau et la filière boues d'une station d'épuration à boues activées. Depuis la conception de la station on observe certains dysfonctionnements auxquels on souhaite remédier.

La station d'épuration, construite au début des années soixante-dix, était prévue pour fonctionner en forte charge. La baisse démographique et la désindustrialisation se sont traduites par une diminution de la charge massique donc l'apparition de dysfonctionnements provoqués par l'arrivée d'un effluent riche en H_2S . Un de ces dysfonctionnements se traduit par une fuite de matières en suspension dans l'eau à la sortie du clarificateur.

On étudiera dans un premier temps la biomasse des boues activées, puis les bactéries filamenteuses et enfin la biomasse de la filière boues.

1. Etude de la biomasse des boues activées (21 points)

Un prélèvement est effectué dans le bassin d'aération de la station d'épuration, afin d'en faire des observations microscopiques et d'étudier la biomasse présente.

1.1 Justifier le point de prélèvement. Préciser la principale condition à respecter pour réaliser une étude conforme de l'échantillon.

1.2 Citer la principale méthode utilisée pour l'observation de la biomasse des boues activées. Justifier la réponse.

1.3 Définir le terme « écosystème » ainsi que ses composantes.

1.4 Citer deux exemples de relation qui lient les organismes entre eux au sein d'un écosystème.

Les résultats d'observations microscopiques effectuées dans les premières années du fonctionnement de la station sont présentés en ANNEXE 1 (page 7/8).

1.5 Définir les termes « protozoaire » et « métazoaire ».

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Epreuve de Biochimie, Biologie et microbiologie des eaux – U.4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 h	Page : 2/8

1.6 Citer les différences de morphologie et de locomotion entre les différentes catégories de ciliés mentionnées dans le spectre faunistique.

1.7 Définir l'expression « chaîne trophique ».

1.8 Schématiser la chaîne trophique correspondant aux premières années de fonctionnement de la station (forte charge, âge de boue : 5 jours). La commenter.

1.9 Expliquer la présence de bactéries libres.

Les résultats d'observations microscopiques effectuées au cours de l'année 2005 sont présentés en ANNEXE 2 (page 7/8).

1.10 Comparer les chaînes trophiques des deux spectres faunistiques. Expliquer comment le système a pu évoluer de la forte à la faible charge.

Parallèlement au spectre faunistique réalisé en 2005, les observations microscopiques ont mis en évidence la présence de bactéries filamenteuses.

2. Etude des bactéries filamenteuses (30 points)

On observe deux types de bactéries filamenteuses :

- *filaments longs (de 100 à 500 μm), très souples et sinueux, gram positif : *Microthrix parvicella* ;*
- *filaments droits ou légèrement courbés, de longueur variable, pouvant atteindre 500 μm , présentant des granules de soufre et gram négatif : *Thiothrix*.*

La paroi est l'élément structural responsable de la différenciation bactérienne par la coloration de gram.

2.1 Réaliser un schéma de la paroi des bactéries gram négatives. Représenter notamment les lipopolysaccharides et les porines.

2.2 Citer les différences entre la paroi des bactéries gram positives et celles des bactéries gram négative.

Microthrix parvicella est un germe hétérotrophe qui se nourrit des nutriments présents dans l'eau usée.

2.3 Définir le terme hétérotrophe et donner deux exemples de substrats que cette bactérie peut dégrader.

Les nutriments pénètrent dans la cellule bactérienne par divers types de transports membranaires.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Epreuve de Biochimie, Biologie et microbiologie des eaux – U.4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 h	Page : 3/8

2.4 Définir les deux grands types de transport.

Une étude de l'influence de la concentration en carbone sur la vitesse spécifique de croissance a été réalisée, d'une part, chez *Microthrix parvicella* et d'autre part, pour la flore normale floculante des boues activées :

Résultats pour *Microthrix parvicella* :

μ (h ⁻¹)	0	0,12	0,17	0,19	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ρ_{carbone} (mg/L)	0	5	10	20	30	40	50	60	70

Résultats pour la flore normale floculante des boues activées :

μ (h ⁻¹)	0	0,1	0,14	0,175	0,2	0,22	0,24	0,26	0,27
ρ_{carbone} (mg/L)	0	10	20	30	40	50	60	70	80

2.5 Tracer sur un même graphique les courbes $\mu = f(\rho_{\text{carbone}}$ en mg/L) pour *Microthrix parvicella* et pour la flore normale floculante des boues activées.

2.6 Commenter les graphes obtenus.

2.7 Expliquer l'apparition de *Microthrix parvicella* dans les boues activées sachant que la concentration massique moyenne en carbone en 2005, dans l'effluent de la station, était de 25 mg/L.

2.8 A l'aide de l'ANNEXE 3 (page 8/8) :

- citer le dysfonctionnement occasionné par *Microthrix parvicella* ;
- conclure quant à la cause de l'apparition de *Microthrix parvicella* ;
- proposer une solution technique pour remédier à la présence de cette bactérie. Justifier ce choix.

Thiothrix est une bactérie filamenteuse qui utilise l'H₂S pour produire de l'énergie.

2.9 Citer la cause de l'apparition de H₂S dans le réseau d'assainissement.

2.10 Justifier l'importance du contrôle de la présence de H₂S dans les réseaux d'assainissement.

2.11 Citer un procédé d'élimination de H₂S dans les réseaux d'assainissement.

2.12 Préciser le type trophique de *Thiothrix* vis à vis de la source d'énergie. Justifier.

2.13 Citer deux utilisations possibles de l'énergie par la cellule bactérienne.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2006
Epreuve de Biochimie, Biologie et microbiologie des eaux – U.4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 h	Page : 4/8

La filière boues n'est pas épargnée par les dysfonctionnements. Une étude de sa biomasse active permet d'y remédier.

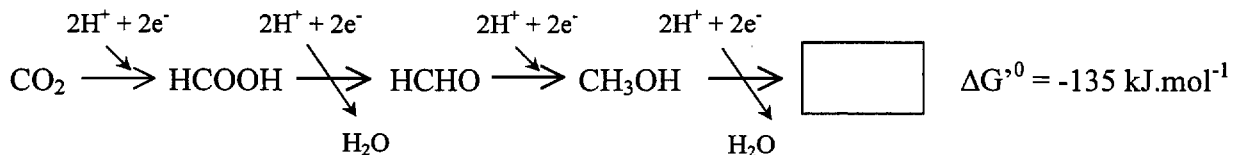
3. Etude de la biomasse de la filière boues (29 points)

Les boues issues du clarificateur sont traitées dans un digesteur anaérobie puis chaulées avant d'être valorisées en épandage.

3.1 A l'aide du graphique de l'ANNEXE 4 (page 8/8), citer les différentes étapes débouchant sur la méthanogénèse. Préciser pour chaque étape les substrats et les produits de réaction ainsi que la microflore responsable.

3.2 Qualifier la méthanogénèse qui utilise l'acétate et celle utilisant le dioxyde de carbone et le dihydrogène.

La voie métabolique suivante est spécifique des bactéries méthanogènes :

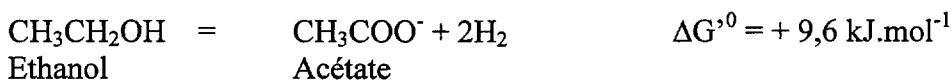


3.3 Indiquer le produit final formé.

3.4 Définir $\Delta\text{G}'^0$.

3.5 Préciser l'intérêt pour la bactérie de cette voie métabolique.

La réaction d'acétogénèse s'écrit :



La réaction de méthanogénèse s'écrit :



3.6 Préciser si ces réactions sont spontanées ou non. Justifier.

3.7 Expliquer l'effet de la variation de la pression partielle en dihydrogène sur la valeur des $\Delta\text{G}'^0$ de ces réactions.

L'acétogénèse n'est possible que si la pression partielle en dihydrogène est suffisamment basse.

En effet $\Delta\text{G} < 0$ si pression partielle en dihydrogène $< 0,14 \text{ atm}$.

La méthanogénèse n'est possible que si la pression partielle en dihydrogène est suffisamment haute.

En effet $\Delta\text{G} < 0$ si pression partielle en dihydrogène $> 10^{-6} \text{ atm}$.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Epreuve de Biochimie, Biologie et microbiologie des eaux – U.4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 h	Page : 5/8

3.8 Préciser les limites de pression partielle en dihydrogène entre lesquelles les deux réactions sont spontanées.

Les bactéries méthanogènes sont anaérobies strictes. Ce caractère peut être mis en évidence au laboratoire.

3.9 Citer le milieu de culture utilisé ; décrire ses conditions d'ensemencement et représenter le résultat obtenu pour ces bactéries.

Le suivi de la méthanisation se fait, entre autres méthodes, par la mesure :

- *du Titre Alcalimétrique Complet (TAC) ;*
- *des Acides Gras Volatils (AGV) ;*
- *de la température ;*
- *du pH.*

3.10 Préciser l'intérêt du dosage du TAC et des AGV sur cette filière.

3.11 Représenter, sur deux graphiques distincts, l'influence de la température et du pH sur la vitesse spécifique de croissance des bactéries et commenter l'allure des deux courbes.

3.12 Justifier la mesure en continu du pH sur l'installation.

La régulation de la température est en panne ce qui entraîne des périodes de refroidissement du digesteur. Parallèlement, on note depuis quelque temps une diminution du volume de biogaz produit.

3.13 Expliquer la diminution du volume de biogaz produit.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Epreuve de Biochimie, Biologie et microbiologie des eaux – U.4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 h	Page : 6/8

ANNEXE 1 : spectre faunistique – Année 1972

FLORE BACTERIENNE :
Bactéries libres : oui
Bactéries filamenteuses : non

PROTOZOAIRE	DENSITE (nombre/lame)						
	1	2	3	4	5	6	Moy.
Rhizo-flagellés <i>Bodo</i>	10	12	8	9	13	10	10,5
Rhizopodes	0						
Ciliés holotriches <i>Trachelophyllum</i> <i>Chilodonella</i>	2 1	1 0	2 0	3 3	0 1	2 2	1,6 1,2
Ciliés hypotriches <i>Aspidisca</i>	5	5	7	2	8	6	5,5
Ciliés péritriches Vorticelles (petites) Vorticelles (grosses)	26 0	30	21	32	28	23	26,7
Suctorien	0						
METAZOAIRE	DENSITE (nombre/lame)						
IDENTITE	1	2	3	4	5	6	Moy.
Rotifères	0						
Nématodes	0						
Oligochètes	0						
Tardigrades	0						

ANNEXE 2 : spectre faunistique – Année 2005

FLORE BACTERIENNE :
Bactéries libres : non
Bactéries filamenteuses : oui

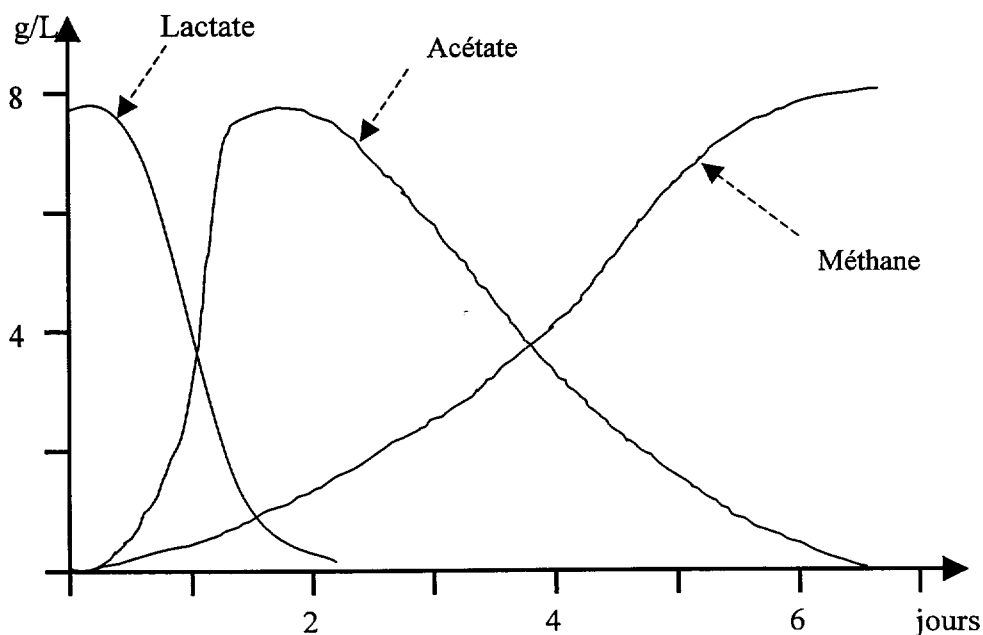
PROTOZOAIRE	DENSITE (nombre/lame)						
	1	2	3	4	5	6	Moy.
Rhizo-flagellés	0						
Rhizopodes Amibes Thécambéiens	0 5	 4	 2	 6	 8	 3	 4,6
Ciliés holotriches <i>Trachelophyllum</i> <i>Chilodonella</i> <i>Litonotus</i>	0 0 2	 3	 2	 5	 0	 2	 2,3
Ciliés hypotriches <i>Aspidisca</i> <i>Euplotes</i>	0 0						
Ciliés péritriches Vorticelles (petites) Vorticelles (grosses)	0 5	 7	 5	 5	 6	 7	 5,8
Suctorien	0						
METAZOAIRE	DENSITE (nombre/lame)						
IDENTITE	1	2	3	4	5	6	Moy.
Rotifères	2	4	3	2	4	2	2,8
Nématodes							
Oligochètes	1	0	0	1	0	0	0,3
Tardigrades							

BTS METIERS DE L'EAU	Session 2005
Epreuve de Biochimie, Biologie et microbiologie des eaux – U.4	MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 h
	Page : 7/8

ANNEXE 3 : techniques de lutte contre le développement des bactéries filamenteuses

Type de station	Origine supposée du foisonnement	Facteur aggravant	Dominance du filament	Solution technique envisageable
<ul style="list-style-type: none"> Faible charge massique 	<ul style="list-style-type: none"> Carence nutritionnelle peu marquée Forte carence nutritionnelle (industries) 	<ul style="list-style-type: none"> Déficit en oxygène Dilution des effluents Décanteur primaire 	<ul style="list-style-type: none"> Type 0041, 0092, 0581, 0675 <i>Microthrix parvicella</i> Type 0961, 021N 	<ul style="list-style-type: none"> Zone de contact Zone de contact + complémentation en nutriments
<ul style="list-style-type: none"> Moyenne ou forte charge massique 	<ul style="list-style-type: none"> Déséquilibres nutritionnels Variations de charge 	<ul style="list-style-type: none"> Déficit en oxygène Substrat riche en hydrate de carbone 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Sphaerotilus natans</i> Type 021N, 1701, 1863 	<ul style="list-style-type: none"> Complémentation en nutriments Suroxygénation des boues Extension de la station Mise en place d'un premier étage à forte charge
<ul style="list-style-type: none"> Indifférenciée 	<ul style="list-style-type: none"> Composés soufrés réduits dans l'effluent 		<ul style="list-style-type: none"> Type 021N <i>Thiothrix</i>, <i>Beggiatoa</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Oxydation des composés soufrés en amont du traitement Suraération des boues
<ul style="list-style-type: none"> Industrielle (agro-alimentaire) 	<ul style="list-style-type: none"> Substrat riche en hydrate de carbone Carence nutritionnelle et déséquilibre 	<ul style="list-style-type: none"> Surchage ou sous-aération 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Sphaerotilus natans</i> Type 021N, 1701, 1863 Type 0041, 0961, 021N 	<ul style="list-style-type: none"> Lit bactérien en tête Suraération Complémentation en nutriments Zones de contact

ANNEXE 4 : évolution de la concentration en lactate, acétate et méthane en fonction du temps dans un digesteur anaérobie.



BTS METIERS DE L'EAU		Session 2006
Epreuve de Biochimie, Biologie et microbiologie des eaux – U.4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 h	Page : 8/8