



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**MICROBIOLOGIE DES EAUX D'ALIMENTATION :  
PROPOSITION DE CORRECTION**

**I/ LE BIOFILM**

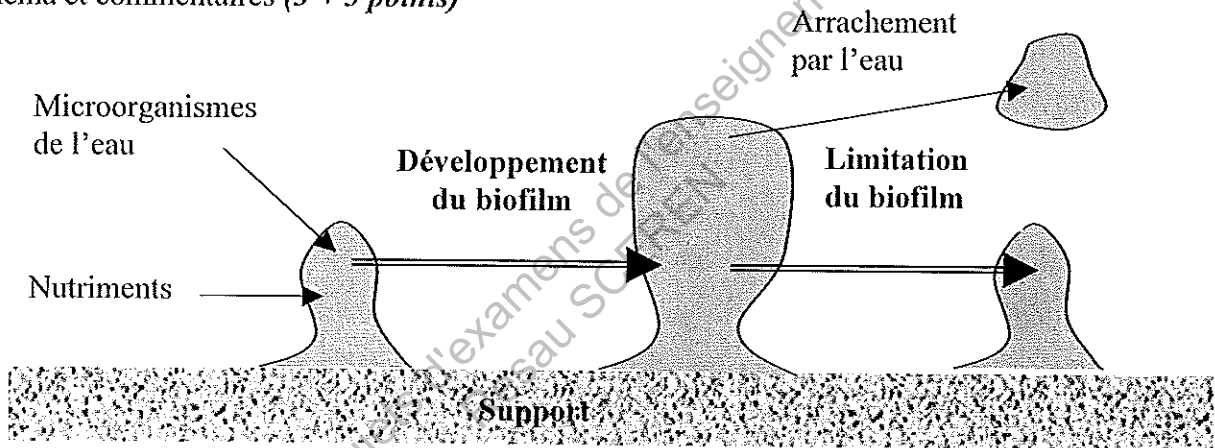
(45 POINTS)

1.1. Ensemble hétérogène constitué de **microorganismes** fixés sur un support et reliés par des **exopolymères de surface**. (2 points)

**A/ STRUCTURE ET DYNAMIQUE**

1.2. Hétérogénéité de structure ( macroscopie : +/- épais )  
( microscopie présence de bactéries + mucus + particules inertes )  
(2 points)

1.3. Schéma et commentaires (3 + 3 points)



**B/ AVANTAGES ET INCONVENIENTS**

1.4. (1 point) (3 points)

Avantages	Inconvénients
Biotransformations en épuration et en production d'eau potable. Etapes indispensables à la chaîne trophique de la biosphère.	Colmatage des conduites pétrolières. Corrosion des conduites industrielles. Perte d'efficacité des échangeurs de chaleur. Formation de caries dentaires. Maladies nosocomiales. Colmatage des systèmes de filtration. Opacification des surfaces des capteurs optiques. Consommation de chlore résiduel. Protection des micro-organismes contre l'action du chlore.

1.5. Le biofilm consomme du chlore. La **concentration en chlore résiduel** peut donc devenir **insuffisante** pour empêcher la prolifération des bactéries pathogènes **(1 point)**. De plus, celles-ci peuvent trouver **refuge** dans le biofilm qui leur apporte une concentration en nutriments supérieure à celle de l'eau circulante et une protection contre le chlore grâce aux exopolymères **(1 point)**.

1.6. Biotransformation par un biofilm utilisée en production d'eau potable : oxydation du fer II en fer III, CODB, azote...**(1 point)**

Biotransformation par un biofilm utilisée en épuration des eaux usées : méthanogénèse, nitrification, carbone . . . **(1 point)**

### C/ MICROBIOLOGIE

1.7. Chimio- : tire son énergie de l'oxydation de substrats par voie chimique. **(1 point)**

Organotrophie : Le donneur d'électrons nécessaire à la réduction des coenzymes est organique.**(1 point)**

1.8. Hétérotrophie : la bactérie prélève de la matière organique dans le milieu comme source de carbone. **(1 point)**

1.9. Saprophytisme : Consommation de matière organique inerte sans nuire aux autres espèces ni leur apporter d'avantages. **(1 point)**

Commensalisme : « manger avec » Consommation de matière organique inerte d'un autre organisme sans lui nuire ni lui apporter d'avantages. **(1 point)**

1.10. BPO : Bactérie qui ne provoque une maladie que sur des hôtes affaiblis. **(1 point)**

1.11.

Étape	Technique	Interprétation
1 <b>(0,5 point)</b>	Frottis recouvert de <b>violet de gentiane</b> .	Toutes les bactéries sont colorées en violet. (cytoplasme).
2 <b>(1 point)</b>	Frottis recouvert de <b>lugol = mordantage</b> .	Renforce le pouvoir colorant du violet
3 <b>(1,5 points)</b>	Décoloration à l' <b>alcool</b> goutte à goutte.	L'alcool dissout les lipides de la paroi. Le peptidoglycane des Gram – qui est plus mince et plus lâche permet le passage de l'alcool et décoloration du violet.
4 <b>(1 point)</b>	Frottis recouvert de <b>fuchsine diluée</b> .	Recoloration du cytoplasme de toutes les bactéries. <b>Les Gram + apparaissent violettes, les Gram – roses.</b>

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		<b>Session 2005</b>
<b>Corrigé biochimie, biologie et microbiologie des eaux – U. 4</b>		<b>MTBBM</b>
<b>Coefficient : 4</b>	<b>Durée : 4 heures</b>	<b>Page : 2/7</b>

1.12. L'oxydase est un cytochrome de la chaîne respiratoire de certaines bactéries. Elle est située dans la membrane. Assure le transport des électrons dans la chaîne respiratoire lors de la respiration aérobie. (2 points)

1.13. L'échantillon homogénéisé est dilué stérilement en cascade de 10 en 10 dans de l'eau physiologique stérile. On ensemence chaque dilution. On prélève stérilement l'inoculum de chaque dilution de la suspension que l'on répartit uniformément au fond d'une boîte de Pétri stérile vide. On recouvre de gélose pour dénombrement en surfusion à 45°C. On ferme la boîte. On homogénéise par un mouvement de rotation horizontal. Après prise en masse, on retourne la boîte (10\*0,25 points) et on l'incube 68 h (+/-4) à 22°C(+/-2) ou 44 h(+/-4) à 36°C(+/-1) (1 point).  
Chaque colonie dénombrée (de 1 à 300 par boîte) correspond à 1 UFC dans l'échantillon. (1 point)

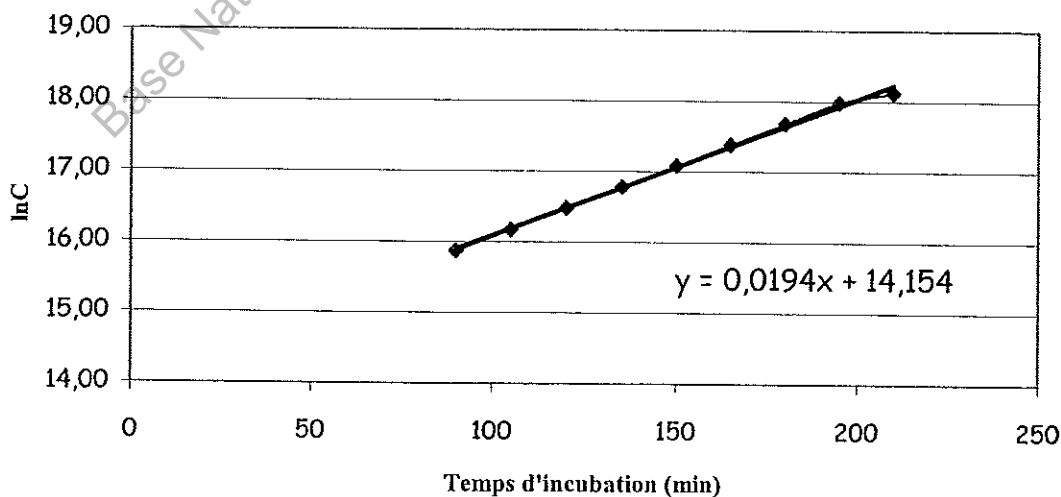
1.14.  $C = \text{Nombre de colonies dans les boîtes dénombrables} / \text{Volume d'échantillon ensemencé dans ces boîtes}$  (0,5 point) =  $1,6 * 10^9 \text{ UFC/mL}$ . (1 point)

1.15. (1 point)

Facteur de dilution de la suspension mère	1	2	10	20	100	200	1000	5000	10000
Concentration ( $10^5 \text{ UFC/mL}$ )	16 000	8 000	1 600	800	160	80	16	3,2	1,6
Turbidité (NTU)	61	60	58	29	5,2	2,4	0,5	0,1	0,1

1.16.

Croissance en milieu non renouvelé de *Pseudomonas aeruginosa*  
 $\ln C = f(t)$



(4 points)

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Corrigé biochimie, biologie et microbiologie des eaux – U. 4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 3/7

Linéarité à partir de 90 minutes. (1 point)

$$\mu = \text{pente} = (17,55-14,5) / (170-22,5) = 0,02 \text{ min}^{-1} \text{ (1 point)}$$

Graphiquement ,  $G = 34 \text{ min}$  ou  $G = \ln 2 / \mu = 33,5 \text{ min}$  (Concordant avec la détermination graphique)  
(1 point)

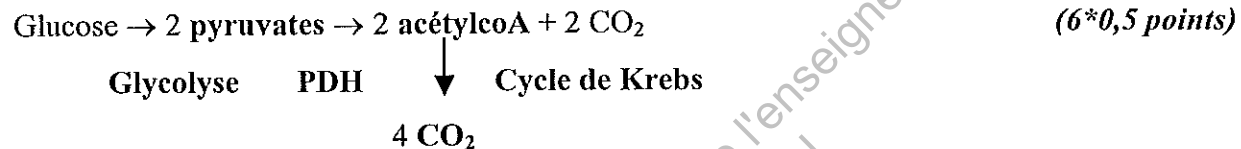
$$r = \mu / \ln 2 = 1,8 \text{ h}^{-1} \text{ (1 point)}$$

## II/ PARAMETRES INFLUENÇANT LA FORMATION DU BIOFILM DANS LES RESEAUX DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE (22 POINTS)

### A/ INFLUENCE DU CARBONE ORGANIQUE DISSOUS BIODEGRADABLE (CODB)

2.1.  $C_6H_{12}O_6$  (0,5 point)

Biodégradable car il peut être dégradé totalement ou partiellement en  $CO_2$  et  $H_2O$  par des microorganismes. (1 point)



2.2. Lignine, cellulose, acides humiques et fulviques, pesticides, hydrocarbures... (1 point)

2.3. Organohalogénés qui sont cancérigènes et/ou toxiques. (2\*0,5 point)

2.4. Les log des densités sont proportionnels à la concentration en CODB (1 point). Le CODB permet la multiplication des bactéries libres et fixées (1 point). Même en absence de CODB, des bactéries libres et fixées sont présentes (0,5 point).

2.5. 4 méthodes au choix (3 points)

Méthode	Sensibilité
Néphélométrie	Très faible (1 NTU correspond à $2,7 \cdot 10^6$ UFC/mL)
Incorporation dans la masse (revivifiables)	Moyenne (1 UFC/mL)
Filtration sur membrane	Forte (1 bactérie/100mL)

2.6. La densité du biofilm est proportionnelle à la densité des bactéries en entrée de réseau. (1 point)

Le biofilm est alimenté en microorganismes par l'eau distribuée. (1 point)

2.7. Les concentrations obtenues sont trop faibles pour la néphélométrie. On peut proposer les revivifiables (cependant le résultat n'est pas exprimé en UFC) (2 points).

Justification à partir des données (inverse log). (1 point)

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Corrigé biochimie, biologie et microbiologie des eaux – U. 4		MTBBM
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 4/7

## C/ INFLUENCE DU CHLORE SUR LES BACTERIES EN SUSPENSION DANS L'EAU DU

### RESEAU

2.8. Plus la concentration en dichlore libre augmente, plus le pourcentage de bactéries actives diminue.

*(1 point)*

Pour des concentrations supérieures à 0,7 mg/L, plus de 90 % des bactéries est inactivé. *(1 point)*

Aux doses de chlore usuelles, 50 % environ des bactéries en suspension est inactivé. *(1 point)*

2.9. Le chlore inactive les bactéries libres de l'eau qui ne peuvent plus renforcer le biofilm en se fixant à la surface des canalisations. La prolifération du biofilm est ainsi limitée.

+ envisager comme réponse juste l'effet du chlore sur la croissance du biofilm *(2 points)*

### III/ EVOLUTION DU BIOFILM DANS LE RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

**(13 POINTS)**

3.1. La teneur en dichlore résiduel **diminue** au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'entrée du réseau *(1 point)*. Le dichlore est consommé par la **demande en chlore intrinsèque** à l'eau ( $Fe^{2+}$ ,  $NH_4^+$ , CODB et bactéries résiduels après traitements) *(1 point)* et/ou par le **biofilm** présent dans les canalisations *(0,5 point)*.

3.2. On dénombre **plus de « cellule » que d' « UFC »** *(0,5 point)*. « UFC » représente la **fraction revivifiable** du nombre de cellules total (épifluorescence) *(1 point)*. Il existe des cellules non cultivables (protozoaires, autres bactéries) + cellules mortes.

« UFC » et « cell » **évoluent en parallèle** *(0,5 point)* et **croissent** lorsque la teneur en dichlore résiduel diminue *(1 point)* et lorsque l'eau perd de son pouvoir bactériostatique.

3.3. La reviviscence bactérienne observée peut s'accompagner du développement de bactéries pathogènes. *(1 point)*

3.4 La colonisation du support est effective en **24 h** *(0,5 point)*. Plus les supports sont éloignés de la tête de réseau et plus leur colonisation est importante *(1 point)*. On retrouve le **parallélisme** entre les courbes « cell » et « UFC » *(0,5 point)*.

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>	<b>Session 2005</b>
<b>Corrigé biochimie, biologie et microbiologie des eaux – U. 4</b>	<b>MTBBM</b>
<b>Coefficient : 4</b>	<b>Durée : 4 heures</b>
	<b>Page : 5/7</b>

3.5. Pendant les **7 premiers jours**, la teneur en dichlore **augmente progressivement (0,5 point)** pour être ensuite constante, ce qui met en évidence une **consommation de dichlore initiale importante** par le biofilm déjà constitué **(0,5 point)**. En parallèle, on observe, du 5<sup>ème</sup> au 14<sup>ème</sup> jour, des **densités de cellules constantes (0,5 point)**. Le **paramètre, influencé par la concentration en dichlore, est la densité en revivifiables (1 point)**. Dans les premiers jours de chloration, la forte consommation en dichlore serait donc liée à l'**inactivation d'une fraction du biofilm déjà constitué**. A partir de 10 jours de chloration, la fraction de revivifiables du biofilm est stabilisée, ce qui pourrait correspondre à un phénomène de **protection** des microorganismes du biofilm contre l'action de l'oxydant. **(0,5 point)**

3.6. La **colonisation** du réseau par le biofilm est **rapide** et d'autant plus **importante** que le point considéré est **éloigné** de la tête de réseau, car la **concentration en dichlore diminue**, ce qui diminue l'inactivation des cellules libres, favorisant l'alimentation du biofilm en cellules actives. **(1 point)**

De plus, après un certain temps d'adaptation, le biofilm semble conférer aux microorganismes qu'il abrite une résistance à l'action du dichlore. **(1 point)**

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel  
Resau SCEREN

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		<b>Session 2005</b>
<b>Corrigé biochimie, biologie et microbiologie des eaux – U. 4</b>		<b>MTBBM</b>
<b>Coefficient : 4</b>	<b>Durée : 4 heures</b>	<b>Page : 6/7</b>



**PROPOSITION DE BAREME /80**

Question	Nombre de points	Total par partie
1.1.	2	45
1.2.	2	
1.3.	6	
1.4.	4	
1.5.	2	
1.6.	2	
1.7.	2	
1.8.	1	
1.9.	2	
1.10.	1	
1.11.	4	
1.12.	2	
1.13.	4,5	
1.14.	1,5	
1.15.	1	
1.16.	8	
2.1.	4,5	22
2.2.	1	
2.3.	1	
2.4.	2,5	
2.5.	3	
2.6.	2	
2.7.	3	
2.8.	3	
2.9.	2	
3.1.	2,5	13
3.2.	3	
3.3.	1	
3.4.	2	
3.5.	2,5	
3.6.	2	

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel  
Resau SCEREN