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-TL3BLR1** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Obtention de microalgues mutées par pression de sélection continue** (9 questions) — **Page 3**
2. **Suivi de croissance des souches sauvage et mutée en milieu non renouvelé** (5 questions) — **Page 7**
3. **Comparaison de la production de lipides des deux souches** (4 questions) — **Page 9**
4. **Bilan : choix de la souche adaptée à la production d'un complément alimentaire lipidique** (1 question) — **Page 11**
5. **Question de synthèse sur la brevetabilité de la microalgue mutée** (1 question) — **Page 12**
6. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Biochimie, biologie et biotechnologies/2023/Bac STL - Biochimie, biologie et biotechnologies - Session 2023 - 1-Sujet.pdf

1. Obtention de microalgues mutées par pression de sélection continue

Un laboratoire soumet Tisochrysis lutea à deux conditions de stress pour sélectionner naturellement une souche susceptible de stocker davantage de lipides. Les questions portent sur la croissance en culture, le coenzyme de la réaction enzymatique, la structure de la réductase mutée et les conséquences de la mutation sur l'activité catalytique et la synthèse lipidique.

Question Q1. Analyser les résultats du document 1 pour montrer que les conditions de culture 1 et 2 impactent la croissance de la microalgue.

Les concentrations sont exprimées en logarithme népérien. Les lectures du graphique sont approximatives :

Condition	Jour 0	Jour 2	Jour 4	Évolution
1, stress thermique	≈ 12,2	≈ 7,7	≈ 6,1	Baisse continue
2, faible apport en azote	≈ 12,2	≈ 6,3	≈ 10,5	Baisse puis reprise

Les deux stress modifient donc la croissance, mais selon des évolutions différentes : la condition 1 la freine durablement, tandis qu'en condition 2 la croissance reprend après une forte baisse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les deux stress freinent la croissance ; seule la condition 2 montre une reprise avant le jour 4.

Question Q2. Argumenter le choix de la condition 2 de culture pour sélectionner une microalgue qui s'est adaptée à son environnement.

La condition 2 impose un faible apport en azote, facteur qui limite la croissance. Après une chute de la concentration jusqu'au jour 2, celle-ci remonte nettement : certaines microalgues ont donc survécu et proliféré dans ce milieu contraignant. D'après le principe de sélection naturelle, des variants spontanés mieux adaptés deviennent plus nombreux et transmettent leurs caractères à leur descendance. Cette condition permet ainsi de sélectionner des microalgues adaptées au stress azoté, recherché pour favoriser le stockage de réserves nutritives, notamment lipidiques.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir la condition 2 : la reprise de croissance suggère la sélection de microalgues capables de proliférer malgré le faible apport en azote.

Question Q3. Argumenter le choix de la longueur d'onde de 340 nm pour suivre la réaction enzymatique, à partir de la réaction catalysée par la β-cétoacyl-ACP réductase et des propriétés spectrales de son coenzyme.

La réaction transforme le coenzyme réduit $NADPH,H^+$ en coenzyme oxydé $NADP^+$. À 340 nm, le spectre indique une absorbance du $NADPH,H^+$, tandis que celle du $NADP^+$ est presque nulle. Cette longueur d'onde permet donc de distinguer les deux formes et de suivre la réaction par la disparition du coenzyme réduit. Le choix de 340 nm

est ainsi pertinent pour suivre spécifiquement l'évolution du coenzyme au cours de la catalyse enzymatique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 340 nm, le $NADPH,H^+$ absorbe, contrairement au $NADP^+$: sa consommation peut être suivie.

Question Q4. Nommer le composé suivi et en déduire le sens de la variation de l'absorbance au cours de la réaction enzymatique.

À 340 nm, le composé suivi est le $NADPH,H^+$, forme réduite du coenzyme. Au cours de la réaction, il est oxydé en $NADP^+$. Or le $NADP^+$ absorbe très peu à cette longueur d'onde, contrairement au $NADPH,H^+$. La concentration de la forme réduite diminue donc au fil de la réaction et, dans les mêmes conditions de mesure, l'absorbance à 340 nm diminue également.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le $NADPH,H^+$ est suivi ; son oxydation entraîne une diminution de l'absorbance à 340 nm.

Question Q5. Comparer les structures protéiques des deux enzymes, extraites des microalgues sauvage et mutée.

Élément comparé	Enzyme sauvage	Enzyme mutée
Structure générale	Organisation globale comparable	Organisation globale comparable
Domaine associé au site catalytique	Formé d'hélices α	Formé de boucles

Les deux protéines ont donc une organisation globale similaire, mais la région du site catalytique diffère. Le changement de structure locale peut modifier la forme ou les propriétés du site actif, sans que l'image permette à elle seule de préciser le mécanisme.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Organisation générale similaire, mais domaine du site catalytique en hélices α chez la sauvage et en boucles chez la mutée.

Question Q6. Estimer la valeur de la vitesse initiale maximale vi,max pour chacune des deux enzymes étudiées.

Sur le document 4, la vitesse initiale augmente avec la concentration en substrat, puis atteint un plateau. La hauteur de ce plateau estime la vitesse initiale maximale. La courbe de l'enzyme mutée se stabilise autour de 3,9 à 4,0 $\mu mol \cdot min^{-1} \cdot L^{-1}$. Celle de l'enzyme sauvage atteint environ 1,9 $\mu mol \cdot min^{-1} \cdot L^{-1}$. Ces valeurs sont des estimations lues sur le graphique, et non des mesures exactes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Enzyme mutée : $v_{i,max} \approx 3,9$ à 4,0 µmol·min^{-1}·L^{-1} ; enzyme sauvage : ≈ 1,9 µmol·min^{-1}·L^{-1}.

Question Q7. Comparer les vitesses $v_{i,max}$ des deux enzymes et conclure sur l'impact de la mutation sur le fonctionnement de cette enzyme.

Le plateau de l'enzyme mutée est supérieur à celui de l'enzyme sauvage : environ 3,9 contre 1,9 µmol·min^{-1}·L^{-1}. Le rapport des valeurs estimées est :

$v_{i,max}$ mutée / $v_{i,max}$ sauvage ≈ 3,9 / 1,9 ≈ 2,1.

À concentration saturante en substrat, l'enzyme mutée atteint donc une vitesse maximale environ deux fois plus élevée. Dans les conditions de l'essai, la mutation est associée à une augmentation de la capacité catalytique maximale de la réductase.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La $v_{i,max}$ de l'enzyme mutée est environ 2,1 fois celle de l'enzyme sauvage : la mutation augmente la vitesse maximale mesurée.

Question Q8. Analyser les résultats du document 5 et en déduire la conséquence attendue de la mutation sur la synthèse des lipides par la microalgue mutée.

Dans les mêmes conditions expérimentales et pour 1 mg de microalgues, l'activité catalytique mesurée vaut 7 U·mg^{-1} pour la souche sauvage et 16 U·mg^{-1} pour la souche mutée. L'activité de la réductase est donc plus élevée dans l'extrait de la souche mutée. Comme cette enzyme intervient dans la synthèse des acides gras, cette hausse permet de prévoir une synthèse lipidique potentiellement accrue. Il s'agit d'une conséquence attendue, à vérifier par un dosage direct des lipides.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'activité passe de 7 à 16 U·mg^{-1} ; la souche mutée pourrait synthétiser davantage de lipides.

Question Q9. Mettre en lien les analyses précédentes afin de proposer une hypothèse expliquant la différence d'activité catalytique z observée entre l'enzyme de la souche sauvage et celle de la souche mutante.

Le document 3 montre une différence de structure dans le domaine du site catalytique : des hélices α chez l'enzyme sauvage, des boucles chez l'enzyme mutée. La substitution nucléotidique pourrait donc modifier la séquence et le repliement local de la protéine, transformant les propriétés du site actif. La vitesse maximale plus élevée observée pour l'enzyme mutée est cohérente avec une catalyse accrue. Cela peut contribuer à expliquer son activité par mg de microalgues plus élevée, mesurée à 16 U·mg^{-1} contre 7 U·mg^{-1}.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

La substitution pourrait modifier le site catalytique et accroître l’efficacité de la réductase mutée.

2. Suivi de croissance des souches sauvage et mutée en milieu non renouvelé

Les souches sauvage et mutée de Tisochrysis lutea sont cultivées en milieu non renouvelé pour comparer leurs paramètres de croissance. Le graphique sert à identifier les phases, à comparer les biomasses produites et à calculer la vitesse spécifique de croissance ainsi que le temps de génération.

Question Q10. Identifier et délimiter les différentes phases de croissance de la souche sauvage en précisant les temps de début et de fin de chaque phase.

La courbe de la souche sauvage est presque horizontale au début, puis augmente, avant d'atteindre un plateau. On distingue donc trois phases : la phase de latence de 0 à environ 24 h, la phase exponentielle d'environ 24 à 96 h, puis la phase stationnaire d'environ 96 à 144 h. Ces limites sont estimées à partir des points et de la forme de la courbe du document 6.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Latence : 0 à 24 h ; exponentielle : 24 à 96 h ; stationnaire : 96 à 144 h.

Question Q11. Interpréter les résultats obtenus pour conclure sur la quantité de biomasse produite en phase stationnaire.

En phase stationnaire, ln N reste presque constant : la biomasse n'augmente donc pratiquement plus. Le plateau de la souche sauvage est supérieur à celui de la souche mutée. Comme l'axe indique ln N, le rapport des biomasses se calcule en exponentiant l'écart des valeurs lues sur le graphique :

- Sauvage : ln N ≈ 15,1.
- Mutée : ln N ≈ 14,8.
- Rapport sauvage/mutée : exp(15,1 − 14,8) ≈ 1,35.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> La biomasse est stable en phase stationnaire ; celle de la souche sauvage est environ 1,35 fois celle de la souche mutée.

Question Q12. Calculer la vitesse spécifique de croissance μexpo pour chacune des deux souches.

Sur la phase exponentielle, on applique la relation du document 6 : $\mu_{expo} = (\ln N_2 - \ln N_1)/(t_2 - t_1)$. Pour les deux souches, on lit approximativement ln N_1 = 13,2 à 24 h. À 96 h, ln N_2 vaut environ 15,1 pour la souche sauvage et 14,8 pour la mutée. L'intervalle est de 72 h ; les résultats, issus d'une lecture graphique, sont donc approximatifs.

Sauvage : $(15,1 - 13,2)/72$; mutée : $(14,8 - 13,2)/72$. Les vitesses sont exprimées en h^{-1}.

✓ RÉPONSE À RETENIR

μ_{expo} sauvage ≈ 0,0264 h⁻¹ ; μ_{expo} mutée ≈ 0,0222 h⁻¹.

Question Q13. Déterminer le temps de génération de la souche sauvage et celui de la souche mutée.

Le temps de génération est la durée nécessaire au doublement de la population. Le document 6 donne $G = \ln(2)/\mu_{expo}$. En utilisant les valeurs non arrondies obtenues à la question précédente, on calcule les deux durées en heures. La vitesse spécifique étant plus élevée pour la souche sauvage, son temps de génération doit être plus court, ce que confirment les résultats.

Sauvage : $0,693/((15,1-13,2)/72)$; mutée : $0,693/((14,8-13,2)/72)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps de génération : sauvage ≈ 26,3 h ; mutée ≈ 31,2 h.

Question Q14. À l'aide du rapport des biomasses produites et des temps de génération, expliquer si l'une des deux souches présente une croissance plus avantageuse pour une production industrielle de microalgues.

Pour une production industrielle de biomasse, la souche sauvage cumule les deux avantages mesurés : son plateau est plus élevé et son temps de génération est plus court. Le rapport des biomasses en phase stationnaire est estimé à $\exp(15,1-14,8)$, soit environ 1,35 en faveur de la souche sauvage. En outre, elle double sa population en environ 26,3 h, contre 31,2 h pour la souche mutée. Elle est donc plus avantageuse pour produire de la biomasse.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La souche sauvage est la plus avantageuse pour produire de la biomasse : plateau supérieur et génération plus rapide.

3. Comparaison de la production de lipides des deux souches

Les microalgues sauvage et mutée sont récupérées et centrifugées afin d'extraire et de doser leurs lipides par une méthode enzymatique en point final. La procédure, la droite d'étalonnage et les absorbances mesurées permettent de calculer puis de comparer les quantités de lipides des extraits.

Question Q15. Identifier, dans la procédure opératoire, le volume de prise d'essai des échantillons à doser.

La prise d'essai est le volume d'extrait déposé dans un puits avant l'ajout du mélange enzymatique. La procédure indique 50 µL par puits, en duplicata pour chaque extrait. Le volume à retenir est celui d'un puits, pas le volume total des deux puits.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

50 µL par puits.

Question Q16. À l'aide de l'équation de la droite d'étalonnage, démontrer l'équation m_lipide = (A570 nm + 0,0062) / 3,5083.

La droite d'étalonnage est $A_{570\ nm} = 3{,}5083\ m_{lipide} - 0{,}0062$. On ajoute 0,0062 aux deux membres, puis on divise par 3,5083 pour isoler la masse de lipides.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$m_{lipide} = (A_{570\ nm} + 0{,}0062) / 3{,}5083$

Question Q17. Calculer la masse de lipides obtenue dans l'extrait de microalgues sauvages et dans l'extrait de microalgues mutées, puis en déduire la concentration en lipides de chaque extrait.

La masse dans 50 µL d'extrait se calcule avec l'équation d'étalonnage. La concentration est cette masse divisée par 50 µL. Comme 1 µg/µL = 1 g/L, on multiplie par 1 000 pour obtenir des mg/L.

Extrait	Masse dans 50 µL (µg)	Concentration (mg/L)
Sauvage	0,250	5,00
Muté	0,400	8,00

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Sauvage : 0,250 µg et 5,00 mg/L. Mutée : 0,400 µg et 8,00 mg/L.

Question Q18. Comparer les deux valeurs obtenues afin d'orienter le choix de la souche de microalgue à utiliser pour produire un complément alimentaire riche en lipides.

L'extrait de la souche mutée contient davantage de lipides par unité de volume. Sa concentration est 1,6 fois celle de l'extrait sauvage, soit 60 % de plus. Pour obtenir un extrait plus riche en lipides, les résultats orientent donc le choix vers la souche mutée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir la souche mutée : sa concentration en lipides est 1,6 fois plus élevée.

4. Bilan : choix de la souche adaptée à la production d’un complément alimentaire lipidique

Le bilan mobilise les résultats de sélection, d’activité enzymatique, de croissance et de dosage des lipides. Il demande de mettre l’ensemble des réponses en relation pour choisir la souche la plus adaptée à la production d’un complément alimentaire riche en lipides.

Question Q19. Mettre en relation l’ensemble des réponses pour choisir la souche de microalgue la plus adaptée à la production d’un complément alimentaire riche en lipides.

La condition 2 (faible apport en azote) a permis de sélectionner la souche mutée. Son activité catalytique est supérieure à celle de la souche sauvage (16 contre 7 $U \cdot mg^{-1}$), et sa vitesse maximale est environ deux fois plus élevée. Le dosage indique environ 0,40 µg de lipides par µg de biomasse, contre 0,25 pour la souche sauvage. Bien que sa biomasse stationnaire soit estimée 1,35 fois plus faible, son enrichissement lipidique compense cet écart : la production lipidique totale estimée est environ 1,19 fois plus élevée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir la souche mutée : sa production lipidique totale estimée est environ 1,19 fois celle de la souche sauvage.

5. Question de synthèse sur la brevetabilité de la microalgue mutée

Le document 9 présente les usages commerciaux des microalgues et les critères de brevetabilité des matières biologiques. La synthèse demande d'associer ces informations aux résultats scientifiques et techniques de la partie I pour argumenter en faveur d'un éventuel dépôt de brevet.

Question Q20. À partir des données de la partie I et du document 9, développer des arguments scientifiques et techniques sur lesquels peut s'appuyer le laboratoire afin de déposer un brevet pour l'algue Trisochrysis lutea mutée.

La souche mutée présente un intérêt technique mesurable : son activité catalytique est de 16 $U \cdot mg^{-1}$ contre 7 $U \cdot mg^{-1}$ pour la souche sauvage, et elle contient 0,40 µg de lipides par µg de biomasse contre 0,25 µg. La différence de structure observée au site catalytique est cohérente avec la modification d'activité. Une souche plus riche en lipides pourrait contribuer à produire un complément alimentaire lipidique. Les microalgues sont déjà exploitées en alimentation humaine et leur marché offre donc des débouchés. La mutagenèse spontanée n'exclut pas un brevet. Le laboratoire devra toutefois démontrer que cette souche n'a pas déjà été identifiée et qu'elle répond à un problème technique, au-delà d'une simple découverte.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Un brevet est envisageable pour cette souche, si sa nouveauté est établie et si son intérêt technique et industriel est démontré.

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

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de spécialité de Biochimie, Biologie et Biotechnologies, session 2023, porte le code 23-TL3BLR1 et dure 3 heures; aucun coefficient n'est imprimé. Elle étudie l'amélioration de Tisochrysis lutea pour produire un complément alimentaire lipidique. Les compétences évaluées sont l'analyse, le calcul, l'interprétation, l'argumentation, la synthèse et la communication écrite.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- En phase exponentielle, μexpo = (ln N2 - ln N1) / (t2 - t1), avec des temps exprimés dans la même unité.
- Le temps de génération est G = ln(2) / μexpo; il correspond à la durée nécessaire au doublement de la population.
- À 340 nm, le NADPH absorbe; sa conversion en NADP+ entraîne une diminution de l'absorbance.
- La droite d'étalonnage donne m_lipide = (A570 nm + 0,0062) / 3,5083 pour calculer la masse de lipides dans la prise d'essai.

Points de vigilance & attentes du jury

- Lire les axes, les unités, les légendes et les échelles des graphiques avant de comparer les courbes.
- Appuyer chaque interprétation sur des données précises et distinguer l'activité enzymatique de la quantité totale de lipides produite.
- Pour chaque calcul, écrire la formule, effectuer le remplacement numérique, indiquer les unités et arrondir de façon cohérente.
- Pour discuter du brevet, relier l'intérêt industriel, la nouveauté et la résolution d'un problème technique.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la vitesse spécifique de croissance à partir du graphique ?

Choisissez deux points de la phase exponentielle, relevez leurs valeurs de ln N et leurs temps, puis appliquez μexpo = (ln N2 - ln N1) / (t2 - t1). Les temps doivent être exprimés dans la même unité.

Q : Comment déterminer la masse lipidique avec la droite d'étalonnage ?

Remplacez A570 nm par l'absorbance mesurée dans m_lipide = (A570 nm + 0,0062) / 3,5083. La masse calculée correspond aux lipides présents dans la prise d'essai analysée.

Q : Le sujet donne-t-il un barème par question ou un coefficient ?

Aucun barème détaillé par question ni coefficient n'est imprimé. La couverture répartit 20 points entre les six compétences évaluées : 3, 3, 4, 4, 5 et 1 point respectivement.

Q : Quels critères faut-il utiliser pour discuter de la brevetabilité de la souche ?

Le sujet indique qu'une souche de microorganisme peut être brevetable si elle présente un intérêt industriel, est nouvelle et contribue à résoudre un problème technique. Une simple découverte ne suffit pas.

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