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 2017

1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen porte sur le traitement des effluents urbains, en particulier à travers le procédé de boues activées et la désinfection des eaux épurées. Il évalue les connaissances en biochimie, biologie et microbiologie des eaux, en mettant l'accent sur les processus écologiques et les techniques de traitement des eaux.

2. Correction question par question

1.1. Définir le terme écosystème.

La question demande une définition claire du terme « écosystème ».

Raisonnement attendu : L'étudiant doit expliquer que l'écosystème est un ensemble formé par des organismes vivants (biocénose) et leur environnement (biotope) interagissant entre eux.

Réponse modèle : Un écosystème est un ensemble dynamique d'organismes vivants (animaux, plantes, micro-organismes) et de leur environnement physique (sol, eau, air) qui interagissent entre eux. Ces interactions permettent le maintien de la vie et des cycles biogéochimiques.

1.2. Définir « protozoaire » et « métazoaire ».

La question demande de définir ces deux types d'organismes et d'illustrer chaque définition par un exemple.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit savoir que les protozoaires sont des organismes unicellulaires, tandis que les métazoaires sont multicellulaires.

Réponse modèle : Un protozoaire est un organisme unicellulaire eucaryote, par exemple, l'amibe. Un métazoaire est un organisme multicellulaire, tel que l'éponge.

1.3. Expliquer le processus d’autoépuration.

La question demande une explication du phénomène naturel d'autoépuration.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit décrire comment les écosystèmes aquatiques purifient naturellement les eaux polluées grâce à des processus biologiques et chimiques.

Réponse modèle : L'autoépuration est un processus naturel par lequel les milieux aquatiques se purifient d'eux-mêmes. Cela se produit grâce à l'action de micro-organismes qui dégradent les polluants organiques, ainsi qu'à des processus physiques et chimiques tels que la dilution et la sédimentation.

1.4. Identifier les étapes du cycle de l’azote.

La question demande de nommer les étapes numérotées et d'identifier l'élément 5 dans le cycle de l'azote.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit se référer à l'annexe 1 pour identifier les étapes.

Réponse modèle : Les étapes numérotées du cycle de l'azote sont : 1. Nitrification, 2. Ammonification,

3. Dénitrification, 4. Fixation de l'azote. L'élément 5 est l'azote atmosphérique (N2).

1.5. Citer les deux principales formes d’azote dans un effluent brut urbain.

La question demande de citer les formes d'azote présentes dans les effluents.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit mentionner les formes d'azote les plus courantes.

Réponse modèle : Les deux principales formes d'azote retrouvées dans un effluent brut urbain sont l'ammonium (NH4+) et les nitrates (NO3-).

1.6. Indiquer un risque potentiel pour l’environnement en cas de rejet massif de formes azotées.

La question demande d'identifier un risque environnemental lié à un rejet accidentel.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit comprendre les conséquences de l'excès d'azote dans les milieux aquatiques.

Réponse modèle : Un risque potentiel pour l'environnement en cas de rejet massif de formes azotées est l'eutrophisation, qui entraîne une prolifération excessive d'algues et une diminution de l'oxygène dans l'eau, nuisant ainsi à la faune aquatique.

2.1. Identifier le donneur d’électrons et l’accepteur final d’électrons dans la nitrification.

La question demande d'analyser l'équation de la nitrification.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit identifier le donneur et l'accepteur d'électrons dans l'équation donnée.

Réponse modèle : Dans l'équation de nitrification, le donneur d'électrons est l'ammonium (NH4+), ce qui en fait un organisme chimiotrophe. L'accepteur final d'électrons est l'oxygène (O2), ce qui indique que les bactéries nitrifiantes sont aérobies.

2.2. Proposer une définition d'un organisme autotrophe.

La question demande une définition du terme « autotrophe ».

Raisonnement attendu : L'étudiant doit expliquer que les organismes autotrophes produisent leur propre nourriture.

Réponse modèle : Un organisme autotrophe est un organisme capable de produire sa propre matière organique à partir de substances inorganiques, généralement par photosynthèse ou chimiosynthèse.

2.3. Définir un organisme hétérotrophe.

La question demande une définition d'un organisme hétérotrophe.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit expliquer que les hétérotrophes dépendent d'autres organismes pour leur nutrition.

Réponse modèle : Un organisme hétérotrophe est un organisme qui ne peut pas synthétiser sa propre nourriture et doit se nourrir de matière organique produite par d'autres organismes.

2.4.1. Donner le nom de l’enzyme recherchée.

La question demande le nom d'une enzyme spécifique.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit connaître l'enzyme associée à la dénitrification.

Réponse modèle : L'enzyme recherchée est la nitrate réductase.

2.4.2. Argumenter les différentes étapes de la recherche d’enzyme.

La question demande d'expliquer le processus de recherche d'une enzyme.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit décrire les étapes analytiques et l'interprétation des résultats.

Réponse modèle : Les étapes de la recherche d'enzyme incluent l'isolement de la souche bactérienne, la culture en milieu enrichi, l'ajout de substrats spécifiques, et l'observation de la production de nitrites. Les résultats montrent une coloration positive avec les nitrites, indiquant l'activité de l'enzyme nitrate réductase.

2.4.3. Expliquer en quoi l’équipement enzymatique participe à l’élimination de la pollution azotée.

La question demande d'expliquer le rôle de l'enzyme dans le traitement des eaux.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit relier l'activité enzymatique à la dégradation des nitrates.

Réponse modèle : L'équipement enzymatique, notamment la nitrate réductase, permet la conversion des nitrates en nitrites, puis en azote gazeux, réduisant ainsi la concentration de l'azote dans les effluents et participant à l'élimination de la pollution azotée.

2.5. Comparer les conditions de nitrification et dénitrification.

La question demande de dresser un tableau comparatif des conditions nécessaires.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit identifier les différences dans les conditions physico-chimiques et nutritionnelles.

Réponse modèle :

Critères	Nitrification	Dénitrification
Oxygénation	Aérobique	Anoxique
Source de carbone	CO2	Organique
Source d'énergie	Oxydation de l'ammonium	Oxydation de composés organiques
Électrons	Ammonium	Composés organiques

2.6. Déduire la nécessité de séparer la nitrification et la dénitrification.

La question demande une argumentation sur la séparation des processus.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit expliquer pourquoi ces processus doivent être séparés pour une efficacité optimale.

Réponse modèle : La séparation de la nitrification et de la dénitrification est nécessaire car la nitrification nécessite des conditions aérobies, tandis que la dénitrification nécessite des conditions anoxiques. En séparant ces processus, on optimise l'élimination de l'azote et on évite les interférences

entre les deux étapes.

3.1.1. Décrire l’évolution de la concentration en COD.

La question demande une analyse de l'évolution de la concentration en COD.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit interpréter les données de l'annexe 4.

Réponse modèle : L'évolution de la concentration en COD montre une diminution progressive au cours des phases aérobie et anoxique, indiquant une dégradation efficace de la matière organique. La phase de décantation permet une stabilisation des valeurs, montrant l'efficacité du traitement.

3.1.2. Analyser l’évolution des concentrations en ammonium et en nitrate.

La question demande d'analyser les concentrations en ammonium et en nitrate.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit identifier les phases et les réactions impliquées.

Réponse modèle : Au cours de la phase aérobie, la concentration en ammonium diminue tandis que celle des nitrates augmente, indiquant la nitrification. En phase d'anoxie, les nitrates diminuent, ce qui montre la dénitrification. Les réactions mises en jeu sont : $NH4+ \rightarrow NO3–$ (nitrification) et $NO3– \rightarrow N2$ (dénitrification).

3.2.1. Justifier l’intérêt de l’allongement de la phase d’anoxie.

La question demande une justification sur l'allongement de la phase d'anoxie.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit analyser les résultats des annexes 4 et 5.

Réponse modèle : L'allongement de la phase d'anoxie permet une meilleure élimination des nitrates, comme le montre la diminution significative de leur concentration. Cela améliore l'efficacité du traitement des eaux usées en maximisant la dénitrification.

3.2.2. Proposer une optimisation de la durée de la phase d’anoxie.

La question demande de proposer une durée optimale.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit argumenter son choix basé sur les données des annexes.

Réponse modèle : Une optimisation de la durée de la phase d’anoxie pourrait être de 30 minutes, car cela permettrait d'atteindre un équilibre entre la dénitrification efficace et le temps nécessaire pour la nitrification, comme observé dans les résultats des essais.

4.1. Nommer la molécule chimique de l’eau de Javel.

La question demande de nommer et de donner la formule de l'eau de Javel.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit connaître la composition chimique de l'eau de Javel.

Réponse modèle : La molécule chimique désignée « eau de Javel » est l'hypochlorite de sodium ($NaClO$).

4.2. Expliquer ce que représente le chlore libre actif.

La question demande une explication du chlore libre actif.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit définir ce terme en lien avec son rôle désinfectant.

Réponse modèle : Le chlore libre actif est la forme de chlore qui est disponible pour réagir avec les micro-organismes dans l'eau, jouant un rôle essentiel dans le processus de désinfection en détruisant les cellules bactériennes et virales.

4.3. Citer un avantage et un inconvénient de l’utilisation de l’eau de Javel.

La question demande de citer un avantage et un inconvénient.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit être capable d'évaluer les aspects positifs et négatifs de l'eau de Javel comme désinfectant.

Réponse modèle : Un avantage de l'utilisation de l'eau de Javel est son efficacité à éliminer une large gamme de micro-organismes. Un inconvénient est qu'elle peut former des sous-produits toxiques, tels que les trihalométhanes, lorsqu'elle réagit avec des matières organiques.

4.4. Déterminer le temps de contact à respecter pour l'inactivation.

La question demande de calculer le temps de contact.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit appliquer la loi de Watson Chick pour déterminer le temps de contact.

Réponse modèle : En utilisant la loi de Watson Chick, on peut calculer le temps de contact (t) nécessaire pour obtenir 99 % d'inactivation. Par exemple, si A = 1 pour l'eau de Javel et C = 0,2 mg.L–1, on trouve que t = -ln(0,01)/1 = 4,605 minutes.

4.5. Analyser l’annexe 6 pour déterminer le coefficient de létalité A.

La question demande d'analyser les données pour déterminer A.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit interpréter les résultats d'inactivation.

Réponse modèle : En examinant les courbes d'inactivation, on peut déterminer que le coefficient de létalité A pour l'eau de Javel est supérieur à celui de l'acide peracétique, indiquant une efficacité supérieure de l'eau de Javel dans certaines conditions.

4.6. Déterminer le C·t permettant d'obtenir 99 % d'inactivation.

La question demande de calculer le C·t pour chaque oxydant.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit appliquer la formule C·t = -ln(Nt/N0) / A.

Réponse modèle : Pour l'acide peracétique, si A = 1 et C = 0,2 mg.L–1, alors C·t = 0,2 * 4,605 = 0,921. Pour l'eau de Javel, avec un A similaire, le C·t sera également calculé en fonction des concentrations observées.

4.7. En déduire le choix du désinfectant.

La question demande de justifier le choix du désinfectant.

Raisonnement attendu : L'étudiant doit évaluer les résultats pour faire un choix éclairé.

Réponse modèle : En considérant l'efficacité d'inactivation et les résultats obtenus, l'eau de Javel serait le choix recommandé pour la désinfection en raison de son coefficient de létalité plus élevé et de sa capacité à atteindre 99 % d'inactivation dans un temps de contact raisonnable.

3. Synthèse finale

Erreurs fréquentes :

- Omissions dans les définitions scientifiques.
- Confusion entre les termes « autotrophe » et « hétérotrophe ».
- Manque d'argumentation dans les réponses.

Points de vigilance :

- Lire attentivement chaque question pour bien comprendre ce qui est demandé.
- Utiliser des exemples précis pour illustrer les définitions.
- Faire attention aux unités et aux conversions lors des calculs.

Conseils pour l'épreuve :

- Préparer des fiches de révision sur les concepts clés.
- Pratiquer avec des annales pour se familiariser avec le format des questions.
- Gérer son temps efficacement durant l'examen pour répondre à toutes les questions.

© 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.