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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac STL, veuillez visiter :
bacstl.fr/annales-sujets-et-corriges

BAC STL • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Biochimie, Biologie et Biotechnologies

Session 2025 • Code sujet : **25-TL3BME3** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Installation du système d'aquaponie** (3 questions) — **Page 3**
2. **Effet de l'ajout de bactéries et nitrification** (2 questions) — **Page 5**
3. **Choix des souches bactériennes d'intérêt** (3 questions) — **Page 6**
4. **Mise au point du protocole de PCR** (4 questions) — **Page 9**
5. **Comparaison des méthodes de détection de la microcystine** (3 questions) — **Page 11**
6. **Bilan du fonctionnement du kit d'aquaponie** (1 question) — **Page 13**
7. **Biotechnologies et développement d'une agriculture durable** (1 question) — **Page 14**
8. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 15**

Sujet officiel (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Biochimie, biologie et biotechnologies/2025/Bac STL - Biochimie, biologie et biotechnologies - Session 2025 - 1-Sujet.pdf

1. Installation du système d’aquaponie

Une entreprise prépare un kit d’aquaponie en circuit fermé associant poissons, plantes et bactéries dans le cycle de l’azote. Le document 1 présente les échanges entre ces organismes et précise les étapes de mise en route ainsi que la toxicité de l’ammonium et des nitrites pour les poissons.

1.1

Question Q1. Expliquer pourquoi les acteurs du système d’aquaponie doivent être introduits dans l’ordre suivant : d’abord les bactéries, puis les plantes, puis les poissons.

1. **Bactéries :** elles doivent d’abord s’installer en nombre suffisant pour transformer l’ammonium en nitrites, puis les nitrites en nitrates.
2. **Plantes :** elles sont ajoutées ensuite pour assimiler les nitrates produits.
3. **Poissons :** ils sont introduits en dernier, car l’ammonium et les nitrites sont toxiques à forte concentration. Leurs déjections alimenteront ensuite le cycle de l’azote.

Cet ordre permet d’établir la nitrification et de limiter l’exposition des poissons aux composés azotés toxiques.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Bactéries, puis plantes, puis poissons : le cycle de l’azote est établi avant l’introduction des poissons, sensibles à l’ammonium et aux nitrites.

Question Q2. Expliquer pourquoi l’ajout de sulfate d’ammonium n’est nécessaire que dans la phase de mise en route du système d’aquaponie.

Au démarrage, le sulfate d’ammonium apporte des ions ammonium aux bactéries nitrifiantes. Cette source est nécessaire avant l’introduction des poissons, qui ne produisent pas encore de déjections azotées. Les bactéries peuvent ainsi se développer et produire des nitrates. Une fois le système en fonctionnement, les déjections des poissons fournissent l’ammonium ; les bactéries le transforment en nitrates, que les plantes assimilent. Le sulfate d’ammonium sert donc à amorcer le cycle, puis les organismes du dispositif assurent son renouvellement.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Il amorce la nitrification ; ensuite, les déjections des poissons fournissent l’ammonium nécessaire au cycle.

Question Q3. Donner les arguments qui permettent de qualifier ce système de « symbiotique ».

Le système est symbiotique car ses organismes échangent des ressources et en tirent un bénéfice. Les déjections des poissons fournissent l’ammonium utilisé par les bactéries. Celles-ci le transforment en nitrites, puis en nitrates assimilables par les plantes. En utilisant les nitrates, les plantes contribuent à épurer l’eau qui retourne vers les poissons. Le cycle relie ainsi les trois acteurs : les déchets azotés des poissons deviennent des nutriments pour les plantes, grâce à l’action des bactéries.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les poissons, les bactéries et les plantes échangent des ressources et contribuent ensemble au fonctionnement du cycle de l’azote.

2. Effet de l’ajout de bactéries et nitrification

Le sujet étudie les réactions chimiques associées aux deux étapes de la nitrification dans le système d’aquaponie. Le document 2 donne l’équation bilan de la nitritation et les couples redox intervenant dans la nitratation.

1.2

Question Q4. À partir des couples redox fournis, établir les demi-équations électroniques d’oxydo-réduction puis l’équation bilan de l’étape de nitratation.

Dans le couple $mathrmNO_3^-/NO_2^-$, les nitrites s’oxydent : $mathrmNO_2^- + H_2Orightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e^-$. Dans le couple $mathrmO_2/H_2O$, le dioxygène se réduit : $mathrmO_2 + 4H^+ + 4e^- rightarrow 2H_2O$. Pour équilibrer les électrons, on multiplie la première demi-équation par 2, puis on additionne les deux équations. Les électrons, les ions $mathrmH^+$ et l’eau se simplifient : il reste l’équation bilan de la nitratation.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $mathrm2NO_2^- + O_2rightarrow 2NO_3^-$

Question Q5. Expliquer le sens d’évolution du pH dans le dispositif suite à l’ajout des souches bactériennes et argumenter la réponse.

Le pH diminue après l’ajout des souches bactériennes, car la nitrification acidifie l’eau. Lors de la nitritation, l’ammonium est oxydé en nitrites et l’équation bilan donnée produit deux ions $mathrmH^+$ par ion ammonium consommé.

- La libération de ces ions augmente l’acidité du milieu.
- La nitratation consomme les nitrites et forme des nitrates, sans production nette d’ions $mathrmH^+$ dans son équation bilan.

La baisse du pH s’explique donc par la production d’ions $mathrmH^+$ pendant la nitritation.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La nitritation libère des ions $mathrmH^+$, ce qui acidifie l’eau et fait diminuer son pH.

3. Choix des souches bactériennes d’intérêt

L’entreprise doit choisir des souches bactériennes compatibles avec les plantes et les poissons du kit. Le document 3 présente la croissance de ces organismes selon le pH, et le document 4 indique les paramètres de culture et les substrats des bactéries nitrifiantes.

2

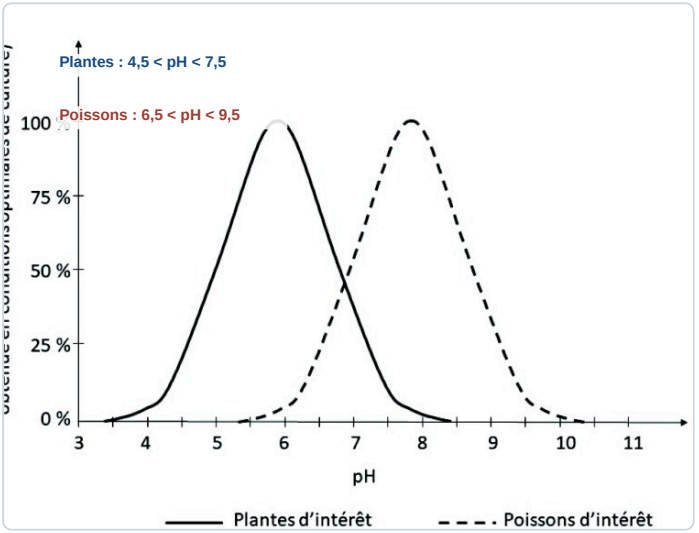
Question Q6. Déterminer les deux intervalles de pH permettant une croissance supérieure à 25 % de l’optimum pour les plantes, d’une part, et pour les poissons, d’autre part.

Sur le document 3, on repère pour chaque courbe les abscisses où la biomasse atteint 25 %, puis on retient les pH compris entre ces limites. La lecture graphique donne des valeurs approximatives, car les intersections ne coïncident pas toutes exactement avec des graduations.

Organismes	Intervalle de pH où la croissance dépasse 25 % de l’optimum
Plantes	]4,5 ; 7,5[
Poissons	]6,5 ; 9,5[

Les bornes sont exclues, car à ces valeurs la biomasse est égale au seuil de 25 %, et non supérieure.

Intervalles de croissance supérieure à 25 %



✓ RÉPONSE À RETENIR

Plantes : pH environ]4,5 ; 7,5[. Poissons : pH environ]6,5 ; 9,5[.

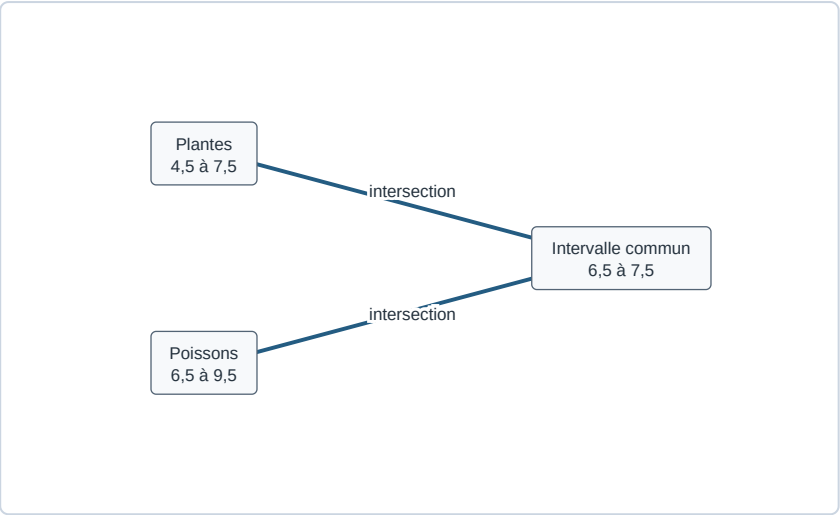
Question Q7. En déduire l’intervalle de pH optimal pour le système d’aquaponie étudié ici.

Le pH retenu doit se trouver dans les deux intervalles établis à la question précédente. On cherche donc leur intersection, c’est-à-dire la zone où plantes et poissons dépassent chacun 25 % de leur biomasse optimale.

$]4{,}5\ ;\ 7{,}5[\cap]6{,}5\ ;\ 9{,}5[=]6{,}5\ ;\ 7{,}5[$.

Les deux bornes sont exclues puisque le seuil demandé est une croissance strictement supérieure à 25 %.

Intersection des intervalles de pH



Le pH commun doit permettre une croissance supérieure à 25 % de l'optimum pour les deux organismes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Intervalle de pH commun : environ]6,5 ; 7,5[.

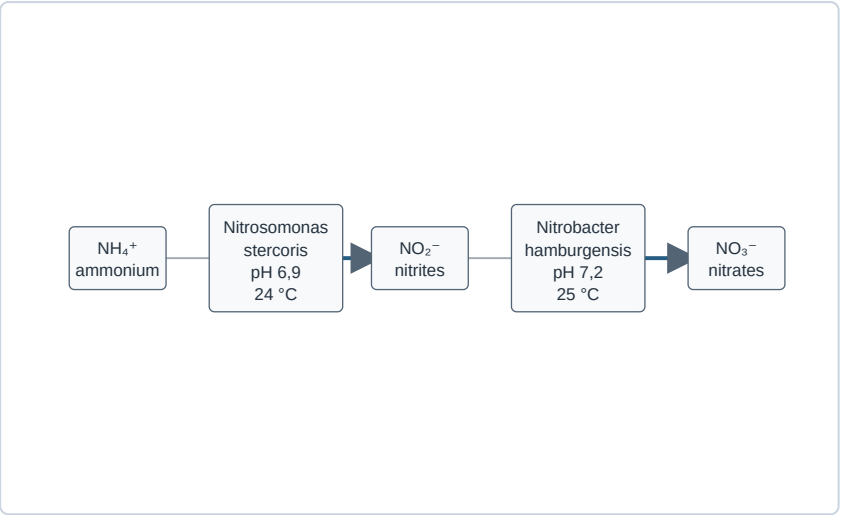
Question Q8. Argumenter le choix de deux souches bactériennes dont l'action combinée permettrait de faire fonctionner le cycle de l'azote dans le système d'aquaponie.

La nitrification nécessite deux étapes successives : une bactérie oxyde l'ammonium en nitrites, puis une autre oxyde les nitrites en nitrates. Les souches retenues doivent donc utiliser successivement ces substrats et avoir des optima compatibles avec l'intervalle de pH commun aux plantes et aux poissons.

Souche	Substrat transformé	pH optimal	Température optimale
Nitrosomonas stercoris	NH_4^+ en NO_2^-	6,9	24 °C
Nitrobacter hamburgensis	NO_2^- en NO_3^-	7,2	25 °C

Leurs optima de pH sont dans l'intervalle commun, et leurs températures optimales sont proches.

Deux étapes bactériennes de la nitrification



Les substrats et produits, ainsi que les optima des deux souches choisies, correspondent aux données du document 4.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Retenir *Nitrosomonas stercoris* puis *Nitrobacter hamburgensis* : elles assurent les deux étapes de nitrification avec des optima compatibles.

4. Mise au point du protocole de PCR

L'entreprise envisage une PCR ciblant une séquence du gène mcyB des cyanobactéries productrices de microcystine. Le document 5 fournit les amorces proposées, la formule de Wallace, les critères de choix du couple, la vitesse d'élongation et quatre protocoles candidats.

3.1

Question Q9. Calculer le Tm de chaque amorce antisens proposée.

Formule de Wallace : Tm = 2 × (nA + nT) + 4 × (nG + nC). Pour l'amorce A, les comptages sont nA = 7, nT = 2 et nG + nC = 9, donc Tm = 2 × (7 + 2) + 4 × 9 = 54 °C. Pour l'amorce B, nA = 8, nT = 2 et nG + nC = 11, donc Tm = 2 × (8 + 2) + 4 × 11 = 64 °C.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Tm : 54 °C pour l'amorce antisens A et 64 °C pour l'amorce antisens B.

Question Q10. Argumenter le choix de l'amorce antisens à utiliser lors de la réaction de PCR.

Le Tm de l'amorce sens est de 56 °C. Avec l'amorce antisens A, l'écart vaut 56 − 54 = 2 °C, ce qui respecte la limite de 2 °C. Avec l'amorce B, l'écart vaut 64 − 56 = 8 °C, ce qui dépasse cette limite. L'amorce A est donc la seule des deux qui satisfait le critère d'écart entre les températures de fusion.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir l'amorce antisens A, dont le Tm diffère de 2 °C de celui de l'amorce sens.

Question Q11. Déterminer par le calcul le temps théorique d'élongation pour l'amplicon visé.

La durée théorique est le rapport entre la taille de l'amplicon visé et la vitesse d'élongation de la Taq polymérase : 297 pb ÷ 1000 pb·min^{-1} = 0,297 min. Conversion en secondes : 0,297 × 60 = 17,82 s. Cette durée représente le temps minimal théorique nécessaire pour synthétiser l'amplicon complet.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le temps théorique d'élongation est de 17,82 s, soit environ 18 s.

Question Q12. Argumenter le choix du protocole le plus adapté parmi ceux envisagés dans un souci d'efficacité industrielle.

Avec l'amorce antisens A retenue, une hybridation à 52 °C est inférieure aux deux Tm : l'écart est de 2 °C avec l'antisens A et de 4 °C avec l'amorce sens, dans la limite indiquée. Les protocoles C et D, à 55 °C, dépassent le Tm de l'antisens A et ne conviennent donc pas. Le protocole B est préférable à A : ses 30 s d'élongation dépassent les 17,82 s théoriques et réduisent la durée de chaque cycle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Retenir le protocole B : 52 °C pour l’hybridation et 30 s pour l’élongation.

5. Comparaison des méthodes de détection de la microcystine

Un système d'aquaponie est contaminé volontairement par des cyanobactéries productrices de toxine, puis suivi par immunochromatographie et par PCR. Le document 6 présente le principe et les résultats des bandelettes ainsi que le gel de migration, ses témoins et les prélèvements réalisés à différentes dates.

3.2

Question Q13. Analyser les résultats obtenus pour les produits de PCR déposés dans les puits 1 et 2 du gel, afin de valider la méthode utilisée.

Le puits 1 est le témoin positif : il présente une bande proche de 300 pb, compatible avec la taille attendue de 297 pb. L'ADN des cyanobactéries productrices contient donc la séquence cible, qui est amplifiée.

Le puits 2 est le témoin négatif : aucune bande n'apparaît à cette taille. La petite bande visible plus bas ne correspond pas à l'amplicon attendu. Ces témoins montrent que la PCR amplifie spécifiquement la séquence recherchée dans les conditions testées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La PCR est validée par une bande proche de 297 pb dans le témoin positif 1, absente à cette taille dans le témoin négatif 2.

Question Q14. Analyser les résultats de détection de la toxine, d'une part, et du gène associé, d'autre part, pour le système d'aquaponie en test.

La bande contrôle est colorée à chaque échéance : toutes les bandelettes sont donc valides. La bande test reste négative jusqu'à J+14 et devient positive à J+21. Sur le gel, les bandes correspondant à l'amplicon attendu apparaissent dans les puits 6 et 7, soit à J+14 et J+21 ; elles sont absentes des puits 3 à 5.

Prélèvement	Microcystine, bandelette	Gène, PCR
Avant contamination	Non détectée	Non détecté
J+0	Non détectée	Non détecté
J+7	Non détectée	Non détecté
J+14	Non détectée	Détecté
J+21	Détectée	Détecté

La PCR révèle donc le gène une semaine avant la détection de la toxine.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le gène est détecté dès J+14 ; la microcystine n'est détectée par bandelette qu'à J+21.

Question Q15. Argumenter l'intérêt d'utiliser la technique de PCR en complément de la technique d'immunochromatographie pour la détection de cyanobactéries productrices de toxine.

La PCR et l'immunochromatographie ne détectent pas la même chose : la PCR révèle la présence du gène associé à la production de microcystine, tandis que la bandelette détecte directement la toxine dans l'eau, avec un seuil de 1 $\mu g \cdot L^{-1}$. Dans l'essai, le gène est repéré à J+14, alors que la toxine n'est détectée qu'à J+21.

- La PCR donne une alerte précoce sur la présence de cyanobactéries porteuses du gène.
- La bandelette vérifie si la toxine est présente à une concentration détectable.

Les associer permet d'anticiper le risque sans assimiler la présence du gène à la présence effective de toxine.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La PCR alerte dès la détection du gène ; la bandelette confirme la présence effective de microcystine.

6. Bilan du fonctionnement du kit d’aquaponie

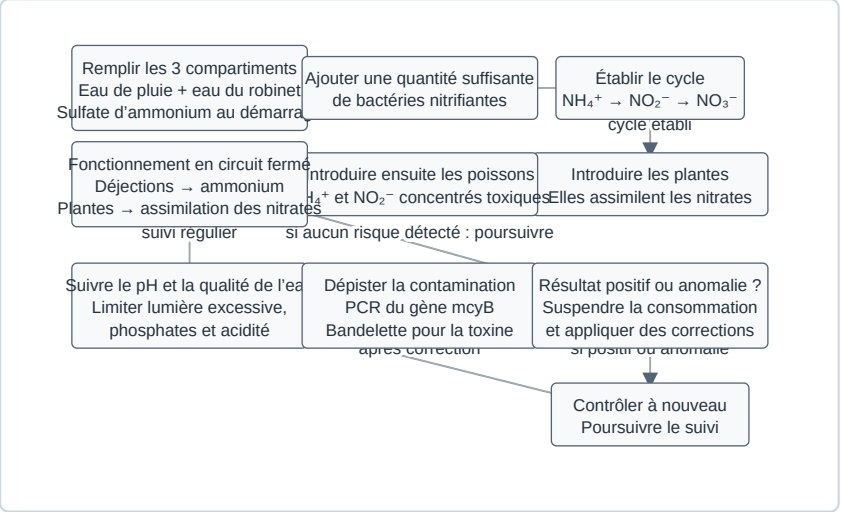
Cette question mobilise l’ensemble du sujet pour organiser les étapes de mise en place et de suivi du kit d’aquaponie. La synthèse demandée doit prendre la forme d’un organigramme.

4

Question Q16. À l’aide de l’ensemble du sujet, élaborer un organigramme des étapes de mise en place et de suivi du fonctionnement du kit d’aquaponie.

Le démarrage se fait sans poissons : l’ammonium et les nitrites peuvent être toxiques. Les bactéries nitrifiantes transforment l’ammonium en nitrites, puis en nitrates. Une fois le cycle établi, on introduit les plantes, puis les poissons. En fonctionnement, les déjections des poissons alimentent le cycle et les plantes assimilent les nitrates. Le suivi porte sur le pH et la qualité de l’eau. La PCR recherche le gène *mcyB* ; la bandelette détecte directement la microcystine. En cas de risque, on suspend la consommation et on applique des actions correctrices avant de contrôler à nouveau.

Organigramme de mise en place et de suivi du kit d’aquaponie



La bandelette est interprétable seulement si la bande contrôle est colorée. La PCR permet de rechercher le gène associé à la production de toxine.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Remplir, ensemencer en bactéries, établir la nitrification, introduire les plantes puis les poissons, surveiller l’eau et dépister la microcystine ; corriger toute anomalie et contrôler à nouveau.

7. Biotechnologies et développement d’une agriculture durable

La question de synthèse porte sur les apports et les limites des biotechnologies au regard des objectifs de développement durable. Le document 7 aborde leurs effets sur les rendements, l’alimentation et l’environnement, ainsi que les risques, les inégalités d’accès et les difficultés d’adoption de solutions biologiques en agriculture.

Partie II - Question de synthèse

Question Q17. Discuter, à l’aide du document 7, l’utilisation des biotechnologies dans l’objectif de développer une agriculture répondant à différents enjeux du développement durable.

Les biotechnologies peuvent servir les trois piliers du développement durable. Elles accélèrent l’amélioration des cultures, favorisent des aliments plus nutritifs et des rendements plus réguliers face aux sécheresses ou aux températures extrêmes. Des variétés résistantes aux insectes et des microorganismes utiles aux plantes peuvent réduire l’emploi de pesticides et d’engrais chimiques, préserver la santé des sols et améliorer les revenus agricoles. Des prix plus bas et une production plus stable renforcent aussi la sécurité alimentaire.

Ces bénéfices doivent être nuancés : les petits exploitants peuvent ne pas avoir accès aux technologies, et le rachat annuel de semences peut freiner leur adoption. Les plantes génétiquement modifiées soulèvent des risques possibles d’allergies et de déséquilibres écologiques. Enfin, l’adoption de pratiques biologiques demande du temps et un accompagnement des agriculteurs. Il faut donc évaluer les effets et garantir un accès équitable.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les biotechnologies peuvent rendre l’agriculture plus productive et durable, sous réserve de maîtriser les risques et d’en assurer l’accès équitable.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2025)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve de spécialité Biochimie, Biologie et Biotechnologies du baccalauréat technologique, session 2025, porte le code 25-TL3BME3 et dure trois heures. Aucun coefficient n'est imprimé. Elle étudie la mise au point d'un kit d'aquaponie et les biotechnologies agricoles, et évalue l'analyse, les calculs, l'interprétation, l'argumentation technique, la synthèse et la communication écrite.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La nitrification transforme l'ammonium en nitrites, puis les nitrites en nitrates assimilables par les plantes.
- L'équation bilan de la nitratation est : $NO_2^- + ½\ O_2 \rightarrow NO_3^-$.
- La formule de Wallace est Tm = 2 × (nA + nT) + 4 × (nG + nC).
- La PCR détecte le gène ciblé, tandis que l'immunochromatographie détecte directement la toxine au-dessus de son seuil de détection.

Points de vigilance & attentes du jury

- Justifier l'ordre d'introduction des organismes à partir du cycle de l'azote et de la toxicité de l'ammonium et des nitrites pour les poissons.
- Lire les courbes de pH au seuil strictement supérieur à 25 % et rechercher la zone compatible avec les deux organismes.
- Pour la PCR, vérifier l'écart entre les Tm, la température d'hybridation et le temps d'élongation requis.
- Pour les tests, vérifier la bande contrôle et comparer les bandes du gel aux témoins et à la taille attendue.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment équilibrer l'équation de nitratation à partir des couples redox ?

Écrire la réduction du couple NO_3^-/NO_2^- et l'oxydation de l'eau du couple O_2/H_2O, puis équilibrer les électrons, les atomes et les charges. L'équation bilan est $NO_2^- + ½\ O_2 \rightarrow NO_3^-$.

Q : Comment calculer le temps d'élongation théorique d'un amplicon ?

Diviser la taille de l'amplicon par la vitesse d'élongation de la Taq polymérase. Avec la valeur fournie, 1 000 paires de bases par minute, exprimer le résultat dans une unité adaptée au protocole.

Q : Le sujet attribue-t-il un nombre de points à chaque exercice ?

Aucun barème par exercice ou par question n'est imprimé. Le sujet indique les points associés aux compétences évaluées : 3, 2, 5, 4, 5 et 1, soit 20 points au total.

Q : Quels éléments faut-il faire apparaître dans une réponse argumentée ?

Relier les données pertinentes des documents à la conclusion demandée et justifier explicitement les calculs avec leurs unités. Pour la synthèse, présenter les apports et les limites des biotechnologies en lien avec les enjeux du développement durable.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Biochimie, biologie et biotechnologies/2025/Bac STL - Biochimie, biologie et biotechnologies - Session 2025 - 1-Sujet.pdf
Ressources Bac STL : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.