



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

Concours de recrutement du second degré

Rapport de jury

Concours : AGREGATION INTERNE

Section : BIOCHIMIE GENIE BIOLOGIQUE

Session 2018

Rapport de jury présenté par : Sabine CAROTTI

Présidente du jury

SOMMAIRE

Renseignements statistiques.....	Page 3
Avant-propos de la présidente.....	Page 4
Epreuves d'admissibilité	Page 6
Première épreuve	Page 6
Deuxième épreuve	Page 10
Epreuves d'admission	
Première épreuve	
Rapport.....	Page 15
Deuxième épreuve	
Sujet.....	Page 19
Rapport.....	Page 37
Conclusion générale.....	Page 40

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

Agrégation interne

Nombre de postes	8
Candidats inscrits	112
Candidats présents aux deux épreuves d'admissibilité	50
Candidats admissibles	14
Candidats présents aux épreuves d'admission	14
Candidats proposés pour l'admission	5
<u>Epreuves d'admissibilité</u>	
Moyenne des candidats présents	06,06
Moyenne des candidats admissibles	09,65
Moyenne du dernier candidat admissible	08,16
<u>1^{ère} épreuve</u>	
Moyenne des candidats présents	07,19
Moyenne des candidats admissibles	10,64
Note maximale	13,54
<u>2^{ème} épreuve</u>	
Moyenne des candidats présents	04,65
Moyenne des candidats admissibles	08,65
Note maximale	13,57
<u>Epreuves d'admission</u>	
Moyenne des candidats présents	09,02
Moyenne des candidats admis	12,18
<u>1^{ère} épreuve</u>	
Moyenne des candidats présents	10,86
Moyenne des candidats admis	15,40
Note maximale	18,00
<u>2^{ème} épreuve</u>	
Moyenne des candidats présents	07,18
Moyenne des candidats admis	08,95
Note maximale	10,35
<u>Ensemble du concours</u>	
Moyenne des candidats présents	09,33
Moyenne la plus élevée	12,21
Moyenne des candidats admis	11,37
Moyenne du dernier candidat admis	10,43

Avant-propos

Le jury souhaite en tout premier lieu encourager l'ensemble des candidats qui se sont présentés à ce concours ou qui ambitionnent de le faire. Il s'agit d'un concours certes difficile, qui nécessite une préparation approfondie, tant dans l'approche des contenus scientifiques que dans la prise en compte des attentes du jury pour chacune des épreuves. Ce rapport est destiné à aider à cette préparation.

Le jury félicite tous les candidats admissibles de la session 2018, les lauréats, bien sûr, mais aussi ceux qui n'ont pas été retenus. Tous les candidats ayant traversé l'admission de cette session 2018, y compris les collègues qui n'enseignent pas dans un secteur de spécialité des biotechnologies depuis plusieurs années, ont en général fait preuve de qualités scientifique et professionnelle d'un excellent niveau.

L'agrégation interne et le CAER interne de biochimie génie biologique ont pour vocation de permettre à des enseignants de biochimie génie biologique en activité d'accéder au grade de Professeur Agrégé.

Pour la cinquième année consécutive, 112 candidats se sont inscrits, 50 se sont présentés aux deux épreuves d'admissibilité soit un taux de présence de 44,6 %, un peu en retrait par rapport à la session 2017 (49,6 %) et 2016 (53,4 %).

Les domaines couverts par l'agrégation de biochimie génie biologique sont variés et vastes : biochimie, microbiologie, immunologie, biologie cellulaire, hématologie, biologie moléculaire, physiologie humaine... Il importe donc, pour espérer avoir quelques chances de réussite, que les candidats se préparent sérieusement, non seulement pour mettre en valeur leurs compétences professionnelles, mais également pour intégrer les connaissances et les compétences scientifiques et technologiques attendues d'un professeur agrégé de biochimie génie biologique. Ce rapport du jury a pour objectif de préciser aux futurs candidats les objectifs des différentes épreuves.

Les épreuves d'admissibilité conjuguent l'évaluation des connaissances scientifiques et technologiques, mais également les qualités attendues d'un enseignant. Le jury demande donc à ce que les candidats soient capables de construire un développement structuré, concis, scientifiquement à la pointe des connaissances, tout en faisant preuve, notamment, de qualités didactiques et pédagogiques.

La première épreuve s'inscrit dans la présentation de deux thèmes technologiques abordés dans leurs aspects technologiques et pédagogiques. A ce propos, le jury a souhaité favoriser l'identification du registre évalué en signalant les questions par des lettres « C » pour connaissance et « P » pour pédagogie. Le déterminisme de chaque question est donc ainsi sans ambiguïté.

La deuxième épreuve présente un caractère foncièrement scientifique. Elle place le candidat dans la construction d'une réponse disciplinaire à des questions de synthèse portant sur les domaines couverts par les secteurs de la spécialité. Le jury a choisi de limiter cette épreuve à deux questions. L'exercice est scientifiquement très exigeant en termes du niveau de connaissances requis. A ce titre, le jury encourage fortement les candidats à préparer très en amont cette épreuve par un maintien rigoureux et une actualisation permanente de leurs connaissances. Il s'agit notamment de cerner avec précision et justesse chaque sujet.

La première épreuve d'admission s'inscrit dans une démarche de projet qui se doit de combiner une étude scientifique et technologique afin de construire une transposition pédagogique. L'étude peut avantageusement être associée à des aspects sociaux économiques voire de santé publique. Cette démarche préfigure la situation d'un enseignant qui prend appui sur la réalité professionnelle afin d'ancrer son enseignement en lien avec les procédés de biotechnologies (production de biens et de services, recherche, R&D, analyse, contrôle qualité...) et l'évolution des activités dans les laboratoires. Dans cette perspective, l'enseignant s'emploie à approfondir ses savoirs fondamentaux, technologiques et techniques en empruntant aux entreprises ou aux laboratoires les activités effectivement réalisées dans leur contexte propre. Dans cette optique, la démarche peut avantageusement faire l'objet d'un stage massé ou perlé en entreprise ou en laboratoire. Elle peut aussi être complétée par des publications scientifiques, des données économiques, des problématiques sociétales associées à des procédés biotechnologiques. A terme, cette démarche s'inscrit dans un projet technologique et

pédagogique dédié aux élèves pour un niveau donné. Il est donc souhaitable que le projet prenne en compte en tout premier lieu le besoin des élèves et non uniquement le caractère attractif, novateur, moderne d'un procédé technologique découvert lors de la visite d'étudiants en stage.

Le dossier peut donc légitimement comporter deux parties :

- une étude scientifique et technologique que le candidat prendra soin de replacer dans son contexte, notamment en lien avec la problématique à l'origine du projet. Si la réalisation d'un stage en entreprise ou en laboratoire de recherche n'est en rien obligatoire, les dossiers construits à partir d'un stage, d'une visite voire un partenariat d'entreprise, portent une dimension factuelle, réaliste, actualisée dont on ne peut nier l'intérêt ;

- une mise en application pour un niveau de classe donné, un référentiel, une progression choisie et justifiée. La problématique du transfert des activités technologiques et techniques décrites sera abordée afin de prendre en compte les contraintes propres à un environnement enseignant (matériels disponibles, horaires, groupe classe, coût, sécurité...). Elle pourra décliner les modalités de mise en œuvre (opérationnalisation) en lien avec les objectifs de formations ambitionnés, les activités effectuées par les étudiants, les documents supports de ces activités, les évaluations. Des aspects interdisciplinaires peuvent également nourrir l'analyse des choix pédagogiques et opérationnels adoptés.

La deuxième épreuve place les candidats dans la réalisation d'activités technologiques. C'est une épreuve difficile et ce pour plusieurs raisons : tout d'abord, par sa durée, 8 heures, mais aussi par le fait qu'elle couvre des secteurs imposés et divers des biotechnologies. Ainsi, cette année, les candidats devaient mettre en œuvre des activités technologiques de différents champs de nos diplômes. Si les manipulations proposées évaluent des compétences technologiques et techniques de base, elles obligent une polyvalence, une adaptabilité et une aptitude à intégrer rapidement des protocoles opératoires parfois nouveaux pour certains candidats. Certains professeurs, en poste depuis de nombreuses années sur des responsabilités parfois identiques d'années en années, éprouvent des difficultés à aborder des domaines nouveaux ou oubliés du laboratoire. Il est donc conseillé aux futurs candidats de réinvestir des techniques non pratiquées depuis quelques années mais aussi de s'informer et mettre en œuvre des méthodologies et techniques récentes. La réappropriation de certains gestes techniques en amont de l'épreuve pourrait ainsi s'avérer une aide dans l'appréhension de l'épreuve.

L'épreuve peut ne pas se limiter à la mise en œuvre de protocoles opératoires mais placer le candidat dans une dimension métier à travers des mises en situation.

Les candidats disposent d'une heure, à prendre en une seule fois ou de façon fractionnée, afin de prendre un repas et s'hydrater. L'ensemble de l'épreuve couvre donc 9 heures dont 8 heures d'activités technologiques. Il est recommandé aux candidats de ne pas faire le mauvais choix d'une activité à « marche forcée », durant plusieurs heures consécutives, sans aucune respiration intellectuelle. Le phénomène dit de fringale ou d'épuisement intellectuel s'installant brutalement affecte alors profondément la lucidité indispensable pour mener à bien l'ensemble de l'épreuve.

Pour conclure cet avant-propos, le jury espère sincèrement que ce rapport sera très utile aux futurs candidats à l'agrégation interne de biochimie génie biologique.

Sabine CAROTTI
Présidente du jury

EPREUVES D'ADMISSIBILITE

Les sujets des épreuves d'admissibilité sont en ligne sur le site du Ministère : www.education.gouv.fr

Ils sont accessibles depuis la page « SIAC2 » : <http://www.education.gouv.fr/pid63/siac2.html>

Première épreuve

Durée : 6 heures

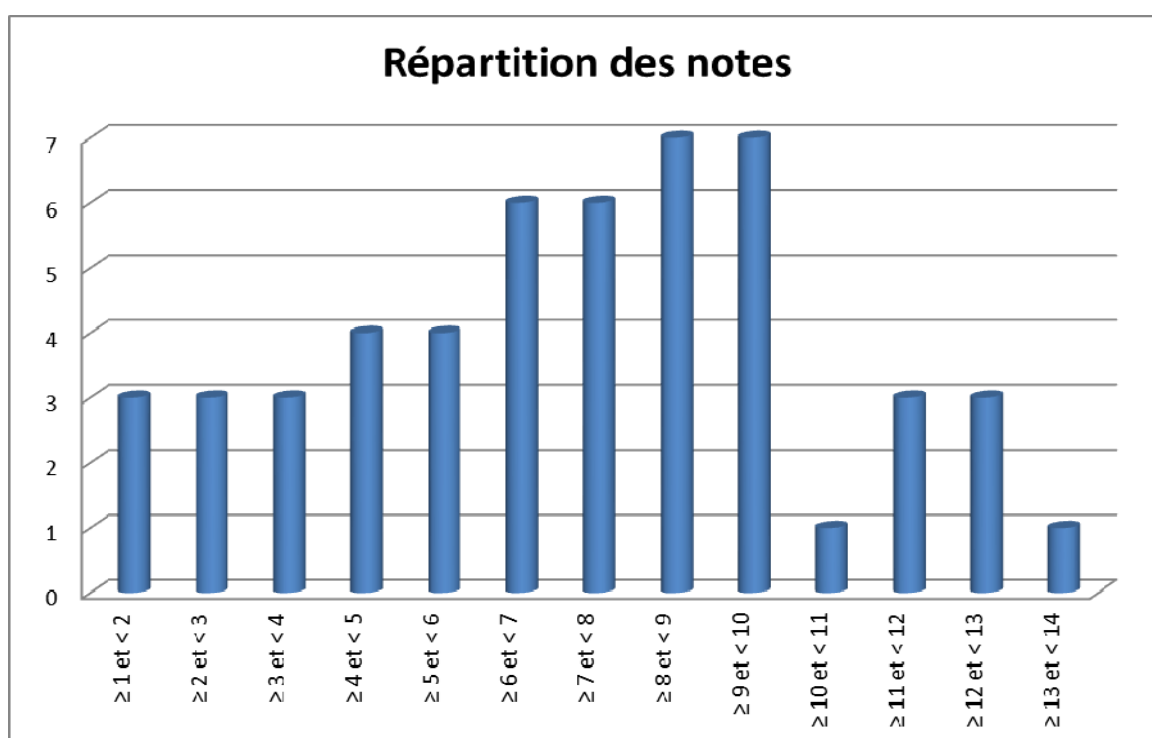
Coefficient : 1

Résultats de l'épreuve

51 candidats ont composé :

≥ 1 et < 2	3	≥ 8 et < 9	7
≥ 2 et < 3	3	≥ 9 et < 10	7
≥ 3 et < 4	3	≥ 10 et < 11	1
≥ 4 et < 5	4	≥ 11 et < 12	3
≥ 5 et < 6	4	≥ 12 et < 13	3
≥ 6 et < 7	6	≥ 13 et < 14	1
≥ 7 et < 8	6		

La moyenne générale de l'épreuve est de 7,19. La meilleure note est de 13,54/20.



Rapport du jury

Définition et structure de l'épreuve

L'épreuve, qui prend appui sur un dossier technique relatif à un problème biotechnologique, s'organise en deux parties :

- *la première permet d'évaluer les capacités du candidat à utiliser ses connaissances scientifiques et techniques pour expliciter ou valider les solutions retenues ;*
- *la seconde permet d'évaluer les capacités du candidat à utiliser le support proposé pour élaborer un exercice permettant l'évaluation des connaissances et méthodes acquises par les élèves à un niveau de formation déterminé.*

Le candidat doit situer l'exercice dans un processus d'apprentissage et par rapport aux autres enseignements scientifiques ou techniques qui lui sont associés.

Le sujet de 2018 était organisé en trois parties, comportant chacune des questions mobilisant des connaissances scientifiques et techniques et des questions pédagogiques.

Commentaire général

Si certains candidats ont su produire un travail très intéressant sur les questions pédagogiques, une majorité, soit n'a pas traité ces questions, soit les a traitées de manière très incomplète (manque de contextualisation, de liant dans le déroulé de la séquence...). Le jury attire l'attention des candidats sur le fait que ces questions pédagogiques nécessitent un temps important pour s'appropriier les documents, puis concevoir des exercices ou des documents de synthèse bien structurés. C'est pourquoi le poids qui leur est attribué dans le barème est toujours conséquent. Cette année, ces questions représentaient à elles seules 35 % de la note finale.

Le sujet invitait à conduire plusieurs analyses de documents. Le jury rappelle que ces analyses ne sauraient se résumer à une simple lecture des données mais que celles-ci demandent une introduction, une attention particulière aux contrôles réalisés et une présentation des résultats méthodiques aboutissant à une conclusion pertinente. Trop de candidats se dispersent, ne hiérarchisent pas les informations ou s'engagent dans de très longs développements obscurs, inutiles voire erronés.

Le jury a pu apprécier le soin avec lequel la plupart des candidats ont rédigé leur copie. Cependant, ce ne fut pas toujours le cas et le jury déplore que certaines copies soient quasiment illisibles et que d'autres montrent un manque de soin suggérant du peu de considération pour le lecteur. De plus, une relecture attentive éviterait les fautes d'orthographe et de grammaire inacceptables pour des enseignants.

Le jury a sanctionné les réponses fantaisistes voire totalement hors-sujet témoignant vraisemblablement d'un manque de connaissances.

1. Etude du microbiote nasal par métagénomique

Cette partie représentait 42 % de la note finale. Elle comportait trois questions pédagogiques (P) et onze questions de connaissance (C). Compte-tenu du grand nombre de questions C, le jury attendait des candidats des **réponses précises et concises**. Le piège était donc **d'éviter de longues digressions** qui n'avaient, bien souvent, que pour finalité de délayer des connaissances souvent hors-sujet.

1.1. Recueil et extraction des ADN bactériens

Cette partie portait sur le mode opératoire d'extraction des ADN bactériens en vue de leur amplification par PCR. Les questions C1 à C4 portaient sur les rôles de divers réactifs utilisés dans ce mode opératoire. Elles ont généré de nombreuses erreurs regrettables à ce niveau, notamment, en ce qui concerne l'EDTA et l'étape de *bead beating*.

1.2. Amplification par PCR

Cette partie a donné lieu à un très grand nombre de réponses hors-sujet.

La justification du choix du gène de l'ARNr 16S ne portait pas sur la discrimination entre procaryotes et eucaryotes mais, évidemment, sur son intérêt dans une optique métagénomique, à savoir identifier et discriminer toutes les espèces présentes dans l'échantillon initial.

La question pédagogique portait sur la construction d'une séance permettant la détermination d'un couple d'amorces afin de réaliser la PCR par des étudiants de STS Biotechnologies. Le jury attendait des candidats qu'ils insistent sur les critères d'optimisation des amorces et non sur le processus général de la PCR.

1.3. Séquençage des amplicons

Cette partie portait sur l'analyse d'un document illustrant le séquençage par la technologie Illumina® NGS. Elle a été, au sein de la partie 1, la plus mal traitée (et donc la plus discriminante) reflétant une mauvaise compréhension du processus proposé. Le jury déplore un manque de prérequis indispensables en langue anglaise, essentielle à toute analyse de documents scientifiques, qui a conduit les candidats à des contre-sens malheureux.

En ce qui concerne la question P3, le jury encourage les candidats à se former sur les outils de bio-informatique de base utilisés dans la grande majorité des laboratoires de recherche. En effet, le jury attendait des candidats qu'ils illustrent leur démarche à l'aide d'exemples simples.

2. Influence de la composition du microbiote sur la colonisation par des pathogènes

Cette partie représentait 24 % de la note finale et comportait une question pédagogique (P) et quatre questions de connaissance (C).

La question P4 imposait explicitement le contexte d'une séance de travaux pratiques. Le jury s'étonne que de nombreux candidats se limitent à l'élaboration d'un exercice préliminaire sans concevoir la séance pratique qui était demandée. Une réponse appropriée se devait de proposer un positionnement de la séance dans la formation, son organisation horaire, ses objectifs et ses prérequis. Un contexte pertinent devait être présenté ainsi que le déroulement envisagé, la liste du matériel et les documents mis à disposition. D'autre part, il est rappelé qu'une séance de travaux pratiques ne peut se limiter à l'ensemencement d'un seul milieu de culture. Enfin, le jury déplore un manque de connaissances aboutissant à des erreurs ou des omissions concernant les caractéristiques du milieu chromogène.

Quelques candidats ont su présenter et exploiter avec clarté le document 5 présentant le bilan d'une analyse métagénomique. La majorité des candidats a bien compris qu'il s'agissait d'une représentation graphique de l'abondance relative des gènes de l'ARNr 16S de plusieurs OTU et que cette technique ne permettait aucunement de faire la distinction entre SARM et non-SARM.

Il convenait de rester prudent dans l'interprétation d'un document aussi complexe. On ne pouvait pas, par exemple, affirmer à l'aide de ce seul document un quelconque lien de causalité entre la colonisation par les SARM et l'absence de *Streptococcus mitis*.

Le document 6 a posé problème à plusieurs candidats qui confondent les spots de culture des différentes souches déposées et la zone d'inhibition de culture de SARM. L'utilisation de la catalase dans le milieu de culture TSA, qui permettait de préciser le mode d'action de l'inhibition observée, a donné lieu à des affirmations fantaisistes : catalase inhibiteur enzymatique, *Staphylococcus aureus* catalase –, etc.

3. Influence du microbiote intestinal sur le système nerveux central de l'hôte

Cette partie représentait 34 % de la note finale et comprenait sept questions de connaissances (C) et une question pédagogique.

3.1. Relation microbiote et réponse comportementale à la cocaïne

Le jury a apprécié les schémas présentant de façon claire l'ensemble du mécanisme de transmission synaptique. La recapture du neurotransmetteur par l'intermédiaire d'un transporteur membranaire a été très

souvent omise alors que ce type de mécanisme est essentiel pour expliquer l'action de plusieurs drogues ou médicaments.

Le jury s'étonne que certains candidats confondent les voies d'administration (*per os*, parentérale, intrapéritonéale...) et ne connaissent pas les particularités des animaux axéniques.

L'exploitation du document 10 nécessitait une prise de recul importante. Le jury salue les efforts des candidats qui ont su organiser la lecture des différentes figures et leur analyse, tout en restant concis. Trop de candidats ont cherché à interpréter les scores issus d'expériences comportementales sur des souris en termes « d'addiction, de dépendance, de plaisir, d'attirance, de manque, de toxicomanie voire de sensation de bien-être ». Il convient de rester proches des faits et de garder un vocabulaire rigoureux et scientifique. Cette rigueur n'empêchait aucunement d'aboutir à la conclusion que le microbiote peut atténuer la réponse comportementale à la cocaïne. La question du mécanisme à travers lequel le microbiote exerce cette influence pouvait alors être posée.

3.2. Rôle putatif des acides gras à chaîne courte (AGCC) dans la relation microbiote intestinal - cerveau

Cette partie a été traitée de manière très inégale par les candidats. Le jury les encourage vivement à avoir des connaissances de base sur les grandes fonctions physiologiques. Celles-ci permettraient alors de proposer des hypothèses pertinentes en ce qui concerne le rôle présumé des AGCC dans la relation intestin – cerveau. Ce dernier se retrouvait notamment dans la question C22 dans laquelle le schéma de synthèse devait se situer au niveau de l'organisme et non au niveau d'une cellule.

Deuxième épreuve

Durée : 8 heures

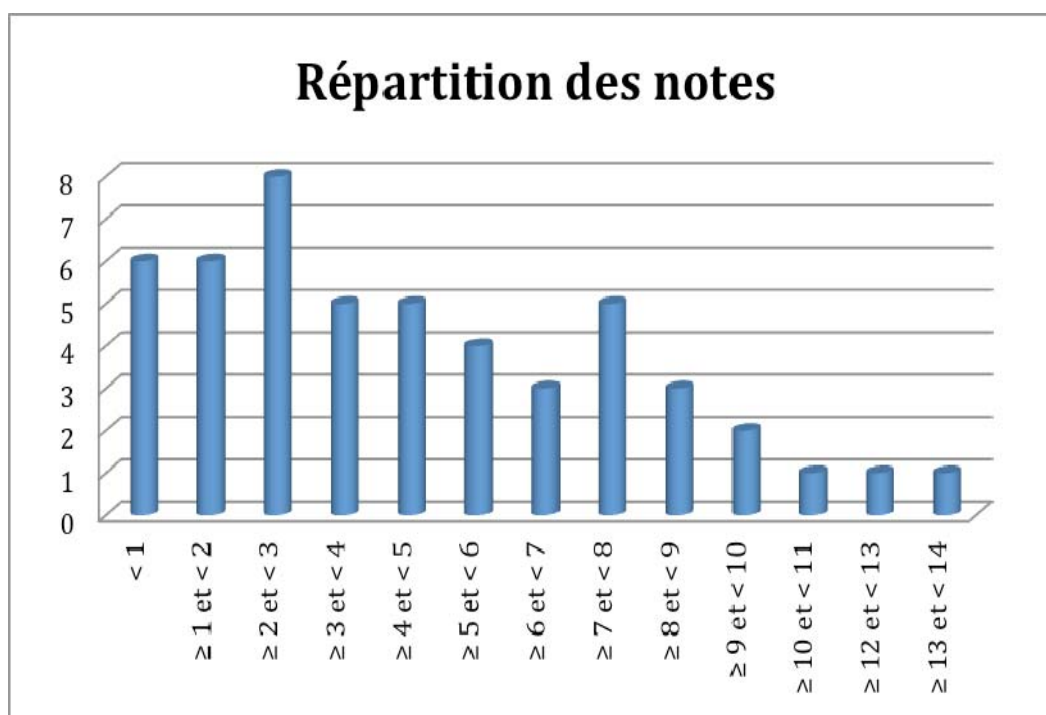
Coefficient : 1

Résultats de l'épreuve

50 candidats ont composé :

< 1	6	≥ 7 et < 8	5
≥ 1 et < 2	6	≥ 8 et < 9	3
≥ 2 et < 3	8	≥ 9 et < 10	2
≥ 3 et < 4	5	≥ 10 et < 11	1
≥ 4 et < 5	5	≥ 12 et < 13	1
≥ 5 et < 6	4	≥ 13 et < 14	1
≥ 6 et < 7	3		

La moyenne générale de l'épreuve est de 04,65. La meilleure note est de 13,57/20.



Rapport du jury

L'épreuve était composée de deux parties totalement indépendantes et pondérées de manière identique. Ainsi, une durée de travail équivalente pouvait leur être consacrée. Les sujets de synthèse proposés cette année permettaient de couvrir les grands champs disciplinaires de notre spécialité et devaient solliciter de la part des candidats des connaissances dans les domaines de la biologie moléculaire, biochimie, biologie cellulaire et physiologie. Ces domaines fondamentaux illustrent la richesse et la diversité des thématiques abordées dans nos enseignements.

La nature de cette épreuve impose aux candidats d'avoir une gestion correcte du temps ainsi qu'une capacité à mobiliser de manière efficace et pertinente leurs connaissances. Il est donc important que les candidats s'octroient un véritable moment de réflexion face aux intitulés des sujets afin, d'une part, de construire un plan logique tant dans sa forme que dans son contenu et, d'autre part, d'éviter toute digression hors-sujet. Le jury regrette que, mis à part quelques rares exceptions, ce travail de réflexion ne semble pas avoir été correctement réalisé en amont, ce qui se ressent ensuite cruellement dans l'élaboration des devoirs par la construction de développements souvent hors de propos et déconnectés des attentes réelles des sujets. Quelques candidats ont néanmoins réussi à construire des compositions de qualité, associant une réflexion pertinente et intégrée sur les questions proposées ainsi qu'une présentation de connaissances actualisées.

De manière générale, le jury a apprécié la qualité de rédaction et de présentation de la majorité des copies dans lesquelles il a été dénoté, sauf quelques exceptions parfois presque caricaturales, un effort de présentation et de lisibilité. Néanmoins, comme les années précédentes, le jury s'inquiète vraiment du niveau de langage bien trop faible et d'une absence de rigueur scientifique dans les mots et expressions employées. Cet aspect représente pourtant un élément essentiel car tout mode de communication, et qui plus est celui de nos disciplines scientifiques, repose sur l'usage d'un vocabulaire précis qui ne peut souffrir les approximations et les verbiages communs. A ce propos, le jury a constaté cette année une dégradation importante de la qualité de l'orthographe et de la grammaire rendant parfois difficile la lecture des copies.

Le jury rappelle également qu'un devoir doit contenir une introduction de qualité qui positionne correctement le sujet et présente la construction du devoir. Un plan apparent, détaillé, rigoureux et pertinent, articulé de transitions apportant de la fluidité et de la légitimité au récit, était également attendu. Enfin, un devoir doit également contenir une conclusion pertinente, point souvent très mal ou très maladroitement abordé par les candidats. Celle-ci pouvait aisément faire un très bref bilan des notions essentielles abordées et proposer un (des) élargissement(s) en lien avec la thématique. Le jury regrette que, bien souvent, les élargissements proposés ne sont pas pensés, ni construits correctement et n'apportent clairement pas de plus-value à la réflexion.

1^{ère} question

La première question de l'épreuve « Mécanismes et intérêts de la maturation des ARN chez les eucaryotes » nécessitait essentiellement une mobilisation des connaissances des candidats dans les domaines de la biochimie, de la biologie moléculaire et de la biologie cellulaire.

L'intitulé de la question permettait au candidat de délimiter très facilement le sujet mais le plan choisi devait démontrer que le candidat avait eu une réflexion pertinente. Ainsi, un plan simpliste proposant un découpage binaire, « les mécanismes » d'une part, « les intérêts » d'autre part, a souvent produit des copies confuses et des redites entre les différents paragraphes.

L'ARN était le cœur du sujet mais il était clairement demandé de limiter le sujet au contexte de sa maturation. Il s'ensuivait que les longues explications abordant les mécanismes de transcription n'étaient absolument pas nécessaires et, par conséquent, non valorisées. En revanche, il était indispensable, en introduction par exemple, de décrire, brièvement mais avec justesse, la structure biochimique de cette molécule (orientation, bases azotées...). La place de l'ARN et les différents types d'ARN synthétisés dans la cellule eucaryote devaient ensuite être décrits.

La délimitation du sujet permettait d'aborder, par exemple, dans un premier temps, les mécanismes de maturation des ARNm. La structure moléculaire de la coiffe 5' et ses particularités étaient attendues en s'appuyant sur des notions de temporalité et de localisation. Les mécanismes moléculaires de synthèse de la queue polyA devaient être présentés, notamment le nom des enzymes impliquées. La connaissance de la séquence consensus était attendue. Les intérêts de ces modifications, tant au niveau de la durée de vie que de la traduction, devaient être présentées.

Les mécanismes moléculaires de l'épissage mais aussi de l'épissage alternatif étaient attendus. La différence entre introns et exons devait apparaître sans aucune ambiguïté. L'épissage par le spliceosome devait être décrit et ainsi que les associations ARN-protéines (snRNA, snRNP). Un

schéma de description, indispensable, n'était donc pas suffisant. Les termes de lasso, trans-estérification devaient être présents. Les séquences consensus devaient aussi apparaître. Les intérêts de ces épissages devaient ensuite s'appuyer sur au moins un exemple pertinent correctement décrit dans son contexte biologique. Par exemple, il pouvait être mentionné que les mécanismes d'épissage et leur régulation sont d'une importance capitale pour des approches thérapeutiques. En effet, un grand nombre de pathologies et de maladies génétiques chez l'Homme sont liées à des phénomènes d'épissage aberrants des pré-ARNm.

Le jury attendait aussi une description des mécanismes d'édition ; les exemples historiques devant être normalement connus de tous.

Un deuxième temps devait permettre de présenter la maturation des ARNr et des ARNt. En effet, les ARNr permettent une illustration de choix des processus de maturation. La structure des gènes ainsi que les coupures/excisions du transcrit primaire devaient être présentées. Les différents ARNr devaient apparaître clairement. La relation entre les ARNr et les protéines ribosomales était intéressante à décrire pour montrer un niveau d'organisation supérieur. L'intérêt de ces maturations ouvrait la voie à une discussion sur l'activité enzymatique des ARN : ribozyme. La maturation des ARNr permettait également d'illustrer les méthylations sur des bases ou des riboses spécifiques.

La maturation des ARNt permettait d'aborder d'autres types de maturations comme les modifications post-transcriptionnelles des bases azotées avec l'apparition de pseudo-uridine, inosine ou l'addition de base en 3'.... Les modifications de la structure primaire ouvraient la discussion sur son intérêt et donc la théorie de wobble mais aussi sur l'activité de l'aminoacyl-ARNt synthétase. L'ARNt était également un bon exemple de maturation au niveau de la structure secondaire. Un schéma trop simpliste était bien sûr insuffisant pour exposer le phénomène mais aussi ses implications. La localisation de ces maturations était un élément important à ne pas omettre.

Enfin, un dernier type d'ARN devait absolument apparaître tant leurs implications cellulaires sont importantes : les miARN, siRNA, piARN, snoRNA, nc long RNA, riboswitch... Les mécanismes de maturation étant complexes, le candidat devait proposer au moins deux exemples et en décrire correctement les mécanismes moléculaires (nom des enzymes, structure de l'ARN produit, localisation cellulaire). L'intérêt de ces ARN devait être expliqué et servir de support à une approche de leur intérêt biologique. Une ouverture physiopathologie était alors intéressante à décrire.

Le jury a été surpris de constater que certains candidats ont très peu de connaissances sur ce sujet et peuvent même commettre des erreurs inquiétantes (structure ARN erronée, mauvais sens de transcription, confusion introns – exons...). Plusieurs copies se contentent d'une approche simpliste, et parfois fautive, des mécanismes. Les aspects fondamentaux se devaient d'être justes. Or, trop souvent, le jury a noté que les connaissances des candidats étaient superficielles et lacunaires. L'interférence n'est connue que d'une petite moitié des candidats alors que ce phénomène a été reconnu par l'attribution d'un prix Nobel en 2006. Certains candidats ont proposé plusieurs applications technologiques comme la purification des ARNm ou la RT-PCR. Néanmoins, ces aspects étaient hors-sujet et ne permettaient pas de répondre à la question posée.

Le jury a apprécié les copies dont les connaissances avaient été actualisées et qui montraient une réelle réflexion par rapport au sujet. La qualité de l'orthographe et de la syntaxe et la justesse du vocabulaire ont été évaluées. Enfin, les copies présentant des schémas soignés, bien annotés et pertinents ont été valorisées.

2^{ème} question

La seconde question de l'épreuve, « la régulation du système endocrinien », nécessitait une mobilisation des connaissances dans les domaines de la physiologie, de la biologie cellulaire et de la biochimie. Afin de ne pas omettre de points importants et traiter le sujet dans son intégralité, l'épreuve nécessitait de réfléchir afin de construire en amont un plan pertinent. Celui-ci devait être élaboré de façon à aborder les différents éléments de régulation qui interviennent au niveau de la sécrétion de l'hormone, de son transport et de sa liaison au niveau d'une cellule cible. L'ensemble devait être repositionné dans un contexte intégré à l'échelle de l'organisme. En effet, la régulation du système endocrinien devait être traitée à l'échelle moléculaire et cellulaire ainsi qu'à celle de l'organisme.

Dans une première partie, les éléments de régulation intervenant au niveau de la cellule productrice d'hormone devaient être présentés. Pour entrer dans le sujet, il pouvait être tout d'abord pertinent d'indiquer que les cellules sécrétrices d'hormones présentent un état de différenciation adapté à la nature biochimique de l'hormone sécrétée, laquelle détermine les mécanismes et les éléments impliqués dans la régulation de sa sécrétion. Ainsi, dans le cas des

hormones peptidiques ou polypeptidiques, la régulation de la sécrétion intégrait des notions qualitatives et quantitatives pouvant survenir tant au niveau de la transcription et de la traduction, qu'au niveau de la maturation et de la voie sécrétoire. Ce dernier aspect devait faire apparaître la notion d'exocytose régulée ainsi que les mécanismes moléculaires associés. Dans le cas des hormones stéroïdes, la régulation devait prendre en compte les modulations de l'expression et de l'activité des enzymes impliquées dans leur biosynthèse. Enfin, dans le cas, par exemple, des hormones thyroïdiennes iodées, l'importance de la biodisponibilité en iode ainsi que l'activité des désiodases thyroïdiennes et périphériques devaient être présentées.

Quelle que soit la nature biochimique de l'hormone, il était important d'expliquer que les mécanismes de sécrétion peuvent être régulés par des stimuli de natures variées illustrés par des exemples appropriés : stimuli nerveux, hormonal, mécanique, humoral...

Dans une seconde partie, le sujet pouvait aborder les régulations intervenant lors du transport dans le sang et de la liaison de l'hormone sur sa cellule cible. Ainsi, il était pertinent de démontrer, par exemple à l'aide d'équilibres biochimiques simples, comment la régulation qualitative et quantitative de protéines de transport influence, quand elles interviennent, la biodisponibilité des hormones, leur concentration sous forme libre et donc potentiellement leur demi-vie. Au niveau de la cellule cible, sans entrer dans les mécanismes de transduction du signal qui n'étaient pas attendus (donnée clairement indiquée dans l'intitulé de la question), le sujet demandait d'illustrer comment une cellule cible peut réguler sa réponse à une hormone. Il fallait alors aborder la régulation quantitative (nombre et localisation subcellulaire) et qualitative (affinité...) des récepteurs hormonaux ainsi que la régulation de la production (maturation) d'hormones au niveau local (exemples : action de désiodases, conversion de l'angiotensinogène...).

Dans une troisième partie, il était nécessaire d'illustrer le fait que la sécrétion d'une hormone est souvent un processus non continu, répondant à une situation donnée de l'organisme et que celle-ci doit cesser (ou plus exactement diminuer) une fois la réponse obtenue afin d'éviter un « emballement » du système. Ces processus créent souvent un profil de sécrétion pulsatile dont l'importance physiologique devait être clairement présentée. Ainsi, il était attendu que soient très précisément abordées les notions de rétrocontrôle négatif et leur importance dans la régulation du système endocrinien. Le pendant de cette situation, le rétrocontrôle positif, ne pouvait être omis et devait être illustré de façon précise tant aux niveaux moléculaire que cellulaire. Toutes ces boucles de régulation devaient être également repositionnées dans un contexte de régulation de l'homéostasie d'une grandeur biologique (exemple : glycémie, calcémie...). A ce propos, il était également important de mentionner et d'illustrer les facteurs pouvant influencer ces mécanismes de régulation (« feed forward », horloge interne...).

Le jury indique que le plan proposé ici n'a pas valeur de référence et que toute autre proposition de la part des candidats était positivement appréciée du moment qu'elle permettait d'appréhender l'intégralité des points évoqués ci-dessus. Ainsi, quelques candidats ont tenté de proposer d'autres plans avec souvent, malheureusement, de nombreux oublis dans les notions abordées. En outre, le jury rappelle que présenter plusieurs exemples pour illustrer une seule idée n'apporte pas grand-chose, voire rien, en termes de plus-value et que la règle une idée - un exemple (bien justifié et argumenté) se suffit à elle-même.

De façon générale, le jury regrette que la majorité des candidats n'ait pas fait une lecture correcte de l'intitulé du sujet qui ne pouvait prêter à aucune confusion et que, par conséquent, la plupart d'entre eux ait abordé le sujet sous l'aspect des régulations physiologiques induites **par** le système endocrinien au lieu de développer les régulations qui s'exercent **sur** le système endocrinien. Ceci a donné lieu à de nombreux développements, certes non inexacts pour la plupart, mais en revanche totalement déconnectés de la problématique et donc non valorisés. De même, certains candidats ont trouvé bon de dresser une liste, plus ou moins exhaustive, de toutes les hormones et de leurs actions. Indépendamment du fait que ce travail a souvent donné lieu à des erreurs et confusions, il s'est avéré totalement inutile car sans lien avec la question posée.

Dans un souci d'aide à la construction d'un devoir répondant aux attentes du jury, celui-ci rappelle qu'un exemple précis ne doit pas être utilisé pour évoquer une notion générale et se substituer intégralement à celle-ci. En effet, l'exemple doit servir d'illustration de l'idée, du concept et non l'inverse. Il est attendu que toute représentation de courbe comporte des axes correctement légendés. D'autre part, le propos ne peut se limiter à des approximations stériles comme indiquer, par exemple, que les hormones sont des molécules de petite taille. Indépendamment du fait que cette information ne veut rien dire en tant que telle, elle suggère une absence de rigueur scientifique attendue dans ce type d'épreuve. De même, indiquer que les apports en glucose explosent (sic) au moment d'un repas est une affirmation qui, au-delà de l'imprécision du vocabulaire utilisé, peut s'avérer totalement fautive en fonction du repas ingéré empêchant

totalemment une telle affirmation. Enfin, beaucoup de candidats confondent les notions d'appareil et de système, de récepteur et de transporteur, de glycogénèse et de glycogénogenèse, et utilisent un vocabulaire beaucoup trop imprécis et simpliste. Par exemple, le jury rappelle qu'il n'y a pas de flux de calcium dans les cellules mais des flux d'ions Ca^{2+} .

Le jury regrette que la majorité des candidats ait des notions de physiologie sommaires, voire parfois simplistes (et erronées). Ainsi, indiquer que l'insuline et le glucagon agissent de manière opposée est le reflet d'une méconnaissance totale des organes cibles respectifs de ces deux hormones et des mécanismes moléculaires qu'elles régulent. A ce titre, il est rappelé que la physiologie doit faire appel à du « bon sens ». Ainsi, indiquer qu'une augmentation de pression osmotique induit une libération d'hormone antidiurétique afin de permettre la réabsorption d'eau s'opposant à l'effet initial laisse quelque peu perplexe. Certains candidats ont construit leur plan sur la base d'une différenciation du système endocrinien entre les femmes et les hommes. Ceci a donné lieu à de nombreuses confusions et oublis et n'avait pas de sens réel sauf à considérer, par erreur, que le système endocrinien se résume à l'axe hypothalamo-hypophysaire gonadotrope. Dans cette notion de « bon sens », il ne pouvait être indiqué par exemple que les « appareils reproducteurs sont mis en fonctionnement à l'adolescence » (sic). En effet, au-delà de l'expression maladroite qui laisserait entendre qu'un appareil reproducteur serait une machine que l'on mettrait en fonctionnement avec un interrupteur, elle démontre que les candidats n'ont pas une vision correcte de ces systèmes physiologiques complexes qui, rappelons-le, fonctionnent depuis le développement embryonnaire et n'attendent pas l'adolescence pour se mettre en "fonctionnement".

Le jury recommande fortement à tous les candidats de prendre le temps de bien se relire avant de rendre leur copie de façon à éviter les erreurs grossières (ex : le cytosol est une hormone du stress ; l'ocytocine est sécrétée par les glandes surrénales) ou les abus de langage (ex : l'hypothalamus libère des hormones et des influx nerveux). Le jury s'inquiète néanmoins d'avoir pu lire ou entrevoir (par les représentations schématiques) dans plusieurs copies que la sécrétion des hormones non lipophiles se fait par l'intermédiaire de pores localisés dans la membrane plasmique... Pour information, le mot « hormone » en anglais s'écrit comme en français, inutile de vouloir lui ôter un « e » à la fin.

Première épreuve

Résultats de l'épreuve

14 candidats ont composé à cette épreuve :

- 3 ont obtenu une note supérieure ou égale à 16 ;
- 2 ont obtenu une note supérieure ou égale à 14 et strictement inférieure à 16 ;
- 1 a obtenu une note supérieure ou égale à 12 et strictement inférieure à 14 ;
- 1 a obtenu une note supérieure ou égale à 10 et strictement inférieure à 12 ;
- 5 ont obtenu une note supérieure ou égale à 8 et strictement inférieure à 10 ;
- 2 ont obtenu une note strictement inférieure à 8.

La moyenne générale de l'épreuve est de 10,86/20.

La moyenne des candidats admis est de 15,40/20.

La meilleure note est de 18,00/20

Rapport de jury

Le jury tient très sincèrement à féliciter l'ensemble des candidats qui ont respecté l'esprit de l'épreuve, que ce soit dans le cadre de la démarche de projet ou dans celui de la présentation et de l'entretien avec le jury.

Dans le cadre de l'exercice demandé, le manuscrit pouvait légitimement comporter deux parties :

- une étude scientifique et technologique que le candidat aura pris soin de replacer correctement dans son contexte, notamment en la positionnant en relation avec la problématique à l'origine du projet. Cette étude doit s'appuyer sur des données scientifiques et technologiques actualisées dont les prolongements économiques et sociétaux peuvent être, si nécessaire, abordés ;

- une mise en application pour un niveau de classe donné, un référentiel, une progression choisie et justifiée. La problématique du transfert des activités technologiques et techniques décrites devait être abordée afin de prendre en compte les contraintes propres à un environnement enseignant (matériels disponibles, horaires, groupe classe, coût, sécurité,...). Elle pouvait décliner les modalités de mise en œuvre (opérationnalisation) en lien avec les objectifs de formations ambitionnés, les activités effectuées par les étudiants, les documents support de ces activités et les évaluations. Des aspects interdisciplinaires pouvaient également nourrir l'analyse des choix pédagogiques et opérationnels adoptés.

Remarques sur les dossiers

La qualité générale des dossiers tant dans leur présentation (figures, orthographe, syntaxe) que dans leurs contenus a été particulièrement appréciée par le jury et seules quelques présentations restaient très significativement perfectibles. Dans l'ensemble, les dossiers comportaient une partie scientifique de qualité, ainsi qu'une transposition pédagogique souvent cohérente et circonstanciée en lien avec la première partie. Le jury rappelle néanmoins qu'il convient de bien veiller à traiter la partie scientifique à l'appui de données récentes de la littérature qui doivent être associées à une bibliographie rigoureuse et présentée de manière formelle. Les candidats doivent ainsi faire la démonstration qu'ils sont vraiment des spécialistes du domaine tant par la rigueur et le niveau que par l'actualisation des informations présentées. Le jury a apprécié que, dans leur grande majorité, les illustrations venant en support du texte comportaient des légendes soignées, leur donnant ainsi toute leur portée didactique. Les candidats doivent néanmoins bien veiller à la qualité (lisibilité après impression, taille des polices, figures de taille suffisante) et à la pertinence de ces illustrations.

Le jury insiste d'autre part sur le fait que le caractère totalement novateur de l'application pédagogique n'est absolument pas un prérequis indispensable et que l'évaluation de cette transposition ne repose pas entièrement sur cet élément. Néanmoins, le jury est particulièrement sensible aux propositions réalistes et

rigoureuses permettant l'introduction théorique et/ou pratique de nouvelles approches technologiques auprès des élèves/étudiants. Toutefois, il est important de positionner clairement ces nouvelles approches par rapport à celles pré existantes et d'être objectif quant aux apports et faiblesses des unes par rapport aux autres.

Les dossiers particulièrement appréciés ont été très souvent construits à partir d'une problématique d'enseignement cherchant - trouvant une issue dans la prise de contact avec une entreprise ou un laboratoire de recherche et non l'inverse qui consisterait à effectuer un stage et une étude scientifique à partir desquels le candidat tente une mise en situation d'enseignement. En effet, cette dernière stratégie se trouve être souvent artificielle ou réduite à une séance de travaux dirigés en fin de deuxième année de STS biotechnologies et se révèle alors décevante voire contre-productive. A ce titre, le jury rappelle que tous les niveaux d'enseignement, pré- ou post-baccalauréat, choisis pour la transposition pédagogique sont appréciés de manière totalement identique. Ainsi, il est à noter que les candidats ayant obtenu les meilleures notes sont souvent ceux qui avaient pu mettre en œuvre, au moins en partie, la transposition pédagogique proposée. Il est important de souligner que la transposition pédagogique doit présenter une mise en application ordonnée et hiérarchisée mettant clairement en évidence le déroulement de la (les) séquence(s) pédagogique(s), les connaissances fondamentales et pratiques apportées ainsi que les notions de sécurité et de coût de réalisation. Certaines applications trop ambitieuses se révèlent artificielles voire impossible à mettre en œuvre. Aussi, le jury propose de réserver parfois la priorité à des approches pratiques moins ambitieuses mais davantage réalistes et abouties. Toutefois, le jury rappelle qu'une transposition pédagogique de qualité ne doit pas se limiter à une simple analyse de documents par les étudiants.

Le jury rappelle que, dans cet exercice de rédaction, les candidats doivent faire preuve de concision, d'esprit de synthèse et faire des choix tant dans la structuration que dans les contenus présentés. Il convient notamment de limiter le nombre d'annexes au strict nécessaire. Néanmoins, la concision et la réalisation de choix ne doivent pas se faire au détriment d'éléments indispensables à la bonne compréhension de l'étude et à la justification correcte des objectifs pédagogiques.

Remarques sur la forme des présentations orales

Le jury a, de nouveau, particulièrement apprécié les présentations structurées à l'aide de diaporamas de très bonne qualité, illustrés et didactiques dont certains étaient opportunément complétés d'animations vidéo. Il rappelle, d'une part, qu'il convient d'effectuer un choix pertinent parmi les notions présentées dans le dossier afin de ne pas surcharger dans le temps imparti l'exposé oral et, d'autre part, qu'une construction « allégée » en texte des diapositives possède très souvent une valeur pédagogique ajoutée. A ce titre, le jury félicite la plupart des candidats pour les qualités didactiques de leurs présentations qui ont toutes été réalisées cette année sans support papier, faisant preuve de l'appropriation complète de leur sujet. En effet, le jury rappelle que ce support papier, bien que reconnu comme une « roue de secours » pour le candidat, génère souvent un propos décousu qui ne joue pas en faveur du candidat qui devient alors « lecteur ».

Comme lors des sessions précédentes, le jury tient à souligner l'importance qui doit être accordée au support de la présentation. En effet, de mauvais choix de documents, des images de piètre qualité, des constructions peu didactiques, un mauvais contraste entre l'écrit et le fond peuvent parfois irrémédiablement assombrir une prestation pour autant honorable.

L'ancrage du projet et de la séquence pédagogique sur un secteur professionnel (recherche, R&D, bio-analyse et contrôle...), sa contextualisation concrète et, lorsqu'il est possible, son lien avec le contexte « régional », apportent sans conteste de la consistance et du sens au projet et à la présentation.

Le jury tient à souligner la qualité de la posture communicante de la plupart des candidats : voix audible mais pausée ; volonté de transmettre un message avec conviction ; vitesse d'élocution confortable. En effet, le jury rappelle que l'agrégation est certes un concours exigeant qui requiert une polyvalence et une mise à jour des savoirs mais qu'il est également un concours de recrutement d'enseignants dont les compétences en communication sont évidemment essentielles, tout comme l'est l'attitude générale devant un auditoire. Le jury se plaît à féliciter la majorité des candidats qui se sont prêtés avec enthousiasme et

dans un état d'esprit positif au jeu des questions-réponses voulu comme un exercice de réflexion et d'échange constructif.

A de très rares exceptions près, les candidats ont scrupuleusement respecté la durée d'exposé de 30 minutes. En tout état de cause, dans un souci d'équité et en cas d'un possible dépassement du temps imparti, il était aimablement indiqué aux candidats l'impératif de conclure dans les plus brefs délais. Afin de respecter ce temps de parole et ne pas être déstabilisé par une présentation qui se verrait automatiquement écourtée, il est rappelé aux candidats qu'ils doivent se préparer en amont en répétant et chronométrant leur présentation. D'autre part, le jury recommande aux candidats de bien veiller à maintenir un équilibre de présentation dans la durée attribuée à chacune de leurs deux parties.

Remarques sur le fond

Le jury a particulièrement apprécié certains sujets ancrés sur une thématique intéressante, contextualisée et présentant des aspects technologiques novateurs en adéquation avec l'évolution actuelle des techniques. Il souligne de nouveau l'importance portée sur le fait que le candidat, porteur et acteur de son sujet, est censé l'avoir étudié en profondeur afin d'en dominer l'intégralité des aspects scientifiques et technologiques. Il est notamment attendu qu'il soit capable d'expliquer et de justifier les méthodologies présentées, d'expliquer les techniques et les principes scientifiques associés, de situer ces nouvelles méthodologies par rapport à celles qui existent, mais également d'assurer l'analyse approfondie des résultats présentés. A ce propos, le jury regrette que certains candidats n'aient pas fait la démonstration de leur maîtrise totale du sujet et que les connaissances dans le domaine, qui devrait être la spécialité du candidat, ne soient pas toujours parfaitement maîtrisées. Dans ce contexte, le jury rappelle qu'il est préférable de choisir un projet scientifique dans un domaine que le candidat maîtrise et affectionne tout particulièrement plutôt que de se mettre en difficulté et en danger à vouloir développer une thématique qui ne lui est absolument pas familière.

Le « projet original » est d'abord personnel et destiné à répondre à une problématique clairement identifiée. Ainsi, il ne convient pas de l'assimiler à l'exigence professionnelle commune à tous les enseignants : répondre aux attentes de l'institution en lien avec les responsabilités confiées. Il s'agit au contraire d'une démarche volontariste et originale qui se doit de dépasser l'exécution d'un programme pour lui donner du sens, de l'épaisseur et de la hauteur. On rappelle qu'il est important de ne pas construire le dossier à partir d'activités technologiques déjà mises en œuvre au risque de rendre l'étude-scientifique artificielle.

Certains dossiers prenant appui sur des activités liées à un stage de formation en laboratoire ou sur la préparation d'une thèse ont été d'un niveau scientifique très satisfaisant. Il convient cependant de ne pas oublier le fond de l'épreuve qui s'inscrit dans la mise en œuvre d'un projet pédagogique ; le support scientifique étant au service du projet et non l'inverse. Il est crucial de veiller à respecter un équilibre *ad hoc* entre le contexte scientifique et technologique présenté et leur contextualisation pédagogique pertinente. Ainsi, certaines études technologiques et techniques, impossibles à mettre en œuvre dans le contexte d'un établissement scolaire, ont donné lieu à des applications pédagogiques pour le moins peu opportunes.

Il est attendu d'un professeur agrégé qu'il soit capable de faire évoluer les pratiques au sein de son établissement. Cela implique la mise en œuvre de stratégies pédagogiques novatrices, pragmatiques et réalistes qui donnent sens aux apprentissages. Ces activités doivent être construites en appui sur une réalité non seulement professionnelle mais également économique pour l'établissement et transposables à un groupe d'élèves en lien avec les objectifs de formation et la réglementation en vigueur.

Le jury a particulièrement apprécié certaines présentations synthétiques et concises s'appuyant de façon pertinente sur un organigramme mettant en relief les objectifs, méthodologies, stratégies pédagogiques et démarches d'évaluation d'une séquence préalablement positionnée au sein d'une progression. Cette présentation synoptique laissait ensuite toute légitimité à une approche détaillée de l'opérationnalisation choisie. Le jury a également été sensible à la prise en compte des contributions des autres disciplines, dans une approche pédagogique moderne et interdisciplinaire.

Au cours de l'entretien, le jury a particulièrement apprécié le comportement des candidats, faisant preuve de motivation mais aussi d'une probité intellectuelle très appréciée.

Les réponses données aux questions posées ont permis, dans la très grande majorité des cas, d'éclairer le jury sur certains points du projet, notamment sur son déterminisme et les solutions techniques adoptées, mais aussi d'explicitier, de préciser certaines données scientifiques abordées ou décrites dans le dossier. Elles ont également favorisé l'appropriation des démarches pédagogiques choisies ou conçues. En effet, par ce questionnement large, le jury souhaite également apprécier la maîtrise didactique de la discipline ou la position du candidat sur des éléments non mentionnés dans le dossier mais directement associés à la problématique.

Bien évidemment, au cours de cette épreuve, les qualités d'expression et de communication, le sens de l'écoute positive, l'adéquation des réponses aux questions sont aussi des paramètres pris en compte dans la notation. A ce propos, le jury apprécie tout particulièrement les candidats qui attendent la fin de la question pour initier une réponse et qui prennent un temps de réflexion pour s'assurer de la pertinence et de l'adéquation de leur démarche intellectuelle.

DEUXIÈME ÉPREUVE

Durée : 8 heures

Coefficient : 1

Cette épreuve consiste à exploiter des documents techniques et pédagogiques relatifs à une séquence de « travaux pratiques » ou à une séquence à caractère expérimental, élément d'un processus d'apprentissage.

Elle permet d'évaluer les capacités du candidat à :

- proposer et justifier les principes, méthodes et modes opératoires à mettre en œuvre et à dégager les concepts auxquels ils se rattachent ;*
- réaliser, pour tout ou partie, selon la durée impartie, l'activité prévue.*

Le programme du concours est défini par référence aux programmes des BTS et DUT de la spécialité.

Le sujet comporte deux parties indépendantes :

- 1. Étude des constantes catalytiques d'une enzyme immobilisée.....p.2**
- 2. Études préalables à la réalisation d'une crème cosmétiquep.3**
 - Test de toxicité d'une huile essentiellep.3**
 - Mise au point d'un protocole de fabrication d'une crème hydratantep.4**

Une attention particulière sera accordée à la traçabilité et à la présentation de tous les résultats expérimentaux.

Un aide-mémoire de métrologie est proposé (document 11).

1. Étude des constantes catalytiques d'une enzyme immobilisée : la β -galactosidase d'*Escherichia coli*

En vue de préparer une séquence d'activités de laboratoire en BTS bio-analyses et contrôles, un enseignant réalise des tests préliminaires de mise au point. Dans un premier temps, il valide l'activité de l'enzyme étudiée, la β -galactosidase. Dans un second temps, il immobilise l'enzyme en billes d'alginate. Enfin, il détermine les paramètres cinétiques de l'enzyme immobilisée.

Étude de la β -galactosidase soluble (document 1)

- 1.1 Expliquer le rôle et le mode d'action de la solution NE.
- 1.2 À l'aide des données disponibles sur ***brenda-enzymes.org***, vérifier que la concentration en ONPG (2-nitro-phényl- β -D-galactoside) est saturante.
- 1.3 Déterminer la concentration d'activité catalytique (C_{cat}) de la β -galactosidase soluble dans les conditions du mode opératoire.
- 1.4 Présenter les résultats de mesure d'activité. Calculer la concentration d'activité catalytique (C_{cat}) de la β -galactosidase soluble en UI.mL⁻¹. Exprimer le résultat en tenant compte de l'aide-mémoire de métrologie.

Inclusion de la β -galactosidase en gel d'alginate (document 2)

- 1.5 Mettre en œuvre les opérations nécessaires à l'inclusion de l'enzyme. Indiquer le nombre exact de billes totales obtenues.
☞ *Communiquer la valeur à un examinateur.*
- 1.6 Calculer le pourcentage d'alginate dans les billes. Justifier le choix de cette valeur à l'aide des données du document 2 et des résultats des recherches bio-informatiques.

Étude de la β -galactosidase en gel d'alginate (document 3)

- 1.7 Montrer que, dans le cadre du mode opératoire proposé, le volume du milieu réactionnel peut être estimé à 3 mL.
- 1.8 Effectuer les mesures permettant de déterminer les paramètres cinétiques de l'enzyme immobilisée.
- 1.9 Présenter les mesures obtenues et le nombre de billes utilisées pour chaque dosage.
- 1.10 Représenter le ou les graphes nécessaires à la détermination des valeurs de v_{max} et de K_M de la β -galactosidase immobilisée.
- 1.11 Comparer la valeur de K_M obtenue avec celle de l'enzyme soluble et interpréter les résultats obtenus.
- 1.12 Calculer l'activité totale immobilisée dans l'ensemble des billes, puis déterminer le pourcentage d'activité enzymatique immobilisée. Commenter cette valeur.

2. Études préalables à la réalisation d'une crème cosmétique

Dans le cadre d'une démarche de projet collective, un enseignant choisit comme thématique les cosmétiques à base d'huile essentielle. Il réfléchit à la faisabilité et à la possibilité d'adaptation des protocoles qu'il a trouvés lors de ses recherches bibliographiques.

Il cherche à évaluer la toxicité d'une huile essentielle sur des cellules et à adapter un protocole de fabrication d'une crème hydratante au pilote présent dans l'établissement.

Test de toxicité d'une huile essentielle

Une publication relative à la cytotoxicité de l'huile essentielle de souchet (*Cyperus rotundus*) est présentée dans le document 4.

Cette étude sera menée en classe de Terminale STL-biotechnologies, dans le cadre du projet technologique accompagné (PTA) par un test *in vitro* sur des globules rouges. Les cellules sont mises en contact avec des concentrations croissantes d'huile essentielle afin de déterminer la concentration hémolytique 50 % (CH₅₀).

Préparation d'une suspension ajustée de globules rouges (document 5)

- 2.1 Préparer 4 mL d'une suspension ajustée à $2,0 \cdot 10^7$ cellules par millilitre.
☞ *Montrer la mise en hématimètre et un champ microscopique à un examinateur.*
- 2.2 Présenter un rapport d'activité en tenant compte de l'aide-mémoire de métrologie.

Test de cytotoxicité

Le document 4 présente deux méthodes d'estimation de l'effet cytotoxique d'une huile essentielle réalisées en laboratoire de recherche. Le document 6 indique la méthode choisie dans le cadre du PTA.

- 2.3 Établir un tableau comparatif des trois méthodes d'estimation de l'effet cytotoxique.
- 2.4 Concevoir et mettre en œuvre la démarche expérimentale permettant de déterminer la CH₅₀ à partir du document 6.
☞ *Montrer la réalisation des dilutions de l'huile essentielle à un examinateur.*
- 2.5 Présenter un rapport d'activité de la détermination de la CH₅₀ incluant le plan de la plaque.
- 2.6 Discuter la valeur obtenue et les points critiques de la technique dans l'optique d'une mise en œuvre dans la classe.

Mise au point d'un protocole de fabrication d'une crème hydratante

L'enseignant dispose d'une documentation concernant la fabrication et les caractéristiques d'une crème hydratante.

Il en extrait les indications consignées dans le document 7.

Détermination de la composition optimale du mélange de tensioactifs

La fabrication d'une émulsion stable nécessite généralement l'utilisation d'un mélange de tensioactifs (TA). En effet, pour obtenir une émulsion la plus stable possible, il faut que l'équilibre hydrophile-lipophile (*hydrophilic-lipophilic balance* ou HLB) du ou des tensioactifs soit identique à celui de la phase lipidique. La détermination de la composition optimale du mélange s'effectue selon le protocole indiqué dans le document 8.

2.7 Indiquer la composition de chaque mélange. Calculer la valeur du HLB pour chaque mélange.

2.8 Déterminer expérimentalement l'émulsion la plus stable.

☞ *Montrer les résultats à un examinateur à l'issue de la manipulation.*

2.9 En déduire une estimation de la valeur du HLB de l'huile de paraffine.

Détermination de la température d'inversion de phase ou PIT (*phase inversion temperature*)

Lors de la fabrication de la crème, le mélange des phases lipidique et hydrophile est porté à la température d'inversion de phase (PIT). La PIT se détermine en suivant l'évolution de la conductivité de l'émulsion en fonction de la température (document 9).

2.10 Indiquer la composition de chacune des phases préparées.

2.11 Présenter judicieusement les résultats expérimentaux et conclure.

☞ *Montrer les observations microscopiques à un examinateur.*

Opération unitaire : fabrication d'une crème hydratante pour peaux sèches

2.12 Rédiger un logigramme synoptique à destination des élèves mettant en évidence les étapes clés de la préparation de la crème à l'aide de l'émulsioneur Stephan[®] UMC-5. Il sera tenu compte des résultats des investigations précédentes ainsi que des informations fournies dans le document 10. Les indications expérimentales importantes seront précisées.

Document 1 : détermination de l'activité enzymatique soluble
Fiche protocole

Données

Toutes les déterminations d'activité sont effectuées à 37 °C.

Le coefficient linéique molaire de l'ONP (2-nitrophénol) à 420 nm dans les conditions de mesure est $\varepsilon = 400 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

La variation d'absorbance attendue en 2,5 min est de l'ordre de 0,8.

$$CV_{\text{Tr}} = 5 \% \quad CV_{\text{NE}} = 5 \%$$

Réactifs

Tube de 2,5 mL de **β -Gal** = solution diluée en Tris d'une solution commerciale de β -galactosidase

Flacon de 35 mL de **Tris** = tampon Tris-HCl $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

+ MgCl_2 $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

+ β -mercaptoéthanol $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

+ NaCl $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

pH = 7

Flacon de 20 mL d'**ONPG-Tris** = 2-nitrophényl- β -D-galactoside $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ en Tris

Flacon de 20 mL de **NE** = Na_2CO_3 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ + EDTA $4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Mode opératoire

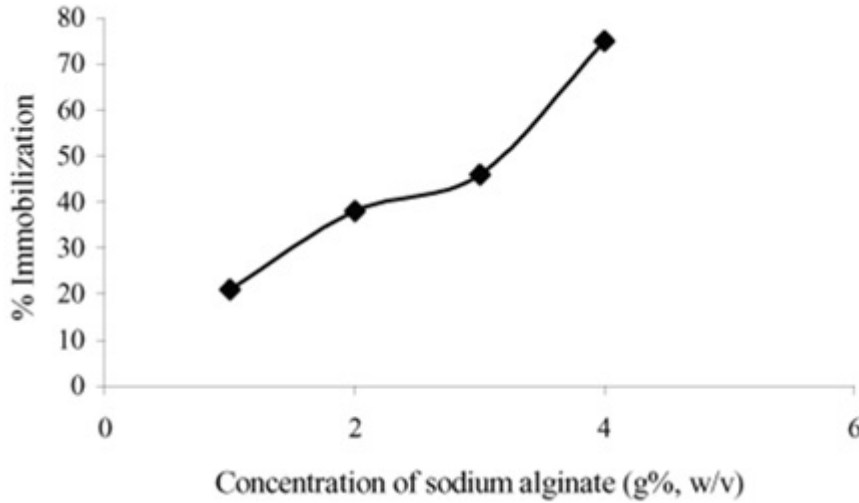
En tube à essai :

1. Introduire 1 mL d'ONPG-Tris et 1,90 mL de Tris.
2. Incuber 5 minutes.
3. Ajouter 100 μL de β -Gal, sceller avec du film étirable et homogénéiser.
4. Incuber 2 minutes 30 secondes.
5. Ajouter 2 mL de NE et mesurer l'absorbance à 420 nm.

Document 2 : inclusion en gel d'alginate
Fiche protocole

Données

- Pourcentage d'immobilisation de l'alpha-amylase en fonction de la concentration en alginate



D'après Dey G *et al.* (2003)
Immobilization of α -amylase
produced by *Bacillus*
circulans GRS 313 Braz.
Arch. Biol. and Technol. vol
46:167-176

Masse moléculaire de
l' α -amylase : 45 000 Da

Réactifs

Tube de 2,5 mL de **β -Gal**
Flacon de 20 mL de **Tris** froid
Tube de 7 mL d'**Alginate** de sodium à 3 %
Flacon de 50 mL de **CaCl₂** 0,2 mol.L⁻¹ froid

Mode opératoire

1. Dans un tube à centrifuger conique de 50 mL, introduire 1,5 mL de β -Gal.
2. Puis, ajouter lentement à l'aide d'une pipette à piston P1000, 6 mL d'alginate à 3 %. Mélanger doucement et soigneusement avec une baguette en plastique en évitant d'introduire de l'air.
3. Prélever 4 mL du mélange et les faire tomber goutte à goutte d'une hauteur d'au moins 10 cm dans environ 50 mL de CaCl₂ froid, placé dans un bécher. Pour cela, prélever le mélange en 4 fois avec une pipette à piston P1000, aspirer très lentement et délivrer également très lentement, en appuyant légèrement sur le piston pour faire tomber les gouttes. Agiter le bécher de CaCl₂ de temps en temps.
4. Incuber les billes 20 à 30 min dans le CaCl₂ à 4 °C. Récupérer les billes puis les rincer avec environ 20 mL de Tris froid pendant 5 min. Egoutter les billes sur un carré de papier filtre prédécoupé et placé dans une boîte de Petri en verre. Le nombre de billes attendu est d'environ 160.
5. Stocker les billes à 4 °C, sans liquide, pour leur permettre de se rétracter.

Réactifs

Enzyme immobilisée préparée précédemment

Flacon de 35 mL de **Tris**

Flacon de 20 mL d'**ONPG-Tris**

Flacon de 20 mL de **NE**

Mode opératoire

En tubes à essai :

1. Préincuber x mL d'ONPG-Tris et (2,7 - x) mL de Tris.
2. Déclencher la réaction par addition d'un nombre de billes égal au $1/15^e$ des billes obtenues ; sceller avec du film étirable et homogénéiser 5 s.
3. Incuber 10 min en bain thermostaté, retournements toutes les 2 minutes.
4. Homogénéiser 5 s et transvaser quantitativement la phase liquide dans un tube à essai contenant 1,6 mL de NE ; mélanger immédiatement.
5. Mesurer l'absorbance à 420 nm.

Gamme de substrat : 6 valeurs de x mL de d'ONPG-Tris, 1 seul essai par concentration.

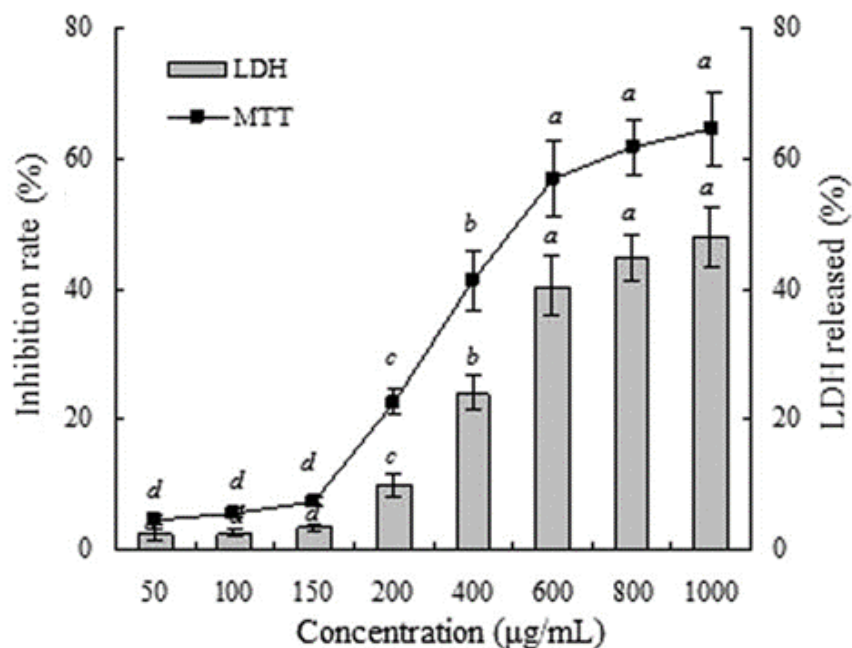
Cyperus rotundus



Essential oil extraction

The dried rhizomes of *C. rotundus* were ground with a micro plant grinding machine to a powder and then hydrodistilled for 6 h using a Clevenger-type apparatus. The oil was separated from water and dried over anhydrous sodium sulfate and stored in tightly closed dark vials at 4 °C until use.

Cytotoxicity of the essential oil by MTT (bar) and LDH (line) assays



Cytotoxicity activity

To assess the cytotoxic effects, the human neuroblastoma SH-SY5Y cell line was used in this study. Cells were seeded into 96 and 24-well plates in 1:1 mixture of DMEM/F-12 supplemented with 10% FBS, 2 mM L-glutamine, antibiotic and antimycotic solution in a humid atmosphere of 5 % CO₂ and 95 % air at 37 °C. The media was changed on alternative days and once the confluency was reached, the cells were treated with sample at different concentrations. The MTT assay and lactate dehydrogenase (LDH) release assay was performed to determine the cell viability as described in a previous report. Briefly, the SH-SY5Y cells were seeded in 96-well plates at a density of 1×10^4 cells/well and grown for 36 h and then subjected with essential oil at concentrations ranging from 50 to 1000 µg/mL. After treatments, MTT (0.5 mg/mL) was added to each well and incubated for 2 h at 37 °C and the formed formazan crystals were dissolved in DMSO, and then the percentage of cell viability was calculated. For LDH release assay, the SH-SY5Y cells were plated at a density of 5×10^4 cells/well in 24-well plates. After 24 h, the cells were treated with essential oil for 24 h and then lysed with 10 µL of 2 % Triton X-100. The cells were precipitated by centrifugation at 3000 rpm for 5 min at 4 °C. The supernatant (100 µL) was mixed with 900 µL of kit reaction mixture and the enzyme activity was measured in terms of intracellular LDH released into the medium at a wavelength of 340 nm.

Hu QP *et al.* (2017) Chemical composition, antioxidant, DNA damage protective, cytotoxic and antibacterial activities of *Cyperus rotundus* rhizomes essential oil against foodborne pathogens *Scientific Reports*, vol. 7:45231

Document 5 : préparation d'une suspension ajustée de globules rouges
Fiche protocole

Données

Une suspension de globules rouges humains à 50 % titre environ 10^{13} cellules.L⁻¹

$\mathcal{C}V_{\text{gr}} = 4 \%$

$\mathcal{C}V_{\text{wc}} = 4 \%$

Matériels et réactifs

Tube de 2 mL de **GR à 1 %**

Flacon de 25 mL d'eau physiologique **Eφ**

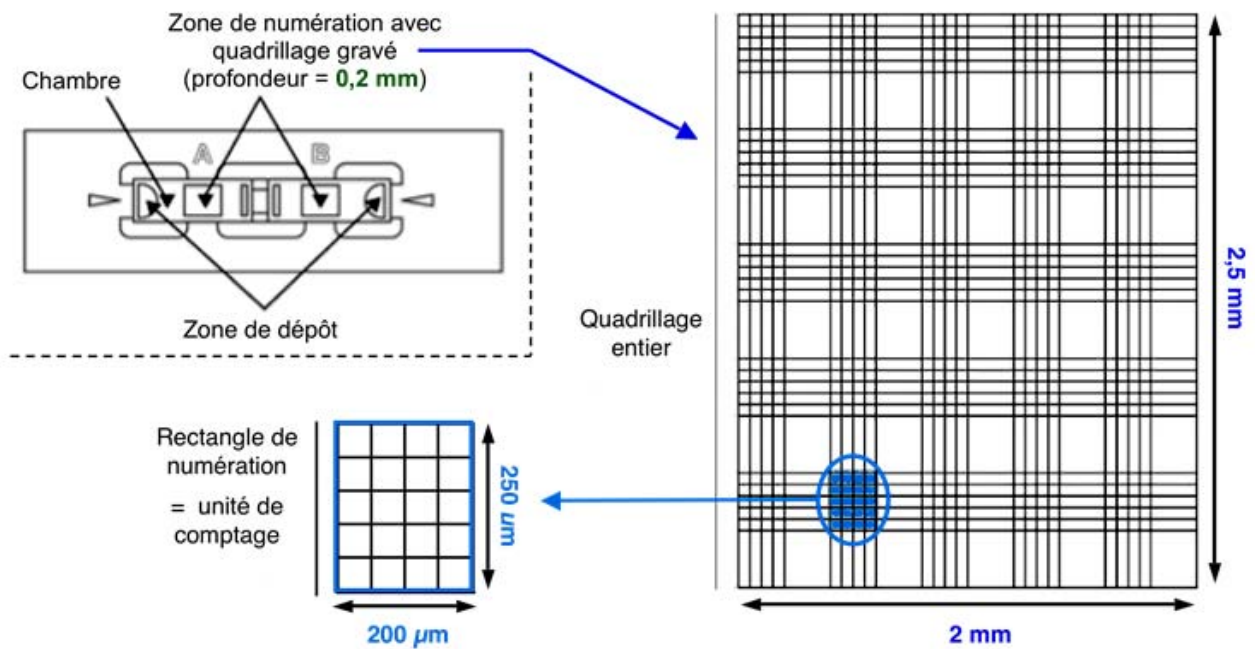
Flacon de 10 mL bouchon rouge

Hématimètre de Malassez

Compte cellules

Fiche technique de l'hématimètre de Malassez

La numération est réalisée en utilisant un microscope et un hématimètre jetable dont les caractéristiques sont présentées ci-après.



Remarque : pour un dénombrement optimal, il convient de dénombrer au moins 200 cellules sur l'hématimètre.

Matériels et réactifs

Suspension ajustée de globules rouges à $2,0 \cdot 10^7$ cellules.mL⁻¹

Flacon de 25 mL d'eau physiologique **Eφ**

Tube de 2 mL d'eau déminéralisée **Ed**

Tube de 1 mL d'une solution d'**huile essentielle de *Cyperus rotundus* à 40 mg.mL⁻¹**

Microplaque à fond rond avec couvercle

Microplaque à fond plat avec couvercle

Mode opératoire



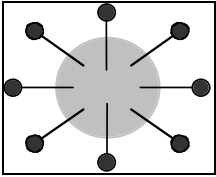
1. Préparer une microplaque à fond rond en respectant les contraintes :
 - Volume de solution d'huile essentielle diluée : 100 µL
 - Volume de suspension ajustée de globules rouges à ajouter : 50 µL.
2. Incuber 15 min exactement à température du laboratoire.
3. Centrifuger 5 min à 1500 tr.min⁻¹.
4. Transvaser délicatement, sans entraîner le culot, 100 µL de surnageant dans une microplaque à fond plat.
5. Lire les absorbances à 405 nm à l'aide d'un lecteur de microplaque.

Caractéristiques des émulsions :

Une crème hydratante correspond à une **émulsion stable**, c'est-à-dire à un mélange de deux phases non miscibles : une phase lipophile (L) et une phase hydrophile (H). D'un point de vue microscopique, une émulsion est composée d'une phase majoritaire ou continue dans laquelle se répartissent des microgouttelettes de l'autre phase, encore appelée phase dispersée. Ainsi, il existe deux types d'émulsions : les émulsions H/L (phase continue lipophile) et les émulsions L/H (phase continue hydrophile).

Pour **stabiliser une émulsion**, on doit :

- former une émulsion la plus fine possible en dépensant de l'énergie mécanique par agitation ;
- ajouter un tensioactif (TA) non ionique qui se place à l'interphase pour diminuer la tension superficielle des micelles ;
- adapter la viscosité de la phase continue au type de cosmétique à produire par l'ajout d'un épaississant. En effet, plus la viscosité de la phase continue est grande, plus la vitesse de sédimentation des micelles diminue.

	Phase lipophile (L)		Phase hydrophile (H)	Tensioactif
				
Phase dispersée	L	H		
Phase continue	H	L		
Sens de l'émulsion (phase dispersée/phase continue)	L/H	H/L		
Nature du tensioactif	Plutôt hydrosoluble	Plutôt liposoluble		

Sens de l'émulsion de différents produits cosmétiques

Produit cosmétique	Sens de l'émulsion
Lait hydratant	H/L
Crème hydratante (peaux sèches)	L/H
Crème hydratante (peaux très sèches)	H/L
Crème (peaux grasses)	L/H
Crèmes de protection	H/L
Masque	L/H
Fond de teint	L/H
Cérat de Galien	H/L
Gel coiffant	L/H

Caractéristiques des tensioactifs

Les TA sont des molécules amphiphiles qui permettent de diminuer la tension de surface. Suivant la nature de la partie hydrophile, on distingue :

- les TA ioniques, très hydrophiles ;
- les TA non ioniques, qui sont plus ou moins hydrophiles ou hydrophobes.

Les TA non ioniques sont caractérisés par leur HLB (*hydrophilic-lipophilic balance*). Ils sont classés selon une échelle empirique qui s'étend de 0 à 20 (acide oléique : HLB = 1 ; oléate de sodium : HLB = 20).

HLB	Classification
De 0 à 8	Lipophile
De 8 à 12	Intermédiaire
De 12 à 20	Hydrophile

Calcul du HLB d'un mélange de TA :

$$HLB_{\text{mélange}} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times HLB_{(TA1)} + \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times HLB_{(TA2)}$$

m_1 et m_2 correspondent aux masses respectives des TA pesés.

La méthode d'inversion de phase ou méthode PIT

Shinoda et Saito ont mis en évidence en 1969 (*Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 30, N° 2, 258-263) qu'il existait une température d'inversion de phase ou PIT (*phase inversion temperature*) pour les TA non ioniques polyéthoxylés tels que les Tween®. Il s'agit de la température pour laquelle l'affinité d'un TA non ionique est modifiée par désolvatation, produisant ainsi un changement dans le sens de l'émulsion par inversion de phase. Ce phénomène est réversible si la température diminue à nouveau.

La méthode PIT est basée sur un cycle de chauffage-refroidissement :

- Une émulsion L/H grossière est, dans un premier temps, préparée à une température inférieure à la PIT. Le TA, ou le mélange de TA, est plutôt hydrophile.
- L'émulsion est ensuite chauffée à une température supérieure à la PIT (étape 1 sur la figure ci-dessus). L'inversion de phase a lieu. Une émulsion H/L est alors obtenue.
- L'émulsion H/L est ensuite refroidie jusqu'à température ambiante, sous agitation modérée (étape 2 sur la figure ci-dessus). Une nouvelle inversion de phase a lieu mais elle s'accompagne, cette fois-ci, d'une diminution importante de la taille des gouttelettes. Une émulsion L/H très fine est alors obtenue (diamètre des gouttelettes d'environ une centaine de nm), facilement reconnaissable par ses reflets nacrés.
- L'inversion de phase est un phénomène réversible.

Données

Dans la formulation des émulsions, on s'aperçoit qu'il existe une valeur privilégiée de HLB du mélange de tensioactifs pour laquelle l'émulsion, obtenue dans des conditions opératoires définies, présente des propriétés optimales dont un aspect homogène et une fluidité optimale.

Réactifs et matériels

15 g de **Span[®] 60** (HLB = 4,7)

20 g de **Tween[®] 60** (HLB = 14,9)

Flacon de 100 mL d'**Huile de paraffine**

Eau déminéralisée

5 fioles Coulter[®]

Flotteur

Agitateurs en plastique

Bain thermostaté à 70 °C

Mode opératoire

1. Préparation d'une gamme de mélanges de tensioactifs (TA) :

Dans des fioles Coulter, préparer les mélanges suivants (1,75 g total par fiole) :

Fioles	1	2	3	4	5
Span 60 (%)	100	65	50	35	0
Tween 60 (%)	0	35	50	65	100

2. Préparation des émulsions :

Dans chaque fiole Coulter, ajouter au mélange de TA :

- 1,5 g d'huile de paraffine
- 12,5 g d'eau déminéralisée
- faire fondre en bain thermostaté les différents réactifs à 70 °C et mélanger par agitation pendant environ 5 minutes.

3. Observer les émulsions et déterminer l'émulsion la plus stable.

Données

x et y correspondent aux % déterminés à la question 2.8. ; m_{totale} des TA = 10 g.

La conductivité d'une solution dépend de sa température. Il convient donc de compenser la valeur de conductivité σ_{θ} , lue à la température θ , en prenant en compte la relation :

$$\sigma_{\theta} = \sigma_{25^{\circ}\text{C}} \times \left(1 + \frac{2 \times (\theta - 25)}{100}\right)$$

L'érythrosine est un colorant hydrophile.

Réactifs et matériels

15 g de Span[®] 60 (HLB = 4,7)	Agitateur en verre
20 g de Tween[®] 60 (HLB = 14,9)	Spatule
Flacon de 100 mL d' Huile de paraffine	Bain thermostaté à 95 °C
Eau déminéralisée (au poste de préparation)	Bain thermostaté à 55 °C
2 g de NaCl	Conductimètre
Bécher de 250 mL	Thermomètre et support
Bécher de 100 mL	Tubes Eppendorf et portoir
Éprouvette de 50 mL	Poudre d'érythrosine en tube Eppendorf

Mode opératoire

1. Préparer chaque phase (50 mL chacune) :
 - Phase aqueuse : tensioactif « hydrophile » à **x** % dans une solution de NaCl à 10 g.L⁻¹ en eau déminéralisée.
 - Phase huileuse : tensioactif « lipophile » à **y** % dans de l'huile de paraffine.
2. Chauffer chaque phase à 55 °C et homogénéiser.
3. Réaliser une émulsion grossière en ajoutant la phase huileuse dans la phase aqueuse puis en mélangeant.
Garder une fraction aliquote en tube Eppendorf (deux pointes de spatule).
4. Introduire le bécher contenant l'émulsion dans un bain thermostaté à 95 °C. Mélanger en continu à l'aide de l'agitateur jusqu'à atteindre la température de 85-90 °C.
5. Sortir le mélange du bain thermostaté ; mélanger constamment, à l'aide de la sonde conductimétrique ; relever la conductivité et la température pendant tout le temps du refroidissement jusqu'à 50 °C.
Récupérer une fraction aliquote en tube Eppendorf à la fin de la manipulation.
6. Monter chaque fraction aliquote entre lame et lamelle après coloration en présence d'érythrosine (quelques grains suffisent).
Réaliser les observations microscopiques aux objectifs X10 et X40.

Réactifs

	Composants	Quantité	Rôles
Phase huileuse	Huile de paraffine	90 g	Hydrocarbure filmogène, émollient, excipient et agent de contrôle de la viscosité
	Myristate d'isopropyle	25 g	Emollient stabilisateur d'émulsion, agent de contrôle de la viscosité
	Span 60	10 g	Tensioactif non ionique
	Mélange d'alcools gras	10 g	Épaississant
Phase aqueuse	Eau déminéralisée	230 g	Solvant aqueux
	Glycérol	25 g	Emollient et excipient
	Tween 60	10 g	Tensioactif non ionique
	Huile essentielle de souchet	20 gouttes	Principe actif et parfum

- Préparer séparément les phases aqueuses et huileuses.
- La phase aspirée est préparée dans un bécher en inox, en faisant fondre les réactifs à une température proche de la PIT en bain thermostaté, sous agitation manuelle, pendant 5 min, sous pression atmosphérique.
- Ajouter les huiles essentielles, vitamines et épaississants éventuels une fois l'émulsion réalisée. Mélanger à 300 tr.min⁻¹ pendant 2 min, à température ambiante, sous vide.

Utilisation de l'émulsionneur Stephan UMC-5 : optimisation des paramètres

	Protocoles	1	2	3
	Ordre d'addition des phases	Phase huileuse aspirée dans phase aqueuse	Phase aqueuse aspirée dans phase huileuse	
Etape de mélange des phases	Vitesse de rotation (tr.min ⁻¹)	300	300	300
	Température (°C)	PIT	PIT	PIT
	Durée (min)	10	10	10
	Pression (bar)	-0,8	-0,8	-0,8
Etape d'émulsification	Vitesse de rotation (tr.min ⁻¹)	1 000	500	1 000
	Température (°C)	PIT	PIT	PIT
	Durée (min)	10	20	10
	Pression (bar)	-0,8	-0,8	-0,8
Etape de refroidissement	Vitesse de rotation (tr.min ⁻¹)	300	300	300
	Température (°C)	25	25	25
	Durée (min)	10	10	10
	Pression (bar)	-0,8	-0,8	-0,8

Analyse des émulsions réalisées

	Protocoles	1	2	3
Examen microscopique des globules de l'émulsion	Répartition des globules	Homogène	Homogène	Homogène
	Taille des globules	Hétérogène	1 µm	0,1 µm
Sens de l'émulsion		L/H	L/H	L/H
Test de vieillissement simulé	Coalescence	Absence	Absence	Absence
	Crémage / sédimentation	Présence	Absence	Absence

Remarques :

- Centrifuger une émulsion pendant 5 min à 3 000 rpm simule son vieillissement de six mois.
- Une émulsion peut se rompre. Le phénomène de coalescence correspond à une rupture irréversible de l'émulsion, tandis que l'apparition d'un crémage ou d'une sédimentation des globules est un phénomène réversible (l'homogénéité peut être rétablie par simple agitation)

On considère que les qualités de justesse et de fidélité des procédures de mesure utilisées ont été étudiées et reconnues.

1. Vérification de la bonne exécution de la procédure

Lorsqu'un mesurage est effectué, deux types de vérification sont proposés afin de pouvoir accepter les valeurs mesurées obtenues pour des échantillons inconnus.

On effectue, dans la même série de mesurages :

- un essai sur un étalon de contrôle ; la valeur mesurée obtenue est notée y_{EC} .
- un ou deux essais sur chacun des échantillons à doser.

Vérification de l'exactitude de mesure à l'aide d'un étalon de contrôle

On dispose d'un étalon de contrôle avec sa valeur conventionnelle (y_{ref}) ainsi que ses limites d'acceptabilité (L_{inf} et L_{sup}). On recherche si la valeur mesurée (y_{EC}) est comprise dans l'intervalle d'acceptabilité, soit :

Si la valeur mesurée y_{EC} appartient à l'intervalle d'acceptabilité :

- la valeur mesurée y_{EC} est **exacte**, donc **conforme** : l'exécution de la procédure de mesure est satisfaisante dans les conditions du jour ;
- en conséquence, les valeurs mesurées obtenues pour les échantillons inconnus dans la même série sont **acceptées**.

Si la valeur mesurée y_{EC} n'appartient pas à l'intervalle d'acceptabilité :

- la valeur mesurée n'est **pas exacte** donc **non conforme** : l'exécution de la procédure de mesure n'est pas satisfaisante dans les conditions du jour ;
- en conséquence, les valeurs mesurées de toute la série **ne sont pas acceptées**; il faut rechercher l'origine de la mauvaise exactitude avant de recommencer la manipulation.

Vérification de la compatibilité métrologique dans le cas de deux essais effectués en répétabilité

Soient deux valeurs mesurées (y_1 et y_2) pour un même échantillon et l'écart-type de répétabilité (s_r) de la procédure de mesure correspondant à cet échantillon. Le logigramme de compatibilité à appliquer est le suivant :

Si les deux valeurs mesurées sont compatibles : la valeur retenue est la moyenne.

Si les deux valeurs mesurées ne sont pas compatibles : il faut en rechercher la cause et recommencer la manipulation.

2. Guide pour l'expression du résultat de mesure

L'incertitude élargie (U) est directement donnée avec son niveau de confiance ou calculée en multipliant l'incertitude-type composée (u_c) par le facteur d'élargissement k , par exemple $k = 2$ pour un niveau de confiance de 95 %.

L'incertitude élargie est ensuite arrondie. Selon les cas :

- si le premier chiffre significatif est 1, 2, 3 ou 4 : garder deux chiffres significatifs ;
- si le premier chiffre significatif est 5 ou plus : garder un chiffre significatif.

La valeur retenue du résultat est arrondie de la façon suivante : le dernier chiffre significatif doit être à la même position décimale que le dernier chiffre de l'incertitude élargie.

Expression du résultat de mesure :

Grandeur mesurée (analyte ; système) = (valeur retenue $\pm U$) unité

Rapport du jury

Résultats de l'épreuve

18 candidats relevant de l'agrégation ont composé:

- 1 candidat a obtenu une note supérieure à 10,
- 4 candidats ont obtenu une note supérieure ou égale à 08 et strictement inférieure à 10,
- 3 candidats ont obtenu une note supérieure ou égale à 06 et strictement inférieure à 08,
- 6 candidats ont obtenu une note inférieure à 06.

La moyenne générale de l'épreuve est de 07,18/20.

La moyenne des candidats admis est de 08,95/20.

La meilleure note est de 10,35/ 20.

Observations générales

Le jury tient à féliciter l'ensemble des candidats pour leur calme, leur courage et l'endurance qu'ils ont témoigné tout au long de cette épreuve longue et ardue. Les candidats ayant réussi l'épreuve ont fait preuve de rigueur professionnelle, d'esprit critique, de technicité et ont su s'organiser dans le temps.

Le sujet comportait plusieurs manipulations indépendantes explorant différentes facettes des activités technologiques au programme des enseignements de biotechnologie. L'ensemble des manipulations nécessitait de la rigueur, tant au niveau de leur préparation que dans leur mise en œuvre et l'exploitation des résultats (traçabilité...). Néanmoins, les manipulations demandées ne faisaient pas appel à une technicité hors d'atteinte et étaient tout à fait réalisables par des étudiants dans la mesure où elles entraient dans le cadre des programmes de BTS et de pré-bac.

Une lecture rapide du sujet permettait d'organiser dans le temps l'ensemble des manipulations à effectuer et d'exploiter au maximum les temps d'attente afin de traiter le sujet dans son intégralité. Cette lecture permettait de se rendre compte que le sujet était composé de parties indépendantes, réalisables dans n'importe quel ordre.

Si les candidats ont su rester concentrés tout au long de l'épreuve et ont eu une attitude sereine, en revanche, bon nombre d'entre eux a été pénalisé par un défaut d'anticipation et d'organisation. D'autre part, il est important de souligner que les parties expérimentales et de rédaction du compte-rendu tiennent une part équivalente. En ce sens, ce dernier ne doit pas être sacrifié. Le jury déplore un certain manque de technicité et de sens pratique pour certains candidats, générant des pertes de temps ainsi que des résultats expérimentaux aberrants. A ce titre, une préparation en amont aux gestes de manipulation est largement conseillée pour les candidats qui ne seraient plus familiers avec ceux-ci.

Le jury regrette toutefois une lecture généralement insuffisante des informations fournies dans le sujet, notamment celles permettant les calculs préalables. De plus, il est rappelé que, à l'exception des points à valider et clairement stipulés comme tels dans le sujet, les membres de jurys ne doivent pas être sollicités pour valider des étapes intermédiaires.

Cette année encore, le jury a intégré une heure de pause qui s'ajoute aux huit heures d'épreuves. Les candidats disposent à leur gré de cette heure qu'ils peuvent prendre en une ou plusieurs fois. Si quelques candidats ont correctement géré ce temps, quelques-uns ont réduit ce temps de pause à 15 - 20 minutes, ce que le jury considère comme non raisonnable. En effet, le jury rappelle aux futurs candidats l'importance d'une fine organisation du temps de travail qui inclue, obligatoirement, des périodes de pause afin de pouvoir rester concentré sur toute la durée de l'épreuve.

Partie I : Etude des constantes catalytiques d'une enzyme immobilisée

Tous les candidats ont abordé cette partie de l'épreuve, 11 l'ont traité dans son intégralité sur le plan expérimental.

Même si certains résultats n'étaient pas conformes, la robustesse de la thématique et du mode opératoire proposé permettait d'obtenir des résultats exploitables. Dans son ensemble, cette partie de l'épreuve permettait de tester les compétences des candidats en termes de rigueur expérimentale, d'adaptabilité et de prise d'initiative.

Le jury a regretté globalement certains manques de méthodologie de la part des candidats : détermination des concentrations d'activité enzymatique en simple essai alors que le sujet demandait explicitement des validations de répétabilité des valeurs obtenues ; les choix des concentrations de substrat pour déterminer les paramètres cinétiques des enzymes immobilisées n'étaient pas toujours cohérents et relevaient visiblement le plus souvent du hasard ; ou bien des manques de rigueur d'exécution globale des manipulations. L'utilisation des micropipettes et l'emploi astucieux du matériel proposé laissait particulièrement à désirer pour plusieurs candidats. Le jury a également observé, à de trop nombreuses reprises, des manques dans les méthodologies de calculs et les conversions d'unité. Il est à noter que ces compétences font partie du référentiel des étudiants de nos sections et ne peuvent donc être des compétences accessoires pour les enseignants.

Concernant la problématique proposée, les notions théoriques attachées à l'immobilisation d'enzymes sont souvent trop floues ou non maîtrisées. Seuls trois candidats ont fait le lien entre la masse moléculaire de l'enzyme et le choix du pourcentage du gel d'alginate. Aucun candidat n'a discuté de la pertinence de ce choix dans le cadre de l'enzyme étudiée.

Dans l'ensemble, cette épreuve permettait d'évaluer les connaissances théoriques et appliquées en enzymologie. Les résultats de cette épreuve mettent en évidence chez les candidats une difficulté de transposition entre la théorie et la pratique.

Partie II : Etudes préalables à la réalisation d'une crème cosmétique

Sous-partie « Test de toxicité d'une huile essentielle »

Dans un premier temps, il s'agissait de concevoir un mode opératoire permettant de préparer une suspension fille ajustée de globules rouges à partir d'une suspension mère dont la concentration cellulaire approximative était fournie.

Pour cela, une numération en hématimètre de Malassez de la suspension mère de globules rouges était nécessaire. Afin de pouvoir la dénombrer, il fallait calculer le facteur de dilution convenable (20 à 80 cellules par rectangle) à réaliser en eau physiologique avant mise en hématimètre. Deux dénombrements étaient attendus et les données métrologiques devaient être exploitées correctement. Tous les candidats ont réalisé cette partie. Mais si quelques candidats ont suivi la bonne démarche, il est inquiétant de constater que plusieurs candidats ont préparé la suspension fille à partir de la suspension mère sans vérifier par numération sa concentration cellulaire ou ont dénombré cette suspension fille mais n'ont pas ensuite essayé de la réajuster éventuellement en fonction de la valeur de concentration cellulaire trouvée. Il est également inquiétant de constater que de trop nombreux candidats oublient de tenir compte du facteur de dilution dans le calcul de la concentration cellulaire. Un manque de rigueur dans la présentation des résultats bruts des numérations a pénalisé certains candidats.

Dans un deuxième temps, la détermination de la CH_{50} de l'huile essentielle devait être mise en œuvre en utilisant la suspension fille ajustée préparée précédemment. La gamme de dilution de l'huile essentielle devait être déterminée en utilisant les graphes du document 4. Certains candidats ont réalisé une gamme en microplaque avec des dilutions successives au $\frac{1}{2}$ en balayant l'intervalle de concentrations en huile des graphes du document 4 ce qui était le plus judicieux et le plus facile à mettre en œuvre avec des élèves de Terminale STL-biotechnologies dans le cadre d'un PTA. Il fallait prévoir au moins un témoin de non hémolyse (globules rouges en eau physiologique) et un témoin d'hémolyse totale (globules rouges en eau distillée). Des erreurs dans la réalisation pratique de la plaque (mauvais choix de la gamme de dilution à réaliser ; introduction des globules rouges puis de l'huile essentielle puis de l'eau physiologique) ont pénalisé les candidats dans la détermination de la CH_{50} car il y avait une hémolyse totale dans toutes les cupules de la microplaque.

Dix candidats ont réalisé cette partie et quatre candidats ont obtenu une plaque conforme avec une valeur de CH_{50} comprise entre 300 et 600 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Six candidats ont exploité cette partie mais seuls trois ont tracé le graphe demandé : % hémolyse = f (concentration huile essentielle).

Une analyse critique de cette manipulation était demandée et il aurait par exemple été important de noter que le témoin avec de l'eau distillée ne provoquait pas d'hémolyse totale. En effet, la pression osmotique des globules rouges préparés en eau physiologique dilués dans l'eau distillée était trop élevée pour provoquer une hémolyse totale.

Une comparaison des trois méthodes de détermination de la CH_{50} était attendue ainsi qu'une conclusion sur la valeur obtenue avec les globules rouges par rapport aux deux autres méthodes. Peu de candidats ont mené à bien cette analyse.

L'utilisation de globules rouges humains nécessitait de mettre des gants. Il est inquiétant de constater que le bon usage des gants n'est pas maîtrisé par tous les candidats : absence de port de gants lors de l'homogénéisation de la suspension mère de globules rouges, gants utilisés après manipulation pour rédiger ou mettre au point le microscope.

Sous-partie « Mise au point d'un protocole de fabrication d'une crème hydratante »

Tout d'abord, le jury tient à féliciter les candidats qui ont tenté de traiter cette partie qui pouvait paraître, au premier abord, déstabilisante. En effet :

- seuls onze candidats ont traité la thématique « HLB »,
- seuls trois candidats ont traité correctement la thématique « PIT »,
- seul un candidat a effectué correctement les observations microscopiques.

Par conséquent, les quelques candidats qui se sont impliqués dans cette sous-partie se sont fortement démarqués.

D'un point de vue technique, cette sous-partie sollicitait de la part des candidats de mobiliser des fondamentaux tels que la pesée de matières premières de différentes consistances, l'homogénéisation lors de la réalisation d'émulsions et leur observations macroscopiques... Le jury a été étonné de constater que plusieurs candidats ont été déstabilisés par ce type de tâches.

Cette sous-partie, dont le contexte était l'optimisation d'une crème hydratante dans le cadre d'un PTA, alliait analyse documentaire, réalisation technique et production d'un document de synthèse à visée pédagogique.

Il s'agissait, dans un premier temps, de déterminer le ratio optimal d'un mélange de tensioactifs. Cette partie permettait d'obtenir des résultats visuels rapides et facilement interprétables à l'aide des documents fournis. Le point critique était, cependant, l'étape d'homogénéisation.

Dans un second temps, l'épreuve consistait à déterminer la température d'inversion de phase (PIT) d'une émulsion, ainsi qu'à mettre en évidence l'intérêt de la méthode PIT dans la réalisation, par exemple, d'une crème hydratante. Ce dernier point s'appuyait sur des observations microscopiques avant et après l'inversion de phase.

Le jury regrette qu'aucun candidat n'ait proposé le logigramme demandé en conclusion.

CONCLUSION GENERALE

Le jury félicite les 14 candidats admis à la session 2018 de l'agrégation interne de biochimie génie biologique.

Le jury encourage les candidats non admis à persévérer dans leur projet. Comme cela a été indiqué tout au long de ce rapport, il est nécessaire que les candidats se préparent aux épreuves dans l'objectif de témoigner des compétences attendues d'un professeur agrégé de biochimie génie biologique.

Le jury tient à remercier Madame la proviseure du lycée Pierre-Gilles de Gennes-ENCPB et son équipe : proviseurs adjoints, enseignants, techniciens et personnels administratifs, pour l'accueil et l'aide efficace apportés tout au long de l'organisation et du déroulement de ce concours qui s'est effectué dans d'excellentes conditions.