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 2024 • Code sujet : **24-TL3BPO1** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Questionnement scientifique et technologique : intoxication à l'arsenic et biocapteur bactérien (18 questions) **Page 3**

2. Question de synthèse : autorisation préalable et risques environnementaux des OGM (1 question) **Page 10**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Biochimie, biologie et biotechnologies/2024/Bac STL - Biochimie, biologie et biotechnologies - Session 2024 - 3-Sujet.pdf

1. Questionnement scientifique et technologique : intoxication à l'arsenic et biocapteur bactérien

L'étude porte d'abord sur le suivi d'une intoxication à l'arsenic par dosage urinaire, sur son métabolisme hépatique et sur ses effets sur les lymphocytes et la réponse immunitaire. Elle traite ensuite de la construction et de l'évaluation d'une souche d'Escherichia coli génétiquement modifiée qui émet de la lumière en présence d'arsenic.

1.1 Dosage de l'arsenic dans l'organisme

Question Q1. À l'aide de l'équation de la droite d'étalonnage, calculer la concentration en masse de créatinine dans l'urine diluée du second prélèvement.

La droite d'étalonnage est $A = 11{,}795\rho + 0{,}2522$, où A est l'absorbance et ρ la concentration massique en g·L^{-1}. On isole la concentration : $\rho = (A - 0{,}2522)/11{,}795$. Pour le second prélèvement, $A = 0{,}898$, donc $\rho = (0{,}898 - 0{,}2522)/11{,}795 = 0{,}054752\ldots$ g·L^{-1}. Cette valeur concerne l'échantillon dilué au 1/20^{e}, comme demandé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Créatinine dans l'urine diluée : **0,0548 g·L^{-1}**.

Question Q2. En déduire la concentration en masse de créatinine dans l'urine non diluée, ρ(créatinine ; urine), avec un résultat à trois chiffres significatifs.

1. La dilution au 1/20^{e} signifie que la concentration mesurée est vingt fois plus faible que celle de l'urine initiale.
2. On multiplie donc la concentration du prélèvement dilué par le facteur de dilution : $\rho_{urine} = 0{,}054752\ldots \times 20 = 1{,}09504\ldots$ g·L^{-1}.
3. À trois chiffres significatifs, la concentration massique non diluée est $1{,}10$ g·L^{-1}. Le zéro final est significatif et indique la précision demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **ρ(créatinine ; urine) = 1,10 g·L^{-1}**.

Question Q3. Établir l'équation aux unités puis l'équation aux valeurs numériques permettant de calculer le taux d'arsenic urinaire dans le second prélèvement. Calculer ce taux T(arsenic ; urine) avec un résultat à trois chiffres significatifs.

Le document donne $T = \rho(\text{arsenic ; urine})/\rho(\text{créatinine ; urine})$. Pour les unités, $(\mu g \cdot L^{-1})/(g \cdot L^{-1}) = \mu g \cdot g^{-1}$: les litres se simplifient. Le second prélèvement contient 21,0 µg·L^{-1} d'arsenic. En utilisant la concentration de créatinine calculée à partir de l'absorbance et du facteur de dilution, on obtient $T = 21{,}0/[20 \times (0{,}898 - 0{,}2522)/11{,}795] = 19{,}18\ldots\ \mu g \cdot g^{-1}$, soit 19,2 à trois chiffres significatifs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **T(arsenic ; urine) = 19,2 µg·g^{-1}**.

Question Q4. Conclure sur l'intoxication de l'individu au bout de deux mois et commenter son évolution pendant cette période.

Au second prélèvement, deux mois après le premier, le taux calculé est de 19,2 $\mu g \cdot g^{-1}$. Il dépasse la valeur physiologique maximale de 10 $\mu g \cdot g^{-1}$: l'individu reste donc intoxiqué. Le premier prélèvement indiquait 25,5 $\mu g \cdot g^{-1}$. Le taux a ainsi baissé entre les deux mesures, ce qui traduit une diminution de l'exposition ou de la contamination mesurée, mais il demeure supérieur au seuil de santé. L'intoxication régresse sans avoir disparu.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'individu reste intoxiqué, malgré la baisse du taux urinaire d'arsenic de 25,5 à 19,2 $\mu g \cdot g^{-1}$.

1.2 Métabolisme de l'arsenic dans le foie

Question Q5. Montrer que la réaction 1 du métabolisme hépatique est une réaction d'oxydoréduction en écrivant la demi-équation d'oxydation.

Dans la réaction 1, le glutathion réduit GSH devient du glutathion oxydé GSSG. La demi-équation d'oxydation est $2\,GSH \rightarrow GSSG + 2\,H^+ + 2\,e^-$: les électrons libérés sont cédés à une autre espèce. En parallèle, l'arsenic oxydé As est réduit en AsH_2. Il y a donc un transfert d'électrons entre le glutathion, oxydé, et l'arsenic, réduit : la réaction 1 est bien une réaction d'oxydoréduction.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Demi-équation d'oxydation : **$2\,GSH \rightarrow GSSG + 2\,H^+ + 2\,e^-$**.

Question Q6. Écrire l'équation de la réaction bilan de l'ensemble de la voie métabolique et réaliser le bilan de matière de cette voie sous forme d'un tableau.

Les trois étapes successives transforment As en AsH_2, puis en $AsCH_3$ et enfin en AsH_2-CH_3. Les intermédiaires AsH_2 et $AsCH_3$ s'annulent lorsqu'on additionne les réactions. Les deux réactions utilisant le glutathion consomment chacune 2 GSH et forment chacune 1 GSSG. Le bilan global est donc $As + 4\,GSH + X\text{-}CH_3 \rightarrow AsH_2\text{-}CH_3 + 2\,GSSG + XH_2$. Les coefficients du tableau indiquent les quantités stœchiométriques consommées ou formées par avancement de la voie.

Espèce	Consommée	Formée
As	1	0
GSH	4	0
$X\text{-}CH_3$	1	0
$AsH_2\text{-}CH_3$	0	1
GSSG	0	2
XH_2	0	1

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$As + 4\ GSH + X\text{-}CH_3 \rightarrow AsH_2\text{-}CH_3 + 2\ GSSG + XH_2$.

1.3 Toxicité de l'arsenic vis-à-vis du système immunitaire

Question Q7. Comparer l'effet des activateurs sur les lymphocytes B d'un individu intoxiqué à l'arsenic et sur ceux d'un individu non intoxiqué.

Il faut comparer les lymphocytes B cultivés avec leur activateur spécifique. Le taux est de 2,2 ± 0,1 chez l'individu non intoxiqué et de 2,0 ± 0,2 chez l'individu intoxiqué. Les intervalles de valeurs se recouvrent, de 2,1 à 2,2. Les données ne mettent donc pas en évidence de différence nette de prolifération des lymphocytes B entre les deux individus. Avec activateur, leur prolifération apparaît comparable dans les conditions de l'expérience.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

La prolifération des lymphocytes B activés est comparable chez les deux individus.

Question Q8. Analyser l'ensemble des résultats obtenus pour les individus intoxiqués afin de déduire l'effet de l'arsenic sur la prolifération des différents lymphocytes T.

Chez les individus intoxiqués, les LT auxiliaires activés ont un taux de prolifération de 1,2 ± 0,2, contre 4,2 ± 0,2 chez les non-intoxiqués. Leur prolifération est donc fortement réduite. Pour les LT cytotoxiques activés, les taux sont proches : 4,4 ± 0,1 chez les intoxiqués contre 4,5 ± 0,2 chez les non-intoxiqués. Ces résultats indiquent un effet marqué de l'arsenic sur la prolifération des LT auxiliaires, mais pas d'effet notable mesuré sur celle des LT cytotoxiques.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

L'arsenic réduit fortement la prolifération des LT auxiliaires, sans effet notable mesuré sur celle des LT cytotoxiques.

Question Q9. Expliquer comment l'intoxication à l'arsenic peut perturber la réponse immunitaire adaptative à médiation cellulaire et à médiation humorale.

Le document 4 montre que les LT auxiliaires contribuent, par la sécrétion d'IL-2, à l'activation des LT8 et des LB. Or la prolifération des LT auxiliaires est fortement réduite chez les individus intoxiqués. Une moindre activation des LT8 peut affaiblir la réponse à médiation cellulaire, qui repose sur les LT cytotoxiques et la lyse des cellules infectées. Une activation moins efficace des LB peut aussi réduire leur différenciation en plasmocytes et la production d'anticorps, donc la réponse humorale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La baisse des LT auxiliaires peut affaiblir les réponses immunitaires cellulaire et humorale.

Question Q10. Déduire une explication à l'augmentation du nombre de maladies opportunistes dans une population intoxiquée à l'arsenic.

Les microorganismes opportunistes sont habituellement peu pathogènes, mais peuvent provoquer des infections lorsque les défenses immunitaires sont déficientes. L'arsenic réduit la prolifération des LT auxiliaires, qui coordonnent l'activation d'autres cellules immunitaires. La réponse peut alors être moins efficace pour éliminer les cellules infectées et produire des anticorps. Le contrôle de microorganismes normalement contenus par le système immunitaire devient moins efficace, ce qui explique l'augmentation des maladies opportunistes observée dans la population intoxiquée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La réponse immunitaire affaiblie contrôle moins efficacement les microorganismes opportunistes.

2.1 Amplification du promoteur pArs par PCR

Question Q11. À l'aide d'un schéma, montrer que le couple d'amorces permet d'amplifier la séquence d'ADN, en précisant l'orientation des brins.

L'amorce sens a la même séquence que l'extrémité gauche du brin 1 : elle s'hybride donc au brin 2. L'amorce anti-sens est la séquence complémentaire inversée de l'extrémité droite du brin 1 et s'hybride à ce brin. Les deux amorces sont antiparallèles à leur brin matrice. Leurs extrémités 3′ sont tournées vers la région comprise entre elles : l'ADN polymérase allonge chacune en 5′ vers 3′ et amplifie le fragment de 302 pb.

Orientation des brins et des amorces pour la PCR



L'amorce sens s'hybride au brin 2 à gauche ; l'amorce anti-sens s'hybride au brin 1 à droite. Les extrémités 3′ pointent vers le fragment à amplifier.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les amorces encadrent et amplifient le fragment pArs de **302 pb**.

2.2 Construction du plasmide et transformation de la souche

Question Q12. Expliquer l'intérêt d'utiliser une souche bactérienne sensible à l'ampicilline pour la transformation avec le plasmide pBArsLuxAB.

La souche de départ est sensible à l'ampicilline : elle ne peut pas se développer sur un milieu contenant cet antibiotique. Le plasmide pBArsLuxAB porte le gène de résistance AmpR. Après transformation, les bactéries ayant intégré ce plasmide acquièrent donc une résistance à l'ampicilline. La culture sur milieu additionné d'ampicilline sélectionne les bactéries transformées et élimine les bactéries sensibles non transformées. Cette sélection ne prouve toutefois pas, à elle seule, que le plasmide contient l'insert pArs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'ampicilline sélectionne les bactéries transformées portant le plasmide AmpR.

Question Q13. Calculer la taille des deux fragments attendus après hydrolyse du plasmide recombinant pBArsLuxAB par l'enzyme de restriction PciI.

La carte indique un plasmide recombinant de 7 355 pb avec deux sites PciI, aux positions 125 et 6 138. La distance entre ces sites sur un arc du plasmide circulaire est *6 138 - 125 = 6 013 pb*. L'autre fragment correspond au reste du plasmide : *7 355 - 6 013 = 1 342 pb*. Les deux fragments totalisent 7 355 pb, soit la taille du plasmide recombinant.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fragments attendus : **6 013 pb et 1 342 pb**.

Question Q14. Argumenter l'obtention d'une seule bande après hydrolyse du plasmide pBLuxAB par l'enzyme de restriction PciI.

Le plasmide pBLuxAB est circulaire. La digestion par PciI produit une seule bande si l'enzyme ne coupe qu'à un seul site : une coupure unique ouvre l'ADN circulaire et le linéarise, sans le séparer en plusieurs fragments. La molécule obtenue est alors un fragment unique correspondant à toute la longueur du plasmide. À l'inverse, l'insertion de pArs apporte un second site PciI, ce qui permet de distinguer le plasmide recombinant par deux fragments.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Un site PciI coupe pBLuxAB une fois : le plasmide linéarisé forme un fragment unique et une bande.

Question Q15. Analyser l'électrophorégramme pour vérifier la présence de l'insert pArs dans le plasmide extrait de la colonie étudiée.

La piste 1 correspond au plasmide extrait de la colonie et digéré par PciI. Elle présente deux bandes, estimées à environ 6 000 pb et 1 300 pb, proches des fragments attendus de 6 013 pb et 1 342 pb pour le plasmide recombinant. La piste 2, témoin pBLuxAB digéré, montre une seule bande. Le profil de la colonie est donc celui d'un plasmide recombinant ayant intégré l'insert pArs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les deux bandes de la piste 1 confirment la présence de l'insert pArs.

2.3 Comparaison de la bioluminescence des souches fraîches et lyophilisées

Question Q16. Montrer qu'avec les bactéries d'une culture fraîchement ensemencée, il est possible de déterminer des concentrations d'arsenic comprises entre 30 et 80 µmol·L^{-1}.

Dans la plage recherchée, la courbe des bactéries fraîches augmente avec la concentration en arsenic. À 30 µmol·L^{-1}, l'intensité lue sur le graphe est d'environ 22 U.A. ; à 80 µmol·L^{-1}, elle est d'environ 94 U.A. Le signal est donc supérieur au seuil de résultat satisfaisant, fixé à 20 U.A., sur l'intervalle demandé, et varie selon la concentration. Les bactéries fraîches permettent ainsi de déterminer les concentrations visées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui : entre 30 et 80 µmol·L^{-1}, le signal des bactéries fraîches dépasse 20 U.A. et varie avec la concentration.

Question Q17. Expliquer s'il est possible d'utiliser des bactéries transformées lyophilisées pour réaliser des mesures de pollution à l'arsenic sur le terrain.

Le critère fixé dans le document 8 exige une intensité supérieure à 20 U.A. Dans la plage de concentrations visée, la courbe des bactéries lyophilisées reste sous ce seuil, même après réhydratation et revivification selon le protocole. Leur réponse lumineuse ne permet donc pas de distinguer de façon satisfaisante les concentrations d'arsenic recherchées. Avec ces résultats et ce protocole, elles ne conviennent pas aux mesures de pollution sur le terrain.

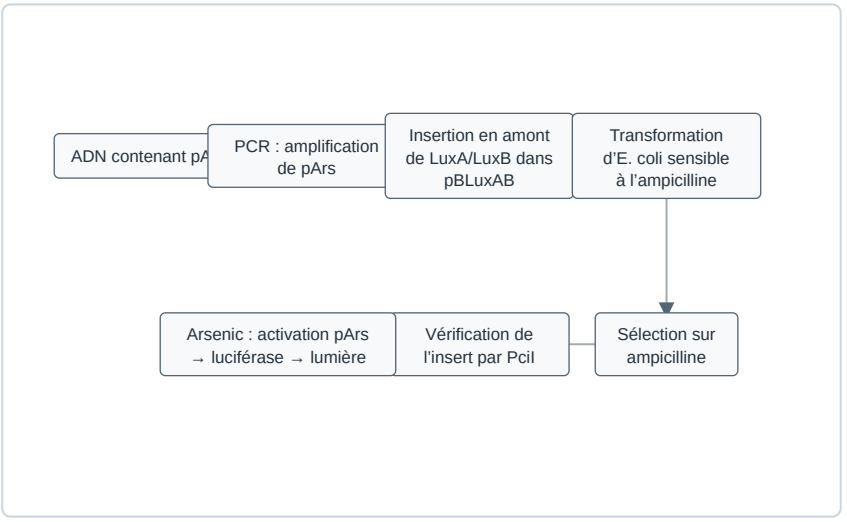
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : les bactéries lyophilisées restent sous le seuil de 20 U.A. dans la plage visée.

3 Bilan

Question Q18. Présenter sous forme de logigramme les différentes étapes permettant d'obtenir une souche d'Escherichia coli émettant de la bioluminescence en réponse à la présence d'arsenic.

Le promoteur pArs est d'abord amplifié par PCR, puis inséré dans pBLuxAB en amont des gènes LuxA et LuxB. Le plasmide recombinant pBArsLuxAB est introduit dans une souche d'*E. coli* sensible à l'ampicilline. La culture avec ampicilline sélectionne les bactéries transformées ; une digestion par PciI permet ensuite de vérifier l'insert. En présence d'arsenic, pArs active l'expression des gènes de la luciférase et la bactérie émet de la lumière.

Obtention et fonctionnement du biocapteur bactérien à arsenic



Les étapes de construction, de sélection et de vérification conduisent à une souche bioluminescente en présence d'arsenic.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La souche transformée et sélectionnée émet de la lumière lorsque l'arsenic active pArs.

2. Question de synthèse : autorisation préalable et risques environnementaux des OGM

La synthèse s'appuie sur des documents présentant les usages des OGM, les risques environnementaux et leur réglementation. Il faut justifier l'intérêt d'une autorisation préalable en s'appuyant sur des faits scientifiques liés à l'environnement.

Question de synthèse

Question Q19. Expliquer l'intérêt d'imposer une demande d'autorisation à l'organisme compétent avant l'utilisation d'un OGM, en s'appuyant sur des faits scientifiques liés à l'environnement.

L'autorisation préalable permet d'évaluer au cas par cas les risques environnementaux avant la mise sur le marché ou la dissémination d'un OGM. Cette précaution est nécessaire car une plante génétiquement modifiée peut se croiser avec des variétés sauvages et disséminer ses gènes dans la nature. Une plante produisant une protéine insecticide peut aussi affecter des insectes non ciblés, qui contribuent à l'équilibre écologique. Pour les essais au champ de plantes OGM, l'évaluation de l'Anses et l'accord du ministre chargé de l'environnement encadrent l'autorisation. La surveillance et la traçabilité permettent ensuite de suivre les OGM autorisés.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'autorisation préalable évalue les risques de dissémination des gènes et d'atteinte aux espèces non ciblées, afin de protéger les écosystèmes.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2024)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Biochimie, Biologie et Biotechnologies du baccalauréat technologique STL, session 2024, code 24-TL3BPO1, d'une durée de 3 heures. Aucun coefficient n'est imprimé. Le sujet étudie l'intoxication à l'arsenic, ses effets immunitaires et un biocapteur bactérien lumineux, et évalue calcul, analyse de données, raisonnement scientifique et synthèse.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La droite d'étalonnage relie absorbance et concentration en créatinine : isoler la concentration à partir de l'équation fournie.
- Le taux urinaire d'arsenic se calcule par T(As ; urine) = ρ(As ; urine) / ρ(créatinine ; urine), avec des unités compatibles.
- En PCR, les amorces se fixent sur des brins opposés et leurs extrémités 3' pointent vers la région à amplifier.
- L'arsenic active le promoteur pArs, qui commande LuxA et LuxB ; leurs produits forment la luciférase émettant de la lumière.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour passer de l'urine diluée à l'urine non diluée, appliquer le facteur de dilution 20.
- Comparer le taux urinaire calculé à la valeur physiologique maximale de 10 µg d'arsenic par g de créatinine.
- Pour lire un électrophorégramme, comparer les bandes aux marqueurs et respecter le sens de migration vers l'anode.
- Pour les mesures de pollution, un résultat est satisfaisant seulement si l'intensité lumineuse dépasse 20 U.A.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter la droite d'étalonnage pour trouver la concentration en créatinine ?

Avec y = 11,795x + 0,2522, isoler x : x = (absorbance - 0,2522) / 11,795. La valeur obtenue correspond à l'urine diluée ; la multiplier par 20 donne la concentration dans l'urine non diluée.

Q : Comment vérifier que les amorces encadrent la séquence à amplifier ?

Repérer chaque amorce sur le brin complémentaire correspondant et respecter l'appariement des bases. Elles doivent se fixer sur des brins opposés, avec leurs extrémités 3' dirigées vers la région située entre elles.

Q : Combien de temps dure l'épreuve et comment répartir le temps ?

L'épreuve dure 3 heures. Le sujet indique une durée indicative de 2 h 30 pour le questionnement scientifique et technologique, puis de 30 minutes pour la synthèse ; il est prudent de conserver quelques minutes pour vérifier les réponses et les unités.

Q : Quels critères permettent d'interpréter les mesures de bioluminescence ?

Un résultat est déclaré satisfaisant si l'intensité dépasse 20 U.A. Il faut comparer ce seuil aux courbes des bactéries fraîches et lyophilisées sur la plage visée, de 30 à 80 µmol·L^{-1}.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Biochimie, biologie et biotechnologies/2024/Bac STL - Biochimie, biologie et biotechnologies - Session 2024 - 3-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.