



Concours du second degré

Rapport de jury

Concours : CAPET Externe

Section : Biochimie-Génie Biologique

Session 2014 exceptionnelle

Rapport de jury présenté par : Jean-Pascal Dumon

SOMMAIRE

Composition du jury.....	Page 2
Renseignements statistiques.....	Page 3
Avant propos du président.....	Page 5
Epreuves d'admissibilité	Page 6
Composition d'Epreuve de synthèse	
Eléments de correction.....	Page 7
Rapport.....	Page 15
Composition d'Etude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation	
Eléments de correction.....	Page 19
Rapport.....	Page 29
Epreuves d'admission	
Leçon portant sur les programmes des lycées et des classes post-baccalauréat	
Exemple de sujet.....	Page 34
Rapport.....	Page 54
Epreuve sur dossier	
Rapport.....	Page 58
Conclusion générale.....	Page 62

COMPOSITION DU JURY

Président du jury

Mr Jean-Pascal DUMON, Inspecteur général de l'éducation nationale

Vice-présidents

Mme Caroline BONNEFOY, Inspecteur d'académie /inspecteur pédagogique régional, Rectorat Académie de Versailles

Secrétaire général

Mme Catherine MILLET, Professeur Agrégée

Membres

AMMEUX	Cécile	professeur certifié	Lycée Valentine Labbé	La Madeleine
ANDRE	Sylvain	professeur agrégé	Lycée Jacques Monod	St Jean de Braye
BIGOT	Armelle	professeur agrégé	Lycée Pierre-Gilles de Gennes	Paris
BOCHARD	Valérie	professeur agrégé	Lycée Jean Macé	Lanester
BOUQUET	Raphael	professeur agrégé	Lycée Pierre-Gilles de Gennes	Paris
CARAYOL	Géraldine	professeur agrégé	Lycée Marie Curie	Versailles
CAZALOT	Anne	professeur agrégé	Lycée Pierre-Gilles de Gennes	Paris
CHAMBORT	Magali	professeur certifié	Lycée Raoul Dautry	Limoges
CHANIAUD	Elisabeth	IA-IPR	Rectorat	Paris
CNOKAERT	Joël	IA-IPR	Rectorat	Aix-Marseille
COLOMB	Nathalie	professeur agrégé	Lycée Senghor	Evreux
CONCHONAUD	Fabien	professeur agrégé	Lycée Marie Curie	Marseille
DENDALETCH	Joël	professeur agrégé	Lycée La Découverte	Decazeville
DESCHAMPS	Delphine	professeur agrégé	Lycée Galilée	Franqueville St Pierre
DEVAUX	Christian	professeur agrégé	Lycée Hugues Libergier	Reims
DOUCET	Sandrine	professeur agrégé	Lycée St Louis	Bordeaux
DUBRAC	Claire	professeur certifié	Lycée Hugues Libergier	Reims
FAUTREZ	Véronique	professeur certifié	Lycée Valentine Labbé	La Madeleine
FREMY	Gilles	professeur certifié	Lycée des Métiers de la Plasturgie	Marmande
GIRARD	Frédéric	professeur agrégé	Lycée Docteur Lacroix	Narbonne
HAEBERLE	Susanne	professeur certifié	Lycée Lavoisier	Mulhouse
HEBERT	Hugues	professeur agrégé	Lycée Pierre-Gilles de Gennes	Paris
LEONETTI	Brigitte	professeur certifié	ESTBA	Paris
LISSANDRE	Anne-Laure	professeur certifié	Lycée Françoise de Grâce	Le Havre
MELIN	Jocelyne	professeur certifié	Lycée Valentine Labbé	La Madeleine
MELINE	Fabienne	professeur certifié	Lycée Delambre	Amiens
MEUNIER	Patrick	professeur certifié	Lycée Julien Wittmer	Dijon
MORIN	Olivier	professeur certifié	Lycée Valentine Labbé	La Madeleine
PFLIEGER	Nathalie	professeur certifié	Lycée Jean Rostand	Strasbourg
PLATROZ	Caroline	professeur certifié	Lycée La Martinière Duchère	Lyon
REVERAND	Sandrine	professeur certifié	Lycée du Golf	Dieppe
RIALLAND	Cécile	professeur agrégé	Lycée Costebelle	Hyères
ROSSI	Corinne	professeur certifié	Lycée Delambre	Amiens
RUSSO	Corinne	professeur agrégé	Lycée George de la Tour	Metz
VANLEEFDAEL	Cécile	professeur agrégé	Lycée Jean-Baptiste Poquelin	St Germain en Laye
VINCENT	Jérôme	professeur agrégé	Lycée Albert Camus	Nîmes
WURSTENSEIN	Marie	professeur agrégé	Lycée Jean Rostand	Caen

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

CAPET

Nombre de postes	30
Candidats inscrits	510
Candidats présents aux deux épreuves d'admissibilité	189
Candidats admissibles	32
Candidats présents aux épreuves d'admission	28
Candidats proposés pour l'admission	25
<u>Epreuves d'admissibilité</u>	
Moyenne des candidats présents	6,91
Moyenne des candidats admissibles	11,69
Moyenne du dernier candidat admissible	9,67
<u>Epreuve de synthèse</u>	
Moyenne des candidats présents	5,96
Moyenne des candidats admissibles	11,74
Note maximale	17,27
<u>Etude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation</u>	
Moyenne des candidats présents	7,82
Moyenne des candidats admissibles	11,69
Note maximale	17,71
<u>Epreuves d'admission</u>	
Moyenne des candidats présents	11,97
Moyenne des candidats admis	12,90
<u>Leçon portant sur les programmes des lycées et des classes post-baccalauréat</u>	
Moyenne des candidats présents	11,93
Moyenne des candidats admis	12,85
Note maximale	18,00
<u>Epreuve sur dossier</u>	
Moyenne des candidats présents	12,02
Moyenne des candidats admis	12,94
Note maximale	19,80
<u>Ensemble du concours</u>	
Moyenne des candidats présents	11,86
Moyenne la plus élevée	16,64
Moyenne des candidats admis	12,40
Moyenne du dernier candidat admis	9,65

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

Concours d'accès aux fonctions d'enseignement dans les établissements privés sous contrat (CAFEP)

Nombre de postes	6
Candidats inscrits	75
Candidats présents aux deux épreuves d'admissibilité	30
Candidats admissibles	5
Candidats présents aux épreuves d'admission	4
Candidats proposés pour l'admission	1
<u>Epreuves d'admissibilité</u>	
Moyenne des candidats présents	6,77
Moyenne des candidats admissibles	10,41
Moyenne du dernier candidat admissible	9,41
<u>Epreuve de synthèse</u>	
Moyenne des candidats présents	5,18
Moyenne des candidats admissibles	8,56
Note maximale	9,24
<u>Etude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation</u>	
Moyenne des candidats présents	8,56
Moyenne des candidats admissibles	13,30
Note maximale	16,95
<u>Epreuves d'admission</u>	
Moyenne des candidats présents	4
Moyenne des candidats admis	
<u>Leçon portant sur les programmes des lycées et des classes post-baccalauréat</u>	
Moyenne des candidats présents	4,93
Moyenne des candidats admis	7,60
Note maximale	7,60
<u>Epreuve sur dossier</u>	
Moyenne des candidats présents	6,84
Moyenne des candidats admis	10,60
Note maximale	10,60
<u>Ensemble du concours</u>	
Moyenne des candidats présents	8,75
Moyenne la plus élevée	10,01
Moyenne des candidats admis	10,01
Moyenne du dernier candidat admis	10,01

Avant-propos

Le CAPET et le CAFEP externes BGB ont pour vocation d'assurer le recrutement des professeurs de biotechnologie génie biologique dont les responsabilités s'inscrivent certes dans des enseignements théoriques modernes mais également pour la mise en œuvre d'activités technologiques en laboratoire dans le respect des bonnes pratiques de laboratoire et la prévention des risques biologiques, physiques et chimiques inhérents aux manipulations mises en œuvre.

Après les épreuves d'admissibilité, qui s'appuient sur des compétences scientifiques de niveau M1 et la prise en compte des compétences professionnelles, 32 candidats ont été déclarés admissibles au CAPET pour 30 postes, et 5 au CAFEP pour 6 postes.

28 candidats se sont présentés aux épreuves d'admission pour le CAPET et 4 candidats pour le CAFEP.

Les domaines couverts par le CAPET BGB sont variés et vastes – biochimie, microbiologie, immunologie, biologie cellulaire, hématologie, biologie moléculaire, physiologie humaine... - il importe donc que les candidats se préparent sérieusement, non seulement pour l'acquisition de compétences professionnelles, mais également dans l'intégration des connaissances et compétences scientifiques et technologiques, pour espérer avoir quelques chances de réussite. En effet, si les compétences professionnelles sont au cœur des épreuves du concours, notamment lors des épreuves d'admission, ces dernières doivent être mobilisées dans le contexte d'un enseignement disciplinaire. Beaucoup trop de candidats ont manifesté des lacunes sévères dans la mise en œuvre des connaissances disciplinaires de base mais également dans ce qui relève des savoir être en laboratoire, que ce soit pour l'organisation du travail que dans la gestion des risques. Sachant qu'un professeur certifié de biotechnologies aura la responsabilité d'encadrer des groupes d'élèves débutant en laboratoire, le jury attache une importance particulière à ce qui relève de la dimension qualité, hygiène, santé, sécurité et environnement (QHSSE).

Ce rapport du jury a pour objectif d'indiquer clairement aux futurs candidats ce qui était attendu d'eux dans les différentes épreuves. Même si la maquette du concours est modifiée à l'occasion de l'ouverture de la session 2014, les remarques et conseils de ce rapport peuvent contribuer à la préparation des candidats pour les sessions ultérieures.

Le CAPET est un concours prestigieux qui impose de la part des candidats un comportement et une présentation irréprochables. Le jury reste et restera vigilant sur ce dernier aspect et invite les candidats à avoir une tenue adaptée aux circonstances particulières d'un concours de recrutement de cadres A de la fonction publique.

Jean-Pascal DUMON
Président du jury

EPREUVES D'ADMISSIBILITE

Epreuve de synthèse

Durée : 5 heures
Coefficient : 3

Etude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation

Durée : 5 heures
Coefficient : 3

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

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

Éléments de correction de l'épreuve d'admissibilité « épreuve de synthèse »

Remarque liminaire : le texte ci-dessous n'est ni un corrigé, ni une « copie modèle ». Il apporte des « éléments de correction par un éclairage sur les principales notions scientifiques associées au sujet. Le style volontairement non rédigé montre l'unique choix d'exposer les principales notions et concepts pouvant être abordés dans le cadre de l'épreuve de synthèse de la présente session..

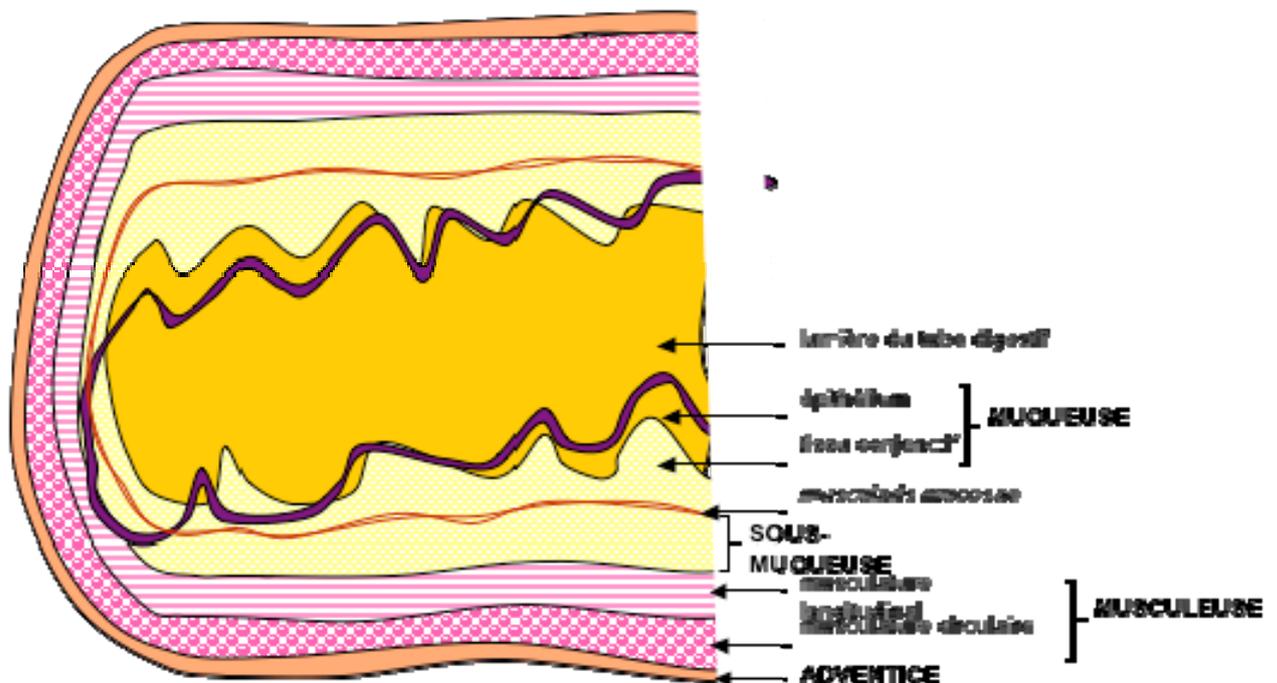
Introduction

Présentation de la muqueuse intestinale
Vascularisation de la muqueuse intestinale
Proximité canaux pancréatique et cholédoque
Contextualisation : muqueuse / *shigella* - *salmonella*
Annonce du plan

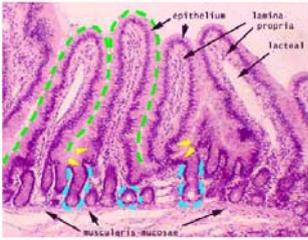
I. La muqueuse intestinale rôle de barrière et d'échange

1. Muqueuse intestinale = structure adaptée

- histologie de la muqueuse intestinale et son environnement dans la paroi du tube digestif



- les cellules de la muqueuse



Etage des villosités

Etage des glandes

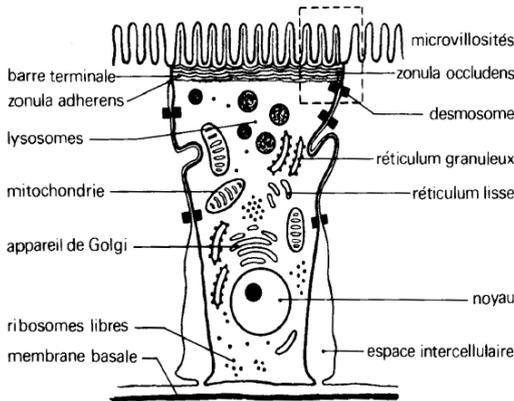
o étage des villosités

▪ entérocytes,

Sont des cellules cylindriques;
 • Sont les cellules les plus nombreuses ;
 • **Sont responsables de la fonction d'absorption intestinale;**
 • Au MO, leur pôle apical présente un **plateau strié** qui correspond, au ME, à des **microvillosités**

▪ cellules caliciformes,

Cellules à mucus dont le cytoplasme apical est rempli de glycoprotéines et de protéoglycanes sécrétés par exocytose dans la lumière de l'intestin. Leur sécrétion protège et lubrifie



l'intestin.

▪ cellules neuroendocrine,

Font partie du système endocrinien diffus de l'appareil digestif ; Sont les plus abondantes dans le duodénum; fabriquent des d'hormones dont la sécrétion est stimulée par le contact du bol alimentaire avec la muqueuse intestinale :

- **cholécystokinine (CCK) (ou pancréozymine):** active la contraction de la vésiculaire biliaire et la sécrétion d'enzymes par le pancréas;
- **Sécrétine:** active la sécrétion des bicarbonates par le pancréas.

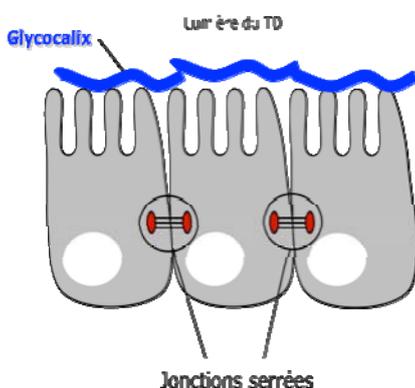
▪ cellules M (iléon)

Cellules épithéliales dédifférenciées appelées cellules M présentant de nombreuses microvésicules et une forme particulière leur permettant un contact étroit avec des cellules dendritiques, des macrophages et des lymphocytes au niveau de leur membrane basale. Ces cellules sont particulièrement adhésives et captent de façon sélective les microparticules, souvent antigéniques, qui parviennent à leur contact. Elles leur font traverser leur cytoplasme sous forme de vésicules (d'où l'aspect vacuolé de ces cellules) et les libèrent dans le microenvironnement immunocompétent sur lequel elles reposent.

o étage des glandes (cryptes) :

- cellules caliciformes
- entérocytes
- cellules intermédiaires
- cellules neuro-endocrines
- **cellules de Paneth** : sont situées au fond des glandes ; secrètent des peptides bactériolytiques: lysozyme et défensines ; contribuent à la défense de la muqueuse intestinale.

- les jonctions serrées intercellulaires



Formation de jonctions serrées intercellulaires: protéines transmembranaires (claudine et occludine) qui permettent l'adhérence des cellules entre-elles et empêchent le passage de micro-organismes. Empêchent également la diffusion des protéines membranaires de la face basale vers la face apicale (Ex: TLR5)

- **Présentation de la flore :**

o Composition : dans l'intestin grêle, on observe une variation quantitative (duodénum 10^3 - 10^4 UFC/g, jéjunum 10^4 - 10^6 UFC/g, iléon 10^6 - 10^8 UFC/g) et qualitative : diminution progressive des bactéries aérobies au profit des bactéries anaérobies strictes. Il y a peu de bactéries dans l'intestin grêle où elles ne jouent pratiquement aucun rôle,

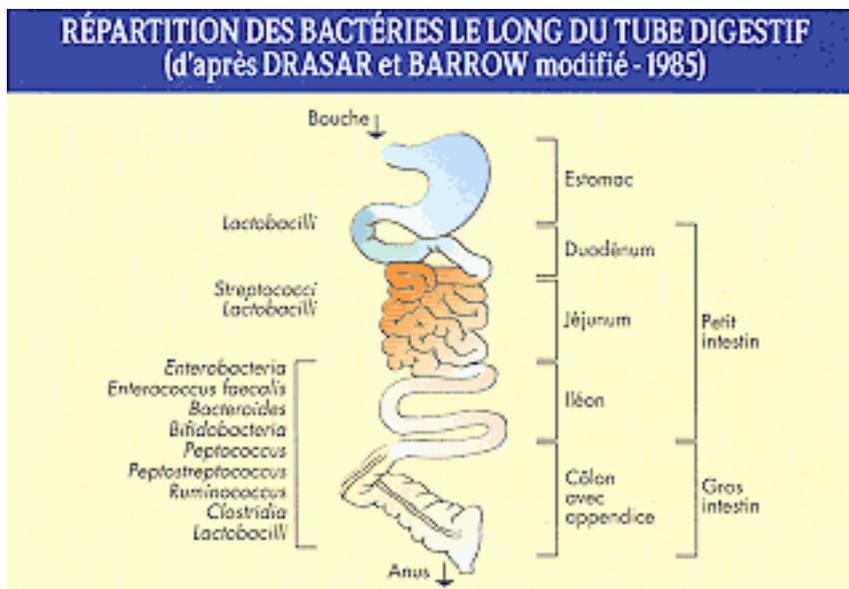
Dans le côlon, il faut distinguer 4 types de flore :

- **flore dominante** ($N > 10^9$ UFC/g) exclusivement anaérobie : *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Peptostreptococcus*, *Ruminococcus*, *Clostridium*, *Propionibacterium*,

- **flore sous dominante** ($10^6 > N > 10^8$ UFC/g) : différentes espèces de la famille des *Enterobacteriaceae* (surtout *E.coli*) et les genres *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Fusobacterium*, *Desulfovibrio*, *Methanobrevibacter*,

- **flore résiduelle** ($N < 10^6$ UFC/g) : bactéries en transit ou réprimées par la flore résidente,

- **flore fécale** : facilement accessible pour l'analyse, elle renferme de nombreuses espèces mortes et n'est pas représentative des différentes niches écologiques de l'écosystème microbien digestif (Figure 2). L'analyse de la flore fécale ne donne qu'une vue très limitée de l'écosystème mais permet de retrouver des souches pathogènes ou potentiellement pathogènes pour l'hôte.



o **Rôle :**

Effets digestifs

- l'absence de flore entraîne un ralentissement du transit intestinal et une dilatation du caecum (effet sur la motricité),
- la vitesse de renouvellement cellulaire et l'index mitotique sont significativement réduits chez l'animal axénique (effet sur la trophicité).

Effets nutritionnels

- bénéfiques pour l'hôte
 - production d'acides gras à chaîne courte diminuant la synthèse hépatique du cholestérol; l'un d'eux, l'acide butyrique, est la principale source d'énergie de la muqueuse colique,
 - dégradation des hydrates de carbone non absorbés (amidon, pectine, glycoprotéines) aboutissant à la production d'acides organiques assimilables par l'hôte (acétate, propionate, butyrate) et de gaz (CO_2 , H_2),
 - hydrolyse des lipides alimentaires non absorbés grâce aux lipases bactériennes et à la conjugaison des acides biliaires primaires, indispensable pour une bonne absorption des graisses,
 - dégradation de certaines protéines et de certains acides aminés (tryptophane), permettant la récupération de l'azote,

- apport vitaminique : certaines bactéries anaérobies facultatives (*E.coli*, *E.aerogenes*) sont capables de synthétiser in vitro un large éventail de vitamines (biotine, riboflavine, acide pantothénique, pyridoxine et vitamine K). Des bactéries anaérobies strictes (*C.butyricum*, *Veillonella sp.*) sont capables de synthétiser la vitamine B12, d'une grande utilité pour la croissance locale bactérienne. Il n'existe pas de données précises sur l'utilisation de ces vitamines par l'hôte, notamment par l'homme.

• défavorables pour l'hôte :

- métabolisme glucidique : les activités de type β -glucuronidase libèrent à partir des β -glucuronides des aglycones à pouvoir cancérogène,

- métabolisme azoté : la dégradation par la microflore des nitrates et des amines secondaires aboutit à la production de nitrosamines cancérogènes,

- métabolisme des xénobiotiques : possibilité d'inactivation de médicaments (inactivation de la digoxine par *Eubacterium lentum*) ou de production de métabolites toxiques. Ainsi les myrosinases d'origine bactériennes, capables d'hydrolyser les glucosinolates des crucifères (choux, choux de bruxelles, navets...) peuvent être responsables de diarrhées. De même, après consommation importante et prolongée de choux, les métabolites dérivés de la 5-vinyl-oxazolidine-2-thione (goitrine) sont responsables d'une diminution importante de la captation de l'iode par la thyroïde.

Protection contre l'infection

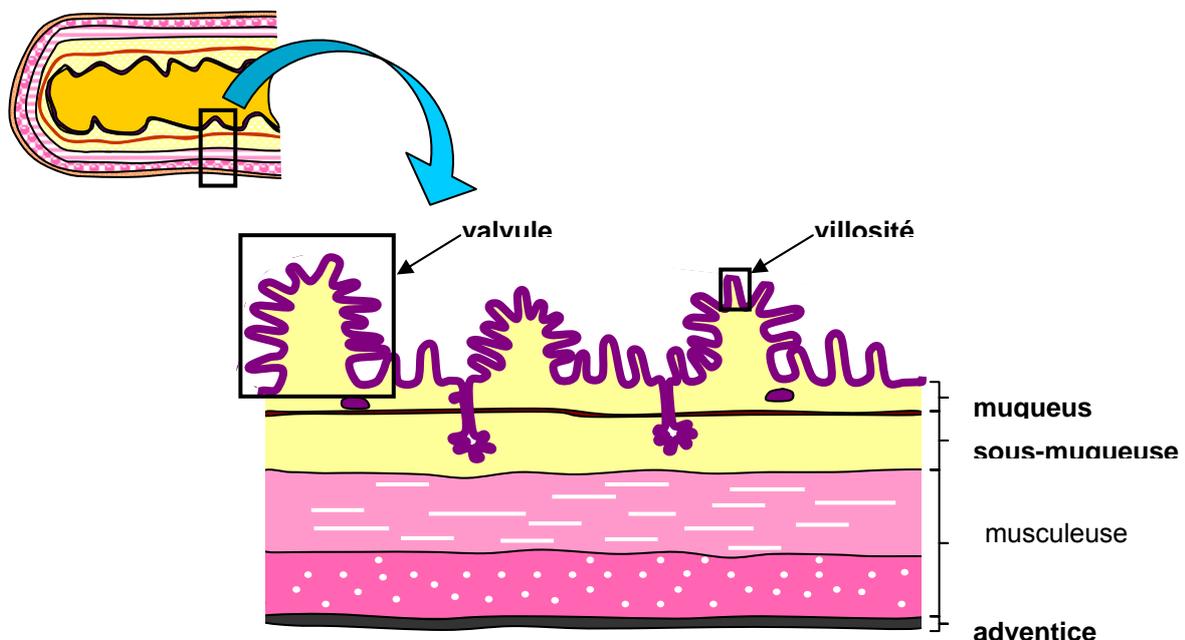
Elle s'exerce d'abord par l'effet de barrière exercé par la flore résidente vis-à-vis des bactéries exogènes ("résistance à la colonisation"), par élimination totale de la souche exogène (effet drastique), ou par maintien de la souche exogène en sous-dominance (effet permissif). Les mécanismes expliquant ces phénomènes, mal connus, sont étroitement liés aux souches anaérobies strictes dominantes de la flore résidente. La flore digestive stimule aussi l'immunité locale, comme l'ont montré les comparaisons du statut immunitaire des animaux conventionnels et axéniques. Ces deux effets peuvent, dans certaines conditions, être augmentés par quelques souches bactériennes probiotiques en transit (bactéries lactiques).

o Stabilité apparente de la flore

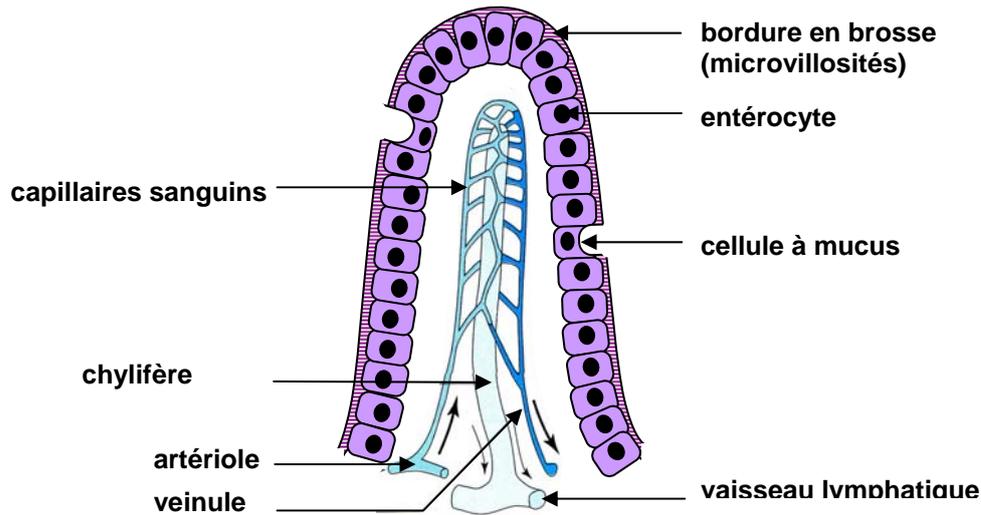
Avec les techniques classiques de microbiologie, on constate, chez un même individu, une assez bonne stabilité de la flore.

2. Muqueuse intestinale : zone d'échange

- les différents types de replis (valvules conniventes, villosités et microvillosités)



- **la vascularisation de l'intestin** (schéma détaillé d'une villosité intestinale avec la double irrigation)



- **échanges d'eau :**

Dans la première partie du tube digestif, on a surtout des apports en eau qui viennent de notre alimentation (1,5L) et aussi des sécrétions telles que la salive qui apporte presque 1L par jour dans l'intestin grêle. Il y a aussi les sécrétions gastriques, les sécrétions biliaires et pancréatiques.

L'eau est le transporteur de substances solubles et ce flux nous protège aussi dans nos interactions avec le monde microbien.

A la fin de l'estomac, au niveau du duodénum proximal, on a un débit de 6 à 10L par jour. Puis, dans le duodénum, le jéjunum, l'iléum et le côlon, a lieu un phénomène d'absorption de l'eau. A la fin du tube digestif, le poids normal des selles dépend du régime alimentaire.

- **Echanges d'électrolytes :**

- o **Échanges de sodium :**

Le sodium est très important pour notre organisme. On a des apports d'environ 150 mmoles = 9g ingérés par jour. Il y a aussi une sécrétion de sodium par la salive, par l'estomac, par le pancréas (+).

Comme pour l'eau, on a un bilan positif du sodium dans la partie haute du tube digestif puis des phénomènes d'absorption dans la partie distale à partir du jéjunum. La réabsorption est majeure.

- o **Les échanges de potassium :**

Le potassium est également présent dans la salive, dans l'alimentation. Dans les sécrétions : biliaire, pancréatique et gastrique.

On retrouve aussi le phénomène d'absorption dans le tube digestif.

II. La muqueuse intestinale dans la digestion

1. La muqueuse intestinale : production d'enzyme permettant la digestion chimique et protection de la flore intestinale

- **Digestion des protides :** présence des peptidases

Les protéines sont aussi absorbées dans l'intestin grêle. Elles sont digérées sous l'effet de l'acidité gastrique et aussi sous l'effet d'une enzyme produite dans l'estomac : la pepsine. Ensuite, l'essentiel des enzymes pancréatiques vont lyser les produits protéiques en peptides de petites tailles. Après le contact avec les cellules épithéliales, les carboxypeptidases entrent en jeu. Tout cela va permettre au final d'arriver à la structure élémentaire des protéines : les acides aminés qui vont être absorbés au niveau des entérocytes.

- **Digestion des glucides :** présence des dissaccharases (maltase, lactase et saccharase)

Il y a des glucides facilement digestibles contenus dans l'amidon (polymère de glucose) et les disaccharides. La digestion comprend l'hydrolyse qui a lieu dans la lumière sous l'effet de l'amylase (enzyme pancréatique) puis dans la bordure en brosse entérocytaire (pôle apical) avec les saccharidases. Les produits de l'hydrolyse sont des sucres simples : glucose, galactose, fructose qui sont absorbés via un transport actif à travers les cellules épithéliales.

Une fois absorbé, le sucre va passer dans la circulation systémique via le système porte.

Les sucres présents dans les fibres alimentaires qui sont d'origine végétale. Ce sont donc des glucides indigestibles car on ne possède aucune enzyme capable de les lyser, on va donc les retrouver jusque dans les selles.

Ces glucides indigestibles sont hydrolysés puis fermentés dans le côlon par des bactéries indigènes de la flore colique. Dans la fermentation il y a des processus chimiques essentiels tels que des acides gras à chaînes courtes (butyrate, propionate, acétate) qui sont absorbés par le côlon et utiles pour le métabolisme des cellules du côlon. Cette fermentation de ces glucides indigestibles est aussi à l'origine des gaz (CH₄, CO₂, H₂).

- **Digestion des lipides** : lipase, colipase et sels biliaires

Les lipides provenant de l'alimentation vont être émulsifiés dans le duodénum, rencontrent des acides biliaires dans le duodénum.

Les sécrétions pancréatiques comme la lipase, jouent un rôle essentiel dans la digestion des lipides. Si par exemple, on enlève le pancréas, ou en cas d'insuffisance pancréatique, il n'y aura plus de lipase. On observe alors une diarrhée graisseuse.

On a ensuite la formation de micelles qui sont des structures contenant des acides biliaires, des 2-monoglycérides, des acides gras libres.

- **Protection de la flore intestinale** qui va synthétiser toute une batterie d'enzymes intervenant dans la digestion

2. Mécanismes de l'absorption digestive à travers la muqueuse intestinale

- **Le passage à travers les membranes cellulaires de l'entérocyte**

o Loi de la diffusion

o Transports passifs : dans ce type de transport une substance se déplace toujours du compartiment où elle est le plus concentrée vers le compartiment où elle est le moins concentrée jusqu'à l'équilibre des concentrations dans les 2 compartiments. Ces transports se font **sans apport d'énergie**, on dit que la substance **suit son gradient de concentration**. Les transports passifs sont de 2 types :

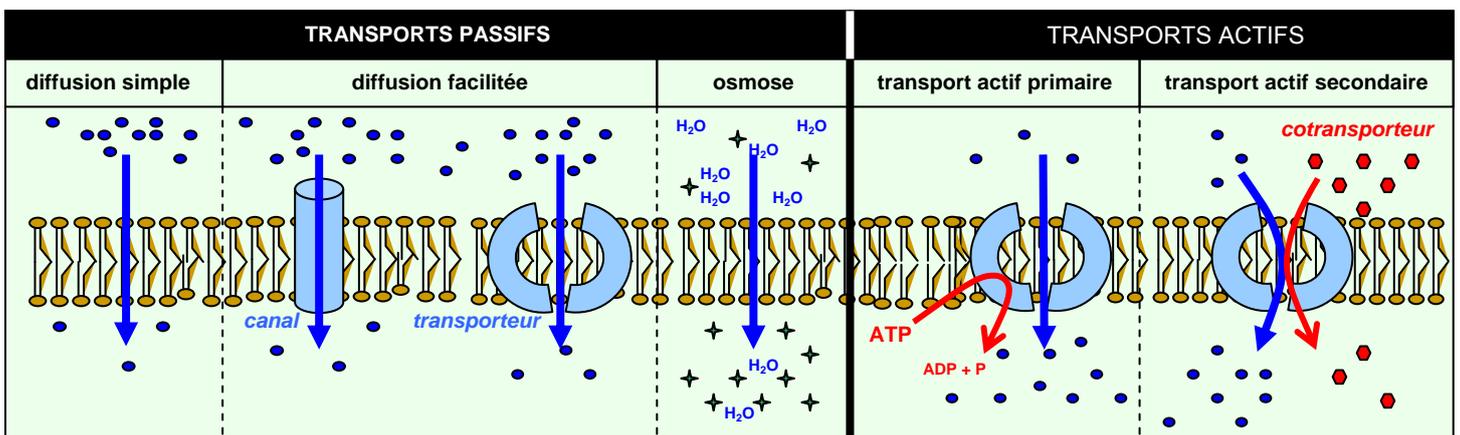
◆ **la diffusion simple** : la substance traverse la membrane en passant par la bicouche hydrophobe de phospholipides. Ce transport ne concerne donc que les molécules hydrophobes (lipides, vitamines liposolubles, O₂, CO₂...) ou les petites molécules non chargées (H₂O, urée...).

◆ **la diffusion facilitée** : la substance traverse la membrane en passant par une protéine transmembranaire (canal ou transporteur). Ce transport ne concerne que les molécules hydrophiles (glucose) ou les petites molécules chargées (ions) qui ne peuvent pas traverser la bicouche de phospholipides.

o Transports actifs : dans ce type de transport une substance se déplace toujours du compartiment où elle est le moins concentrée vers le compartiment où elle est le plus concentrée. Ces transports **nécessitent obligatoirement de l'énergie**, on dit que la substance se déplace **contre son gradient de concentration** et se font toujours à l'aide d'une protéine transmembranaire. Les transports actifs sont de 2 types :

◆ **les transports actifs primaires** : la substance se déplace contre son gradient de concentration en empruntant une protéine souvent qualifiée de **pompe**. L'énergie nécessaire au transport est fournie par l'**ATP** (molécule très énergétique).

◆ **Les transports actifs secondaires** : la substance se déplace contre son gradient de concentration mais l'énergie est ici fournie par le transport d'une autre molécule qualifiée de **cotransporteur**.



- **Cas des molécules minérales et organiques**

o **Le cas des glucides** : transport actif des monosaccharides (symport actif sodium/glucide) puis diffusion facilitée pour atteindre la voie sanguine

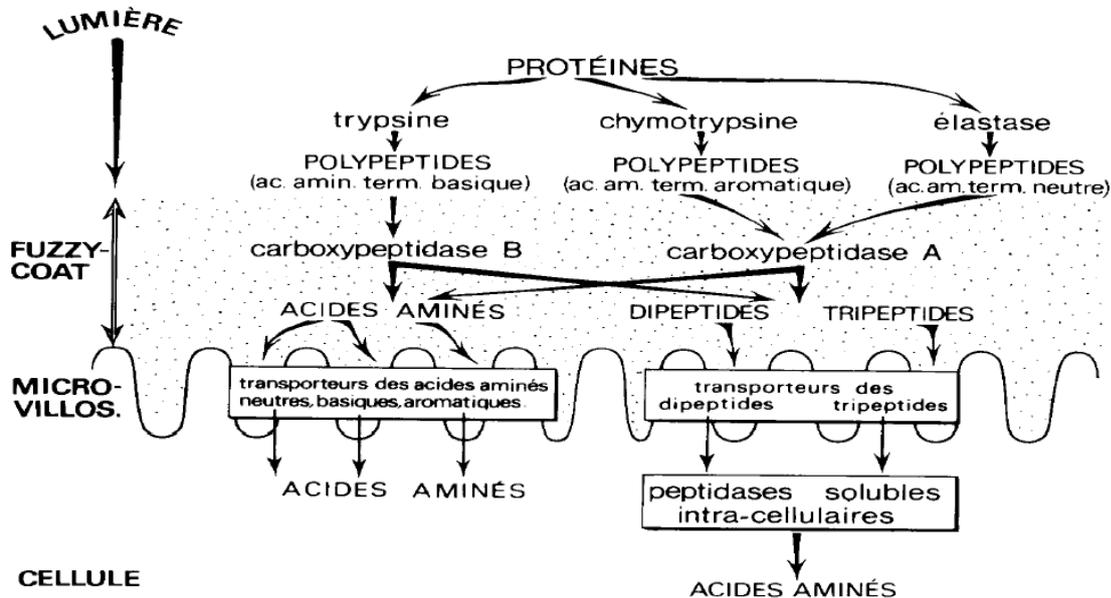
o **Le cas des lipides** : transport passif par diffusion puis association avec apoprotéines => lipoprotéines et diffusion vers la voie lymphatique.

Il y a deux types d'absorption des lipides dans le tube digestif qui sont :

-principalement sous forme de chylomicrons qui vont aller dans les canaux lymphatiques et rejoignent donc la circulation systémique via les canaux lymphatiques.

-les triglycérides à chaînes moyennes (glycérol et certains acides gras libres) vont être absorbés dans la circulation portale et passer par le foie.

o **Le cas les acides aminés**: transport actif des acides aminés (symport actif sodium/acide aminé) puis diffusion pour atteindre la voie sanguine



o **Le cas des sels minéraux** : Transport actif Na/K ATPase pour le sodium, Cl- et bicarbonates sont absorbés avec Na

o **Le cas des vitamines hydrosolubles** : hormis B12 (avec facteur intrinsèque) transport par diffusion ou diffusion facilitée

o **Le cas des vitamines liposolubles** : transport passif par diffusion

III. Altération de la muqueuse dans le cas d'une infection

1. Circonstances de l'apparition d'une infection

- Déficit immunitaire
- Déséquilibre de la flore
- Pathogène strict

2. Physiopathologie d'une infection par *Shigella*

a. Présentation Shigella

- i. Caractère de famille
- ii. Les différentes espèces
- iii. L'habitat
- iv. Facteurs de pathogénicité

b. Infection muqueuse

- i. Porte d'entrée
- ii. Invasion intestinale
- iii. Colonisation cellules M
- iv. Lyse vacuole d'endocytose
- v. Multiplication dans la cellule
- vi. Polymérisation des filaments d'actine du cytosquelette ; extensions cellulaires
- vii. dissémination au sein de l'épithélium

c. production de toxine AB

- i. structure
- ii. mode d'action
- iii. mort cellulaire

d. réponse immunitaire

- i. présentation des Ag bactériens aux macrophages par cellules M
- ii. inflammation par sécrétion d'IL-1 β entraînant efflux massif de PN
- iii. activation du facteur transcriptionnel NF-KB \rightarrow sécrétion d'IL-8 \rightarrow inflammation
- iv. destruction de la barrière épithéliale \rightarrow invasion de nouvelles bactéries à partir des lésions

e. mise en relation physiopathologique et signe de l'infection : conséquences digestives

Conclusion

Synthèse des données fondamentales.

Élargissement et ouverture de la problématique traitée à des considérations sociale et de santé publique.

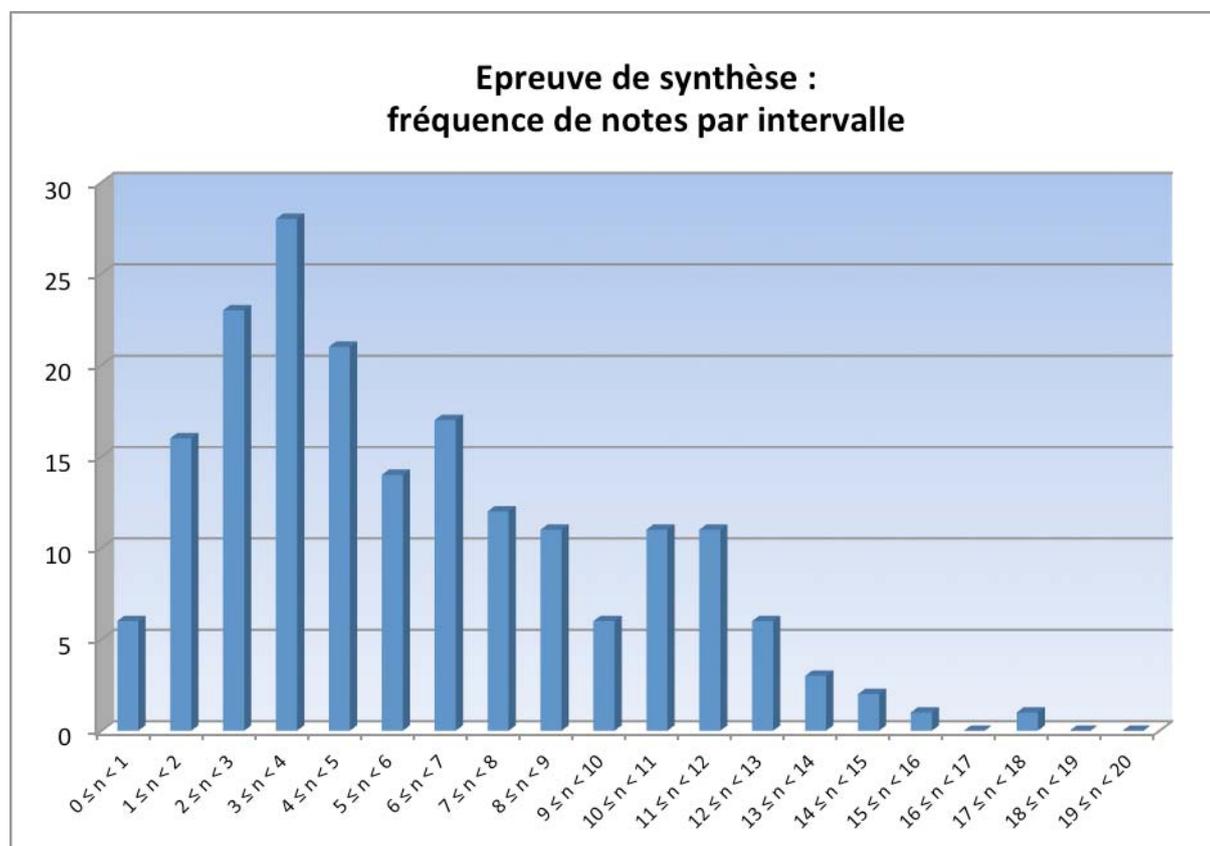
Rapport du jury de l'épreuve d'admissibilité « épreuve de synthèse »

Rapport établi par : Mme Cécile AMMEUX, Mr Sylvain ANDRE , Mme Armelle BIGOT, Mme Anne CAZALOT, Mme Magali CHAMBORT, Mr Joël DENDALETCHE , Mme Claire DUBRAC, Mme Véronique FAUTREZ, M. Gilles FREMY, Mme Susanne HAEBERLE-MULLER, Mr Hugues HEBERT , Mme Ane-Laure LISSANDRE, Mme Jocelyne MELIN, Mme Caroline PLATROZ, Mme Sandrine REVERAND, Mme Valérie RIALLAND, Mme Corinne ROSSI.

Résultats :

CAPET

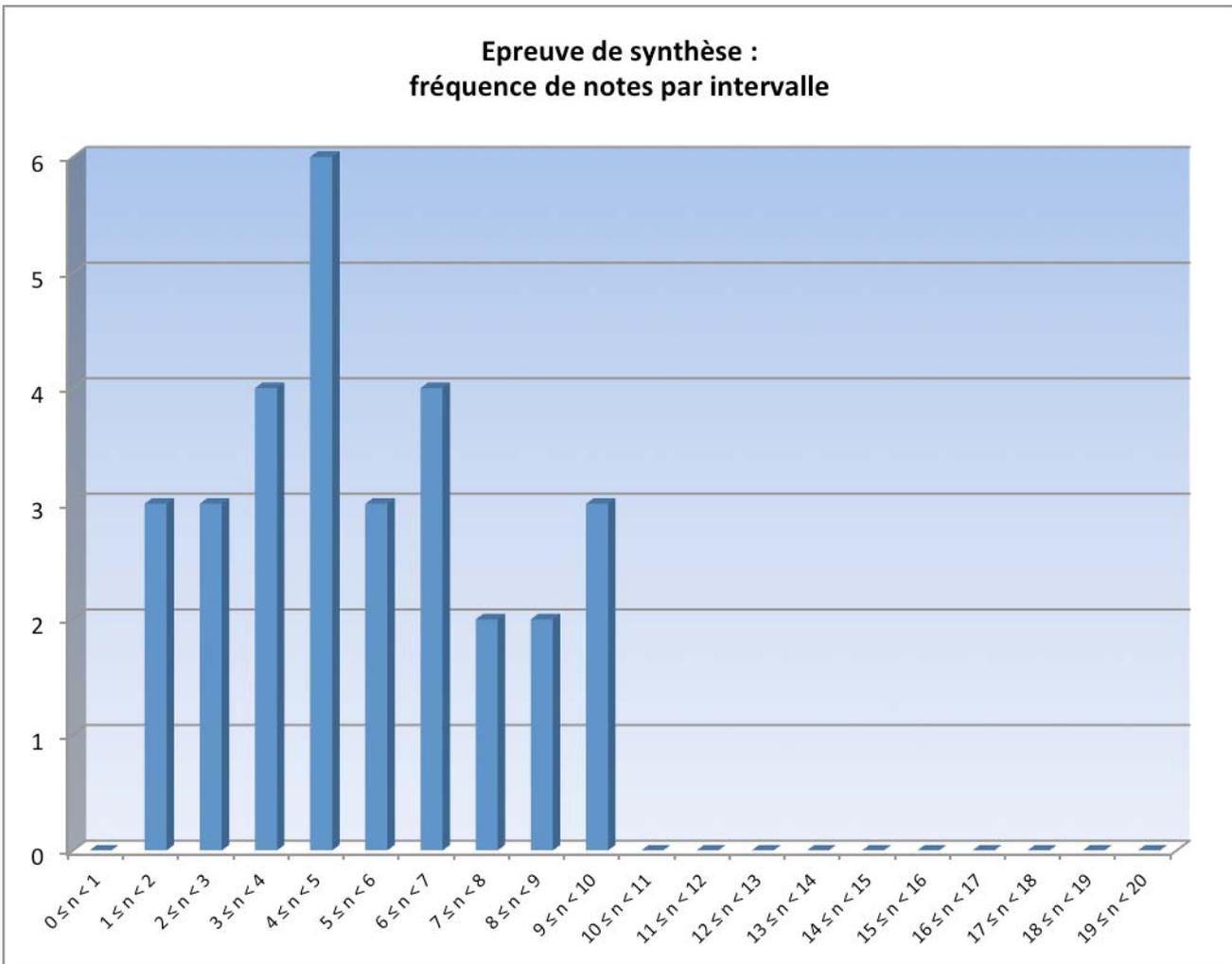
$1 <$	6	$10 \leq n < 11$	11
$1 \leq n < 2$	16	$11 \leq n < 12$	11
$2 \leq n < 3$	23	$12 \leq n < 13$	6
$3 \leq n < 4$	28	$13 \leq n < 14$	3
$4 \leq n < 5$	21	$14 \leq n < 15$	2
$5 \leq n < 6$	14	$15 \leq n < 16$	1
$6 \leq n < 7$	17	$16 \leq n < 17$	0
$7 \leq n < 8$	12	$17 \leq n < 18$	1
$8 \leq n < 9$	11	$18 \leq n < 19$	0
$9 \leq n < 10$	6	$19 \leq n < 20$	0



CAFEP

$0 \leq n < 1$	0	$10 \leq n < 11$	0
$1 \leq n < 2$	3	$11 \leq n < 12$	0
$2 \leq n < 3$	3	$12 \leq n < 13$	0
$3 \leq n < 4$	4	$13 \leq n < 14$	0
$4 \leq n < 5$	6	$14 \leq n < 15$	0
$5 \leq n < 6$	3	$15 \leq n < 16$	0
$6 \leq n < 7$	4	$16 \leq n < 17$	0
$7 \leq n < 8$	2	$17 \leq n < 18$	0
$8 \leq n < 9$	2	$18 \leq n < 19$	0
$9 \leq n < 10$	3	$19 \leq n < 20$	0

**Epreuve de synthèse :
fréquence de notes par intervalle**



Commentaires :

Le sujet de synthèse portait sur la muqueuse intestinale, ses propriétés structurales et ses fonctions, ainsi que son altération lors d'une infection bactérienne par *Shigella*.

Les documents fournis apportaient des données sur la shigellose, sa transmission, ses symptômes, et son mécanisme infectieux. Leur exploitation permettait de construire une partie physiopathologie et de mettre en relation les mécanismes moléculaires et cellulaires de l'infection avec les symptômes de la maladie.

Commentaires sur la forme :

Le jury a pris en compte les efforts de rédaction fournis par les candidats et rappelle que la syntaxe, la grammaire et l'orthographe sont pris en compte dans l'évaluation de l'épreuve. La copie doit être claire, bien présentée, et lisible – tant au plan visuel que syntaxique et orthographique.

Certaines copies non soignées, difficiles à lire ou rédigées dans une langue déplorable ont été lourdement pénalisées.

La présence d'illustrations et de schémas de synthèse soignés, munis d'un titre et correctement légendés est également un élément d'appréciation des qualités pédagogiques des candidats.

Un plan apparent, cohérent avec des sous-parties et des transitions pertinentes est nécessaire et attendu par le jury afin d'évaluer la capacité du candidat à structurer ses connaissances.

Une introduction conséquente et contextualisée permet d'annoncer ce plan. La conclusion synthétise le développement et propose une ouverture argumentée en rapport avec le sujet.

L'exploitation des documents doit être attentive, approfondie et intégrée au développement. Elle permet avant tout d'étayer les connaissances et le raisonnement du candidat, une simple paraphrase étant peu satisfaisante.

Commentaires sur le fond :

Le sujet comportait des éléments de biochimie, de physiologie et de microbiologie. Une attention particulière doit être apportée à l'intégration des différents champs disciplinaires pour traiter le sujet dans sa globalité, et non comme une juxtaposition de questions sans lien entre elles.

Les connaissances scientifiques précises ont toute leur place dans cette épreuve : par exemple, le développement de la digestion gagnait à inclure des éléments de biochimie structurale (liaisons osidique et peptidique, formules des osides et des triacylglycérols...). En ce qui concerne l'absorption des nutriments, les candidats ne devaient pas non plus s'interdire d'être exhaustifs.

La délimitation du sujet est également importante, au moins pour éviter la perte de temps dans des développements hors-sujet non évalués par le jury. Seuls des contenus pertinents et bien organisés peuvent permettre au candidat de traiter l'ensemble du sujet dans le temps imparti.

Si toute approche cohérente a été acceptée, il était toutefois plus aisé de traiter l'intégralité du sujet en s'appuyant sur le plan suggéré dans l'énoncé.

Dans la partie portant sur la structure de la muqueuse intestinale, une remise en contexte de celle-ci dans l'ensemble de l'appareil digestif était indispensable. Ensuite, une description histologique précise de la muqueuse et de sa vascularisation, illustrée par des schémas, permettait de mettre en évidence la relation structure-fonction de ce tissu.

Le jury attendait une description précise des différents types de cellules de la muqueuse, ainsi que de leurs particularités ultra-structurales : microvillosités, jonctions serrées...

L'existence de la flore intestinale, ou microbiote intestinal, ne pouvait pas être passée sous silence ; sa composition et ses principaux rôles sont étroitement liés aux fonctions de la muqueuse.

Dans la deuxième partie, le candidat avait l'occasion de développer l'étendue de ses connaissances sur la structure des biomolécules, les mécanismes biochimiques de leur dégradation, la localisation et l'activation des différentes enzymes impliquées.

La représentation correcte de formules développées de biomolécules a été appréciée dans de rares copies. Les mécanismes de l'absorption étaient attendus sous deux formes : les principes généraux de la diffusion, des transports actifs et passifs d'une part, et les exemples concrets appliqués aux différents nutriments d'autre part. L'importance de l'absorption de l'eau (osmose) et des minéraux a souvent été négligée par les candidats, alors que ces mécanismes pouvaient permettre de faire le lien avec la dernière partie et les symptômes diarrhéiques.

Dans la dernière partie, la mise en valeur d'une culture scientifique en microbiologie était un élément important, en amont de l'exploitation des documents : la distinction entre bactéries de la flore et entérobactéries pathogènes et les caractéristiques de base de *Shigella* étaient attendues.

Les mécanismes invasif et toxique, assez complexes, étaient l'occasion de montrer des capacités d'analyse des documents fournis. La réponse immunitaire ne devait s'envisager que de manière contextualisée vis-à-vis de la shigellose : l'immunité adaptative, peu efficace dans ce contexte, n'avait pas sa place ici.

Enfin, les symptômes décrits dans le document ne devaient pas être simplement cités, mais reliés aux mécanismes pathologiques : destruction de l'épithélium et diarrhées, malabsorption et hypoglycémie...

Le jury attendait *a minima* sur ce sujet une bonne connaissance des notions enseignées au lycée dans les différents domaines des sciences biologiques, ainsi que des liens entre ces domaines.

Éléments de correction de l'épreuve d'admissibilité « étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation »

Éléments de correction

Remarque préliminaire : le texte ci-dessous n'est ni un corrigé, ni la « copie modèle ». Il apporte des « éléments de correction » par un éclairage sur les principales notions scientifiques associées au sujet. Le style volontairement non rédigé montre l'unique choix d'exposer les principales notions et concepts pouvant être abordés dans le cadre de l'étude du système, du procédé ou de l'organisation proposé lors de la présente session.

Les AGPI dans l'alimentation Origine, production et intérêts physiologiques

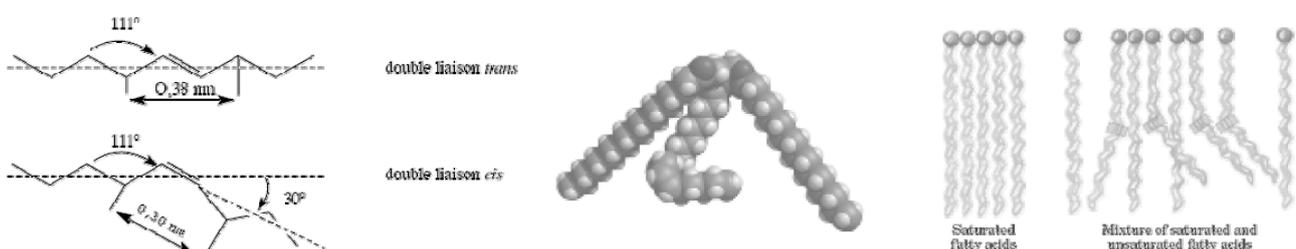
Introduction

A partir du document 1 et de l'introduction du sujet :

- Notion d'AG essentiel : justification du caractère essentiel pour les mammifères des ac. linoléique et α -linoléique par absence de la $\Delta 12$ désaturase
- Intérêt des ω -3
 - molécules précurseurs de composés d'intérêts biologiques : prostaglandines et leucotriènes → rôles dans l'agrégation plaquettaire et les maladies cardiovasculaires
 - fluidité membranaire
- Constat / origine du déficit en ω -3 (EPA et DHA)
 - Origine alimentaire essentiellement végétale plus riche en précurseurs ω -6 que ω -3
 - Compétition des deux voies ω -6 et ω -3 car utilisation des mêmes enzymes
 - Seule source alimentaire conventionnelle d'EPA/DHA : poissons mais consommation insuffisante
- Solution : création de « nouveaux aliments » riches en DHA par utilisation d'huile de micro-algues comme source de DHA alimentaire, pour s'affranchir des problèmes de l'extraction à partir des poissons : ressources, odeurs et contaminations éventuelles.
- Annonce du plan

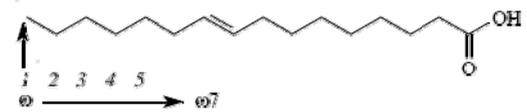
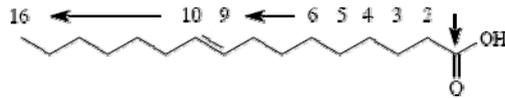
1. Structure et propriétés des AGPI oméga-3

- Nombre pair d'atomes de C
- Configuration cis des doubles liaisons
 - moins de cohésion entre les chaînes apolaires des AG à cause des courbures
 - important pour la structure des TG qui assurent la fluidité membranaire

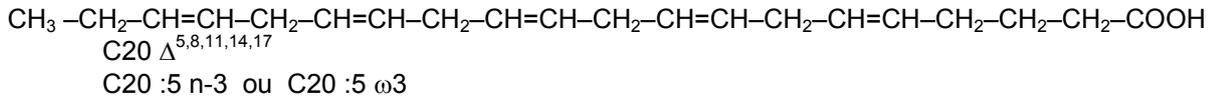


- Les 2 nomenclatures : Nomenclature chimique officielle

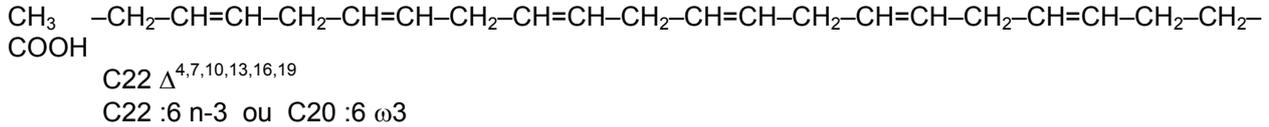
Nomenclature diététique



Ex : EPA



Ex : DHA



2. Mise au point d'une culture de micro-algues au laboratoire

2.1. Intérêts industriels des micro-algues et choix de la souche (document 2)

- Diversité des micro-algues : large choix possible selon le type de culture ou de production envisagé
- Nombreux intérêts
 - nutritionnels : biomasse riche en lipides, protéines et vitamines → lutte contre la malnutrition
 - industriels : production d'algocarburant (biodiésel), production de nombreuses molécules d'intérêts : pigments, AGPI...
 - thérapeutiques : production de molécules antivirales et ATB
 - environnementaux : concurrencer certains végétaux donc limiter l'agriculture intensive, capter le CO₂ atmosphérique
- Conditions de culture :
 - types trophiques : toutes photo-autotrophes, parfois aussi hétérotrophes → possibilité de culture en fermenteur
 - paramètres physico-chimiques modulables
 - cycle de division très court → production rapide de biomasse et/ou de métabolites
- Une seule souche autorisée pour utilisation comme additif alimentaire de l'huile riche en DHA extraite
→ **Schizochytrium sp.**
→ microorganisme aquatique retrouvé dans le milieu marin et les estuaires, hétérotrophe capable d'accumuler une teneur élevée d'AGPI, et plus particulièrement d'oméga-3 notamment le DHA

2.2. Choix du procédé de production des micro-algues (document 3)

Compte tenu du caractère hétérotrophe de la souche, il est possible d'envisager les 2 types de culture, utilisant soit la photosynthèse soit la respiration.

Type trophique mis à profit	Caractéristiques	Systèmes	Avantages	Inconvénients
Phototrophes	Photosynthèse à partir de la lumière et du CO ₂	Ouverts (raceway)	Simplicité et coût	Faible productivité Variabilité saisonnière Risque de contamination
		Fermés (PBR)	Possibilité d'optimiser les paramètres de culture	Problème pour éliminer O ₂ et contrôler la T
Hétérotrophes	glucose ou autre composé carboné	Fermenteurs	Technologie maîtrisée Meilleure productivité à	Disponibilité et coût du substrat énergétique utilisé

	utilisé comme source de carbone et d'énergie		moindre coût	
--	--	--	--------------	--

Compte tenu :

- de la meilleure maîtrise de la technologie : utilisation de fermenteurs, identiques à ceux utilisés pour les bactéries et les levures
- des possibilités de contrôles de tous les paramètres de culture
- de la facilité d'adaptation au laboratoire

→ on choisira une production hétérotrophe en fermenteur de laboratoire

2.3. Choix des conditions optimales pour la culture des micro-algues

(document 5-2. Optimization of growth and DHA production by *Schizochytrium limacium* BR2.1.2)

On a testé différentes conditions de culture afin de déterminer celles qui permettent une production optimale de DHA.

Pour cela on mesure 3 paramètres :

- CDW (cell dry weight) : la biomasse sèche
- DHA (% of TFA) : le % de DHA par rapport aux acides gras totaux
- DHA Production (mg/L) : la concentration en DHA produit

Conditions expérimentales de base :

- 30 mL de milieu de base « GPY » : 3% glucose, 1% peptone, 0,5% extrait de levure et 50% eau de mer naturelle
- 1 mL d'inoculum ajusté à une DO600 de 1
- Incubation à T°C ambiante pendant 6 jours sous agitation rotative à 140 rpm.

Différents tests sont réalisés en modifiant soit la composition du milieu de base soit les conditions de culture pour déterminer les conditions optimales pour la production de DHA par la micro-algue.

Analyse des résultats :

Les choix doivent se porter sur un pourcentage élevé de DHA par rapport aux AGT et une concentration élevée en DHA pour une biomasse la plus faible possible (pour faciliter l'extraction).

- source de carbone
→ glucose (ou fructose) à une teneur de 5% CDW ~ 20 g/L DHA ~ 50% of TFA et 700 mg/L
- source d'azote
→ peptone à 0,5% + tourteau de soja à 0,25% CDW ~ 20 g/L DHA ~ 45% of TFA et 1200 mg/L
- ratio C/N
→ 15:1 CDW ~ 30 g/L DHA ~ 50% of TFA et 2500 mg/L
- salinité :
→ 25% d'eau de mer CDW ~ 10 g/L DHA ~ 40% of TFA et 1100 mg/L
- température
→ entre 20 et 30°C CDW ~ 10 g/L DHA ~ 40-45% of TFA et 220 mg/L
- durée d'incubation
→ 6 jours CDW ~ 10 g/L DHA ~ 220 mg/L

Si le pigment astaxanthine est liposoluble cela peut être un inconvénient pour la production d'huile (étape de décoloration nécessaire). Une culture sur 4 voir 2 jours sera alors préférable avec une production de DHA encore satisfaisante et une production de pigment réduite.

2.4. Exemple d'un protocole pour la culture des micro-algues

Technique : fermenteur de laboratoire en batch ou fed batch

→ exposé d'un des principes : définition, fonctionnement, conditions physico-chimiques, éventuellement schéma

Milieu : - 5% glucose

- 0,5% peptone
- 0,25% tourteau de soja
- 0,5% extrait de levure
- 25% eau de mer naturelle

Conditions : - Thermostater entre 20 et 30°C
 - Agiter à 140 rpm
 - Ensemencer à raison de 1 pour 30 d'une préculture à $DO_{600} = 1$
 - Incuber pendant 6 jours

On récolte alors la biomasse obtenue pour en extraire l'huile produite riche en DHA.

3. Extraction et contrôle de la qualité de l'huile produite

3.1. Extraction de l'huile (document 4)

3.1.1. Récolte et concentration des cellules

But : Séparer les cellules du reste du milieu de culture et concentrer les cellules

Principe : Séparation par filtration sur membrane de 0,8 μm (document 5-1)

En fonction du seuil de coupure des filtres ou membranes utilisés, on parle de filtration (taille supérieure à 10 μm) et de microfiltration (taille entre 0,1 μm et 10 μm).

Ce type de filtration permet :

- de retenir les cellules, organites, micro-organismes et particules en suspension,
- de laisser passer les molécules en solution, y compris les macromolécules.

Elle permet donc une séparation solide-liquide.

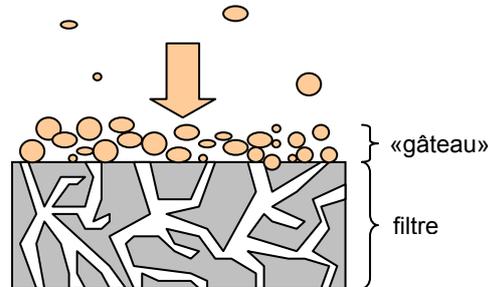
Généralement de taille environ 1 μm , les membranes de microfiltration sont notamment utilisées pour stériliser certains milieux (applications agro-alimentaires, pharmaceutiques ou médicales).

Les différents procédés utilisés diffèrent par la manière de créer la différence de pression : simple effet gravimétrique, filtration sous vide ou filtration sous pression.

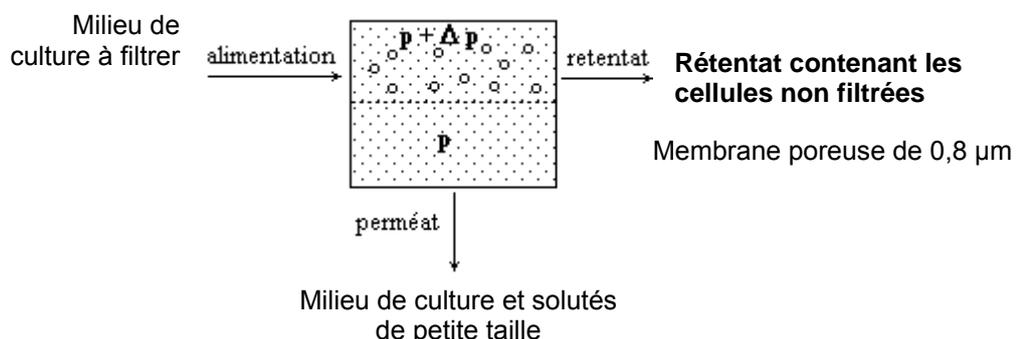
La microfiltration fonctionne d'une manière générale à de faibles pressions (jusqu'à 3 bars).

Technique : Filtration frontale ou de préférence tangentielle pour limiter les problèmes de colmatage

Filtration frontale : Le liquide arrive perpendiculairement au filtre et l'intégralité de la charge passe au travers des membranes. Les constituants retenus s'accumulent en amont ou dans la masse du filtre et finissent généralement par le colmater entièrement.



Filtration tangentielle : Dans ce cas, le fluide à traiter circule en continu parallèlement à la membrane filtrante, ce qui limite l'encrassement et le colmatage du filtre (moins de gâteau formé). Les molécules retenues, ainsi qu'une partie des petites molécules qui n'ont pas encore été filtrées, sont continuellement poussées en avant par le flux du liquide et entraînées plus loin. Cela permet de balayer la membrane afin de la nettoyer en continu (en réalité les filtres écrans finissent aussi par être colmatés mais le phénomène est beaucoup plus lent et progressif).



3.1.2. Séchage

But : Finir de concentrer le rétentat et éliminer le maximum d'eau pour faciliter ensuite l'extraction de l'huile

Principe : Etuvage : déshydratation à 60°C (document 5-1)

Technique : Les cellules sont séchées à 60 °C jusqu'à atteindre une masse constante.

3.1.3. Extraction

But : Extraire l'huile des cellules

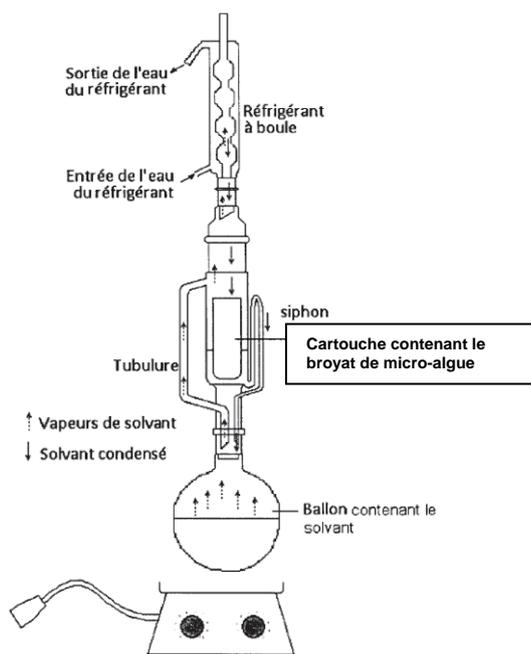
Principe : Extraction liquide/liquide par un solvant organique apolaire : l'hexane (document 6)

Technique : Extraction par épuisement

Exemple de la technique de Soxhlet :

Les cellules de micro-algues sont d'abord lysées : broyage mécanique, sonication...

Le broyat est ensuite introduit dans l'appareil de Soxhlet et l'extraction est réalisée par de nombreux passages d'hexane tiède sur le broyat (plusieurs cycles d'extraction). En fin d'extraction, l'hexane est éliminé par évaporation et l'huile est récupérée dans le ballon.



3.2. Analyse de la composition en DHA de l'huile produite (document 5-1. Analytical procedures)

3.2.1. Préparation de l'échantillon

On réalise une extraction selon la méthode de Bligh et Dyer sur un prélèvement de la culture de micro-algues :

- 1 mL d'échantillon
- 3,75 mL de $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}$ (1v/2v) contenant l'étalon interne : acide pentadécénoïque (C15 :1), vortexer
- 1,25 mL CHCl_3 , vortexer
- 1,25 mL d'eau désionisée, vortexer

Centrifuger 5 minutes à température ambiante à 1000 rpm.

Prélever la phase organique inférieure sans entraîner de phase aqueuse.

On procède ensuite à une transméthylation :

Triglycéride + méthanol \rightarrow Esters méthyliques d'acides gras (EMAG) + glycérol

Cela permet d'abaisser sensiblement le point de fusion des AG et ainsi de les rendre plus volatiles en vue de leur analyse en CG.

3.2.2. Analyse de la composition en AG par CG

But : Séparer, identifier et quantifier les AG constitutifs de l'huile de *Schizochytrium*

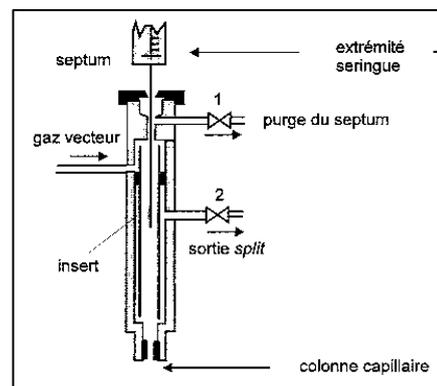
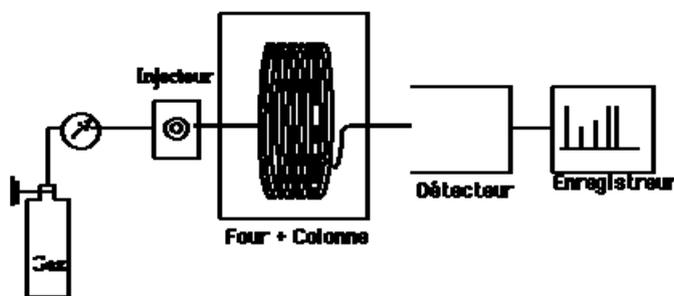
Principe :

La chromatographie en phase gazeuse ou CG est une technique chromatographique dans laquelle la phase mobile est un gaz appelé gaz vecteur. Elle permet de séparer, identifier et doser des composés gazeux (ou volatilisables par chauffage) par entraînement grâce à une phase mobile le long d'une phase stationnaire.

Selon les interactions établies entre les solutés et la phase stationnaire, ils seront plus ou moins retenus donc migreront plus ou moins vite et seront caractérisés par des temps de rétention différents.

Les composés séparés, recueillis à la sortie de la colonne sont détectés et dosés par des dispositifs divers (appelés détecteurs) qui mesurent un signal en fonction du temps ou du volume de phase mobile ajoutée. Ce signal est proportionnel à la concentration instantanée du composé dans la phase mobile (pour un détecteur différentiel, les plus utilisés).

Si les composés sont bien séparés, ils apparaissent alors sous la forme d'autant de pics gaussiens individualisés, la surface des pics obtenus étant proportionnelle à la quantité de composé détecté.

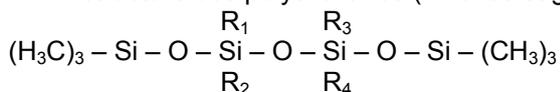


Caractéristiques :

- Phase mobile : hélium → gaz vecteur neutre qui n'établit pas d'interaction avec la phase fixe, et très peu avec les composés volatilisés. Il joue donc uniquement un rôle d'entraînement, les composés étant seulement séparés selon leur rétention différentielle par la phase stationnaire.

- Phase stationnaire : colonne de silice (30 m x 0,52 mm) revêtue de 1 µm de 25% cyanopropyl – 25% phényl – 50% methyl polysiloxane

- structure des polysiloxanes (« huiles et gommes de silicones ») :



Avec R : - méthyl – CH₃

- phényl – C₆H₅

- cyanopropyl – (CH₂)₃ – CN

- apolaire → le temps de rétention des EMAG augmente avec la longueur de la chaîne carbonée

- liquide → chromatographie de partage : les différences de solubilité des solutés à séparer dans la phase liquide stationnaire sont utilisées pour permettre la séparation

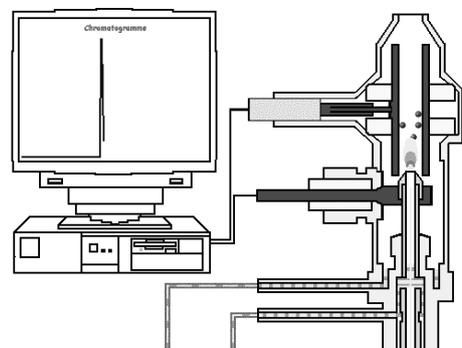
- T injecteur = T détecteur = 250°C

- T four = 210°C

- Injection en mode split (1/40) : seulement 2,5% de l'échantillon est réellement envoyé dans la colonne, le reste est éliminé par une vanne de split (permet d'éviter la saturation de la colonne par des échantillons trop concentrés)

- Détecteur à ionisation de flamme (FID):

Les composés (gazeux) qui sortent de la colonne passent dans une flamme de dihydrogène brûlant dans l'air et placée entre 2 électrodes. La combustion des composés organiques entraîne la formation d'ions et de particules chargées qui sont alors collectés par 2 électrodes.



Le courant d'ions formé est proportionnel à la quantité de substance ; très faible, il est fortement amplifié et transformé en une tension mesurable par un électromètre et qui est dirigée vers un enregistreur.

Le détecteur à ionisation de flamme ne donne aucune réponse avec les gaz les composés inorganiques et des corps très simples comme H₂O, NH₃, CO₂, H₂C=O.... ; le courant d'ions obtenu à partir du gaz vecteur est donc quasi nul et constitue la ligne de base.

Analyses des résultats :

- Utilisation d'un étalon interne :

L'addition d'un étalon interne permet de s'affranchir du volume injecté, c'est-à-dire d'éliminer la source d'erreur due à l'irrégularité des volumes injectés. Toutes les solutions analysées sont chargées en étalon interne (IS) à la même concentration, ce qui permettra ensuite de pouvoir comparer les rapports A/A_{IS}.

$$n_{A \text{ injecté}} = C_{A \text{ sol}} \cdot V_{\text{injection}} = F_A \cdot A_{\text{pic } A} \quad F_A : \text{facteur de réponse du détecteur pour molécule } A$$

$$n_{IS \text{ injecté}} = C_{IS \text{ sol}} \cdot V_{\text{injection}} = F_{IS} \cdot A_{\text{pic } IS} \quad F_{IS} : \text{facteur de réponse du détecteur pour IS}$$

On fait le rapport

$$\frac{C_{A \text{ sol}} \cdot V_{\text{injection}}}{C_{IS \text{ sol}} \cdot V_{\text{injection}}} = \frac{F_A \cdot A_{\text{pic } A}}{F_{IS} \cdot A_{\text{pic } IS}}$$

$$\rightarrow C_{A \text{ sol}} / C_{IS \text{ sol}} = F_A \cdot A_{\text{pic } A} / (F_{IS} \cdot A_{\text{pic } IS})$$

$$\rightarrow A_{\text{pic } A} / A_{\text{pic } IS} = \underbrace{F_{IS} / (F_A \cdot C_{IS \text{ sol}})}_{\text{Constante car même } C_{IS} \text{ dans toutes les solutions}} \times C_{A \text{ sol}}$$

Constante car même C_{IS} dans toutes les solutions

Pour chaque solution injectée, le rapport de la surface du pic de A sur la surface du pic de IS est proportionnel à la concentration du composé A dans la solution.

$$\rightarrow A_{\text{pic } A} / A_{\text{pic } IS} = \text{constante} \times C_{A \text{ sol}}$$

- Analyse du chromatogramme :

La comparaison des temps de rétention avec ceux des étalons permet d'identifier les AG constitutifs de l'huile : on observe 2 pics importants pour EPA et DHA donc l'huile de *Schizochytrium* est bien riche en AGPI.

La comparaison des valeurs de A/A_{IS} permet de quantifier chaque AG et de comparer leur importance quantitative relative :
 $\%DHA \text{ dans l'huile} = A_{DHA}/A_{IS} / \sum A/A_{IS} \times 100 = 11,81 / 35,72 \times 100 = 33,1\%$
 → supérieur à 32% donc respecte la spécification imposée par la CE (document 6)

3.3. Exemple de l'utilisation de l'huile extraite de *Schizochytrium* pour la préparation d'une margarine enrichie en DHA (document 6)

Rappels de la réglementation

- L'huile de *Schizochytrium* ne doit pas être utilisée directement comme aliment mais comme ingrédient/additif dans la fabrication de l'aliment enrichie en DHA.

- Elle doit respecter certaines normes concernant ses caractéristiques physicochimiques : indice d'acide, indice de peroxyde, humidité et volatilité, teneur en insaponifiable, en acides gras trans et en DHA qui doit être supérieure ou égale à 32,0 %.

- La teneur en DHA, dans la margarine fabriquée, ne doit pas dépasser 600 mg / 100 g de produit fini.
 La quantité maximale d'huile à 32% de DHA minimum à ajouter est donc : $0,6 \times 100 / 32 = 2 \text{ g pour } 100 \text{ g de margarine}$.

4. Bénéfices pour la santé d'une alimentation enrichie en DHA (document 7)

4.1. 1^{ère} Etude → Figure 1

Etude de l'évolution des concentrations plasmatiques en TG, Glycérol et AG libres après une consommation d'un aliment témoin ou d'huile de poisson

- Comparaison du profil lipidique de l'huile de poisson par rapport au contrôle diététique :
 - Même teneur en AGS, AGMI et AGPI
 - Ratio ω -3 / ω -6 proche de 1 pour l'huile de poisson contre seulement 0,1 pour l'aliment témoin
 - L'huile de poisson apporte EPA (5,4 g/100 g) et DHA (7,4 / 100 g) pas l'aliment témoin
- Analyse des résultats :

On constate que sur les trois paramètres mesurés, la consommation d'huile de poisson entraîne une élévation beaucoup plus faible des trois concentrations plasmatiques, d'environ un facteur deux en moyenne (TG : 0,8 contre 1,4 mmol/L ; Glycérol : 100 contre 250 μ mol/L ; AG libres : 0,1 contre 0,25 mmol/L).

La consommation d'huile de poisson permet donc de limiter de façon significative l'augmentation de ces trois paramètres au cours de la digestion.

- Interprétation :

Les lipides provenant de l'alimentation (triglycérides et cholestérol) sont transportés dans des chylomicrons synthétisés par les entérocytes via la circulation lymphatique (canal thoracique) qui rejoint ensuite la circulation sanguine par abouchement du canal lymphatique à la veine sub-clavière gauche.

Dans les tissus musculaires et adipeux, une lipoprotéine lipase synthétisée par ces tissus et localisée dans l'endothélium des capillaires va catalyser la dégradation d'une partie de ces triglycérides en acides gras et monoglycérides, récupérés dans les cellules musculaires pour leur dégradation par la β -oxydation ou par les cellules adipeuses pour leur stockage après reconstitution sous forme triglycérides de réserve.

L'huile de poisson riche en EPA et DHA semble donc favoriser l'action de la lipoprotéine lipase ainsi qu'une meilleure absorption des acides gras libres (et du glycérol) par les cellules des tissus périphériques, adipeux et musculaires.

Cela permet donc de limiter l'augmentation des taux sanguins pendant la période postprandiale.

4.2. 2^{ème} Etude → Figure 2

Etude du lien entre le risque de mort cardiaque subite et le pourcentage en EPA + DHA dans la membrane des globules rouges

- Analyse des résultats :

Le risque cardiovasculaire chute de 1 à moins de 0,1 quand le pourcentage en EPA + DHA dans la membrane des GR passe de 3 à 6% → le risque est donc divisé par 10 quand la teneur en AGPI oméga-3 est doublée.

La présence d'APGI oméga-3 dans la membrane cellulaire diminue donc très significativement le risque de mort cardiaque subite.

- Interprétation :

Les cas de mort subite sont principalement dus à des cardiopathies coronariennes, des embolies pulmonaires ou des accidents vasculaires cérébraux.

Les maladies coronariennes sont responsables à elles seules d'environ trois-quarts des morts subites cardiaques.

Le premier bénéfice d'une alimentation riche en AGPI oméga-3 s'explique par une plus grande fluidité membranaire des globules rouges ce qui permet une meilleure déformabilité de ces cellules.

En effet, les fluidités des membranes biologiques sont contrôlées par la structure des lipides qui les composent, et plus particulièrement par la nature et la quantité de leurs AGPI. Plus déformables, les hématies s'insinuent mieux dans les micro-vaisseaux ce qui permet une meilleure irrigation donc une meilleure oxygénation des tissus cardiaques et cérébraux.

Pour la majorité des maladies cardiovasculaires, l'origine est la formation de plaques d'athérome dans la paroi des artères, ce qui entraîne une gêne à l'écoulement sanguin et le risque de formation de thrombus. Les oméga-3 comme le DHA, qui sont des précurseurs d'inhibiteurs de l'agrégation plaquettaire, peuvent donc prévenir par cet autre effet des maladies cardiovasculaires.

En conclusion du document 7, une alimentation riche en oméga-3, apportant de l'EPA et du DHA, permet de diminuer certains facteurs de risque des maladies cardiovasculaires ainsi que le risque de mort subite cardiaque.

Conclusion :

Synthèse du sujet :

- importance du ratio oméga-3/oméga-6 dans l'alimentation,
- nouveau aliments enrichis en oméga-3,
- micro-algoculture à des fins de production d'huile riche en DHA utilisée comme additif alimentaire.

Ouvertures possibles :

- autres exemples d'aliments : aliments destinés à réguler le transit (« Bifidus actif » et autres), laits fermentés qui contribuerait au bon équilibre de la flore intestinale (« Actimel »), jus de fruits multivitaminés, lait enrichi en fer, calcium ou vitamine D.....
- autres intérêts alimentaires / technologiques de la culture de micro-algues (document 2) : production et extraction de pigments (β -carotène, astaxanthine), utilisation comme complément alimentaire dans le cadre de la lutte contre la sous-nutrition...

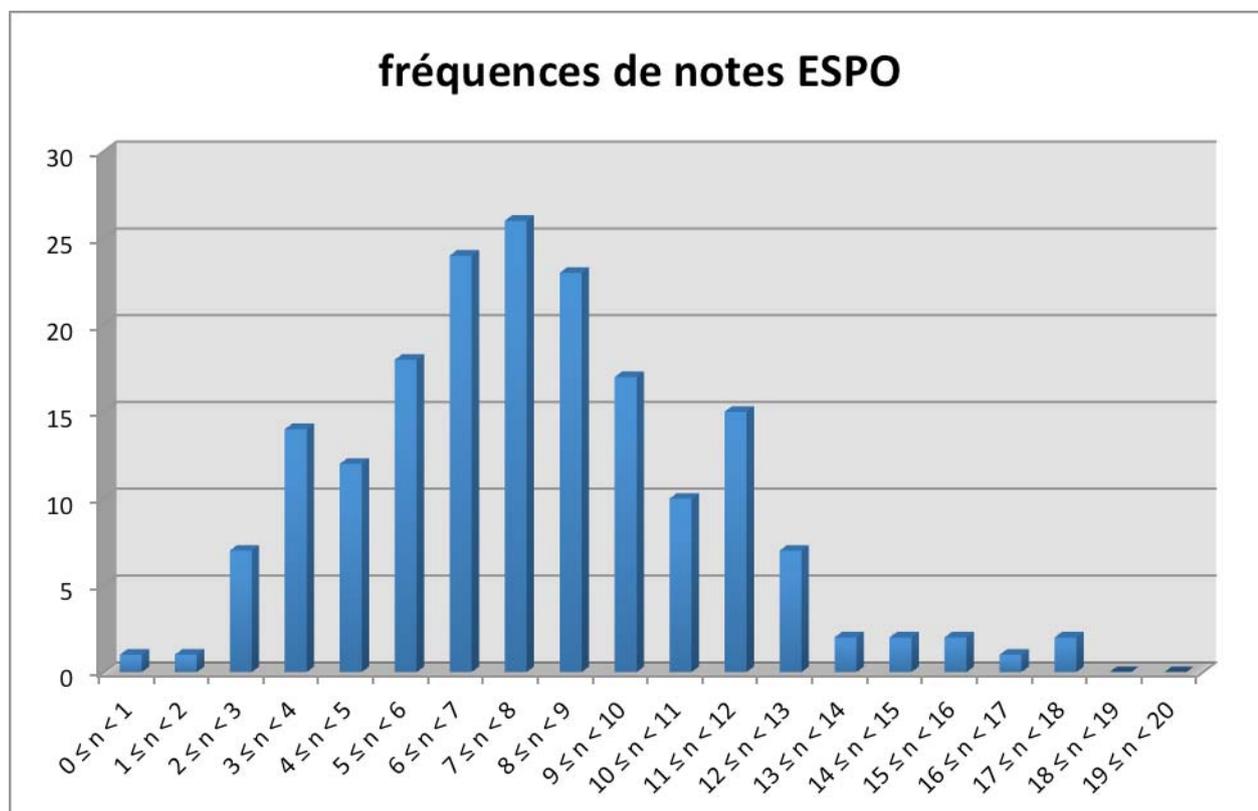
Rapport du jury de l'épreuve d'admissibilité « étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation »

Rapport établi par : Mme Valérie BOCHARD, Mr Raphaël BOUQUET, Mme Géraldine CARAYOL, Mme Muriel CHAVANEL, Mme Nathalie COLOMB, Mr Fabien CONCHONAUD, Mme Delphine DESCHAMPS, Mr Christian DEVAUX, Mme Sandrine DOUCET, Mr Frédéric GIRARD, Mme Brigitte LEONETTI, Mme Fabienne MELINE, Mr Franck MEUNIER, Olivier MORIN, Mme Nathalie PFLIEGER, Mme Corinne RUSSO, Mme Cécile VANLEEFDAEL, Mr Jérôme VINCENT, Mme Marie WURSTEISEN.

Résultats :

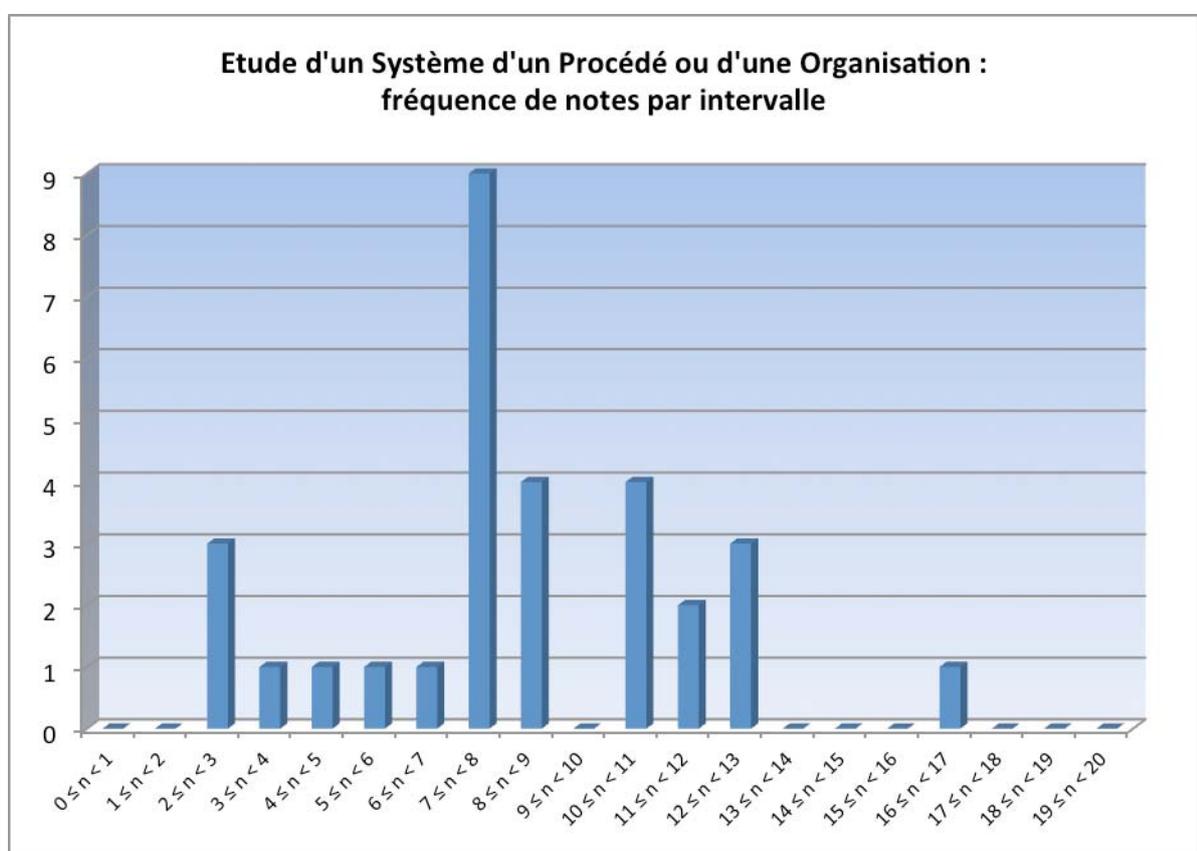
CAPET

note	fréquence	note	fréquence
< 1	1	≥ 10 et < 11	0
≥ 1 et < 2	1	≥ 11 et < 12	2
≥ 2 et < 3	0	≥ 12 et < 13	5
≥ 3 et < 4	1	≥ 13 et < 14	3
≥ 4 et < 5	0	≥ 14 et < 15	2
≥ 5 et < 6	0	≥ 15 et < 16	1
≥ 6 et < 7	1	≥ 16 et < 17	2
≥ 7 et < 8	2	≥ 17 et < 18	3
≥ 8 et < 9	1	≥ 18 et < 19	0
≥ 9 et < 10	4	≥ 19 et < 20	0



CAFEP

note	fréquence	note	fréquence
$0 \leq n < 1$	0	$10 \leq n < 11$	4
$1 \leq n < 2$	0	$11 \leq n < 12$	2
$2 \leq n < 3$	3	$12 \leq n < 13$	3
$3 \leq n < 4$	1	$13 \leq n < 14$	0
$4 \leq n < 5$	1	$14 \leq n < 15$	0
$5 \leq n < 6$	1	$15 \leq n < 16$	0
$6 \leq n < 7$	1	$16 \leq n < 17$	1
$7 \leq n < 8$	9	$17 \leq n < 18$	0
$8 \leq n < 9$	4	$18 \leq n < 19$	0
$9 \leq n < 10$	0	$19 \leq n < 20$	0



Commentaires :

L'épreuve « Etude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » doit permettre de répondre à la problématique du sujet par l'étude et l'analyse de l'ensemble des documents fournis.

Cette épreuve nécessite la mobilisation de connaissances scientifiques et technologiques adaptées au contexte du sujet.

Le candidat doit savoir gérer son temps de façon à répondre au sujet dans son ensemble sans négliger aucune des parties.

Observations du jury

- Sur la forme :

La qualité de l'expression écrite est en général satisfaisante.

Cependant la rédaction d'un trop grand nombre de copies est inacceptable pour de futurs enseignants qui se doivent d'avoir une orthographe, une grammaire et une syntaxe irréprochables.

Le jury rappelle qu'il est nécessaire de rédiger une introduction construite permettant de cerner le sujet, de définir les mots clé de l'énoncé et d'annoncer le plan qui sera développé.

Une transition doit faire le lien entre chaque partie. Le candidat pourra ainsi montrer la construction de sa réflexion sur le sujet posé.

La conclusion, même courte, doit proposer une synthèse permettant de répondre à la problématique posée dans l'introduction, et ouvrir des perspectives cohérentes avec le sujet.

Il est attendu :

- un plan visible et cohérent,
- plus de rigueur dans l'utilisation du vocabulaire scientifique,
- des efforts de schématisation et/ou de synthèse,
- des références précises (numéro) pour chaque document exploité.

Le soin et la présentation de la copie sont également des éléments d'appréciation des qualités pédagogiques d'un candidat au CAPET.

- Sur le fond :

Le sujet nécessitait une bonne maîtrise des notions essentielles comme les principes des méthodes (chromatographie en phase gazeuse, filtration, extraction...), la structure chimique des acides gras polyinsaturés ou la traduction correcte des mots scientifiques anglais (nitrogen, molasses...).

Ces connaissances scientifiques et technologiques devaient permettre d'enrichir les données des documents tout en évitant l'écueil du hors sujet. Par exemple il était nécessaire de développer la structure des acides gras polyinsaturés pour expliquer certaines étapes de l'analyse de l'huile et les intérêts physiologiques de ces AGPI, mais le traitement de la photosynthèse, de la synthèse des acides gras ou des courbes de croissances microbiologiques ne présentait pas d'intérêt compte tenu de la problématique.

Les documents ont été parfois mal exploités ou paraphrasés sans appropriation personnelle.

Leur exploitation devait faire apparaître des capacités d'analyse (description et interprétation) et de synthèse. Elle devait s'articuler dans une démarche rigoureuse et construite.

Le candidat devait s'engager en exprimant des choix étayés par des arguments sélectionnés de façon judicieuse, conformément à ce qui était indiqué dans l'énoncé du sujet.

Conseils aux candidats

Tous les documents devaient être exploités mais dans des objectifs différents :

- pour introduire le sujet,
- pour justifier le choix des procédés de production et d'analyses de l'huile de micro-algue,
- pour décrire les principes et techniques retenus,
- pour analyser les résultats : qualité de l'huile produite, référence aux contraintes réglementaires, bénéfices pour la santé.

Exemple de l'exploitation d'un document technique avec résultats (document 5) :

➤ Etude de l'optimisation de la synthèse de DHA par *Schizochytrium*

Le jury attendait du candidat qu'il :

- résume le contexte expérimental (éventuellement sous forme de schéma ou de tableau),
- réalise une analyse intégrée et comparée en fonction des objectifs visés (forte production de DHA mais aussi une proportion élevée de DHA par rapport aux acides gras totaux pour une masse sèche minimum),
- conclue sur tous les paramètres testés,
- propose un protocole expérimental réalisable au laboratoire.

➤ Etude de la composition en acides gras de l'huile par chromatographie en phase gazeuse

Le jury attendait du candidat qu'il :

- définisse et présente le principe général de la chromatographie en phase gazeuse en s'appuyant sur les caractéristiques du système présenté dans le document (éventuellement illustré d'un schéma),
- justifie les étapes clés de la préparation de l'échantillon (transméthylation, addition d'un étalon interne),
- analyse qualitativement et quantitativement le chromatogramme,
- relie le résultat à la norme.

Conclusion du jury

Le candidat doit faire preuve de qualités de synthèse pour intégrer l'ensemble des informations apportées par les documents afin d'en extraire les données technologiques pertinentes, les enrichir par des connaissances scientifiques et technologiques fondamentales, les hiérarchiser et les relier entre elles pour répondre de façon argumentée et rigoureuse à la problématique.

Le futur professeur aura ainsi montré ses compétences méthodologiques et didactiques en mobilisant ses connaissances scientifiques et technologiques. Restent à évaluer des compétences technologiques plus pratiques lors des épreuves d'admission.

**EPREUVES PRATIQUES ET
EPREUVES ORALES D'ADMISSION**

**LECON PORTANT SUR LES PROGRAMMES DES LYCEES
ET DES CLASSES POST-BACCALAUREAT**

EPREUVE SUR DOSSIER

**Les épreuves pratiques et orales se sont déroulées au Lycée Valentine Labbé
à La Madeleine**

LECON PORTANT SUR LES PROGRAMMES DES LYCEES ET DES CLASSES POST-BACCALAUREAT

Exemple de sujet :

CAPET-CAFEP BIOTECHNOLOGIES **CONCOURS EXTERNE**

Option : Biochimie génie biologique

Session 2014 exceptionnelle
Première épreuve d'admission
Coefficient 3

Durée de l'épreuve : 6 heures

***Travaux pratiques* : quatre heures**

Préparation de l'exposé: une heure

***Exposé* : trente minutes**

***Entretien avec le jury* : trente minutes**

Pendant les quatre premières heures, après avoir pris connaissance du sujet dans son intégralité, le candidat réfléchit à la séquence et la séance qu'il va proposer au jury lors de la leçon. La séquence et la séance proposées s'appuient sur les activités technologiques réalisées et éventuellement sur les protocoles non réalisables dans la durée de l'épreuve.

Le candidat doit donc d'une part réaliser les activités technologiques proposées et préparer la leçon qu'il devra présenter au jury. Pendant ces quatre heures, le jury sera amené à observer la mise en œuvre des protocoles expérimentaux, ainsi que les résultats obtenus par le candidat.

Les résultats expérimentaux obtenus ne sont pas destinés à la rédaction d'un compte rendu. Leur exploitation sera intégrée à l'exposé.

Ensuite, pendant une heure, le candidat ne manipule plus et finalise la préparation de sa leçon. Cette leçon devra inclure une présentation des protocoles, des résultats obtenus ainsi que leur analyse. Le laboratoire est équipé de postes informatiques.

Enfin, l'exposé oral suivi de l'entretien avec le jury se déroule pendant la dernière heure.

Séquence	Les paramètres de contrôle de la qualité des eaux résiduaires urbaines
Niveau d'enseignement	Terminale STL Biotechnologies
Manipulations proposées	Matière d'œuvre
Dosage du phosphore (Méthode spectrophotométrique) (Protocole 1)	<ul style="list-style-type: none"> - Minéralisât M - Réactif sulfomolybdique - Spectrophotomètre
Recherche et dénombrement des entérocoques (Méthode par filtration sur membrane.) (Protocole 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Rampe à filtration - Membrane stérile de porosité 0,45 µm - Boîte de Pétri contenant le milieu gélosé Slanetz et Bartley - Echantillon d'eau à filtrer
Validation d'une méthode de dosage des chlorures (Protocole 3)	<ul style="list-style-type: none"> - Electrode spécifique aux ions chlorures - Solutions étalons et solution contrôle
Ressources documentaires fournies	
<p>Protocole 1 (annexes 1, 2): Dosage du phosphore par méthode spectrophotométrique (Méthode adaptée de la Norme NF EN 1189)</p> <p>Protocole 2 (annexes 3, 4) : Recherche et dénombrement des entérocoques (Norme EN ISO 7899-2)</p> <p>Protocole 3 (annexes 5,6) : Validation d'une méthode de dosage des chlorures</p> <p>Annexe 1 : Détermination de la pollution phosphorée</p> <p>Annexe 2 : Aide-mémoire de métrologie – Session 2014</p> <p>Annexe 3 : Intérêt de la recherche et du dénombrement des entérocoques</p> <p>Annexe 4 : Fiches milieux : Géloses Slanetz et Bartley et Bile Esculine Azide de sodium (BEA)</p> <p>Annexe 5 : Intérêt de la détermination de la teneur en chlore d'une eau</p> <p>Annexe 6 : Electrodes spécifiques : généralités</p>	
Protocoles ou résultats expérimentaux (<i>manipulations non réalisables</i>)	
<p>Protocole 4 : Recherche et dénombrement des coliformes et des coliformes thermotolérants en milieu liquide (Norme NF T 90-413)</p> <p>Annexe 7 : Fiche milieux : Bouillon lactosé au BCP et bouillon lactosé bilié au vert brillant (BLBVB)</p> <p>Annexe 8 : Table NPP pour 3 tubes</p>	

Protocole 1

Dosage du phosphore par méthode spectrophotométrique (Méthode adaptée de la Norme NF EN 1189)

Objectif

Déterminer la concentration massique en phosphore total dans une eau résiduaire urbaine (ERU) après traitement afin d'estimer la pollution phosphorée résiduelle.

Matériels, produit et réactifs

- Solution mère de P à 50 mg.L⁻¹ : 5 mL
- Réactif sulfomolybdique : 20 mL
- Extrait de minéralisât à doser en flacon, noté « **M** » : 20 mL
- Acide trichloracétique (ATCA) à 200 g.L⁻¹ : 10 mL
- Solution de sulfite de sodium à 200 g.L⁻¹ : 10 mL
- Solution d'hydroquinone à 10 g.L⁻¹ : 10 mL
- 1 fiole jaugée de 100 mL
- 8 tubes à essai propres et secs
- Pipette graduée de 10 mL ; Pipettes automatiques (et cônes adaptés) ; pipette jaugée de 2 mL
- Cuves spectrophotométriques et spectrophotomètre (mode d'emploi à disposition)

Remarque: toute la verrerie a été lavée avec une solution d'acide chlorhydrique et rincée à l'eau déminéralisée

Mode opératoire

➤ Étalonnage du spectrophotomètre

A partir d'une solution mère à 50 mg de phosphore par litre, préparer par dilution au 1/50^{ème}, 100 mL de solution étalon fille à 1 mg de P par litre.

- Préparer en tubes à essai la gamme d'étalonnage ci-dessous :

Tube	0	1	2	3	4	5
Solution étalon fille (mL)	0	2	4	6	8	10
Eau déminéralisée (mL)	Ajuster chaque tube à 10					
Acide trichloracétique (mL)	1					
Réactif sulfomolybdique (mL)	1					
Hydroquinone (mL)	1					
Sulfite de sodium (mL)	1					

- Homogénéiser tous les tubes et laisser la coloration se développer à l'obscurité pendant 30 min.
- Lire les absorbances à 700 nm contre l'essai à blanc.

➤ Dosage du phosphore total

• Minéralisation préalable (déjà réalisée)

Dans un tube vissé non serré, introduire :

- 10 mL d'échantillon d'ERU ;
- 0,30 mL d'acide sulfurique concentré ;
- 0,30 mL de solution de persulfate de sodium.

Autoclaver 1h à 120°C sous pression de 10⁵ Pa (1bar). Laisser refroidir.

Retirer le tube. Verser son contenu dans un bécher.

Ajuster le pH entre 1,5 et 2,5 avec la solution d'hydroxyde de sodium à 120 g.L⁻¹ si nécessaire.

Transvaser en fiole jaugée de 20 mL. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau déminéralisée.

- Réaliser deux essais sur 5 mL du minéralisât traité comme ci-dessus. Les deux essais seront traités dans les mêmes conditions que la gamme d'étalonnage et en parallèle.

Données :

- S_f (concentration en PT) = 0,05 mg.L⁻¹ et u_c = 0,10 mg.L⁻¹

Protocole 2

Recherche et dénombrement des entérocoques (Norme EN ISO 7899-2)

Objectif

La méthode de filtration sur membrane consiste à recueillir, identifier et dénombrer, à la surface d'une membrane filtrante stérile, les bactéries recherchées dans un échantillon. Les eaux usées doivent faire l'objet de dilutions et les solides doivent être mis en suspension et dilués dans un tampon phosphate. Pour les entérocoques, un volume déterminé de l'échantillon est filtré à travers une membrane de porosité de 0,45 µm et incubé pendant 44 heures ± 4 heures à 37,0°C ± 1°C sur un milieu sélectif tel que Slanetz et Bartley. La présence d'entérocoques est par la suite confirmée par une réaction négative à l'épreuve de la catalase, et par l'hydrolyse de la bile esculine en milieu gélosé (BEA).

Matériel, milieu, produit et réactif

- Echantillon (flacon de 100 mL)
- Poste à filtration
- Membrane stérile (porosité : 0,45 µm)
- Flacon d'eau stérile
- Boîte de Pétri contenant le milieu Slanetz et Bartley
- Etuve à 37°C +/-1°C
- Eau oxygénée en compte goutte

Mode opératoire

➤ Préparation de l'échantillon

Agiter soigneusement et de façon prolongée le flacon d'échantillon, de manière à remettre les micro-organismes en suspension homogène.

➤ Ensemencement

Filtrer l'échantillon sur une membrane stérile (selon procédure distribuée) ;
Déposer la membrane sur une boîte de Pétri contenant le milieu Slanetz et Bartley avec du TTC.
(Veillez à ce qu'aucune bulle d'air ne s'interpose entre la membrane et la gélose) ;
Retourner la boîte ainsi préparée et incubé à 37°C pendant 44h +/-4h

Lecture

Considérer comme entérocoques présumés toute les colonies présentant une coloration rouge, marron ou rose, pouvant être limitée au centre ou à la périphérie.

En cas de résultat positif, la membrane de filtration provenant du milieu Slanetz et Bartley est déposée sur un milieu BEA qui est incubé 2h à 44°C. (Cette manipulation a été effectuée et une gélose BEA après incubation est à disposition sur demande à l'adresse suivante)

La mise à disposition de la boîte sera effective 2h après que le candidat en est fait la demande

Expression des résultats

Exprimer les résultats en nombre d'entérocoques par 100 mL d'échantillon par l'application de la formule suivante :

$$N = n \cdot 100 / V$$

N : Nombre d'entérocoques par 100 mL d'eau analysée

n : Nombre de colonies caractéristiques dénombrées

V : Volume de l'échantillon filtré en mL

Protocole 3

Validation d'une méthode de dosage des Chlorures

Objectif

Contrôler la fidélité d'une électrode spécifique qui sert à la détermination de la concentration massique résiduelle en chlore après traitement de l'eau résiduaire urbaine (ERU).

Matériels et réactifs

- Solutions étalons chlorure à 10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3} ; 10^{-4} ; 10^{-5} et 10^{-6} mol.L⁻¹ (préparée en eau bidistillée)
- Solution contrôle chlorure à exactement 5.10^{-3} mol.L⁻¹
- Solution d'ajustage ISAB
- 1 électrode spécifique permettant de mesurer [Cl⁻]
- 1 agitateur magnétique
- 1 barreau aimanté
- 1 chronomètre

Condition de mesure

Pour que tous les échantillons mesurés possèdent la même force ionique, on ajoute dans les solutions des solutions d'ajustage : **ISAB (solution d'ajustage de la force ionique) pour les ions chlorure.** (Manipulation déjà réalisée)

➤ **Etalonnage**

6 solutions étalons sont fournies : 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , et 10^{-6} mol.L⁻¹.

- Introduire les 2 électrodes et le même barreau aimanté rincé (sans jamais modifier la vitesse de rotation entre 2 mesures) dans chaque pilulier étalon. Relever alors le potentiel affiché par l'appareil après 2 minutes d'attente ;

- Rincer les électrodes à l'eau déminéralisée entre chaque mesure. Sécher délicatement au papier Joseph ;

- Passer les étalons dans l'ordre croissant des concentrations.

➤ **Contrôle de qualité de la méthode (3 mesures)**

Mesurer dans les mêmes conditions la solution de contrôle fournie.

Donnée :

- Limites d'acceptabilité du contrôle : $4,85.10^{-3}$ mol.L⁻¹ – $5,15.10^{-3}$ mol.L⁻¹
-

Protocole 4

Recherche et dénombrement des coliformes et des coliformes thermotolérants (Méthode par ensemencement en milieu liquide et détermination du NPP) (Norme NF T 90-413)

Objectif

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent dans le tube digestif de l'homme et des animaux à sang chaud où ils représentent moins de 10% des micro-organismes.

Dans l'eau, ils perdent leur viabilité plus lentement que la majorité des bactéries pathogènes intestinales et constituent donc un indicateur de contamination fécale de l'eau de première importance. De plus, leur résistance aux agents désinfectants, et notamment au chlore, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes ; ils vont donc constituer de bons indicateurs d'efficacité de traitement. Malheureusement, les coliformes comprennent une grande variété de bactéries qui ne proviennent pas toutes du tube digestif. Les différents dénombrements réalisés ne donnent pas les mêmes renseignements :

- **la recherche et le dénombrement des coliformes totaux à 37°C** : cet examen permet de juger de l'efficacité d'un traitement mais est d'un moindre intérêt pour détecter une contamination fécale du fait que certains de ces coliformes peuvent faire partie de la flore naturelle des eaux et des sols non pollués.
- **La recherche et le dénombrement des coliformes thermotolérants ou fécaux à 44°C** : la présence de ces derniers signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'une eau
- **La recherche et le dénombrement des seuls *Escherichia coli* ou présumés** : parmi les coliformes thermotolérants, *Escherichia coli* est la seule espèce la plus représentée dans la flore intestinale de l'Homme et des animaux.

Principe

Le principe de la méthode se divise en 2 étapes :

Ensemencement d'une prise d'essai d'échantillon, diluée ou non, dans une série de tubes présumptifs qui permettent une croissance non sélective des coliformes

Après incubation à 30°C +/- 1°C pendant 24 à 48h, repiquage des tubes troubles, avec dégagement gazeux, dans des milieux plus sélectifs et incubation 48h à des températures différentes :

- 37°C pour la recherche des coliformes ;
- 44°C pour la recherche des coliformes thermotolérants.

Matériel, milieux et produit

- Echantillon d'eau (prélèvement dans des conditions propres)
- Tubes de 9 mL d'eau distillée stérile
- Tubes de 9 mL de bouillon lactosé au BCP
- Tubes de 9 mL de milieu BLBVB
- Pipettes graduées stériles de 1 mL
- Vortex

Mode opératoire

- **Ensemencement et incubation des milieux présumptifs**
-

- Introduire 1mL d'échantillon bien homogénéisé dans 3 tubes de milieu présomptif (Bouillon lactosé au BCP) simple concentration ;
- Réaliser la même opération pour chaque dilution ;
- Incuber les tubes ensemencés à l'étuve à 30°C +/- 1°C pendant 24 à 48h.
- Considérer comme positifs les tubes pour lesquels, après 24 ou 48h d'incubation, on observe un trouble lié au développement bactérien, un dégagement gazeux notable dans la cloche de Durham dû à la production de gaz par fermentation du lactose, ainsi qu'un virage au jaune de l'indicateur.

➤ **Ensemencement et incubation des milieux confirmatifs**

- A partir de chaque milieu présomptif ayant donné un résultat positif, ensemercer par une oèse calibrée :

➔ Pour la recherche des coliformes : un milieu BLBVB (incubé à 37°C +/- 1°C pendant 48H)

➔ Pour la recherche des coliformes thermotolérants : un milieu BLBVB (incubé à 44°C +/- 0,5°C pendant 48h)

- Considérer comme positifs les tubes dans lesquels on observe un trouble et un dégagement gazeux dans la cloche de Durham.

La production d'indole par les coliformes thermotolérants peut orienter vers *E. coli*. On peut la mettre en évidence par ensemencement d'un tube d'eau peptonée à partir d'un tube BCP positif, puis par la recherche de la production d'indole par ajout de réactif de Kovacs après incubation du tube à 44°C pendant 48h.

Résultats

A 30°C

Dilution	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
Tubes BCP	+++	+++	++-	+-+	---

A 37°C

Dilution	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Tubes BLBVB	+++	+++	+-	---

A 44°C

Dilution	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Tubes BLBVB	+++	+++	---	---
Tubes eau peptonée	+++	+++	--	--

Annexe 1

Détermination de la pollution phosphorée

Les différentes formes de phosphore dans les eaux résiduaires urbaines (ERU)

Le phosphore est présent dans les ERU sous différentes formes :

- Le phosphore **organique**, élément constitutif de biomolécules comme les phospholipides, les phosphoprotéines ;
- Le phosphore **minéral**, dérivé de l'acide phosphorique comme les orthophosphates (PO_4^{3-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, HPO_4^{2-}) ou condensé comme les polyphosphates.

L'ensemble des formes organiques et minérales constitue le phosphore total (PT).

Le taux moyen de phosphore total émis par litre d'ERU est de l'ordre de 6 à 20 mg, avec une moyenne de 10 mg de PT.L⁻¹. On distingue deux origines principales :

- Le métabolisme humain qui rejette du phosphore par les urines pour 30 à 50 % du PT ;
- Les rejets de détergents qui sont à l'origine de 50 à 70 % du PT. Ces détergents et, en particulier, les lessives, utilisent des polyphosphates pour lutter contre la dureté de l'eau, faciliter l'émulsion des graisses et maintenir la salissure en suspension. Les polyphosphates sont ensuite rejetés au cours du rinçage et ont tendance à s'hydrolyser en phosphates dans les ERU. Certains pays, comme la Suisse, ont interdit l'utilisation de lessive avec des phosphates, ce qui réduit environ de moitié l'apport des PT dans les ERU.

Certaines activités industrielles peuvent générer du phosphore, c'est le cas des laveries industrielles, des traitements de surface, des industries agroalimentaires (pomme de terre, laiteries, ...)

L'activité agricole peut également contribuer à une pollution plus diffuse du milieu naturel par l'utilisation d'engrais phosphatés qui, par lessivage, peuvent rejoindre des eaux de surface.

Les rejets urbains et industriels sont traités par des stations d'épuration où en sortie de traitement, le phosphore s'y trouve essentiellement sous forme d'orthophosphates (90%).

La présence de phosphore dans les eaux de surface entraîne un développement important des algues, microscopiques et macroscopiques, qui caractérisent le phénomène d'eutrophisation. Les rejets de stations d'épuration contiennent des quantités de phosphore qui peuvent être importantes et accompagnées par une source d'azote comme les nitrates. L'effet de ces rejets est d'autant plus marqué qu'ils sont pratiqués dans des zones fermées (lacs, étangs, estuaires) peu propices à un renouvellement des eaux et où sont créées des conditions anaérobies.

Les phosphates échappent en majeure partie (80%) au traitement biologique d'épuration par boues activées et, de ce fait, sont fréquemment présents dans les rejets. Pour respecter la législation de l'arrêté du 22 décembre 1994, il devra être mis en place un traitement de déphosphatation qui peut-être :

- Un traitement physico-chimique par précipitation des phosphates par des réactifs chimiques et séparation par décantation ;
 - Un traitement biologique par ajout d'une zone anaérobie en tête d'une station de boues activées.
-

Le rejet d'une station d'épuration en zone sensible ne doit pas dépasser 1 à 2 mg.L⁻¹ de PT ou avoir un rendement épuratoire moyen annuel d'au moins 80%.

La législation impose le dosage du PT, long et difficile à réaliser, car il peut y avoir des départs de boues avec de l'eau traitée et donc le départ de phosphore organique.

Méthode de détermination

Le phosphore total (phosphore organique et les phosphates) peut être dosé par spectrophotométrie d'absorption moléculaire, méthode normalisée.

Les ions polyphosphates peuvent être dosés directement.

Le phosphore organique doit au préalable subir une minéralisation en milieu acide et oxydant.

Principe (Norme NF EN 1189) : les polyphosphates en solution acide (H₂SO₄) et en présence d'ions molybdate et antimoine forment un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate qui, après réduction par l'acide ascorbique, donne un complexe de molybdène fortement coloré en bleu. Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double de potassium et d'antimoine. La mesure de l'absorbance de ce complexe se fait à 700 nm.

Principe de la méthode adaptée : en milieu acide, les polyphosphates forment un complexe phosphomolybdeuxmolybdique avec le réactif sulfomolybdique en milieu réducteur (Hydroquinone et sulfite de sodium). Ce complexe bleu absorbe à 700 nm.

Diverses molécules sont susceptibles d'interférer avec ce dosage :

- Le silicate à des concentrations supérieures à 5 mg.L⁻¹ provoque un accroissement de l'absorbance ;
- L'arséniate produit une coloration semblable à celle des orthophosphates. Cette interférence peut être éliminée par réduction de l'arséniate en arsénite avec le thiosulfate de sodium ;
- Le sulfure d'hydrogène à des concentrations supérieures à 2 mg.L⁻¹ ;
- Les fluorures à des concentrations supérieures à 200 mg.L⁻¹ inhibent totalement la coloration ;
- Le fer, le chrome et le cuivre peuvent également interférer.

D'où le respect d'un mode opératoire rigoureux.

Préparation des échantillons :

- Prélever les échantillons dans des bouteilles en polyéthylène, polychlorure de vinyle ou, de préférence, en verre ;
- Filtrer l'échantillon pour l'analyse dans les 4 heures qui suivent l'échantillonnage. Cette filtration permet d'éliminer les formes de phosphore en suspension ;
- Laver une membrane filtrante de porosité 0,45 µm avec 200 mL d'eau déminéralisée, préalablement chauffée à environ 30 à 40°C. Éliminer les eaux de rinçage ;
- Filtrer l'échantillon en éliminant les 10 premiers mL du filtrat. Recueillir le restant dans une bouteille en verre propre et sèche pour le dosage immédiat du phosphore total. Si le pH du filtrat n'est pas compris entre 3 et 10, l'ajuster avec une solution d'hydroxyde de sodium ou d'acide sulfurique.

Préparation de la verrerie :

Avant utilisation, toute la verrerie doit être lavée avec une solution d'acide chlorhydrique à 2 mol.L⁻¹ à environ 30 à 40 °C, et rincée soigneusement à l'eau déminéralisée.

Les détergents du commerce renfermant des phosphates ne devront pas être utilisés.

Annexe 2

Aide-mémoire de métrologie - Session 2014

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

➤ 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.

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 :

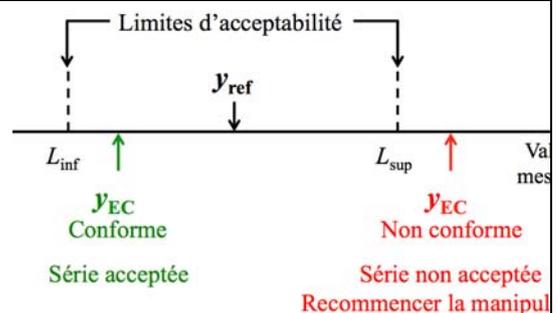
$$L_{inf} \leq y_{EC} \leq L_{sup}$$

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.¹



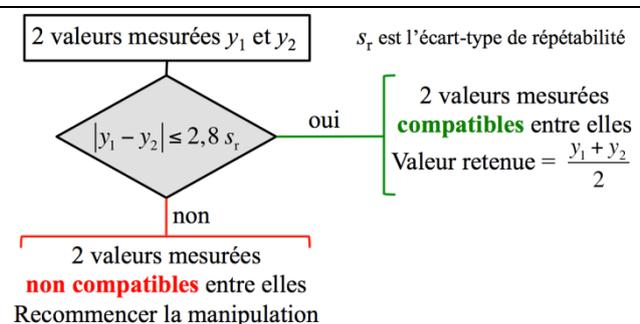
Vérification de la compatibilité métrologique dans le cas de deux essais effectués en répétabilité

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

Si les deux valeurs mesurées sont compatibles :

la valeur retenue est la moyenne.

Si les deux valeurs mesurées ne sont pas compatibles : il faut en rechercher la cause et recommencer la manipulation.²



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

➤ **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 ou 3 : garder deux chiffres significatifs ;
- si le premier chiffre significatif est 4 ou plus : garder un chiffre significatif.

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

Expression du résultat de mesure :

Grandeur mesurée <small>(analyte ; système)</small> = (valeur retenue $\pm U$) unité

Annexe 3

Intérêt de la recherche et du dénombrement des entérocoques

Cette méthode sert à dénombrer les entérocoques par filtration sur membrane et indique la présence possible d'organismes pathogènes. Elle s'applique dans les eaux usées, les eaux souterraines, les eaux de surface et les eaux de consommation.

- La persistance des entérocoques dans divers types d'eau peut être supérieure à celle des autres organismes indicateurs notamment à cause de leur résistance notoire aux agents désinfectants ce qui fait d'eux des indicateurs privilégiés pour évaluer l'efficacité du traitement de l'eau (OMS, 2000).
- De plus, leur grande résistance à la dessiccation fait des entérocoques des indicateurs pour le contrôle lors des réparations du réseau de distribution nécessitant un assèchement.
- Par ailleurs, puisqu'il n'y a généralement pas de croissance des entérocoques dans un réseau de distribution, leur détection témoigne généralement d'une pollution fécale récente.

Dans ce contexte, on a récemment reconnu le rôle des entérocoques à titre d'indicateur de contamination fécale dans les aquifères (nappes d'eau souterraine)

Cet intérêt à l'égard des entérocoques s'expliquerait par le fait que, comparativement aux coliformes (incluant *Escherichia coli*), ils sont plus résistants à des conditions environnementales difficiles et persistent plus longtemps dans l'eau ; de telles conditions sont typiques des eaux souterraines où la température est généralement plus froide et qui sont pauvres en éléments nutritifs.

Le décret de 2001-1220 ne donne plus de norme en termes de streptocoques fécaux mais impose une absence d'entérocoque dans 100 mL d'eau couplée à une absence d'*Escherichia coli*.

Annexe 4

Fiche milieu : Géloses de SLANETZ et BARTLEY et Bile Esculine Azide (BEA)

Gélose SLANETZ et BARTLEY

DOMAINE D'UTILISATION

La gélose de Slanetz et Bartley est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux d'alimentation, les boissons, les eaux usées et divers produits biologiques d'origine animale, par la technique de filtration sur membrane.

PRINCIPE

L'azide de sodium permet d'inhiber la croissance des microorganismes à Gram négatif. Le chlorure de triphényl tétrazolium (TTC) est un indicateur de la croissance bactérienne. Il est réduit en formazan insoluble à l'intérieur de la cellule. Cette réaction se manifeste par l'apparition de colonies de couleur rouge à marron.

MODE D'EMPLOI

- Filtrer stérilement sur membrane un volume déterminé de l'échantillon à tester.
- A la surface des boîtes ainsi préparées ou du milieu pré-coulé ramené à température ambiante, déposer la membrane, en veillant à ce que le contact soit parfait.
- Incuber à $(36 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ pendant (44 ± 4) h.

LECTURE

Les colonies présentant une coloration rouge à marron doivent être considérées comme caractéristiques. Procéder à la confirmation des colonies typiques en utilisant une gélose bile esculine azide (BEA)

FORMULE - TYPE du milieu complet pour 1 litre de milieu :

- Tryptone20,0 g
- Extrait autolytique de levure.....5,0 g
- Glucose.....2,0 g
- Phosphate dipotassique.....4,0 g
- Azide de sodium0,4 g
- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium0,1 g
- Agar agar bactériologique.....10,0 g
-
- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,2 \pm 0,2$.

S'il y a des colonies typiques sur les membranes utilisées pour le dénombrement de la gélose de Slanetz et Bartley, transférer celles-ci avec les colonies sur des boîtes de milieu BEA, préchauffé à 44°C . Incuber à $(44 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ pendant 2 heures.

Gélose BEA

DOMAINE D'UTILISATION

La gélose à la bile, à l'esculine et à l'azide de sodium (BEA) est un milieu sélectif utilisé pour les isolements et dénombrements des entérocoques dans les produits alimentaires et les produits pharmaceutiques. Elle est également utilisée pour le dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux.

PRINCIPE

L'azide de sodium provoque l'inhibition des bactéries contaminantes à Gram négatif.

La bile de bœuf empêche la croissance des bactéries à Gram positif.

Les entérocoques hydrolysent l'esculine en glucose et en esculetine. Ce dernier composé forme un complexe noir en présence des ions ferriques apportés par le citrate de fer.

MODE D'EMPLOI

En cas de résultat positif, la membrane de filtration provenant du milieu Slanetz et Bartley est déposée sur un milieu BEA qui est incubé 2h à 44°C.

LECTURE

Les entérocoques se présentent sous forme de petites colonies translucides entourées d'un halo noir.

Les staphylocoques et les levures peuvent donner des colonies opaques sans halo noir.

Il est indispensable d'identifier les microorganismes suspects, notamment pour écarter toute confusion avec les *Listeria* qui peuvent donner des colonies similaires à celles des entérocoques.

Confirmation des entérocoques intestinaux dans les eaux suivant la méthode par filtration sur membrane : considérer comme positives, toutes les colonies donnant une couleur brune à noire dans le milieu. Les compter comme entérocoques intestinaux.

FORMULE - TYPE pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....	17,00 g
- Peptone pepsique de viande	3,00 g
- Extrait autolytique de levure.....	5,00 g
- Bile de bœuf bactériologique	10,00 g
- Chlorure de sodium.....	5,00 g
- Esculine	1,00 g
- Citrate ferrique ammoniacal.....	0,50 g
- Azide de sodium	0,15 g
- Agar agar bactériologique.....	13,00 g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,1 ± 0,1.

Annexe 5

Intérêt du dosage des ions chlorures pour une station d'épuration

L'arrivée de chlorures dans une station peut avoir plusieurs origines :

- **Intrusion d'eau de mer dans les réseaux d'assainissement** (littoral)
- **Salage des chaussées en période hivernale**
- **Arrivées d'effluents industriels** (industries chimiques, agro-alimentaires,...)
- **Apports en chlorures liés au process.** Les ajouts de FeCl_3 pur pour la déphosphatation physico-chimique apportent des chlorures mais ils n'ont pas d'incidence sur la biologie pour des doses classiquement utilisées. Les lavages de membranes ainsi que les traitements par ajout de chlore (lutte contre les bactéries filamenteuses) n'apportent pas de chlorures, car au sein du bassin d'aération, pour passer de la forme chlore à la forme chlorure, il faut qu'il y ait une réaction de réduction.

Quel capteur d'alerte sur une station ?

Le meilleur capteur d'alerte est la mise en place d'une mesure de la conductivité en entrée de station. Il apporte des informations sur la concentration en sels dans le milieu, dont les chlorures et notamment les pics de concentration sur 24h (en cas de suivi continu). Les mesures en continu permettent, en fixant des seuils, d'écarter les pointes de concentration en dirigeant l'effluent vers un bassin tampon par exemple. La conductivité est proportionnelle à la concentration en sels dissous, avec $k = 0.65$ à 0.85 pour la plupart des eaux :

Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) $\times k =$ ensemble des sels dissous (mg/L)

Effets

sur le

Caractéristiques	Eau de mer*	Eau usée classique (éch. moyen 24h)	Eau calcaire	Eau de surface (faiblement minéralisée)	Eau faiblement chlorurée
Sels totaux	35 g/L (dont HCO_3^-)				
Cl^-	19 g/L	80-250 mg/L	< 50 mg/L	Variable	< 10 mg/L
Na^+	10,5				
Mg^{2+}	1,35				
SO_4^{2-}	2,65				
Ca^{2+}	0,4				
K^+	0,38				
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	55 000	800-1200	350-700	< 250	> 350
Coefficient k (données Irstea)	0,65	Variable 0,7-0,8	0,75-0,85	0,65	0,80 à 0,85

des chlorures

fonctionnement biologique d'une station ?

L'action principale est liée au gradient de pression osmotique entre la bactérie et le liquide interstitiel. Plus le gradient est fort, plus la défloculation sera importante. Lors d'une défloculation partielle, l'activité biologique est réduite car les cinétiques sont diminuées. La conséquence peut être la perte de boues. Selon le stade du stress, on peut aussi aboutir à la lyse bactérienne, entraînant un moussage et une augmentation de la DCO dissoute.

Annexe 6

Electrodes spécifiques – Généralités

On rencontre ce type d'électrodes pour de nombreux ions. Pour chaque type d'ion l'électrode diffère par son extrémité : c'est une membrane « sélective » qui est sensible à la présence d'un type d'ion.

Cette « absorption » sur la membrane est proportionnelle à la concentration, C , de l'ion dans le milieu de mesure.

L'absorption génère un potentiel au sein de l'électrode de la forme : $E = E^{\circ} + K \log(C)$

Potentiel qui va être transmis par la chaîne électrique habituel jusqu'à un voltmètre où il est comparé à une électrode de référence. La mesure fournie est : $\Delta E = E - E_{\text{ref}} = K' + K \log(C)$

- **Détermination d'une concentration inconnue grâce à une gamme étalon**

On prépare une gamme étalon de concentration connue.

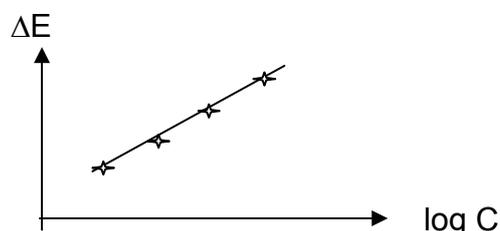
Pour chaque étalon on plonge les deux électrodes (électrode spécifique + électrode de référence adéquate). On mesure au millivoltmètre ΔE .

On trace ensuite ΔE en fonction de $\log(C)$

à l'ordinateur et on détermine l'équation de la droite.

(la linéarité n'est plus vérifiée aux faibles concentrations)

La mesure de ΔE pour l'échantillon inconnu permet, via la courbe d'étalonnage, de trouver la concentration.



- **Suivi d'un dosage**

Une électrode spécifique peut permettre de déterminer l'équivalence d'un dosage si l'électrode est sensible à l'espèce titrée ou à l'espèce titrante. Ce sont souvent des réactions de complexation ou de précipitation.

- **Conditionnement de l'électrode – Mesure**

Electrode spécifique	Conditionnement	Electrode de référence	Solution d'ajustage
Ion chlorure	5 min dans 1000 ppm (Cl ⁻) ou NaCl à 0,028 mol.L ⁻¹	ELIT 003 ou ELIT 002	NaNO ₃ à 5 mol.L ⁻¹ Ajouter 2% V/V

- **Force ionique**

La force ionique est représentative de la quantité d'ion en solution et de la charge des ions en solutions.

Elle est définie par : $I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} c_i \cdot z_i^2$ Avec c_i = concentration de l'espèce i ; z_i = charge de l'espèce i

Dans l'expression du potentiel donné en introduction, on a directement écrit C pour concentration de l'ion. En réalité c'est l'activité de l'ion « a » qui intervient dans le potentiel.

La relation entre activité et concentration est $a = \gamma \cdot C$

Où γ est le coefficient d'activité (qui tend vers 1 pour une solution très diluée). Pour une solution concentrée le coefficient d'activité dépend de la force ionique.

On obtient toujours une relation linéaire entre ΔE et $\log(C)$ si γ est constant, autrement dit si la force ionique reste constante.

Il faut donc ajuster la force ionique des étalons et échantillons de sorte à ce qu'elle soit identique pour tous.

Pour cela on ajoute à chaque échantillon une solution ionique relativement concentrée (ISA = ionic strength adjustor) appelée aussi électrolyte support ou solution d'ajustage de la force ionique (ISAB).

Annexe 7

Fiche milieux : Bouillon lactosé au BCP et bouillon lactosé bilié au vert brillant (BLBVB)

Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol.

DOMAINE

D'UTILISATION

Le bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCP) est utilisé comme milieu présomptif de détection des bactéries coliformes dans l'eau.

PRINCIPE

La Tryptone et l'extrait de viande apportent les éléments nutritifs azotés nécessaires à la croissance des bactéries.

La fermentation du lactose est mise en évidence par l'acidification du milieu qui provoque le virage au jaune de l'indicateur pH (pourpre de bromocrésol), ainsi que par la production de gaz dans les cloches de Durham.

Pour confirmer la présence de coliformes, il est nécessaire de pratiquer des subcultures sur les milieux confirmatifs appropriés.

INCUBATION

Incuber les tubesensemencés à 30°C pendant 24 et 48 heures.

LECTURE

La fermentation du lactose se traduit par l'apparition d'un trouble résultant du développement bactérien, ainsi que par un dégagement gazeux dans les cloches de

A partir des cultures positives sur le milieu présomptif, il est nécessaire de pratiquer des subcultures sur des milieux confirmatifs appropriés : bouillon lactosé bilié au vert brillant (BLBVB)

Durham.

FORMULE - TYPE pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....5,0 g
- Extrait de viande3,0 g
- Lactose5,0 g
- Pourpre de bromocrésol.....25,0 mg

- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 6,7 ± 0,2.

Bouillon lactosé bilié au vert brillant (BLBVB)

DOMAINE D'UTILISATION

Le bouillon lactosé bilié au vert brillant est utilisé pour la recherche et le dénombrement des coliformes, des coliformes thermotolérants et d'*Escherichia coli* (Test de Mackenzie) dans le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires, les eaux d'alimentation et les eaux résiduaires.

PRINCIPE

La présence simultanée de bile de bœuf et de vert brillant provoque l'inhibition de la presque totalité des microorganismes à Gram-positif et des bactéries à Gram-négatif autres que les coliformes.

- La teneur en vert brillant est spécialement déterminée afin d'empêcher la croissance des anaérobies fermentant le lactose à 44°C, ce qui évite l'obtention de résultats faussement positifs.
- Le développement des coliformes se manifeste par l'apparition d'une turbidité, associée à une production de gaz dans la cloche de Durham par suite de la fermentation du lactose.

INCUBATION

- Pour les coliformes, incuber pendant 24 et 48 heures à 30 ou à 37°C, suivant la norme analytique à respecter.
- Pour les coliformes thermotolérants, incuber pendant 24 et 48 heures à 44°C.
- A partir des tubes à double concentration, transférer une öse bouclée de culture dans un tube à simple concentration et incuber à nouveau pendant 24 et 48 heures avant d'effectuer la lecture.

LECTURE

La fermentation du lactose, qui se traduit par l'apparition de gaz dans les cloches de Durham (volume au minimum égal au 1/10ème du volume de la cloche) en moins de 48 heures, indique la présence de coliformes. L'identification des germes peut être pratiquée à partir des tubes gazogènes au moyen de subcultures sur des milieux gélosés appropriés : gélose lactosée au BCP.

Pour confirmer la présence d'*Escherichia coli*, on peut pratiquer le test de Mackenzie de la manière suivante :

- Inoculer à la fois dans un tube de BLBVB muni d'une cloche et dans un tube d'eau peptonée exempte d'indole, une öse bouclée du contenu des tubes gazogènes.
- Incuber à (44,0 ± 0,5)°C dans un bain thermostaté pendant 24 et 48 heures.
- Dans ces conditions, *Escherichia coli* présente simultanément les caractères suivants :
 - Culture sur BLBVB positive et gazogène.
 - Production d'indole : positive. (Réactif d'Ehrlich-Kovacs)

FORMULE-TYPE du milieu à simple concentration pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....10,0 g
- Bile de bœuf bactériologique20,0 g
- Lactose10,0 g
- Vert brillant.....13,3 mg

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2.

Annexe 8

Table de Mc Grady (indice NPP)

Il est courant d'utiliser **3 dilutions successives** avec **3 tubes à la même dilution**.

- Enregistrer le nombre de résultats positifs pour chaque série de tubes.
- Pour trouver la combinaison, choisir comme premier chiffre, la plus forte dilution avec tous les tubes positifs.

CALCUL ET EXPRESSION DES RÉSULTATS

À partir de l'indice NPP lu dans la table, déterminer *N* le nombre le plus probable de microorganismes dans le volume de référence

$$N = \text{NPP} \times \frac{V}{d \times d_0}$$

NPP = indice NPP lu dans la table

d = dilution de base (tube du 1^{er} chiffre de la combinaison retenue)

d₀ = dilution éventuelle de l'échantillon (avant ensemencement)

V = volume de référence en mL

NOMBRE DE RÉSULTATS +			INDICE NPP	CATÉGORIE	LIMITES DE CONFIANCE			
3 tubes 1 mL	3 tubes 0,1 mL	3 tubes 0,01 mL			à 95%		à 99%	
0	0	0	< 0,30		0,00	0,94	0,00	1,4
0	0	1	0,30	3	0,01	0,99	0,00	1,4
0	1	0	0,30	2	0,01	1	0,00	1,6
0	1	1	0,61	0	0,12	1,7	0,05	2,5
0	2	0	0,62	3	0,12	1,7	0,05	2,5
0	3	0	0,94	0	0,35	3,5	0,10	4,6
1	0	0	0,36	1	0,02	1,7	0,01	2,5
1	0	1	0,72	2	0,12	1,7	0,05	2,5
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5	0,2	4,6
1	1	0	0,74	1	0,13	2	0,08	2,7
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	0	1,1	2	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8	0,2	5,2
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8	0,2	5,2
2	0	0	0,92	1	0,15	3,5	0,07	4,6
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5	0,2	4,6
2	0	2	2,0	0	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8	0,2	5,2
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	0	2,1	1	0,5	4	0,2	5,6
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4	0,5	14,2
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4	0,3	14,2
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4	0,5	15,7
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1	1,0	26
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1	0,5	25
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9	1,1	27
3	1	2	12	3	3	30	2	44
3	1	3	16	0	3	36	2	52
3	2	0	9,3	1	1,6	36	1,2	43
3	2	1	19	1	3	36	2	52
3	2	2	21	2	3	40	2	56
3	2	3	29	3	9	99	5	152
3	3	0	24	1	4	99	3	152
3	3	1	46	1	9	198	5	283
3	3	2	110	1	20	400	10	570
3	3	3	>110					

Rapport de l'épreuve de leçon portant sur les programmes des lycées et des classes post-baccalauréat

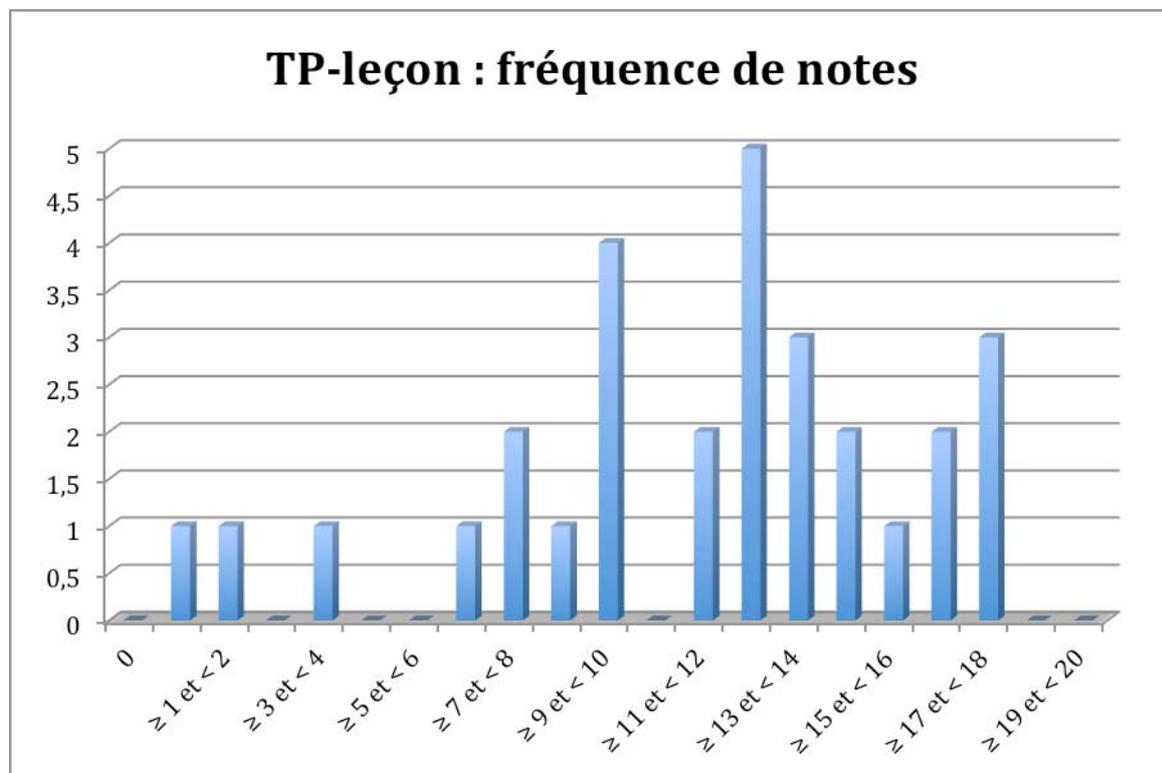
Rapport établi par :

Mesdames et Messieurs Armelle BIGOT, Elisabeth CHANIAUD, Brigitte LEONETTI, Jocelyne MELIN, Joël CNOKAERT, Gilles FREMY, et Olivier MORIN.

Résultats :

CAPET

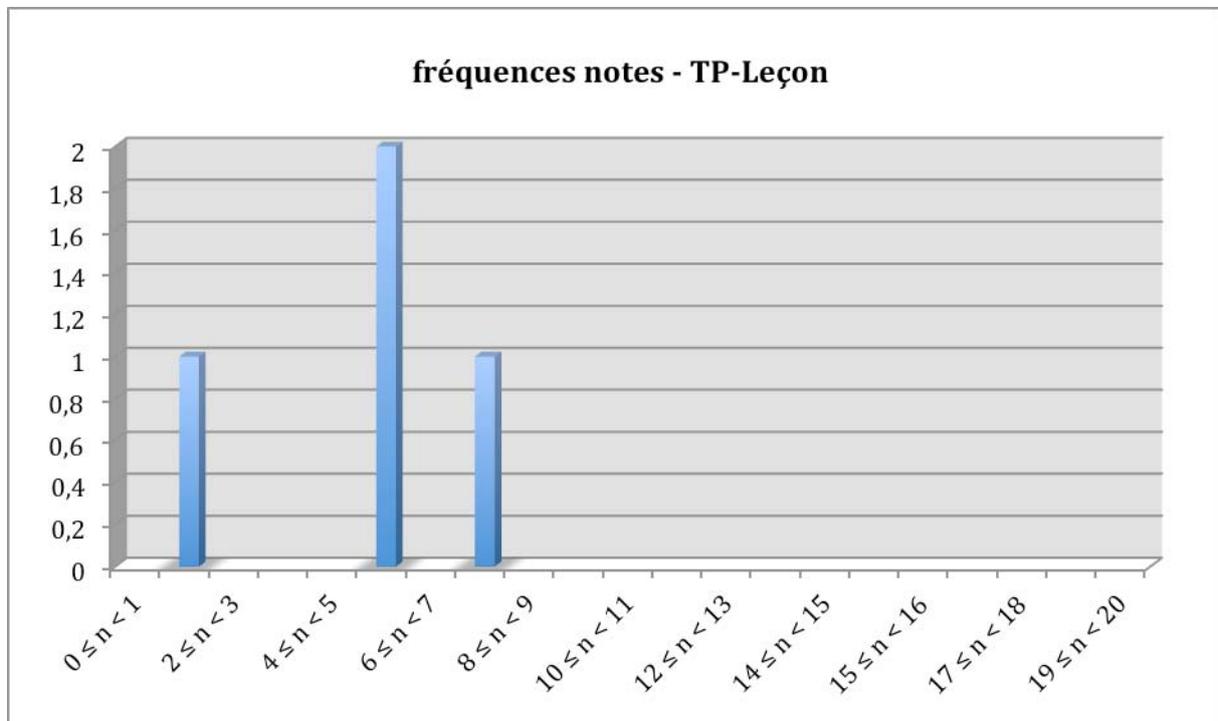
< 1	1	≥ 10 et < 11	0
≥ 1 et < 2	1	≥ 11 et < 12	2
≥ 2 et < 3	0	≥ 12 et < 13	5
≥ 3 et < 4	1	≥ 13 et < 14	3
≥ 4 et < 5	0	≥ 14 et < 15	2
≥ 5 et < 6	0	≥ 15 et < 16	1
≥ 6 et < 7	1	≥ 16 et < 17	2
≥ 7 et < 8	2	≥ 17 et < 18	3
≥ 8 et < 9	1	≥ 18 et < 19	0
≥ 9 et < 10	4	≥ 19 et < 20	0



Résultats :

CAFEP

$0 \leq n < 1$		$10 \leq n < 11$	
$1 \leq n < 2$	1	$11 \leq n < 12$	
$2 \leq n < 3$		$12 \leq n < 13$	
$3 \leq n < 4$		$13 \leq n < 14$	
$4 \leq n < 5$		$14 \leq n < 15$	
$5 \leq n < 6$	2	$14 \leq n < 15$	
$6 \leq n < 7$		$15 \leq n < 16$	
$7 \leq n < 8$	1	$16 \leq n < 17$	
$8 \leq n < 9$		$17 \leq n < 18$	
$9 \leq n < 10$		$18 \leq n < 19$	



- Définition de l'épreuve :

Elle est rappelée en page de garde des sujets.

« Pendant les quatre premières heures, après avoir pris connaissance du sujet dans son intégralité, le candidat réfléchit à la séquence et la séance qu'il va proposer au jury lors de la leçon. La séquence et la séance proposée s'appuient sur les activités technologiques réalisées et éventuellement sur les protocoles non réalisables dans la durée de l'épreuve. Pendant ces quatre heures, le jury sera amené à observer la mise en œuvre des protocoles expérimentaux, ainsi que les résultats obtenus par le candidat.

Les résultats expérimentaux obtenus ne sont pas destinés à la rédaction d'un compte-rendu. Leur exploitation sera intégrée à l'exposé.

Ensuite, pendant une heure, le candidat ne manipule plus et finalise la préparation de sa leçon. Cette leçon devra inclure une présentation des protocoles, des résultats obtenus ainsi que leur analyse. Le laboratoire est équipé de postes informatiques.

Enfin, l'exposé oral suivi de l'entretien avec le jury se déroule pendant la dernière heure. »

- Conditions de l'épreuve :

Les sujets étaient structurés de la façon suivante :

- intitulés de la séquence
- niveau d'enseignement,
- manipulations réalisables (protocoles opératoires et matière d'œuvre),
- protocoles opératoires complémentaires et non réalisables, parfois accompagnés de résultats,
- ressources documentaires diverses : éléments de contexte, supports théoriques, documents d'interprétation, aide mémoire de métrologie ...

Les sujets ainsi que les programmes sont fournis sous format numérique.

Chaque candidat dispose ainsi d'une clé USB sur laquelle il peut enregistrer un diaporama ou d'autres productions numériques. Les candidats ont aussi la possibilité de réaliser jusqu'à trois photographies pour enrichir leur présentation.

- Au laboratoire :

Les compétences technologiques du candidat sont évaluées sur l'ensemble des manipulations réalisées.

Concernant le respect des règles d'hygiène, de sécurité et de gestion des déchets, certains comportements inappropriés ont été observés. Il est inquiétant que quelques candidats à un concours de recrutement de professeurs de biotechnologies n'aient pas encore intégré cette dimension indispensable au travail de laboratoire. Le jury attend des candidats une analyse pertinente des risques biologiques, chimiques... Par exemple le port ou non des gants doit être raisonné. De plus, le jury rappelle que les micro organismes non classés sont sans danger et ne nécessitent aucune protection particulière du manipulateur et de son environnement.

- Exposé et entretien :

Les biotechnologies reposent sur un ensemble de disciplines intégrées : microbiologie, biochimie, biologie cellulaire et moléculaire... Les connaissances de base de ces disciplines sont indispensables (structure des biomolécules, chimie minérale et organique, anatomie et physiologie humaine, métrologie, connaissance des micro organismes...). Par exemple, la méconnaissance de la loi de Beer Lambert, à ce niveau, est inacceptable.

Des connaissances théoriques en biologie non ancrées dans une culture technologique, ne permettent pas de satisfaire aux exigences de ce concours.

Les candidats ont compris la nécessité d'intégrer une séance dans une séquence. Certaines manipulations proposées lors de la partie pratique de l'épreuve sont des techniques de base ne suffisant pas forcément à construire cette séquence pour le niveau proposé. Celles-là doivent être insérées dans une progression et associées, soit à des manipulations plus ambitieuses, soit à des propositions originales.

Les présentations ont parfois abouti à un exposé trop formaté. Les candidats peuvent opter pour un plan non convenu et faire preuve d'originalité en relation avec le sujet proposé.

- Conclusion :

Les candidats ayant obtenu les moins bonnes notes n'ont montré aucune maîtrise des compétences technologiques fondamentales (coloration de Gram, pipetages, tests d'orientation, réalisation de dilutions ou de gammes de colorimétrie basiques...).

Certains candidats n'ont pas pris la mesure des aspects pédagogiques et didactiques liés à l'enseignement technologique : organisation de la classe, prise en compte du programme, organisation matérielle, compétences à développer, choix du mode d'évaluation...

Cependant, l'ensemble des candidats semblent avoir compris l'esprit de l'épreuve. Des productions numériques de qualité ont été présentées ainsi que des exposés bien structurés. Le jury a apprécié les candidats faisant preuve d'une posture, d'une tenue et d'une attitude adaptées au métier qu'ils envisagent.

EPREUVE SUR DOSSIER

Rapport de l'épreuve sur dossier

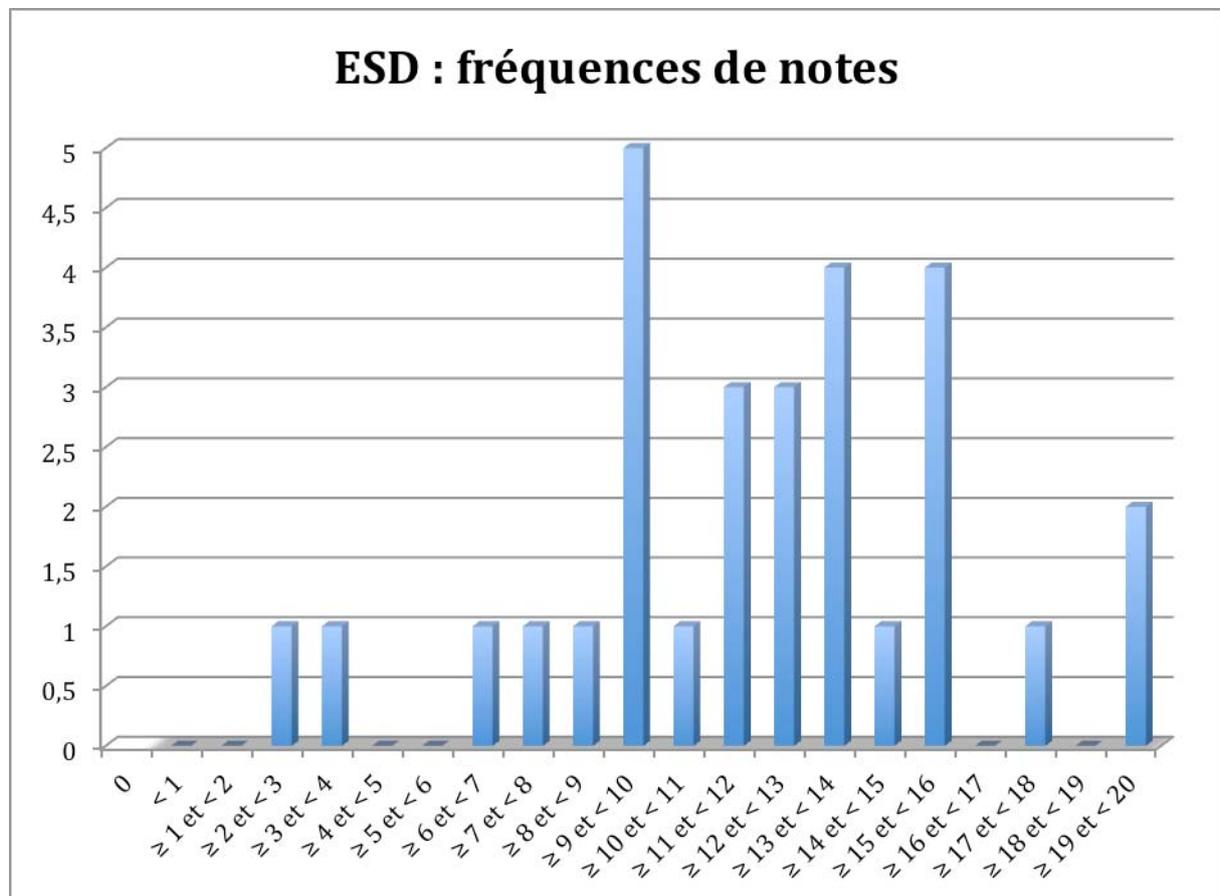
Rapport établi par :

Mesdames et Messieurs Raphaël BOUQUET, Nathalie COLOMB, Sandrine DOUCET, Joël DENDELAECHT, Véronique FAUTREZ, Patrick MEUNIER.

Résultats :

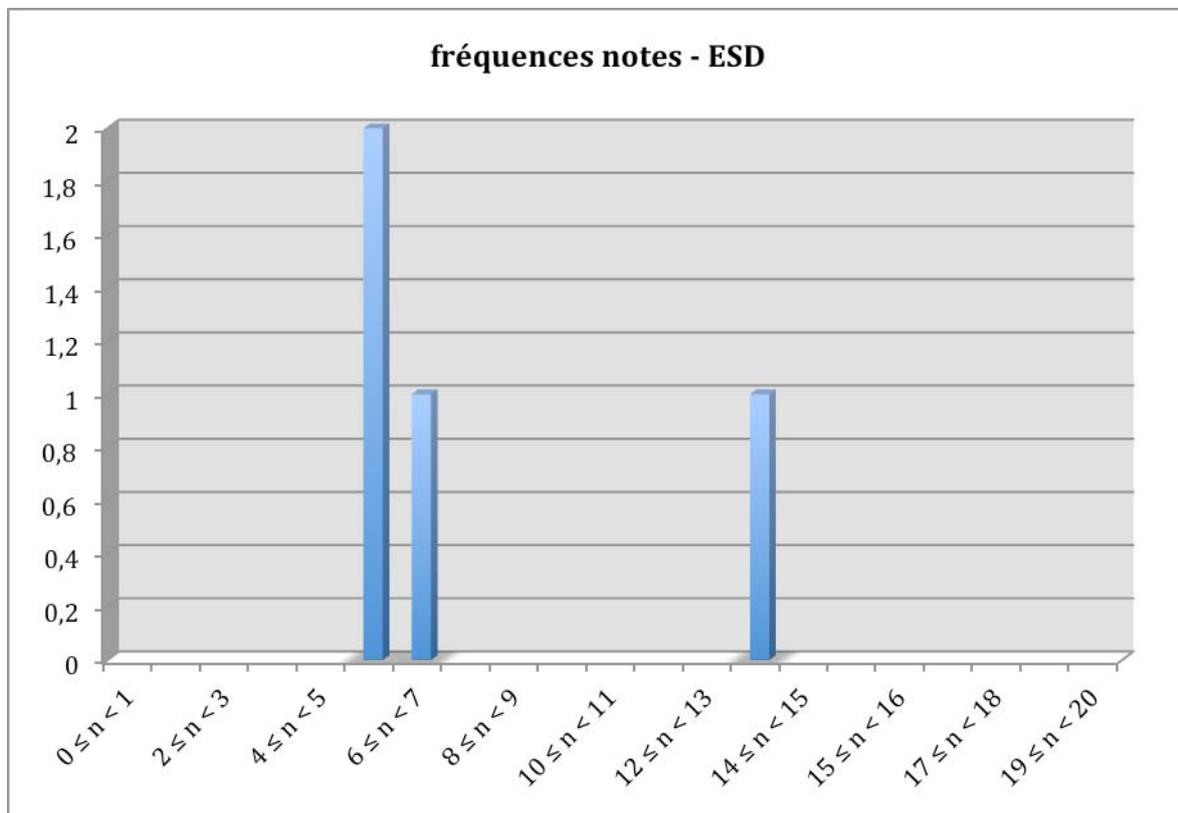
CAPET

< 1	0	≥ 10 et < 11	1
≥ 1 et < 2	0	≥ 11 et < 12	3
≥ 2 et < 3	1	≥ 12 et < 13	3
≥ 3 et < 4	1	≥ 13 et < 14	4
≥ 4 et < 5	0	≥ 14 et < 15	1
≥ 5 et < 6	0	≥ 15 et < 16	4
≥ 6 et < 7	1	≥ 16 et < 17	0
≥ 7 et < 8	1	≥ 17 et < 18	1
≥ 8 et < 9	1	≥ 18 et < 19	0
≥ 9 et < 10	5	≥ 19 et < 20	2



CAFEP

$0 \leq n < 1$		$10 \leq n < 11$	
$1 \leq n < 2$		$11 \leq n < 12$	
$2 \leq n < 3$		$12 \leq n < 13$	
$3 \leq n < 4$		$13 \leq n < 14$	1
$4 \leq n < 5$		$14 \leq n < 15$	
$5 \leq n < 6$	2	$14 \leq n < 15$	
$6 \leq n < 7$	1	$15 \leq n < 16$	
$7 \leq n < 8$		$16 \leq n < 17$	
$8 \leq n < 9$		$17 \leq n < 18$	
$9 \leq n < 10$		$18 \leq n < 19$	



- Le dossier :

Le jury a apprécié la qualité des prestations des candidats qui se sont adaptés à la définition de l'épreuve en tenant compte des rapports du jury antérieurs.

Un nombre significatif de candidats construisent leurs dossier à partir d'une expérience antérieurs, stage de section de technicien supérieur, DEA, thèse. Certaines activités, relativement anciennes bénéficieraient d'une actualisation et trop de manipulations sont maintenant trop anciennes.

Le sujet du dossier doit, d'autre part être contextualisé dans un environnement professionnel défini et doit porter sur une problématique dont le jury apprécie « l'authenticité et l'actualité ». Les thématiques choisies par les candidats doivent présenter un potentiel scientifique et technologique devant servir de support à une transposition pédagogique dans un des enseignements des différents champs possibles de compétence d'un professeur de biochimie génie biologique : enseignements d'exploration de seconde, enseignement de biologie et physiopathologie humaines de la série ST2S, enseignements technologiques de la série STL Biotechnologies, enseignements des différentes sections de technicien supérieur de biologie appliquée.

Les travaux universitaires ou les expériences de stage peuvent être utilisés comme support de l'épreuve; ils doivent alors être travaillés et adaptés afin de répondre aux exigences du concours dans l'objectif de la transposition pédagogique. Il s'agit notamment de faire des choix pour la partie technique dans leurs contenus, de présenter les manipulations réalisées, d'en maîtriser les principes, de les illustrer et de présenter des résultats expérimentaux, exploités et interprétés.

Le jury recommande aux candidats d'inclure à ce dossier la description d'une séance pédagogique construite. Celle-ci doit permettre de démontrer que le candidat s'inscrit dans une démarche d'enseignement technologique avec la prise en compte :

- des objectifs de formation,
- de la nécessaire approche expérimentale,
- de l'organisation des activités,
- des contraintes et exigences de mise en œuvre des activités technologiques,
- de la gestion du groupe, des modalités d'évaluation....

Concernant la forme, le jury rappelle qu'il convient de :

- donner au dossier un titre concis, explicite, et reflétant la problématique choisie par le candidat,
- rédiger le dossier de façon claire et synthétique, en prenant en compte les finalités de l'épreuve,
- relire le dossier pour éviter les fautes d'orthographe et de syntaxe, ainsi que les erreurs de pagination,
- illustrer les propos à l'aide de supports didactiques pertinents,
- prévoir un sommaire détaillé et une bibliographie.

Le droit de la propriété intellectuelle doit être respecté, et les sources des documents cités (textes, photos, schéma) doivent être précisées.

- L'exposé :

«L'exposé et l'entretien permettent d'apprécier l'authenticité et l'actualité du problème choisi par le candidat, sa capacité à en faire une présentation construite et claire, à mettre en évidence les questionnements qu'il suscite et à en dégager les points remarquables et caractéristiques de la discipline. »

La qualité du support de présentation orale est un élément d'appréciation des compétences pédagogiques et des qualités de communication du candidat. Le jury souhaite que l'exposé apporte les éléments du dossier technique essentiels à la compréhension et présente une exploitation pédagogique en adéquation.

Exploitation pédagogique

L'exploitation est le fruit d'une réflexion en amont conforme aux programmes et référentiels des formations en lycée technologique. Il convient de présenter une séance pédagogique construite, réaliste et contextualisée.

La séance présentée, inscrite dans une progression pédagogique, doit mettre en évidence les objectifs pédagogiques et les compétences visées.

Certains candidats ont réussi à «se projeter dans leur future classe» pour imaginer la mise en œuvre pratique de la séance, avec prévention raisonnée des risques, répartition du travail et accompagnement des élèves, évaluation...

Ces aspects impliquent de connaître les spécificités des enseignements technologiques (connaissance des principes des techniques, gestion des risques, faisabilité en terme de coût et d'équipement, organisation pédagogique...).

Entretien

Lors de l'entretien le jury s'attache à vérifier la maîtrise des concepts scientifiques et technologiques abordés dans le dossier. Certains candidats ont montré de profondes lacunes sur les fondamentaux scientifiques et technologiques.

En lien avec la thématique choisie, lacunes incompatibles avec un enseignement relevant du champ de compétence d'un professeur de biochimie génie biologique. Pour la préparation de cette épreuve, les candidats doivent mener des recherches approfondies et élargies pour maîtriser les champs scientifiques et technologiques de leur dossier.

Le jury évalue aussi bien les capacités d'analyse du candidat que ses qualités d'écoute et d'adaptabilité ainsi que sa posture, qui doit être celle d'un futur professionnel. Toutes les attitudes inappropriées doivent être évitées (désinvolture, arrogance, défaitisme...).

Conclusion

Le jury a apprécié les prestations de candidats qui ont réussi à présenter de façon claire et fluide leur thématique, faisant preuve de réelles qualités pédagogiques.

Le jury a également apprécié, les efforts des candidats à positionner au centre de leur travail les aspects scientifiques et technologiques inhérents à l'enseignement de biochimie génie biologique. La pertinence des exploitations pédagogiques nécessite que soient connus les sections, les niveaux d'exigence, les grandes lignes du programme du niveau dans lequel est proposée l'exploitation pédagogique et les relations entre les disciplines d'une classe.

Les candidats présentant de façon didactique un sujet scientifique contextualisé, proposant une transposition pédagogique pertinente, et faisant preuve de qualités de communication avec une posture compatible avec le métier ont montré au jury leur aptitude à enseigner.

Agir en fonctionnaire de l'état et de façon éthique et responsable

Le jury attend que les candidats réalisent une analyse objective et pragmatique de la situation professionnelle présentée afin d'en retirer un comportement et une démarche professionnelle adaptée à la réalité du métier et des missions de l'enseignant.

Le Jury est parfaitement conscient que les candidats, pour leur majorité sous statut étudiant, ne peuvent prévaloir d'une longue expérience en tant qu'enseignant.

Il est donc en attente de bon sens et d'un positionnement emprunt d'éthique et d'un sens des responsabilités. Si les attentes ont parfois été profondément déçues, le jury a parfois été séduit voire surpris de façon très positive par les propositions de certains candidats.

Les réponses à certaines problématiques ne sont pas univoques, elles s'inscrivent davantage dans le souci de trouver un regard objectif et constructif sur le futur métier qu'ambitionnement d'exercer les candidats au concours

CONCLUSION GENERALE

Le jury félicite les candidats admis au CAPET ou au CAFEP.

Il regrette encore cependant que trop de candidats ont encore cette année formulés des contrevérités scientifiques inacceptables d'un futur enseignant et d'un étudiant de niveau master. Ces contrevérités sont d'autant plus inacceptables qu'elles portent sur des connaissances de base.

L'enseignement ne peut se concevoir sans la maîtrise des savoirs enseignés, et celle de l'expression alliant une présentation claire des éléments de réponse et une argumentation des idées développées.

Ces qualités ont été recherchées aussi bien dans le cadre des épreuves d'admissibilité que des épreuves d'admission.

Comme cela avait été indiqué lors des précédentes sessions, il est nécessaire que les candidats à ce concours se préparent aux épreuves et aient acquis les connaissances scientifiques et technologiques indispensables.

La première épreuve d'admission a permis d'apprécier à la fois de l'attitude professionnelle des candidates et de leur maîtrise des techniques mais surtout de leur capacité à construire une démarche pédagogique utilisant avec pertinence les données techniques et technologiques apportées par le sujet. Cette épreuve est difficile car elle nécessite une connaissance des niveaux d'enseignement et des contenus de ces enseignements. Cette épreuve est difficile car elle ne demande pas aux candidats de simplement savoir exécuter des gestes techniques, mais surtout de savoir les enseigner à un groupe classe, à un moment de l'année, inscrit au sein d'une thématique et d'une progression pédagogique.

Concernant la seconde épreuve d'admission, le jury a, comme l'année dernière, globalement apprécié la qualité des dossiers présentés. Cependant trop de dossiers se confinent aux domaines scientifiques sans en prolonger l'utilisation dans un contexte d'enseignement. Cette démarche est cependant au cœur d'une pédagogie moderne résolument déterminée à placer l'élève au cœur de problématiques qui donnent sens aux apprentissages.

La réflexion des candidats face à la compétence agir en fonctionnaire de l'état et de façon éthique et responsable a révélé pour beaucoup d'entre eux un positionnement convenable et une certaine connaissance du système éducatif. Le jury n'attend pas une expertise approfondie des situations supports de l'épreuve mais apprécie l'aptitude du candidat à analyser objectivement la situation, prendre de la hauteur par rapport à celle-ci et dans une démarche raisonnée faire des propositions conformes à l'éthique et à la déontologie attendue d'une futur enseignant.

Le jury a apprécié les prestations des candidats reçus. Il se réjouit de les compter bientôt comme futurs collègues.

Le jury tient à remercier Monsieur le proviseur du lycée Valentine Labbé et son équipe : proviseurs adjoints, enseignants, techniciens, et personnels administratifs, pour l'accueil et l'aide efficace apportés tout au long de l'organisation et du déroulement de ce concours qui a eu lieu dans d'excellentes conditions.