



**MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE  
ET DE LA JEUNESSE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## **Rapport du jury**

**Concours : CAPET INTERNE et CAER-CAPET**

**Section : Biotechnologies**

**Option : Biochimie génie biologique**

**Session 2022**

Rapport de jury présenté par :  
Caroline BONNEFOY  
Inspectrice générale de l'éducation du Sport et de la recherche (IGÉSR),  
Présidente du jury

## Sommaire

<b>1. Renseignements statistiques</b>	<b>Page 3</b>
<b>2. Epreuve d'admissibilité</b>	<b>Page 5</b>
<b>3. Epreuve d'admission</b>	<b>Page 7</b>
<b>Conclusion générale</b>	<b>Page 10</b>
<b>Annexe : sujet d'admission</b>	<b>Page 11</b>

## 1. RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

### Concours : CAPET

Nombre de candidats inscrits	81
Nombre de candidats présents et non éliminés	42
Nombre de candidats admissibles	17
Nombre de candidats présents à l'épreuve orale d'admission	16
Nombre de candidats proposés pour l'admission	5
Rappel : nombre de postes	5
Epreuve d'admissibilité	
- Note la meilleure	16,00
- Moyenne des notes des candidats admissibles	13,09
- Barre d'admissibilité	10,00
Epreuve d'admission	
- Note la meilleure	15,50
- Moyenne (épreuve admission) candidats admis	13,00
- Moyenne (épreuve admission) candidats non éliminés	09,16
- Moyenne (total admissibilité et admission) candidats admis	13,13

## Concours : CAER

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

Nombre de candidats inscrits	33
Nombre de candidats présents et non éliminés	24
Nombre de candidats admissibles	11
Nombre de candidats présents à l'épreuve orale d'admission	9
Nombre de candidats proposés pour l'admission	7
Rappel : nombre de postes	7

#### Epreuve d'admissibilité

- Note la meilleure	16,50
- Moyenne des notes des candidats admissibles	12,18
- Barre d'admissibilité	10,00

#### Epreuve d'admission

- Note la meilleure	16,00
- Moyenne (épreuve admission) candidats admis	12,14
- Moyenne (épreuve admission) candidats non éliminés	10,83
Moyenne (total admissibilité et admission) candidats admis	12,07

## **2. ÉPREUVE D'ADMISSIBILITE : RAPPORT DE L'ÉPREUVE**

### **2.1. Attendus de l'épreuve**

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.

Par ailleurs, afin de préciser aux candidats les limites de la maîtrise disciplinaire attendue à ce niveau, il est rappelé qu'elles s'inscrivent dans les programmes des enseignements technologiques de biologie des classes de première et de terminale du lycée d'enseignement général et technologique et, le cas échéant, dans les référentiels des sections de techniciens supérieurs.

#### **Les deux pages de présentation du parcours dans le RAEP**

La présentation doit donner une vision globale de la formation initiale du candidat et de son expérience professionnelle. Le candidat présente son parcours de manière synthétique et précise les principales dates et les durées de ses différentes expériences professionnelles en lien avec le concours présenté.

De plus, certains éléments du parcours doivent montrer dans quelle mesure l'expérience acquise a permis le développement de compétences indispensables à l'exercice du métier d'enseignant en filière technologique (pré baccalauréat, série STL et série ST2S, et post baccalauréat, STS de biologie appliquée, pour les enseignements relevant de l'option biochimie génie biologique du CAPET biotechnologies.

#### **Les activités choisies et présentées dans le RAEP : « Construction / Réalisation / Analyse / Projection »**

La séance pédagogique détaillée s'inscrit dans une progression cohérente et est impérativement choisie dans un des enseignements assurés par les titulaires du concours. De plus, elle doit obligatoirement inclure la dimension technologique.

La situation d'apprentissage choisie, présentée par le candidat, authentique et incluant l'évaluation, doit permettre, par un exposé argumenté de ses intentions pédagogiques, de montrer ses compétences didactiques. Les annexes, judicieusement choisies en vue d'être exploitées, peuvent être des productions de l'enseignant ou des productions d'élèves nécessaires pour étayer et illustrer l'analyse et l'argumentation. Le candidat doit expliquer ses choix et démarches *a priori*, préciser les modalités mises en place pendant la séance, puis commenter leur pertinence par une analyse réflexive *a posteriori* et formuler des propositions d'amélioration.

### **2.2. Observations du jury**

Le jury constate que de nombreux rapports sont de bonne qualité et répondent aux attentes du concours. Les rapports les plus pertinents comportent les deux parties attendues et traduisent l'engagement professionnel du candidat en présentant :

- les compétences acquises au cours du parcours professionnel en adéquation avec le métier de professeur certifié de biotechnologie, option biochimie- génie - biologique ;
- une séance judicieusement choisie permettant de mettre en valeur la démarche technologique et les compétences professionnelles attendues ;
- une véritable 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 contextualisée permettant de développer les compétences visées et de les évaluer ;
- 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 l'illustration concrète des réalisations pédagogiques et didactiques du candidat (exemple : productions des élèves, grilles d'évaluations, liens vidéos, déroulé de séance « avant/après », résultats expérimentaux...)
- une rédaction structurée en paragraphes et une mise en forme soignée.

Le jury regrette que certains rapports présentent :

- une analyse trop théorique, déconnectée de la séance proposée ;
- des annexes absentes ou insuffisamment exploitées ;
- un choix d'annexes ne permettant pas d'étayer l'authenticité de la séance présentée ;
- une succession de séances, sans focale ni choix argumenté d'une situation d'apprentissage, ce qui pénalise le candidat dans le développement de son analyse réflexive.

Le jury a apprécié la capacité de la majorité 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 ce concours.

Les futurs candidats sont invités à tenir compte des observations ci-dessus et à consulter les rapports de jury des sessions précédentes. Le jury encourage les candidats non admis à faire évoluer leur RAEP.

Les enseignants qui n'interviennent pas en section technologique sont invités à se rapprocher 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.

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

#### **3.1. Caractéristiques de l'épreuve**

Les candidats 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 fiches de données de sécurité, l'accès au site 3RB (réseau ressources risques biologiques : [www.esst-inrs.fr/3rb/](http://www.esst-inrs.fr/3rb/)) et à la base de données BAOBAB de l'INRS, des logiciels de bureautique (libre office®) nécessaires à l'exploitation des résultats et à la présentation de l'exposé.

Pour cette session, les candidats ont travaillé sur un même sujet comportant :

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

Le candidat devait choisir :

- la série du baccalauréat 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 candidats s'approprient le sujet et mettent en œuvre les manipulations imposées en exprimant leurs savoir-faire disciplinaires dans l'environnement du laboratoire.

Quarante-cinq minutes après le début de l'épreuve, les candidats effectuent une démonstration technique commentée de leur choix devant un examinateur, tel qu'ils le feraient avec des élèves, pendant 5 à 10 minutes.

Les candidats préparent une séance détaillée incluse dans une séquence de formation, toutes deux contextualisées par des informations choisies à partir des documents en annexe du dossier. La séance intègre au moins une procédure opératoire réalisée y compris l'exploitation et l'analyse des résultats obtenus. L'utilisation d'un outil informatique de calcul permet de s'affranchir de l'usage d'une calculatrice.

La cinquième heure de préparation est exclusivement dédiée à la finalisation de la présentation de l'exposé, sans possibilité de manipuler ni 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 le candidat a enregistré sur la clé USB.

L'exposé de 30 minutes a pour objectifs de décrire brièvement une séquence de formation contextualisée, de présenter de façon détaillée une des séances constitutives de la séquence en appui des investigations menées lors des manipulations réalisées au laboratoire, intégrant à la fois la démarche d'analyse des risques, l'analyse des points critiques et l'exploitation de résultats quantitatifs incluant les règles de métrologie.

L'entretien avec le jury permet 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.

Comme précisé dans l'arrêté du 25 janvier 2021, un temps d'entretien maximum de 10 minutes est 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 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 et adopter une posture professionnelle adaptée, maîtriser la langue française et l'usage des outils numériques.

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

**Au laboratoire de biotechnologies**, le jury a apprécié pour les meilleurs candidats :

- la posture d'enseignant adoptée au laboratoire et lors des interactions avec les examinateurs ;
- la qualité didactique de la démonstration lors de leur présentation commentée ;
- l'adaptabilité et l'autonomie dans l'environnement du laboratoire ;
- la bonne organisation dans le temps et l'espace ;
- la réflexion menée et la prise en compte des risques ;
- la bonne utilisation des outils informatiques.

Des difficultés demeurent pour certains candidats :

Elles sont liées à la réalisation de manipulations enseignées en série STL-biotechnologies : pipetage avec pipettes automatiques, réalisation d'un antibiogramme et d'un isolement bactérien, réalisation d'un blanc réactif, réalisation d'une dilution en cascade, mise en œuvre de la démarche de prévention, utilisation raisonnée des équipements de protection, gestion des déchets biologiques et chimiques, respect de l'asepsie.

Compte tenu de ces constats, les membres du jury conseillent aux futurs candidats de :

- se préparer à l'appropriation de 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 dans les séries STL-biotechnologies, éventuellement en se rapprochant d'un établissement pour participer à des séances réalisées par un 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.

Cette année, les 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. Il était nécessaire de s'organiser correctement pour effectuer l'ensemble des manipulations et préparer une séquence construite intégrant des éléments contextuels du dossier. Il n'était pas possible, pour les candidats, de recommencer une manipulation.

### **Partie orale : exposé et entretien**

Pour certains candidats, 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 ;
- des gestes professionnels intégrant des modalités pédagogiques permettant de former tous les élèves ;
- une cohérence entre les objectifs annoncés, le contenu de la séance et les activités proposées ;
- une présentation intégrant des éléments concrets illustrant le propos ;
- une contextualisation riche prenant appui sur les ressources documentaires ;
- la solidité des connaissances scientifiques et technologiques dans les domaines du sujet ;
- l'utilisation pertinente des supports pédagogiques.

Des progrès peuvent encore être envisagés dans certains domaines. En effet, 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. Le lien avec les objectifs de formation des programmes est attendu pour identifier les compétences travaillées chez les élèves.

Les concepts liés à la métrologie dans l'exploitation et l'expression des résultats sont parfois peu maîtrisés.

La transposition de procédures opératoires en séance détaillée n'est pas simple. Aussi, le candidat doit se préparer à cet exercice, de façon à mettre en avant les compétences professionnelles qu'il a acquises durant sa pratique d'enseignant. Cela ne signifie aucunement d'énoncer une sémantique pédagogique riche. Il s'agit de faire la preuve de la maîtrise des démarches pédagogiques présentées en argumentant concrètement leur ancrage dans la séance. Plusieurs candidats ont proposé une séance relevant du programme de BPH en ST2S. Ils pourront être amenés, lors de l'entretien, à montrer qu'ils sont en mesure de s'adapter à un enseignement de biotechnologie en série STL



Le jury conseille aux candidats :

- d'être attentifs à la posture adoptée qui doit permettre des échanges professionnels avec le jury ;
- d'intégrer les spécificités de l'enseignement technologique dans la démarche didactique présentée ;
- d'être en capacité de montrer une certaine prise de recul ou analyse réflexive sur des éléments avancés pour donner du sens aux choix pédagogiques et didactiques ;
- de maîtriser les démarches associées aux enseignements technologiques, notamment la démarche d'analyses de risques, l'exploitation et la validation de résultats conformément aux règles de métrologie ;
- de relire leur dossier de RAEP la veille de l'épreuve d'admission.

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 et dans les récentes certifications concernant les lycéens et les enseignants. Il invite également les candidats 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

La session 2022 du CAPET/CAER interne a permis de pourvoir tous les postes ouverts, et ce dans les deux concours, CAPET et CAER.

L'ensemble du jury tient à féliciter les lauréats. Leur succès au concours de recrutement d'enseignants conduit, dès la rentrée scolaire, à leur nomination en qualité de stagiaire.

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

Lors de cette session, les candidats ont été accueillis la veille de l'épreuve d'admission par la présidente, la vice-présidente et la secrétaire générale. L'objectif était de préciser aux candidats, les caractéristiques de l'épreuve, son organisation dans le temps et l'espace, la configuration des locaux mobilisés pendant l'épreuve. Une pause surveillée de trente minutes est prévue entre la fin des 5 heures de préparation et le temps de l'exposé. Les candidats sont invités à prévoir de quoi se restaurer et s'hydrater.

Les lauréats ont révélé des compétences attendues de la part d'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 ayant une expérience d'enseignement en biochimie génie biologique. Cependant, pour les candidats qui n'auraient pas cette expérience, il est indispensable qu'ils aient pris connaissance de la diversité des enseignements et niveaux de formation auxquels ils peuvent être confrontés en adéquation avec la définition des épreuves.

La diversité des parcours des lauréats montre que ce concours est accessible à des candidats qui savent mettre en valeur leurs acquis et qui ont su élargir leur champ de compétences pour répondre aux différentes dimensions, technologique, pédagogique et didactique attendues.

Pour répondre aux objectifs de l'épreuve d'admission, le candidat doit avoir une réelle 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 sections technologiques préparant aux baccalauréats scientifiques et technologiques, qu'aux référentiels des sections de technicien supérieur de la filière.

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

*La présidente de jury tient à remercier, monsieur le Proviseur, madame la directrice déléguée aux enseignements technologiques et l'ensemble des personnels du lycée de la Vallée de Chevreuse de Gif sur Yvette pour l'accueil et l'aide efficace apportés, afin que ce concours se déroule dans de bonnes conditions. Elle remercie en particulier les personnels techniques de laboratoire, indispensables au déroulement des épreuves pratiques de ce concours*

**CAPET INTERNE  
ET CAER**

**Section : BIOTECHNOLOGIES  
Option : BIOCHIMIE – GÉNIE 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*

Mardi 26 Avril 2022

Le sujet comporte 21 pages.

Le candidat doit s'assurer de disposer d'un exemplaire complet dès le début de l'épreuve.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>EXTRAIT DE LA DÉFINITION DE L'ÉPREUVE : NOR : MENH1310121A</b> .....	<b>13</b>
---	-----------

<b>CONSIGNES DU JURY</b> .....	<b>13</b>
--------------------------------	-----------

<b>PROCÉDURES OPÉRATOIRES</b> .....	<b>14</b>
-------------------------------------	-----------

<u>PROCÉDURE OPÉRATOIRE 1 : Dosage de substrat (molécule X) par une méthode enzymatique en point final</u> .....	14
--	----

<u>PROCÉDURE OPÉRATOIRE 2 : Antibiogramme standard</u> .....	15
--	----

<u>PROCÉDURE OPÉRATOIRE 3 : Dosage immunoenzymatique d'un antigène Z</u> .....	16
--	----

<b>ANNEXE 1 : DOSSIER TECHNIQUE</b> .....	<b>18</b>
---	-----------

<u>DOCUMENT 1 : Exemples de dosage de substrat par méthode enzymatique en point final</u> .....	18
---	----

<u>DOCUMENT 2 : Aspects technologiques de l'antibiogramme standard par diffusion</u> .....	20
--	----

<b>ANNEXE 2 : DOSSIER DOCUMENTAIRE</b> .....	<b>21</b>
--	-----------

<u>DOCUMENT 3 : Glyphosate urinaire</u> .....	21
---	----

<u>DOCUMENT 4 : Microbiote intestinal</u> .....	23
---	----

<u>DOCUMENT 5 : <i>Salmonella</i></u> .....	24
---	----

<u>DOCUMENT 6 : Effet des herbicides sur les bactéries</u> .....	26
--	----

<u>DOCUMENT 7 : Diabète de type 2</u> .....	28
---	----

<b>ANNEXE 3 : AIDE-MÉMOIRE DE MÉTROLOGIE</b> .....	<b>30</b>
--	-----------

<b>ANNEXE 4 : RESSOURCES SUR SUPPORT NUMÉRIQUE</b> .....	<b>31</b>
--	-----------

« Épreuve pratique d'admission » (arrêté 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 pendant 5 à 10 minutes, exactement 45 minutes après le début de l'épreuve.

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 séance doit prendre appui sur un ou plusieurs articles du dossier documentaire proposé en annexe.

La séance détaillée intègre au moins une procédure opératoire réalisée, y compris l'analyse des résultats obtenus.

Des ouvrages sont à disposition en bibliothèque.

## PROCÉDURES OPÉRATOIRES

### PROCÉDURE OPÉRATOIRE 1 : Dosage de substrat (molécule X) par une méthode enzymatique en point final

#### Matériel et réactifs

- 1 mL de solution étalon,  $\rho_{(X; \text{solution étalon})} = 1,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , notée « Et »
- 8 mL de solution de travail, notée « ST »
- Microcuves de 1,5 mL
- Matériel usuel de laboratoire
- Étuve réglée à 37 °C
- Spectrophotomètre

#### Échantillons

- 1 mL de solution à doser, notée « X »
- 1 mL de solution de contrôle,  $\rho_{(X; \text{solution contrôle})} = 2,00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , notée « C »

#### Procédure opératoire

- Introduire dans une microcuve :
  - 1 mL de solution de travail
  - 10  $\mu\text{L}$  de solution à doser
- Fermer les cuves avec du Parafilm®.
- Bien homogénéiser.
- Incuber 10 minutes à 37 °C ou 20 minutes à température ambiante.
- Lire les absorbances à 500 nm contre un blanc réactif.

#### *Remarques :*

- La coloration est stable 30 minutes à température ambiante.
- Traiter la solution étalon et la solution de contrôle dans les mêmes conditions.

#### Exploitation des résultats

- Intervalle d'acceptabilité pour la solution de contrôle :  $[1,80 ; 2,20] \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Écart-type de répétabilité :  $s_r = 0,038 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Incertitude-type composée :  $u_c = 0,050 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

## PROCÉDURE OPÉRATOIRE 2 : Antibiogramme standard

Selon les recommandations du comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie (CA-SFM) – Recommandations 2021.

### Matériel et réactifs

- 1 gélose Mueller-Hinton de 4 mm d'épaisseur
- 1 gélose nutritive ordinaire
- 1 tube de 5 mL d'eau physiologique stérile
- 1 écouvillon stérile
- Matériel usuel de microbiologie
- 1 gabarit 6 disques
- Échelle d'opacité de McFarland
- Disques imprégnés d'antibiotique : Ampicilline API, Ticarcilline TIC, Céfoxitine FOX, Céfotaxime CTX, Gentamicine GMN, Érythromycine ERY

### Échantillons

- Souche de classe 2 isolée sur gélose nutritive ordinaire, notée « Y »
- Antibiogramme et isolement à analyser (à **demander une fois la manipulation réalisée**).



### Procédure opératoire

- Préparer une suspension bactérienne d'opacité équivalente à l'étalon 0,5 de l'échelle de MacFarland.
- Plonger un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne et éliminer l'excès de liquide en tournant l'écouvillon sur les parois du tube.
- Écouvillonner sur la totalité de la surface de la gélose dans trois directions. L'inoculum doit être réparti de façon homogène sur toute la surface de la gélose en prenant soin de ne pas laisser d'espace entre les stries.
- Déposer les disques à la surface de la gélose ensemencée, à l'aide du gabarit.
- Incuber la gélose 24 heures à 37 °C dans les 15 minutes qui suivent le dépôt des disques.
- Réaliser, en parallèle de l'antibiogramme, un isolement sur gélose nutritive ordinaire.

### Exploitation des résultats

Un antibiogramme et un isolement ensemencés la veille peuvent être fournis par le centre, à la demande du candidat.

Antibiotiques	Concentrations critiques (mg · L <sup>-1</sup> )		Charge du disque (µg)	Diamètres critiques (mm)	
	S ≤	R >		S ≥	R <
Ampicilline	8	8	10	14	14
Ticarcilline	8	16	75	23	20
Céfoxitine	8	16	30	19	15
Céfotaxime	1	2	5	20	17
Gentamicine	2	2	10	17	17
Érythromycine	1	2	15	21	18

## PROCÉDURE OPÉRATOIRE 3 : Dosage immunoenzymatique d'un antigène Z

Une partie des étapes a déjà été réalisée par le centre. Les étapes et le matériel concernés apparaissent en grisé.

### Matériel et réactifs

- 2 barrettes de 8 puits à fond plat pour immunoenzymologie,
- Film autocollant
- Étuve réglée à 37 °C
- 7 tubes à fond conique
- Chronomètre
- Lecteur de microplaque avec filtre à 405 nm
- Matériel usuel de laboratoire
- Tampon hydrogénocarbonate pH 9,6
- Anticorps anti-Z dilué en tampon hydrogénocarbonate pH 9,6
- PBS-SAB 3%, en tube à hémolyse (3,5 mL)
- 50 mL de PBS-Tween 0,05%, noté « **Tampon de lavage** »
- 2,5 mL de PBS, en tube à hémolyse, noté « **PBS** »
- 0,5 mL de solution étalon d'antigène Z à 10 ng · mL<sup>-1</sup>, en tube à fond conique noté « **Étalon** »
- 3 mL d'anticorps anti-Z marqué à la phosphatase alcaline (PAL), en tube à hémolyse noté « **Conjugué** »
- 3 mL de solution de 4-nitrophényl phosphate (pNPP) en tampon glycine pH 10,5, en tube à hémolyse noté « **pNPP** »
- 1 mL de solution de NaOH à 2 mol · L<sup>-1</sup>, en tube à hémolyse noté « **NaOH** » : voir la fiche de données de sécurité en annexe 4.

### Échantillons

- 0,3 mL de solution échantillon à doser, en tube à fond conique noté « **Échantillon** »
- 0,2 mL de solution contrôle négatif, en tube à fond conique noté « **C-** »
- 0,2 mL de solution contrôle positif titrée à 1,25 ng · mL<sup>-1</sup>, en tube à fond conique noté « **C+** »

### Procédure opératoire

- Introduire 200 µL de tampon hydrogénocarbonate dans le puits A1.
- Distribuer 200 µL d'Ac anti-Z dans les puits : B1 à G1 et A2 à H2.
- Recouvrir la plaque avec un film autocollant.
- Incuber 2 h à 37 °C.
- Réaliser un lavage des puits au tampon de lavage par retournement
- Ajouter 200 µL de PBS-SAB dans chaque puits.
- Couvrir d'un film autocollant.
- Incuber 15 min à 37 °C.
- Réaliser un lavage des puits selon les étapes suivantes :
  - Vider les puits par renversement en faisant un brusque mouvement de la main ;



- Taper fermement la plaque sur un papier absorbant.
  - Verser 200  $\mu\text{L}$  de « **Tampon de lavage** » dans chaque puits.
  - Vider à nouveau les puits en suivant la même procédure.
- Préparer en tubes à fond conique, une gamme d'étalonnage de 7 solutions de concentrations décroissantes, à partir de la solution « **Étalon** » d'antigène Z à  $10 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ , par dilutions successives au 1/2 en tampon PBS, sous un volume final de **200  $\mu\text{L}$** .
- Déposer **100  $\mu\text{L}$**  de chaque solution dans les cupules, selon le schéma de distribution suivant :

	1	2
<b>A</b>	Solution « <b>Étalon</b> »	Gamme d'étalonnage
<b>B</b>	Solution « <b>Étalon</b> »	
<b>C</b>	« <b>PBS</b> »	
<b>D</b>	Contrôle négatif « <b>C-</b> »	
<b>E</b>	Contrôle positif « <b>C+</b> »	
<b>F</b>	« <b>Échantillon</b> »	
<b>G</b>	« <b>Échantillon</b> »	
<b>H</b>	NE RIEN DÉPOSER	

Remarque : **ne rien déposer dans la cupule H1 pour aucune des étapes.**

- Couvrir la plaque d'un film autocollant.
- Incuber 30 minutes à 37 °C.
- Réaliser un lavage des puits au tampon de lavage.
- Déposer 200  $\mu\text{L}$  de PBS en B1 et 200  $\mu\text{L}$  de conjugué dans toutes les autres cupules.
- Couvrir d'un film autocollant.
- Incuber 15 minutes à 37 °C.
- Réaliser un lavage des puits au tampon de lavage.
- Distribuer 200  $\mu\text{L}$  de solution de pNPP dans tous les puits.
- Couvrir d'un film autocollant.
- Incuber 10 min à 37 °C.
- Ajouter 50  $\mu\text{L}$  de solution de NaOH à  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  dans tous les puits.
- Lire les absorbances à 405 nm, au lecteur de microplaque. Le zéro de la mesure est déjà réglé contre l'air.
- Imprimer les résultats.

### Exploitation des résultats

Tracer la courbe Absorbance = f (log de la concentration en masse d'antigène Z) et l'exploiter avec les valeurs des contrôles et des échantillons.

- Intervalle d'acceptabilité pour la solution de contrôle :  $[1,10 ; 1,40] \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Écart-type de répétabilité :  $s_r = 0,05 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$

# ANNEXE 1 : DOSSIER TECHNIQUE

## DOCUMENT 1 : Exemples de dosage de substrat par méthode enzymatique en point final



**BIOLABO**  
www.biolabo.fr  
**FABRICANT :**  
**BIOLABO SAS,**  
Les Hautes Rives  
02160, Maizy, France

## TRIGLYCERIDES Méthode GPO

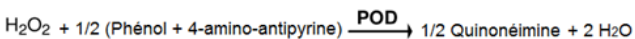
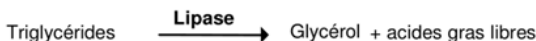
Réactif pour le dosage quantitatif des triglycérides dans le plasma ou le sérum humains

### INTERET CLINIQUE

La mesure de la concentration en triglycérides sanguins est importante dans le diagnostic et le suivi des hyperlipidémies. Son augmentation peut être d'origine génétique ou secondaire à d'autres désordres métaboliques tels que : le diabète mellitus, les hyper et hypothyroïdies, les maladies hépatiques, les pancréatites aiguës et chroniques, les néphroses. Une élévation des triglycérides est aussi un facteur de risque athérogène. Elle est responsable de l'opalescence, voire la lactescence du sérum. Des traitements aux corticoïdes et aux oestroprogestatifs peuvent également induire une augmentation de la triglycéridémie.

### PRINCIPE

Le schéma réactionnel est le suivant :



L'absorbance du complexe coloré (quinonéimine), proportionnelle à la concentration en triglycérides dans le spécimen, est mesurée à 500 nm.

### REACTIFS

#### flacon R1 TAMPON

Tampon PIPES pH 7,4	100 mmol/L
Chlorure de magnésium	9,8 mmol/L
Phénol	3,5 mmol/L

#### flacon R2 ENZYMES

Lipase	≥ 1000 UI/L
Péroxydase (POD)	≥ 1700 UI/L
Glycérol 3 phosphate oxydase (GPO)	≥ 3000 UI/L
Glycérol Kinase (GK)	≥ 660 UI/L
4 - Amino – antipyrine	0,5 mmol/L
Adénosine triphosphate (ATP)	1,3 mmol/L

#### flacon R3 ETALON

Glycérol	2,28 mmol/L
ou <b>triglycérides 2 g/L</b> (2,28 mmol/L)	

### PREPARATION DES REACTIFS

Verser sans délai le contenu d'un flacon R2 (Enzymes), dans un flacon R1 (Tampon). Agiter doucement jusqu'à complète dissolution.

### PRELEVEMENT ET PREPARATION DU SPECIMEN

Sérum ou plasma (sur EDTA ou héparine) prélevés sur sujet à jeun depuis au moins 12 heures. Le sérum doit être séparé des cellules sanguines dans les 2 heures. Ne pas utiliser d'oxalate, fluorure ou citrate.

### MODE OPERATOIRE (TECHNIQUE MANUELLE)

Porter les réactifs et spécimens à température ambiante.

Mesurer dans des tubes à essais bien identifiés :	Blanc	Etalon	Dosage
<b>Réactif</b>	1 mL	1 mL	1 mL
<b>Eau déminéralisée</b>	10 µL		
<b>Etalon</b>		10 µL	
<b>Spécimen</b>			10 µL

Mélanger. Laisser reposer 10 minutes à température ambiante ou 5 minutes à 37°C. Lire les absorbances à 500 nm (480-520) contre le blanc réactif.  
La coloration est stable une heure.

### CALCUL

Le résultat est déterminé d'après la formule suivante :

$$\text{Résultat} = \frac{\text{Abs (Dosage)}}{\text{Abs (Etalon)}} \times \text{concentration de l'Etalon}$$

### LIMITE DE LINEARITE

La réaction est linéaire jusqu'à 7 g/L (7,9 mmol/L).

Au-delà, diluer le spécimen avec une solution NaCl à 9 g/L et refaire le dosage en tenant compte de la dilution dans le calcul du résultat. La limite de linéarité dépend du rapport de dilution spécimen/réactif.

### PERFORMANCES

Intra-série N = 30	Taux normal	Taux élevé	Inter-série N = 33	Taux normal	Taux élevé
Moyenne g/L	1,08	2,21	Moyenne g/L	0,80	2,23
S.D. g/L	0,01	0,02	S.D. g/L	0,01	0,021
C.V. %	1,0	1,0	C.V. %	1,2	1,0

Limite de détection : environ 0,1 g/L

Sensibilité pour 1 g/L : environ 0,125 Abs. à 500 nm.

Comparaison avec réactif du commerce :

$$y = 1,0182x - 0,0302 \quad r = 0,9958$$

### INTERVALLES DE REFERENCE

Triglycérides	g/L	[ mmol/L ]
Valeur recommandée	0,35-1,60	[ 0,40-1,82 ]



**BIOLABO**  
www.biolabo.fr  
**FABRICANT :**  
**BIOLABO SAS,**  
Les Hautes Rives  
02160, Maizy, France

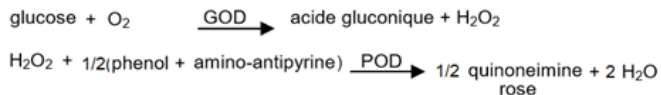
# GLUCOSE GOD-PAP

Liquide Prêt à l'emploi

Réactif pour le dosage quantitatif du glucose dans le plasma, le sérum, ou les urines

## PRINCIPE

Dosage enzymatique du glucose selon les réactions suivantes :



L'intensité de la coloration formée est proportionnelle à la concentration de glucose dans l'échantillon à doser.

## REACTIFS

R1	GLUCOSE GOD PAP	Réactif
	Tampon phosphate	150 mmol/L
	Glucose oxydase (GOD)	≥ 20 000 UI/L
	Péroxydase (POD)	≥ 1000 UI/L
	4-Amino-antipyrine (PAP)	0,8 mmol/L
	Chloro-4-phénol	2 mmol/L

R2	GLUCOSE GOD PAP	Etalon
	Glucose	1 g/L (5,55 mmol/L)

Conformément à la réglementation 1272/2008, ces réactifs ne sont pas classés comme dangereux

## PREPARATION DES REACTIFS

Les réactifs sont prêts à l'emploi.

## PRELEVEMENT ET PREPARATION DU SPECIMEN

Sérum ou plasma :  
Séparé rapidement des cellules sanguines pour prévenir la glycolyse.

Le glucose est stable dans le sérum et le plasma hépariné :

- 8 h à 25°C.
- 72 h à 2-8°C.

Le glucose est stable dans le plasma (fluorure de sodium ou iodoacétate) :

- 24 h à température ambiante.

## MODE OPERATOIRE (TECHNIQUE MANUELLE)

Ramener les réactifs et spécimens à température ambiante.

	Blanc	Etalon	Dosage
Réactif	1 mL	1 mL	1 mL
Eau déminéralisée	10 µL		
Etalon		10 µL	
Spécimen			10 µL

Bien mélanger. Incuber 10 minutes à 37°C ou 20 minutes à température ambiante.  
Lire les absorbances à 500 nm contre le blanc réactif.  
La coloration est stable 30 minutes, puis décroît lentement.

## PERFORMANCES à 37°C sur KENZA 240TX

Domaine de mesure : entre 0,08 g/L et 5,00 g/L

Limite de détection : environ 0,02 g/L

Précision :

Intra-série N = 20	Taux bas	Taux normal	Taux élevé	Inter-série N = 20	Taux bas	Taux normal	Taux élevé
Moy (g/L)	0,36	1,08	3,00	Moy (g/L)	0,36	1,08	2,91
S.D. g/L	0,007	0,018	0,032	S.D. g/L	0,007	0,021	0,04
C.V. %	1,9	1,7	1,1	C.V. %	2,0	1,9	1,4

Comparaison avec réactif liquide du commerce :

Etude réalisée sur sérums humains (n=561) entre 0,24 et 3,57 g/L

$$y = 0,969x + 0,0133 \quad r = 0,9984$$

Sensibilité analytique : approx. 0,060 abs pour 0,1g/L

Interférences :

Turbidité	Interférence positive à partir de 0,181 abs
Bilirubine totale	Interférence négative à partir de 337 µmol/L
Bilirubine directe	Interférence négative à partir de 190 µmol/L
Acide ascorbique	Interférence négative à partir de 3,6 g/L
Hémoglobine	Interférence positive à partir de 228 µmol/L

D'autres substances sont susceptibles d'interférer (voir § Limites)

Stabilité à bords : 2 mois

Stabilité de la calibration : 2 mois

Effectuer une nouvelle calibration en cas de changement de lot de réactif, si les résultats des contrôles sont hors de l'intervalle établi, et après opération de maintenance

## LIMITE DE LINEARITE

La réaction est linéaire jusqu'à 4 g/L (22,2 mmol/L).

Au-delà, diluer le spécimen avec une solution NaCl à 9 g/L et refaire le dosage en tenant compte de la dilution dans le calcul du résultat.

## CALCUL

Le résultat est déterminé d'après la formule suivante :

$$\text{Résultat} = \frac{\text{Abs (Dosage)}}{\text{Abs (Etalon)}} \times \text{concentration de l'Etalon}$$

## INTERVALLES DE REFERENCE

Dans le sérum ou le plasma :	g/L	[mmol/L]
Nouveau-né	0,40-0,60	[ 2,2-3,3 ]
Enfant	0,60-1,00	[ 3,3-5,6 ]
Adulte	0,74-1,06	[ 4,1-5,9 ]

## DOCUMENT 2 : Aspects technologiques de l'antibiogramme standard par diffusion

### Principe

L'antibiogramme par diffusion en milieu gélosé consiste à déposer, sur une gélose ensemencée préalablement en surface avec la souche bactérienne à étudier, des disques imprégnés de quantités connues d'antibiotiques. Les antibiotiques diffusent radialement dans le milieu et forment un gradient de concentration décroissant dans la gélose. Après incubation, on observe une zone d'inhibition circulaire de la croissance bactérienne autour du disque. Le diamètre de la zone d'inhibition est d'autant plus grand que la CMI de l'antibiotique sur cette souche est faible. La comparaison du diamètre à un abaque, présentant les données pharmacologiques que sont les concentrations critiques inférieure ( $c$ ) et supérieure ( $C$ ), permet de déterminer le niveau de sensibilité de la souche bactérienne à l'antibiotique.

### Facteurs influençant les résultats

Le diamètre de la zone d'inhibition est influencé par différents paramètres. La méthode doit donc être standardisée pour permettre l'obtention d'un résultat fiable et reproductible. Cette standardisation est définie par le Comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie ([www.sfm.asso.fr](http://www.sfm.asso.fr)).

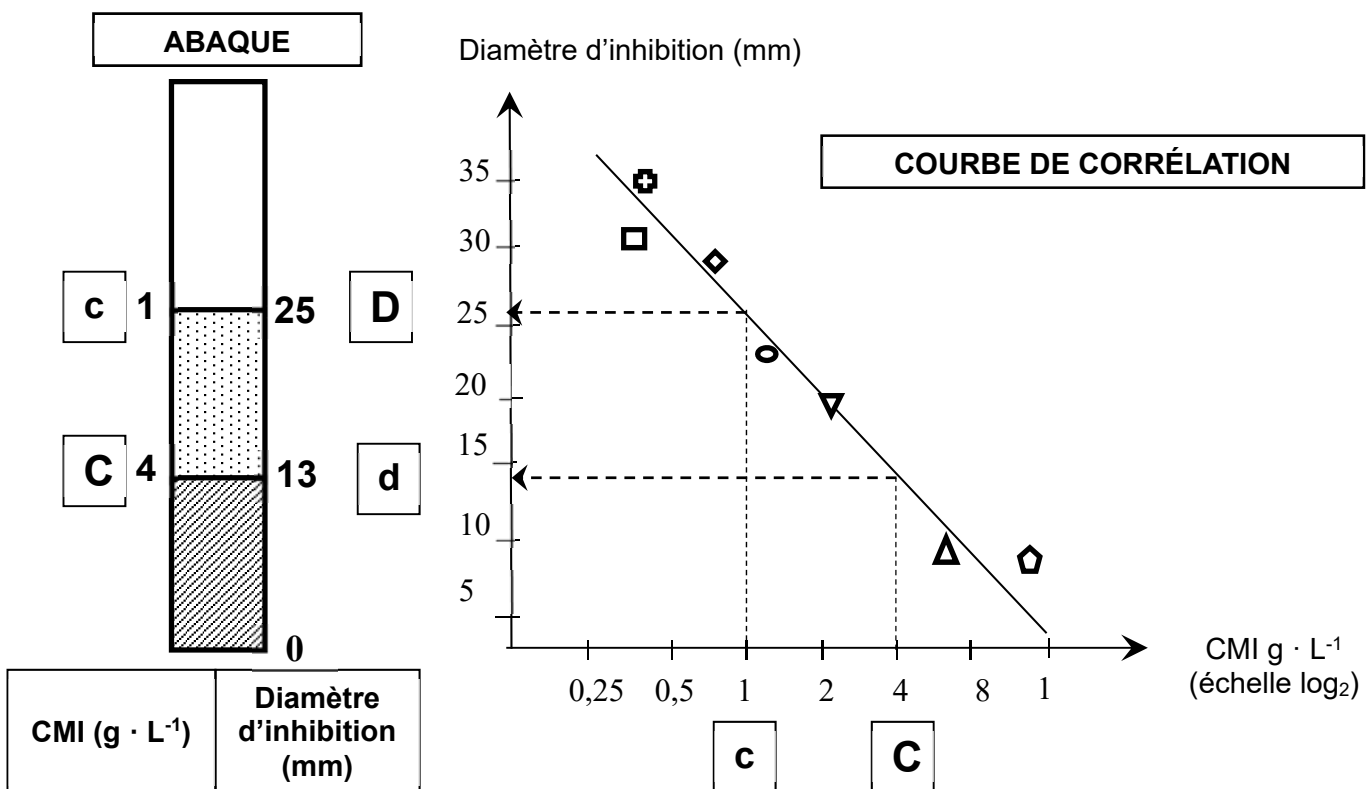
### Construction d'abaques de lecture

Le Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de microbiologie édite des abaques de lecture spécifiques de chaque antibiotique. Ces abaques sont construits en déterminant pour un antibiotique donné et sur un grand nombre de souches bactériennes :

- la CMI en tube ;
- le diamètre d'inhibition pour le disque correspondant.

Sur la droite de corrélation obtenue sont représentées les concentrations critiques  $c$  et  $C$ . Ces données permettent de construire l'abaque qui représente la relation entre les diamètres d'inhibition et la CMI exprimée en échelle logarithmique.

### Construction des abaques à partir de la courbe de corrélation entre CMI et diamètre d'inhibition obtenus pour différentes souches bactériennes



#### Les tests urinaires utilisés par les « pisseurs » de glyphosate sont-ils fiables ?

par Pauline Moullot

publié dans Libération le 14 septembre 2019

Alors que les analyses urinaires des « pisseurs involontaires » de glyphosate ont toutes détecté la présence de l'herbicide, celles d'un groupe d'agriculteurs sont toutes revenues négatives. La méthode utilisée n'est pas la même.

1 505 plaintes de « pisseurs de glyphosate » ont été déposées pour « *mise en danger de la vie d'autrui* », « *tromperie aggravée* » et « *atteinte à l'environnement* ». Ces plaintes font suite au lancement d'une Campagne glyphosate, par l'association du même nom, pour évaluer le niveau d'exposition des Français à l'herbicide controversé. Pour cela, l'association propose aux citoyens qui le souhaitent de tester leur urine, grâce à des tests analysés par l'entreprise allemande Biocheck, basée à Leipzig. Depuis le 17 avril 2018, plus de 5 200 « pisseurs » ont ainsi découvert la présence de glyphosate dans leurs urines. Les résultats s'échelonnent de 0,075 µg/L, la limite de détection du glyphosate par Biocheck, à 7 µg/L. La moyenne des résultats serait de 1,2 µg/L selon « les pisseurs involontaires ».

La méthodologie de ces tests est critiquée depuis le début du mois. Cela était déjà le cas en janvier dernier, quand *Envoyé Spécial* avait fait le test. *CheckNews* avait alors fait le point sur la méthodologie des tests ELISA réalisés par l'entreprise Biocheck. Comme *CheckNews* l'expliquait alors, le test ELISA utilisé a fait l'objet d'une publication scientifique, signée notamment par le laboratoire Abraxis (qui a mis au point la méthode ELISA et fournit les kits à Biocheck). *CheckNews* concluait que la méthode ELISA permettait bien de détecter du glyphosate dans les urines, mais ne permettait pas une interprétation rigoureuse quant à la dangerosité de l'exposition au pesticide.

#### Pas de méthode officielle en France

L'utilisation massive du même test par les « pisseurs involontaires » a remis le sujet sur la table. Cette fois, ce sont les agriculteurs du Morbihan qui lancent la contre-offensive. Eux aussi ont testé leur exposition au glyphosate et ils assurent que sur la vingtaine d'agriculteurs testés au CHU de Vannes, toutes les analyses sont revenues négatives.

Les agriculteurs ont réalisé leurs analyses dans un laboratoire de centre hospitalier, qui a utilisé la méthode de la chromatographie, une autre méthode de quantification.

Pourquoi alors, les résultats sont-ils si opposés ? Il n'existe pas de méthode officielle pour mesurer le taux d'exposition au glyphosate. On peut donc, au choix, utiliser l'ELISA ou la chromatographie.

#### Aucune différence significative

Les deux méthodes sont-elles aussi fiables l'une que l'autre ? Oui, selon l'étude cosignée par le laboratoire Abraxis qui conclut qu'« *aucune différence statistique significative n'a été trouvée entre l'analyse ELISA et la chromatographie en phase liquide* ».

Contacté par *Checknews*, Abraxis réaffirme (sans surprise) la validité du test ELISA, mais indique également qu'il est préférable de doubler le test par l'autre méthode : « *Cette méthode est fiable. Mais, comme pour toute technique analytique, il est hautement recommandé de la confirmer avec une technique différente, comme la chromatographie en phase liquide ou la chromatographie en phase gazeuse* ». Ce qui n'a vraisemblablement pas été le cas pour les tests ELISA analysés par Biocheck.

Il est difficile, en l'état, de comparer les deux méthodes puisqu'aucune analyse croisée entre les deux tests n'a été effectuée sur un même échantillon. Ce que l'on sait en revanche, c'est que les limites de détection des deux tests sont différentes. En effet, la limite de détection du test ELISA mis en œuvre par Biocheck est de 0,075 µg/L alors que celle du laboratoire qui a analysé les échantillons des agriculteurs FDSEA est de 0,4 µg/L.

## Accusations croisées

Cette question de la limite de détection n'explique pas à elle seule les résultats contradictoires des deux méthodes. En effet, la moyenne des analyses des « pisseurs involontaires » se situe à 1,2 µg/L, au-dessus de la limite de détection de la chromatographie (0,4 µg/L).

Du coup, les soupçons (partagés dans les deux camps) portent également sur la mise en œuvre des tests. Ainsi, le fait que la méthode ELISA soit jugée fiable ne signifie pas pour autant que sa mise en œuvre par le laboratoire Biochek l'est également.

Les pisseurs involontaires expliquent que les tests ont été effectués sous le contrôle d'un huissier et en demandant aux « pisseurs » de retenir leur urine pendant six heures pour que celle-ci soit le moins diluée possible. « *Le taux varie beaucoup si les gens ont uriné juste avant l'échantillonnage* », indique-t-il avant de s'interroger à son tour sur le protocole mis en œuvre par la FDSEA pour ses tests « *si les agriculteurs n'ont pas retenu leur urine, s'ils ont fait le test après une longue période sans traitement et s'ils ont traité en portant une tenue de protection spéciale, cela pourrait aussi justifier que leurs taux soient si bas* ».

Des interrogations aussi relayées par les « pisseurs involontaires » du Morbihan, comme le relève Ouest-France : « *Le laboratoire allemand est conforme aux normes européennes et est tout à fait fiable et organisé pour effectuer de telles analyses dans le cadre d'un protocole clair et précis, indique le groupe Bretagne. Qu'en est-il de celui utilisé pour les tests de la FDSEA 56 ? Quelle garantie nous donne-t-elle sur la transparence de l'opération, sur le protocole utilisé, sur la durée de rétention des urines, sur le respect du conditionnement des échantillons et son financement de l'opération ? Aucune !* »

La FDSEA du Morbihan, de son côté, indique ne pas avoir demandé aux agriculteurs de retenir leurs urines, et précise sur son protocole : « *les 24 échantillons ont été réalisés le 12 juillet, au laboratoire du centre hospitalier de Vannes. Quelques-uns avaient traité moins d'une semaine avant* ».

La rétention, ou non, de ses urines peut-elle vraiment influencer le résultat ? Abraxis répond ne pas avoir de données sur ce sujet : « *Nous pouvons uniquement nous prononcer sur la capacité du kit à détecter le composant dans la matrice, pas sur sa toxicologie.* » Biocheck, de son côté, ne nous a pas répondu.

En résumé : si chaque méthode est fiable selon la littérature scientifique, le seul moyen de mettre un terme à la polémique entre la méthode ELISA des « pisseurs involontaires » et la chromatographie des agriculteurs de la FDSEA serait d'effectuer les deux méthodes sur un seul et même échantillon. Ce que tous les interlocuteurs interrogés dans le cadre de cet article recommandent.

Précisons que, selon un article<sup>1</sup> recensant toutes les études menées sur l'exposition de populations au glyphosate, les résultats diffèrent largement. Quels que soient les tests utilisés, ils oscillent de 0,23 µg/L dans une étude à 9,5 µg/L (sur des échantillons prélevés sur un agriculteur le jour d'un traitement) dans une autre.

<sup>1</sup> Article : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6322310/#CR25>



### Microbiote intestinal : un métabolite jouerait un rôle important pour notre santé cardiovasculaire et la régulation de la glycémie

D'après un article paru le 01/06/2021

[www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)

Le microbiote intestinal est un écosystème qui ne cesse d'étonner et dont le rôle s'avère déterminant pour notre santé. Complexe, abritant des milliers d'espèces et de souches microbiennes, il fait l'objet de recherches poussées depuis plusieurs années. De nombreux travaux scientifiques ont souligné qu'il existe un lien entre la diversité des souches de bactéries qui y sont présentes et certains paramètres de santé, notamment cardiovasculaires et métaboliques.

Le bon fonctionnement de notre microbiote intestinal a un impact sur notre santé générale, physique et psychologique. Comprendre comment l'architecture du microbiote et la fonction des bactéries qui l'habitent influent sur l'organisme est devenu un axe de recherche essentiel ces dernières années. Dans ce contexte, des chercheurs et chercheuses de l'Inserm et de l'université de Copenhague au Danemark ont montré qu'un métabolite issu des bactéries intestinales, l'hippurate, est associé à la diversité du microbiote. Il jouerait un rôle important pour notre santé cardiovasculaire et métabolique, notamment en participant à la régulation de la glycémie. Ces travaux sont parus dans la revue *Gut*.

L'équipe dirigée par le chercheur de l'Inserm Dominique Gauguier s'est intéressée à l'hippurate, un métabolite produit par les bactéries intestinales que l'on retrouve dans les urines. Les scientifiques ont combiné deux méthodes, le séquençage ADN (analyse du profil génétique) des bactéries du microbiote intestinal et le profilage métabolomique urinaire (analyse de petits métabolites présents dans les urines), chez 271 personnes d'une cohorte danoise. À partir des données obtenues, les scientifiques montrent que des niveaux élevés d'hippurate dans les urines sont associés à une plus grande diversité de la flore intestinale et une augmentation de la richesse en gènes du microbiote, qui sont deux paramètres protecteurs du risque cardiometabolique (risque de développer des maladies cardiovasculaires ou du diabète).

Les chercheurs disposaient par ailleurs d'informations relatives aux habitudes alimentaires des participants, ainsi qu'à leur indice de masse corporelle (IMC). Ils ont constaté que chez les personnes obèses ayant une alimentation riche en graisses saturées, et un risque de développer des problèmes cardiovasculaires et métaboliques, des niveaux élevés d'hippurate avaient des effets bénéfiques sur le poids et sur la santé métabolique.

Ces résultats ont été complétés par une étude de validation chez des souris obèses, nourries avec un régime gras. Dans ces modèles animaux, l'administration d'hippurate améliorait l'équilibre glycémique et stimulait la sécrétion d'insuline. « *Ces travaux confirment l'importance de l'architecture et de la fonction de la flore intestinale en santé humaine, en démontrant le rôle bénéfique d'un métabolite produit par des bactéries intestinales, comme nous l'avons déjà démontré précédemment avec un autre métabolite, le cresol* », souligne Dominique Gauguier. L'intérêt de ces résultats est à la fois diagnostique, l'hippurate pouvant être considéré comme un biomarqueur de la diversité du microbiote, mais aussi thérapeutique.

En effet, on pourrait par exemple envisager de modifier le microbiote avec des systèmes probiotiques produisant en plus grande quantité les bactéries intestinales qui synthétisent les précurseurs de l'hippurate. Cela permettrait ensuite d'augmenter les niveaux d'hippurate avec des effets protecteurs sur le risque cardiometabolique. Pour les chercheurs, la prochaine étape serait de poursuivre ces travaux en étudiant les mécanismes cellulaires permettant d'expliquer comment l'hippurate favorise la sécrétion de l'insuline et la régulation de la glycémie.

***Salmonella* : les méthodes d'analyse s'enrichissent**

D'après un article de Chantal Urvoy publié en avril 2019 dans la Revue de l'Industrie Agroalimentaire ([www.ria.fr](http://www.ria.fr))

95 % de la transmission à l'homme des *Salmonella* a lieu par voie alimentaire. Les industriels disposent de toute une gamme de méthodes d'analyse alternatives rapides pour détecter des contaminations.

En 2019, les salmonelloses constituent la deuxième cause de zoonose bactérienne d'origine alimentaire en Europe après *Campylobacter*. Le nombre de cas confirmés s'y est stabilisé autour de 88 000. En France, les aliments les plus souvent impliqués sont les œufs et produits à base d'œufs (22 % des TIAC à *Salmonella*), les viandes peu cuites de volaille, porc ou bovin (13 %) et les produits laitiers (7 %). S'il existe plus de 2 600 sérotypes de *Salmonella*, les plus identifiés dans les produits alimentaires en Europe sont *S. Enteritidis* (47 à 50 % des cas de salmonellose ces dernières années), *S. Typhimurium* (13 à 14 % des cas) et son variant monophasique (8 à 9 %). Viennent ensuite *S. Infantis* (2,4 % des cas) et *S. Newport* (1 à 1,4 %).

Côtés industriels, les critères de sécurité du règlement CE n° 2073/2005 exigent, selon les produits, une absence de *Salmonella* dans 5 ou 30 échantillons de 10 ou 25 g analysés. Les méthodes alternatives validées par l'AFNOR ou Microval, selon la norme EN ISO 16140 sont autorisées par ce règlement. Culturelles, immunologiques ou moléculaires (voir tableau ci-dessous), ces méthodes sont validées sur des échantillons de 25 g, et pour certaines sur des pesées allant jusqu'à 375 g pour des matrices précises. Les méthodes alternatives d'analyse pour les échantillons environnementaux sont les mêmes que pour les matrices sous réserve qu'elles soient validées sur matrice environnementale. Si le cas est positif, celui-ci doit être confirmé par des techniques après mise en culture de la bactérie sur un milieu pour l'isoler.

**Confirmation plus rapide et plus fiable**

De nouvelles méthodes alternatives d'identification voient le jour ou sont en réflexion pour gagner en rapidité. C'est le cas de la spectrométrie de masse MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption-Ionization – Time of Flight) adaptée à l'identification des bactéries à partir de colonies sur gélose. Elle est basée sur la désorption et l'ionisation des protéines bactériennes par un rayonnement laser. Les protéines ionisées sont ensuite accélérées dans un champ électrique, puis volent dans un tube où elles sont séparées selon leur masse (les grosses molécules vont se déplacer moins vite que les petites). Un analyseur du temps de vol détecte le passage de chaque type de protéines, ce qui correspond à un pic sur le spectre de masse. Certains composants du spectre sont spécifiques à un genre, d'autres à une espèce, voire à une sous-espèce. Le profil obtenu est ensuite comparé automatiquement à l'ensemble des spectres de référence contenus dans la base de données.

Cette méthode, qui donne un résultat en quelques minutes, est beaucoup plus rapide que les galeries biochimiques type API traditionnellement utilisées pour confirmer un test positif issu d'une méthode culturale, immunologique ou moléculaire, dès lors que la souche à confirmer est isolée pour ces deux dernières méthodes. Les galeries API nécessitent en effet 24 h d'incubation après la culture sur gélose. Le gain de temps est d'au minimum un jour comparé aux méthodes classiques, ce qui permet aux industriels de libérer plus rapidement les lots. La fiabilité du résultat est également augmentée car la spectrométrie MALDI-TOF ne présente pas les mêmes biais que les galeries biochimiques qui peuvent conduire à de faux positifs.

**Biocapteurs**

Côté détection, de nombreuses équipes de recherche au niveau international ont développé des méthodes alternatives basées sur les biocapteurs, et plus particulièrement les aptasensors où un acide nucléique est utilisé comme élément de bio-reconnaissance. L'intérêt croissant pour ces dispositifs est lié à leur grande spécificité, à leur commodité et à leur réaction relativement rapide.

Il existe différents types de biocapteurs (à transduction optique comme le test de flux latéral ou LFA, électrochimique, de masse). Chacun a son propre fonctionnement mais globalement un biocapteur fonctionne ainsi : une cible (ici la bactérie *Salmonella*) présente dans un échantillon alimentaire broyé et remis en suspension en tampon, va être déposée sur une surface (une bandelette de papier pour le LFA, une électrode en carbone ou en or pour les biocapteurs électrochimiques ou en cristal de quartz pour les biocapteurs à détection de masse). Cette



surface est greffée d'un élément de reconnaissance appelé le biorécepteur. Celui-ci peut-être un anticorps ou un aptamère (court fragment d'ADN ou d'ARN simple brin). Il va prendre en charge spécifiquement sa cible et uniquement elle. Une fois la cible capturée par le biorécepteur, un signal physico-chimique est émis et traduit par le transducteur en signal amplifié mesurable (optique, électrochimique, variation de masse). Ce signal est ensuite traité par une interface informatique.

**Exemples de méthodes de recherche de salmonelles (méthode officielle et méthodes alternatives culturelles, immunologiques et moléculaires) :**

Méthodes	Délais d'obtention des résultats	Principales étapes de l'analyse
Méthode officielle NF EN ISO 6579-1 (méthode horizontale)	5 - 6 j	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pré-enrichissement en eau peptonée tamponnée</li> <li>- Enrichissement sélectif</li> <li>- Isolement sur milieux sélectifs</li> <li>- Purification sur gélose ordinaire</li> <li>- Identification biochimique</li> <li>- Sérotypage</li> </ul>
Rapid <i>Salmonella</i> <sup>1</sup> (Biorad)	2 j	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enrichissement sélectif</li> <li>- Isolement sur milieu chromogénique Rapid <i>Salmonella</i></li> <li>- Confirmation : immunologique (latex), PCR ou MALDI-TOF</li> </ul>
Reveal <i>Salmonella</i> 2.0 <sup>1</sup> (Neogen)	24 - 48 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enrichissement sélectif</li> <li>- Immunochromatographie</li> </ul>
Solus one <i>Salmonella</i> ELISA <sup>1</sup> (Perkin Elmer)	24 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enrichissement sélectif</li> <li>- Inactivation thermique</li> <li>- ELISA</li> </ul>
iQ-Check <i>Salmonella</i> II <sup>1</sup> (Biorad)	12 - 20 h (fonction des matrices)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pré-enrichissement en eau peptonée tamponnée</li> <li>- Extraction d'ADN</li> <li>- PCR en temps réel méthode Taqman</li> </ul>

<sup>1</sup> Méthode alternative validée AFNOR

### Herbicides et modification dans la sensibilité aux antibiotiques chez *Escherichia coli* et *Salmonella Typhimurium*

Extrait de l'article :

« *Sublethal exposure to commercial formulations of the herbicides dicamba, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, and glyphosate cause changes in antibiotic susceptibility in Escherichia coli and Salmonella enterica serovar Typhimurium* »

Brigitta Kurenbach, Delphine Marjoshi, Carlos F. Amabile-Cuevas, Gayle C. Ferguson, William Godsoe, Paddy Gibson, Jack A. Heinemann

Revue ASM (American Society of Microbiology) / mBio / Vol.6 n°2 – Mars 2015

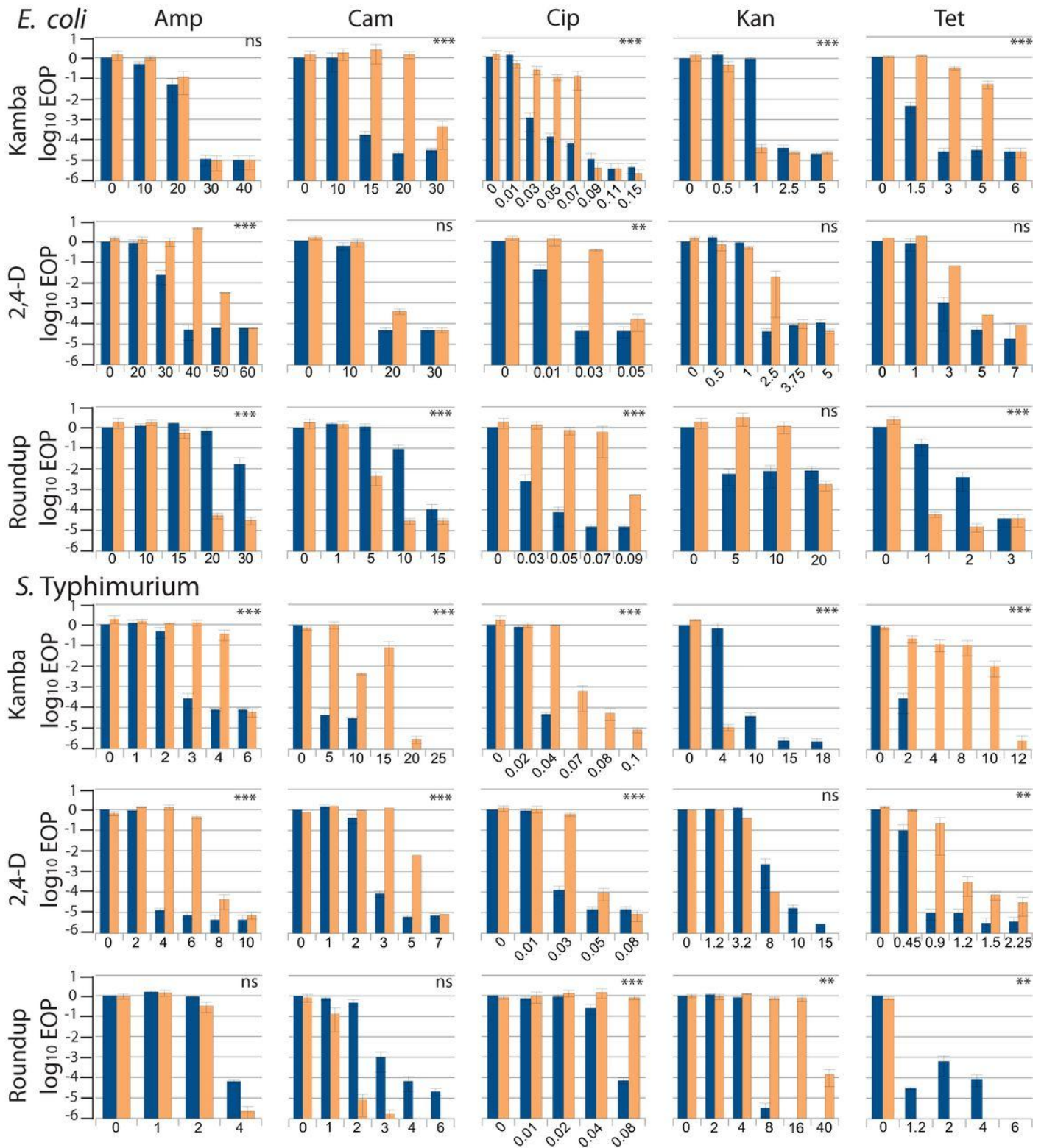
#### Traduction :

Les biocides, tels que les herbicides, sont régulièrement testés pour leur toxicité, mais non pour leurs effets sublétaux sur les microbes. De nombreux biocides sont connus pour induire un phénotype adaptatif de multirésistance aux antibiotiques. Cela peut être dû soit à une augmentation de l'expression des pompes à efflux, soit à une synthèse réduite des porines de la membrane externe, soit aux deux.

Des antibiotiques de cinq classes différentes ont été choisis pour cette étude : ampicilline (AMP,  $\beta$ -lactamine), ciprofloxacine (CIP, fluoroquinolone), chloramphénicol (CAM), kanamycine (KAN, aminoside), tétracycline (TET).

Les expositions d'*Escherichia coli* et de *Salmonella enterica* sérovar Typhimurium aux formulations commerciales de trois herbicides – dicamba (Kamba), acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (2,4-D) et glyphosate (Roundup) – se sont avérées induire une réponse modifiée aux antibiotiques. Les courbes de destruction en présence et en l'absence de concentrations sublétales d'herbicides ont montré que les directions et l'ampleur des réponses variaient selon l'herbicide, l'antibiotique et l'espèce (**Fig 1**). Dans certains cas, la CMI a augmenté et dans d'autres, elle a diminué. Par exemple, lorsque *S. Typhimurium* a été exposé simultanément au Roundup et à la kanamycine, l'EOP (concentration en nombre de microorganismes obtenue après exposition au traitement divisé par la concentration en nombre de microorganismes de la même souche obtenue sans exposition) était d'environ 0,78 pour une concentration de 16  $\mu\text{g}/\text{mL}$  de KAN. À cette concentration, l'EOP sur milieu avec KAN mais sans herbicide était en dessous de la limite de détection. En effet, l'herbicide a augmenté la concentration d'antibiotique nécessaire pour atteindre une dose mortelle.

Les produits chimiques de plus en plus couramment utilisés dans l'agriculture, les jardins domestiques et les lieux publics peuvent induire un phénotype de multirésistance aux antibiotiques chez les agents pathogènes. L'ampleur de la réponse induite peut nuire à l'antibiothérapie et augmenter considérablement la probabilité de mutation spontanée vers des niveaux de résistance plus élevés. La combinaison d'une forte utilisation d'herbicides et d'antibiotiques à proximité d'animaux de ferme et d'insectes importants, tels que les abeilles, pourrait également compromettre leurs effets thérapeutiques et conduire à une utilisation accrue des antibiotiques. Pour faire face à la crise de la résistance aux antibiotiques, il faut élargir notre vision des contributeurs environnementaux à l'évolution de la résistance.



**Fig 1 - Histogrammes montrant l'action croisée d'herbicides et d'antibiotiques sur les deux bactéries test.**

En abscisse : concentrations en antibiotiques en µg/mL.

Barres bleues : absence d'herbicide. Barres orange : herbicide présent.

Concentrations d'herbicides utilisées (*E.coli* / *S.Typhimurium*) : Kamba 1830 ppm/1950 ppm ;

2,4-D 1830 ppm/1950 ppm ; Roundup 1240 ppm/1240 ppm.

## DOCUMENT 7 : Diabète de type 2

Dossier réalisé par Rémy Burcelin et Paul Sabatier.

Modifié le : 13/02/2019

Publié le : 05/07/2017

www.inserm.fr

La prévalence du diabète de type 2 (DT2) a beaucoup augmenté ces dernières années. La tendance reste plus marquée dans certaines populations, notamment dans les départements d'Outre-mer et les départements ou les zones les moins favorisés d'un point de vue socio-économique. Une part de l'augmentation est liée au vieillissement de la population et à l'espérance de vie prolongée des diabétiques, mais elle tend à se stabiliser. En revanche, les déséquilibres nutritionnels et la sédentarité participent de plus en plus à la « propagation » du DT2. Cette hygiène de vie délétère, induisant une augmentation générale du poids et du nombre de personnes atteintes d'obésité, préoccupe au plus haut point les diabétologues.

### Les facteurs de risque

Les études génétiques démontrent qu'il est extrêmement rare que le DT2 soit dû à la mutation d'un gène. En revanche, il existe sans doute des profils génétiques (c'est-à-dire des combinaisons de gènes) qui augmentent la susceptibilité à la maladie, autrement dit le risque de devenir diabétique si l'on adopte un mode de vie inadapté.

Mais le principal facteur de risque du DT2 tient à l'hygiène de vie. Une alimentation trop grasse et trop sucrée, combinée à la sédentarité (absence d'exercice physique), mène à l'obésité qui constitue en elle-même un facteur majeur de risque de diabète. Les enfants, *via* la surconsommation de sodas et autres boissons sucrées, ainsi que la disparition de la marche et des jeux au profit des loisirs sur écran, ne sont plus épargnés. Certains médicaments, en particulier des neuroleptiques, souvent prescrits en France, peuvent aussi participer au déclenchement d'un DT2.

D'autres facteurs interviennent, comme notamment la flore intestinale. Non seulement ce microbiote reflète le mode de vie (nutrition, médicaments, sédentarité) de son hôte, mais il peut lui-même constituer un facteur de risque et, dans certains cas, une cause directe de DT 2. On sait désormais identifier la « signature » d'un microbiote de patient diabétique. Des solutions thérapeutiques visant à traiter le microbiote plutôt que l'hôte pourraient émerger de ces connaissances.

### Détecter et diagnostiquer

Les patients « prédiabétiques » (on parle aussi d'intolérance au glucose) ou même diabétiques ne présentent en général aucun signe clinique avant plusieurs années. De ce fait, l'âge moyen de prise en charge est souvent trop avancé (65 ans en France). L'hyperglycémie est alors déjà installée depuis longtemps et les dégâts ont commencé. La seule méthode de détection de la maladie à un stade précoce est la mesure de la glycémie à jeun. Elle devrait être systématiquement effectuée chez les plus de 50 ans.

- Entre 1,10 et 1,26 g/L, le patient est considéré comme prédiabétique.
- Si la glycémie dépasse 1,27 g/L lors de deux dosages successifs, le diabète est déclaré.

D'autres critères – glycémie post-prandiale, glycémie provoquée, taux d'hémoglobine glyquée (hémoglobine sur laquelle s'est fixé du glucose) – peuvent confirmer ou préciser le diagnostic.

### L'hygiène de vie, traitement prioritaire

Le traitement de référence du diabète de type 2, celui qui doit être entamé avant tout autre, est la modification des habitudes de vie, incluant :

- une perte de poids quand elle est nécessaire
- une activité physique régulière
- une alimentation équilibrée.

Ces mesures peuvent être suffisantes pour contrôler la glycémie. Mais ces changements sont souvent difficiles à mettre en œuvre et à accepter par le patient.

Viennent ensuite des médicaments antidiabétiques, qui aident à contrôler la glycémie. Il existe plusieurs classes thérapeutiques fondées sur des mécanismes d'action différents, administrées seules ou associées entre elles. En

première intention médicamenteuse, le praticien prescrit toujours de la metformine. En deuxième intention, et dans le cadre d'une approche de médecine personnalisée, il peut choisir entre de multiples options :

- Les sulfamides hypoglycémiantes et les glinides stimulent la production d'insuline au niveau du pancréas.
- Les inhibiteurs des alpha-glucosidases retardent l'absorption des glucides après les repas.
- Les agonistes du récepteur du glucagon-like peptide-1 (GLP1) ralentissent la vidange gastrique, limitent l'appétit et stimulent la sécrétion d'insuline, mais uniquement en cas d'élévation de la glycémie. Ils limitent donc le risque d'hypoglycémie. Ils peuvent être combinés à une insuline dite « lente » qui maintient continuellement une concentration basale d'insuline.
- Des inhibiteurs DDP-4 bloquent la dégradation du GLP1,
- Les inhibiteurs de SGLT2, ou iSGLT2, agissent sur le rein en bloquant la réabsorption du glucose.

Il a été démontré que certains de ces traitements (agonistes du récepteur de GLP1, iSGLT2) ont en eux-mêmes des impacts positifs au niveau cardiovasculaire, hépatique ou rénal.

Malgré ces traitements, la glycémie de certains patients peut rester mal contrôlée. C'est en particulier le cas en l'absence d'amaigrissement, en cas d'impossibilité d'introduire une « vraie » activité physique, ou encore lorsque la capacité des cellules du pancréas à sécréter de l'insuline s'est épuisée au fil des années. Ces personnes ont alors recours à une insulinothérapie, qui consiste à s'injecter de l'insuline, comme dans le diabète de type 1. Il existe aujourd'hui une variété d'insulines « intelligentes », à action lente ou prolongée, qui permet d'adapter ce traitement à tous les cas. Associés à ces insulines, certains médicaments antidiabétiques comme les agonistes du récepteur à GLP1 peuvent en outre induire un amaigrissement notable.

### **Les enjeux de la recherche**

La recherche sur le diabète de type 2 se poursuit selon deux grands axes :

- les mécanismes impliqués dans l'apparition de la maladie (recherche fondamentale), afin de découvrir de nouvelles cibles thérapeutiques
- le développement de solutions thérapeutiques (recherche préclinique et clinique).

Concernant le premier axe, les scientifiques s'attachent actuellement à décrypter les mécanismes moléculaires associés au rôle du microbiote intestinal dans la survenue du DT2. Quatre grands phénomènes sont explorés :

- les processus inflammatoires intestinaux
- la sécrétion et action des incrétines : GLP1 et GIP (peptide insulino-trope dépendant du glucose), deux hormones gastro-intestinales stimulant la sécrétion d'insuline après les repas
- l'immunité intestinale
- le système nerveux entérique (axe intestin cerveau).



## ANNEXE 3 : AIDE-MÉMOIRE DE MÉTROLOGIE

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 :

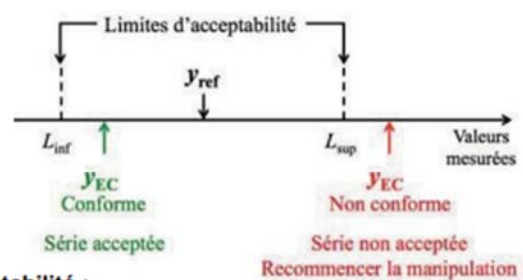
- un essai sur un étalon de contrôle ; la valeur mesurée obtenue est notée  $y_{EC}$ .
- un ou deux essais sur chacun des échantillons à doser.

#### 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 :**

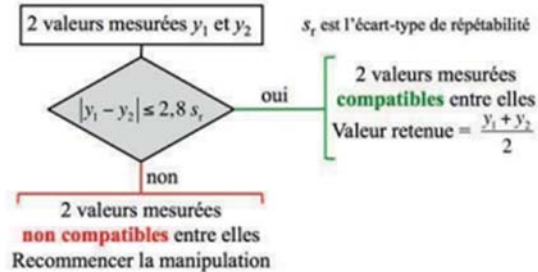
- la valeur mesurée n'est **pas exacte** donc **non conforme** : l'exécution de la procédure de mesure n'est pas satisfaisante dans les conditions du jour ;
- en conséquence, les valeurs mesurées de toute la série **ne sont pas acceptées**; il faut rechercher l'origine de la mauvaise exactitude avant de recommencer la manipulation<sup>1</sup>.

#### 1.2 Vérification de la compatibilité métrologique dans le cas de deux essais effectués en répétibilité

Soient deux valeurs mesurées ( $y_1$  et  $y_2$ ) pour un même échantillon et l'écart-type de répétibilité ( $s_r$ ) 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<sup>2</sup>.



### 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**

<sup>1</sup> et <sup>2</sup> 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.

- **Aide-mémoire de métrologie**
- **Dossier technique**
- **Dossier documentaire**
- **Fiche de données de sécurité (FDS)**
  - NaOH à 2 mol · L<sup>-1</sup>
  - Glyphosate (fiche toxicologique)
- **Référentiels**
  - Maths, EMC tronc commun de 1<sup>ère</sup> et Tle technologiques
  - Biotechnologie 1<sup>ère</sup> STL
  - Biochimie-Biologie-Biotechnologies Tle STL
  - PCM 1<sup>ère</sup> et Tle STL
  - BPH 1<sup>ère</sup> ST2S
  - C-BPH Tle ST2S
  - STS Analyse de Biologie Médicale
  - STS BioAnalyse et Contrôle
  - STS Biotechnologies
- **Site 3RB**

Site du réseau ressources risques biologiques, accessible sur un poste informatique dédié.