



## VOIE TECHNOLOGIQUE

STL : sciences et technologies de laboratoire

2<sup>DE</sup>

1<sup>RE</sup>

T<sup>LE</sup>

*Biochimie-biologie-biotechnologies*

ENSEIGNEMENT

SPECIALITE

### ANALYSE DU SUJET SPÉCIMEN « ÉTUDE D'UN VACCIN ORAL CONTRE LE PALUDISME À BASE DE SPIRULINE GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉE » À DISPOSITION DANS LE CADRE DE L'ÉVALUATION EN CONTRÔLE CONTINU

#### Note d'intention

Cette ressource a pour objectif d'accompagner les professeurs à former et évaluer en contrôle continu par compétences. Elle contribue à l'appropriation de chacune des 5 compétences spécifiques à l'épreuve : à travers une analyse du sujet de baccalauréat, ce document explicite les compétences mobilisées dans chaque question, ainsi que les savoir-faire et concept associés issus des programmes de « Biochimie, biologie et biotechnologies » de terminale STL-biotechnologies et de « Biotechnologies » de première STL-biotechnologies. La démarche de réflexion suivie par l'élève lors de l'évaluation, ainsi explicitée, permet à l'enseignant d'attribuer la compétence mobilisée et de choisir le verbe de consigne associé.

En formation, le professeur peut travailler avec les élèves l'acquisition d'une démarche de réflexion rigoureuse et élaborer ainsi des évaluations en continuité de la construction des compétences.

Question et éléments de l'énoncé	Commentaire compétence	Savoir-faire...	... et concepts associés
<p><b>Q1.</b> (C1) Analyser les deux courbes pour montrer l'existence d'une mémoire immunitaire.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C1 « analyser », car l'élève répond en exploitant les informations données dans le sujet. Il doit mobiliser des ressources internes sur la notion de mémoire immunitaire pour exploiter les données de l'expérience qui peut être inédite pour lui. La dimension inédite de la question est liée à la grandeur en ordonnée, dont la cinétique est suivie (paramètre « parasitémie » et non « concentration plasmatique d'anticorps »); un transfert de compétence est attendu par l'élève.</p>	<p><b>S2.3 Réponse immunitaire adaptative</b> Expliquer la mémoire immunitaire à partir du suivi de la concentration plasmatique d'anticorps au cours du temps après immunisation.</p>	<p>Mémoire immunitaire</p>
<p><b>Élément de corrigé :</b> lors de la première injection, la parasitémie augmente pendant 10 jours puis diminue. Lors d'une seconde injection, la parasitémie reste nulle. La réponse de l'organisme à Plasmodium est différente donc la réponse immunitaire mise en jeu est une réponse à mémoire.</p>			
<p><b>Q2.</b> (C4) Exposer les deux arguments qui permettent d'affirmer que la réponse immunitaire est une réponse adaptative.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C4 « argumenter », la réponse nécessitant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'avoir intégré les concepts d'immunologie;</li> <li>• de les mobiliser dans un contexte inédit;</li> <li>• de choisir les arguments à mettre en avant;</li> <li>• de les organiser dans un raisonnement construit.</li> </ul>	<p><b>S2.3 Réponse immunitaire adaptative</b> Expliquer la mémoire immunitaire à partir du suivi de la concentration plasmatique d'anticorps au cours du temps après immunisation. Expliquer le lien entre la présence d'anticorps sériques caractéristiques chez un patient (IgM/ IgG) et la chronologie de l'infection.</p>	<p>Mémoire immunitaire Anticorps</p>
<p><b>Élément de corrigé :</b> immunité à mémoire et production d'anticorps. Il s'agit d'une immunité adaptative.</p>			
<p><b>Q3.</b> (C1) Représenter un logigramme rassemblant les quatre étapes présentées dans le document 2.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C1 « analyser », car l'élève extrait dans le document les différentes étapes puis les organise dans une modalité de présentation imposée. Il ne s'agit pas d'une synthèse C5, car il n'y a pas d'assemblage d'éléments issus de plusieurs documents ou ressources.</p>	<p><b>T9.4 Clonage d'un fragment d'ADN</b> Décrire les étapes d'un clonage.</p>	<p>Digestion Ligation Transformation</p>
<p><b>Élément de corrigé :</b> organigramme avec</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• action de l'enzyme de restriction sur l'ADN génomique et sur le plasmide pBV,</li> <li>• action d'une ligase pour insérer le gène dans le plasmide,</li> <li>• transformation de spiruline par le plasmide recombiné.</li> </ul>			

<p><b>Q4.</b> (C4) Argumenter l'intérêt de l'existence d'un gène de résistance à l'ampicilline dans le plasmide utilisé.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C4 « argumenter », car l'élève élabore un raisonnement pour apporter une réponse qui n'est pas suggérée par la question. L'élève doit mobiliser ses ressources internes, issues de plusieurs savoir-faire et concepts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lien entre plasmide et expression du caractère de résistance à l'antibiotique;</li> <li>• lien entre transformation de la spiruline, acquisition du plasmide et acquisition de la résistance à l'antibiotique;</li> <li>• intérêt d'utiliser un antibiotique dans le milieu de culture dans un objectif de sélection des spirulines transformées.</li> </ul>	<p><b>T9.4 Clonage d'un fragment d'ADN</b>                  Décrire les caractéristiques d'un vecteur de clonage.                  Décrire les étapes d'un clonage.</p>	<p>Marqueur de sélection                  Transformation                  Sélection</p>
--	---	---	---

**Élément de corrigé :** la présence d'ampicilline dans le milieu permet de sélectionner les spirulines transformées qui deviennent résistantes à l'antibiotique.

<p><b>Q5.</b> (C2) Démontrer, à partir de la construction du plasmide, que le gène <i>Pfs25</i> a une taille inférieure à 510 paires de bases.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C2 « effectuer des calculs », mobilisant les savoir-faire calculatoires par une inéquation. Les données du calcul sont obtenues par la mobilisation de la connaissance de l'élève sur la notion de taille d'ADN en paires de bases, et sur la représentation d'un plasmide par une carte de restriction précisant la position de chacun des sites.</p>	<p><b>T9.4 Clonage d'un fragment d'ADN</b>                  Décrire les caractéristiques d'un vecteur de clonage.</p>	<p>Plasmide</p>
--	--	---	-----------------

**Élément de corrigé :** gène *Pfs25* compris entre les sites *EcoR1* et *Xba1* donc taille < 510 pb; 566-56 = 510 pb.

<p><b>Q6.</b> (C3) Préciser la taille correspondant aux bandes 2 et 3 et expliquer l'obtention d'une bande unique pour les pistes 2 et 3.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C3 « expliquer » qui nécessite de relier une observation et des connaissances en mobilisant à la fois des savoir-faire mathématiques et des savoir-faire technologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obtention d'un segment unique par coupure d'un cercle en un seul site,</li> <li>• site de coupure unique pour chaque enzyme,</li> <li>• distance de migration électrophorétique et utilisation d'un étalon.</li> </ul> <p>Il ne s'agit pas d'une compétence C4 car le résultat à expliquer est indiqué dans la question : il n'y a pas de choix à effectuer.</p>	<p><b>T9.3 Digestion d'une molécule d'ADN par une enzyme de restriction</b>                  Prévoir la taille des fragments d'ADN digérés.  <b>T7.2 Séparation des biomolécules par électrophorèse</b>                  Interpréter un électrophorégramme pour identifier les biomolécules séparées.</p>	<p>Produits de digestion                  Site de restriction                  Distance de migration                  Marqueur de taille</p>
---	---	---	--

**Élément de corrigé :** piste 2 ou 3 : 1 seule bande car site de restriction unique pour chacune des deux enzymes à environ 3 600 pb.

Retrouvez éducol sur



<p><b>Q7.</b> (C4) Argumenter, à l'aide des résultats de la piste 4, le fait que le plasmide pBV a bien intégré le gène <i>Pfs25</i>.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C4 « argumenter », même si le résultat est ici fourni, car l'élève doit mobiliser et combiner des ressources internes et externe (lien entre distance de migration et masse moléculaire) pour élaborer une démonstration.</p>	<p><b>T9.4 Clonage d'un fragment d'ADN</b>  <b>T9.3 Digestion d'une molécule d'ADN par une enzyme de restriction</b>                  Prévoir la taille des fragments d'ADN digérés.  <b>L 1.2.4 Évaluation des résultats expérimentaux</b></p>	<p>Site de restriction                  Produits de digestion</p>
<p><b>Élément de corrigé :</b> piste 4 : 1 bande à environ 3000 pb et une à environ 500 pb. La petite bande correspond au gène <i>pfs25</i> (inférieur à 510 pb) donc le plasmide est bien le plasmide recombiné.</p>			
<p><b>Q8.</b> (C1) A l'aide du document 4, proposer deux arguments qui justifient <i>a priori</i> la préférence de l'entreprise de biotechnologies pour une production de spiruline en photobioréacteur plutôt qu'en bassin.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C1 « analyser », car l'élève repère dans le document, les informations lui permettant de répondre. Il doit transposer ses savoir-faire pour identifier les paramètres influençant la culture dans un contexte inédit.</p>	<p><b>T2.2 Modélisation de la croissance en milieu non renouvelé</b>                  Identifier des paramètres influençant la croissance.  <b>L 1.2.4 Évaluation des résultats expérimentaux</b></p>	<p>Conditions physico-chimiques de culture.</p>
<p><b>Élément de corrigé :</b> Contrôle des paramètres pour optimiser la production (contrôle T, pH, lumière, CO<sub>2</sub>, agitation). Dimension sanitaire : développement contrôlé indispensable pour la production d'un vaccin (absence de contaminant).</p>			
<p><b>Q9.</b> (C3) Vérifier que les valeurs optimales pour les trois paramètres étudiés de la souche de spiruline génétiquement modifiée sont compatibles avec les intervalles donnés pour la spiruline naturelle.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C3 « expliquer », car l'élève doit transposer le concept de valeur optimale d'un paramètre, vu en enzymologie, puis effectuer une démarche d'analyse des courbes pour déterminer la valeur des trois paramètres. Le recoupement de cette analyse avec les données de l'énoncé amène à la conclusion proposée.</p>	<p><b>T8.2 Dosage d'une activité enzymatique (z) et de sa concentration d'activité (b)</b>                  Analyser l'effet des conditions physico-chimiques sur l'activité enzymatique.  <b>T2.2 Modélisation de la croissance en milieu non renouvelé</b>                  Identifier des paramètres influençant la croissance.  <b>L 1.2.4 Évaluation des résultats expérimentaux</b></p>	<p>Température optimale.                  pH optimal.                  Conditions physico-chimiques de culture</p>
<p><b>Élément de corrigé :</b> T = 36 °C    pH = 9    Salinité = 12-13 g·L<sup>-1</sup>.                  Après rappel des intervalles, conclut sur la conformité des intervalles donnés.</p>			
<p><b>Q10.</b> (C1) Déterminer la durée de la phase de latence de la spiruline génétiquement modifiée pour chaque dispositif testé.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C1 « analyser » nécessitant la mobilisation de ressources internes : définition d'une phase de latence, compréhension de sa signification physiologique et de la manière dont elle est retranscrite sur la courbe du document 6.</p>	<p><b>T2.2 Modélisation de la croissance en milieu non renouvelé</b>                  Identifier les phases de la croissance.  <b>L 1.2.4 Évaluation des résultats expérimentaux</b></p>	<p>Phases de croissance</p>
<p><b>Élément de corrigé :</b> Temps de latence en photo bioréacteur = 22 h et en bassin = 40 h.</p>			

<p><b>Q11.</b> (C2) Calculer la vitesse spécifique de croissance en phase exponentielle de la spiruline génétiquement modifiée <math>\mu_{\text{expo}}</math> (exprimée en h<sup>-1</sup>) dans les deux dispositifs testés.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C2 mobilisant les savoir-faire mathématiques (détermination d'un coefficient directeur), enrichie par des ressources internes relevant de la culture biotechnologique.</p>	<p><b>T2.2 Modélisation de la croissance en milieu non renouvelé</b> Déterminer les paramètres cinétiques de la croissance. <b>L 1.2.4 Évaluation des résultats expérimentaux</b></p>	<p>Vitesse spécifique en phase exponentielle de croissance</p>
--	--	---	--

**Élément de corrigé :** détermination de  $\mu_{\text{expo}}$  (spiruline; photo bioréacteur) = 0,0170 h<sup>-1</sup>  $\mu_{\text{expo}}$  (spiruline; bassin) = 0,0089 h<sup>-1</sup>.

<p><b>Q12.</b> (C4) Comparer les résultats obtenus et discuter le dispositif de production à choisir par l'industriel.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C4 « argumenter », car l'élève doit sélectionner et exposer les arguments pertinents permettant de prendre une décision. Il doit avoir préalablement compris la signification physiologique des paramètres cinétiques déterminés expérimentalement.</p>	<p><b>T2.2 Modélisation de la croissance en milieu non renouvelé</b> Déterminer les paramètres cinétiques de la croissance. <b>L 1.2.4 Évaluation des résultats expérimentaux</b></p>	<p>Phases de croissance Vitesse spécifique en phase exponentielle de croissance</p>
--	---	---	---

**Élément de corrigé :**  $\mu_{\text{expo}}$  supérieur et phase de latence plus court pour le photo-bioréacteur. Ce mode de production est plus performant.

<p><b>Q13.</b> (C3) Interpréter les résultats pour conclure sur la présence ou non de la protéine Pfs25 dans la spiruline.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C3 « expliquer », car l'élève doit élaborer sa réponse en mobilisant des concepts construits dans des savoir-faire variés, en lien avec l'observation du résultat expérimental :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mise en lien du principe de la méthode utilisée avec l'aspect attendu pour un résultat positif;</li> <li>• observation interprétative du résultat obtenu;</li> <li>• conclusion.</li> </ul>	<p><b>T6 – Détecter et caractériser les biomolécules</b> Identifier, dans une procédure, l'antigène et l'anticorps. Mettre en œuvre une réaction d'agglutination. Analyser un résultat qualitatif après validation des témoins. <b>L 1.2.4 Évaluation des résultats expérimentaux</b></p>	<p>Test qualitatif Antigène/anticorps Témoin de spécificité</p>
--	---	---	---

**Élément de corrigé :** résultat conforme du contrôle négatif  
Observation d'un agglutinat donc formation du réseau donc présence de la protéine Pfs25

<p><b>Q14.</b> (C5) Présenter, sous forme d'un logigramme, les différentes étapes de la recherche d'un vaccin contre <i>Plasmodium</i>, depuis la mise en évidence de l'immunogénicité de <i>Plasmodium</i> jusqu'à la production de la protéine Pfs25.</p>	<p>Il s'agit d'une compétence C5, de type synthèse récapitulative. L'élève montre qu'il a compris le fil du sujet et qu'il est capable de conceptualiser chacune des étapes par une formulation synthétique, en utilisant un vocabulaire scientifique et technologique adapté.</p>	<p><b>S2.3 Réponse immunitaire adaptative</b> <b>T2.2 Modélisation de la croissance en milieu non renouvelé</b> <b>T9.4 Clonage d'un fragment d'ADN</b></p>	<p>Mémoire immunitaire Vitesse spécifique en phase exponentielle de croissance Digestion Ligation- Transformation Marqueur de sélection</p>
---	--	---	---

**Élément de corrigé :** Vérification de l'immunogénicité de plasmodium.  
Sélection d'une protéine immunogène Pfs25.  
Construction d'un plasmide recombiné avec le gène codant une séquence de Pfs25 et transformation d'une souche de spiruline avec ce plasmide recombiné.  
Vérification de la construction.  
Choix d'un dispositif de production.  
Production de spiruline transformée et ajustement des paramètres de croissance.

Retrouvez eduscol sur



**Q15.** (C5) Présenter les avantages et inconvénients qu'aurait l'utilisation d'un vaccin à base de spiruline génétiquement modifiée.

Il s'agit d'une compétence C5, de type synthèse argumentative. L'élève identifie dans le document les arguments en faveur ou en défaveur de la thèse, les sélectionne et les catégorise pour les présenter de manière ordonnée. La culture biotechnologique de l'élève lui permet de sélectionner les arguments scientifiques et technologiques au service de la réflexion sur les enjeux sociétaux abordés.

**S2.4 Vaccins et immunothérapies : enjeux de santé publique**

Distinguer les stratégies médicales de vaccination et de sérothérapie (indications, durée de protection, délai d'efficacité). Identifier, dans un article, les éléments reflétant les questions éthiques ou sociétales posées par la vaccination.

Immunogénicité  
Protection collective  
Protection individuelle

**Élément de corrigé :** Spiruline GM : vaccin inactivé, oral.  
Avantages : administré sans personnel médical, pas de réversion.  
Inconvénients : moins immunogène, nécessité de plusieurs doses.