Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BTS MÉTIERS DE L'EAU

BIOCHIMIE BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX – U. 4

SESSION 2015

_____

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

_____

L'usage de la calculatrice est interdit.

Tout autre matériel est interdit.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

Utilisation d'un sous-produit des biocarburants pour dénitrifier les eaux usées par biofiltration.

Le glycérol (molécule à 3 carbones), sous-produit de fabrication des biocarburants, est utilisé dans les domaines de l'agro-alimentaire, de la cosmétologie ou de l'automobile. Un nouveau débouché a été recherché dans le domaine des eaux usées. L'étude présentée compare l'efficacité de la dénitrification en présence de glycérol, en remplacement du méthanol, fréquemment employé.

1. Étude biochimique du glycérol et du méthanol (24 points)

1.1 **Expliquer** le rôle nutritionnel du glycérol et du méthanol pour les cellules bactériennes.

1.2 **Écrire** la formule chimique semi-développée du glycérol et du méthanol.

1.3 **En déduire** la classe chimique à laquelle appartiennent ces molécules.

1.4 À l'aide de l'**annexe 1 (page 5/9), analyser** les risques liés à l'utilisation de ces deux réactifs.

Le glycérol entre dans la composition de certains lipides.

1.5 **Citer** deux types de glycérolipides de la cellule et **préciser** leurs rôles.

*Dans la cellule bactérienne, ces lipides sont hydrolysés en sous-produits notamment les acides gras et le glycérol. Les acides gras subissent la β-oxydation. Le glycérol est métabolisé en un intermédiaire de la glycolyse, le glycéraldéhyde 3-phosphate. Ces deux voies cataboliques sont présentées dans l'**annexe 2** **(page 5/9)**.*

1.6 **Indiquer** le compartiment cellulaire où se déroule la glycolyse.

1.7 **Établir** l'équation bilan de la glycolyse.

1.8 **Préciser** les devenirs du pyruvate en aérobiose et en anaérobiose.

1.9 **Établir** l'équation bilan de la β-oxydation pour un acide gras à 18 atomes de carbone (acide oléique).

2. Essais en laboratoire et mise en situation sur unité de biofiltration (34 points)

Des essais en laboratoire ont été réalisés afin de déterminer l'influence de la source de carbone sur les mécanismes de dénitrification biologique des eaux usées. L'influence du substrat carboné sur les vitesses de dénitrification et d'accumulation des nitrites a été évaluée pour différents composés organiques : glucides, acides organiques et alcools.

2.1 **Citer** deux conditions de la réalisation de la dénitrification biologique des eaux.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

2.2 Préciser les caractéristiques des micro-organismes responsables de la dénitrification des eaux usées (types trophique, respiratoire ; produit formé).

2.3 Citer un exemple de bactérie dénitrifiante utilisée dans le traitement des eaux usées (se limiter au genre bactérien).

2.4 Influence de la nature du substrat sur la dénitrification

*Les graphiques en **annexe 3** **(page 6/9)** montrent, d'une part, la vitesse de dénitrification (**annexe 3a**) et d'autre part, le rapport massique des nitrites sur les nitrates (**annexe 3b**), en fonction des substrats carbonés utilisés par la biomasse épuratrice.*

2.4.1 **Analyser** l'effet des différents substrats sur les vitesses de dénitrification.

2.4.2 **Analyser** l'effet des différents substrats sur le rapport massique $N\text{-}NO_2^-$ / $N\text{-}NO_3^-$.

2.4.3 **Argumenter** le choix du méthanol et du glycérol pour la conduite de l'étude.

Des essais ont été entrepris sur la substitution possible du méthanol par le glycérol, à l'échelle industrielle, sur des unités d'épuration avec dénitrification sur culture fixée.
*Le traitement biologique se fait, dans le cas présent, par biofiltration. Des modalités de réalisation de l'essai sont présentées en **annexe 4 (page 7/9)**.*
Trois paramètres ont été suivis : les performances épuratoires, l'encrassement des biofiltres et la qualité des eaux de lavage produites.
Le suivi des performances épuratoires a notamment reposé sur la mesure des paramètres azotés et de la DCO, lors du transit des eaux sur les biofiltres.

2.5 Indiquer le principe de la biofiltration des eaux usées.

2.6 Définir un biofilm.
Réaliser un schéma annoté représentant les principales étapes du développement d'un biofilm.

2.7 Nommer les bactéries nitrifiantes.
Citer leur type respiratoire et leurs trois types trophiques respectifs.

2.8 Préciser deux conditions nécessaires à la nitrification.

2.9 Argumenter la nitrification en deuxième étage de traitement.

*Les résultats du suivi des paramètres azotés et de la DCO sont représentés en **annexe 5 (page 8/9)**.*
Le troisième étage du procédé est complémenté d'abord avec du glycérol, puis avec du méthanol. Dans chaque cas, l'évolution des paramètres DCO et azotés est étudiée au cours du temps, en entrée et en sortie.

2.10 Analyser et interpréter les résultats de la DCO.

2.11 Analyser les résultats concernant les paramètres azotés.

Base de Compte des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

3. Étude de la biomasse épuratrice (18 points)

Lors des essais industriels, l'état d'encrassement des biofiltres et la qualité des eaux de lavage ont été suivis.

3.1 Citer deux intérêts du lavage des biofiltres.

3.2 Nommer la technique de préparation des échantillons d'eaux de lavage avant leur observation microscopique.

Les résultats des observations au microscope optique sont présentés en ***annexe 6 (page 9/9)****.*

3.3 Porter sur la copie la signification des repères 1 à 4 de l'**annexe 6**.

3.4 Définir les éléments précédemment identifiés 1 à 4.

3.5 Représenter la chaîne alimentaire au sein du biofiltre.

3.6 Décrire et comparer les images microscopiques obtenues en présence de méthanol et en présence de glycérol.

Conclure sur l'effet du glycérol.

3.7 Indiquer une conséquence possible sur le fonctionnement du biofiltre, dans le cas de l'utilisation du glycérol.

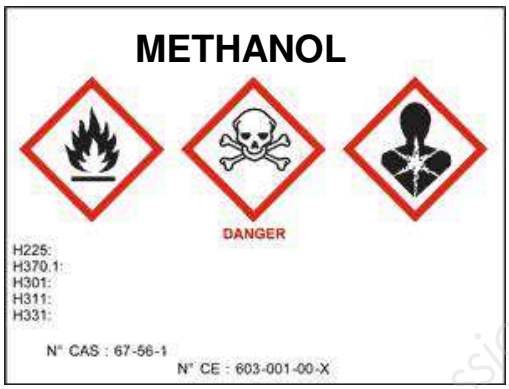
4. Conclusion de l'étude (4 points)

Synthétiser, sous forme d'un tableau, les avantages et les inconvénients de l'utilisation du glycérol pour la dénitrification des eaux usées par biofiltration.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

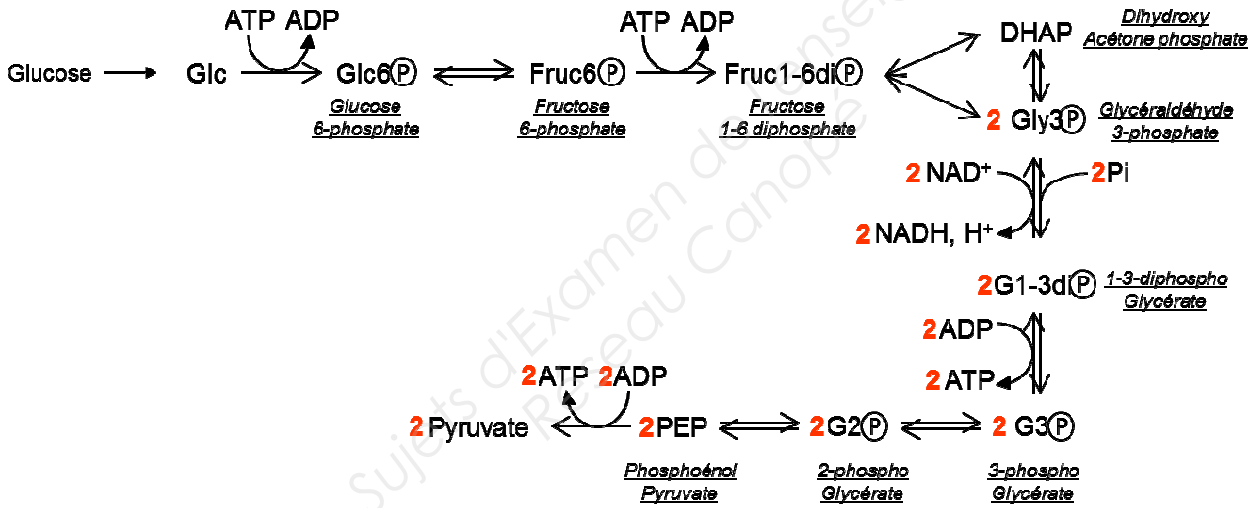
ANNEXE 1 – Étiquettes chimiques du glycérol et du méthanol.





ANNEXE 2 – Voies métaboliques.

Annexe 2a : voie de la glycolyse



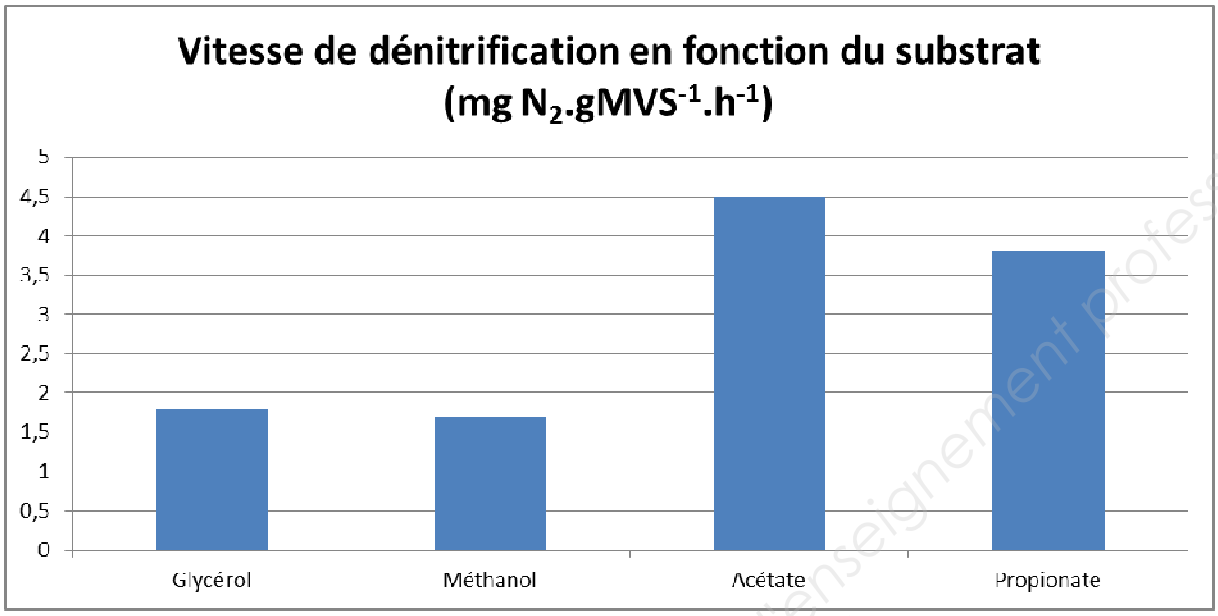
Annexe 2b : principe de la β-oxydation

Cette voie métabolique consiste à oxyder un acide gras par une succession d'étapes de réactions d'oxydation aboutissant à la libération de molécules à deux atomes de carbone (acétate).
Chaque étape d'oxydation libère :
- des coenzymes réduits : 1 FADH2 et 1 NADH, H+ ;
- une molécule à deux atomes de carbone, l'acétate lié au coenzyme A pour former de l'acétyl-CoA.

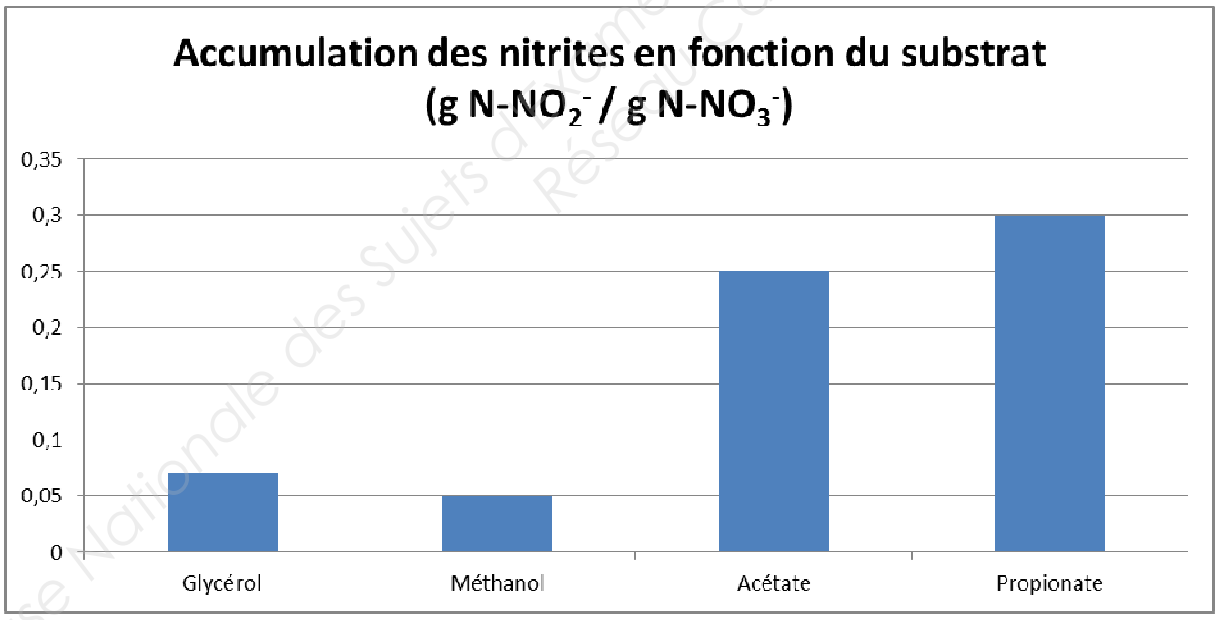
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

ANNEXE 3 – Vitesse moyenne de dénitrification (annexe 3a) et ratio d'accumulation des nitrites (annexe 3b) calculées lors des expérimentations en réacteur.

Annexe 3a :



Annexe 3b :



Base Nationale des Sujets d'examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

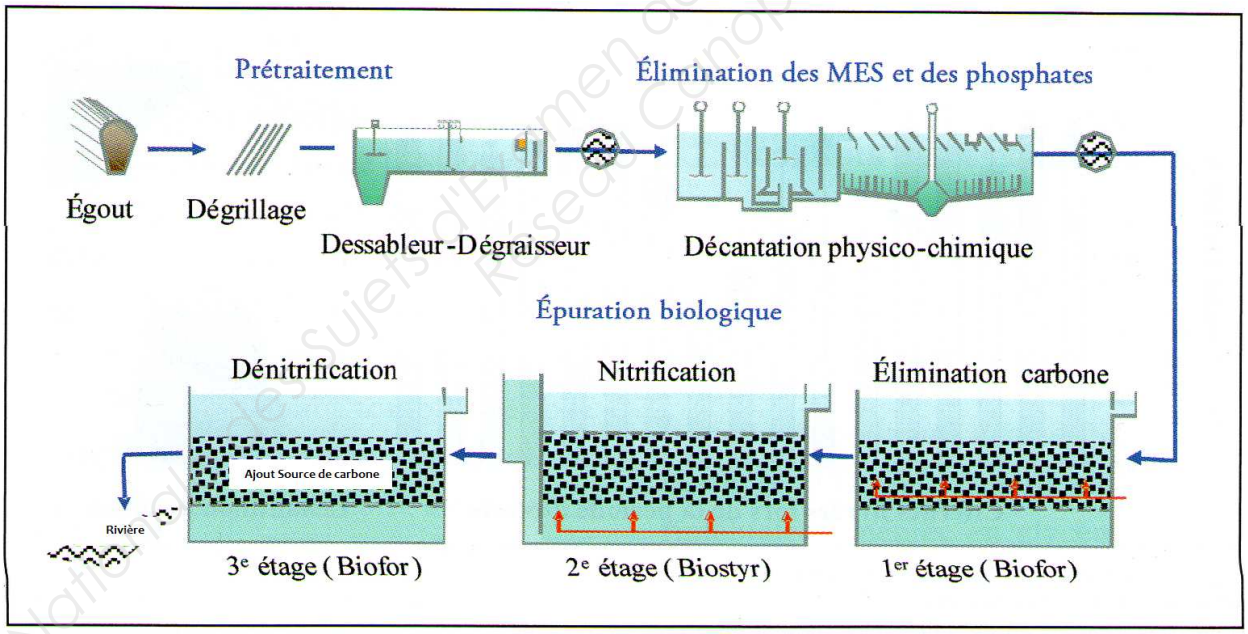
ANNEXE 4 – Modalités de réalisation de l'essai industriel.

Les essais industriels ont été menés sur une usine épurant chaque jour environ 240 000 m^3 d'eaux usées, ce qui représente une capacité d'environ 800 000 équivalents-habitants.

Au sein de cette usine, la biofiltration est effectuée sur trois étages. Le fonctionnement des unités de biofiltration est adaptable aux conditions climatiques. Plusieurs configurations permettent d'optimiser le traitement en fonction des débits d'entrée. Le circuit présenté sur la figure correspond à la configuration classiquement employée par temps sec et adoptée dans le cadre de ces essais.

Dans cette configuration, les eaux sont successivement biofiltrées sur les trois étages.

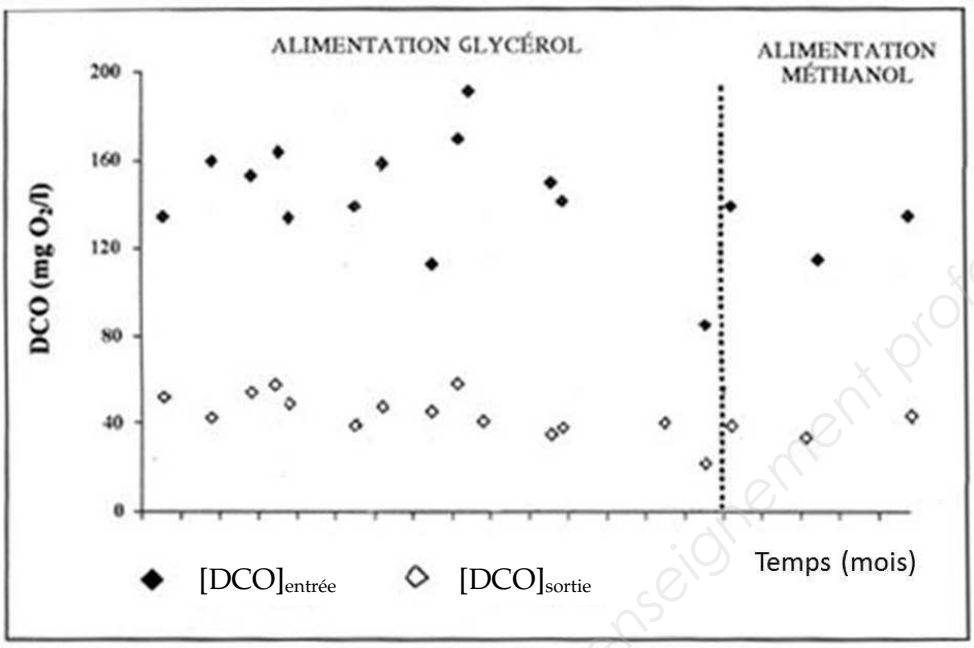
- L'étage 1 est constitué de 24 filtres biologiques, le matériau granulaire étant de la biolite. Cet étage est aéré par un dispositif placé à la base du matériau filtrant.
- L'étage 2 est également aéré par un dispositif placé à la base du matériau et comporte 29 filtres biologiques, le matériau granulaire étant du biostyrène.
- Le dernier étage est composé de trois files comprenant chacune quatre filtres biologiques, à biolite. Sur cet étage, non aéré, une source de carbone exogène est ajoutée.



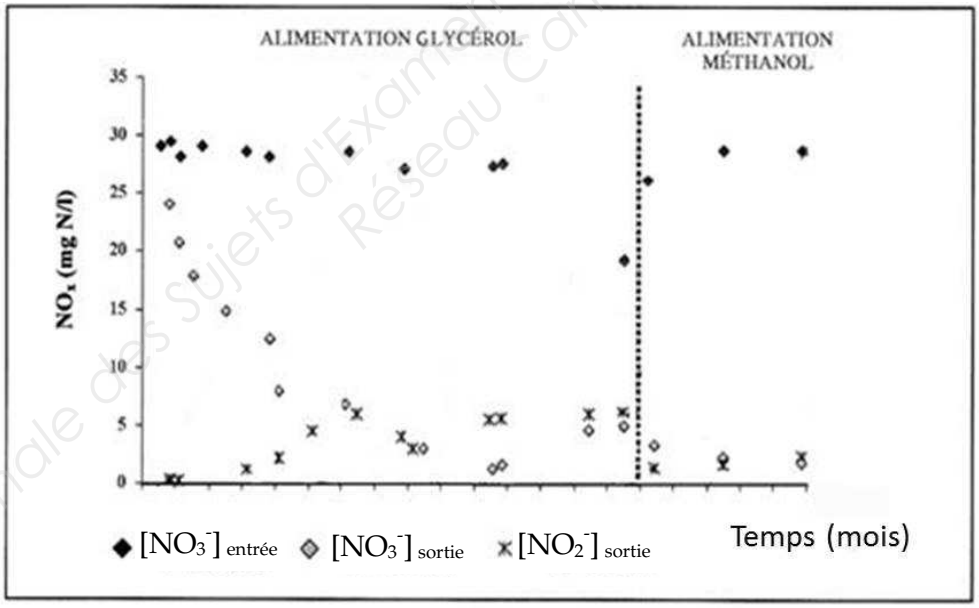
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

ANNEXE 5 – Suivi de la DCO (annexe 5a) et des paramètres azotés (annexe 5b) au cours du temps.

Annexe 5a :



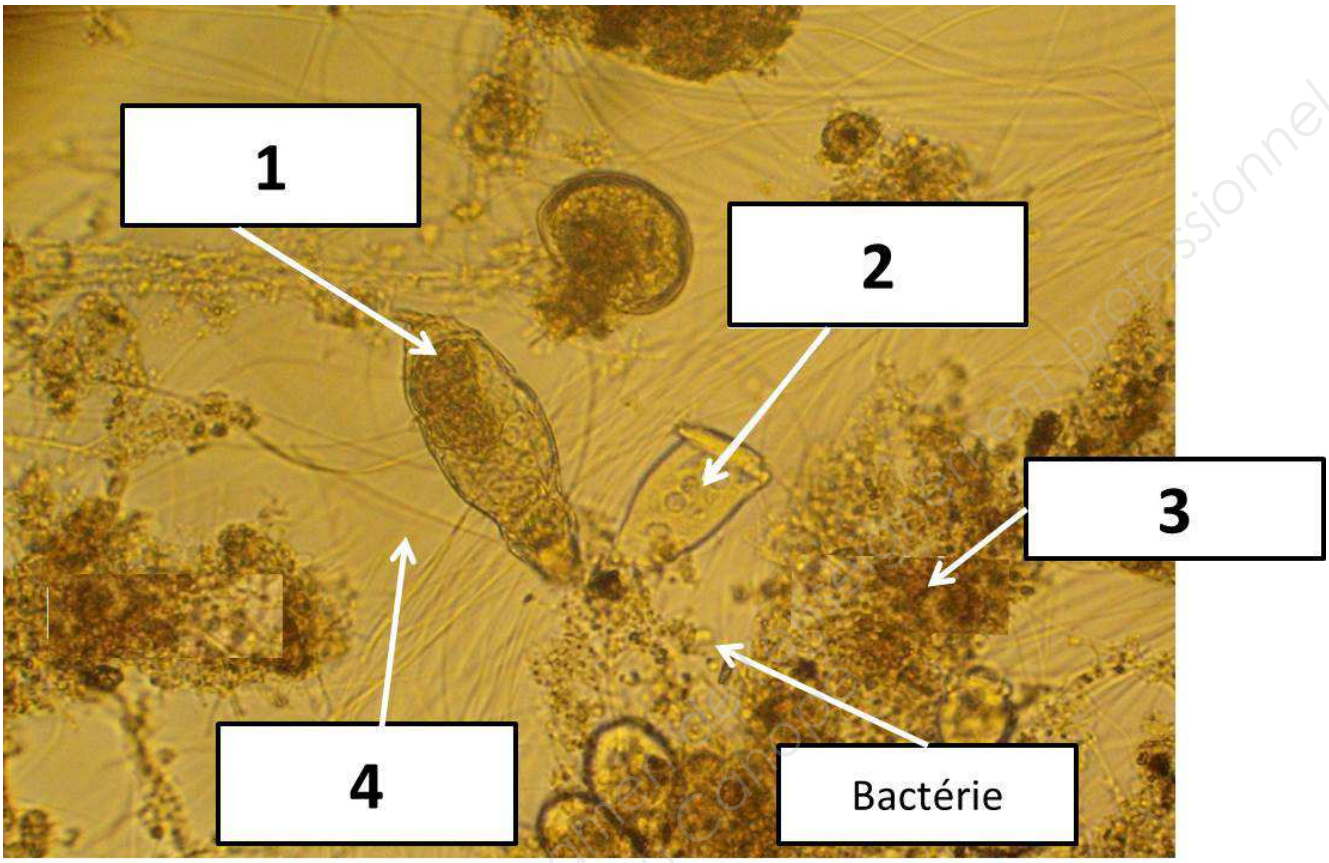
Annexe 5b :



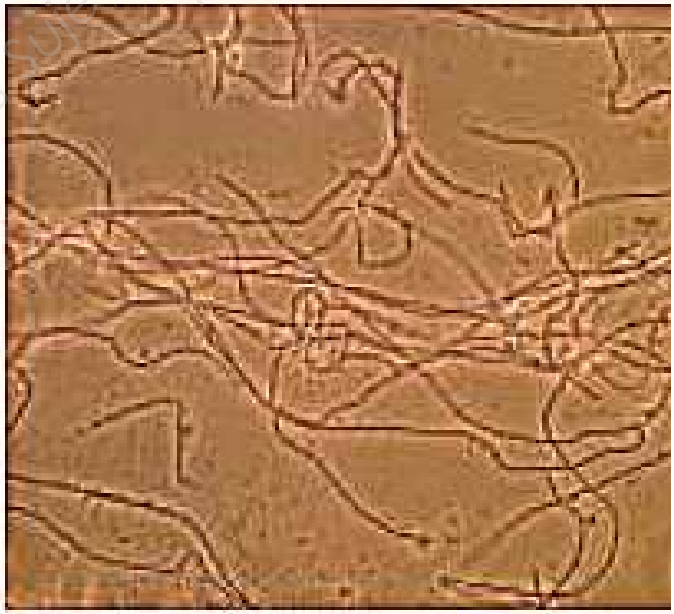
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

ANNEXE 6 – Observations microscopiques (grandissement 400) des eaux de lavage prélevées sur les biofiltres.

En présence de méthanol :



En présence de glycérol :



Base Nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.