



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

Corrigé du sujet d'examen - E4.1 - Projet technique et démarche QSE - BTS ME (Léa Mercier) - Session 2019

1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen porte sur l'impact des micropolluants, en particulier la carbamazépine, sur les eaux. Les étudiants doivent démontrer leurs connaissances en biochimie, biologie et microbiologie des eaux, ainsi que leur capacité à appliquer des méthodes de traitement des eaux usées et à évaluer la qualité microbiologique des eaux de baignade.

2. Correction question par question

1.1. Schématiser la filière eau d'une station d'épuration à boues activées en y intégrant le traitement avancé retenu.

Il est attendu que l'étudiant réalise un schéma représentant les différentes étapes de la station d'épuration : prétraitement, traitement biologique (boues activées), traitement avancé (ozonation et filtration sur sable) et rejet dans le milieu naturel.

Le schéma doit inclure les flux d'eau et les différentes étapes de traitement.

1.2. Indiquer le type de réaction chimique induit par ces deux substances sur les micro-organismes.

Le chlore et l'ozone agissent par des réactions d'oxydation. Ces substances désinfectent en oxydant les composants cellulaires des micro-organismes, ce qui entraîne leur destruction.

1.3. Présenter, sous forme d'un tableau, un avantage et un inconvénient de ces deux désinfectants dans le cadre du traitement des eaux usées.

Désinfectant	Avantage	Inconvénient
Chlore	Coût relativement faible	Formation de sous-produits toxiques (trihalométhanés)
Ozone	Pas de sous-produits toxiques	Coût élevé et nécessité d'équipements spécifiques

1.4. Définir le pouvoir pathogène.

Le pouvoir pathogène désigne la capacité d'un micro-organisme à provoquer une maladie chez un hôte. Cela dépend de la virulence du micro-organisme et de la susceptibilité de l'hôte.

1.5. Proposer trois caractéristiques d'un germe indicateur de contamination fécale (GICF).

- Présence constante dans les matières fécales des animaux à sang chaud.
- Facilité de détection et dénombrement dans les eaux.
- Capacité à survivre dans l'environnement aquatique plus longtemps que les pathogènes.

1.6. Dans le cas de cette bactérie, décrire les observations correspondant aux résultats attendus pour :

- **Coloration de Gram :** E. coli apparaît comme des bacilles Gram négatifs, c'est-à-dire qu'ils prennent une coloration rose.
- **Test enzymatique :** E. coli est oxydase négatif, ce qui signifie qu'il ne développe pas de couleur lors du test d'oxydase.
- **Type respiratoire :** E. coli est un aéro-anaérobie facultatif, il peut donc croître en présence ou en absence d'oxygène.

1.7. Représenter, sous forme d'un logigramme de manipulation, les étapes de ce mode opératoire dans le cas d'E. coli.

Le logigramme doit inclure les étapes suivantes : filtration de l'échantillon, incubation sur gélose lactosée, observation des colonies, tests enzymatiques (oxydase et indole) et dénombrement des colonies.

1.8. Expliquer la couleur de la gélose sous les colonies typiques.

La gélose lactosée au TTC devient jaune sous les colonies typiques d'E. coli en raison de la fermentation du lactose, produisant des acides qui modifient le pH et entraînent une coloration.

1.9. À l'aide des valeurs expérimentales obtenues, exprimer le résultat du dénombrement des E. coli en utilisant l'unité appropriée.

Pour 100 mL d'échantillon, si 19 colonies typiques d'E. coli sont observées, le résultat est exprimé en UFC/100 mL. Par exemple, si 19 colonies sont dénombrées, cela donne un résultat de 190 UFC/100 mL après ajustement pour la dilution.

1.10. Conclure sur la qualité microbiologique de l'eau testée.

La qualité microbiologique de l'eau testée peut être jugée insuffisante si le nombre d'E. coli dépasse les limites réglementaires (par exemple, 500 UFC/100 mL pour une qualité excellente). Si le résultat est supérieur, cela indique un risque pour la santé publique.

2.1. Indiquer le type trophique (source de carbone) de Chlorella vulgaris.

Chlorella vulgaris est un organisme photoautotrophe, elle utilise la lumière comme source d'énergie et le dioxyde de carbone comme source de carbone.

2.2. Nommer l'organite responsable de la photosynthèse.

Les chloroplastes sont les organites responsables de la photosynthèse chez *Chlorella vulgaris*.

2.3. Expliquer l'intérêt de comparer les deux cultures.

Comparer les deux cultures (avec et sans carbamazépine) permet d'évaluer l'impact de la substance sur la croissance de *Chlorella vulgaris*, et ainsi de déterminer la toxicité de la carbamazépine.

2.4. Indiquer dans un tableau, pour chacune des 5 phases de croissance observées sur la courbe en absence de carbamazépine :

Phase	Durée	Évolution de la vitesse spécifique de croissance μ
Phase de latence	1-2 jours	$\mu = 0$
Phase exponentielle	2-5 jours	$\mu = 2 \text{ j}^{-1}$
Phase stationnaire	5-7 jours	$\mu = 0$
Phase de déclin	7-10 jours	$\mu < 0$
Phase de mort	10+ jours	$\mu = 0$

2.5. Comparer et commenter ces valeurs.

La vitesse de croissance maximale (μ_{max}) est de 2 j^{-1} en absence de carbamazépine, tandis qu'elle chute à $0,66 \text{ j}^{-1}$ en présence de celle-ci. Cela montre que la carbamazépine a un effet inhibiteur significatif sur la croissance de *Chlorella vulgaris*.

2.6. Proposer une définition d'un biofilm.

Un biofilm est une communauté de micro-organismes qui adhèrent à une surface et se protègent par une matrice extracellulaire qu'ils produisent, formant une structure complexe.

2.7. Énumérer et expliquer succinctement les étapes de formation d'un biofilm.

- **Adhésion** : Les micro-organismes se fixent à une surface.
- **Colonisation** : Les micro-organismes se multiplient et forment une couche dense.
- **Production de matrice** : Les micro-organismes produisent des exopolymères qui forment la matrice du biofilm.
- **Développement** : Le biofilm s'épaissit et devient plus complexe, favorisant la diversité microbienne.

2.8. Dans le cadre de cette étude, citer l'avantage qu'ont les micro-organismes à s'organiser en biofilm.

Les biofilms offrent une protection contre les agents antimicrobiens et les conditions environnementales défavorables, permettant aux micro-organismes de survivre dans des environnements hostiles.

2.9. Comparer les résultats de microscopie des biofilms observés en absence et en présence de carbamazépine pour chacun des marquages étudiés.

En absence de carbamazépine, le biofilm présente une structure plus dense et variée, avec une forte présence de bactéries et d'algues. En présence de carbamazépine, la diversité et la densité des micro-organismes diminuent, indiquant un impact négatif sur la santé du biofilm.

2.10. Interpréter ces observations et conclure.

Les observations indiquent que la carbamazépine perturbe la structure et la fonction du biofilm, ce qui peut avoir des conséquences sur l'écosystème aquatique en réduisant la capacité de dégradation des polluants par les micro-organismes.

3.1. Proposer une définition des trois termes soulignés.

- **Bactérie gram-négatif** : Bactéries qui ne retiennent pas la coloration de Gram et apparaissent roses après coloration.
- **Saprophyte** : Organisme qui se nourrit de matière organique morte.
- **Luminescente** : Capacité d'un organisme à émettre de la lumière, souvent due à des réactions chimiques.

3.2. Schématiser cette chaîne alimentaire et, pour chaque niveau trophique, faire correspondre une des quatre espèces mentionnées.

La chaîne alimentaire peut être schématisée comme suit :

- **Niveau 1** : Chlorella vulgaris (Producteur)
- **Niveau 2** : Daphnia magna (Consommateur primaire)
- **Niveau 3** : Oryzias latipes (Consommateur secondaire)
- **Niveau 4** : Vibrio fischeri (Décomposeur)

3.3. Analyser les résultats fournis et conclure sur l'espèce la plus sensible à la carbamazépine.

Les résultats montrent que Oryzias latipes présente la plus faible EC50 (35,4 mg/L), ce qui indique qu'elle est la plus sensible à la carbamazépine, suivie de Chlorella vulgaris (36,6 mg/L).

3.4. Expliquer quelle serait la conséquence sur la chaîne alimentaire de la disparition de cette espèce dans l'écosystème.

La disparition de Oryzias latipes perturberait la chaîne alimentaire, entraînant une augmentation des populations de Daphnia magna, ce qui pourrait conduire à une surconsommation de Chlorella vulgaris, affectant ainsi la productivité primaire de l'écosystème aquatique.

3.5. À l'aide des résultats fournis dans le tableau 1, déterminer la variété taxonomique (Σt) avant et après mise en place de l'ozonation.

Il faut compter le nombre total de taxons dans le tableau 1 avant et après l'ozonation. Par exemple, si avant il y avait 15 taxons et après 12, cela donne $\Sigma t = 15$ avant et $\Sigma t = 12$ après.

3.6. Conclure sur la qualité biologique du milieu récepteur étudié ainsi que sur l'intérêt de l'ozonation dans l'élimination des micropolluants à l'aide des données ci-dessous.

Les résultats de l'IBGN montrent une amélioration de la qualité biologique après ozonation, indiquant que ce traitement est efficace pour réduire la charge en micropolluants et améliorer la santé de l'écosystème aquatique.

3. Synthèse finale

Les erreurs fréquentes incluent le manque de précision dans les définitions et les schémas. Il est important de bien lire les questions et de structurer ses réponses de manière claire. Les étudiants doivent également faire attention aux unités utilisées et aux normes en vigueur. Pour l'épreuve, il est conseillé de réviser les concepts clés et de pratiquer des schémas et tableaux pour une meilleure compréhension.

© FormaV EI. Tous droits réservés.

Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

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.