



**MINISTÈRES
ÉDUCATION
JEUNESSE
SPORTS
ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
RECHERCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction générale des ressources humaines

RAPPORT DU JURY

SESSION 2025

Concours : CAPET Interne et CAER-CAPET

Section : Biotechnologies

Option : Biochimie génie biologique

Rapport de jury présenté par :

Sylvain ANDRE
Président du jury

Sommaire

1.	Renseignements statistiques	Page 3
2.	Épreuve d'admissibilité	Page 5
3.	Épreuve d'admission	Page 7
	Conclusion générale	Page 11
	<i>Annexe : sujet d'admission</i>	<i>Pages 1/24 à 24/24</i>

1. RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

Concours : CAPET

Nombre de candidates et candidats inscrits	56
Nombre de candidates et candidats présents et non éliminés	30
Nombre de candidates et candidats admissibles	13
Nombre de candidates et candidats présents à l'épreuve orale d'admission	12
Nombre de candidates et candidats proposés pour l'admission	4
Rappel : nombre de postes	4
Épreuve d'admissibilité	
- Note la meilleure	15
- Moyenne des notes des candidats admissible	13,50
- Barre d'admissibilité	10,50
Épreuve d'admission	
- Note la meilleure	18
- Moyenne (épreuve admission) candidats admis	14,33
- Moyenne (épreuve admission) candidats non éliminés	10,47
- Moyenne (total admissibilité et admission) candidats admis	13,97
- Barre d'admission	12,22

Concours : CAER

(concours d'accès à l'échelle de rémunération des professeurs certifiés)

Nombre de candidates et candidats inscrits	31
Nombre de candidates et candidats présents et non éliminés	18
Nombre de candidates et candidats admissibles	12
Nombre de candidates et candidats présents à l'épreuve orale d'admission	12
Nombre de candidates et candidats proposés pour l'admission	7
Rappel : nombre de postes	7
Épreuve d'admissibilité	
- Note la meilleure	15,5
- Moyenne des notes des candidates et candidats admissibles	10,67
- Barre d'admissibilité	07,50
Épreuve d'admission	
- Note la meilleure	16,67
- Moyenne (épreuve admission) candidates et candidats admis	12,86
- Moyenne (épreuve admission) candidates et candidats non éliminés	10,95
- Moyenne (total admissibilité et admission) candidates et candidats admis	12,35
- Barre d'admission	10,05

1. ÉPREUVE D'ADMISSIBILITE : RAPPORT DE L'ÉPREUVE

1.1. Attendus de l'épreuve

Le jury rappelle que les épreuves du concours interne du CAPET sont définies dans l'arrêté du 25 janvier 2021 fixant les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Il est rappelé aux candidates et candidats que le niveau scientifique et technologique attendu pour le concours doit s'inscrire dans le cadre des programmes des enseignements technologiques du lycée d'enseignement général et technologique, et dans les référentiels des sections de techniciens supérieurs de biologie appliquée.

Partie 1 : Présentation du parcours

La présentation doit donner une vision globale de la formation initiale des candidates et candidats et de leur expérience professionnelle et éventuellement associative. Les candidates et candidats présentent leur parcours de manière synthétique et précise avec les principales dates et durées de leurs différentes expériences en lien avec le concours présenté.

Dans cette partie, les candidates et candidats doivent démontrer en quoi l'expérience acquise leur a permis de développer des compétences indispensables pour les enseignements relevant de l'option biochimie génie biologique du CAPET biotechnologies.

Partie 2 : « Construction / Réalisation / Analyse / Projection »

La situation d'apprentissage présentée s'inscrit dans une séquence cohérente et est impérativement choisie dans un des enseignements assurés par les titulaires du concours. Elle doit inclure la dimension technologique.

La situation d'apprentissage choisie, authentique, incluant l'évaluation, doit permettre un exposé argumenté de ses intentions pédagogiques au regard des objectifs de la formation. Le candidat ou la candidate doit apporter la preuve de ses compétences didactiques.

Les annexes, judicieusement choisies en vue d'être exploitées, peuvent être des productions personnelles du candidat ou la candidate, mais également des productions d'élèves anonymisées exploitées pour étayer et illustrer l'analyse et l'argumentation. Le candidat ou la candidate doit expliciter ses choix et démarches *a priori*, argumenter les modalités mises en place pendant la séance, puis commenter leur pertinence par une analyse réflexive *a posteriori* et formuler des propositions d'amélioration.

1.2. Observations du jury

Le jury attend que les candidats ou candidates utilisent la totalité des 2 pages autorisées pour la première partie, ainsi que les 6 pages autorisées pour la seconde partie.

Les rapports les plus pertinents comportent les deux parties attendues et traduisent l'engagement professionnel du candidat ou de la candidate.

Sont attendus en particulier, pour la première partie :

- la présentation succincte d'un parcours professionnel ou de formation, y compris en formation continue le cas échéant, compatible à la fois avec le métier de professeur et avec le champ spécifique des biotechnologies – génie biologique ;
- une mise en évidence explicite des compétences acquises au cours du parcours professionnel en adéquation avec le métier de professeur certifié de biotechnologies - génie biologique ;

Dans la seconde partie, le jury attendait notamment :

- une séance contextualisée, détaillée, judicieusement choisie, permettant de démontrer la capacité à mettre en œuvre une démarche technologique ;
- une réflexion didactique et pédagogique allant au-delà d'une description du déroulé de la séance ;
- une illustration argumentée de la prise en compte de l'hétérogénéité des élèves ;
- une situation d'apprentissage permettant de développer et d'évaluer les compétences visées ;
- une prise en compte, le cas échéant, des risques au laboratoire intégrant l'enseignement de la démarche de prévention ;
- une analyse réflexive *a posteriori*, s'appuyant sur des observations concrètes de la séance ;
- des annexes permettant de démontrer l'authenticité des réalisations du candidat (exemples : productions des élèves, grilles d'évaluations, liens vidéo (dans le respect du droit à l'image), déroulé de séance « avant/après », résultats expérimentaux)
- une rédaction structurée en paragraphes et une mise en forme soignée.

Le jury a apprécié la capacité de la majorité des candidates et des candidats à construire un rapport structuré de manière claire et cohérente, permettant une lecture fluide. Il rappelle que la maîtrise de la langue française est indispensable pour obtenir la certification.

Le jury regrette que certains rapports présentent :

- une succession de séances, sans focale ni choix argumenté d'une situation d'apprentissage, ce qui pénalise le candidat ou la candidate dans le développement de son analyse réflexive ;
- une situation d'apprentissage sans réelle démarche technologique ;
- une analyse réflexive trop théorique, déconnectée de la séance proposée ;
- des annexes absentes ou insuffisamment exploitées.

Le métier de professeur de biotechnologies option biochimie-génie biologique présente des spécificités importantes. Les enseignements concernés sont exclusivement les enseignements de biologie et physiopathologie humaines, de biochimie-biologie, de biotechnologies, de biologie appliquée au lycée général et technologique, ou les enseignements correspondants en section de technicien supérieur.

Les agents non enseignants, ou les enseignants et enseignantes qui n'interviennent pas en lycée technologique pourront plus difficilement faire la preuve par leur dossier du développement des compétences spécifiques visées. Ces personnels sont invités à se rapprocher de l'équipe d'un établissement qui pourrait leur proposer aide, conseil et accompagnement dans la mise en œuvre d'une séance en adéquation avec les attendus du concours.

Pour conclure, le jury insiste à nouveau sur l'importance de l'authenticité, de l'actualité et du caractère personnel des éléments inclus dans le dossier. Il est rappelé aux candidats que lors des épreuves d'admissibilité, un retour sur le dossier de RAEP est demandé au cours de la phase d'entretien, ce qui permet notamment au candidat d'illustrer à nouveau le caractère personnel et authentique des éléments présentés.

3. ÉPREUVE D'ADMISSION : RAPPORT DE L'ÉPREUVE

3.1. Caractéristiques de l'épreuve

Les candidats et candidates disposent, en plus d'une version imprimée du sujet, d'un poste informatique avec la version numérique du sujet et de ses annexes, ainsi que différentes ressources numériques : les programmes des enseignements nécessaires, des fiches techniques, un aide-mémoire de métrologie, des logiciels de bureautique nécessaires à l'exploitation des résultats et à la présentation de l'exposé.

Pour cette session, l'ensemble des candidats et candidates admissibles ont travaillé sur un même sujet comportant :

- trois procédures opératoires à réaliser ;
- des annexes techniques et documentaires permettant de construire une séquence pédagogique.

Le candidat ou la candidate choisissait :

- la série du baccalauréat technologique (STL biotechnologies, ST2S) ou la spécialité de section de technicien supérieur et le niveau d'enseignement,
- les objectifs pédagogiques de formation.

L'épreuve débute par cinq heures de préparation en laboratoire de biotechnologies.

Au cours des quatre premières heures, en vue de l'exposé à présenter au jury, les candidat(e)s s'approprient le sujet et mettent en œuvre les trois procédures opérationnelles en mobilisant leurs savoir-faire disciplinaires dans l'environnement du laboratoire. L'ensemble des résultats expérimentaux doit être exploité.

L'utilisation d'un tableur permet de s'affranchir de l'usage d'une calculatrice.

Dans le même temps, les candidats et candidates conçoivent la séance détaillée incluse dans une séquence de formation présentée lors de l'exposé.

Quarante-cinq minutes après le début de l'épreuve, chaque candidat(e) effectue, devant un examinateur, une démonstration technique d'une partie de l'une des procédures opératoires. Cette démonstration est commentée par les candidat(e)s comme ils le feraient avec des élèves, pendant 5 à 10 minutes.

La séquence et la séance pédagogiques sont contextualisées en prenant appui sur au moins un des documents du dossier documentaire. La séance intègre, dans une situation d'enseignement, au moins une procédure opératoire réalisée. Elle comprend à la fois la démarche d'analyse des risques, l'analyse des points critiques et l'exploitation de résultats qualitatifs et quantitatifs sans négliger la métrologie. Une analyse critique des résultats obtenus est attendue.

La cinquième heure de préparation est exclusivement réservée à la finalisation de la présentation de l'exposé, sans possibilité de manipuler ou d'accéder au matériel de laboratoire, en dehors de l'outil informatique. La présentation est enregistrée par le candidat sur la clé USB fournie par le centre.

L'épreuve se poursuit par un exposé et un entretien.

La partie orale, d'une durée d'une heure face aux membres du jury, se déroule dans une salle équipée d'un tableau et d'un dispositif permettant de vidéo-projecter le support que la candidate ou le candidat a conçu et enregistré sur la clé USB.

L'exposé de 30 minutes a pour but de présenter les aspects didactiques et pédagogiques d'une séance contextualisée et détaillée, qui doit s'inscrire dans une séquence de formation. Les objectifs pédagogiques de la séance et de la séquence doivent être explicites.

L'entretien avec le jury, d'une durée également de 30 minutes, permet à la candidate ou au candidat de préciser certains points de sa présentation et de mettre en avant ses qualités pédagogiques, didactiques et sa maîtrise des contenus scientifiques et technologiques. Les manipulations non retenues peuvent faire l'objet d'un questionnement par le jury.

Comme précisé dans l'arrêté du 25 janvier 2021, un temps d'entretien maximum de 10 minutes peut être réservé à un échange sur le dossier de RAEP.

Observations du jury

Pour cette épreuve, le jury évalue les connaissances scientifiques et technologiques relatives aux techniques mises en œuvre, les qualités pédagogiques et didactiques ainsi que les savoir-faire et attitudes des candidates et candidats figurant dans le référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation (BO du 25 juillet 2013) :

- maîtriser les savoirs et savoir-faire disciplinaires,
- maîtriser la didactique disciplinaire,
- mener une pratique pédagogique réfléchie,
- adopter une posture professionnelle adaptée,
- maîtriser la langue française et l'usage des outils numériques.

Le candidat ou la candidate doit être en capacité d'étayer son propos et de faire la preuve de la maîtrise des différentes compétences par des arguments probants y compris au moment de l'échange avec le jury.

Au laboratoire de biotechnologies, le jury a apprécié de la part des candidats :

- la posture d'enseignant adoptée au laboratoire et lors des interactions avec les membres de jury ;
- la qualité didactique de la démonstration technique lors de la présentation commentée ;
- l'adaptabilité et l'autonomie dans l'environnement du laboratoire d'accueil (utilisation du matériel à usage unique) ;
- l'organisation dans le temps et l'espace ;
- l'évaluation *a priori* des risques et la mise en œuvre cohérente des moyens de prévention y compris la gestion des déchets ;

- l'adaptabilité aux outils informatiques : logiciels de bureautique ;
- l'esprit critique dans l'exploitation des résultats expérimentaux réellement obtenus.

Des difficultés demeurent pour certains candidats ou candidates. Elles sont liées à la réalisation de manipulations enseignées en série STL-biotechnologies et à l'utilisation du matériel courant de laboratoire : micropipetage, homogénéisation d'une suspension, utilisation raisonnée des équipements de protection notamment les gants, gestion des déchets, respect de l'asepsie en absence de bec Bunsen ou électrique, utilisation du spectrophotomètre, réalisation d'une cinétique enzymatique, équilibrage de la microcentrifugeuse de paillasse.

Les candidates et candidats ont été amenés à démarrer les manipulations rapidement afin d'être en mesure de mener une démonstration technique commentée à l'un des membres du jury, en intégrant l'analyse des risques et des points critiques.

Effectuer l'ensemble des manipulations et préparer une séquence construite intégrant des éléments contextuels du dossier nécessitait une bonne organisation du travail, à la fois sur les aspects théoriques et sur les aspects pratiques au laboratoire. Les éventuelles difficultés ou erreurs, lorsqu'elles étaient identifiées par le candidat, ont pu être pertinemment utilisées dans l'exposé pour illustrer un point didactique.

Compte tenu de ces constats, les membres du jury conseillent aux futures candidates et candidats de :

- se préparer à l'appropriation de procédures opératoires et documents techniques, qui peuvent être en langue anglaise ;
- se préparer à l'appropriation d'outils numériques (logiciels de bureautique et ceux qui apparaissent dans les parties L et T du programme de la série STL-biotechnologies) ;
- se préparer à mettre en œuvre des manipulations pratiquées en série STL-biotechnologies, éventuellement en se rapprochant d'un établissement pour participer à des séances réalisées par un ou une collègue ;
- se préparer à faire la preuve d'une maîtrise des calculs indispensables à l'exploitation des résultats, montrant notamment l'appropriation des concepts métrologiques
- se préparer à la mise en œuvre d'une démarche réfléchie d'analyse des risques et à faire preuve de réactivité en cas d'événements dangereux au laboratoire.

Partie orale : exposé et entretien

Le jury a apprécié :

- la posture d'enseignant notamment dans la réactivité, la qualité d'écoute et le registre de langage ;
- les capacités d'analyse réflexive et de questionnement de la pratique professionnelle ;
- le choix argumenté de modalités pédagogiques permettant de former tous les élèves et d'en apprécier les acquis et les progrès ;
- la maîtrise des connaissances scientifiques et technologiques mobilisées dans les épreuves du concours ;
- une cohérence entre les objectifs de formation annoncés, le contenu de la séance et les activités proposées ;
- le choix d'une activité permettant de montrer sa capacité à accompagner les élèves dans l'acquisition de nouveaux concepts, savoir-faire ou compétences ;
- une présentation intégrant des éléments concrets illustrant le propos ;

- une contextualisation prenant appui sur les ressources documentaires.

À l'inverse, certains points constituent des axes de progrès pour les candidats.

- L'exposé n'est pas une exploitation des résultats désolidarisée de la présentation de la séquence ni une déclaration d'intentions. Une prise de recul et des choix sont nécessaires afin de dégager un sens pédagogique et didactique aux activités présentées, même si cette présentation n'est que partiellement aboutie.
- La formulation explicite des objectifs de formation, choisis à partir des programmes, est attendue pour cibler les compétences travaillées par les élèves au cours de la séance.
- Des modalités d'évaluation des compétences ciblées en termes d'acquis et de progrès doivent être proposées.
- Les concepts liés à la métrologie (terminologie, exploitation, expression des résultats) attendus au niveau T^{ale} STL doivent être maîtrisés.
- La séance proposée doit intégrer des modalités d'animation prenant en compte la diversité des élèves.

L'élaboration d'une séquence et d'une séance détaillée à partir d'éléments pertinents issus des activités menées en laboratoire et incluant un élément au moins du dossier documentaire nécessite une préparation sérieuse du candidat qui lui permettra de mettre en avant ses compétences professionnelles : il s'agit de faire la preuve de la maîtrise des démarches pédagogiques présentées en argumentant concrètement leur ancrage dans la séance.

Le jury conseille donc aux candidats :

- d'être attentifs à la posture adoptée lors de la présentation et lors de l'échange avec le jury ;
- d'intégrer les spécificités de l'enseignement technologique dans la démarche didactique présentée ;
- d'être en capacité de montrer une analyse réflexive sur leurs choix pédagogiques et didactiques ;
- de maîtriser les démarches associées aux enseignements technologiques et la contribution des enseignements technologiques à l'orientation et au parcours des élèves ;
- de proposer un contexte pertinent et réaliste au regard des documents du sujet et de le relier à l'exploitation des résultats ;
- d'envisager la place des outils et de la culture numériques dans leur pratique ;
- de relire leur dossier de RAEP avant l'épreuve d'admission pour se préparer aux questions posées lors de l'entretien.

L'appropriation des derniers programmes et référentiels des enseignements technologiques du domaine des biotechnologies génie biologique pour en maîtriser les principaux concepts et savoir-faire reste indispensable. Le jury souligne la nécessité d'intégrer le développement des compétences numériques dans les objectifs de formation, comme préconisé dans les parties L et T du programme de STL-biotechnologies par exemple, et dans les récentes certifications concernant les lycéens et les enseignants.

Les candidats sont également invités à se préparer à envisager des interactions possibles entre la séquence présentée et les autres enseignements de manière à explorer les dimensions sociétales et éthiques de la connaissance du vivant et des biotechnologies. La lecture des préambules des programmes est ainsi recommandée par le jury.

CONCLUSION GÉNÉRALE

À l'issue de la session 2025 du CAPET/CAER interne, tous les postes ouverts ont été pourvus, et ce dans les deux concours, CAPET et CAER.

L'ensemble du jury tient à féliciter les lauréates et lauréats. Leur succès au concours de recrutement d'enseignants conduit, dès la rentrée scolaire, à leur nomination en qualité de professeurs stagiaires. Un certain nombre candidates et candidats non admis ont également donné la preuve de qualités professionnelles certaines, et sont encouragés à poursuivre leur préparation pour se présenter à une session future.

Pour l'épreuve d'admissibilité, la plupart des candidats ont fourni des dossiers de RAEP respectant la définition d'épreuve, notamment en termes de forme. Le jury a apprécié les dossiers de RAEP dont la structuration et les contenus personnalisés mettaient en valeur les compétences professionnelles développées au cours des années d'exercice des candidates et candidats.

Les candidats et candidates admissibles ont été accueillis la veille de l'épreuve d'admission par le président, la vice-présidente et le secrétaire général. L'objectif était de préciser les caractéristiques de l'épreuve, son organisation dans le temps et l'espace et la configuration des locaux mobilisés pendant l'épreuve. La présence de tous les admissibles permet de garantir l'équité de traitement des candidats face aux informations pratiques fournies.

Au cours de la journée d'épreuve, une pause surveillée de trente minutes était prévue entre la fin des 5 heures de préparation et le temps de l'exposé pour permettre aux candidats et candidates de se restaurer et s'hydrater, ils sont donc invités à prévoir une collation. Cette épreuve est exigeante en termes de diversité des compétences évaluées, mais également par sa durée et son intensité. L'ensemble du jury s'est attaché à placer les candidates et candidats dans les meilleures conditions possibles pour les différents temps de l'épreuve, afin que chacune et chacun puisse donner la mesure de ses capacités professionnelles.

Les lauréats et lauréates ont révélé des compétences attendues de la part d'une ou un enseignant : analyse et exploitation efficace des ressources, maîtrise des techniques de laboratoire, présentation synthétique, rigoureuse et convaincante des argumentations, maîtrise des contenus disciplinaires et des savoir-faire didactiques et pédagogiques, analyse réflexive et enfin qualités d'écoute et de communication.

Ce concours n'est pas exclusivement réservé aux candidats et candidates ayant une expérience d'enseignement en biotechnologies-génie biologique. Cependant, pour les candidats et candidates qui n'auraient pas cette expérience, une connaissance de la diversité des enseignements et niveaux de formation auxquels ils peuvent être confrontés est indispensable, en adéquation avec la définition des épreuves. La diversité des parcours des lauréats et lauréates montre que ce concours est accessible à des candidats et candidates qui savent mettre en valeur leurs acquis et qui ont su élargir leur champ de compétences pour répondre aux dimensions technologique, pédagogique et didactique attendues.

Pour répondre aux objectifs de l'épreuve d'admission, le candidat ou la candidate doit avoir une bonne

maîtrise des notions fondamentales caractéristiques du champ disciplinaire visé par le concours du CAPET / CAER de biotechnologies, option biochimie génie biologique. Les supports documentaires de l'épreuve d'admission peuvent aussi bien s'adosser aux programmes des séries technologiques préparant aux baccalauréats scientifiques et technologiques, qu'aux référentiels des sections de technicien supérieur de la filière. Une culture des enjeux actuels du champ des biotechnologies est un avantage certain pour la réussite au concours.

L'expérience d'enseignement se doit d'être doublée d'une préparation sérieuse et rigoureuse au concours pour conduire à la réussite. Les observations des jurys figurant dans ce rapport, ainsi que les rapports des sessions précédentes, ont vocation à guider les candidats et candidates en ce sens.

Le jury tient à remercier monsieur le Proviseur, monsieur le directeur délégué aux enseignements technologiques, les personnels de laboratoire, le chef de cuisine et l'ensemble des personnels du lycée Saint Louis de Bordeaux pour l'accueil et l'aide efficace apportés afin que ce concours se déroule dans les meilleures conditions.

**CAPET INTERNE
ET CAER**

**Section : BIOTECHNOLOGIES
Option : BIOCHIMIE – GENIE BIOLOGIQUE**

Épreuve pratique d'admission :
Leçon portant sur les programmes des lycées et des
classes post-baccalauréat

**Durée : 6 heures
Coefficient : 2**

*Travaux pratiques : 4 heures
Préparation de l'exposé : 1 heure
Exposé : 30 minutes
Entretien : 30 minutes*

Le 25 / 02 / 2025

Le sujet comporte **24** pages. Le candidat doit s'assurer de disposer d'un exemplaire complet dès le début de l'épreuve.

Table des matières

<u>Table des matières</u>	2
<u>EXTRAIT DE LA DÉFINITION DE L'ÉPREUVE : NOR :MENH1310121A</u>	3
<u>CONSIGNES DU JURY</u>	3
<u>PROCÉDURES OPÉRATOIRES</u>	4
<u>PROCÉDURE OPÉRATOIRE 1 : Détermination d'une activité enzymatique dans un milieu biologique par méthode cinétique en continu</u>	4
<u>La procédure choisie correspond au dosage de l'activité de l'enzyme Créatine Kinase (CK) dans un sérum humain</u>	4
<u>PROCÉDURE OPÉRATOIRE 2 : Hydrolyse d'un plasmide par des enzymes de restriction et vérification par électrophorèse</u>	5
<u>PROCÉDURE OPÉRATOIRE 3 : Identification et numération des bactéries <i>E.coli</i> d'une suspension calibrée sur gélose Uriselect4</u>	6
<u>ANNEXE 1 : DOSSIER TECHNIQUE</u>	7
<u>DOCUMENT TECHNIQUE 1 : Mesurage de l'activité créatine kinase sérique</u>	7
<u>DOCUMENT TECHNIQUE 2 : Résultats théoriques de l'hydrolyse de pBR322</u>	9
<u>DOCUMENT TECHNIQUE 3 : Fiche technique du milieu UriSelect4-Agar</u>	9
<u>ANNEXE 2 : DOSSIER DOCUMENTAIRE</u>	11
<u>DOCUMENT 1 : Utilisation de la mesure de la concentration de créatine kinase dans le domaine sportif</u>	11
<u>DOCUMENT 2 : Résultat d'électrophorèse d'isoenzymes de la créatine kinase (CK) en gel d'agarose</u>	13
<u>DOCUMENT 3 : Vers le bio-recyclage du plastique, reprogrammer des enzymes de champignons dégradant le bois</u>	14
<u>DOCUMENT 5 : Le clonage</u>	17
<u>DOCUMENT 6 : Présentation de différents marqueurs de taille pour l'électrophorèse d'ADN</u>	17
.....	17
<u>DOCUMENT 7 : Milieux de culture sélectifs et différentiels</u>	18
<u>DOCUMENT 8 : Screening bacterial colonies using X-Gal and IPTG: ...a complementation</u>	19
<u>DOCUMENT 9 : Présentation de l'ECBU</u>	20
<u>DOCUMENT 10 : L'antibiorésistance complique le traitement des infections des voies urinaires</u>	21
<u>ANNEXE 3 : AIDE-MEMOIRE DE METROLOGIE</u>	23
<u>ANNEXE 4 : RESSOURCES SUR SUPPORT NUMERIQUE</u>	24

EXTRAIT DE LA DÉFINITION DE L'ÉPREUVE : NOR :MENH1310121A

« Épreuve pratique d'admission » (arrêté du 25 janvier 2021)

« L'épreuve a pour but d'évaluer, dans l'option choisie, l'aptitude du candidat à concevoir et organiser une séquence de formation pour un objectif pédagogique imposé et un niveau de classe donné. Elle prend appui sur les investigations et les analyses effectuées au préalable par le candidat au cours de travaux pratiques, à partir d'un ou plusieurs protocoles et comporte un exposé suivi d'un entretien avec les membres du jury.

La séquence de formation s'inscrit dans les programmes de lycée ou de classes post-baccalauréat du lycée dans la discipline considérée.

Au cours de sa présentation orale, le candidat est amené :

- *à expliciter sa démarche méthodologique,*
- *à mettre en évidence les informations, données et résultats, issus des investigations conduites au cours des travaux pratiques qui lui ont permis de construire sa séquence de formation,*
- *à décrire la séquence de formation qu'il a élaborée,*
- *à présenter de manière détaillée une des séances de formation constitutives de la séquence.*

Au cours de l'entretien avec le jury, le candidat est conduit plus particulièrement à préciser certains points de sa présentation, ainsi qu'à expliquer et à justifier les choix de nature didactique et pédagogique qu'il a opérés dans la construction de la séquence de formation présentée. »

CONSIGNES DU JURY

- ✓ Le sujet comporte 3 procédures opératoires : le candidat doit mettre en œuvre la totalité de ces procédures.
- ✓ Le candidat doit être en mesure de présenter au jury une démonstration technique commentée, tel qu'il le ferait en situation d'enseignement, pendant 5 à 10 minutes, exactement 45 minutes après le début de l'épreuve.
- ✓ 4 heures après le début de la séance en laboratoire, le candidat ne doit plus réaliser de manipulations. La dernière heure au laboratoire est dédiée uniquement à la préparation de la leçon lors de laquelle une séquence de formation est présentée au jury.
- ✓ La séance détaillée s'appuie, entre autres, sur l'exploitation de tout ou partie des procédures opératoires et de tout ou partie des résultats obtenus. Les procédures opératoires peuvent être adaptées si nécessaire.
- ✓ Pour construire la séquence et la séance détaillée, le candidat doit choisir :
 - la **série du baccalauréat** ou **spécialité de STS** et le **niveau d'enseignement**,
 - les **objectifs pédagogiques de formation** (savoirs, savoir-faire, savoir-être, compétences, concepts, capacités, notions ...).
- ✓ Le contexte associé à la séquence et à la séance présentées doit prendre appui sur au moins un document du dossier documentaire proposé en annexe.

PROCÉDURES OPÉRATOIRES

Pour la réalisation des procédures opératoires le matériel usuel de laboratoire ainsi que les équipements de protection individuelle nécessaires sont à disposition.
Pour certaines manipulations, les réactifs permettant de recommencer, en cas d'erreur, peuvent être fournis à la demande.

PROCÉDURE OPÉRATOIRE 1 : Détermination d'une activité enzymatique dans un milieu biologique par méthode cinétique en continu.

La procédure choisie correspond au dosage de l'activité de l'enzyme Créatine Kinase (CK) dans un sérum humain.

Matériel et réactifs spécifiques

- 2,5 mL de réactif de travail , noté « **R1+R2** » à demander au moment de l'utilisation.
- 2 Semi-microcuvettes
- Chronomètre



Échantillons : à demander au moment de l'utilisation.

- 60 μL de solution « **S** » : sérum humain prédilué au 1/5
- 60 μL d'étalon de contrôle « **C** » : $b_{(\text{CK}, \text{étalon contrôle})} = 0,65 \mu\text{kat} \cdot \text{L}^{-1}$



Procédure opératoire

Mettre en œuvre la procédure suivante pour les deux échantillons :

- Amener le réactif de travail et les échantillons à température ambiante
- Introduire dans une semi-microcuvette :
 - 1 mL de réactif de travail
 - 50 μL de solution à doser
- Homogénéiser
- Après environ 2 min, lire les valeurs d'absorbance à 340 nm contre l'air toutes les 30s pendant 3 min.

Exploitation des résultats

- Tracer les courbes $A_{340\text{nm}} = f(t)$
- Insérer une courbe de tendance pour chaque échantillon
- Déterminer, pour chaque échantillon, $\Delta A_{340\text{nm}} / \Delta t$ en s^{-1}
- Vérifier l'exactitude de la mesure
- Calculer l'activité de l'enzyme CK dans le sérum, notée $b_{(\text{CK}, \text{sérum})}$

$$b_{(\text{CK}, \text{échantillon})} = \frac{\Delta A}{\Delta t} \times \frac{V_R}{\epsilon_{(\text{NADPH}, 340\text{nm})} \times l \times V_E}$$

V_R volume de milieu réactionnel $\epsilon_{(NADPH, 340nm)}$ coefficient d'extinction molaire = $6,22 \cdot 10^{-3} \mu\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$

V_E volume d'échantillon l : longueur du trajet optique = 1 cm

Donnée : $1 \mu\text{kat} \cdot \text{L}^{-1}$ correspond à la concentration d'enzyme dans l'échantillon, capable de catalyser la réaction de transformation du substrat à la vitesse de $1 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

Données métrologiques

Intervalle d'acceptabilité pour la solution de contrôle : **[0,60; 0,70]** $\mu\text{kat} \cdot \text{L}^{-1}$

Incertitude-type composée pour l'expression du résultat final : $u_c = 0,15 \mu\text{kat} \cdot \text{L}^{-1}$;

Facteur d'élargissement $k=2$

PROCÉDURE OPÉRATOIRE 2 : Hydrolyse d'un plasmide par des enzymes de restriction et vérification par électrophorèse

La procédure opératoire propose l'hydrolyse du plasmide pBR322 par deux enzymes de restriction : BamHI et EcoRI, suivie d'une électrophorèse en gel d'agarose.

Matériel et réactifs spécifiques

- Tampon Fast Digest 10 X
- Enzymes de restriction BamHI-FD et EcoRI-FD, 20 X
- Plasmide pBR322 à $50 \text{ ng} \cdot \mu\text{L}^{-1}$
- Contrôle : Plasmide pBR322 non hydrolysé à $8 \text{ ng} \cdot \mu\text{L}^{-1}$ en tampon de charge OBD
- Tampon de charge OBD 5 X
- 2 microtubes
- Pipettes à piston type P2 avec cônes stériles adaptés
- Bains à sec thermostatés réglés à 37°C et à 65°C

Procédure opératoire

Hydrolyse :

1. Dans l'ordre du tableau, introduire les réactifs suivants dans un microtube placé dans la glace pilée:

Réactifs	Concentrations ou quantités finales	Volume (μL)
Eau nuclease free	Qsp 20 μL	12
tampon FastDigest	1 X	2
pBR322	200 ng	4
BamHI FD	1 X	1
EcoRI FD	1 X	1

2. Centrifuger brièvement.
3. Incuber pendant 15 min à 37°C .

ElectrophorèseÉlectrophorèse :

1. Ajouter 5 μL de tampon de charge OBD au mélange d'hydrolyse
2. Incuber 5 min à 65°C .

3. Centrifuger brièvement.
4. Après vous être inscrits sur le plan de dépôt, dans deux puits d'un gel d'agarose à 1 %, déposer :
 - 10 µL du mélange d'hydrolyse additionné d'OBD.
 - 10 µL du contrôle (plasmide non hydrolysé)

Exploitation des résultats

Exploiter les résultats fournis. Préciser notamment le nombre de sites de coupure de chacune des 2 enzymes utilisées.

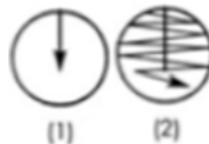
PROCÉDURE OPÉRATOIRE 3 : Identification et numération des bactéries *E.coli* d'une suspension calibrée sur gélose UriSelect4

Matériel et réactifs spécifiques :

- Suspension pure et calibrée d'*E.coli* ($C_N = 10^6 \text{ E.coli} \cdot \text{mL}^{-1}$) : 1 mL
- Milieu gélosé à ensemercer : UriSelect 4
- Öse calibrée de 10 µL
- Réactif de Kovacs

Procédure opératoire

- Utiliser une öse calibrée de 10 µL
- Tenir l'öse verticalement et l'immerger dans la suspension pure et calibrée d'*E.coli*
- Décharger l'öse en réalisant une strie sur un rayon de la boîte. Figure (1).
- À partir du haut du dépôt et sans recharger l'öse, pratiquer des stries serrées sur toute la surface de la gélose, perpendiculairement au rayon tracé au début de l'ensemencement. Figure (2).



Incuber la boîte ensemencée 18 à 24 heures à l'étuve à 37 °C.

Exploitation des résultats

Est fournie au poste de travail une gélose UriSelect 4 ensemencée avec la suspension bactérienne après incubation 24 heures à 37 °C.

Procéder à la lecture de la boîte fournie en utilisant la fiche technique du document 3 : numération et identification bactérienne.

ANNEXE 1 : DOSSIER TECHNIQUE

DOCUMENT TECHNIQUE 1 : Mesurage de l'activité créatine kinase sérique



BIOLABO
www.biolabo.fr

FABRICANT :
BIOLABO SAS,
Les Hautes Rives
02160, Maizy, France

REF 92207	R1 20 x 3 mL	R2 1 x 60 mL
REF 92307	R1 8 x 20 mL	R2 8 x 20 mL



CK-NAC IFCC Monoréactif

Réactif pour le dosage quantitatif de l'activité Créatine Kinase
[EC 2.7.3.2] dans le sérum humain

USAGE IN VITRO

INTÉRÊT CLINIQUE

La créatine kinase (CK) est localisée principalement dans les tissus cardiaques, cérébraux et dans les muscles squelettiques. Aussi toute atteinte ou maladie (infarctus du myocarde, atteinte cérébro-vasculaire aiguë, dystrophie musculaire) touchant l'un de ces tissus conduit à une élévation de l'activité CK dans le sérum. Il existe 3 isoenzymes différentes séparables par électrophorèse ou chromatographie sur colonne. La spécificité diagnostique du test est optimisée par détermination de chaque isoforme dans le sérum (variable en fonction du tissu d'origine). Suite à un infarctus du myocarde, l'activité CK commence à augmenter dans les 4 à 6 heures, est maximale entre 18 et 30 h et revient à la normale après 3 jours.

MODE OPÉRATOIRE

Méthode de dosage enzymatique décrite par Oliver, modifiée par Rosalki puis par Szasz.

- 1) Créatine phosphate + ADP $\xrightarrow{\text{CK}}$ Créatine + ATP
- 2) D-Glucose + ATP $\xrightarrow{\text{HK}}$ ADP + G6-Phosphate
- 3) G6-Phosphate + NADP+ $\xrightarrow{\text{G6-PDH}}$ 6-Phosphogluconate + NADPH + H+

L'augmentation d'absorbance mesurée à 340 nm est proportionnelle à l'activité CK dans le spécimen.

RÉACTIFS

R1 SUBSTRAT-ENZYMES



Créatine phosphate	30 mmol/L
D-glucose	20 mmol/L
N-Acétyle-Cystéine	20 mmol/L
AMP	5 mmol/L
ADP	2 mmol/L
NADP	2 mmol/L
AP5A	10 µmol/L
G-6-PDH (Glucose-6-phosphate déshydrogénase)	>2500 UI/L
HK (Hexokinase)	>3000 UI/L

Avant reconstitution : H315- Provoque une irritation cutanée.
H335- Peut irriter les voies respiratoires. H302 + H312 + H332-
Nocif en cas d'ingestion, par contact cutané, par inhalation.
H319- Provoque une sévère irritation des yeux.

R2 TAMPON



Imidazole acétate	100 mmol/L
EDTA Na2	2 mmol/L
Acétate de magnésium	10 mmol/L
Surfactant, stabilisant	

H360- Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus. **Après reconstitution : le réactif de travail (R1 + R2) est classé comme R2 (tampon)**

PRÉPARATION DES RÉACTIFS

Ajouter le contenu de R1 dans R2. Mélanger doucement jusqu'à dissolution complète. Le réactif de travail (R1 + R2) est stable au moins 30 jours.

MODE OPÉRATOIRE

Longueur d'onde : 340 nm

Température : 20°C

Ramener les réactifs et spécimens à température ambiante

Réactif de travail	1000 µL
Contrôle ou Spécimen	50 µL
Mélanger. Après 2 minutes, enregistrer l'absorbance à 340 nm toutes les minutes pendant 3 minutes.	
Calculer la moyenne des variations d'absorbance par minute (ΔAbs/min).	

CALCUL

Le résultat est déterminé d'après la formule suivante :

Activité (UI/L) = ΔAbs/min x Facteur

$$\text{Facteur} = \frac{\text{VR} \times 1000}{6,22 \times \text{VE} \times l}$$

Avec : VR = Volume réactionnel (mL) ; VE = volume spécimen (mL) ; 6,22 = coefficient d'extinction molaire du NADPH à 340 nm ; l = trajet optique (cm)

Exemple en technique manuelle : trajet optique 1cm, 20°C, 340 nm.

$$\text{UI/L} = \Delta\text{Abs/min} \times 3376,21$$

$$\mu\text{kat/L} = \frac{\text{UI/L}}{60}$$

PRÉLÈVEMENT ET PRÉPARATION DU SPÉCIMEN

Sérum non hémolysé.

L'activité CK est stable dans le sérum : 4 à 8 h à température ambiante, 1 à 2 jours à 2-8°C, 1 mois à -20°C.

PERFORMANCES à 37°C sur KENZA 240TX

Domaine de mesure : entre 12 et 800 UI/L

Limite de détection : environ 4 UI/L.

Précision :

Intra-série N = 20	Taux bas	Taux moyen	Taux élevé	Inter-série N = 20	Taux bas	Taux moyen	Taux élevé
Moy (UI/L)	63	123.4	556.4	Moy (UI/L)	65.8	131.2	583.4
S.D. UI/L	0.7	1.4	3.0	S.D. UI/L	2.2	3.8	14.4
C.V%	1.1	1.1	0.5	C.V%	3.3	2.9	2.5

Comparaison avec réactif du commerce :

Etude réalisée sur sérums humains (n=100) entre 12 et 1063 UI/L

$y = 0,9745 x + 4,6059$ $r = 0.9995$

Sensibilité analytique : approx. 0,0035 abs/min pour 10 UI/L

Interférences :

Bilirubine totale	Interférence négative à partir de 247 µmol/L
Bilirubine directe	Pas d'interférence jusqu'à 427 µmol/L
Acide ascorbique	Pas d'interférence jusqu'à 25 g/L
Glucose	Pas d'interférence jusqu'à 10,6 g/L
Turbidité	Interférence positive à partir de 0,337 abs
Hémoglobine	Interférence positive à partir de 257 µmol/L

D'autres substances sont susceptibles d'interférer

Stabilité à bords : Le réactif de travail est stable 21 jours

Stabilité de la calibration : 14 jours

INTERVALLES DE RÉFÉRENCE :

L'activité CK dans le sérum est influencée par l'âge, le sexe, l'origine, la masse corporelle, l'activité physique, et d'autres facteurs génétiques moins connus.

	UI/L (37°C)	µkat/L
Nouveau né	145-1578	[2,47-26,85]
Adulte		
homme >19 ans	20-200 UI/L	[0,34-3,40]
femme >19 ans	20-180 UI/L	[0,34-3,06]

L'activité CK varie également en fonction de la population étudiée et est respectivement répartie comme suit dans 97,5% des cas :

Population	UI/L
Homme Afro-Américain	520
Homme Caucasien	370
Femme Afro-Américaine	290
Femme Caucasienne	145

Les valeurs normales dépendent de la méthode et de l'instrument. Il est recommandé à chaque laboratoire de définir ses propres valeurs de référence pour la population concernée.

DOCUMENT TECHNIQUE 2 : Résultats théoriques de l'hydrolyse de pBR322



Résultats obtenus à l'aide de l'outil *nebcutter* de *New England BioLabs* (<https://nc3.neb.com/NEBcutter/>)

DOCUMENT TECHNIQUE 3 : Fiche technique du milieu UriSelect4-Agar

MILIEU D'ISOLEMENT ET DE NUMÉRATION DES GERMES URINAIRES

IDENTIFICATION DIRECT D'*Escherichia coli*, *Proteus*, entérocoques

1. Intérêt clinique

UriSelect 4 est un milieu permettant :

- L'isolement de la numération de tous les germes urinaires par une méthode d'ensemencement à l'öse calibrée
- L'identification directe, par mise en évidence d'activités enzymatiques, des bactéries les plus fréquemment responsables d'infections urinaires : *Escherichia coli*, *Proteus*, entérocoques
- L'orientation diagnostique pour les autres germes urinaires, en particulier les entérobactéries du groupe K.E.S. (*Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*).

2. Principe

- L'identification d'*E. coli* est réalisée par la mise en évidence de l'activité de 2 enzymes : la β -galactosidase et la tryptophanase ; le clivage par la β -galactosidase du 1^{er} substrat chromogène contenu dans ce milieu, entraîne la coloration rose des colonies
- Les *Proteus* sont caractérisés par une activité TDA positive ; *Proteus mirabilis* est identifié par son profil indole négatif
- Les entérocoques sont révélés par la présence d'une β -glucosidase (esculinase), le clivage, par cette enzyme, du second substrat chromogène contenu dans le milieu, provoque une coloration bleu turquoise des colonies.

3. Composants essentiels

UriSelect 4 est un milieu gélosé non sélectif, composé :

- D'une base nutritive riche, contenant 4 peptones, assurant la culture de tous les germes urinaires
- De 2 substrats chromogènes pour la détection des enzymes bactériennes : β -galactosidase et β -glucosidase
- De tryptophane pour la mise en évidence de l'activité de la tryptophanase (production d'indole) et de la tryptophane désaminase (TDA).

4. Ensemencement et incubation

- Utiliser une öse calibrée de 10 μ L
- Tenir l'öse verticalement et l'immerger dans l'urine
- Décharger l'öse en réalisant une strie sur un rayon de la boîte Figure (1)
- À partir du haut du dépôt et sans recharger l'öse, pratiquer des stries serrées sur toute la surface de la gélose, perpendiculairement au rayon tracé au début de l'ensemencement. Figure (2)
- Incuber la boîte ensemencée 18 à 24 heures à l'étuve à 37°C.



5. Interprétation et résultats

• Numération

Après 18 à 24 heures d'incubation à 37°C, la densité des colonies présentes sur la moitié supérieure de la boîte sera comparée à celle du schéma suivant :

Nombre de germes par mL d'urine



Une numération $\leq 10^4$ germes/mL correspond le plus souvent à une contamination. Toutefois, un tel résultat doit être interprété en fonction de la leucocyturie et du contexte clinique.

Une numération $\geq 10^5$ germes/mL correspond probablement à une infection, à condition que le prélèvement ait été correctement réalisé.

• Identification

Établir le diagnostic en fonction de la couleur des colonies :

ROSE

Activité β -galactosidase positive ; il y a présomption d'*E. coli* à confirmer par une recherche de la production d'indole :

- Si le germe est indole + : il s'agit d'un *E. coli*
- Si le germe est indole - : l'identification se fera par une méthode classique.

Recherche de la production d'indole :

Déposer directement sur la gélose, 1 goutte de réactif de Kovacs sur 1 colonie suspecte bien isolée :

- Si le réactif vire au rose en 15 secondes maximum, la bactérie est indole +
- Si le réactif reste incolore après 15 secondes, la bactérie est indole -

BLEU TURQUOISE

Activité β -glucosidase positive : réaliser un examen microscopique :

COCCL, avec colonies de petite taille ($\varnothing = 0,5 - 1,5$ mm) INTENSÉMENT colorées en BLEU TURQUOISE : il s'agit d'un entérocoque. Si une de ces conditions n'est pas remplie, identifier le germe par une méthode classique.

BLEU-VIOLET

Double activité enzymatique β -galactosidase et β -glucosidase : réaliser un examen microscopique :

BACILLES, avec colonies de grande taille ($\varnothing = 2,0 - 3,0$ mm) et couleur bleu-violet : forte présomption de bactérie appartenant au groupe K.E.S.; identifier par une méthode classique.

BRUN - ORANGE (avec coloration brune de la gélose)

Activité TDA + : il s'agit d'une bactérie appartenant au groupe *Proteus-Providencia-Morganella*. Si l'intensité de la coloration est faible, l'addition d'une goutte de perchlorure de fer sur une colonie renforcera la révélation de la révélation de l'activité enzymatique : virage du réactif au brun-verdâtre en quelques secondes.

Pratiquer la recherche de l'indole :

Déposer directement sur la gélose, 1 goutte de réactif de Kovacs sur 1 colonie suspecte bien isolée :

- Si le réactif vire au rose en 15 secondes maximum, la bactérie est indole + ; il s'agit d'un *Proteus* indologène ou d'une *Providencia* ou d'une *Morganella* : identifier précisément par une méthode classique.
- Si le réactif reste incolore après 15 secondes, la bactérie est indole - ; il s'agit d'un *Proteus mirabilis*.

BLANCHE ou INCOLORE

Identification par une méthode classique

7. Contrôle qualité du test

Les performances culturelles du milieu UriSelect 4 peuvent être contrôlées à l'aide des souches suivantes (résultats obtenus après une incubation de 18 à 24 heures à 37°C) :

SOUCHES	COLONIES	CARACTÈRES			
		β -GALACTOSIDASE	β -GLUCOSIDASE	INDOLE	TDA
<i>E. coli</i> ATCC 25922	ROSE	+	-	+	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	BLEU TURQUOISE	-	+	-	-
<i>P. mirabilis</i> ATCC 25933	BRUN-ORANGE	-	-	-	+
<i>P. vulgaris</i> ATCC 13315	BRUN-ORANGE	-	-	+	+
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 13883	BLEU-VIOLET	+	+	-	-
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	BLANC DORÉ	-	-	-	-

ANNEXE 2 : DOSSIER DOCUMENTAIRE

DOCUMENT 1 : Utilisation de la mesure de la concentration de créatine kinase dans le domaine sportif

Source : adapté d'après Johan Cassirame – Blog M training. Publié le 16/07/2024

La créatine phosphokinase (CPK), également connue sous le nom de créatine kinase (CK), est une enzyme présente principalement dans le cœur, le cerveau et les muscles squelettiques. Elle joue un rôle crucial dans le métabolisme énergétique des cellules musculaires en facilitant la conversion de la créatine en phosphocréatine, une molécule riche en énergie qui aide à régénérer l'ATP (adénosine triphosphate) dans les muscles. L'ATP est la source énergétique utilisée par les cellules musculaires pour diverses fonctions, dont la contraction musculaire.

Il existe trois isoformes de la CK en fonction de la localisation tissulaire : CK-MM (muscle squelettique), CK-MB (muscle cardiaque) et CK-BB (cerveau) parmi lesquelles on peut également identifier des isoformes mitochondriale et cytosolique. Dans le domaine sportif, l'intérêt se porte principalement sur l'isoforme musculaire. À défaut d'une mesure spécifique de celle-ci, le dosage sanguin de la concentration totale en CK est généralement réalisé car la CK-MM représente 95 à 98% des isoformes des CK présentes dans le sang d'un sujet normal, le reste étant représenté par la CK-MB. Une augmentation du niveau de CK-MM dans le sang peut s'expliquer de différentes manières. En effet, cette enzyme est libérée dans la circulation lorsque les fibres musculaires subissent un dommage, comme après une blessure ou une chirurgie musculaire, consécutivement à un exercice physique intense ou dans le cadre d'une pathologie musculaire. L'augmentation du niveau de chaque isoforme peut être considérée comme le témoin de dommages structurels subis par les muscles squelettiques (CK-MM), le cœur (CK-MB) ou le cerveau (CK-BB). Des études montrent une augmentation de CK-BB chez les boxeurs après des combats permettant d'estimer les dommages subis par le cerveau.



Relation entre les CPK et les dommages musculaires

La mesure des niveaux de CPK est devenue un outil essentiel pour évaluer les dommages musculaires chez les athlètes. Depuis les années 2010, une multitude d'études ont relié les CPK post-exercice et notamment post-match avec les lésions musculaires .../...

Les augmentations du niveau de CPK sont temporaires et diminuent généralement à mesure que les muscles récupèrent. Toutefois, des niveaux très élevés ou persistants peuvent indiquer des lésions musculaires sévères ou des conditions médicales, voire pathologiques sous-jacentes, nécessitant une attention particulière.

Mécanismes de libération de la CPK dans le sang.

Lorsque les muscles sont sollicités intensivement, comme lors d'un match de football, plusieurs mécanismes peuvent conduire à la libération de CPK dans le sang :

1. **Microlésions des fibres musculaires** : les exercices intenses, en particulier ceux impliquant des contractions excentriques, peuvent provoquer des microlésions dans les fibres musculaires. Ces microlésions endommagent la membrane des cellules musculaires (myocytes), permettant ainsi la libération de la CPK dans la circulation sanguine.
2. **Inflammation et réparation musculaire** : après l'exercice, une réponse inflammatoire se déclenche pour réparer les tissus endommagés. Cette inflammation peut augmenter la perméabilité des membranes cellulaires, facilitant ainsi la libération de CPK.
3. **Stress oxydatif** : l'exercice intense entraîne une production accrue de radicaux libres et d'autres espèces réactives de l'oxygène, ce qui peut endommager les membranes cellulaires et contribuer à la libération de la CPK.
4. **Altération de la structure cellulaire** : la répétition de contractions musculaires intenses peut altérer la structure et l'intégrité des fibres musculaires (sarcolemme et disque-Z), facilitant la fuite de la CPK.

Intérêt de la mesure des CPK comparativement à d'autres alternatives

L'utilisation de la mesure des CPK comme marqueur des dommages musculaires présente plusieurs avantages par rapport à d'autres méthodes d'évaluation. Tout d'abord, la mesure des niveaux de CPK est relativement simple et s'intègre facilement dans une routine de travail. Selon la technologie des systèmes utilisés, la mesure sera rapide et permettra la prise de décisions pour l'aménagement du contenu de l'entraînement.

Il est préférable de privilégier un système limitant la taille de l'échantillon sanguin et les manipulations (centrifugation, transfert, analyse) pour éviter de possibles altérations des échantillons, contaminations ou erreurs de traçabilité.

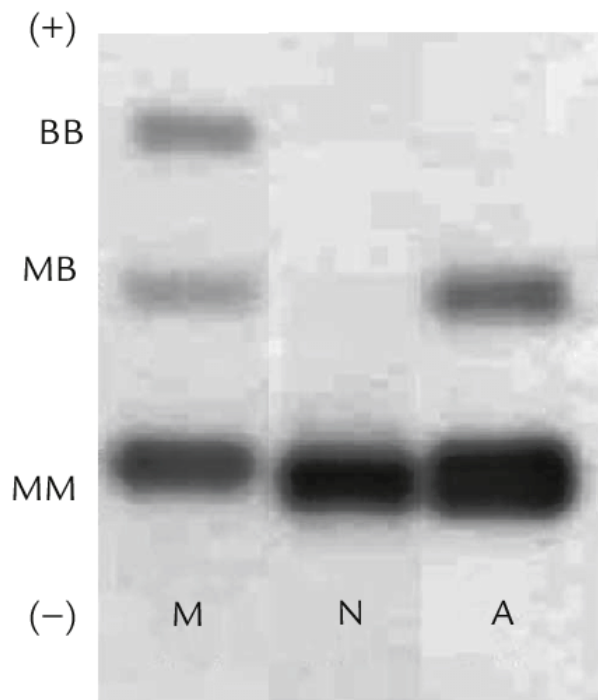


Comparativement à d'autres biomarqueurs également mesurés comme l'urée, la protéine C réactive, la lactate déshydrogénase, la myoglobine ou la troponine, les CPK semblent plus spécifiques et plus sensibles aux dommages musculaires.

Après plusieurs années de veille technologique et discussion avec des fabricants du monde entier, nous avons enfin trouvé une solution technique correspondant aux critères d'utilisation pour le domaine du sport. Cette utilisation particulière requiert simplicité, transportabilité et rapidité de mesure afin d'accompagner les équipes partout, et permettre la prise rapide de décisions pour l'aménagement des séances d'entraînement. Le coût du test (environ 4 €) est relativement peu onéreux aux regards des enjeux que représentent les lésions musculaires et potentielles blessures évitées grâce à ce monitoring.

DOCUMENT 2 : Résultat d'électrophorèse d'isoenzymes de la créatine kinase (CK) en gel d'agarose

Source : *Extr. Macroenzyme Creatine Kinase in the Era of Modern Laboratory Medicine, January 2010, Journal of the Chinese Medical Association*



M= marqueurs témoins

N= contrôle normal

A= Patient victime d'un infarctus aigu du myocarde

DOCUMENT 3 : Vers le bio-recyclage du plastique, reprogrammer des enzymes de champignons dégradant le bois.

Extrait d'un Communiqué de presse - 30 septembre 2024 - A. Munzone, et al. (2024) Design of Plastic Binding Lytic Polysaccharide Monooxygenases via Modular Engineering, ACS Chem&Bio engineering DOI : <https://doi.org/10.1021/cbe.4c00125>

Un consortium de scientifiques de l'INRAE, de l'université de Bordeaux et de l'université Bretagne Sud a réussi à reprogrammer les enzymes appelées LPMO qui reconnaissent la surface des fibres de cellulose, principal composé du bois, pour leur faire reconnaître différents types de plastiques. Ces résultats, publiés dans *ACS Chem&Bio Engineering*, permettent d'envisager la mise au point d'une boîte à outils biologique pour le recyclage des plastiques.

La pollution plastique est omniprésente dans l'environnement et la gestion des déchets plastiques est un problème à l'échelle mondiale. Outre le développement de modes de production et d'utilisation plus raisonnés, une des solutions à ce problème est de développer des voies de bio-recyclage. C'est un défi scientifique d'envergure car les plastiques sont constitués de polymères très récalcitrants à la dégradation, ils ont été fabriqués pour cela. Mais cela les rapproche d'autres polymères récalcitrants naturels, comme la cellulose du bois, qui eux peuvent être dégradés par des champignons filamenteux. Le secret de ces champignons est de sécréter tout un arsenal d'enzymes, des protéines spécifiques pour faciliter des réactions chimiques, et notamment les LPMO (« *lytic polysaccharide monooxygenases* ») qui peuvent dégrader la surface de la cellulose, la fragilisant pour faciliter ensuite sa dégradation. Ces propriétés en font des candidates idéales pour les faire évoluer vers de nouvelles fonctions, à savoir la dégradation des plastiques.

Les enzymes LPMO sont en général constituées de 2 modules : un module de liaison qui permet à l'enzyme de reconnaître et de s'arrimer à un polymère spécifique, ici de manière naturelle à la cellulose, et un module catalytique qui dégrade la surface de la cellulose.

Les scientifiques se sont concentrés sur le module de liaison pour le remplacer par d'autres modules afin de conférer aux enzymes la propriété de se lier à différents plastiques en utilisant des procédés d'ingénierie des protéines maîtrisés à l'échelle industrielle. Ils ont ainsi créé des LPMO chimères capables de reconnaître et de se lier à différents types de plastiques. Certaines d'entre elles étaient également capables de faire des trous à la surface d'un plastique biosourcé, le PHA (Polyhydroxyalcanoate).

Dans la suite des travaux, les scientifiques vont évaluer la capacité de dégradation de ces enzymes-chimères sur différents types de plastiques afin de sélectionner les plus performantes et les associer dans des cocktails enzymatiques pour dégrader les plastiques. L'objectif est de créer une boîte à outils enzymatiques pour le bio-recyclage des plastiques.

DOCUMENT 4 : DNA Drive : La révolution de l'ADN

Extrait de l'article rédigé par Boris Hallier France Info - Radio France Publié le 23/11/2021 12:41

Une solution au stockage des données numériques : des documents encodés sur ADN font leur entrée aux Archives nationales. Cette nouvelle technologie annonce une véritable révolution dans le domaine du stockage de données.



Figure 1: Les deux capsules de stockage de données ADN contenant la Déclaration des Droits de l'Homme (1789) et de la Déclaration des Droits de la Femme. (BORIS HALLIER / FRANCE-INFO)

C'est une première mondiale !

Les Archives nationales vont devenir la première institution publique à abriter des documents numériques stockés sur de l'ADN. Cette nouvelle technologie annonce une véritable révolution dans le domaine du stockage de données. Deux chercheurs de la Sorbonne sont en effet parvenus à encoder sur de l'ADN deux textes fondateurs : la Déclaration des Droits de l'homme de 1789 et la Déclaration des Droits de la femme de 1791. Ces scientifiques vont donc officiellement remettre cet ADN aux Archives nationales mardi 23 novembre.

Un encodage par système quaternaire

À l'intérieur d'une capsule métallique de la taille d'une gélule, une petite bille, l'équivalent d'un grain de sable, renferme l'ADN artificiel de la Déclaration des Droits de l'homme. Stéphane Lemaire, chercheur au CNRS, est parvenu à transformer son code informatique en code génétique. "Pour encoder de l'information numérique sur de l'ADN, il faut convertir le système binaire avec des 0 et des 1 en un système quaternaire puisque l'ADN est composé de nucléotides symbolisés par les lettres A, T, C et G. Nous l'avons fait avec l'algorithme que nous avons développé au sein du laboratoire", explique-t-il.

Des séquenceurs de poche

Pour lire ces fichiers, il suffit ensuite d'ouvrir la capsule et de déposer les molécules d'ADN sur un séquenceur, objet bien connu des biologistes. "On utilise des séquenceurs pour identifier par exemple des variants du coronavirus. C'est donc la même technologie que l'on utilise pour relire l'information numérique encodée sur l'ADN", indique Stéphane Lemaire. "Il existe des séquenceurs de poche, de la taille d'une grosse clé USB, qui se branchent sur l'ordinateur, pour analyser cet ADN et relire l'information numérique encodée", poursuit le chercheur.

L'intérêt de l'ADN est principalement écologique

Avec ses collègues, il en est convaincu, c'est l'avenir du stockage de données. "L'intérêt de l'ADN est principalement écologique", dit-il. Car l'impact environnemental du numérique est indéniable. Le secteur génère désormais plus de gaz à effet de serre que l'aviation et les data centers se multiplient à travers le monde. "L'ADN est la meilleure technologie dont on dispose pour résoudre ces problèmes, car il peut être conservé à température ambiante sans apport d'énergie. Pour le rendre stable, il suffit de le stocker à l'abri de l'air, de l'eau et

de la lumière. Dans ces conditions, on estime que l'ADN est stable pendant plus de 50 000 ans", note Stéphane Lemaire.

L'intégralité des données mondiales pourrait tenir dans 100 grammes d'ADN, soit le volume d'une tablette de chocolat ! De quoi séduire les Archives nationales qui préservent dans leurs serveurs plus de 70 000 gigaoctets de documents, photos, vidéos, mails ministériels... "Chaque année, nous avons toujours plus de teraoctets. Ce sont des milliards de fichiers. Nous estimons que dans les 2-3 prochaines années nous atteindrons les 200 teraoctets (200 000 gigaoctets)", indique Béatrice Herold, directrice du numérique et de la conservation.

"Être archiviste c'est penser à l'avenir beaucoup plus qu'au passé, donc toutes les recherches qui portent sur ces sujets, nous y sommes très attachés", souligne encore la directrice du numérique et de la conservation des Archives nationales, où les déclarations des Droits de l'homme et de la femme version ADN seront mises à l'abri dans une armoire de fer, à côté du testament de Napoléon, du journal de Louis XVI ou des différentes Constitutions.

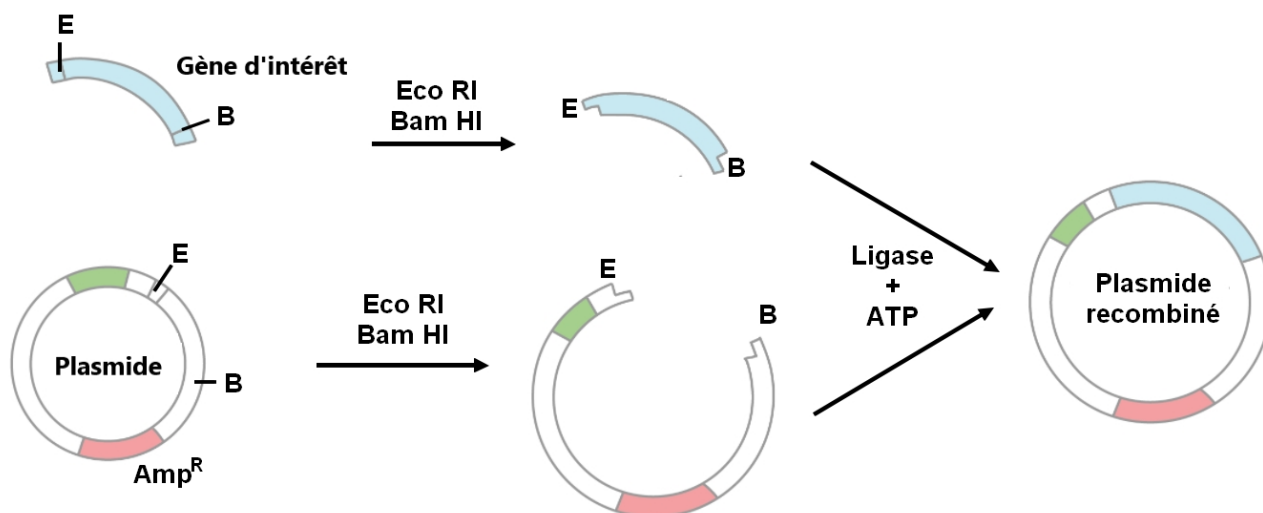
Une technologie qui coûte encore très cher

Les Archives nationales ne sont pas les seules à espérer de cette nouvelle technologie. Certains géants du numérique y croient aussi. Microsoft, par exemple, a mis au point une machine qui écrit et lit automatiquement des informations numériques dans l'ADN. Pour cela, les chercheurs se sont appuyés sur la société de biotechnologie Twist, l'un des leaders de l'ADN de synthèse. "Le problème, ce n'est pas de prouver que ça marche, c'est de diminuer les coûts, explique sa fondatrice, la Française Emily Leproust. Aujourd'hui, le coût de stockage dans l'ADN s'élève à 1 000 euros par megaoctet, contre 100 euros par teraoctet pour un disque dur. Il y a donc vraiment des ordres de grandeur différents pour les coûts."

Pour réduire ces coûts, il y a donc encore beaucoup de travail à fournir avant de développer un système fiable et abordable. Mais selon Emily Leproust, l'ADN va bien révolutionner le secteur des data-centers : "L'ADN est toujours très lent à relire. Son but, c'est le stockage à long terme, l'archivage. Or, 60% des data-centers font de l'archivage. Ceux-là, à terme, seront remplacés par de l'ADN. Mais les autres 40% où l'information doit sortir à n'importe quel moment, cela restera sur des mémoires flash et des disques durs."

La scientifique a lancé une alliance de laboratoires et d'entreprises pour promouvoir cette technologie du stockage sur ADN. On y retrouve une trentaine d'adhérents, dont des laboratoires d'université, des entreprises de biotechnologie et le géant Microsoft.

DOCUMENT 5 : Le clonage



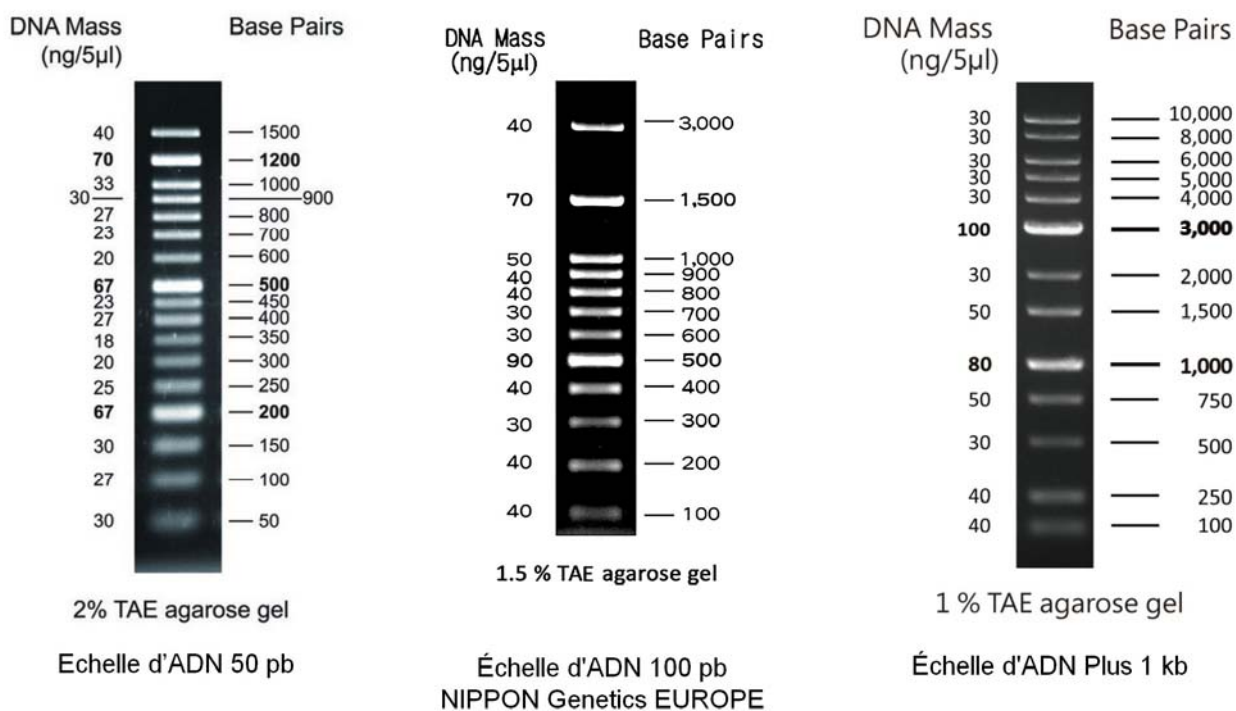
Légende :

E : Site EcoRI

B : Site BamHI

Amp^R : Gène de résistance à l'ampicilline

DOCUMENT 6 : Présentation de différents marqueurs de taille pour l'électrophorèse d'ADN



DOCUMENT 7 : Milieux de culture sélectifs et différentiels

Adapté et traduit de l'anglais, Selective and differential media, bio.libretexts.org

Plusieurs milieux sont utilisés dans l'étude des microorganismes. Deux types de milieux [...], les milieux sélectif et différentiel sont définis ci-dessous.

Les milieux sélectifs sont utilisés pour la culture de certains microorganismes à l'exclusion d'autres. Par exemple, si un microorganisme est résistant à un certain antibiotique, alors cet antibiotique peut être ajouté dans le milieu afin d'inhiber la croissance des autres microorganismes, sensibles à l'antibiotique. Les milieux sélectifs sont aussi utilisés pour permettre la survie et le développement de cellules possédant certaines propriétés comme une résistance antibiotique ou capables de synthétiser des métabolites d'intérêt. Parmi les agents inhibiteurs, utilisés dans les milieux sélectifs, on peut citer :

- Le bleu de méthylène qui inhibe la croissance des bactéries à Gram positif.
- La forte concentration en chlorure de sodium qui inhibe la plupart des bactéries autres que *Staphylococcus*.
- Les antibiotiques (ampicilline, tétracycline, chloramphénicol)
- Le désoxycholate de sodium qui inhibe la croissance des bactéries à Gram positif.

Les milieux différentiels distinguent les microorganismes les uns des autres sur le même milieu par leurs caractéristiques biochimiques. En présence de nutriments spécifiques et/ou d'indicateurs (principalement des indicateurs colorés de pH), l'utilisation d'un nutriment est mise en évidence par un aspect spécifique des colonies à la surface du milieu (couleur, halo) ou un changement de couleur de celui-ci.

Note : certains milieux peuvent être à la fois sélectifs et différentiels.

DOCUMENT 8 : Screening bacterial colonies using X-Gal and IPTG: ... α complementation

Source : adapté d'après Green MR, Sambrook J. Screening Bacterial Colonies Using X-Gal and IPTG: α -Complementation. Cold Spring Harb Protoc. 2019 Dec 2;2019(12). doi: 10.1101/pdb.prot101329. PMID: 31792144.

Many plasmid vectors (e.g., the pUC series, Bluescript, pGem, and their derivatives) carry a short segment of *Escherichia coli* DNA containing the regulatory sequences and the coding information for the first 146 amino acids of β -galactosidase. Vectors of this type are used in host cells that express the carboxy-terminal portion of β -galactosidase. Although neither the host-encoded fragments nor the plasmid-encoded fragments of β -galactosidase are themselves active, they can associate to form an enzymatically active protein. This type of complementation, in which deletion mutants of the operator-proximal segment of the *lacZ* gene are complemented by β -galactosidase-negative mutants that have the operator-proximal region intact, is called α -complementation.

The lac^+ bacteria that result from α -complementation are easily recognized because they form blue colonies in the presence of the chromogenic substrate X-Gal. However, insertion of a fragment of foreign DNA into the polycloning site of the plasmid almost invariably results in production of an amino-terminal fragment that is no longer capable of α -complementation. Bacteria carrying recombinant plasmids therefore form white colonies.

To screen bacterial colonies, the chromogenic substrate X-Gal and the transcription inducer IPTG are mixed with suitable dilution of a culture, combined with molten top agar, and then spread on agar plates containing the appropriate antibiotic. The efficiency of transformation is slightly higher when the bacteria are plated in top agar rather than on the surface of agar plates. Perhaps the transformed bacteria prefer the slightly anaerobic state within the soft agar or the isosmolarity provided by the agar medium.

DOCUMENT 9 : Présentation de l'ECBU

Source : ameli.fr

L'ECBU, ou examen cytobactériologique des urines, recherche la présence de germes dans les urines. Son interprétation est facile puisque l'urine est normalement stérile mais il est important de respecter certaines conditions de prélèvement pour éviter des résultats peu fiables.

Quels motifs pour un ECBU ?

• Suspicion d'infection urinaire

En présence de symptômes urinaires évoquant une infection urinaire (brûlures en urinant, envie fréquente d'uriner), le médecin traitant réalise le test de la bandelette urinaire qui recherche la présence de leucocytes (globules blancs) et de nitrites produits lors d'une infection urinaire.

Si le test est positif et dans certains cas, il prescrit un examen cytobactériologique des urines (ECBU), à réaliser dans un laboratoire. Les résultats lui permettront d'adapter le traitement en cas d'infection urinaire : cystite aiguë, pyélonéphrite aiguë.

• Présence de sang dans les urines

Avoir du sang dans les urines nécessite de rechercher une cause à cette hématurie. Le médecin demande en premier lieu un ECBU qui confirme l'hématurie et recherche une infection urinaire, première cause d'hématurie.

Qu'est-ce que l'ECBU permet d'analyser ?

L'ECBU permet de réaliser sur un échantillon d'urine :

- **une cytologie**, c'est à dire l'étude des différents types de cellules retrouvées dans l'urine (hématies ou globules rouges, leucocytes ou globules blancs et éventuellement, cellules épithéliales recouvrant la surface de la vessie) ;
- **une bactériologie**, c'est-à-dire la recherche, l'identification et le compte des bactéries pouvant être présentes dans l'urine, après sa mise en culture. Si un germe est identifié, une étude de sa sensibilité à différents antibiotiques (antibiogramme) est réalisée. Elle guide votre médecin dans sa prescription d'antibiotiques.

DOCUMENT 10 : L'antibiorésistance complique le traitement des infections des voies urinaires

Source : adapté d'après Biomérieux, date de publication : 13 mars 2024

Les bactéries antibiorésistantes constituent une menace considérable pour la santé, en limitant les possibilités de traitement des maladies infectieuses. Les affections courantes comme les infections des voies urinaires qui, auparavant, étaient souvent soignées facilement et rapidement par les antibiotiques, sont devenues plus difficiles à traiter en raison des bactéries résistantes. Non seulement cela prolonge l'inconfort des personnes atteintes d'infections urinaires mais cela présente également le risque que l'infection entraîne une complication plus grave.

Les infections des voies urinaires surviennent lorsque des bactéries pénètrent dans l'urètre et infectent les voies urinaires ; elles sont plus fréquentes chez la femme : entre 40 % et 50 % des femmes déclarent avoir eu au moins une infection des voies urinaires au cours de leur vie. Il existe plusieurs facteurs de risque de développer une infection des voies urinaires tels que l'âge, les antécédents familiaux et génétiques, les interventions chirurgicales et le cathétérisme. *Escherichia coli* uropathogène est le pathogène le plus souvent à l'origine des infections des voies urinaires.

Comprendre l'importance de l'antibiorésistance et des infections des voies urinaires associées aux cathéters

Il est important de comprendre la corrélation entre l'antibiorésistance et les infections des voies urinaires. Comme le résume Lisa Bebell, médecin spécialiste des maladies infectieuses du Massachusetts General Hospital, « *l'antibiorésistance est un problème considérable pour les infections des voies urinaires, par rapport à d'autres infections, car ce type d'infections est très fréquent. Nous observons donc les effets de l'antibiorésistance beaucoup plus rapidement et avec une prévalence supérieure.* » Selon une étude de 2019, plus de 92 % des bactéries responsables d'infections des voies urinaires sont résistantes à au moins un antibiotique courant et près de 80 % sont résistantes à deux antibiotiques. On compte parmi les infections des voies urinaires les plus susceptibles d'être associées à des complications et d'être antibiorésistantes les infections des voies urinaires associées aux cathéters. Ce sont les infections nosocomiales les plus courantes et la cause la plus fréquente d'infections sanguines secondaires. Elles sont définies comme des « *infections des voies urinaires touchant un patient dont la vessie est cathétérisée ou a été cathétérisée au cours des 48 heures écoulées* » et peuvent être dangereuses en raison des taux alarmants d'antibiorésistance.

En raison de l'augmentation de la prévalence des infections résistantes dans le monde, les antibiotiques couramment utilisés pour traiter les infections des voies urinaires comme l'ampicilline, la nitrofurantoïne et la ciprofloxacine ne peuvent plus être utilisés comme des options thérapeutiques. Si une infection n'est pas correctement traitée, elle peut évoluer en affection grave, potentiellement mortelle, appelée sepsis¹. Les infections des voies urinaires, notamment les infections des voies urinaires associées aux cathéters, sont une des causes de sepsis les plus fréquentes.

Le diagnostic joue un rôle essentiel dans la lutte contre l'antibiorésistance

Les bactéries responsables des infections des voies urinaires devenant de plus en plus résistantes à de nombreux antibiotiques, il n'est pas pensable d'envisager un avenir dans lequel un plus grand nombre d'infections des voies urinaires aboutiront à un sepsis, à une insuffisance rénale aigüe, voire au décès en raison du manque d'options thérapeutiques. Il existe en effet de nombreuses façons de minimiser ces risques. Les infections des voies urinaires peuvent être diagnostiquées à l'aide de tests de diagnostic comme l'analyse

d'urine ou l'uroculture. Le diagnostic, qui permet d'identifier les agents pathogènes et l'antibiorésistance chez les sujets pour lesquels il existe une suspicion d'infection des voies urinaires, est donc essentiel pour garantir la prescription, au patient, du bon traitement contre l'infection. [...] Les outils de surveillance peuvent être essentiels au suivi des bactéries antibiorésistantes dans les environnements de soins de santé. Selon le CDC², *« un suivi et des comptes rendus cohérents des infections des voies urinaires symptomatiques selon les critères de surveillance permettront d'identifier les possibilités d'examiner, de comprendre et de traiter les différences entre les événements de surveillance et les événements cliniquement identifiés. »*

Les initiatives comme les programmes de bon usage des antibiotiques peuvent également jouer un rôle important dans l'amélioration des résultats des patients et la prévention de la propagation de l'antibiorésistance en limitant l'usage abusif et la surconsommation d'antibiotiques dans ce contexte. Les programmes de bon usage des antibiotiques s'appuient sur des informations diagnostiques utiles et sur des données institutionnelles provenant d'outils de surveillance afin de favoriser le bon usage des antibiotiques.

¹Le sepsis est une affection grave qui survient lorsque le système immunitaire de l'organisme présente une réaction extrême à une infection. La réaction de l'organisme cause des dommages à ses propres tissus et organes.

²CDC : *Center for Disease Control*, Centre américain pour le contrôle et la prévention des maladies.

ANNEXE 3 : AIDE-MEMOIRE DE METROLOGIE

Aide-mémoire de métrologie - bac STL Biotechnologies-session 2023

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 possibles afin de pouvoir accepter les valeurs mesurées obtenues pour des échantillons inconnus.

On peut effectuer, dans la même série de mesurages :

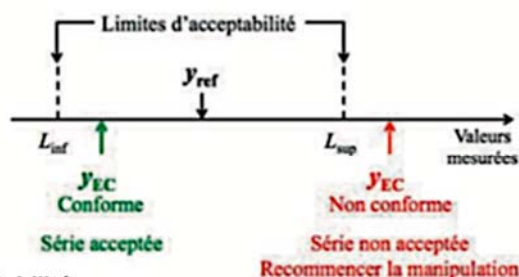
- un essai sur un étalon de contrôle ; la valeur mesurée obtenue est notée y_{EC} .
- un ou deux essais sur chacun des échantillons à doser.

1.1 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 : $L_{inf} \leq y_{EC} \leq L_{sup}$

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 :

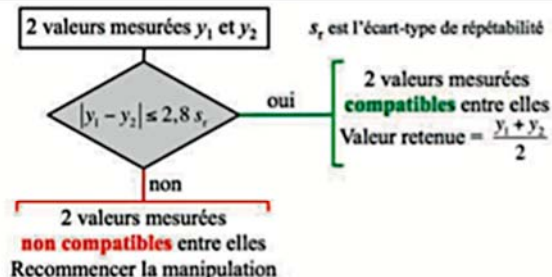
- la valeur mesurée n'est **pas exacte** donc **non conforme** : l'exécution de la procédure de mesure n'est pas satisfaisante dans les conditions du jour ;
- en conséquence, les valeurs mesurées de toute la série **ne sont pas acceptées** ; il faut rechercher l'origine de la mauvaise exactitude avant de recommencer la manipulation¹.

1.2 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 manipulation².



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 après arrondissement ;
- si le premier chiffre significatif est 5 ou plus : garder un chiffre significatif après arrondissement.

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

^{1 et 2} Si pour des raisons matérielles, il n'est pas possible de recommencer les manipulations, le candidat poursuivra l'exploitation de ses valeurs mesurées afin d'exprimer un résultat de mesure de façon complète mais en signalant clairement que ce résultat n'est pas « acceptable » au sens métrologique.

- **Sujet complet**

- **Référentiels et programmes**
 - Mathématiques 1^{ère} et terminale technologiques,
 - EMC tronc commun de 1^{ère} et Tle technologiques

 - Biotechnologie 1^{ère} STL
 - Biochimie-Biologie 1^{ère} STL
 - Biochimie-Biologie-Biotechnologie Tle STL
 - Physique Chimie Mathématiques 1^{ère} et Tle STL
 - Biologie et Physiopathologie Humaine 1^{ère} ST2S
 - PC Santé 1^{ère} ST2S
 - Chimie-BPH Tle ST2S

 - STS Analyse de biologie médicale
 - STS Biotechnologies
 - STS Bio Analyse et contrôle

- **Document EUCAST de la CASFM**

- Sur un poste informatique dédié :
 - **Site 3RB** : Site du réseau ressources risques biologiques
 - Aide en ligne des logiciels « Calc » et « Impress » de LibreOffice