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

Sciences et technologies de laboratoire - Biochimie, Biologie et Biotechnologies

Session 2023 • Code sujet : **23-TL3BPO1** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Questionnement scientifique et technologique : production et contrôle du maïs OGM Bt (19 questions) **Page 3**

2. Question de synthèse : arguments sur l'utilisation du maïs MON810 (1 question) **Page 9**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Biochimie, biologie et biotechnologies/2023/Bac STL - Biochimie, biologie et biotechnologies - Session 2023 - 4-Sujet.pdf

1. Questionnement scientifique et technologique : production et contrôle du maïs OGM Bt

Le sujet étudie la production d'un maïs génétiquement modifié exprimant la toxine Bt afin de lutter contre les ravageurs, en s'appuyant sur le transfert du gène cry par Agrobacterium tumefaciens. Il porte ensuite sur les contrôles de la transformation et sur la vérification de la production de toxine par dosage ELISA.

Question Q1. Proposer un avantage à modifier génétiquement le plant de maïs avec le gène de la toxine Bt plutôt que de réaliser un épandage direct de Bacillus thuringiensis sur les plants de maïs.

Le maïs OGM Bt produit lui-même la toxine insecticide dans ses tissus. Il protège ainsi les cultures contre les larves sans nécessiter les pulvérisations régulières de *Bacillus thuringiensis*.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La plante produit la toxine Bt et limite les épandages répétés de bactéries.

Question Q2. Identifier les étapes qui conduisent à la modification génétique d'Agrobacterium tumefaciens, puis celles qui aboutissent à l'obtention d'un plant de maïs génétiquement modifié.

Les étapes 1 à 6 modifient *Agrobacterium tumefaciens* : extraction du plasmide de *Bacillus*, amplification de *cry*, insertion dans le plasmide Ti, sélection du TiR recombinant, puis transformation et sélection des bactéries. Pour obtenir le maïs OGM, TiR transfecte les cellules végétales (étape 7). Elles sont sélectionnées et cultivées (étape 8), régénérées in vitro en plants (étape 9), puis cultivées (étape 10).

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Modification d'*Agrobacterium* : étapes 1 à 6. Obtention des plants de maïs OGM Bt : étapes 7 à 10.

Question Q3. Expliquer l'intérêt de transférer le gène cry de la bactérie Bacillus thuringiensis à la bactérie Agrobacterium tumefaciens.

Le plasmide de *Bacillus thuringiensis* ne peut pas être injecté directement dans les cellules végétales. *Agrobacterium tumefaciens* transfère, elle, son plasmide Ti aux cellules de maïs. Insérer *cry* dans Ti permet donc d'utiliser cette bactérie comme vecteur pour introduire le gène dans les cellules végétales, où il peut s'intégrer au génome.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> *Agrobacterium* sert de vecteur pour transférer le gène *cry* aux cellules de maïs.

Amplification par PCR

Question Q4. Analyser le document 2 afin d'identifier et de justifier chacune des étapes 1, 2 et 3 de la PCR.

Les changements de température et d'état de l'ADN identifient les étapes du cycle :

1. À 95 °C, les deux brins se séparent : dénaturation.
2. À 45-60 °C, les amorces s'apparient aux séquences complémentaires : hybridation.
3. À 72 °C, la Taq polymérase ajoute des nucléotides aux amorces et synthétise les brins complémentaires : élongation.

La répétition des cycles amplifie le fragment délimité par les amorces.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 1 : dénaturation. 2 : hybridation des amorces. 3 : élongation par la Taq polymérase.

Question Q5. Déduire une propriété que doit posséder l'ADN polymérase utilisée lors de la PCR.

La PCR comporte des chauffages répétés à 95 °C pour séparer les brins d'ADN. L'ADN polymérase doit rester active après ces températures élevées. La Taq polymérase est thermostable et synthétise les nouveaux brins pendant l'étape d'élongation à 72 °C.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'ADN polymérase doit être thermostable.

Question Q6. Écrire la séquence d'ADN complémentaire de l'amorce anti-sens selon l'orientation 5' vers 3'.

Les bases complémentaires sont A-T et C-G. Le brin complémentaire s'apparie antiparallèlement à l'amorce anti-sens. Réécrit dans l'orientation demandée, 5' vers 3', il donne :

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 5' GTAATCAAGGGACCTGGTCA 3'

Question Q7. Argumenter pour déterminer sur quelle séquence simple brin du gène cry, parmi les séquences 1, 2, 3 ou 4, s'hybride l'amorce anti-sens.

L'amorce anti-sens s'apparie de façon complémentaire et antiparallèle au brin supérieur, dont la région est repérée ②. En effet, cette région comprend la séquence 5' GTAATCAAGGGACCTGGTCA 3', complémentaire de l'amorce 5' TGACCAGGTCCCTTGATTAC 3'. Elle ne s'hybride donc pas au brin inférieur ④, qui lui est

complémentaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'amorce anti-sens s'hybride au brin repéré ②.

Analyse des produits de PCR

Question Q8. Exploiter le résultat obtenu pour le témoin d'efficacité afin de déterminer la taille du gène cry.

La bande de la piste 1, témoin d'efficacité, migre à la même hauteur que la bande de 1 500 pb du marqueur de taille en piste 4. La taille de l'amplicon du gène *cry* est donc estimée par comparaison avec cette bande de référence.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le gène *cry* amplifié mesure environ 1 500 pb.

Question Q9. Expliquer en quoi la composition du témoin déposé sur la piste 3 permet de vérifier la spécificité de la PCR.

La piste 3 contient un ADN sans gène *cry*, mais aussi les amorces spécifiques et tous les autres réactifs de PCR. L'absence de bande montre que ces amorces ne produisent pas de fragment détectable à partir de cet ADN. Le témoin vérifie ainsi la spécificité de l'amplification.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'absence de bande en piste 3 confirme la spécificité de la PCR.

Question Q10. Interpréter les résultats expérimentaux présentés dans le document 3.

Les pistes 1 et 2 montrent une bande d'environ 1 500 pb : la PCR fonctionne et le gène *cry* extrait de *Bacillus thuringiensis* a été amplifié. La piste 3 ne montre aucune bande, ce qui valide le témoin de spécificité. Les résultats sont compatibles avec une amplification spécifique de *cry*.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> *cry* est amplifié dans le témoin d'efficacité et l'essai, mais pas dans le témoin de spécificité.

Intégration du gène cry dans le plasmide Ti

Question Q11. Sachant que le plasmide Ti a une taille de 190 × 10^3 pb, calculer la taille du plasmide TiR recombiné avec le gène cry.

Le plasmide TiR comprend le plasmide Ti et le gène *cry*, estimé à 1 500 pb par électrophorèse. Ainsi : 190 × 10^3 pb + 1 500 pb = 191 500 pb.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Taille du plasmide TiR : 191 500 pb, soit 191,5 × 10^3 pb.

Transformation d'Agrobacterium tumefaciens

Question Q12. Comparer les résultats de culture d'Agrobacterium tumefaciens sur les deux milieux et expliquer en quoi ils permettent de dire que l'efficacité de transformation n'est pas de 100 %.

La gélose nutritive présente de nombreuses colonies, alors que la gélose avec ampicilline en présente moins. L'ampicilline empêche la croissance des bactéries dépourvues du plasmide TiR, qui porte le gène de résistance. La croissance sur le milieu nutritif de bactéries absentes du milieu sélectif montre qu'une partie de la population n'a pas été transformée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La transformation n'est pas totale : seules les bactéries porteuses de TiR poussent avec l'ampicilline.

Dosage ELISA de la toxine Bt

Question Q13. Repérer dans la liste des matériels et réactifs fournie par le coffret les éléments reconnaissant spécifiquement la toxine Bt.

La reconnaissance spécifique de la toxine Bt est assurée par les anticorps anti-toxine Bt immobilisés au fond des cupules et par le réactif conjugué HRP, qui contient un second anticorps anti-toxine Bt. Les deux anticorps reconnaissent des déterminants antigéniques différents de la toxine.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Anticorps anti-toxine Bt immobilisés et anticorps anti-toxine Bt couplés à la HRP.

Question Q14. Expliquer le rôle des différents lavages du protocole ELISA.

Le lavage de l'étape 2 élimine les constituants des étalons ou de l'échantillon qui ne sont pas retenus par les anticorps immobilisés. Celui de l'étape 4 élimine les anticorps conjugués à la HRP qui ne se sont pas liés à la toxine capturée. Les deux lavages réduisent les fixations non spécifiques et le signal de fond.

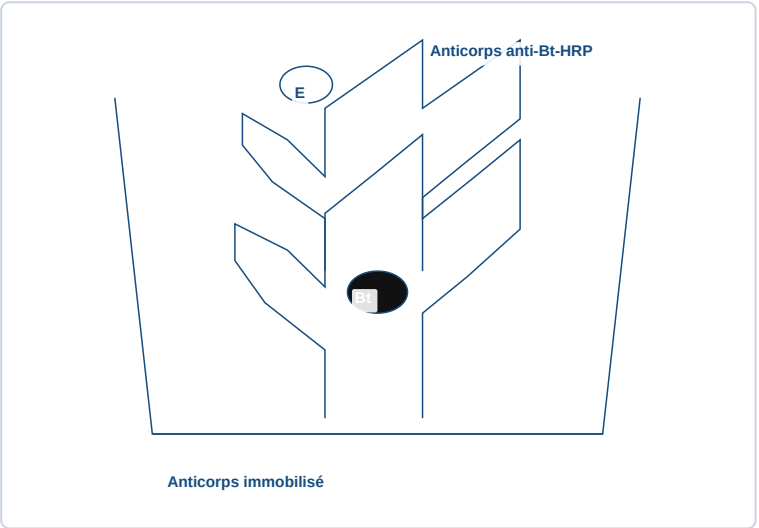
✓ RÉPONSE À RETENIR

Les lavages éliminent les molécules non fixées et réduisent le signal non spécifique.

Question Q15. Schématiser sur la copie la cupule échantillon après le lavage réalisé à l'étape 4, en utilisant les symboles du document 6.

Après le lavage de l'étape 4, la toxine Bt est retenue entre l'anticorps immobilisé au fond de la cupule et l'anticorps anti-Bt couplé à la HRP. Les protéines de maïs et les anticorps conjugués non fixés ont été éliminés.

Cupule échantillon après le lavage de l'étape 4



✓ RÉPONSE À RETENIR

Complexe retenu : anticorps immobilisé - toxine Bt - anticorps anti-Bt-HRP.

Question Q16. Identifier les deux rôles de la solution d'arrêt ajoutée à l'étape 6 de l'ELISA.

La solution d'arrêt est acide. Elle stoppe la réaction enzymatique catalysée par la HRP, fixant ainsi le temps de développement. L'acidité fait aussi apparaître la coloration jaune du produit de réaction du TMB, qui est ensuite mesurée à 450 nm.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Elle arrête la réaction de la HRP et rend jaune le produit du TMB.

Exploitation du dosage ELISA

Question Q17. À partir de l'équation de la droite d'étalonnage, établir l'équation aux grandeurs permettant de calculer la concentration en masse de toxine dans l'échantillon de maïs OGM Bt.

La droite d'étalonnage relie l'absorbance à la concentration massique : $A_{450\ nm} = 0{,}0034\rho + 0{,}1218$, avec ρ en $ng \cdot mL^{-1}$. En isolant ρ, l'équation aux grandeurs est :

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\rho = (A_{450\ nm} - 0{,}1218) / 0{,}0034$, en $ng \cdot mL^{-1}$.

Question Q18. Établir l'équation aux valeurs numériques, puis déterminer la concentration en masse de toxine Bt dans l'échantillon de maïs OGM Bt.

Pour l'échantillon, $A_{450\ nm} = 0{,}700$. L'équation donne $\rho = (0{,}700 - 0{,}1218) / 0{,}0034 = 170{,}0588\ ng \cdot mL^{-1}$. La concentration massique est donc d'environ $170\ ng \cdot mL^{-1}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Concentration massique de toxine Bt : environ $170\ ng \cdot mL^{-1}$.

Bilan

Question Q19. Récapituler l'ensemble des vérifications mises en place par le laboratoire qui ont permis la production d'un maïs OGM Bt.

Le laboratoire contrôle les étapes clés :

- PCR et électrophorèse vérifient l'amplification et la taille de *cry* ; les témoins contrôlent efficacité et spécificité.
- Les cultures avec et sans ampicilline contrôlent la sélection des bactéries porteuses de TiR.
- Les cellules de maïs modifiées sont sélectionnées et cultivées.
- L'ELISA sandwich, comparé à une gamme étalon, confirme la production de toxine Bt et en mesure la concentration.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les contrôles valident l'amplification de *cry*, la sélection des bactéries TiR et des cellules végétales, puis la production de toxine Bt par ELISA.

2. Question de synthèse : arguments sur l’utilisation du maïs MON810

La synthèse s’appuie sur des ressources portant sur l’avis de l’EFSA, les résistances des insectes au maïs Bt et les effets étudiés chez des rats nourris au maïs MON810. Il faut exposer les arguments scientifiques en faveur de son utilisation et ceux qui soutiennent l’interdiction de sa culture.

Question Q20. Exposer les arguments scientifiques sur lesquels l’EFSA s’est appuyée pour rendre son avis en faveur de l’utilisation du maïs MON810, ainsi que les arguments en faveur de l’interdiction de sa culture.

Arguments en faveur : l’EFSA indique qu’aucun effet indésirable n’a été observé chez l’humain ou l’animal et qu’aucune donnée nouvelle ne remet en cause les évaluations antérieures. Chez des rats nourris six mois au MON810, les analyses du métabolisme, de l’expression des gènes et des organes n’ont révélé aucune différence biologique significative avec le maïs témoin.

Arguments en faveur de l’interdiction : des insectes ravageurs peuvent développer une résistance à la toxine Bt. Un mécanisme dominant, transmis rapidement chez des chenilles en Afrique du Sud, pourrait rendre les zones refuges insuffisantes. De plus, la sensibilité de détection des résistances est jugée insuffisante, ce qui limite leur surveillance et peut justifier une approche de précaution.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les données sanitaires citées sont rassurantes, mais la diffusion possible de résistances et leur surveillance insuffisante alimentent les arguments de précaution contre la culture.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2023)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve de spécialité Biochimie, Biologie et Biotechnologies du baccalauréat technologique STL, session 2023, porte le code 23-TL3BPO1 et dure 3 heures. Aucun coefficient n'est imprimé. Elle étudie la production et le contrôle d'un maïs OGM Bt, puis le débat sur le MON810, en évaluant l'analyse documentaire, les calculs, la PCR, la transformation bactérienne, le dosage ELISA et la synthèse scientifique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La PCR enchaîne dénaturation, hybridation des amorces et élongation par une ADN polymérase thermostable.
- En ELISA sandwich, la toxine Bt est reconnue par un anticorps immobilisé et un anticorps anti-toxine marqué à la HRP.
- La droite d'étalonnage A_{450} = 0,0034c + 0,1218 permet de relier l'absorbance à la concentration en masse de toxine Bt.
- Le plasmide Ti d'Agrobacterium tumefaciens permet le transfert du gène cry vers les cellules de maïs.

Points de vigilance & attentes du jury

- Justifier chaque étape de PCR par la température appliquée et le rôle des amorces ou de la polymérase.
- Comparer les bandes au marqueur et distinguer le témoin d'efficacité du témoin de spécificité.
- Pour l'ELISA, suivre les étapes et lavages, isoler la concentration dans l'équation et conserver les unités.
- Dans la synthèse, confronter les ressources et distinguer les observations des incertitudes de surveillance.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la concentration de toxine Bt à partir de l'absorbance ELISA ?

Utilisez A_{450} = 0,0034c + 0,1218, où c est la concentration en ng·mL^{-1}. Isolez c en soustrayant 0,1218 à l'absorbance mesurée, puis en divisant le résultat par 0,0034.

Q : Pourquoi faut-il laver les cupules pendant un ELISA sandwich ?

Les lavages retirent les molécules non spécifiquement fixées. Après l'ajout du conjugué HRP, ils éliminent l'excès d'anticorps marqué, ce qui limite le signal non spécifique et contribue à la fiabilité de la mesure.

Q : Comment organiser le temps entre la partie scientifique et la synthèse ?

Le sujet indique une durée indicative de 2 h 30 pour le questionnement scientifique et technologique, puis 30 minutes pour la synthèse. Gardez ce dernier temps pour sélectionner les arguments et rédiger une réponse organisée.

Q : Quels critères respecter dans la synthèse sur le maïs MON810 ?

Appuyez les arguments sur les ressources et présentez les positions favorables et défavorables. Distinguez les effets non observés chez les rats du risque de résistance des insectes et des limites de détection signalées par l'EFSA.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Biochimie, biologie et biotechnologies/2023/Bac STL - Biochimie, biologie et biotechnologies - Session 2023 - 4-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.