

---

---

**ANNALES  
2019**

---

---

**BACCALAURÉAT  
SCIENCES  
ET TECHNOLOGIES  
DE LABORATOIRE**

**SPÉCIALITÉ  
« BIOTECHNOLOGIES »**

---

---

Éditions UPBM-ÉDILION

Les annales du baccalauréat technologique de **Sciences et Technologies de Laboratoire** spécialité **Biotechnologies Session 2019** ont été réalisées par **Christelle Larcher**, professeure au Lycée Saint Louis (Bordeaux).

Merci à **Stéphane Tarrade** (Lycée Saint Louis, Bordeaux), **Laurence Blanc** (Lycée Saint Louis, Bordeaux), **Marie Jidenko** (Lycée Vallée de Chevreuse, Gif-sur-Yvette) et **Sébastien Droguet** (Lycée Louis Bertrand, Briey) pour la rédaction de la correction, respectivement, des épreuves de Sciences Physiques, de Mathématiques, de CBSV et de Biotechnologies.

La distribution des annales est assurée par l'équipe pédagogique de Biotechnologies du Lycée Dautry (Limoges).

Des erreurs se sont, sans aucun doute, glissées dans les textes. Veuillez-nous en excuser et n'hésitez pas à nous les signaler. Des correctifs pourront alors être diffusés sur le site UPBM (<http://www.upbm.org>).

---

**Illustration de couverture :**

Culture sur gélose TSA de *Serratia marcescens*

Photographie prise par **Sébastien Droguet**

---

ISBN 978-2-910069-96-4



Éditions UPBM – ÉDILION Lycée La Martinière – Duchère

Avenue Andreï Sakharov – 69 338 LYON Cedex 9

---



---

**TABLE DES MATIÈRES**


---



---

RÉGLEMENT DU BACCALAURÉAT .....	4
COEFFICIENTS ET DURÉES DES ÉPREUVES .....	4
DÉFINITIONS DES ÉPREUVES DE LA SÉRIE STL .....	6
<b>SUJETS DES ÉPREUVES ÉCRITES DE LA SESSION 2019 .....</b>	<b>16</b>
PHILOSOPHIE - MÉTROPOLE .....	16
PHILOSOPHIE - POLYNÉSIE .....	18
ANGLAIS LANGUE VIVANTE 1 - MÉTROPOLE .....	20
ANGLAIS LANGUE VIVANTE 1 - POLYNÉSIE .....	27
ANGLAIS LANGUE VIVANTE 2 - MÉTROPOLE .....	31
ANGLAIS LANGUE VIVANTE 2 - POLYNÉSIE .....	36
ESPAGNOL LANGUE VIVANTE 1 - MÉTROPOLE .....	41
ESPAGNOL LANGUE VIVANTE 1 - POLYNÉSIE .....	46
ESPAGNOL LANGUE VIVANTE 2 - MÉTROPOLE .....	51
ESPAGNOL LANGUE VIVANTE 2 - POLYNÉSIE .....	54
ALLEMAND LANGUE VIVANTE 1 - MÉTROPOLE .....	58
ALLEMAND LANGUE VIVANTE 2 - MÉTROPOLE .....	63
ALLEMAND LANGUE VIVANTE 2 - POLYNÉSIE .....	68
MATHÉMATIQUES - MÉTROPOLE .....	73
MATHÉMATIQUES - POLYNÉSIE .....	80
PHYSIQUE - CHIMIE - MÉTROPOLE .....	86
PHYSIQUE - CHIMIE - POLYNÉSIE .....	97
CHIMIE - BIOCHIMIE - SCIENCES DU VIVANT - MÉTROPOLE .....	111
BIOTECHNOLOGIES - MÉTROPOLE .....	121
CHIMIE - BIOCHIMIE - SCIENCES DU VIVANT - POLYNÉSIE .....	130
BIOTECHNOLOGIE - POLYNÉSIE .....	138
CBSV - MÉTROPOLE - SEPTEMBRE 2018 .....	149
CBSV - MÉTROPOLE - SEPTEMBRE 2019 .....	158
BIOTECHNOLOGIE - MÉTROPOLE - SEPTEMBRE 2019 .....	165
ECE -BIOTECHNOLOGIES - SUJET 1 .....	174
ECE -BIOTECHNOLOGIES - SUJET 2 .....	182
AIDE-MÉMOIRE DE MÉTROLOGIE – BAC STL BIOTECHNOLOGIES .....	188
<b>ÉLÉMENTS DE CORRECTION .....</b>	<b>189</b>
MATHÉMATIQUES - MÉTROPOLE - CORRIGÉ .....	190
MATHÉMATIQUES - POLYNÉSIE - CORRIGÉ .....	194
SCIENCES PHYSIQUES - MÉTROPOLE - CORRIGÉ .....	198
SCIENCES PHYSIQUES - POLYNÉSIE - CORRIGÉ .....	202
CBSV - MÉTROPOLE - CORRIGÉ .....	207
BIOTECHNOLOGIES - MÉTROPOLE - CORRIGÉ .....	210
CBSV - POLYNÉSIE - CORRIGÉ .....	213
BIOTECHNOLOGIES - POLYNÉSIE - CORRIGÉ .....	215
BIOTECHNOLOGIES – SEPTEMBRE 2019 - CORRIGÉ .....	219
PUBLICATIONS DE L'UPBM .....	227
INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR L'UPBM .....	228

## RÉGLEMENT DU BACCALAURÉAT

La liste des épreuves de la série STL, leurs coefficients, nature et durée sont fixés par l'arrêté du 22 juillet 2011.

Les tableaux pour la série STL (sciences et technologies de laboratoire) indiquent pour chaque épreuve à l'examen, son intitulé, sa nature, sa durée et son coefficient. Les chiffres placés à gauche des intitulés correspondent à la numérotation des épreuves pour l'inscription à l'examen.

### COEFFICIENTS ET DURÉES DES ÉPREUVES

#### ÉPREUVES OBLIGATOIRES ANTICIPÉES

Intitulé de l'épreuve	Coefficient	Nature de l'épreuve	Durée
1. Français	2	écrite	4 h
2. Français	2	orale	20 min
3. Histoire-Géographie	2	orale	20 min

#### ÉPREUVES OBLIGATOIRES TERMINALES

Intitulé de l'épreuve	Coefficient	Nature de l'épreuve	Durée
4. Éducation physique et sportive	2	CCF*	
5. Langue vivante 1	2	écrite et orale (1)	2 h (partie écrite)
6. Langue vivante 2 (2)	2	écrite et orale (1)	2 h (partie écrite)
7. Mathématiques	4	écrite	4 h
8. Philosophie	2	écrite	4 h
9. Physique-chimie	4	écrite	3 h
10. Chimie-biochimie-sciences du vivant et enseignement spécifique à la spécialité (3)	8	écrite	4 h
11. Évaluation des compétences expérimentales	6	pratique	3 h
12. Projet en enseignement spécifique à la spécialité	6	orale (4)	15 min (présentation du projet)
13. Enseignement technologique en LV1	2 (5)	orale (6)	
EPS de complément (7)	2	CCF*	

CCF\* : contrôle en cours de formation

## ÉPREUVES FACULTATIVES

Intitulé de l'épreuve	Nature de l'épreuve	Durée
Langue vivante (étrangère ou régionale) (9)	orale ou écrite (selon la langue)	20 min ou 2 h
Langue des signes française (LSF)	orale	20 min
Éducation physique et sportive	CCF*	
Arts : arts plastiques, cinéma-audiovisuel, danse, histoire des arts, théâtre	orale	30 min
ou musique	orale	40 min

CCF\* : contrôle en cours de formation

**Notes :**

- (1) : La partie orale de l'épreuve est évaluée en cours d'année.
- (2) : A compter de la session 2017. Pour les sessions 2013 à 2016, l'épreuve est facultative.
- (3) : Enseignement spécifique à la spécialité : « biotechnologies » ou « sciences physiques et chimiques en laboratoire ».
- (4) : Évaluation en cours d'année de la conduite du projet et d'une présentation du projet. Chacune de ces deux parties de l'évaluation est affectée d'un coefficient 3.
- (5) : Seuls sont pris en compte les points supérieurs à la moyenne de 10 sur 20. Ces points sont multipliés par deux.
- (6) : Évaluation orale en cours d'année.
- (7) : Épreuve obligatoire pour les élèves ayant suivi l'enseignement d'EPS complémentaire.
- (8) : Seuls les points excédant 10 sont retenus. Les points sont multipliés par deux pour la première épreuve facultative à laquelle le candidat a choisi de s'inscrire, quelle que soit l'option correspondante.
- (9) : Session 2013 à 2016 uniquement. À compter de la session 2017, l'épreuve devient obligatoire.

## DÉFINITIONS DES ÉPREUVES DE LA SÉRIE STL

---

---

### ARRÊTÉS ET NOTES DE SERVICE

---

---

#### ÉPREUVES OBLIGATOIRES

##### **Français (épreuve écrite et orale)**

Note de service n° 2011-153 du 3 octobre 2011, BO spécial n°7 du 6 octobre 2011

Note de service n° 2011-141 du 3 octobre 2011, BO spécial n°7 du 6 octobre 2011

##### **Histoire-Géographie**

Note de service n° 2011-176 du 4 octobre 2011, BO n° 39 du 27 octobre 2011

##### **Education physique et sportive**

Arrêté du 21 décembre 2011, BO n° 7 du 16 février 2012

##### **Langue vivante 1**

Note de service n° 2011-200 du 16 novembre 2011 modifiée

##### **Langue vivante 2**

Note de service n° 2011-200 du 16 novembre 2011 modifiée

##### **Mathématiques**

Note de service n° 2011-199 du 4 novembre 2011, BO n° 42 du 17 novembre 2011

##### **Philosophie**

Note de service n°2006-087 du 19 mai 2006, BO n°23 du 8 juin 2006

##### **Physique-chimie**

Note de service n° 2011-196 du 4 novembre 2011, BO n° 42 du 17 novembre 2011

##### **Chimie-biochimie-sciences du vivant et enseignement spécifique à la spécialité**

Note de service n° 2012-033 du 5 mars 2012, BO n° 12 du 22 mars 2012

##### **Evaluation des compétences expérimentales**

Note de service n° 2012-035 du 6 mars 2012, BO n° 12 du 22 mars 2012

##### **Projet en enseignement spécifique à la spécialité**

Note de service n°2012-034 du 6 mars 2012, BO n° 12 du 22 mars 2012, modifiée par la note de service n° 2012-100 du 29 juin 2012, BO n° 29 du 19 juillet 2012 et par la note de service n° 2012-179 du 20-11-2012, BO n° 45 du 6 décembre 2012

##### **Enseignement technologique en LV1**

Note de service n°2012-034 du 6 mars 2012, BO n° 12 du 22 mars 2012, modifiée par la note de service n° 2012-179 du 20-11-2012, BO n° 45 du 6 décembre 2012

##### **EPS de complément**

Arrêté du 21 décembre 2011, BO n° 7 du 16 février 2012

## **ÉPREUVES FACULTATIVES**

### **Langue vivante (étrangère ou régionale)**

L'épreuve facultative de langue vivante qui est organisée de 2013 à 2016 uniquement est évaluée comme une épreuve de langue obligatoire (article 2-3 de l'arrêté du 22 juillet 2001 modifiant l'arrêté du 15 septembre 1993 modifié relatif aux épreuves du baccalauréat technologique à compter de la session 1995)

### **Langue des signes française**

Note de service n°2007-191 du 13 décembre 2007, BO n°46 du 20 décembre 2007

### **Éducation physique et sportive**

Arrêté du 21 décembre 2011, BO n° 7 du 16 février 2012

### **Arts - musique, histoire des arts, arts plastiques, théâtre, cinéma-audiovisuel, danse**

Note de service n°2012-038 du 6 mars 2012, BO n°14 du 5 avril 2012

### **Livret scolaire**

Annexe à l'arrêté du 22 février 2012, Bulletin officiel spécial n°3 du 22 mars 2012. Ce livret entre en vigueur à compter de la session 2013 du baccalauréat ; il est complété en 2011-2012 pour la classe de première et en 2012-2013 pour la classe terminale.

## DÉFINITION DE L'ÉPREUVE :

### CHIMIE - BIOCHIMIE - SCIENCES DU VIVANT - BIOTECHNOLOGIES

---

---

Épreuve écrite

Durée : 4 heures

Coefficient : 8

L'épreuve comporte deux sous-épreuves indépendantes.

Chacune de ces sous-épreuves est notée sur 20 points et est affectée d'un coefficient 4.

#### 1. Sous-épreuve de Chimie-Biochimie-Sciences du Vivant

La sous-épreuve de Chimie-Biochimie-Sciences du Vivant est commune aux candidats des deux spécialités Biotechnologies et Sciences Physiques et Chimiques en Laboratoire de la série STL.

Elle porte sur le programme des classes de première et terminale de l'enseignement de Chimie-Biochimie-Sciences du Vivant. Les notions et capacités mobilisées dans le programme d'enseignement de la classe de première ne constituent pas le ressort principal du sujet. Elle permet d'évaluer les connaissances acquises, la capacité à les mobiliser, à extraire et organiser l'information utile, ainsi que l'aptitude à argumenter et analyser.

Cette sous-épreuve comprend deux parties indépendantes :

##### **Première partie (8 points)**

Elle consiste en une mise en situation à partir d'un support documentaire. L'élève est questionné sur une ou plusieurs problématiques explicitement abordées dans le programme et est conduit à :

- restituer des connaissances ;
- communiquer avec un langage scientifique rigoureux et des outils adaptés (graphes, schémas, organigrammes, etc.).

##### **Deuxième partie (12 points)**

Cette partie consiste, à partir d'un ensemble de ressources documentaires, à résoudre un problème scientifique ou émettre des hypothèses conduisant à une résolution plausible.

L'élève peut être conduit à :

- exploiter des documents pour extraire et organiser l'information utile ;
- mobiliser des connaissances en relation avec le problème ;
- émettre des hypothèses et proposer un protocole expérimental permettant de les valider ;
- argumenter scientifiquement et faire preuve d'esprit critique ;
- exploiter des résultats expérimentaux pour valider un modèle.

## **2. Sous-épreuve de la spécialité Biotechnologies**

La sous-épreuve de la spécialité Biotechnologies permet d'évaluer la capacité des candidats à mobiliser leurs savoirs technologiques ainsi que les savoirs et savoir-faire scientifiques fondamentaux acquis dans l'enseignement spécifique à la spécialité biotechnologies.

À partir de documents présentant des informations scientifiques et techniques relatives aux domaines du programme de l'enseignement spécifique à la spécialité Biotechnologies des classes de première et terminales, le candidat est amené à répondre à des questions permettant de valider les compétences transversales et technologiques du programme. Les notions et capacités mobilisées dans le programme d'enseignement de la classe de première ne constituent pas le ressort principal du sujet.

L'usage des calculatrices peut être interdit ou autorisé dans les conditions de la réglementation en vigueur. Cette précision est portée sur le sujet de l'épreuve.

## **3. Épreuve orale de contrôle (oral de « rattrapage »)**

Épreuve orale

Durée : 20 minutes

Temps de préparation : 20 minutes

L'épreuve porte sur l'enseignement spécifique à la spécialité suivi par le candidat.

Le candidat tire au sort un sujet composé de deux questions portant sur deux domaines différents du programme de l'enseignement de spécialité.

Dans l'esprit défini par les programmes, les questions permettent d'évaluer sa capacité à mobiliser ses connaissances en situation, sa capacité à raisonner, à démontrer, à argumenter et à exercer son esprit d'analyse et à extraire et organiser l'information utile. Les questions s'appuient sur des documents du type de ceux utilisés en situation d'apprentissage.

L'épreuve débute par un exposé du candidat d'une durée de dix minutes maximum.

Cet exposé est suivi d'un entretien avec l'examineur.

L'usage des calculatrices est interdit.

## DÉFINITION DE L'ÉPREUVE : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPERIMENTALES

---

---

Épreuve pratique

Durée : 3 heures

Coefficient : 6

L'épreuve a pour objectif d'évaluer des compétences transversales et biotechnologiques dans le cadre d'une démarche expérimentale menée au laboratoire.

Le candidat est évalué sur les six compétences suivantes :

- **s'approprier** : le candidat s'approprie la problématique du travail à effectuer et l'environnement matériel à l'aide d'un protocole et d'une documentation ;

- **analyser** : le candidat identifie les étapes clés d'un protocole en s'appuyant sur l'analyse du principe de la méthode, justifie ou propose un protocole ;

- **réaliser** : le candidat met en œuvre un protocole expérimental en respectant les bonnes pratiques de laboratoire avec un degré de technicité permettant d'obtenir des résultats exploitables ;

- **valider** : le candidat assure la qualité des résultats obtenus ; il identifie des sources d'erreur, estime l'incertitude sur les mesures à partir d'outils fournis et analyse de manière critique la cohérence des résultats ;

- **communiquer** : le candidat explique ses choix et rend compte de ses résultats sous forme écrite et orale ;

- **être autonome et faire preuve d'initiative** : le candidat exerce son autonomie et prend des initiatives avec discernement et responsabilité. Il met en œuvre la démarche de prévention et contribue au développement durable et à la gestion des déchets.

## **Organisation**

Une banque nationale de sujets est constituée.

Pour chaque session, un ensemble de sujets est tiré au sort au niveau national et communiqué aux établissements au début du troisième trimestre. Chaque sujet décrit la situation expérimentale dans laquelle le candidat est évalué et est accompagné d'un modèle de fiche d'évaluation individuelle adapté à la situation d'évaluation.

Les établissements choisissent dans cet ensemble les situations d'évaluation qu'ils mettent en œuvre, en veillant à offrir un juste équilibre entre les différentes composantes de l'enseignement de spécialité. Chaque établissement établit un calendrier d'examen en fixant la ou les situations d'évaluation qui sont mises en place pour chaque demi-journée. Le candidat tire au sort son jour et son heure de passage. Dans le cas où plusieurs situations d'évaluation sont mises en place simultanément, le candidat tire au sort au début de l'épreuve la situation dans laquelle il est évalué. Les situations d'évaluation sont différentes d'une demi-journée à l'autre.

Un examinateur évalue simultanément quatre candidats au maximum. Les possibilités d'accueil et d'encadrement des candidats nécessitent que l'épreuve se déroule à une période distincte de celle des épreuves écrites. Pour les candidats scolarisés dans les établissements publics ou privés sous contrat, l'épreuve de la session normale a lieu dans le courant du troisième trimestre, dans le cadre habituel de formation du candidat.

## **Évaluation**

Les professeurs examinateurs disposent d'une fiche d'évaluation, correspondant à la situation d'évaluation, au nom de chaque candidat. Cette fiche sert de support à l'évaluation du candidat ; elle porte la note qui lui est attribuée avec, éventuellement, un commentaire qualitatif.

Ce document ainsi que la feuille réponse rédigée par le candidat ont le statut de copies d'examens.

L'épreuve est notée sur 20 points.

## **DÉFINITION DE L'ÉPREUVE :**

### **PROJET EN ENSEIGNEMENT SPÉCIFIQUE À LA SPÉCIALITÉ**

---

---

#### **Rappel du règlement d'examen**

Épreuve orale, évaluée en cours d'année, en deux parties (conduite du projet et présentation du projet)

Durée : 15 min pour la seconde partie (présentation du projet)

Coefficient : 6

#### **Objectifs de l'épreuve**

Le projet, de sa conception jusqu'à sa réalisation concrète, est caractérisé par un travail qui est en partie collectif.

Le candidat est évalué sur les compétences suivantes :

- s'approprier une problématique ;
- proposer une ou plusieurs démarches visant à valider la ou les hypothèses formulées ;
- mettre en œuvre une procédure de résolution incluant une activité expérimentale ou les activités techniques nécessaires ;
- produire un document présentant la démarche, les solutions techniques et les résultats obtenus, ce document pouvant faire appel à différents formats, numériques ou non ;
- préparer et soutenir une présentation orale sur le sujet traité.

#### **Structure de l'épreuve**

##### **Première partie : conduite du projet**

Cette partie est notée sur 10 points.

Elle fait l'objet d'une fiche individuelle d'évaluation.

Une note est attribuée à chaque candidat par les professeurs qui ont suivi le déroulement du projet au cours de l'année. Cette note est accompagnée d'appréciations détaillées pour chacune des compétences évaluées. Une fois dans l'année, au cours de l'évaluation de la conduite de projet, la première partie de l'épreuve d'enseignement de technologie en langue vivante 1 et la première partie de l'épreuve de projet en biotechnologies sont successivement évaluées.

## **Deuxième partie : présentation du projet**

Cette partie est notée sur 10 points.

La présentation du projet consiste en la réalisation d'un rapport de projet et une soutenance orale. Cette présentation est évaluée par une commission d'évaluation composée de deux professeurs qui n'ont pas encadré le projet du candidat. Au moins un de ces deux professeurs enseigne dans un autre établissement que celui du candidat. La commission d'évaluation évalue distinctement le rapport et sa présentation.

### **Rapport de projet**

Le rapport de projet est noté sur 4 points.

Le rapport de projet est réalisé par le groupe d'élèves qui a conduit le projet. Il comporte quinze pages au maximum, annexes comprises. Il est remis à la commission d'évaluation deux semaines avant l'épreuve.

La note est accompagnée d'appréciations détaillées sur la qualité scientifique et rédactionnelle du rapport.

### **Soutenance orale du projet**

La présentation orale du projet est notée sur 6 points.

La note est accompagnée d'appréciations détaillées sur les qualités de communication et d'argumentation du candidat, ainsi que sur sa maîtrise scientifique du projet. Outre le rapport de projet, les candidats s'appuient sur un document support, élaboré par le groupe, pour la présentation orale du projet.

La soutenance orale du projet a lieu en deux parties :

- une présentation collective, qui peut comprendre la présentation d'une expérience, pendant laquelle chaque candidat du groupe expose une partie du projet, selon un déroulement librement choisi ; chaque candidat dispose d'une durée de 5 minutes ;
- un entretien individuel d'une durée de 10 minutes par candidat. Cet entretien porte sur l'ensemble du projet.

### **Notation**

L'évaluation est individuelle. L'épreuve est notée sur 20 points. Cette note est la somme des notes obtenues aux évaluations de la conduite de projet, du rapport de projet et de la présentation orale du projet.

## **DÉFINITION DE L'ÉPREUVE : ENSEIGNEMENT TECHNOLOGIQUE EN LV1**

---

---

### **Rappel du règlement d'examen**

Épreuve orale, évaluée en cours d'année.

Seuls sont pris en compte pour l'examen du baccalauréat les points supérieurs à la moyenne de 10 sur 20.

Ces points sont multipliés par deux.

### **Objectifs de l'épreuve**

L'épreuve porte sur les compétences de communication en langue vivante 1 dans le contexte de la réalisation du projet en biotechnologies. Elle permet d'évaluer les capacités du candidat à présenter en langue vivante 1 les différentes problématiques scientifiques et techniques auxquelles il est confronté et à expliquer en langue vivante 1 les choix effectués.

Sont notamment évalués le lexique fonctionnel utilisé ainsi que les compétences sociolinguistiques et pragmatiques mises en œuvre en vue d'une communication efficace.

### **Structure de l'épreuve**

Cette épreuve se déroule en deux parties. La première est conduite dans le cadre de la première partie de l'épreuve de projet. En revanche, l'organisation de la seconde partie est indépendante de l'épreuve de projet ; elle est ponctuelle et se tient au cours du troisième trimestre.

#### **Présentation orale en langue vivante 1 de la conduite de projet**

Une fois dans l'année, les compétences de communication du candidat en langue vivante 1 sont évaluées dans le contexte de la conduite de projet.

Cette partie est notée sur 10 points.

L'évaluation est individuelle.

### **Présentation orale en langue vivante 1 du projet**

Cette partie est notée sur 10 points.

Elle est organisée par le chef d'établissement au cours du troisième trimestre. En vue de la présentation orale en langue vivante 1, le candidat élabore un dossier scientifique et technique, sous forme numérique, en langue vivante 1. Ce dossier comporte 1 à 5 pages, tableaux et graphiques inclus. Ce dossier est un support de présentation, il n'est pas évalué.

La présentation débute par un exposé du candidat, qui dispose d'une durée maximale de 5 min. Elle est suivie d'un entretien en langue vivante 1 avec les examinateurs.

L'ensemble de l'épreuve a une durée totale de 10 min.

### **Notation**

Les enseignants de langue vivante 1 et les enseignants de la spécialité participant au suivi du projet évaluent le candidat. A cette fin, ils établissent, pour chaque candidat, deux fiches d'évaluation, une pour chaque partie de l'épreuve.

Ces fiches d'évaluation ont le statut de copies d'examen.

L'épreuve est notée sur 20 points.

### **Langue de l'évaluation**

Cette épreuve est évaluée dans la langue de l'enseignement technologique en langue vivante 1 dispensé en classe terminale. En effet, le candidat ne peut pas choisir une autre langue au moment de l'inscription à l'examen, contrairement à ce qu'il peut faire pour les épreuves de langue vivante.

Un candidat qui le souhaite peut donc subir les épreuves de langue vivante 1 et d'enseignement technologique en langue vivante 1 dans deux langues distinctes.

## SUJETS DES ÉPREUVES ÉCRITES DE LA SESSION 2019

---

---

### PHILOSOPHIE - MÉTROPOLE

---

---

*Durée : 4 heures – Coefficient 2*

*L'usage de la calculatrice est strictement interdit*

**Le candidat traitera l'un des trois sujets suivants, au choix.**

#### **Sujet 1 :**

Seul ce qui peut s'échanger a-t-il de la valeur ?

#### **Sujet 2 :**

Les lois peuvent-elles faire notre bonheur ?

#### **Sujet 3 :**

Le fait qu'on ne voit aucune thèse qui ne soit débattue et controversée<sup>1</sup> entre nous, ou qui ne puisse l'être, montre bien que notre jugement naturel ne saisit pas bien clairement ce qu'il saisit, car mon jugement ne peut pas le faire admettre par le jugement de mon semblable : ce qui est le signe que je l'ai saisi par quelque autre moyen que par un pouvoir naturel qui serait en moi et en tous les hommes.

Laissons de côté cette confusion infinie d'opinions que l'on voit parmi les philosophes eux-mêmes, et ce débat perpétuel et général sur la connaissance des choses. On a tout à fait raison, en effet, d'admettre que sur aucune chose les hommes – je veux dire les savants les mieux nés, les plus capables – ne sont d'accord, pas même sur le fait que le ciel est sur notre tête, car ceux qui doutent de tout doutent aussi de cela ; et ceux qui nient que nous puissions comprendre quelque chose disent que nous n'avons pas compris que le ciel est sur notre tête ; et ces deux opinions sont, par le nombre, incomparablement les plus fortes.

Outre cette diversité et cette division infinies, par le trouble que notre jugement nous donne à nous-mêmes et par l'incertitude que chacun sent en lui, il est aisé de voir que ce jugement a son assise<sup>2</sup> bien mal assurée. Comme nous jugeons différemment des choses ! Combien de fois changeons-nous d'opinions ! Ce que je soutiens aujourd'hui et ce que je crois, je le soutiens et le crois de toute ma croyance ; toutes mes facultés et toutes mes forces

---

<sup>1</sup> « controverse » : discussion vive.

<sup>2</sup> « assise » : base, fondement.

---

empoignent cette opinion et m'en répondent sur tout leur pouvoir. Je ne saurais embrasser<sup>1</sup> aucune vérité ni la conserver avec plus de force que je ne fais pour celle-ci. J'y suis totalement engagé, j'y suis vraiment engagé ; mais ne m'est-il pas arrivé, non pas une fois, mais cent, mais mille, et tous les jours, d'avoir embrassé quelque autre opinion avec ces mêmes instruments, dans ces mêmes conditions, opinion que, depuis, j'ai jugée fausse ?

MONTAIGNE, *Les Essais* (1580)

---

**Pour expliquer ce texte, vous répondrez aux questions suivantes, qui sont destinées principalement à guider votre rédaction. Elles ne sont pas indépendantes les unes des autres et demandent que le texte soit d'abord étudié dans son ensemble.**

1. Dégager l'idée principale du texte et les étapes du raisonnement.
2. Expliquer :
  - a) « Le fait qu'on ne voit aucune thèse qui ne soit débattue et controversée, ou qui ne puisse l'être, montre bien que notre jugement naturel ne saisit pas bien clairement ce qu'il saisit, car mon jugement ne peut pas le faire admettre par le jugement de mon semblable » ;
  - b) « (...) l'incertitude que chacun sent en lui » ;
  - c) « Ce que je soutiens aujourd'hui et ce que je crois, je le soutiens et le crois de toute ma croyance ».
3. Changer d'opinion, cela nous empêche-t-il de connaître la vérité ?

---

<sup>1</sup> « embrasser » : adhérer à une opinion, la faire sienne.

## PHILOSOPHIE - POLYNÉSIE

---

*Durée : 4 heures – Coefficient 2*

*L'usage de la calculatrice est strictement interdit*

**Le candidat traitera l'un des trois sujets suivants, au choix.**

**Sujet 1 :**

Y a-t-il des vérités subjectives ?

**Sujet 2 :**

Tout le monde peut-il être artiste ?

**Sujet 3 :**

Je n'ignore pas que beaucoup ont pensé et pensent encore que les choses du monde sont gouvernées par Dieu et par la fortune<sup>1</sup> et que les hommes, malgré leur sagesse, ne peuvent les modifier et n'y apporter même aucun remède. En conséquence de quoi, on pourrait penser qu'il ne vaut pas la peine de se fatiguer et qu'il faut laisser gouverner le destin. Cette opinion a eu, à notre époque, un certain crédit du fait des bouleversements que l'on a pu voir, et que l'on voit encore quotidiennement, et que personne n'aurait pu prédire. J'ai moi-même été tenté en certaines circonstances de penser de cette manière.

Néanmoins, afin que notre libre arbitre<sup>2</sup> ne soit pas complètement anéanti, j'estime que la fortune peut déterminer la moitié de nos actions mais que pour l'autre moitié les événements dépendent de nous. Je compare la fortune à l'un de ces fleuves dévastateurs qui, quand ils se mettent en colère, inondent les plaines, détruisent les arbres et les édifices, enlèvent la terre d'un endroit et la poussent vers un autre. Chacun fuit devant eux et tout le monde cède à la fureur des eaux sans pouvoir leur opposer la moindre résistance. Bien que les choses se déroulent ainsi, il n'en reste pas moins que les hommes ont la possibilité, pendant les périodes de calme, de se prémunir en préparant des abris et en bâtissant des digues de façon à ce que, si le niveau des eaux devient menaçant, celles-ci convergent vers des canaux et ne deviennent pas déchaînées et nuisibles.

---

<sup>1</sup> « fortune » : le cours des choses, plus ou moins hasardeux.

<sup>2</sup> « libre arbitre » : capacité de juger et choisir librement.

Il en va de même pour la fortune : elle montre toute sa puissance là où aucune vertu n'a été mobilisée pour lui résister et tourne ses assauts là où il n'y a ni abri ni digue pour la contenir.

MACHIAVEL, *Le Prince* (1532)

**Pour expliquer ce texte, vous répondrez aux questions suivantes, qui sont destinées principalement à guider votre rédaction. Elles ne sont pas indépendantes les unes des autres et demandent que le texte soit d'abord étudié dans son ensemble.**

1. Dégager l'idée principale du texte et les étapes du raisonnement.
2. Expliquer :
  - a) « (...) beaucoup ont pensé et pensent encore que les choses du monde sont gouvernées par Dieu et par la fortune, et que les hommes, malgré leur sagesse, ne peuvent les modifier » ;
  - b) « (...) il n'en reste pas moins que les hommes ont la possibilité, pendant les périodes de calme, de se prémunir en préparant des abris et en bâtissant des digues (...) » ;
  - c) « Il en va de même pour la fortune : elle montre toute sa puissance là où aucune vertu n'a été mobilisée pour lui résister ».
3. L'expérience nous aide-t-elle à être plus libres ?

---

## ANGLAIS LANGUE VIVANTE 1 - MÉTROPOLE

---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage de la calculatrice et du dictionnaire n'est pas autorisé.*

### Document 1:

#### Incredible Edible



It's a simple idea: take over unused or unattractive bits of public land to plant food to feed the community. What is not so simple is where they're doing it. Todmorden is an old mill town in Yorkshire's Calderdale valley. It rains a lot, there's not a lot of sun, and it has experienced major flooding in recent years.

5 But still, the town's residents continue to grow fruit and vegetables as best they can for locals to pick and eat.

"We do say that if you can grow it in Todmorden, you can grow it anywhere," says Estelle Brown, one of the founding members of Incredible Edible Todmorden (IET).

10 This motto had turned out of the true beyond just growing food. Since a group of a dozen residents began gardening in March 2008, hundreds of people from around the UK and abroad have travelled here to see how the "Toddies" do it. The word spread through media coverage and IET committee members touring to give talks. They've had calls and visitors from New Zealand and  
15 Japan, France and Germany, and there are now as many as 500 community food growing groups across the world using the Incredible Edible name.

No one is trying to clone what Todmorden does but the model is adapted to suit different needs. “If you’re doing it for your community it’s got to be for your community,” says Brown.

- 20 The Todmorden didn’t set out to start a food-growing revolution, they wanted to bring their small town together at a difficult time for communities throughout the UK. “Ten years ago it was the beginning of the worldwide economic decline, there was a lot of worry about climate change, but nothing was really happening,” says Mary Clear, chair<sup>1</sup> of IET. “And in this town we were starting to see the
- 25 squeeze on public services and we thought, how can we do something that will create stronger communities?”

- Growing food was their answer. Mary Clear, now 63 and retired, who previously worked in child protection, lowered one of the walls in her front garden, removing rose bushes to make a bed with herbs and signs saying
- 30 “help yourself”.

From *The Guardian*, May 9, 2018

## Document 2:

*The narrator, 18, lives with her mother in Kilburn, a district in North London*

- Most days I went to the library, tried to revise, while my mother worked each morning as a volunteer, at a centre for troubled youth, and, in the evenings, at a Black and Asian women’s refuge. I don’t say she was not sincere in this work, and good at it too, but it’s also the case that both commitments look
- 5 impressive on your CV if you happen to be standing for election as a local councillor. I’d never seen her so busy. She seemed to be all over the neighbourhood at once, involved in everything. I didn’t often get down the street in her ward<sup>1</sup> now without someone coming up to thank me ‘for all your mother is doing for us’ or to ask me if she had any idea about how to start an
- 10 after-school club for the newly-arrived Somali children. She hadn’t been elected to anything, not yet, but the people had already crowned her.

- One important aspect of her campaign was the idea to turn the bike shed into a ‘community meeting space’. I helped her paint the place a vivid yellow and went with her round the local businesses, looking for unwanted chairs. Entry
- 15 was set at a quid<sup>2</sup> and covered some basic refreshments, Kilburn Books sold relevant literature from a trestle table in the corner. It opened in April. Every

<sup>1</sup> Chair of IET : person at the head of IET

<sup>1</sup> a ward: electoral district

<sup>2</sup> a quid: one pound (£1)

Friday at six o'clock speakers appeared, at my mother's invitation, all kinds of eccentric local people: poets, political activists, drug counsellors, an academic who wrote self-published books; a brash Nigerian businessman who lectured us about 'black aspirations'. Many Irish speakers were invited, too – as a mark of respect towards that original, fast-fading local population. When speakers were concerned with the more prosaic aspects of our everyday lives – local crime, drugs, teenage pregnancy, academic failure – then they could count only on the few old Jamaican ladies who came whatever the subject, who came really for the tea and biscuits. Sometimes my mother spoke: on those nights the room was packed. Her subject was pride, in all its forms. We were to remember that we were beautiful, intelligent, capable, kings and queens, in possession of a history, in possession of a culture, in possession of ourselves.

*From Zadie Smith, Swing Time, 2016*

**NOTE AUX CANDIDATS**

Les candidats traitent le sujet sur la copie qui leur est fournie et veillent à :

- Respecter l'ordre des questions et reporter les repères sur la copie (lettre ou lettre et numéro ou lettre, numéro et lettre). Exemples : **A.** ou **A.1.** ou **A.1.a.** ;
- Faire toujours suivre les citations du numéro de la ligne ;
- Recopier les phrases à compléter en **soulignant** l'élément introduit.

**Répondre en anglais aux questions.**

**I. COMPRÉHENSION DU TEXTE****Document 1**

**A. Complete the paragraph with words from the text (one blank = one word). Copy the numbers and the answers onto your paper.**

Incredible Edible Todmorden (IET) is a project which consists in growing 1) ..... and ..... for the Todmorden 2) ..... .

**B. Complete these two sentences by choosing the right answer. Justify each answer with ONE quote. Copy the answers onto your paper.**

- 1) The climate in Calderdale valley
  - a- is a challenge for this project.
  - b- is particularly adapted to this project.
- 2) The inhabitants of Todmorden
  - a- find it too hard to develop agriculture.
  - b- persevere in their actions.

**C. The following statements are true. Justify each statement with ONE quote from the text. Copy the answers onto your paper.**

- 1) The project can be developed on available empty spaces.
- 2) The project was created because of the difficult economic situation.
- 3) The project was created to develop social cohesion in Todmorden.
- 4) The project was created to act for the environment.

**D. True or false? Justify each answer with ONE quote from the text. Copy the letters and your answers onto your paper.**

- 1) The project has become famous because it was in the news.
- 2) The project is only developed in Todmorden.
- 3) The project is copied in the exact same way in other places.
- 4) The project inspires individual acts of generosity.

**E. "If you can grow it in Todmorden, you can grow it anywhere" (I.6). Explain this slogan in your own words.**

**Document 2**

**F. Choose the correct endings for the following sentences and copy the answers onto your paper.**

- 1) The narrator is
  - a- a volunteer.
  - b- a politician.
  - c- a student.
- 2) The narrator's mother is
  - a- a volunteer.
  - b- a local councillor.
  - c- a businesswoman.
- 3) The narrator's mother wants to become
  - a- a volunteer.
  - b- a local councillor.
  - c- a businesswoman.

**G. The mother's weekly activities.**

**Give three different REGULAR activities by quoting elements from the text.**

**H. The "community meeting" project.**

**Complete the following description of the project with words or expressions from the text. Copy the numbers and the corresponding answers onto your paper.**

Community meetings

- 1) Meeting place: .....
- 2) Organiser: .....
- 3) Speakers: ..... (Give two answers)
- 4) Themes: ..... (Give two answers)

**I. What do people think about the narrator's mother?**

**Choose the 3 correct answers, and justify each correct answer with a quote from the text.**



**J. The public's reactions.**

1) Match each element on the left with the appropriate elements on the right. Each letter is used once. Copy the numbers and the corresponding letters onto your paper.

1- When the mother speaks, 2- When the ordinary problems of everyday life are treated,	a- many people are present. b- only the people who want food are present. c- they pay much attention. d- there are only a few people. e- they are not really inspired by the speeches. f- they feel better about their lives.
---	--

2) In your own words, explain why people react differently depending on the themes discussed.

**Document 1 and document 2**

K. Choose the title which best corresponds to BOTH documents.

- 1) Attracting international attention
- 2) Promoting diversity
- 3) Bringing people together
- 4) Saving the planet

## II. EXPRESSION PERSONNELLE

Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, ni citer votre nom, celui d'un-e camarade ou celui de votre établissement.

**Choose ONE of the following subjects (150 words minimum).**

**A.** You are Amelia or Josh and you take part in a 'climate champion project.' You represent your school in an international competition. Choose project 1, 2 or 3.

Write a speech about the project (obstacles, results, concrete examples ...), beginning with "Ladies and gentlemen, ...".

Project 1

Recycle your  
mobile phones

Project 2

Say no to  
plastic bags

Project 3

Avoid food  
waste

**B.** You are Kate or Clint.

You write a letter to your local councillor in your home city to ask him / her for help to start a new project. Choose project 1, 2 or 3.

Write about the actions you are planning, your motivations and your needs.

Project 1

In favour of  
education

Project 2

In favour of the  
environment

Project 3

In favour of  
employment

---

**ANGLAIS LANGUE VIVANTE 1 - POLYNÉSIE**


---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage des calculatrices et tout dictionnaire est interdit*

**Document 1:**

The Rev. Martin Luther King Jr. remains frozen in time for many Americans. Seared into our consciousness is the man who battled Southern segregation.

We see him standing before hundreds of thousands of followers in the nation's capital in 1963, proclaiming his dream for racial harmony. We see him marching,  
5 arms locked with fellow protesters, through the battleground of Alabama in 1965.

But on the 50<sup>th</sup> anniversary of his death, it is worth noting how his message and his priorities had evolved by the time he was shot on that balcony at the Lorraine Motel in Memphis in 1968. Dr King was confronting many challenges that remain with us today.

10 He was battling racism in the North then, not just in the South. He was pushing the government to address poverty, income equality, structural racism and segregation in cities like Boston and Chicago. He was also calling for an end to a war that was draining the national treasury of funds needed to finance a progressive domestic agenda.

15 This may not be the Dr King that many remember. Yet, his words resonate powerfully – and, perhaps, uncomfortably – today in a country that remains deeply divided on issues of race and class. “All the issues that he raised toward the end of his life are as contemporary now as they were then,” said Taylor Branch, the Pulitzer-Prize winning historian who had written several books about Dr King. [...]

20 What would Dr King make of America today?

Historians believe he would marvel at<sup>1</sup> the expansion of rights for women and the L.G.B.T.Q.<sup>2</sup> community, the growth of the black middle class and the number of black elected leaders, including America's first black president.

He would also see a country beset<sup>3</sup> by many of the problems he had urged  
25 Americans to focus on during the last years of his life.

“I think we should have listened to him then,” Mr Branch said. “We really ought to listen to him now”. Rachel L Swarms, [www.nytimes.com](http://www.nytimes.com), 4 April 2018 (adapted)

---

<sup>1</sup> be happily surprised at

<sup>2</sup> Lesbian Gay Bi Trans Queer

<sup>3</sup> troubled by

## Document 2:

Yes, we face some extraordinary challenges. Economic inequality and a changing climate. Terrorism and mass migration. The rise of nationalist thought, xenophobic sentiment, and a populist politics that too often pits "us" against "them" – a politics that threatens to turn good people away from the kind of collective action that has always driven human progress.

These challenges are real. They'll take a long time to solve. But that shouldn't discourage any of us from the belief that we can make a difference. [...]

If you are skeptical of such optimism, let me say something that may sound controversial. By almost every measure, America is better, and the world is better, than it was 50 years ago, or 30 years ago, or even 10 years ago.

I know that statement doesn't seem to jibe with<sup>1</sup> the steady stream of bad news and cynicism we're fed on television and Twitter. But it's true. Think about it. I was born at a time, for example, when women and people of color were systematically excluded from big chunks<sup>2</sup> of American life. Today, women and minorities have risen up the ranks in business, politics, and everywhere else, even if there are still miles to travel, and laws and hearts and minds to change.

Just since I graduated from college, crime rates, teen birth rates, dropout rates, the share of folks living in poverty have dropped, in some cases dramatically. The share of Americans with college education -- that's up. Despite a massive global recession, in the final year of my presidency, the uninsured rate reached a new low, and the median household income hit a new high.

Worldwide, our progress is even more impressive. [...]

All of this is why, when I speak to young people, I often ask: if you had to choose one moment in history in which you could be born, and you didn't know ahead of time who you were going to be – what nationality; what gender; what race; whether you'd be rich or poor – what moment would you choose? You'd choose right now.

Obama's speech at the Bill and Melinda Gates Foundation, 20 September 2017  
(adapted)

---

<sup>1</sup> be in accord with

<sup>2</sup> parts

## I. COMPRÉHENSION DU TEXTE

**TOUTES les réponses doivent être reportées sur votre copie.**

### DOCUMENT 1

1. Copy the table and complete it with elements from Reverend Martin Luther King Jr's life. Quote from the text.

	Date	Place
"I Have a Dream" speech		
Protest march		
Death		

2. True or false? Justify with a quote from the text.

- Dr King fought against racism all over the USA.
- His only fight was against racism.
- The government was using money to finance a war instead of fighting inequality and segregation.

3. Focus on the journalist's opinion in the fifth paragraph.

- Give the two problems that still exist in American society.
- Quote one word showing how some American people feel about them.

4. Dr King would be happy to see the evolution of American society. Quote the different changes that have taken place.

5. What does the journalist mean when he says: "He would also see a country beset by many of the problems he had urged Americans to focus on during the last years of his life." (l.26-27)?

Choose and copy the right answer.

- All the problems Dr King fought against have disappeared.
- Not all the problems Dr King fought against have disappeared.

6. Focus on the end of the text (l. 28-29). Explain in your own words what Mr Branch's opinion is. (10-20 words).

## DOCUMENT 2

7. Choose the 2 adjectives that best describe President Obama's state of mind.

*hopeful / scared / sad / skeptical / optimistic / pessimistic*

8. Focus on paragraph 1 and choose the topics mentioned by Barack Obama. Justify your answer with a quote from the text.

- a. Disparity in revenue
- b. Women's rights
- c. Racism
- d. Education
- e. Environmental issues

9. Focus on the second paragraph. Explain in your own words what President Obama means when he says: "These challenges are real. They'll take a long time to solve. But that shouldn't discourage any of us from the belief that we can make a difference" (l.6-7). Write about 20-30 words.

10. Barack Obama is addressing young people in the last paragraph (l. 25-29). What message does he want to convey? Explain in your own words. (about 30 words).

## DOCUMENTS 1 AND 2

11. Choose the sentence that best summarizes both documents:

- a. Progress has been made but difficulties still exist in American society.
- b. Both documents explain the future of the USA will be better.
- c. The documents deal with the economic power of the USA.

## II. EXPRESSION PERSONNELLE

Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, citer votre nom, celui d'un camarade ou celui de votre établissement.

**Vous traiterez l'UN des deux sujets.**

1. "If you had to choose one moment in history in which you could be born [...], what moment would you choose?"

Justify your choice. (150 words minimum).

**OU**

2. You want to join a volunteer group in the USA next summer (for example working with homeless people, children with disabilities, elderly people, protecting animals or the environment, etc). Write an email to [info@GoOverseas.com](mailto:info@GoOverseas.com) and explain what actions you are planning on doing and why. (150 words minimum).

---

**ANGLAIS LANGUE VIVANTE 2 - MÉTROPOLE**


---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage de la calculatrice et du dictionnaire n'est pas autorisé.*

**Document 1:**

*The scene is set during a schoolgirl rowing<sup>1</sup> competition on the Yarra River in Australia. The narrator is Leni. She is a member of her school's rowing crew<sup>2</sup>.*

Laura gathers us in a grassy spot out of the way of the crowd. She has the results of the race, on times.

'Firstly, I'm thrilled with how you raced today. It was strong, consistent rowing,' she says.

5 'St Ann's beat us,' I prompt, glumly.

'St Ann's won the Schoolgirls Division One in 33.04. You guys were second in 33.24.'

'They were twenty seconds ahead?' says Rachel. She sighs through her nose. 'They always beat us.'

10 'Let's not be too disappointed. Second is a very solid result.'

Solid. Something about the word makes me unhappy. I'm the stroke<sup>3</sup> of our crew and when we don't win, I take it personally. I'm desperate to be elected Captain of Boats in a few weeks' time, so every race counts.

'This is a pre-season, fun race. So we have a little competition on our hands. Gives us something to train for,' Laura says. 'Get a feed and hit the drinks station. Meet back at the boat to row home in an hour and a half.'

Penny Mission grabs me as I head for the school tent on shaky legs. She's in Year Ten – the year below me – and seems keen to be mates. She's sweet, but I'm so busy training I don't have much time for new friends.

20 'Don't worry about St Ann's, Leni,' she says. 'You rowed really well today. We all did.'

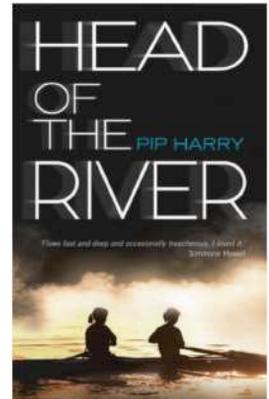
She gives me a hug, which I find awkward and wriggle out of. I don't like touching, especially in public.

'We beat thirteen other first crews today,' she reminds me.

25 'But not the crew that counts,' I add.

Penny droops and looks deflated. I can never see the glass half full. My brother, Cristian, says it's not a good character trait.

'Come on,' I say, forcing a smile. 'Let's eat. I'm so hungry I could eat half a cow.'




---

<sup>1</sup> rowing: aviron (to row: ramer)

<sup>2</sup> crew: team

<sup>3</sup> stroke: rower who sits in the front seat

From Pip Harry, Head of the River, 2014

## Document 2

*The narrator remembers his school days at Repton, a Public School<sup>1</sup>, in the 1930s.*

It was always a surprise to me that I was good at games. It was an even greater surprise that I was exceptionally good at two of them: one called fives, the other, squash-racquets. Fives, which many of you will know nothing about, was taken seriously at Repton.

- 5 Fives is possibly the fastest ball-game on earth, far faster than squash, and the little ball ricochets around the court at such a speed that sometimes you can hardly see it. You may find it hard to believe, but I became so good at it that I won both the junior and the senior school fives in the same year when I was fifteen. Soon I bore the splendid title 'Captain of Fives', and I would travel with my team to other schools like
- 10 Shrewsbury and Uppingham to play matches. I loved it.

It was a game without physical contact, and the quickness of the eye and the dancing of the feet were all that mattered.

- A boy who is good at games is usually treated with great civility by the masters at an English Public School. In much the same way, the ancient Greeks revered their
- 15 athletes and made statues of them in marble. Athletes were the demigods, the chosen few. They could perform glamorous feats beyond the reach of ordinary mortals. Even today, fine footballers and baseball players and runners and all other great sportsmen are much admired by the general public and advertisers use them to sell breakfast cereals. This never happened to me, and if you really want to know, I'm awfully glad it
- 20 didn't.

- But because I loved playing games, life for me at Repton was not totally without pleasure. Games-playing at school is always fun if you happen to be good at it, and it is hell if you are not. I was one of the lucky ones, and all those afternoons on the playing- fields and in the fives courts and in the squash courts made the otherwise grey
- 25 and melancholy days pass a lot more quickly.

From Roald Dahl, *Boy: Tales of Childhood*, 1984

---

<sup>1</sup> A Public School is a private school in the UK.

## QUESTIONNAIRE À TRAITER PAR LES CANDIDATS

### NOTE AUX CANDIDATS

- Les candidats traitent le sujet sur la copie qui leur est fournie et veillent à :
- Respecter l'ordre des questions et reporter les repères sur la copie (lettre ou lettre et numéro ou lettre, numéro et lettre). Exemples : **A.** ou **A.1.** ou **A.1.a.** ;
  - Faire toujours suivre les citations du numéro de la ligne ;
  - Recopier les phrases à compléter en **soulignant** l'élément introduit.

**Répondre en anglais aux questions.**

### I. COMPRÉHENSION DU TEXTE

#### Document 1

**A. Complete the following summary with the words in italics. Copy the numbers and the answers onto your paper.**

*second / girls / race / sports*

The story is about a (1) ..... competition between different schools. The characters participating in the competition are only (2) ..... The winner of the (3) ..... is St Ann's. The narrator's team finished (4) .....

**B. Who are the following characters? Match each element on the left with the appropriate element on the right. One element on the left is used twice.**

- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| 1) Leni          | a- crew coach               |
| 2) Penny Mission | b- crew member              |
| 3) Laura         | c- narrator and crew member |
| 4) Rachel        |                             |

**C. The results of the race: the crew's perceptions and attitudes.**

**1) True or False? Justify each answer with a quote from the text.**

- a) Laura is satisfied with the race.
- b) Rachel is upset about the result.
- c) The narrator feels responsible for the results of the team.
- d) Penny Mission is angry at the narrator because of the race.

**2) Complete the following sentence with the characters' names in italics. Write the letters and the corresponding answers onto your paper.**

*Leni / Penny / Laura / Rachel*

(a) ..... and ..... are disappointed whereas (b) ..... and ..... try to remain positive.

**D. The narrator's attitude towards Penny Mission.**

1) The narrator isn't friends with Penny Mission. Find the reason in the text (one quote).

2) Finish the following sentence with the appropriate element. Copy the letter and your answer onto your paper.

At the end of the text, the narrator

- a- tries to be nicer towards Penny who looks disturbed.
- b- goes away, alone, because she is irritated.
- c- realizes she has hurt Penny and she says she is sorry.

## Document 2

E. Pick the information card which corresponds to the narrator. Copy the correct number onto your paper.

1-

School name:  
*Repton*

Status: *teacher*

Favourite sports:  
*Fives and football*

2-

School name:  
*Shrewsbury*

Status: *present-day pupil*

Favourite sports: *Fives and squash*

3-

School name:  
*Repton*

Status: *ex-pupil*

Favourite sports:  
*Fives and squash*

4-

School name:  
*Shrewsbury*

Status: *teacher*

Favourite sports:  
*Fives and baseball*

F. The game of Fives.

1) The following sentences are true. Justify each one with a quote from the text.

- a- Fives was a popular game at the narrator's school.
- b- The players must be quick.

2) Pick out the correct sentence about the narrator and justify with a quote from the text.

- a- He was a talented Fives player who was not good at other sports.
- b- He was a talented Fives player but he did not really enjoy practising it.
- c- He was a talented Fives player, which was a revelation to him.

**G. The status of sports players.**

1) Choose the 2 correct endings to the following sentence. Copy the letters and the answers onto your paper.

The narrator compares his school to ancient Greece. BOTH in Greece and in his school, great athletes

- a- were honored by marble statues.
- b- participated in religious ceremonies.
- c- were highly considered.
- d- had a privileged position.

2) True or False? Justify each answer with a quote from the text.

- a- The narrator wanted to be as famous as football players.
- b- Sport helped the narrator enjoy life at school.

<b>Document 1 and document 2</b>
----------------------------------

H. Who could think what? Match each number with the corresponding speech bubble. One number will be used twice.

- 1. Only the narrator in document1
- 2. Only the narrator in document2
- 3. Both narrators



<b>II. EXPRESSION PERSONNELLE</b>
-----------------------------------

Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, ni citer votre nom, celui d'un-e camarade ou celui de votre établissement.

**Choose ONE of the following subjects (150 words minimum).**

**A.** You are Sue or Trevor. Your best friend is the captain of the sports team. He/she thinks winning is essential. You defend the idea that sport should be fun. Write the conversation.

**OR**

**B.** You are Emily or Miles. On Saturday afternoons, you coach a team of 8-year-olds. You make a speech to motivate your team just before the competition (choose the sport). Write your speech.

## ANGLAIS LANGUE VIVANTE 2 - POLYNÉSIE

---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage des calculatrices et tout dictionnaire est interdit*

### DOCUMENT 1

My father, Patrick Toolis, worked as a building foreman and never voted for anyone other than the British Labour Party all his life. He was one of the most gentle men you could ever meet and he loved to sing for his exhausting brood of children. His songs were always love ballads; only rarely would he sing  
5 rebel songs that commemorated the glories of a lost republic. My mother, Mary Gallagher, was more animated; her fiery personality ruled our household, but she too had little time for a country in which she had only known poverty and hardship. Ireland was her past and Edinburgh, where she worked as a nurse, raised her children and prospered, was her daily life.

- 10 But we had another place, another identity in the world. Every summer my father would borrow his firm's noisy diesel workmen's van, pack it with a dozen children and aunties, and drive the four hundred miles to our real 'home' in Achill Island, County Mayo, on the extreme west coast of Ireland. Every year in the sixties and seventies as Northern Ireland was engulfed in communal  
15 violence we drove the same route from Edinburgh to the Stranraer ferry on Scotland's west coast, past the farms where my mother worked picking potatoes as a thirteen-year-old girl, and sailed across the Irish Sea. As the ferry docked at Larne we grew anxious and drew into ourselves. [...] We were as convinced as anyone that the whole of Northern Ireland was a war zone.  
20 We had no real understanding of what was taking place there and no desire to tarry and find out.

As the van hurtled through the North, I would look out of the windows at the blue- white- and red-painted kerbstones and the Union Jacks on flagpoles in private gardens that told us this was Protestant territory and a hostile land.

- 25 During the early days of the Troubles<sup>1</sup> we drove through Belfast and saw the soldiers, barricades and rolls of barbed wire of a city at war. It looked too much like the television reports for comfort. Father found a new route and for the next twenty years we skirted around the far side of Lough Neagh to avoid<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> The Troubles : conflictual situation between Catholics and Protestants in Northern Ireland

<sup>2</sup> To avoid : éviter

Belfast and any potential contact with the hostile natives. In all those years we  
 30 were rarely stopped and never once searched by the British security forces.  
 Once the British soldiers saw our British-registered number plate and heard  
 my mother's carefully enhanced Scottish accent, they relaxed — this vanload  
 of Scottish children was not the enemy. [...] At the border we all breathed  
 exaggerated sighs of relief as we drove into the 'real' Ireland, which we called  
 35 the South.

Kevin Toolis, *Rebel Hearts: Journeys Within the IRA's Soul*, 1996

## DOCUMENT 2

### **Belfast City Breakers: 'Instead of violence, we were dancing'**

5 A crew of teenage breakdancers in 1980s Belfast were unlikely peacemakers.

Belfast in the early 1980s was a bleak place. But on Saturday afternoons, in  
 a covered entryway close to Cornmarket, right in the centre of town, a posse  
 of talented local breakdancers brought a vibrant spark of life and colour to the  
 city.

10 Spinning on their heads, body-popping and windmilling their legs on the floor,  
 they amazed passing shoppers with their moves, imported straight from black  
 urban America. None of the Belfast City Breakers, as they called themselves,  
 were older than 14 or 15 at the time – too young to go into bars – but they  
 came from all parts of the city to rap and dance and play in the street together.

15 This was the beginning of an extraordinary Irish hip-hop movement that defied  
 sectarian divisions and forged powerful lifelong bonds between the people  
 who became part of it. [...]

Geoff Allen, an early BCB member, was inspired by seeing Grandmaster  
 Flash on the BBC's Old Grey Whistle Test. "[...] Growing up in the Troubles,  
 20 all we ever saw was funerals, shootings, bombings. But instead of turning to  
 violence, we were dancing. Protestant, Catholic, it didn't matter. All that  
 counted was the joyousness. It made you feel so good."

"We didn't care where people came from," says Micky Rooney, from West  
 Belfast, now aged 49. "[...] Looking back, we probably looked a bit strange."  
 25 This was the height of the Troubles after all, and we were running all over  
 town, dancing and writing on walls. But all we were concerned with was who  
 could dance best, and who had the best graffiti. It was actually very innocent."

Fionola Meredith, *www.irishtimes.com*, August 4 2018

**DOCUMENT 3**



**Belfast City Breaker in action in the 1980s**

<https://www.irishtimes.com>

Aug 4, 2018

<b>I. COMPRÉHENSION DU TEXTE</b>
----------------------------------

**TOUTES les réponses doivent être reportées sur votre copie.**

**DOCUMENTS 1 AND 2**

1. Choose and copy the title that best sums up both texts.

- a. Teenagers fight against violence
- b. Looking for peace in a war context
- c. A family holiday in Ireland

**DOCUMENT 1****2. The Toolis family's itinerary**

a) Copy the table onto your paper and tick the correct box for each line as in the example.

	Scotland	Northern Ireland	Republic of Ireland
Belfast		✓	
Achill Island			
Edinburgh			
Stranraer			
Larne			
Lough Neagh			

b) Choose and copy the itinerary that corresponds to the route the Toolises drove every summer.

- Edinburgh → Achill Island → Larne → Lough Neagh
- Achill Island → Lough Neagh → Larne → Edinburgh
- Edinburgh → Larne → Lough Neagh → Achill Island

**3. Choose and copy the statement that best sums up the family's story.**

- a) The Toolises are Irish people who live in Scotland but go on holiday in Ireland.
- b) The Toolises are Scottish people who live in Ireland but go on holiday in Scotland.
- c) The Toolises are Irish people who live in Ireland but go on holiday in England.

**4. True or false? Justify your answer with a quotation from the text.**

- a) The family felt comfortable when they reached Larne.
- b) The children didn't understand what was happening in Northern Ireland.
- c) The family felt welcomed in the North.
- d) The family decided to change their itinerary only once.

**5. Focus on the last five lines of the text and find two elements which made it possible for the family to cross the war zone safely. Quote the text.**

**6. Explain in your own words how the family members felt after crossing the border (15-20 words).**

## DOCUMENT 2

7. Choose the correct word for each gap (1 blank = 1 word). Copy your answers.

*young – remember – dance – fight – street – group – American – forget – couple*

The text deals with a \_\_\_\_\_1\_\_\_\_\_ of \_\_\_\_\_2\_\_\_\_\_ people who used to \_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_ in the \_\_\_\_\_4\_\_\_\_\_. They wanted to \_\_\_\_\_5\_\_\_\_\_ the violence of the Troubles.

8. Give the three different forms of Art that the Belfast City Breakers practised. Quote the text.

9. Focus on Geoff Allen's words: *"Growing up in the Troubles, all we ever saw was funerals, shootings, bombings. But instead of turning to violence, we were dancing. Protestant, Catholic, it didn't matter. All that counted was the joyousness. It made you feel so good."* (l. 19-22).

Explain in your own words what he means. Write 20 words.

<b>II. EXPRESSION</b>
-----------------------

**Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, citer votre nom, celui d'un camarade ou celui de votre établissement.**

**Vous traiterez UN SEUL sujet, au choix.**

1. Do you think that forms of Art can make the world a better and more peaceful place? (150 words).

**OU**

2. Imagine you are one of the people watching the young Belfast City Breaker dancing in document 3. You don't understand why the young boy is dancing while the country is at war. Write the conversation (150 words).

---

**ESPAGNOL LANGUE VIVANTE 1 - MÉTROPOLE**


---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage de la calculatrice et du dictionnaire n'est pas autorisé.*

**Documento 1**
**El hombre y la selva**

*La pareja, Antonio José Bolívar Proaño y su mujer, había oído hablar de un plan de colonización de la Amazonía peruana. Cerraron la casa y emprendieron el viaje.*

Llegar hasta el puerto fluvial de El Dorado les llevó dos semanas. Hicieron algunos tramos en bus, otros en camión, otros simplemente caminando. [...] Luego de otra semana de viaje, esta vez en canoa, con los miembros agarrotados<sup>1</sup> por la falta de movimiento arribaron a un recodo del río. Eso era El Idilio.

- 5 Ahí, tras un breve trámite, les entregaron un papel pomposamente sellado que los acreditaba como colonos. Les asignaron dos hectáreas de selva, un par de machetes, una palas, unos costales de semillas devoradas por el gorgojo<sup>2</sup> y la promesa de un apoyo técnico que no llegaría jamás.

- La pareja se dio la tarea de construir precariamente una choza<sup>3</sup>, y enseguida se  
10 lanzaron a desbrozar el monte. Trabajando desde el alba hasta el atardecer arrancaban<sup>4</sup> un árbol, unas lianas, unas plantas, y al amanecer del día siguiente las veían crecer<sup>5</sup> de nuevo, con vigor vengativo.

- Al llegar la primera estación de lluvias, se les terminaron las provisiones y no sabían qué hacer. Algunos colonos tenían armas, viejas escopetas, pero los animales del  
15 monte eran rápidos y astutos. Los mismos peces del río parecían burlarse saltando frente a ellos sin dejarse atrapar. [...]

Empezaron a morir los primeros colonos. Unos, por comer frutas desconocidas; otros, desaparecían por fiebres rápidas y fulminantes.

- Se sentían perdidos, en una estéril lucha con la lluvia que en cada arremetida  
20 amenazaba con llevarles la choza, con los mosquitos que en cada pausa del aguacero atacaban con ferocidad imparable, [...] hasta que la salvación les vino con el apareamiento de unos hombres semidesnudos, de rostros pintados con pulpa de achiote y adornos multicolores en las cabezas y en los brazos.

Eran los shuar<sup>6</sup>, que, compadecidos<sup>7</sup>, se acercaban a echarles una mano.

- 25 De ellos aprendieron a cazar, a pescar, a levantar chozas estables y resistentes a los vendavales, a reconocer los frutos comestibles y los venenosos, y sobre todo, de ellos aprendieron el arte de convivir con la selva.

Luis SEPÚLVEDA, Un viejo que leía novelas de amor, 1989

---

<sup>1</sup> Agarrrotados: *engourdis*

<sup>2</sup> El gorgojo = un insecto devastador

<sup>3</sup> Una choza: *une cabane*

<sup>4</sup> Arrancar: *arracher*

<sup>5</sup> Crecer: *pousser*

<sup>6</sup> Los shuar = pueblo indígena amazónico que vive entre las selvas peruanas y ecuatorianas

<sup>7</sup> Compadecidos = que sienten pena, piedad

## Documento 2

### Un pueblo guatemalteco ha logrado dejar de usar plástico

La contaminación por plásticos es un mal que afecta al mundo entero. [...]

Sin embargo, hay lugares en el mundo que se han puesto manos a la obra y han conseguido vivir sin usar plásticos. Este es el caso de San Pedro La Laguna en Guatemala donde por órdenes municipales se llegó a la decisión de quitar

5 definitivamente las bolsas, envases y recipientes de plástico.

Este pueblo de unos 10.000 habitantes adoptó legalmente en 2016 esta medida. El objetivo era prohibir y multar<sup>1</sup> el uso de plásticos para preservar el Lago Atitlán, que se había convertido en un vertedero<sup>2</sup> de basura. Este lago es una de las principales fuentes económicas de los pescadores locales, además de que sirve como un centro

10 turístico.

Mauricio Méndez, alcalde de la localidad, explica “no se trata solo de hallar la forma de reciclarla o vender la basura, también de cómo dejar de producirla.” [...] En San Pedro La Laguna se ha sustituido todo este plástico por otros materiales biodegradables y han vuelto a sus orígenes. Ahora, el pan lo guardan en servilletas

15 tejidas<sup>3</sup> por artesanos de la región; la carne, pescado o queso se envuelve<sup>4</sup> en hojas de plátano; o la compra en el mercado se carga en canastas<sup>5</sup> tejidas con palma. Todos estos productos que han sustituido el plástico han ayudado a que se reduzca significativamente los residuos que se generan, pero también han incrementado los ingresos<sup>6</sup> a los artesanos que hacen estas servilletas ya que, comentan, son parte de

20 su tradición.

Hasta ahora han logrado reducir en un 80% el consumo del material sintético, y también cuentan con un programa de reciclaje y recolección de residuos.

Neus PALOU, <https://www.lavanguardia.com>, 13/04/2018

---

<sup>1</sup> Multar: mettre une amende

<sup>2</sup> Un vertedero: *une décharge*

<sup>3</sup> Tejidas: *tissées*

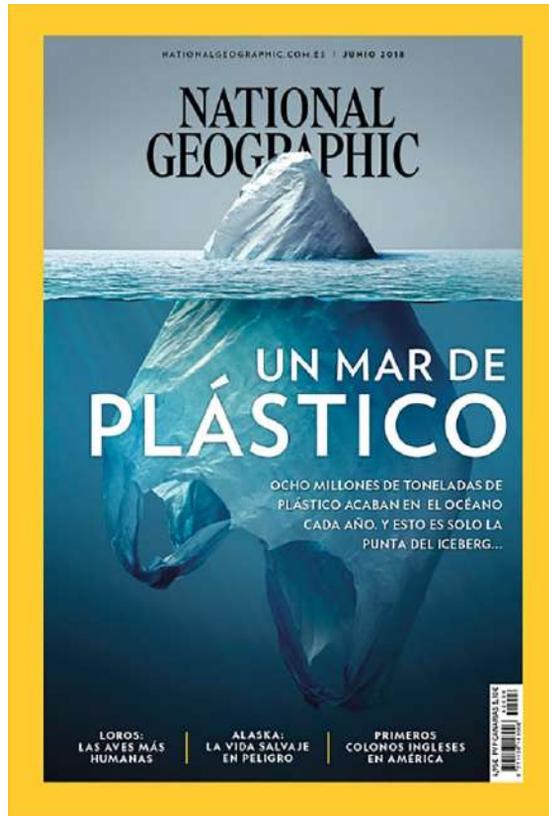
<sup>4</sup> Envolver: *envelopper*

<sup>5</sup> Una canasta: *un panier*

<sup>6</sup> Incrementar los ingresos = aumentar las ganancias de dinero

Documento 3

Ocho millones de toneladas de plástico acaban en el océano cada año



“En *National Geographic* queremos aportar nuestro granito de arena y a partir del mes de junio, los suscriptores no recibirán la revista envuelta en plástico.”

<https://www.nationalgeographic.com.es>, Junio 2018,  
Cartel de la portada mundial diseñado por el mexicano Jorge GAMBOA.

## COMPRÉHENSION DE L'ÉCRIT

### Répondre en espagnol

#### Documento 1

1. El viaje hasta la selva amazónica no fue fácil. Cita un fragmento que lo demuestra.
2. Di si estas frases son verdaderas o falsas. Justifica todas las respuestas con un elemento del texto.
  - a) Antonio José y su mujer no sufrieron muchas dificultades para cultivar su tierra.
  - b) La fauna se reveló superior a las armas de los colonizadores.
3. Los colonos resultan ser verdaderas víctimas de los elementos naturales. Cita una frase que lo muestra.
4. ¿Quién ayudó a los colonos a conocer la selva? Cita un elemento del texto.
5. Al final, los colonos no lucharon contra la naturaleza sino que vivieron en armonía con ella. Entresaca la frase que lo indica.

#### Documento 2

6. ¿Por qué el pueblo de San Pedro La Laguna quiso preservar el Lago Atitlán y multar el uso de plásticos? Cita una razón en el texto para justificar tu respuesta.
7. ¿Qué utilizan los habitantes del pueblo guatemalteco para sustituir los plásticos en su cotidiano? Cita una frase del texto.
8. El hecho de no usar plástico es muy benéfico tanto para los habitantes de este pueblo como para el planeta. Apunta un argumento del texto.

### Répondre en français à la question suivante

9. Dans quelle mesure les documents 2 et 3 du corpus sont-ils complémentaires ? (environ 5 lignes)

---

<b>EXPRESSION PERSONNELLE</b>
-------------------------------

***Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, citer votre nom, celui d'un camarade ou de votre établissement.***

**Le candidat traitera au choix l'un des deux sujets suivants.**

1. ¿En qué medida estos tres documentos ilustran la noción "idea de progreso"? (Unas 15 líneas)

**OU**

2. Eres un lector de la revista *National Geographic* y vas a explicarle a uno de tus amigos por qué es tan importante para ti preservar el planeta y adoptar comportamientos adecuados. Ayúdate de los tres documentos y de tu experiencia personal para darle diferentes tipos de argumentos (históricos, culturales, económicos, ambientales...).  
(Unas 15 líneas)

---

## ESPAGNOL LANGUE VIVANTE 1 - POLYNÉSIE

---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage des calculatrices et tout dictionnaire est interdit*

### Documento 1

En el mediodía de la memoria, un mediodía del exilio. Yo estaba escribiendo, o leyendo, o aburriéndome, en mi casa de la costa de Barcelona, cuando sonó el teléfono y el teléfono me trajo, asombroso, la voz de Fico.

Hacia más de dos años que Fico estaba preso. Había salido en libertad el día anterior. El avión lo había traído de la celda de Buenos Aires al aeropuerto de Londres. Desde el aeropuerto me llamaba para pedirme que fuera, venite<sup>1</sup> en el primer avión, tengo mucho que contarte, tanta cosa que hablar, pero una cosa quiero decirte desde ya, quiero que sepas:

- *No me arrepiento de nada*<sup>2</sup>.

10 Y esa misma noche nos encontramos en Londres.

Al día siguiente, lo acompañé al dentista. No había remedio. Las descargas eléctricas en las cámaras de tortura le habían aflojado los dientes de arriba, y había que dar esos dientes por perdidos.

15 Fico Vogelius era el empresario que había financiado la revista *Crisis*, y no había puesto solamente dinero, sino que había puesto alma y vida en aquella aventura, y me había dado plena libertad para hacer la revista como yo quisiera. Mientras duró, tres años y pico, cuarenta números, *Crisis* supo ser un porfiado<sup>3</sup> acto de fe en la palabra solidaria y creadora, la que no es ni simula ser neutral, la voz humana que no es eco ni suena por sonar.

20 Por ese delito, por el imperdonable delito de *Crisis*, la dictadura militar argentina había secuestrado a Fico, lo había encarcelado y torturado; y él había salvado la vida por un pelo, gracias a que en pleno secuestro había alcanzado<sup>4</sup> a gritar su nombre.

25 La revista había caído sin agacharse<sup>5</sup>, y nosotros estábamos muy orgullosos de ella. Fico tenía una botella de no sé qué vino francés antiguo y

---

<sup>1</sup> en Argentine, rejoins-moi

<sup>2</sup> je ne regrette rien

<sup>3</sup> acharné

<sup>4</sup> arriver à, réussir à

<sup>5</sup> (ici) plier

querendón<sup>6</sup>. Con ese vino brindamos, en Londres, a la salud del pasado, que seguía siendo un compañero digno de confianza.

Después, algunos años después, se acabó la dictadura militar. Y en 1985, Fico decidió que *Crisis* debía resucitar. Y estaba en eso, otra vez  
30 dispuesto a quemar tiempo y dinero, cuando supo que tenía cáncer.

Eduardo GALEANO, *El Libro de los Abrazos*, 2012.

<sup>6</sup> apprécie

## Documento 2

### Libertad de prensa y democracia

El estado de salud de la democracia de un país se mide en el termómetro de su libertad de prensa.

Cuando las sociedades se dotan de una información libre e independiente florecen los derechos ciudadanos, se respetan la diversidad y la pluralidad,  
5 se abona<sup>1</sup> el terreno a la convivencia y se forjan hombres y mujeres comprometidos con el progreso y con el conocimiento.

Voltaire dijo una vez que "si hubiera habido censura de prensa en Roma, no tendríamos hoy ni a Horacio ni a Juvenal<sup>2</sup>, ni los escritos filosóficos de Cicerón".

10 Allá donde hay libertad de prensa emerge la verdad. Y allá donde imperan la coacción<sup>3</sup>, la censura o la injerencia terminan irrumpiendo, sin pedir permiso, la corrupción, la propaganda y la desinformación, lacras<sup>4</sup> que conducen al totalitarismo. [...]

Del mismo modo, una prensa libre y un periodismo de calidad producen  
15 mentes que piensan en libertad y sociedades que prosperan. Solo un ciudadano bien informado puede ser libre.

El Día Mundial de la Libertad de Prensa, que hoy celebramos, es un aldabonazo<sup>5</sup> en nuestra conciencia colectiva y debe recordarnos que se trata aún de un bien escaso. Solo trece de cada cien habitantes en el mundo  
20 disfrutan de estándares aceptables de libertad de prensa.

Informar sigue siendo una profesión de alto riesgo. Cerca de 900 periodistas han muerto asesinados en la última década y más de 300 están hoy presos por hacer su trabajo. Otros 50 reporteros permanecen secuestrados.

<sup>1</sup> (ici) *cultiver*

<sup>2</sup> *Horace et Juvénal sont des auteurs romains*

<sup>3</sup> *la contrainte*

<sup>4</sup> *des fléaux*

<sup>5</sup> *un appel*

25 Son cifras inadmisibles para quienes pensamos que el libre ejercicio del periodismo es un pilar esencial de toda sociedad democrática. La Asociación de Medios de Información, que me honro en presidir, publica hoy un manifiesto en el que llama a los gobiernos y a los organismos internacionales a proteger a los periodistas, preservar su seguridad y su vida, e investigar hasta el final los crímenes por resolver.

Javier Moll, presidente de *Prensa Ibérica*, *DiarioInformación.com*, 02/05/2018

### Documento 3



«El acceso a la información es una libertad fundamental y forma parte del derecho humano fundamental a la libertad de expresión. Recibir y difundir información, en línea y fuera de línea, constituye la piedra angular de la democracia, el buen gobierno y el estado de derecho.»

Mensaje de la Directora General de la UNESCO, Irina Bokova. Día Mundial de la Libertad de Prensa 2016

**COMPRÉHENSION DE L'ÉCRIT****A. Contester en español.****Documento 1**

1. Fico Vogelius acaba de salir de prisión. Apunta dos frases que lo muestran.
2. Di si las afirmaciones son verdaderas o falsas y justifica cada respuesta con un elemento del texto.
  - a. Fico Vogelius estaba prisionero en Londres.
  - b. En la cárcel, torturaron a Fico Vogelius.
  - c. Fico Vogelius solo se preocupaba por la financiación de la revista *Crisis*.
3. Copia la frase que revela por qué motivo encarcelaron a FicoVogelius.
4. Elige el adjetivo correcto y justifica con dos elementos del texto.

A lo largo de su vida personal y profesional, Fico Vogelius se mostró...

  - a. cobarde
  - b. obstinado
  - c. indiferente

**Documento 2**

5. Según el artículo, cuanto más libre es la prensa, mejor vive la población. Apunta tres elementos que lo muestran.
6. Citando el texto encuentra, por lo contrario, los efectos producidos por la falta de libertad de la prensa.
7. Di si la afirmación es verdadera o falsa y justifica tu respuesta con un elemento del texto.

La mayoría de la gente del mundo tiene acceso a una información fiable.
8. Hoyendía,serperiodistapuederesultarpeligroso. Entresaca tres elementos que lo evidencian.

**Répondre en français****Documents 1, 2 et 3**

9. En vous basant sur des éléments précis, montrez en quoi le document 3 illustre les documents 1 et 2. (5 lignes environ)

**EXPRESSION ÉCRITE**

**Afin de respecter l’anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, citer votre nom, celui d’un camarade ou celui de votre établissement.**

**Le candidat traitera l’une des deux questions suivantes au choix. (1 ligne = 10 mots)**

1. Cada año se celebra el Día Mundial de la Libertad de Prensa. Da tu opinión sobre la utilidad de esta iniciativa. (unas 15 líneas)

2. Di en qué ilustran los documentos 1, 2 y 3 un aspecto de la noción “*Lieux et formes de pouvoir*” (unas 15 líneas)

---

**ESPAGNOL LANGUE VIVANTE 2 - MÉTROPOLE**


---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage de la calculatrice et du dictionnaire n'est pas autorisé.*

**Documento 1**
**Los Antiguos**

Los Antiguos es una pequeña ciudad fronteriza situada en la orilla sur del lago Buenos Aires, en la parte argentina de la Patagonia. Las suaves laderas<sup>1</sup> de monte que bordean el lago presentan dolorosos testimonios de una grandeza que hoy no es más que un recuerdo. Son los restos de miles de gigantes caídos, los vestigios de 5 trecientas mil hectáreas de bosques calcinados, arrasados<sup>2</sup> por el fuego para dejar lugar a las praderas<sup>3</sup> que necesitaban los ganaderos<sup>4</sup>. Hay restos de troncos cuyos diámetros superan la estatura de un hombre.

Pablo Casorla es un ingeniero forestal que vive y trabaja en Los Antiguos con la intención de realizar un catastro de la riqueza forestal que aún existe. Sueña con una 10 reserva de bosque protegida por la UNESCO, algo así como un verde patrimonio de la humanidad que permita a las futuras generaciones soñar cómo era aquella región antes de la llegada del dudoso<sup>5</sup> progreso. Lo veo aparecer del caballo para examinar un tronco.

- Este árbol tenía entre ochocientos y mil años. Debe de haber alcanzado los 15 setenta metros de altura –dice.
- ¿Sabes cuándo lo quemaron<sup>6</sup>?
- Hará unos treinta años, más o menos.

Treinta años. Es un muerto reciente. Treinta años son apenas un respiro en la edad de aquellos gigantes vencidos que a nuestro alrededor muestran aún las cicatrices 20 que les dejó el fuego.

Luis SEPÚLVEDA, *Patagonia Express*, 1995

---

<sup>1</sup> Las laderas: *les versants*

<sup>2</sup> Arrasado: *ravagé*

<sup>3</sup> Las praderas: *les prairies, les pâturages*

<sup>4</sup> Los ganaderos: *les éleveurs de bétail*

<sup>5</sup> Dudoso: *incertain*

<sup>6</sup> Quemar: *brûler*

## Documento 2

### El fin de la deforestación no salvará a la selva amazónica

Para salvar lo que queda de los bosques tropicales no basta con<sup>1</sup> acabar con la deforestación. Un análisis de la situación de la selva amazónica muestra que otras interferencias humanas, como la tala<sup>2</sup> selectiva, los incendios o la presión de la ganadería y la agricultura provocan tanto daño como si el bosque dejara de existir.

- 5 La deforestación cero e incluso la reforestación han marcado la agenda de organizaciones medioambientales durante décadas. En países como Brasil, lograron que las autoridades asumieran el reto<sup>3</sup> y, salvo los dos últimos años, la merma<sup>4</sup> de la selva amazónica se había reducido en lo que iba de siglo. Pero tanto esfuerzo puede estar enmascarando<sup>5</sup> un problema aún mayor: los bosques tropicales pierden biodiversidad a medida que los humanos se acercan.

Miguel Ángel CRIADO, *El País*, 29 de junio de 2016

<sup>1</sup> No basta con: il ne suffit pas de

<sup>2</sup> La tala: la coupe

<sup>3</sup> El reto: le défi

<sup>4</sup> La merma: la diminution

<sup>5</sup> Enmascarar: masquer, cacher

### Documento 3: Cartel de la Campaña de reforestación de Aragón, España

REFORESTANDO  
BOSQUE  
DE  
ARAGÓN

Vecino de Aragón, te invitamos a participar de la  
campaña de reforestación del Bosque de San Juan de Aragón

REFORESTAR HOY,  
PARA RESPIRAR MAÑANA

Puedes traer los siguientes árboles:  
Eucalipto, Trueno, Pirules, Fresnos ó Pinos

Domingo 15 de junio 11:00 hrs.

Puntos de reunión  
Puerta 5 (frente a la  
Iglesia Azul) y Puerta 8  
(Bosque de Aragón)

¡ÚNETE!

<b>COMPRÉHENSION DE L'ÉCRIT</b>
---------------------------------

**Contestar en español****Documento 1**

1. Entresaca dos elementos del texto que permiten saber dónde pasa la acción.
2. Copia una expresión del texto que explica por qué quemaron estos árboles.
3. Copia el fragmento que indica cuál es el deseo de Pablo Casorla.
4. Di si las afirmaciones siguientes son verdaderas o falsas y justifica cada una con un elemento del texto.
  - a- Los árboles calcinados eran muy antiguos.
  - b- Los árboles desaparecieron porque los humanos los cortaron.

**Documento 2**

5. Cita dos elementos responsables de la merma de la selva amazónica.
6. El tema de la deforestación no preocupa a los gobiernos. Di si esta afirmación es verdadera o falsa y justifica tu respuesta con un fragmento del texto.
7. Apoyándote en el texto, cita otro problema de la selva provocado por el hombre.

**Répondre en français.****Documentos 1 y 3**

8. En quoi le document 3 apporte-t-il une solution au problème évoqué dans le document 1 ? (5 lignes environ)

<b>EXPRESSION PERSONNELLE</b>
-------------------------------

**Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, citer votre nom, celui d'un camarade ou celui de votre établissement.**

Le candidat traitera l'une des deux questions au choix.

1- ¿Qué aspectos de la noción "Idea de progreso" ilustran los 3 documentos? (Unas 12 líneas).

**OU**

2- En tu opinión, ¿siempre es negativa la acción del hombre sobre el medio ambiente? (Unas 12 líneas).

---

## ESPAGNOL LANGUE VIVANTE 2 - POLYNÉSIE

---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage des calculatrices et tout dictionnaire est interdit*

### Documento 1

Después de quedarse sin trabajo, Charo, mujer viuda y madre de dos hijos mayores, ha decidido abandonar Madrid para irse a vivir en la finca de sus abuelos en un pueblo de Toledo. Está informando a su hija Rosa y a su hijo, ingeniero agrónomo, de su decisión.

- 5 Mis abuelos vivieron de esas tierras. Y sus padres, sus abuelos antes que ellos. Y todos vivieron mejor o peor, porque aquí estamos nosotros. Es una buena tierra, el olivar, la viña ya lo conocéis. Mis hermanos me la dejan gratis durante cinco años y, después, si las cosas van bien, puedo pagarles su parte a plazos<sup>1</sup>, y si no... Siempre habrá tiempo para venderlo todo. Yo, desde
- 10 luego, lo voy a intentar. Es verdad que la casa está mal, pero no es una ruina, Enrique. Y cuando se murió la abuela, Demetrio, el aparcerero<sup>2</sup>, nos llamó y nos dijo que quería aprovechar para jubilarse porque está enfermo y ya no puede más, aunque lo sentía por sus hijos, que no tenían dinero para seguir pagando el arriendo<sup>3</sup> y se iban a quedar en el paro. He hablado con ellos y
- 15 están dispuestos a seguir trabajando, igual que antes. Hasta ahora han ido vendiendo las cosechas<sup>4</sup> a cooperativas que lo compran barato, lo manufacturan, lo envasan, le plantan una etiqueta y lo venden caro. ¿Por qué no podemos hacer nosotros eso y quedarnos con todo? Yo soy experta en marketing.
- 20 - De medicamentos, mamá - le recuerda su hija.  
- En marketing, insiste ella con firmeza. Ahora todo se vende igual, yo lo sé de sobra. Así que, si me dais permiso, voy a invertir en esto el dinero del seguro de vida de papá, y si os parece mal, sólo la mitad.  
- ¡Ay mami! Rosa se levanta, cruza el salón, se le sienta encima, la abraza
- 25 como si  
hubiera vuelto a ser una cría. Quédate con todo y perdóname, por favor, perdóname...

---

<sup>1</sup> à crédit

<sup>2</sup> le métayer, celui qui exploite la ferme

<sup>3</sup> la location des terres

<sup>4</sup> les récoltes

- Yo me voy contigo, mamá – a la hora de la verdad, el ingeniero agrónomo no vacila. Cuenta conmigo.

Almudena Grandes, *Los besos en el pan*, 2015

## Documento 2

### Comalas

Desde 1960, cuando comenzó en España el éxodo del campo a la ciudad, cientos de aldeas<sup>1</sup> han desaparecido o se han convertido en fantasmas al modo de la Comala<sup>2</sup> de Rulfo. Se calcula que en nuestro país son ya más de 3.000 los núcleos deshabitados y que en los próximos años otros tantos lo serán también.

[...] Últimamente, además, aparte de la curiosidad, el interés de ciertos extranjeros por nuestros pueblos deshabitados tiene una razón distinta. Determinados grupos de inversores<sup>3</sup> han visto una posibilidad de negocio en la compra de esas aldeas abandonadas por sus vecinos, bien sea para convertirlas en centros de vacaciones, bien para dedicar sus terrenos a cotos de caza<sup>4</sup> o para especular con ellos. [...]

El fenómeno está empezando a producirse, pero ya ha generado cierta atención mediática como antes sucediera con la ocupación de algunas aldeas por grupos alternativos, lo que está contribuyendo de paso a que los españoles vuelvan la vista hacia unos lugares para muchos desconocidos del todo porque en España la modernidad y el progreso se han confundido con el desprecio de lo rural y lo menos rico. Una actitud que delata el complejo que en el fondo aquí se tiene respecto a otros países europeos (que, paradójicamente, son los que muestran más respeto hacia sus pueblos: los italianos o los franceses no tienen que demostrarle a nadie que son modernos) y que hace que a día de hoy la mayoría de la población española ni siquiera se haya enterado de que, mientras ellos hacen su vida, miles de pueblos quedan abandonados como Comalas sin redención.

Julio Llamazares, *El País*, 19 de septiembre de 2014

<sup>1</sup> villages

<sup>2</sup> nom d'un village fictif de l'écrivain Juan Rulfo

<sup>3</sup> investisseurs

<sup>4</sup> réserves de chasse

## Documento 3

CONSEJEROS DE AUTONOMÍAS Y EXPERTOS BUSCAN FRENAR LA DESPOBLACIÓN RURAL

**LOS PUEBLOS SE VACÍAN...  
Y LOS EXTRANJEROS LOS COMPRAN**

Pueblos CON IGLESIA, COLEGIO  
Y CASTILLO a precio de saldo  
¡Desde 60.000 €!

SE VENDE PUEBLO

Galicia, Asturias y Castilla León,  
los que más aldeas fantasma tienen

La clave: que los universitarios vuelvan

**“EL GOBIERNO NOS HA ABANDONADO”**  
Aurelio García, presidente de desarrollo rural

[http://www.teinteresa.es/espana/vende-pueblo\\_12\\_1254594536.html](http://www.teinteresa.es/espana/vende-pueblo_12_1254594536.html)

## I. COMPRÉHENSION DE L'ÉCRIT

Contesta en español.

### Documento 1

1. La tierra de la narradora forma parte del patrimonio familiar. Cita una frase que lo evidencia.
2. La propiedad de la finca presenta ventajas para Charo. Apunta dos elementos que lo indican.
3. Los hijos del aparcerero van a trabajar para Charo. Apunta una frase que lo justifica.
4. Charo quiere sustituirse a las cooperativas. Busca una frase que lo pruebe.
5. ¿Verdadero o Falso? Sus dos hijos están de acuerdo con el proyecto de la madre. Justifica citando dos elementos del texto.

### Document 2

6. ¿Qué fenómeno permite explicar la desaparición de cientos de aldeas en España? Cita un elemento del texto.
7. ¿Verdadero o falso? Este fenómeno va a seguir en el futuro. Justifica con un elemento del texto.
8. Cita tres razones por las que los extranjeros compran las aldeas.
9. Di quiénes se interesan por este fenómeno. Apunta dos elementos.

---

**DOCUMENT 3**

**Répondez en français**

10. Expliquez en quoi le document 3 illustre le document 2. (Environ 5 lignes)

**II. EXPRESSION ÉCRITE**

**Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, citer votre nom, celui d'un camarade ou celui de votre établissement.**

**Le candidat traitera l'une des deux questions au choix.**

1. ¿En qué medida estos tres documentos ilustran la noción "*Lieux et formes de pouvoir*"? (15 líneas)

**OU**

2. ¿Te parece posible seguir viviendo en el campo para los jóvenes de hoy? Justifica tu opinión apoyándote en los documentos de este *dossier* y en tus propios conocimientos. (unas 15 líneas)

---

## ALLEMAND LANGUE VIVANTE 1 - MÉTROPOLE

---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage de la calculatrice et du dictionnaire n'est pas autorisé.*

### TEXT A

#### Werdet Handwerker<sup>1</sup>!

Viele Schüler wollen Abitur machen und studieren, nur nicht Handwerker werden. Tausende Lehrstellen sind unbesetzt, weil die meisten an die  
5 Hochschulen gehen. Zu wenige wollen mit ihren Händen arbeiten. Das führt dazu, dass viele junge Menschen studieren, um dann zu verstehen, dass dies doch nichts für sie ist: Mehr als 30 Prozent der Bachelor-  
10 Studenten<sup>2</sup> brechen ab<sup>3</sup>.



Diesen Trend muss Deutschland stoppen. Das Land braucht nicht nur Menschen mit akademischen, sondern auch mit praktischen Qualifikationen. Drei Umwälzungen<sup>4</sup> sind notwendig, damit wieder mehr junge Leute Handwerker werden. Erstens: Schüler müssen besser über die Möglichkeiten informiert werden, die diese Berufswahl für sie  
15 bringt. Zweitens: Die Ausbildung muss aufgewertet<sup>5</sup> werden. Drittens: Das Handwerk muss sich modernisieren und attraktiv werden.

**Was macht eine Ausbildung im Handwerk attraktiv? Und wie sehen eigentlich die Perspektiven aus?**

**Wir haben einen Experten gefragt.**

#### 20 **Was macht eine Ausbildung im Handwerk für Schüler attraktiv?**

Eine Ausbildung im Handwerk ist spannend, weil sie in der realen Welt stattfindet. Mit Kopf, Herz und Hand lernen und am Ende des Tages wissen, was man für den Kunden<sup>6</sup> gemacht hat. Nebenbei verdient man bereits sein erstes eigenes Geld.

---

<sup>1</sup> der Handwerker: l'artisan; das Handwerk: l'artisanat, le métier manuel

<sup>2</sup> der Bachelor-Student : l'étudiant de licence

<sup>3</sup> abbrechen: (ici) abandonner

<sup>4</sup> die Umwälzung (-en): la transformation

<sup>5</sup> aufwerten: revaloriser

<sup>6</sup> Der Kunde: le client

**Welche Eigenschaften sollten Handwerker mitbringen?**

- 25 Motivation für eine Ausbildung, Offenheit für neue Erfahrungen und auch Pünktlichkeit. Natürlich muss man Schreiben, Lesen und Rechnen können und sollte auch am Computer Kenntnisse haben.

**Welche Handwerksberufe haben besonders Zukunft?**

- Es gibt über 100 Handwerksberufe in Deutschland. Zukunftsfähig ist ein Beruf dann, wenn er zu einem passt und wenn er Spaß macht. Natürlich sind die Berufe besonders zukunftsfähig, die zum Beispiel die Energiewende tragen: Elektroniker, Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizung-, und Klimatechnik, Mechatroniker für Kältetechnik.
- 30

**Welche beruflichen Perspektiven bietet das Handwerk nach der Ausbildung?**

- 35 Nach der Ausbildung kann man zunächst einmal Berufserfahrung sammeln und seine Kompetenzen ausbauen und professionalisieren. Dann kann man eine interessante Karriere haben.

Nach: [yaez.de](http://yaez.de), 22.05.2018

## TEXT B



Christin, 26, Schornsteinfegerin<sup>1</sup> und Bachelor-Studentin

„Die Liebe zum Handwerk liegt bei uns in der Familie. Schon mein Opa war Schornsteinfeger, genau wie meine Mutter. Trotzdem machte ich nach der Schule zuerst eine Ausbildung zur Chemielaborantin und studierte danach Chemie- und Umwelttechnik. Richtig glücklich machte mich das nicht. Gerade das Studium war mir  
5 viel zu theoretisch. So entschloss ich mich mit Mitte 20, eine Ausbildung als Schornsteinfegerin zu machen. Die Arbeit im Handwerk macht mir viel Spaß. Am besten gefallen mir die große Abwechslung und der Kontakt zu den Menschen. Kein Tag ist wie der andere.

Ich bin mit meiner Berufswahl richtig zufrieden. Auch meine Hochschulambitionen  
10 habe ich nicht ganz aufgegeben. Im Moment studiere ich Management. Meinen Bachelor-Abschluss habe ich im Herbst 2019. Wie es danach weitergeht, weiß ich noch nicht. Vielleicht gründe ich später meinen eigenen kleinen Betrieb. Bis dahin werden aber noch ein paar Jahre vergehen. Vorher möchte ich noch viel reisen und die Welt sehen.“

Nach: *yaez.de*, 20.05.2018

---

<sup>1</sup> der Schornsteinfeger (féminin : Schorsteinfegerin) : le ramoneur (personne qui nettoie les conduits de cheminée)

**COMPRÉHENSION DE L'ÉCRIT**

Vous répondrez directement sur votre copie, sans recopier les questions ni les exemples, mais en précisant chaque fois le numéro de la question et des énoncés. Pour les citations, vous indiquerez aussi la ou les lignes.

**Texte A und B****I. Was ist das Thema von beiden Texten?**

- a. Schornsteinfegerin: ein Zukunftsberuf
- b. Spaß am Handwerk
- c. Studium im Ausland
- d. Umweltschutzbewusstsein

**Text A****II. Schreiben Sie nur die drei richtigen Aussagen ab.**

- a. Deutschland braucht mehr Handwerker.
- b. Handwerksberufe sind in Deutschland sehr attraktiv.
- c. Die Schüler werden über das Handwerk sehr gut informiert.
- d. Das Handwerk soll moderner werden.
- e. Wenige Abiturienten interessieren sich für Handwerksberufe.

**III. Zitieren Sie zwei Textstellen, die zeigen, dass Studieren nicht immer die richtige Option ist.****Text B****IV. Ergänzen Sie Christins Steckbrief mit Informationen aus dem Text.**

Alter:

Beruf der Mutter:

Erste Ausbildung nach der Schule:

Erstes Studium nach der Schule:

Zweite Ausbildung Mitte 20:

Zweites Studium Mitte 20:

Zukunftsprojekte (zwei Antworten):

## Texte A und B

**V. Zitieren Sie eine Textstelle aus Text A und eine Textstelle aus Text B, die zeigen, ...**

a. dass Handwerk glücklich machen kann.

Text A: ...

Text B: ...

b. dass Handwerk gute berufliche Perspektiven bringt.

Text A: ...

Text B: ...

<b>EXPRESSION PERSONNELLE</b>
-------------------------------

*Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, citer votre nom, celui d'un camarade ou celui de votre établissement.*

**I. Ihr deutscher Austauschpartner weiß noch nicht, welchen Beruf er später machen möchte. Sie wollen ihm helfen und erklären ihm die positiven Aspekte vom Handwerk.**

**Schreiben Sie die E-Mail.** (mindestens 80 Wörter)

**II. Wählen Sie Thema A oder Thema B.** (mindestens 100 Wörter)

### Thema A:

Ich möchte überhaupt nicht im Ausland studieren.

Markus aus Berlin

Am liebsten mache ich ein freiwilliges soziales Jahr.

Bettina aus München

Nächstes Jahr mache ich ein Erasmussemester im Ausland.

Clara aus Köln

**Und Sie, was möchten Sie während Ihres Studiums machen? Was würde Ihnen gefallen? Erzählen Sie.**

**ODER**

### Thema B:

**„Deutschland braucht Menschen mit praktischen Qualifikationen.“  
Könnte eine Ausbildung im Handwerk Sie interessieren? Warum?  
Warum nicht? Geben Sie Ihre Meinung dazu.**

---

**ALLEMAND LANGUE VIVANTE 2 - MÉTROPOLE**


---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*

*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*

*L'usage de la calculatrice et du dictionnaire n'est pas autorisé.*

**TEXT A**
**Igor Levit**

Mit 31 Jahren wird der russische Pianist als Weltstar gefeiert, die Kritiker loben ihn. Und er tut so, als wäre es ihm egal.

„Wissen Sie, für mich ist es nichts Besonderes,

5 Musiker zu sein

“, sagt Igor Levit fast provokant. „Seitdem ich denken kann, mache ich Musik. Das ist völlig normal, das natürlichste der Welt.“ In der Tat experimentiert Levit am Klavier, immer auf der

10 Suche nach neuen Harmonien.

Igor Levit wurde 1987 in Nischnij Novgorod (damals Gorki) an der Wolga geboren. Die Mutter ist Klavierlehrerin, sie war seine erste Pädagogin. Schon als Achtjähriger kam Igor mit seiner Familie

15 nach Deutschland und zwar nach Hannover. In der Musikhochschule findet man die besten Pädagogen. „Technisch ist man nie perfekt, man lernt immer“, sagt immer Igor Levit.

Igor Levit ist zweisprachig, spricht aber lieber Deutsch als seine Muttersprache Russisch. Es ist auf jeden Fall eine Bereicherung, meint er. Gerne würde er noch mehr

20 Sprachen lernen, etwa Spanisch und Französisch. Auf die Frage, ob er nun Russe oder Deutscher ist, antwortet er: „Ich bin hier in Deutschland aufgewachsen. Wenn Sie es genau wissen wollen, bin ich aus einer jüdischen Familie, ein in Russland geborener, in Deutschland verwurzelter, in Europa verliebter Pianist.“

Igor Levit lässt sich nicht zum Medienprodukt degradieren, er überzeugt durch  
25 künstlerisches und virtuoses Können. Fotos mit dem jungen Star sind allerdings rar; CDs von ihm kann man nicht kaufen, er mag am liebsten Live spielen.



Nach: *DW.de*, 15.03.2012

## TEXT B

### Andreas Gabalier

Der Volks-Rock'n Roller Andreas Gabalier brachte gestern die ausverkaufte Festhalle zum Beben<sup>1</sup>. Der 33-Jährige hat einen sehr großen Erfolg: „Gestern hatten wir eine grandiose Show in Innsbruck“; sagt der österreichische Sänger. „Die meisten Termine sind schon seit 15 Monaten ausverkauft“, sagt Gabalier, der – anscheinend – nicht genug von Touren kriegen kann. „Mir fehlt nichts“, sagt der Sänger. „Ich bin total gern unterwegs. Nach den Konzerten gebe ich gern Autogramme und lasse mich gern von meinen Fans fotografieren. Mein Publikum ist meine zweite Familie“.

So ganz auf die Heimat verzichten<sup>2</sup> kann er aber auch nicht, denn Gabalier hat seinen eigenen Koch dabei. Dieser kocht österreichisch. Essen, das ist für ihn wichtig. „Du bist, was du isst“, sagt er. Normalerweise nimmt er sich gern Zeit, sich über die Städte, in denen er spielt, zu informieren. In Innsbruck testete er das Nachtleben. „Aber heute habe ich es nicht geschafft, mir die Stadt anzuschauen“, sagt er.

„Ich habe zwar eine lange Karriere hinter mir, aber ich habe mich nicht großartig verändert, ich bin immer noch arbeitshungrig und neugierig“, sagt Andreas Gabalier. Doch so ganz ohne Pausen geht es sogar bei diesem energiegeladenen Mann nicht. Deshalb möchte er nach der Hallentour 2018 eine mehrmonatige Pause machen.



Nach: Frankfurter Neue Presse, 30.11.2018

<sup>1</sup> zum Beben bringen: *faire trembler*

<sup>2</sup> verzichten auf: *renoncer à*

---

**COMPRÉHENSION DE L'ÉCRIT**

*Vous répondrez directement sur votre copie, sans recopier les questions ni les exemples, mais en précisant chaque fois le numéro de la question et des énoncés. Pour les citations, vous indiquerez aussi la ou les lignes.*

**Texte A und B**

**1. Ergänzen Sie folgende Steckbriefe mit passenden Informationen und schreiben Sie sie ab:**

**Text A:**

- **Vorname:** *Igor*
- Name:
- Seine erste Klavierlehrerin:
- Geburtsland:
- In welchem Jahr kommt er in Deutschland an?
- Beruf:

**Text B:**

- Vorname:
- Name:
- Alter:
- Nationalität: - Beruf:

**Text A**

**2. Schreiben Sie nur die drei richtigen Aussagen ab:**

- a. Igor Levit kann Russisch, Deutsch, Spanisch und Französisch.
- b. Er hat die ersten Jahre seiner Kindheit in Russland verbracht.
- c. Er hat in Hannover Musik studiert.
- d. Deutsch ist seine Lieblingssprache.
- e. Sein Vater heißt Nischnij Novgorod.

**3. Zitieren Sie eine Textstelle, die zeigt, dass dieser Beruf für ihn nicht besonders originell ist, und schreiben Sie sie ab.**

## Text B

**4. Hier sind vier Aussagen zu Andreas Gabalier. Welches Zitat aus Text B passt zu jeder Aussage? Schreiben Sie die Zitate ab.**

- a) Andreas Gabalier ist ein Star in Österreich.
- b) Ein sehr großes Publikum besucht seine Konzerte.
- c) Er ist kontaktfreudig.
- d) Er mag essen.

**5. Was hätte Andreas Gabalier sagen können? Schreiben sie die drei richtigen Sätze ab:**

- a) „Ich bin zwar Superstar geworden, aber ich bin ein einfacher Mensch geblieben“.
- b) „Ich habe meinen eigenen Koch, denn ich mag internationale Spezialitäten essen“.
- c) „Ich bin müde. Ich muss mich nach der Tour unbedingt zu Hause erholen“.
- d) „Diese Tour ist ein gutes Mittel, um Städte zu entdecken und zu besichtigen“.
- e) „Ich bin neu in diesem Beruf“.

## Text A und Text B

**6. Ergänzen Sie folgende Sätze mit „Andreas“ oder „Igor“ und schreiben Sie sie ab.**

.....ist ein Weltbürger.

.....lebt für sein Publikum.

..... lebt seit der Kindheit mit der Musik.

## EXPRESSION PERSONNELLE

*Afin de respecter l'anonymat de votre copie, vous ne devez pas signer votre composition, citer votre nom, celui d'un camarade ou celui de votre établissement.*

**Behandeln Sie eines der beiden Themen:**

### Thema A

**Lesen Sie folgende Annonce und schreiben Sie einen Bewerbungsbrief: Sie stellen sich vor, Sie drücken Ihre Motivationen aus und erklären, dass Sie das ideale Profil für den Job haben. (mindestens 120 Wörter)**

#### Eventassistent für Rockkonzerte gesucht



Agentur sucht Eventassistenten im Alter von 18 – 25 Jahren für Sommerkonzerte und Festivals in Deutschland, Österreich, Belgien, Spanien, Italien und Irland.

Du hattest immer schon großes Interesse an Konzerten? Du wolltest immer schon mal wissen, wie Shows realisiert werden und mehr sein als nur ein Zuschauer?

Verpasse nicht Deine Chance und werde jetzt Teil unserer Crew!

Bewirb Dich!

[onstage@stage.pool.de](mailto:onstage@stage.pool.de)

### ODER

### Thema B

**Kann ein Superstar, ein Leistungssportler als Held betrachtet werden? Begründen Sie Ihre Antwort mit konkreten Beispielen. (mindestens 120 Wörter)**

## ALLEMAND LANGUE VIVANTE 2 - POLYNESIE

---

*Durée : 2 heures – coefficient 2*  
*Compréhension : 10 points – Expression : 10 points*  
*L'usage des calculatrices et tout dictionnaire est interdit*

### Abbildung



Werbeplakat für die Initiative „Bewegung<sup>1</sup> findet Stadt“ in Wien-22. Mai 2018

---

<sup>1</sup> die Bewegung(en) : *le mouvement*

**Text A****Plogging: Joggen und Müll sammeln**

Das Vabali Spa hat eine neue Trendsportart aus Schweden nach Düsseldorf geholt. Ziel ist es, zu laufen und dabei etwas Gutes für die Umwelt zu tun. Denn beim Plogging joggt man mit Müllsack in der Hand durch die Natur, bückt sich<sup>1</sup>, um den Unrat<sup>2</sup> auf den Wegen zu sammeln. Im April startete eine  
5 erste Runde rund um den Elbsee. Einmal im Monat soll die Aktion künftig stattfinden. Das Wort Plogging setzt sich aus dem schwedischen Begriff „plocka upp“, was „aufheben“<sup>3</sup> bedeutet, und dem englischen „Jogging“ zusammen.

„Das ist ein super Training. Zudem wollen wir, da wir direkt an einem  
10 Naturschutzgebiet liegen, uns auch um unsere Umwelt kümmern.“ Die Jogging-Runde um den See, 6,5 Kilometer lang, macht Sönke Schacht gerne privat. Dabei kam ihm die Idee, das Plogging hier zu testen. Zum ersten Termin<sup>4</sup> hat er vor allem Mitarbeiter aus dem Vabali Spa motivieren können. Etwa zehn Läufer kamen mit Handschuhen und Müllsäcken an.

15 Als Besucher war Carsten Naujokat dabei. Er wohnt in Hilden und kennt das Plogging nicht, hatte aber große Lust, es einmal auszuprobieren. „Die Kombination aus Sport und Naturschutz finde ich super“, sagt er. „Ich hoffe daher, dass sich noch viele weitere Leute aus Hilden der Aktion anschließen.“ Das Naturschutzgebiet soll möglichst sauber bleiben und die Anwohner sollen  
20 sich dafür mitverantwortlich fühlen, findet er. „Es ist unglaublich, was die Leute in die Natur werfen“, sagt er. Die Stadt kümmert sich zwar darum, dass es rund um den See sauber bleibt, doch die Mitarbeiter sind nicht ständig da. Auf den gut sechs Kilometern füllten die Jogger 15 Müllsäcke, vorwiegend mit Verpackungsresten<sup>5</sup> von Snacks und Süßigkeiten, sogar eine Radkappe war  
25 dabei.

Das nächste Plogging am Elbsee findet am Donnerstag, 3. Mai, ab 17.30 Uhr statt.

---

<sup>1</sup> sich bücken : *se pencher*

<sup>2</sup> der Unrat : *les déchets*

<sup>3</sup> auf/heben : *ramasser*

<sup>4</sup> zum ersten Termin = (*ici*) zum ersten Mal

<sup>5</sup> die Verpackung(en) : *l'emballage*

## Text B

### Ein Extremsport in der Stadt

Eine neue Trendsportart ist auf dem Markt – Parkour! Vor allem bei Jugendlichen hat diese neue Sportart große Begeisterung gefunden.

Bei „Parkour“ geht es darum, möglichst schnell Hindernisse<sup>1</sup> zu überwinden. Dabei kann man dies überall machen, ob nun in der Natur oder mitten in der Stadt. Die Hindernisse jedoch dürfen nicht verändert werden. Schließlich muss man sich anpassen.

Jetzt kommt natürlich die Frage auf: Sollte man „Parkour“ auch im Schulsport machen? Nun ja, die Antwort hierauf ist simpel. Mit Parkour trainiert man verschiedene Aspekte. Dabei geht es nämlich um Überwindung<sup>2</sup>, Mut, akrobatische Bewegungen, Kondition und Vertrauen. Auch die Kreativität der Schüler kann man damit fördern.

So werden viele Schüler mit Begeisterung daran gehen, weil es etwas Neues ist und vor allem „cool“. Viele sehen auf Youtube, wie Jugendliche in der Stadt über Geländer springen und wollen solche Bewegungen ebenfalls erlernen.

Nach Tatjana Petersen, <https://www.sportunterricht.ch> Sportlehrertag, 28. September 2011

<sup>1</sup> das Hindernis(se) : *l'obstacle*

<sup>2</sup> die Überwindung : *le dépassement*

*Vous répondrez directement sur votre copie sans recopier les questions ni les exemples, mais en précisant chaque fois le numéro de la question et des énoncés.*

## I. COMPRÉHENSION DU TEXTE

### Abbildung, Texte A und B

**1. Welches Thema illustriert das ganze Dossier? Schreiben Sie den richtigen Satz ab.**

- A. Ein Lebensraum für Jugendliche in der Stad
- B. Sport einmal anders
- C. Umweltschutz in der Stadt

**Text A****2. Wählen Sie jeweils die richtige Aussage und schreiben Sie den Text ab.**

Das Plogging kommt aus **Deutschland / England / Schweden**. Das Vabali Spa hat in **Deutschland / England / Schweden** die Initiative geführt. Plogging heißt, dass Menschen **fahren / laufen / schwimmen** und auch die **Natur sauber machen / Essen verteilen / neue Kleider testen**.

Die Plogger vom Elbsee wollen sich **jede Woche / jeden Monat / jedes Jahr** treffen.

**3. Finden Sie die zwei richtigen Aussagen und schreiben Sie sie ab.**

- a) Die Stadt Düsseldorf unternimmt nichts für die Umwelt.
- b) Beim ersten Plogging am Elbsee haben die Sportler viel Müll gesammelt.
- c) Es gab beim ersten Plogging 15 freiwillige Sportler.
- d) Nur Profi-Sportler dürfen am Plogging teilnehmen.
- e) Das nächste Plogging ist schon geplant.

**Text B****4. Finden Sie jeweils zwei Zitate, die zeigen...**

- a) was man durch Parkour lernt.
- b) dass die jungen Leute diese Trendsportart mögen.

**Texte A und B****5. Um welche Sportart geht es? Ergänzen Sie die Sätze jeweils mit...**

- Plogging
- Parkour
- Plogging und Parkour

**Schreiben Sie die Sätze ab.**

- a). ...ist / sind neu.
- b) . ... wird / werden vielleicht bald in der Schule unterrichtet.
- c) . ... ändert / ändern den Kontakt des Sportlers zu seinem Wohn- und Lebensraum anders.
- d) . ... hat / haben noch nicht viel Erfolg.

## II. EXPRESSION

### **Behandeln Sie Thema A oder Thema B. (mindestens 130 Wörter)**

A) Dank Initiativen wie „Plogging“ werden die Menschen immer umweltfreundlicher. Welche anderen Aktionen können organisiert werden, um den Umweltschutz zu fördern (in einer Stadt, auf dem Land, in der Schule usw.)? Nennen Sie konkrete Beispiele.

### **ODER**

B) Ist Sport für Sie nur eine physische Aktivität? Welche sind für Sie die weiteren Vorteile, Sport zu treiben? Beschreiben Sie Ihre eigene Erfahrung oder illustrieren Sie Ihre Antwort mit konkreten Beispielen.

## MATHÉMATIQUES - MÉTROPOLE (corrigé p.190)

*Durée : 4 heures – Coefficient : 4*

*L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.*

Le sujet est composé de 4 exercices indépendants. Le candidat doit traiter tous les exercices.

**Le candidat est invité à faire figurer sur la copie toute trace de recherche, même incomplète ou non fructueuse, qu'il aura développée.**

Il est rappelé que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements seront prises en compte dans l'appréciation de la copie.

### EXERCICE 1 (5 points)

Dans une solution tampon (solution dont le pH varie peu ou ne varie pas lors de l'ajout d'un acide ou d'une base, ou lors d'une dilution), on introduit des levures (*Saccharomyces cerevisiae*) en suspension. On ajoute ensuite une solution de glucose à 5 millimoles par litre ( $\text{mmol.L}^{-1}$ ), et on suit la fermentation de glucose par les levures en relevant la quantité d'éthanol obtenue au cours du temps.

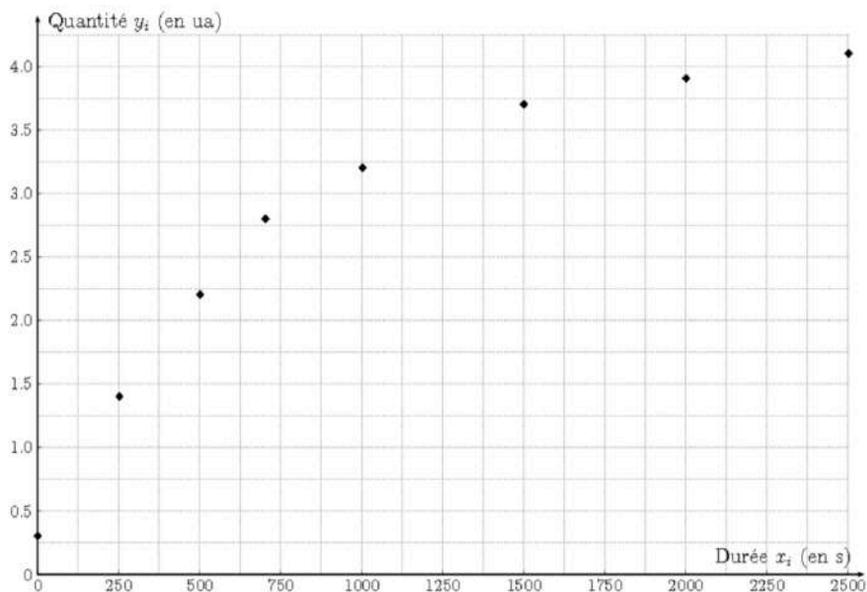
Le tableau ci-dessous donne la quantité  $y_i$  (exprimée en unité arbitraire, ua) d'éthanol dans la solution, en fonction de  $x_i$  qui représente la durée écoulée, en seconde, depuis l'ajout de glucose.

À chaque valeur de  $y_i$ , on associe :

$$z_i = \frac{5,2}{5,2 - y_i}$$

Durée $x_i$ (en s)	0	250	500	700	1000	1500	2000	2500
Quantité $y_i$ (en ua)	0,3	1,4	2,2	2,8	3,2	3,7	3,9	4,1
$z_i = \frac{5,2}{5,2 - y_i}$	1,0612	1,3684	1,7333		2,6000	3,4667	4,0000	4,7272

On donne ci-dessous le nuage de points  $M_i$ , de coordonnées  $(x_i ; y_i)$ , dans un repère orthogonal du plan.



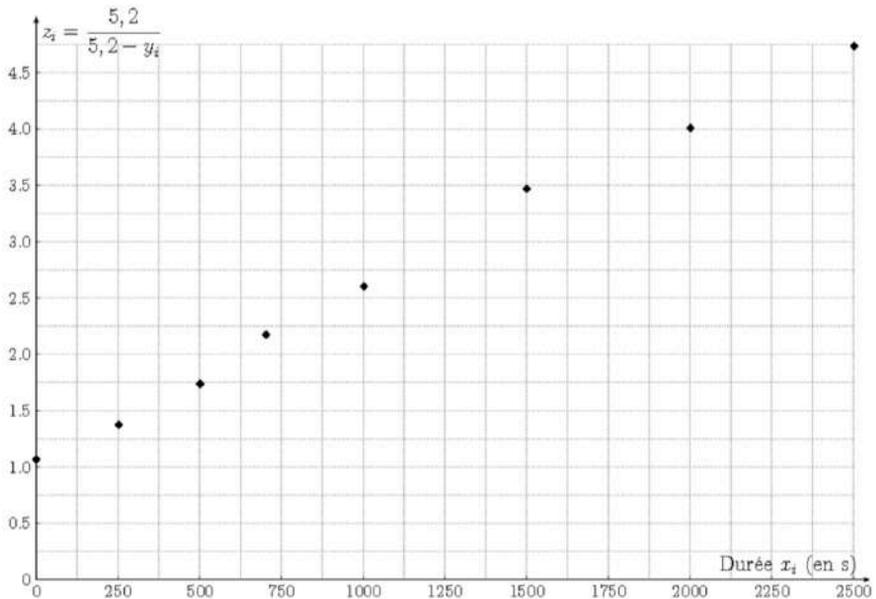
Pour chacune des cinq affirmations de l'exercice, déterminer si elle est vraie ou fausse, puis justifier de manière claire et concise la réponse donnée.

**Affirmation 1 :** Un ajustement affine du nuage de points  $M_i(x_i; y_i)$  est adapté.

**Affirmation 2 :** Au dix-millième près, la valeur manquante de  $z_i$  est 2,1667.

**Affirmation 3 :** Lorsque la durée écoulée depuis l'introduction du glucose passe de 1000 à 2000 secondes, la quantité  $y$  d'éthanol augmente de plus de 25 %.

On donne ci-dessous le nuage de points  $N_i$ , de coordonnées  $(x_i ; z_i)$ , dans un repère orthogonal du plan.



À l'aide d'une calculatrice, on a obtenu, pour ce second nuage de points, l'ajustement affine suivant :  $z = 0,0015x + 1,0627$ .

**Affirmation 4 :** Grâce à l'ajustement affine donné, on peut estimer que

$$y = 5,2 - \frac{5,2}{0,0015x + 1,0627}$$

**Affirmation 5 :** En utilisant le modèle d'ajustement de l'affirmation précédente, on peut estimer que la quantité d'éthanol présente quarante minutes après l'introduction du glucose est supérieure à 4 ua.

**EXERCICE 2** (6 points)

Julie a l'intention de planter des bambous dans son jardin. Comme ils sont réputés envahissants, elle souhaite d'abord avoir une estimation de leur taille et de la surface qu'ils occuperont dans les années à venir.

Un botaniste indique que l'espèce choisie par Julie a une hauteur qui augmente de 35% par an dans les conditions de son jardin. Il précise que ces bambous ont pour taille maximale 6 mètres. Pour tout entier naturel  $n$ , on note  $h_n$  la hauteur des bambous, exprimée en mètre,  $n$  années après les avoir plantés.

Dans les jardineries, ces plantes sont vendues alors que leur hauteur est de 0,6 mètre, que l'on considérera comme la hauteur initiale.

1.
  - a) Donner la valeur de  $h_0$  puis calculer  $h_1$ .
  - b) Exprimer  $h_{n+1}$  en fonction de  $h_n$ .
  - c) En déduire la nature de la suite  $(h_n)$  puis exprimer  $h_n$  en fonction de  $n$ .
  - d) Afin de ne pas gêner ses voisins, Julie envisage de ne pas laisser sa plantation dépasser 4 mètres de hauteur.

Combien d'années peut-elle laisser pousser ses bambous sans avoir besoin de les tailler ?

- e) On donne ci-dessous trois algorithmes. Déterminer, sans justifier, celui des trois pour lequel, à la fin de son exécution, la variable  $N$  contient le résultat de la question précédente.

```

1  N ← 0
2  U ← 0,6
3  Tant que N < 4
4  |   N ← N + 1
5  |   U ← 1,35 × U
6  Fin Tant que
  
```

**Algorithme 1**

```

1  N ← 0
2  U ← 0,6
3  Tant que U < 4
4  |   N ← N + 1
5  |   U ← 1,35 × U
6  Fin Tant que
  
```

**Algorithme 2**

```

1  U ← 0,6
2  Pour N allant de 1 à 4
3  |   U ← 1,35 × U
4  Fin Pour
  
```

**Algorithme 3**

2. Julie n'a pas prévu d'installer de barrière anti-rhizomes, les bambous pourront donc se répandre sur le terrain. Selon le botaniste, la surface colonisée augmente de 2 % par mois. Julie plante ses bambous sur une surface initiale de 1 m<sup>2</sup>.

Au bout de combien de mois les bambous se seront-ils répandus sur une surface de plus de 2 m<sup>2</sup> ?

3. Julie se rend dans la jardinerie la plus proche de son domicile. Elle souhaite acheter des pots de bambous provenant d'une entreprise d'horticulture située à moins de cent kilomètres de cette jardinerie. On appelle  $C$  la condition :

« les pots ont été préparés à moins de 100 km de la jardinerie ».

Dans la jardinerie où Julie se trouve, une étude portant sur un échantillon de 200 pots montre que 135 d'entre eux ont été fournis par un horticulteur respectant la condition  $C$ .

- a) Calculer la fréquence  $f$ , dans cet échantillon, des pots qui respectent la condition  $C$ .
- b) Donner une estimation de  $p$ , la proportion des pots satisfaisant la condition  $C$ , par un intervalle de confiance à 95 %. Arrondir les bornes de cet intervalle à  $10^{-2}$  près.
- c) Julie recommandera cette jardinerie s'il est possible qu'au moins trois quarts des pots de bambous achetés vérifient la condition  $C$ . Julie recommandera-t-elle cette jardinerie ?

### EXERCICE 3 (6 points)

#### Partie A

On considère l'équation différentielle ( $E$ ) :

$$y' + 0,01y = 1$$

où  $y$  est une fonction dérivable sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ .

1. Résoudre l'équation différentielle ( $E$ ).
2. Déterminer la fonction  $g$  solution de ( $E$ ) vérifiant la condition  $g(0) = 20$ .

#### Partie B

L'objectif des questions suivantes est l'étude de la température de l'eau dans un chauffe-eau. La mise en marche se fait de manière automatique chaque soir à 22 h 30 (heures creuses).

On note  $g(t)$  la température de l'eau dans le chauffe-eau, exprimée en degré Celsius,  $t$  minutes après le déclenchement du mode « heures creuses ».

On considère que la fonction  $g$  est définie pour tout nombre réel de l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  par :

$$g(t) = -80e^{-0,01t} + 100$$

1. Justifier par un calcul que la différence de température de l'eau du chauffe-eau entre 23 h et minuit est comprise entre 26 et 27 degrés Celsius.
2.
  - a) Soit  $g'$  la fonction dérivée de la fonction  $g$ . Calculer  $g'(t)$ .
  - b) Étudier le signe de  $g'(t)$ , puis en déduire les variations de la fonction  $g$ .

Dans la suite de l'exercice, on admet que :

- la valeur moyenne de la fonction  $g$  sur l'intervalle  $[a ; b]$  est donnée par :

$$\frac{1}{b-a} \int_a^b g(t) dt$$

- la fonction définie sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  par  $G(t) = 8000e - 0,01t + 100t$  est une primitive de la fonction  $g$  sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ .

**3.** Déterminer une valeur approchée, au dixième de degré près, de la température moyenne de l'eau dans le chauffe-eau entre 23 h et minuit.

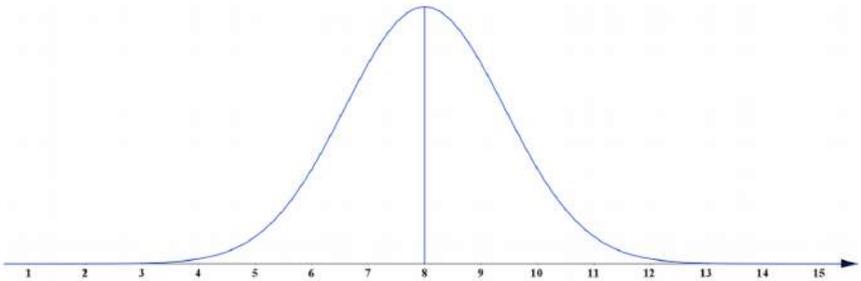
**4.** En réalité, le chauffe-eau est doté d'un système de régulation de la température afin que celle-ci ne dépasse par  $60^\circ\text{C}$ .

Déterminer l'heure à laquelle l'eau du chauffe-eau atteint cette température de  $60^\circ\text{C}$ . *Arrondir la réponse à la minute près.*

**EXERCICE 4** (3 points)

Dans une grande chaîne de magasins, la direction décide de recenser la durée d'attente en caisse de ses clients. On considère la variable aléatoire  $X$  qui, à un client pris au hasard dans l'ensemble des magasins, fait correspondre son temps d'attente exprimé en minute.

À partir de ces données, on considère que la variable aléatoire  $X$  suit une loi normale d'écart type 2. On donne ci-dessous la courbe représentative de la fonction de densité correspondant à la loi suivie par la variable aléatoire  $X$ , obtenue à l'aide d'un logiciel.



1. La direction estime que l'attente est trop longue pour un client si elle est supérieure ou égale à dix minutes.  
Déterminer, au millième, la probabilité que, pour un client pris au hasard, la durée d'attente soit supérieure à cette période jugée trop longue.
2. Déterminer une valeur approchée au centième du réel  $k$  vérifiant  $P(X > k) = 0,1$ .  
Interpréter ce résultat en termes de temps d'attente.

## MATHÉMATIQUES - POLYNÉSIE (corrigé p.194)

*Durée : 4 heures – Coefficient 4  
L'usage de la calculatrice est autorisé*

*Le candidat doit traiter les quatre exercices. Il est invité à faire figurer sur la copie toute trace de recherche, même incomplète ou non fructueuse, qu'il aura développée. La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

### EXERCICE 1 (4 points)

Un médecin prescrit une prise de sang à son patient qui se plaint de fatigue récurrente. Cette prise de sang fait apparaître que la concentration en vitamine B12 est anormalement basse.

Le médecin décide de lui prescrire une injection par jour de vitamine B12, ainsi qu'une prise de sang chaque semaine pour en contrôler la concentration.

On note  $V(t)$  la concentration en pico-gramme par millilitre ( $\text{pg.mL}^{-1}$ ) au bout de la semaine  $t$ .

On obtient le tableau ci-dessous :

Durée $t_i$ écoulée (en semaine)	0	1	3	5	7	9
Concentration $y_i$ de vitamine B12 (en $\text{pg.mL}^{-1}$ )	100	104	118	128	141	156

On se propose de modéliser la concentration en vitamine B12 en fonction du temps écoulé depuis le début du traitement. Comme un ajustement affine n'est pas pertinent, on effectue le changement de variable  $z_i = \ln(y_i)$ .

1. a) Reproduire et compléter le tableau suivant (on arrondira les valeurs à  $10^{-3}$ ).

$t_i$	0	1	3	5	7	9
$z_i = \ln(y_i)$						

b) À l'aide de la calculatrice, déterminer une équation de la droite  $D$  d'ajustement de  $z$  en  $t$  par la méthode des moindres carrés sous la forme  $z = at + b$ , où les coefficients réels  $a$  et  $b$  seront arrondis au millième.

Pour la suite, on prend comme modèle d'ajustement, la droite  $D$  d'équation  $z = 0,05t + 4,61$ .

2. Déduire de la question précédente que pour tout réel positif  $t$ ,  $100e^{0,05t}$  représente la concentration en vitamine B12 exprimée en  $\text{pg.mL}^{-1}$ ,  $t$  semaines après le début du traitement.

3. Le patient doit atteindre une concentration de  $500 \text{ pg.mL}^{-1}$  pour que les symptômes de fatigue disparaissent nettement. Au bout de combien de semaines le patient peut-il espérer arrêter son traitement ?
4. Cet ajustement serait-il adapté à long terme ? Justifier la réponse.

### EXERCICE 2 (5 points)

En France, l'eau du robinet est l'une des substances les plus contrôlées. Elle fait l'objet d'un suivi sanitaire permanent, destiné à en garantir la sécurité.

Depuis plusieurs années, la communauté scientifique s'interroge sur la présence dans l'eau, à l'état de traces, de résidus de médicaments de type anxiolytique. Chaque année, les pouvoirs publics en mesurent la concentration.

En 2010, on constatait qu'il y avait en moyenne dans l'eau du robinet 2 microgrammes par litre ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) de molécules d'anxiolytique.

Depuis 2010, on constate une réduction de 2 % par an de la quantité de molécules d'anxiolytique dans l'eau du robinet.

On choisit de modéliser la concentration de molécules d'anxiolytique par une suite. Pour tout entier naturel  $n$ , on note  $C_n$  la concentration de cette molécule d'anxiolytique dans l'eau l'année  $(2010 + n)$ . Cette concentration est exprimée en  $\mu\text{g.L}^{-1}$ .

1. Donner la valeur de  $C_0$  et calculer  $C_1$ .
2. **a)** Justifier que la suite  $(C_n)$  est géométrique. Préciser son premier terme et sa raison.  
**b)** Pour tout entier naturel  $n$ , exprimer  $C_n$  en fonction de  $n$ .
3. Déterminer la limite de la suite  $(C_n)$  lorsque  $n$  tend vers l'infini. Interpréter cette limite dans le contexte de l'exercice.
4. Les pouvoirs publics souhaitent limiter la concentration en molécules d'anxiolytique à  $0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ . Pour cela, on considère l'algorithme incomplet suivant :

1	$C \leftarrow 2$
2	$N \leftarrow 0$
3	Tant que $C > \dots$
4	$N \leftarrow N + 1$
5	$C \leftarrow C \times \dots$
6	Fin Tant que

- a) Recopier cet algorithme et compléter les lignes 3 et 5 afin que cet algorithme détermine la durée nécessaire à la réalisation de l'objectif fixé par les pouvoirs publics.
- b) Déterminer la valeur de la variable  $N$  à la fin de l'exécution de l'algorithme. En quelle année l'objectif sera-t-il atteint ?

### EXERCICE 3 (5 points)

*Cet exercice est constitué de deux parties indépendantes.*

Dans cet exercice, on s'intéresse à la fabrication de tubes destinés à être utilisés dans un laboratoire pharmaceutique.

#### Partie A

Pour chacune des affirmations de cette partie, on précisera si elle est vraie ou fausse, en justifiant de manière claire et concise la réponse donnée.

On note  $C$  la variable aléatoire qui à chaque tube fabriqué associe sa capacité en millilitre (mL). On suppose que  $C$  suit la loi normale d'espérance  $\mu = 50$  et d'écart type  $\sigma = 2$ .

**Affirmation 1 :** La probabilité que la capacité du tube soit comprise entre 48 mL et 52 mL est environ égale à 0,95.

**Affirmation 2 :** 30 % des tubes ont une capacité inférieure ou égale à 49 mL, à 1 mL près.

On note  $E$  l'événement « Le tube présente un défaut de fabrication. ». On suppose que la probabilité de l'événement  $E$  est  $P(E) = 0,03$ .

On prélève au hasard dans la chaîne de production 200 tubes pour vérification. On suppose que la production est suffisamment importante pour que l'on puisse assimiler ce prélèvement à un tirage avec remise.

On note  $X$  la variable aléatoire qui, à chaque prélèvement de 200 tubes, associe le nombre de tubes ayant un défaut.

**Affirmation 3 :**  $X$  suit une loi binomiale de paramètres  $n = 200$  et  $p = 0,03$ .

**Affirmation 4 :** En moyenne, un lot de 200 tubes contient 5 tubes avec défaut.

**Affirmation 5 :** La probabilité qu'au moins 5 tubes soient défectueux est 0,719 au millième près.

#### Partie B

Le fabricant veut améliorer la qualité de fabrication de ses tubes.

Pour cela, il en teste 400 et constate que 90 % n'ont pas de défaut.

Après des réglages permettant d'améliorer la qualité de fabrication, un nouvel échantillon de 400 tubes est prélevé : 94 % sont sans défaut.

Est-il raisonnable, au niveau de confiance 95 %, de penser que la qualité de fabrication s'est améliorée ?

On rappelle les formules suivantes :

- L'intervalle de fluctuation asymptotique à 95 % d'une fréquence obtenue sur un échantillon de taille  $n$ , lorsque la proportion  $p$  dans la population est connue est :

$$\left[ p - 1,96 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} ; p + 1,96 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right]$$

- Un intervalle de confiance à 95 % d'une proportion, calculé à partir d'une fréquence  $f$  sur un échantillon de taille  $n$  est donné par :

$$\left[ f - 1,96 \sqrt{\frac{f(1-f)}{n}} ; f + 1,96 \sqrt{\frac{f(1-f)}{n}} \right]$$

#### EXERCICE 4 (6 points)

À un patient souffrant de douleurs intenses, on injecte un antidouleur en perfusion au rythme de 4 milligrammes par heure.

On suppose que cet antidouleur n'était pas présent dans le sang avant la perfusion.

La quantité d'antidouleur présent à un instant donné est modélisée par une fonction  $f$ .

Lorsque  $t$  représente le temps écoulé, en heure, depuis le début de la perfusion,  $f(t)$  représente la quantité, en milligramme, d'antidouleur présent dans le sang.

#### Partie A

On admet que la fonction  $f$  est solution sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  de l'équation différentielle  $(E) : (E) : y' + 0,02 y = 4$

1. Déterminer les solutions de l'équation différentielle  $(E)$  sur l'intervalle  $[0; +\infty[$ .
2. On admet que  $f(0) = 0$ . En déduire une expression de  $f(t)$  sur l'intervalle  $[0; +\infty[$ .

## Partie B

On admet que la fonction  $f$  est définie pour tout  $t$  appartenant à l'intervalle  $[0; +\infty[$  par :

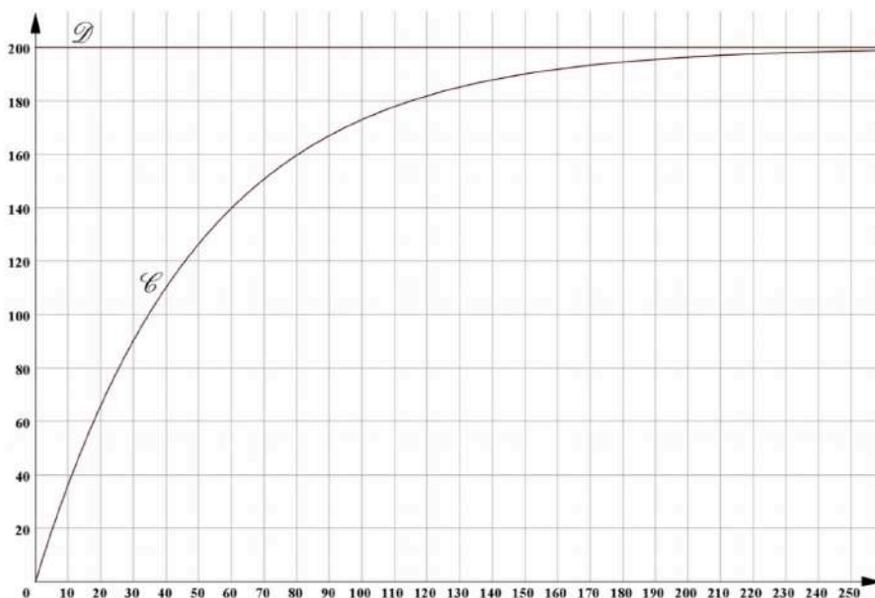
$$f(t) = -200e^{-0,02t} + 200$$

1. On admet que  $f'(t)$ , où  $f'$  désigne la fonction dérivée de la fonction  $f$ , est donnée sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  par :

$$f'(t) = 4e^{-0,02t}$$

Quelle information peut-on en déduire sur les variations de la fonction  $f$  ?

On a tracé, ci-dessous, la courbe représentative  $C$  de la fonction  $f$  et la droite  $D$ , asymptote à la courbe  $C$  en  $+\infty$ .



2. Donner, à l'aide du graphique, la limite de la fonction  $f$  en  $+\infty$ .

Cette valeur représente la quantité limite de l'antidouleur présent dans le sang.

3. Le débit de perfusion est satisfaisant si au bout de vingt-quatre heures, le sang contient au moins 50 % de la quantité limite de l'antidouleur.

Déterminer si le débit de perfusion est satisfaisant.

4. On admet que la quantité moyenne de l'antidouleur présent dans le sang pendant les dix premières heures de perfusion est égale à  $\frac{1}{10} \int_0^{10} f(t) dt$ .
- a) Démontrer que la fonction  $F$ , définie sur  $[0; +\infty[$  par  $F(t) = 10000e^{-0,02t} + 200t$ , est une primitive de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0; +\infty[$ .
- b) On pose  $I = \int_0^{10} f(t) dt$   
Déterminer la valeur exacte, puis la valeur arrondie au centième, de  $I$ .
- c) Donner une valeur approchée, au dixième de milligramme près, de la quantité moyenne de l'antidouleur présent dans le sang pendant les dix premières heures de perfusion.

---

**PHYSIQUE - CHIMIE - MÉTROPOLE (corrigé p.198)**

---

*Durée de l'épreuve : 3 heures - Coefficient : 4  
L'usage d'une calculatrice est autorisé  
Le document réponse est à rendre avec la copie.*

*Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront dans l'appréciation des copies. Toute réponse devra être justifiée.*

**Les « petites Curie » : des voitures radiologiques**



**Figure 1** : Voiture radiologique 1915<sup>1</sup>. Fonds photographiques du musée Curie à Paris.

Dès le début de la première guerre mondiale, Marie Curie s'implique pour que la radiologie s'installe au front. Elle emploie alors toute son énergie à la création d'unités mobiles radiologiques surnommées les « petites Curie » par les soldats blessés.

---

<sup>1</sup> Mémoire de DU d'histoire de la médecine, Marie Curie et son engagement pendant la Grande Guerre, Maxime Leroux, 2014

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01416186>

L'étude proposée comporte trois parties qui peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.

**PARTIE A : Des rayons X pour examiner les blessés**

Dans cette première partie, l'objectif est d'étudier la nature et la formation des rayons X au sein du tube de l'époque, à savoir un tube de Coolidge.

**PARTIE B : De l'électricité pour alimenter le tube à rayons X**

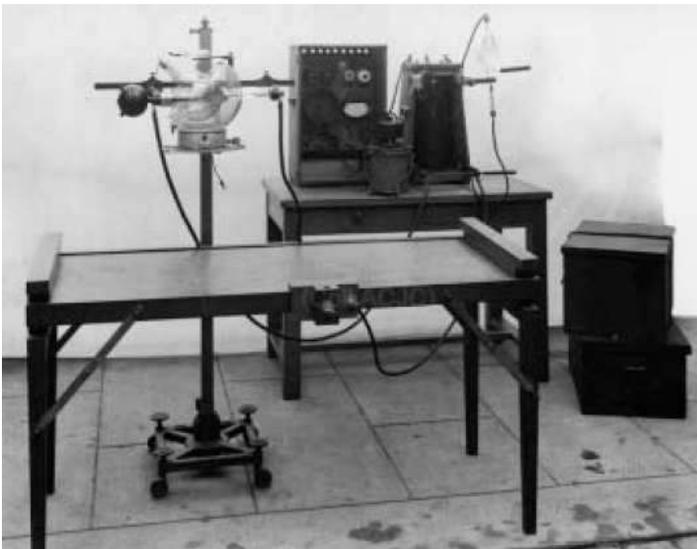
Dans cette deuxième partie, l'objectif est d'évaluer un ordre de grandeur de la puissance électrique nécessaire à l'alimentation d'un tel tube.

**PARTIE C : Un moteur à essence comme source d'énergie**

Dans cette dernière partie, l'objectif est d'effectuer une étude de la réaction de combustion dans un moteur à essence d'une « petite Curie ».

**PARTIE A : Des rayons X pour examiner les blessés**

L'équipage de chaque « petite Curie », est constitué d'un médecin, d'un manipulateur et d'un chauffeur. Chaque véhicule est équipé de tout le matériel de radiologie nécessaire à savoir : un appareil à rayons X, du matériel photographique pour développer les clichés, des rideaux, des écrans et des paires de gants destinées à protéger les mains des manipulateurs.



**Figure 2 :** Appareillage transporté par une voiture radiologique<sup>1</sup>.  
Fonds photographiques du musée Curie à Paris

Répondre aux questions ci-dessous à l'aide de vos connaissances et des informations fournies dans les DOCUMENTS A1, A2 et A3.

## A.1. Énergies des rayons X

### Données :

- énergie  $E$  en Joule (J) transportée par un photon de fréquence  $\nu$  en hertz (Hz) :  $E = h \cdot \nu$
- constante de Planck:  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- électron-volt :  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

### A.1.1. Les rayons X font partie des ondes électromagnétiques.

**A.1.1.1.** Montrer que la fréquence maximale  $\nu$  des rayons X produits dans le tube est de l'ordre de  $3 \times 10^{19}$  Hz.

**A.1.1.2.** En déduire la longueur d'onde  $\lambda$  correspondant à ces rayons X.

**A.1.1.3.** La longueur d'onde d'un photon UVA présent dans le rayonnement solaire est d'environ 380 nm. Montrer que son énergie est environ 37000 fois plus faible que celle d'un photon X produit par le tube.

**A.1.1.4.** Justifier la nécessité pour les manipulateurs radio de l'époque d'utiliser des gants de radioprotection.

**A.1.2.** Compléter le **DOCUMENT RÉPONSE DR1 p12**, à rendre avec la copie, en attribuant à chaque domaine le type de rayonnement correspondant : visible, ultra-violet, infrarouge, rayonnement X et rayonnement gamma.

**A.1.3.** Déterminer l'énergie cinétique d'un électron soumis à une tension accélératrice  $U = 100 \text{ kV}$ .

**A.1.4.** On suppose que lors de l'impact de l'électron sur la cible, la totalité de son énergie cinétique est absorbée par un atome de tungstène de la cible avant d'être réémise sous forme d'un photon. Montrer que ce dernier correspond bien à un photon X.

## A.2. Atténuation des rayons X

**A.2.1.** Que peut-on dire des numéros atomiques  $Z$  des éléments chimiques constituant les éclats d'obus utilisés pendant la « Grande Guerre » ?

## A.3. Élévation de température dans le tube à rayons X

La puissance tube est la puissance électrique nécessaire à l'obtention, avec une tension électrique accélératrice  $U$ , d'un faisceau d'électrons d'intensité de courant  $I$ .

**A.3.1.** Soit un cliché obtenu avec une tension accélératrice  $U = 100 \text{ kV}$ . L'intensité de courant du faisceau d'électrons étant de  $I = 300 \text{ mA}$ , déterminer la puissance tube.

**A.3.2.** Le temps de pose d'un cliché étant de  $2,00 \text{ s}$ , montrer que l'énergie transférée à l'anode lors de ce cliché s'élève à  $E_{\text{cliché}} = 6,00 \times 10^4 \text{ J}$ .

**A.3.3.** L'anode est constituée d'une cible de tungstène de masse  $m = 1,00 \text{ kg}$  et de capacité calorifique massique  $c_m = 133 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Exprimer, puis calculer, l'élévation de température,  $\Delta T$ , de la cible lors du fonctionnement du tube en supposant que toute l'énergie transférée par le faisceau à l'anode sert à élever sa température.

## DOCUMENTS DE LA PARTIE A

## DOCUMENT A1 : Production des rayons X

Les rayons X sont découverts en 1895 par le physicien allemand Wilhelm Röntgen qui reçoit alors le premier prix Nobel de physique en 1901. Ces rayons sont des ondes électromagnétiques, comme le visible, mais leur longueur d'onde est plus petite. Les énergies des photons X sont comprises approximativement entre 120 eV et 120 keV.

Les rayons X sont produits dans des tubes à rayons X également appelés tubes de Coolidge : des électrons émis par une cathode (un filament, le plus souvent en tungstène, chauffé par le passage d'un courant électrique) soumis à une tension électrique élevée (de 10 à 150 kV) qui les accélère en direction d'une cible constituée d'un anode en métal (en tungstène également). L'énergie des électrons est transférée à la cible lors de l'impact.

L'énergie cinétique  $E_c$  (en J) d'un électron initialement au repos, accéléré par une tension électrique  $U$  (en V), peut être obtenue par l'expression :

$$E_c = e \cdot U$$

Avec  $e$  : charge électrique élémentaire ;  $e = 1,60 \times 10^{-19}$  C.

On suppose que la totalité de l'énergie d'un électron est absorbée par un atome de tungstène avant d'être réémis sous forme d'un photon X. Des rayons X sont alors émis par la cible.

## DOCUMENT A2 : Contraste en radiographie



**Figure 4** : Clichés radiographiques d'une main contenant 4 éclats d'obus sous deux angles de vue différents.

(Fonds photographiques du musée Curie à Paris. 1917)

Les os contiennent essentiellement du calcium ( $Z = 20$ ) et du phosphore ( $Z = 15$ ). Les tissus « mous » sont constitués principalement d'hydrogène ( $Z = 1$ ), de carbone ( $Z = 6$ ), d'azote ( $Z = 7$ ) et d'oxygène ( $Z = 8$ ).

Pour une même épaisseur et à une énergie de 50 keV, plus les tissus sont composés d'éléments chimiques de numéro atomique  $Z$  élevé, plus ils atténuent les rayons X, ce qui se traduit par des nuances de gris plus intenses.

**DOCUMENT A3 : Élévation de température dans le tube**

L'énergie du faisceau d'électrons est intégralement transférée à la cible (anode) lors du temps de pose d'un cliché. Outre la production de rayons X, il s'ensuit un échauffement localisé très intense au niveau de la cible qui pourrait la détruire, si elle n'était pas refroidie. L'évolution de l'énergie de la cible  $\Delta E$  lors d'un échauffement  $\Delta T$  est donnée par la relation :

$$\Delta E = m \cdot c_m \cdot \Delta T$$

avec :

$m$  : masse de la cible en kg

$c_m$  : capacité calorifique massique en  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$\Delta T$  : élévation de température en K (ou en °C)

**PARTIE B : De l'électricité pour alimenter le tube à rayons X**

Répondre aux questions ci-dessous à l'aide de vos connaissances et des informations fournies dans les DOCUMENTS B1 et B2.

**B.1. Alimentation du tube**

Pour alimenter le tube à rayons X, on pouvait installer dans les voitures radiologiques, soit un groupe électrogène, soit une « dynamo » encore appelée génératrice de courant continu et entraînée par le moteur de la voiture.

**B.1.1.** Donner deux avantages qu'apportait la « dynamo » par rapport à un groupe électrogène de l'époque.

**B.1.2.** Donner les deux principaux inconvénients de l'utilisation de la « dynamo ».

**B.2. Bilan de puissance de la « dynamo »**

**B.2.1.** Donner la valeur de l'intensité du courant continu délivré par la « dynamo » utilisée dans les « petites Curie » ainsi que la valeur de la tension correspondante.

**B.2.2.** Exprimer puis calculer la valeur de la puissance électrique  $P_{elec}$  fournie par la « dynamo » aux récepteurs qu'elle alimente.

**B.2.3.** Sachant que seulement 80% de la puissance mécanique fournie à la « dynamo » sont convertis en puissance électrique donner l'expression de la puissance mécanique fournie à la « dynamo »  $P_{méca}$  et montrer qu'elle vaut  $P_{méca} = 2,1 \text{ kW}$ .

**B.2.4.** Compléter sur le **DOCUMENT RÉPONSE DR2 p 12**, à rendre avec la copie, le schéma simplifié de la conversion de puissance qui a

lieu dans la « dynamo » en utilisant les termes suivants : « dynamo », puissance électrique, puissance thermique, puissance mécanique.

**B.2.5.** En déduire la valeur de la puissance totale dissipée  $P_{diss}$ .

**B.2.6.** Une partie de la puissance dissipée est due à l'effet Joule. Donner une autre cause possible

de la dissipation de puissance dans la « dynamo ».

**B.2.7.** La vitesse de rotation du moteur qui entraîne la « dynamo » vaut  $\omega = 1800 \text{ tours par minute}$ .

**Données :**

- Puissance mécanique  $P_{méca}$  du moteur en watt (W) :  $P_{méca} = C \cdot \omega$
- $C$  : moment du couple en  $N \cdot m$
- $\omega$  : vitesse de rotation du moteur en  $rad \cdot s^{-1}$

**B.2.7.1.** Exprimer la valeur de la vitesse de rotation  $\omega$  du moteur en  $rad \cdot s^{-1}$ .

**B.2.7.2.** Déterminer la valeur du moment du couple  $C$  de la « dynamo ».

**B.2.7.3.** Indiquer comment le conducteur pouvait régler la vitesse de rotation du moteur de la voiture radiologique.

**B.3. Évaluation du volume d'essence nécessaire à une heure consécutive de prise de cliché.**

**Données :**

- masse volumique du carburant,  $\rho_{carburant} = 0,703 \text{ kg} \cdot L^{-1}$
- puissance mécanique  $P_{méca}$  fournie à la « dynamo » lors de la prise d'un cliché,  $P_{méca} = 2,1 \text{ kW}$
- énergie libérée  $E_{lib}$  par unité de masse de carburant,  $E_{lib} = 4,79 \times 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- volume du réservoir d'une petite Curie,  $V_{rés} = 35,0 \text{ L}$ .

**B.3.1.** En supposant que seulement 10% de l'énergie libérée lors de la combustion de l'essence sert à entraîner la « dynamo », évaluer le volume d'essence nécessaire lors d'une durée de fonctionnement de l'appareillage radiographique de 1 h.

**B.3.2.** En déterminant l'autonomie d'utilisation d'une « petite Curie » en radiographie, justifier l'affirmation en gras soulignée dans le **DOCUMENT B1**.

## DOCUMENTS DE LA PARTIE B

### DOCUMENT B1 : Description et utilisation des « petites Curie » par Marie Curie

« Une voiture radiologique, généralement automobile, transporte un appareillage complet pour l'examen des blessés. Elle doit donc contenir d'une part, la source d'électricité, d'autre part, les appareils principaux ainsi que tous les accessoires indispensables. La production de courant peut être assurée par un groupe électrogène installé à poste fixe dans la voiture.

Ce groupe ne doit être ni très lourd, ni très encombrant, cependant, en raison de la puissance qui lui est demandée, il ne peut guère peser moins de 100 kilogrammes. On le place soit à l'avant de la voiture, soit à l'intérieur de la caisse qui sert de carrosserie. Au lieu d'employer un groupe électrogène, on peut se servir du moteur de la voiture pour entraîner une dynamo placée à l'avant ou bien sur le marchepied. Les avantages de ce dispositif se voient immédiatement : en remplaçant le groupe par une dynamo, on réduit le poids de moitié et l'on diminue l'encombrement, ce qui permet d'avoir une voiture plus légère et plus rapide ; la dynamo d'ailleurs coûtait beaucoup moins cher que le groupe et était beaucoup plus facile à trouver au début de la guerre. On pouvait donc, par ce moyen, équiper une voiture quelconque, sans même exiger une carrosserie spéciale.

Bien que l'utilisation du moteur de la voiture pour l'entraînement de la dynamo puisse rendre souvent de grands services, on doit néanmoins reconnaître que ce système comporte des inconvénients, dont les principaux sont **la dépense d'essence relativement élevée** et la nécessité de faire travailler le moteur de la voiture aussi bien pendant la circulation entre les hôpitaux qu'à l'arrêt, puisque le moteur doit entraîner la dynamo pendant la durée du service. »

**Extrait de :** La radiologie et la guerre par Marie Curie (1921)

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6565193m/texteBrut>

### DOCUMENT B2 : Production de courant par une dynamo

« Comme nous l'avons dit, l'énergie électrique est fournie par une dynamo à courant continu 110 volts 15 ampères, entraînée par le moteur même de la voiture au moyen d'un arbre intermédiaire commandé par pignons et chaînes silencieuses. Un voltmètre, placé à la vue du conducteur, lui permet de contrôler le voltage fourni par la dynamo et de régler, par l'admission des gaz, la vitesse à laquelle doit tourner son moteur. De la dynamo, le courant est envoyé au tableau de distribution qui le répartit vers les divers appareils d'utilisation. »

**Extrait de :** Les Voitures Radiologiques Massiot - Extrait du manuel pratique du Manipulateur Radiologiste par G. Massiot & Biquard (Maloine 1915).

<http://tsovorp.org/histoire/DocPdf/VoitRXMassiot.pdf>

## PARTIE C : Un moteur à essence comme source d'énergie

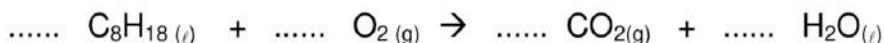
Dans les « petites Curie », le moteur, qui permet de faire fonctionner la voiture quand elle est en mouvement et la dynamo quand elle est à l'arrêt, est un moteur à essence.

On assimilera l'essence à de l'octane de formule moléculaire  $C_8H_{18}$ .

Répondre aux questions ci-dessous à l'aide de vos connaissances et des informations fournies dans les DOCUMENTS C1 et C2.

### C.1. Réaction de combustion de l'octane

**C.1.1.** Recopier et ajuster l'équation de la réaction de combustion complète de l'octane dans l'air, donnée ci-dessous :



**C.1.2.** Donner la signification de deux des pictogrammes de sécurité fournis pour l'octane. Préciser les numéros correspondants aux pictogrammes choisis

### C.2. Masse de dioxyde de carbone rejeté

**C.2.1.** Déterminer, à l'aide des données fournies, la quantité de matière d'octane  $n_{octane}$  contenue dans 1,00 L d'essence.

**C.2.2.** En déduire que la quantité de matière  $n(CO_2)$  de dioxyde de carbone, rejetée lors de la combustion d'un litre d'essence, vaut 49,4 mol.

**C.2.3.** Calculer la masse  $m(CO_2)$  de dioxyde de carbone rejetée pour 1,00 L d'essence. On donne la masse molaire  $M(CO_2)$  du dioxyde de carbone :  $44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

**C.2.4.** Le réservoir du moteur des « petites Curie » peut contenir 35,0 L d'essence et l'autonomie de ces voitures est de 270 km.

**C.2.4.1.** Calculer la masse totale  $m_{tot}$  de dioxyde de carbone libérée par la combustion de la totalité de l'essence contenue dans le réservoir.

**C.2.4.2.** En déduire la masse  $m$  de dioxyde de carbone libérée par kilomètre parcouru.

**C.2.4.3.** Qu'en serait-il du malus écologique d'une « petite Curie » compte tenu des normes établies en 2017 ?

**DOCUMENTS DE LA PARTIE C****DOCUMENT C1 : Caractéristiques physico-chimiques de l'octane**

<p>Formule chimique : <math>C_8H_{18}</math>  Masse molaire : <math>114 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}</math>  Masse volumique : <math>0,703 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}</math></p>	<p>Pictogrammes de sécurité</p> <p>①                      ②  ③                      ④</p>
---	---

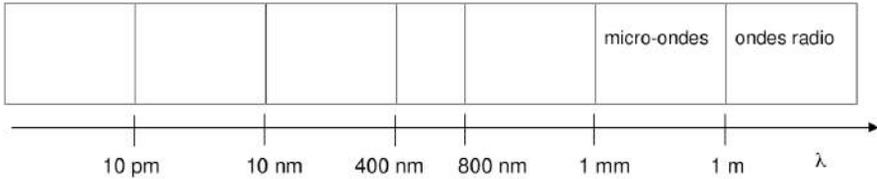
<http://www.inrs.fr/media.html?refNRS=outil30>

**DOCUMENT C2 : Malus écologique d'un véhicule en 2017**

Niveau d'émission en CO2 (g/km)	Montant du malus 2017 (en euros)	Niveau d'émission en CO2 (g/km)	Montant du malus 2017 (en euros)	Niveau d'émission en CO2 (g/km)	Montant du malus 2017 (en euros)
120		145	860	170	4673
121		146	953	171	4890
122		147	1050	172	5113
123		148	1153	173	5340
124		149	1260	174	5573
125		150	1373	175	5810
126		151	1490	176	6053
127	50	152	1613	177	6300
128	53	153	1740	178	6553
129	60	154	1873	179	6810
130	73	155	2010	180	7073
131	90	156	2153	181	7340
132	113	157	2300	182	7613
133	140	158	2453	183	7890
134	173	159	2610	184	8173
135	210	160	2773	185	8460
136	253	161	2940	186	8753
137	300	162	3113	187	9050
138	353	163	3290	188	9353
139	410	164	3473	189	9660
140	473	165	3660	190	9973
141	540	166	3853	+ de 190	10000
142	613	167	4050	191 à 200	10000
143	690	168	4243	+ de 200	10000
144	773	169	4460		

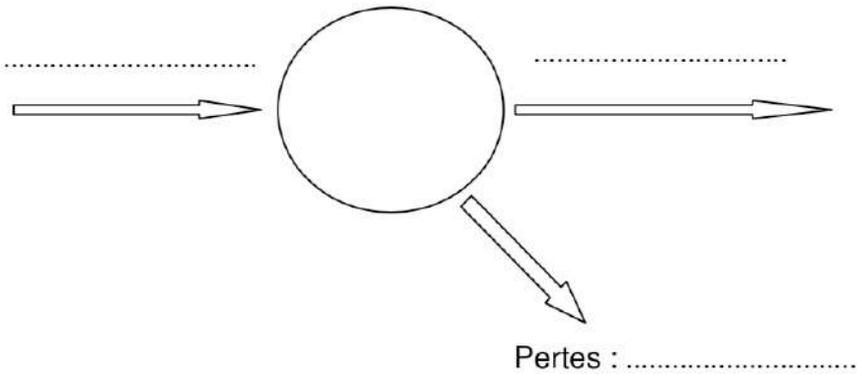
**DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE, MÊME NON COMPLÉTÉ**

**DR1 : Spectre électromagnétique (échelle non respectée et limites approximatives)**



$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

**DR2 : Chaîne de puissance simplifiée de la dynamo**



**PHYSIQUE - CHIMIE – POLYNÉSIE (corrigé p.202)**

*Durée : 3 heures – Coefficient 4*

La calculatrice (conforme à la circulaire N° 99-186 du 16-11-99) est autorisée.

**LE TRAITEMENT DES DÉCHETS**

La gestion des déchets comporte plusieurs étapes : collecte chez le particulier, transport, traitement puis réutilisation ou élimination.

L'élimination des déchets peut se faire majoritairement sous deux formes, l'incinération ou la fermentation, qui permettent de récupérer de l'énergie à partir des déchets.

Le recyclage est un procédé de traitement des déchets qui permet de réintroduire dans le cycle de production d'un produit, des matériaux qui composaient un produit en fin de vie.

Le sujet comporte 3 parties indépendantes, à traiter.

Partie A : valorisation énergétique des déchets (8 points)

Partie B : recyclage des piles et des accumulateurs (6,5 points)

Partie C : traitement des déchets radioactifs produits par les hôpitaux (5,5 points)

**Partie A : valorisation énergétique des déchets (8 points)**

Le chauffage urbain de la ville de Nîmes fournit de l'eau chaude pour le chauffage et pour les sanitaires au centre hospitalier universitaire, à plusieurs écoles, collèges, lycées mais aussi à des habitations de certains quartiers de la ville.

Le 2 mars 2015, la ville de Nîmes a inauguré sa nouvelle chaufferie, plus économique et plus écologique. Elle est en effet raccordée à l'incinérateur d'ordures ménagères afin de récupérer l'énergie produite par la combustion

des déchets. Cette énergie couvre 56 % des besoins énergétiques du chauffage urbain, les 44 % restants étant obtenus à partir du gaz de ville.

Grâce à cette énergie de récupération, ce sont plus de 16 000 tonnes de CO<sub>2</sub> chaque année qui ne seront pas rejetées dans l'atmosphère.

Le but de cette partie est de déterminer l'énergie récupérée grâce à la valorisation énergétique des déchets.

## **A.1. Composition et combustion du gaz de ville**

**A.1.1.** Le gaz de ville (ou gaz naturel) utilisé par la ville de Nîmes provient majoritairement de Russie. En vous aidant du document A1, donner le nom de l'alcane composant de manière très majoritaire ce gaz naturel. Par la suite, nous ferons l'approximation que le gaz naturel est composé uniquement de cet alcane.

**A.1.2.** Écrire l'équation de la réaction modélisant la combustion complète du méthane CH<sub>4</sub> dans le dioxygène de l'air O<sub>2(g)</sub>. On rappelle qu'il y a formation de dioxyde de carbone gazeux CO<sub>2(g)</sub> et de vapeur d'eau H<sub>2O(g)</sub>.

## **A.2. Détermination expérimentale du pouvoir calorifique du méthane**

Le but de cette partie est de déterminer le pouvoir calorifique du méthane. Pour cela on réalise l'expérience décrite dans le document A2.

**A.2.1.** Détermination de la quantité de matière de méthane brûlée.

**A.2.1.1.** Le débit volumique du bec Bunsen est  $Q_v = 5 \times 10^{-3} \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ .

La manipulation a duré une minute. Quel volume de méthane a été brûlé durant la manipulation ?

**A.2.1.2.** Dans les conditions de l'expérience le volume molaire est  $V_m = 24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ . En déduire la quantité de matière de méthane brûlé.

### **A.2.2. Détermination de l'énergie libérée.**

On fera l'approximation dans cette partie que toute l'énergie libérée par la combustion du méthane a servi à chauffer l'eau contenue dans la canette.

**A.2.2.1.** Déterminer l'énergie reçue par l'eau au cours de la manipulation.

On rappelle que l'énergie reçue par une masse  $m_{\text{eau}}$  d'eau (en kg) passant d'une température  $\theta_i$  à  $\theta_f$  sans changement d'état est donnée par la relation :

$$Q_{\text{eau}} = m \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_f - \theta_i).$$

On donne la capacité thermique massique de l'eau liquide :

$$c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}.$$

**A.2.2.2.** En déduire l'énergie cédée par la combustion du méthane.

**A.2.2.3.** Exprimer cette énergie en kWh. On donne :  $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$ .

**A.2.2.4.** En déduire la valeur de l'énergie libérée par la combustion de  $1 \text{ m}^3$  de méthane. Cette valeur correspond au Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) expérimental.

**A.2.2.5.** Le PCS fourni dans le document A1, est égal à  $10,8 \text{ kWh.m}^{-3}$ . Déterminer l'écart relatif  $\varepsilon$  :

$$\varepsilon \% = \left| \frac{\text{valeur expérimentale} - \text{valeur de référence}}{\text{valeur de référence}} \right| \times 100$$

**A.2.2.6.** Proposer deux explications pour justifier l'écart entre la valeur de référence et la valeur expérimentale.

### **A.3. Détermination de l'énergie produite par l'incinérateur d'ordures ménagères et récupérée par la nouvelle chaufferie**

La nouvelle chaufferie permet d'économiser 16 000 tonnes de  $\text{CO}_2$  par rapport à une chaufferie ne consommant que du méthane, car elle utilise une partie de l'énergie produite par l'incinérateur d'ordures ménagères situé à proximité.

**A.3.1.** Calculer la masse molaire de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ .

$M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  et  $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

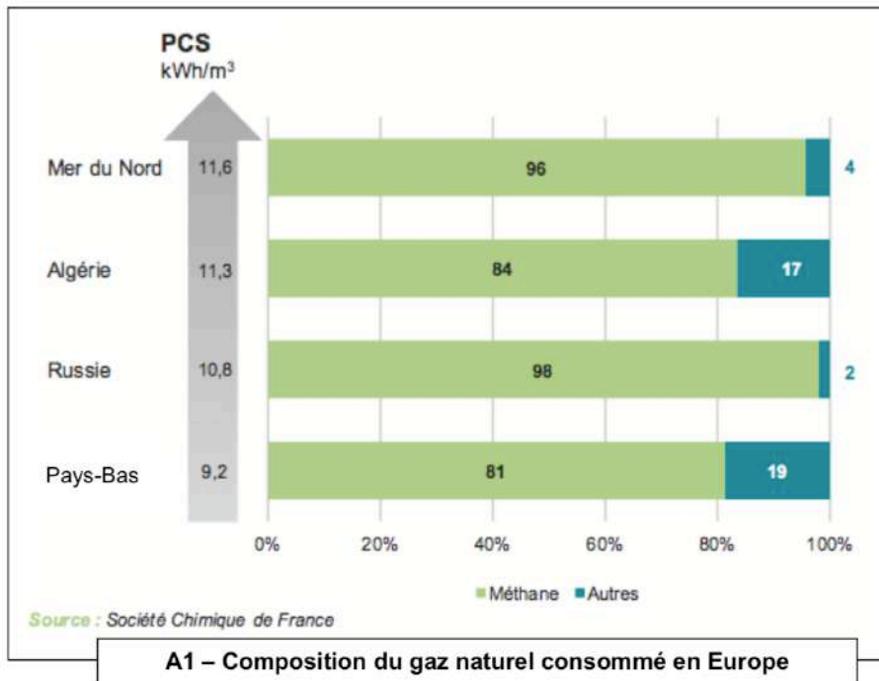
**A.3.2.** En déduire la quantité de matière  $n$  de  $\text{CO}_2$  correspondant à  $16 \times 10^3$  tonnes.

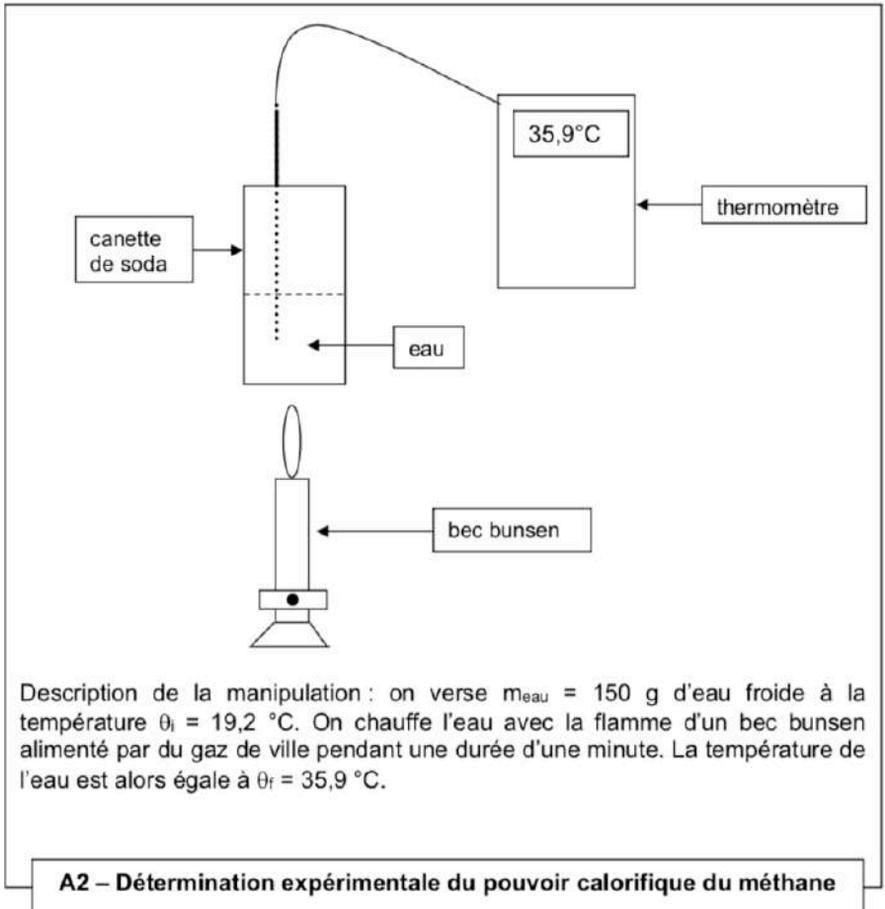
**A.3.3.** Par le raisonnement de votre choix, montrer que cette quantité de matière de  $\text{CO}_2$  économisée par la récupération de l'énergie produite par l'incinérateur, correspond à une combustion de  $3,6 \times 10^8 \text{ mol}$  de méthane.

**A.3.4.** Si le volume molaire est toujours égal à  $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$ , à quel volume de méthane cette quantité de matière correspond-elle ? Exprimer le résultat en  $\text{m}^3$ .

**A.3.5.** En considérant le PCS théorique donné dans le document A1, quelle énergie produite par l'incinérateur d'ordures ménagères en kWh est récupérée par la chaufferie ?

## ANNEXE DE LA PARTIE A – Valorisation énergétique des déchets





## Partie B : recyclage des piles et des accumulateurs (6,5 points)

Chaque année, plus de 1,2 million de piles et d'accumulateurs sont mis sur le marché à destination des ménages et des professionnels français, ce qui représente une masse de 220 000 tonnes. Cette masse est en diminution depuis plusieurs années témoignant d'une miniaturisation croissante. Ces produits peuvent contenir certaines substances dangereuses pour l'environnement et la santé et présentent par ailleurs un fort potentiel de recyclage des matières qui les composent (métaux, plastiques, ...). Une filière spécifique de collecte et de traitement par recyclage de ces déchets a été instaurée en Europe au début des années 1990.

### B.1 Étude des piles alimentant votre calculatrice : la pile AAA-LR03

**B1.1.** En vous aidant du document B1, indiquer quel type de piles il faut utiliser dans votre calculatrice.

**B.1.2.** En vous aidant du document B3, quel est le rôle de l'électrode en zinc ? Justifier.

**B.1.3.** Le couple oxydant / réducteur présent à la borne négative est  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ . Écrire la demi-équation électronique modélisant l'oxydation du Zinc (Zn).

**B.1.4.** Le couple oxydant / réducteur présent à la borne positive est  $\text{MnO}_2/\text{MnO}(\text{OH})$ . Écrire la demi-équation électronique modélisant la réduction du dioxyde de manganèse  $\text{MnO}_2$ .

**B.1.5.** En déduire l'équation de fonctionnement de cette pile.

### B.2. Analyse de la fiche technique des piles présentes dans votre calculatrice

**B.2.1.** L'énergie disponible  $W$  (en joule) d'une pile est égale au produit de sa capacité disponible  $Q$  (en coulomb) par sa tension à vide  $E$  (en volt). À l'aide du document B2, montrer que l'énergie disponible pour cette pile est égale à  $2,27 \times 10^3$  J.

On donne :  $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$ .

**B.2.2.** Vérifier que la valeur de l'énergie massique donnée dans le document B4 est cohérente avec la valeur de l'énergie disponible trouvée précédemment.

**B.2.3.** Réaliser la même vérification pour l'énergie volumique.

On donne : volume du cylindre  $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$  avec  $R$  le rayon du cylindre et  $h$  sa hauteur.

**B.3. Détermination de la durée de vie de la pile**

L'intensité du courant nécessaire pour le fonctionnement d'une calculatrice est  $I = 1,5 \text{ mA}$ . La capacité disponible que la pile fournit est le produit de l'intensité du courant délivré  $I$  par la durée de fonctionnement  $t$ .

L'autonomie des piles sera-t-elle suffisante pour la durée de votre scolarité au lycée si vous utilisez votre calculatrice en moyenne 1 heure par semaine ?

Justifier votre raisonnement à l'aide de calculs.

**B.4. Valorisation des piles usagées**

**B.4.1.** La deuxième étape du procédé de valorisation des piles usagées décrit dans le document B5 est un tri magnétique. Comment peut-on mettre en œuvre ce tri ?

**B.4.2.** Quelle est l'unité dans le système international du champ magnétique ?

**B.4.3.** Rappeler l'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre.

**B.4.4.** L'étape de neutralisation a pour but de rendre les résidus obtenus à un pH neutre. Quelle est la valeur du pH pour une solution neutre ?

**B.4.5.** Comment peut-on qualifier le pH indiqué dans le document B5 ? Calculer la concentration en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  d'une solution présentant le même pH. Dans cette solution, la concentration en ions hydroxydes  $\text{OH}^-$  est-elle plus grande ou plus petite que celle en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  ? Justifier.

## ANNEXE DE LA PARTIE B – Recyclage des piles et accumulateurs

La directive définit trois types de piles et accumulateurs (PA) :

- PA portable : est considéré comme pile ou accumulateur portable toute pile, pile bouton, assemblage en batterie ou accumulateur qui est scellé et susceptible d'être porté à la main et qui n'est, par ailleurs, ni une pile ou un accumulateur industriel ni une pile ou un accumulateur automobile.
- PA automobile : est considéré comme pile ou accumulateur automobile, toute pile ou accumulateur destiné à alimenter un système de démarrage, d'éclairage ou d'allumage automobile.
- PA industriel : est considéré comme pile ou accumulateur industriel, toute pile ou accumulateur conçu à des fins exclusivement industrielles ou professionnelles ou utilisé dans tout type de véhicule électrique.

*D'après [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)*

### B1 – Extrait de la directive 2006/66/CE relative aux piles et accumulateurs



#### Fiche technique :

- Hauteur 45 mm
- Poids 13 g
- Diamètre 10 mm
- F.é.m. E = 1,5 V
- Capacité Q = 420 mAh
- Type saline (zinc-carbone)
- Marque sony
- Forme cylindrique

### B2 – Fiche technique pile Sony AAA-LR03

**Constitution chimique :**

- **Borne négative** : récipient cylindrique en **zinc**
- **Borne positive** : tige de **graphite** (carbone) et **dioxyde de manganèse** en poudre
- **Electrolyte** : la jonction entre les deux bornes est assurée à l'aide d'un gel pâteux conducteur à base de **chlorure d'ammonium**



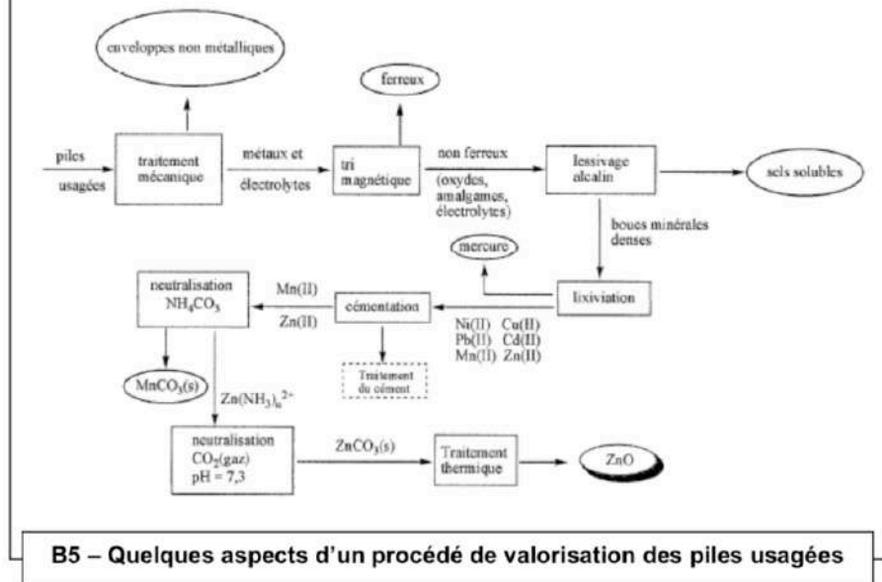
D'après [www.spcf.a-créteil.fr](http://www.spcf.a-créteil.fr)

**B3 – Descriptif de la gamme de pile Zinc-Carbone**

Appellation courante	Type	Réactifs Anode/cathode	f.é.m. E (V)	Énergie massique (Wh.kg <sup>-1</sup> )	Énergie volumique (Wh.cm <sup>-3</sup> )
Pile saline	Leclanché	Zn / MnO <sub>2</sub>	1,5	50	0,18
Piles alcalines	Mallory	Zn / MnO <sub>2</sub>	1,5	60	0,24
	Au mercure	Zn / HgO	1,35	123	0,50
	A l'argent	Zn / Ag <sub>2</sub> O	1,6	136	0,50
Pile au lithium	Au lithium	Li / SOCl <sub>2</sub>	3,5	660	1,24

**B4 – Caractéristiques des diverses piles d'usage courant**

Les principales étapes d'un procédé de traitement des piles usagées par la société française RECUPYL SA sont les suivantes :



## Partie C: Traitement des déchets radioactifs produits par les hôpitaux (5,5 points)

Les hôpitaux français font partie, par l'intermédiaire de leurs services de médecine nucléaire et des laboratoires de radioanalyse, des producteurs de déchets radioactifs.

Il y a donc obligation pour ces hôpitaux de suivre une démarche de traitement de ces déchets.

Vous allez dans cette partie suivre l'évolution des déchets radioactifs obtenus après un test de Schilling.

### C.1. Détermination de l'élément radioactif

**C.1.1.** En utilisant les documents C1 et C2, déterminer l'élément radioactif intervenant dans le test de Schilling.

**C.1.2.** En justifiant la réponse, parmi les éléments suivants, donner le (ou les) isotope(s) du cobalt 57 :  ${}^{57}_{26}\text{Fe}$  ;  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  ;  ${}^{57}_{28}\text{Ni}$

---

## C.2. L'élément Cobalt 57

C.2.1. Donner la composition du noyau de cobalt 57 :  ${}_{27}^{57}\text{Co}$

C.2.2. Le cobalt 57 est radioactif  $\beta^+$ . Donner le nom et la notation symbolique de la particule  $\beta^+$ .

C.2.3. En utilisant le document C3, écrire l'équation de désintégration du cobalt 57, en justifiant avec les lois de conservation.

## C.3. Évolution de l'activité du cobalt 57 au cours du temps

C.3.1. Donner la définition d'une période radioactive (ou temps de demi-vie radioactive).

C.3.2. En utilisant le document C4, vérifier que la période radioactive est cohérente avec celle donnée dans la notice du cyanocobalamine du document C5.

C.3.3. Pourquoi est-il précisé « à la date de calibration » sur la notice du médicament du document C5 ?

## C.4. Traitement des déchets

En vous aidant des documents C5 et C6, comment faut-il traiter les déchets des gélules de cyanocobalamine ?

On donne  $1 \mu\text{g} = 1 \times 10^{-6} \text{ g}$ .

## ANNEXE DE LA PARTIE C – Traitement des déchets radioactifs utilisés dans les hôpitaux

Le test de Schilling est un test qui a pour but d'étudier le fonctionnement de la vitamine B12 dans l'organisme.

Pour cela, on donne au patient 2 capsules contenant de la vitamine B12, l'une radioactive, l'autre non (ceci est possible grâce au cobalt contenu dans la molécule de vitamine B12).

La mesure, dans les urines émises pendant 24h, du taux d'excrétion des deux sortes de vitamines B12, permet de différencier les malades ayant un problème d'absorption de la vitamine B12, par rapport à ceux qui n'en ont pas.

### C1 – Le test de Schilling

Voici la liste des éléments radioactifs utilisés dans un centre hospitalier :

<b>Groupe II a : radioactivité élevée</b>	
Iode 125	Radio-immunologie
Iode 131	Traitement de l'hyperthyroïdie
<b>Groupe II b : radioactivité moyenne</b>	
Carbone 14	Radioanalyse
Cobalt 57	Dosage des vitamines B12
Chrome 51	Mesure des volumes sanguins
Fer 59	Étude du métabolisme du fer
Yttrium 90	Synoviorthèse
Rhénium 186	
Phosphore 32	Traitement des polyglobulies
Gallium 67	Détection des foyers inflammatoires et infectieux
Indium 111	Marquage des cellules sanguines
Thallium 201	Scintigraphie myocardique
<b>Groupe III : radioactivité faible</b>	
Soufre 35	Recherches
Technétium 99	Scintigraphies
Tritium	Exploration du métabolisme de l'eau
Xénon 133	Exploration pulmonaire

*D'après [www.graie.org](http://www.graie.org)*

### C2 – Les principaux radioéléments utilisés dans les hôpitaux

$^{25}\text{Mn}$

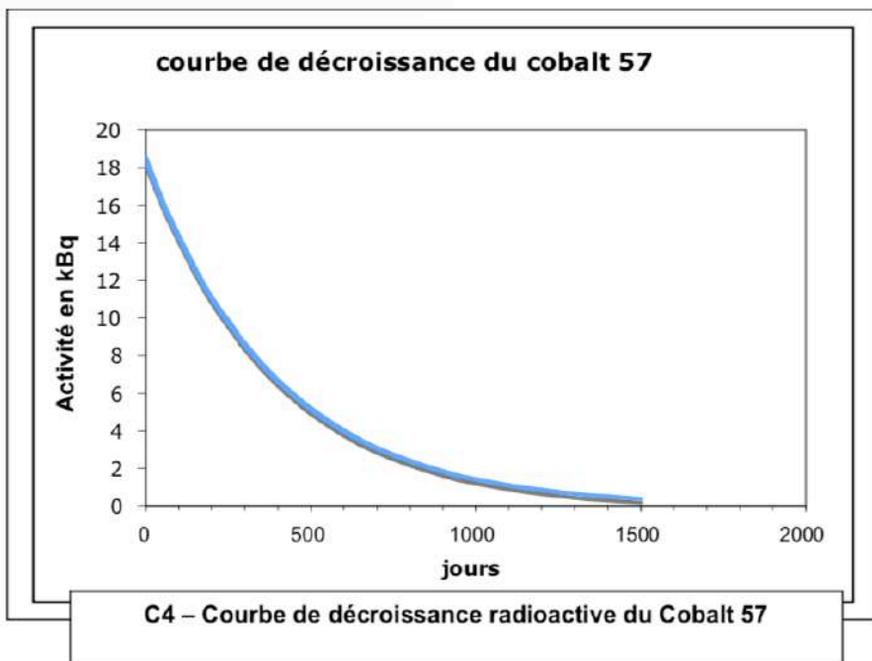
$^{26}\text{Fe}$

$^{27}\text{Co}$

$^{28}\text{Ni}$

$^{29}\text{Cu}$

### C3 – Extrait de la classification périodique des éléments



#### 1. DÉNOMINATION DU MEDICAMENT

Cyanocobalamine ( $^{57}\text{Co}$ ) GE Healthcare, gélule

#### 2. COMPOSITION QUALITATIVE ET QUANTITATIVE

Cyanocobalamine ( $^{57}\text{Co}$ ) ..18,5 kBq à la date de calibration

Cyanocobalamine ( $^{57}\text{Co}$ ) .. 1  $\mu\text{g}$

Pour 1 gélule

Le cobalt 57 a une période d'environ 271 jours ; il décroît en émettant un positon et un rayonnement gamma dont la principale énergie est de 122 keV.

Source : site de l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament)

#### **C5 – Extrait de la notice du CYANOCOBALAMINE**

	Déchets dits à Vie Très Courte (VTC) $t_{1/2} < 100$ jours	Déchets dits à Vie Courte (VC) $t_{1/2} < 31$ ans	Déchets dits à Vie Longue (VL) $t_{1/2} > 31$ ans
Très Faible Activité (TFA) $TFA < 100$ Bq/g	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels	Recyclage ou stockage dédié en surface	
Faible Activité (FA) $100$ Bq/g < FA < $1$ MBq/g		Stockage de surface	Stockage à faible profondeur
Moyenne Activité (MA) $1$ MBq/g < MA < $1$ GBq/g			Stockage en couche géologique profonde
Haute Activité (HA) HA > $1$ GBq/g	Non applicable <sup>1</sup>	Stockage en couche géologique profonde	

<sup>1</sup> : Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

*D'après le site de l'ASN (Autorité de Sécurité Nucléaire)*

**C6 – Classification des déchets radioactifs**

---

**CHIMIE - BIOCHIMIE - SCIENCES DU VIVANT - MÉTROPOLE**  
(corrigé p.207)

---

*Coefficient de cette sous-épreuve : 4*

*Ce sujet est prévu pour être traité en deux heures.*

*L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.*

**La maladie de Parkinson**

La maladie de Parkinson est une maladie neurodégénérative entraînant des troubles moteurs invalidants : rigidité, tremblements et difficultés à effectuer des mouvements. Cette maladie est provoquée par la perte progressive de neurones dopaminergiques qui transportent notamment des messages nerveux de la substance grise au striatum, deux structures cérébrales.

**Partie 1 : la perte de neurones dopaminergiques entraîne la maladie de Parkinson (8 points)**

Les neurones dopaminergiques synthétisent et libèrent de la dopamine au niveau des synapses. La perte de ces neurones entraîne une diminution de la libération de la dopamine dans le striatum qui intervient dans le contrôle des mouvements, entraînant l'apparition des symptômes.

**L'objectif de cette partie est d'étudier certaines caractéristiques de la dopamine et des neurones dopaminergiques.**

**Mode d'action de la dopamine**

La dopamine est un neurotransmetteur synthétisé dans les neurones pré-synaptiques. Elle est stockée dans les vésicules synaptiques au niveau de la terminaison nerveuse. À l'arrivée d'un potentiel d'action, la dopamine est libérée dans la fente synaptique. Elle peut alors se fixer sur des récepteurs spécifiques des neurones post-synaptiques.

- 1.1. En utilisant les données fournies, reporter sur la copie les légendes correspondant aux numéros 1 à 4 du document A.

**Biosynthèse de la dopamine**

Le **document B** présente la voie de biosynthèse de la dopamine à partir de la tyrosine, un acide aminé.

- 1.2. Nommer, sur la copie, les fonctions chimiques associées aux lettres a et b du document B.

- 1.3. L'atome de carbone portant un astérisque (\*) dans la tyrosine est asymétrique. Justifier cette appellation.
- 1.4. Proposer une représentation de Cram d'un des énantiomères de la tyrosine.

La première réaction de biosynthèse de la dopamine est une transformation de la tyrosine en L-Dopa par réaction avec le dioxygène. Cette réaction est catalysée par l'enzyme tyrosine hydroxylase. Elle met en jeu le cofacteur tétrahydrobioptérine noté BH<sub>4</sub> qui est transformé en dihydrobioptérine noté BH<sub>2</sub> en présence de dioxygène.

- 1.5. Établir les demi-équations impliquant les couples oxydant/réducteur suivants :  
(L-Dopa / Tyrosine) noté (C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>4</sub> / C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>3</sub>) et (O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O).
- 1.6. En déduire l'équation de la réaction entre la tyrosine et O<sub>2</sub>.
- 1.7. Indiquer quelle est l'espèce oxydée et quelle est l'espèce réduite au cours de la réaction. Justifier la réponse.
- 1.8. La dopamine est capable de se fixer sur la tyrosine hydroxylase pour diminuer l'activité de cette enzyme. À l'aide des connaissances et du **document B**, proposer un terme scientifique précis correspondant à ce mécanisme de régulation.

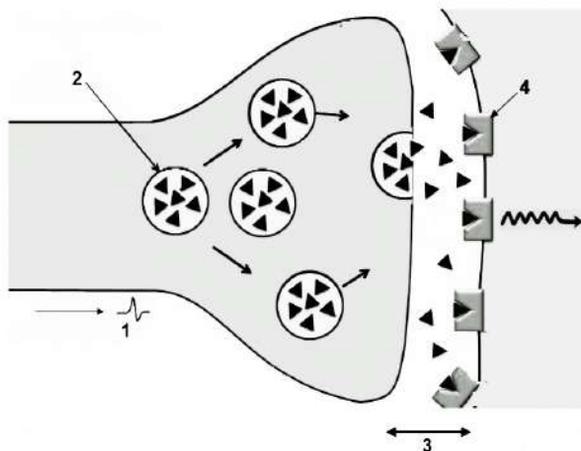
### **Perte des neurones dopaminergiques impliqués**

La biosynthèse de la dopamine a lieu dans les corps cellulaires des neurones dopaminergiques qui se situent dans une zone nommée « substance noire ».

Le **document C** montre des micrographies de la substance noire prélevée post mortem, c'est-à-dire après la mort :

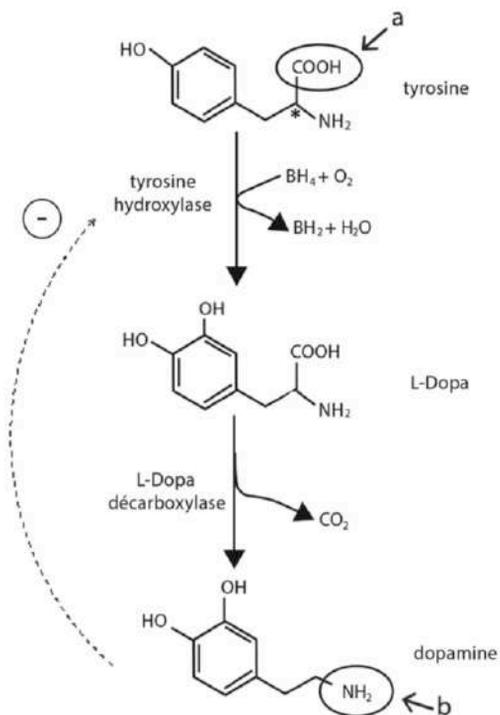
- chez des individus ayant été atteints de la maladie de Parkinson pendant des durées différentes ;
  - chez un individu non atteint de la maladie de Parkinson.
- 1.9. Proposer un argument afin d'identifier le type de microscopie utilisé pour observer ces structures.
  - 1.10. Exploiter le **document C** pour décrire l'évolution de la maladie de Parkinson.

## Document A : schéma représentant le mode d'action de la dopamine



Source : <http://svt-oehmichen.over-blog.fr>

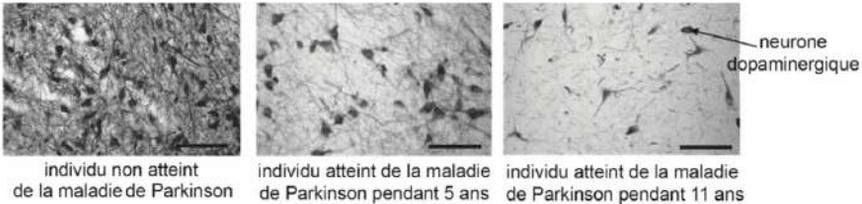
## Document B : voie de biosynthèse de la dopamine



**Document C : détection post mortem par immunohistochimie des neurones dopaminergiques de la substance noire chez un individu non atteint et chez deux individus ayant été atteints de la maladie de Parkinson**

Les neurones dopaminergiques sont visibles après coloration par immunohistochimie.

Cette technique permet de détecter, sur des coupes de tissus, la tyrosine hydroxylase grâce à des anticorps spécifiques. La présence de ces anticorps est visualisée par une coloration noire.



La barre d'échelle est de 100  $\mu\text{m}$  pour les 3 observations.

Source : article "Disease duration and the integrity of the nigrostriatal system in Parkinson's disease" par Kordower et collaborateurs, *Brain* 2003.

---

## Partie 2 : implication de la parkine dans une forme génétique de la maladie de Parkinson et stratégie thérapeutique (12 points)

Une majorité des cas de la maladie de Parkinson correspond à des formes tardives qui touchent des individus âgés de plus de 60 ans. Cependant, il existe également des formes génétiques précoces de la maladie qui touchent des individus plus jeunes.

De nombreuses études ont été menées pour identifier les gènes dont les allèles mutés pourraient être responsables de l'apparition de cette maladie. On s'intéresse ici au gène *park2* codant la protéine parkine pour lequel différentes mutations ont été retrouvées chez des familles atteintes de la forme précoce (dite aussi juvénile) de la maladie de Parkinson.

**Le but de cette partie est d'étudier comment une mutation du gène *park2* peut entraîner la maladie de Parkinson, de tester un modèle animal et de comprendre une stratégie thérapeutique.**

### Comparaison de l'allèle normal du gène *park2* avec l'allèle muté *T240R*

L'étude concerne une mutation du gène *park2* retrouvée dans l'allèle muté de ce gène nommé *T240R*.

Le document D indique une portion des séquences nucléotidiques des brins non transcrits de l'allèle normal et de l'allèle muté *T240R*.

À l'aide des **documents de référence** :

- 2.1. Décrire la(les) différence(s) constatée(s) entre les séquences nucléotidiques et conclure sur le type de mutation.
- 2.2. Pour chacune des séquences de l'allèle du gène *park2*, établir la séquence de l'ARN messager et en déduire la séquence correspondante d'acides aminés.
- 2.3. Comparer les séquences d'acides aminés obtenues pour les deux allèles.
- 2.4. Formuler une hypothèse présentant les conséquences possibles de la mutation sur la fonction de la protéine parkine.

## Étude du mode de transmission de la forme juvénile de la maladie de Parkinson

On cherche à étudier les caractéristiques de la transmission du gène *park2* à l'aide de l'arbre généalogique, présenté dans le **document E**, d'une famille atteinte par une forme juvénile de la maladie de Parkinson. On notera *P* l'allèle normal et *p* l'allèle muté *T240R*.

- 2.5. Démontrer que le mode de transmission de cette maladie est récessif.
- 2.6. Argumenter l'affirmation « la transmission du gène *park2* est autosomale ».
- 2.7. Établir la probabilité que l'individu III.4 soit atteint de la forme précoce de la maladie de Parkinson.

## Mise au point d'un modèle animal déficient en parkine

À ce jour, il n'existe pas de traitement permettant de soigner la maladie de Parkinson. Il est donc important de disposer de modèles animaux reproduisant le plus fidèlement possible la maladie humaine afin de comprendre les mécanismes moléculaires et cellulaires de la perte des neurones dopaminergiques et de tester des stratégies thérapeutiques. Le but est donc ici de mettre au point des souris déficientes en parkine et de tester si l'absence de parkine est suffisante pour provoquer les mêmes anomalies cellulaires que chez un malade, c'est-à-dire pour entraîner la perte des neurones dopaminergiques

Le **document F** présente les résultats d'une électrophorèse permettant d'identifier la parkine à partir d'extraits de cerveau de différentes souris.

- 2.8. Exploiter le **document F** afin de confirmer l'absence de parkine chez la souris homozygote pour l'allèle muté.

Le **document G** compare le nombre de neurones dopaminergiques dans la substance noire chez différentes souris.

- 2.9. Analyser le **document G** et conclure sur la pertinence de ce modèle pour tester des stratégies thérapeutiques.

### Prise en charge actuelle proposée aux patients

Le traitement actuel, notamment pour les formes précoces de la maladie de Parkinson, vise à augmenter la quantité de dopamine dans le cerveau.

La dopamine administrée par voie sanguine ne franchit pas la barrière hémato-encéphalique, barrière qui sépare le sang des cellules du cerveau. Il est donc prescrit de la L-Dopa. Cette dernière est aussi administrée par voie sanguine mais peut franchir cette barrière. Elle est ensuite transformée dans le cerveau en dopamine.

Le **document H** présente le devenir de la L-Dopa dans l'organisme.

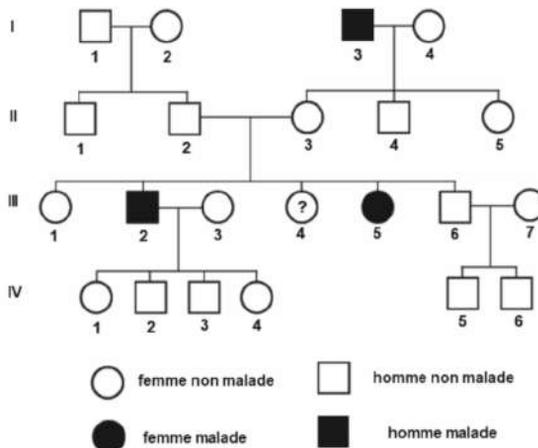
- 2.10. À partir du **document H**, expliquer l'intérêt d'associer à la L-Dopa, ainsi administrée dans le traitement de la maladie de Parkinson, une molécule inhibitrice qui empêche l'action de l'enzyme L-Dopa décarboxylase.

### Document D : portion de séquences de nucléotides des brins non transcrits de l'allèle normal et de l'allèle muté du gène *park2*

n° de nucléotides	...810	833...
Allèle normal	5'...TGC ATT ACG TGC ACA GAC GTC AGG...3'	
Allèle muté <i>T240R</i>	5'...TGC ATT ACG TGC AGA GAC GTC AGG...3'	

Source : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/BC022014.2>

### Document E : arbre généalogique d'une famille atteinte par une forme juvénile de la maladie de Parkinson



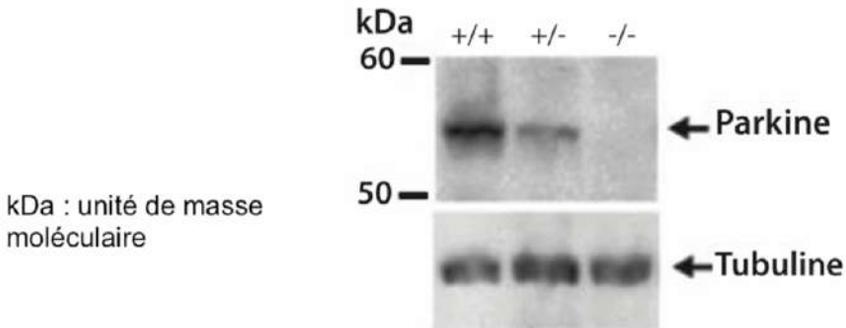
**Document F : recherche de la présence de la parkine dans le cerveau de souris homozygotes non atteintes (+/+), possédant un allèle non muté et un allèle muté (+/-) ou possédant deux allèles mutés (-/-)**

Les protéines du cerveau de chaque type de souris sont déposées sur un gel d'électrophorèse et séparées selon leur masse.

La protéine que l'on souhaite observer peut être visualisée grâce à des anticorps marqués, spécifiquement dirigés contre elle, qui permettent d'obtenir une coloration foncée.

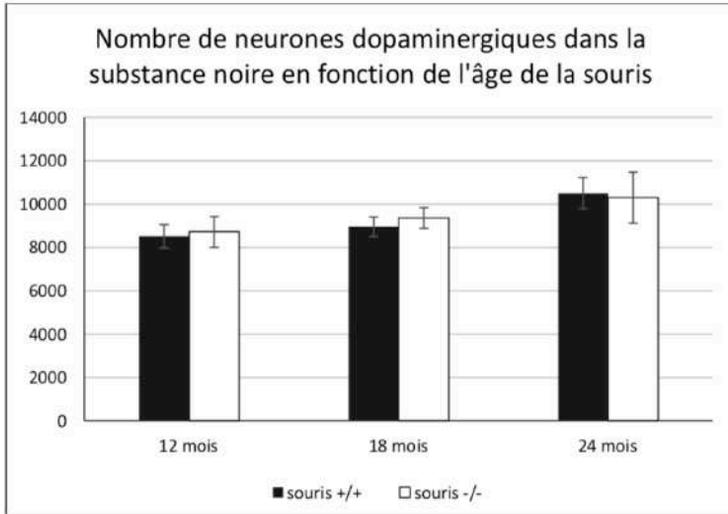
La protéine témoin tubuline a été révélée, à titre de contrôle interne, pour vérifier qu'une même quantité totale de protéines a été déposée pour chaque échantillon.

La coloration est proportionnelle à la quantité de protéines présente.



Source : article "Parkin-deficient mice exhibit nigrostriatal deficits but not loss of dopaminergic neurons" par Goldberg et collaborateurs, *Journal of Biological Chemistry* 2003.

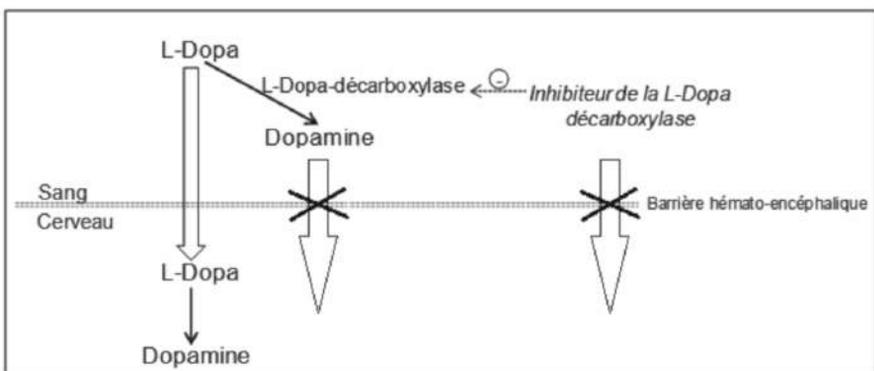
**Document G : comparaison du nombre de neurones dopaminergiques de la substance noire chez les souris homozygotes non atteintes (+/+) et homozygotes pour l'allèle muté (-/-) en fonction de l'âge de la souris**



On considère qu'à partir de 70 % de perte de neurones dopaminergiques, le modèle est pertinent pour étudier la maladie de Parkinson.

*D'après l'article "Parkin-deficient mice exhibit nigrostriatal deficits but not loss of dopaminergic neurons" par Goldberg et collaborateurs, Journal of Biological Chemistry 2003.*

**Document H : Devenir de la L-Dopa dans l'organisme**



## Documents de référence

## Les différents types de mutation et leurs conséquences

Type de mutation	Conséquence dans la séquence nucléotidique
Insertion	Ajout d'un nucléotide
Délétion	Suppression d'un nucléotide
Substitution	Remplacement d'un nucléotide

## Tableau du code génétique

		DEUXIÈME NUCLEOTIDE					
		U	C	A	G		
PREMIER NUCLEOTIDE	U	UUU Phé	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U	TROISIEME NUCLEOTIDE
		UUC Phé	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C	
		UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A	
		UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G	
	C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U	
		CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C	
		CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A	
		CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G	
	A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U	
		AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C	
		AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A	
		AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G	
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U		
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C		
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A		
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G		

---

**BIOTECHNOLOGIES - MÉTROPOLE (corrigé p.210)**


---

*Durée : 2 heures – Coefficient de la sous-épreuve : 4*

*L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.*

**UN EXEMPLE DE BIOREMÉDIATION : LA DÉGRADATION DU  
POLYETHYLENE TEREPHTALATE**

Près de 300 millions de tonnes de plastique sont fabriquées chaque année dans le monde. Utilisé dans la quasi-totalité des objets et produits de notre quotidien, le plastique est omniprésent et se retrouve dans notre environnement pour des dizaines, voire des centaines d'années.

Le polyéthylène téréphtalate ou PET représente à lui seul 1/6 de cette production. Issu du raffinage du pétrole, il n'est pas biodégradable et son impact écologique est considérable. La question de son élimination est donc cruciale.

Afin de procéder à une dégradation biologique de ce plastique (bioremédiation), une équipe scientifique recherche un micro-organisme capable d'assimiler le PET pour sa croissance.

La démarche est la suivante :

- rechercher et identifier un micro-organisme plastivore capable de dégrader le PET ;
- déterminer les caractéristiques de l'enzyme impliquée dans la dégradation du PET, extraite du micro-organisme plastivore ;
- optimiser la production de l'enzyme d'intérêt par génie génétique.

*D'après S Yoshida et coll., A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate) Science, 11 mach 2016 Vol 351 issue 6278*

**1. RECHERCHE ET IDENTIFICATION D'UNE BACTÉRIE PLASTIVORE**

La première étape consiste à rechercher, dans l'environnement, des micro-organismes capables de dégrader le PET. Le **document 1** présente la procédure mise en œuvre et les résultats obtenus.

**Q1.** Analyser les clichés pour chaque échantillon polymicrobien testé en expliquant l'intérêt de l'expérience D.

**Q2.** En déduire l'échantillon à retenir pour l'étude.

L'étape suivante consiste à sélectionner, dans l'échantillon polymicrobien, la (les) espèce(s) bactérienne(s) capable(s) de dégrader le PET.

Le **document 2** présente la procédure mise en œuvre et les résultats obtenus.

**Q3.** Expliquer le rôle de la pesée du film PET tous les 10 jours.

**Q4.** Démontrer, par l'analyse comparative des graphes du **document 2**, qu'une espèce bactérienne en particulier est responsable de la dégradation du PET.

**Q5.** Proposer une hypothèse expliquant le fait que la vitesse de dégradation du PET par l'espèce bactérienne isolée soit supérieure à celle du mélange microbien.

L'équipe scientifique souhaite identifier la souche bactérienne sélectionnée. Un frottis sur colonie, fixé et coloré au Gram, a révélé des bacilles à Gram négatif. Cet aspect microscopique conduit les chercheurs à supposer qu'il s'agit d'une protéobactérie, embranchement très important qui comprend cinq classes. L'équipe souhaite identifier la classe à laquelle appartient cette souche tout en validant qu'il s'agit bien d'une protéobactérie. Pour cela, elle réalise une réaction de polymérisation en chaîne (PCR) dite multiplex, dont le principe et les résultats sont indiqués dans le **document 3**.

**Q6.** À l'aide du principe de la PCR multiplex, expliquer le résultat attendu pour une espèce n'appartenant pas à l'embranchement des protéobactéries.

**Q7.** Analyser les résultats obtenus pour identifier l'embranchement puis la classe auxquels appartient l'espèce bactérienne sélectionnée.

## 2. CARACTÉRISTIQUES DE L'ENZYME PLASTIVORE

L'équipe scientifique a nommé l'espèce bactérienne sélectionnée précédemment *Ideonella sakaiensis*. La première enzyme de la voie métabolique de la dégradation du PET a été nommée PETase.

La PETase de *Ideonella sakaiensis* n'est pas la seule enzyme connue capable de dégrader le PET : d'autres enzymes étaient déjà connues pour cette activité, dont l'enzyme LCCase produite par une actinobactérie. L'équipe de chercheurs compare les caractéristiques enzymatiques de la PETase et de la LCCase.

Le **document 4** présente les résultats et la démarche d'exploitation graphique pour la détermination des paramètres enzymatiques des deux enzymes.

**Q8.** Déterminer les paramètres enzymatiques  $v_{i\max}$  et  $K_M$  de chaque enzyme.

L'activité de l'enzyme est mesurée par la quantité de produit libéré.

Le **document 5** présente l'effet de la température sur la libération du produit.

**Q9.** Déterminer la température optimale de la PETase et de la LCCase.

L'enzyme d'intérêt doit présenter les propriétés suivantes :

- une affinité forte pour le substrat PET et une vitesse de transformation élevée ;
- une température optimale basse, afin de minimiser les coûts énergétiques du traitement du plastique.

**Q10.** À l'aide des trois caractéristiques déterminées pour chaque enzyme, choisir l'enzyme qui sera la plus adaptée à la dégradation du PET en tenant compte des propriétés souhaitées.

### 3. OPTIMISATION DE LA PRODUCTION DE L'ENZYME PLASTIVORE

Les chercheurs souhaitent développer un procédé de production industrielle de l'enzyme PETase.

Ils décident pour cela d'intégrer le gène codant l'enzyme dans un vecteur d'expression qui servira à transformer une souche d'*Escherichia coli* dont les conditions de culture sont maîtrisées à l'échelle industrielle. Ils choisissent un plasmide comportant un gène de résistance à l'ampicilline et un site d'intégration d'une séquence d'ADN. Ce site d'intégration ne se trouve pas dans le gène de résistance à l'ampicilline.

Le **document 6** présente les variations de la vitesse spécifique de croissance en phase exponentielle en fonction de la température de culture pour *Ideonella sakaiensis* et une souche d'*E. coli*.

**Q11.** Déterminer graphiquement la valeur maximale de la vitesse spécifique de croissance en phase exponentielle ( $\mu_{expo}$ ) pour chacune des deux souches étudiées.

**Q12.** Montrer que le choix par l'équipe de chercheurs d'utiliser *E. coli* transformée pour la production industrielle de la PETase est pertinent.

**Q13.** Schématiser le plasmide utilisé, avant et après intégration du gène d'intérêt, en représentant ses éléments caractéristiques.

**Q14.** Proposer un moyen de sélectionner les colonies ayant été transformées par le plasmide. Argumenter la réponse.

#### SYNTHÈSE

**Q15.** Rédiger une synthèse présentant la démarche suivie par les chercheurs pour produire une enzyme plastivore et les résultats obtenus.

## DOCUMENT 1 : recherche des micro-organismes capables de dégrader le PET.

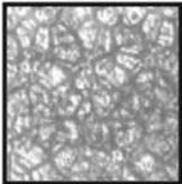
(D'après "A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate)",  
Science - Mars 2016)

### Procédure opératoire

- Collecte de deux échantillons polymicrobiens n°1 et n°2 dans des environnements pollués par du PET.
- Inoculation d'un milieu minimum stérile contenant en suspension un film PET présentant un aspect homogène en microscopie électronique à balayage.
- Incubation pendant 20 jours à 30 °C.
- Lavage puis observation en microscopie électronique à balayage du film PET (10 000 x).

Remarque : le PET dégradé présente, en microscopie électronique à balayage, un aspect irrégulier dû à la disparition de matière plastique solide.

### Résultats obtenus

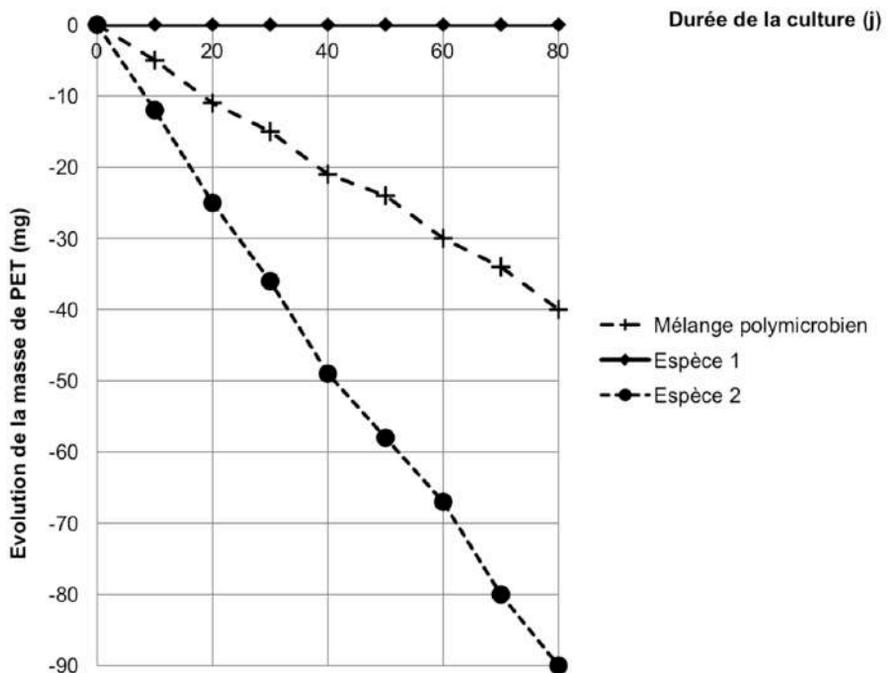
Expérience A	Expérience B	Expérience C
Film PET avant inoculation (jour 0)	Film PET inoculé par l'échantillon n°1 (jour 20)	Film PET inoculé par l'échantillon n°2 (jour 20)
		
Expérience D		
Film PET sans inoculum (jour 20)		
		

**DOCUMENT 2 : isolement d'une espèce bactérienne plastivore.**

(D'après "A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate)",  
Science - Mars 2016)

**Procédure opératoire**

- À partir du mélange polymicrobien retenu, deux espèces bactériennes présentant un aspect macroscopique différent ont été sélectionnées sur milieu solide.
  - Le mélange polymicrobien, ainsi que chaque espèce isolée, sont mis en culture dans un milieu minimum contenant du PET.
- La quantité totale de bactéries utilisées pour ensemencher les milieux est la même pour chaque expérience.
- Le film de PET est pesé tous les 10 jours en conditions stériles.

**Résultats obtenus**

### **DOCUMENT 3 : mise en œuvre d'une PCR multiplex dans un but d'identification de la souche sélectionnée.**

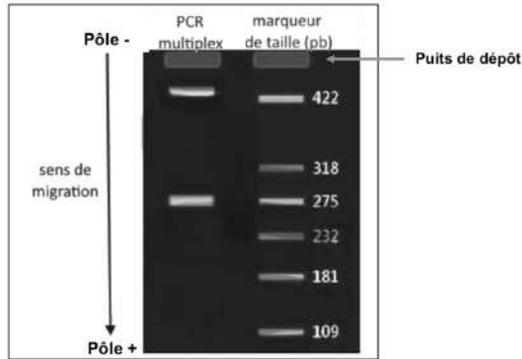
#### **Principe :**

La PCR multiplex est une technique de biologie moléculaire très utilisée pour l'amplification de multiples fragments d'ADN dans un seul tube de PCR. Le mélange réactionnel contient :

- l'ADN matrice extrait de la souche à identifier ;
- la Taq polymérase et les cofacteurs nécessaires à son activité ;
- les désoxyribonucléotides triphosphates (dNTP), monomères essentiels à la synthèse d'ADN ;
- autant de couples d'amorces que de fragments d'ADN spécifiques à amplifier.
  - L'appartenance de la souche bactérienne à l'embranchement des protéobactéries est vérifiée à l'aide d'un couple d'amorces permettant la formation d'un fragment d'ADN de 430 paires de bases (pb).
  - L'appartenance à une classe de protéobactérie est vérifiée à l'aide de 5 couples d'amorces spécifiques de chacune des 5 classes, choisis pour permettre l'amplification d'un fragment d'ADN de taille caractéristique :

<b>Nom de la classe</b>	<b>Taille du fragment d'ADN attendu en pb</b>
$\alpha$ protéobactéries	371
$\beta$ protéobactéries	275
$\gamma$ protéobactéries	202
$\delta$ protéobactéries	141
$\epsilon$ protéobactéries	105

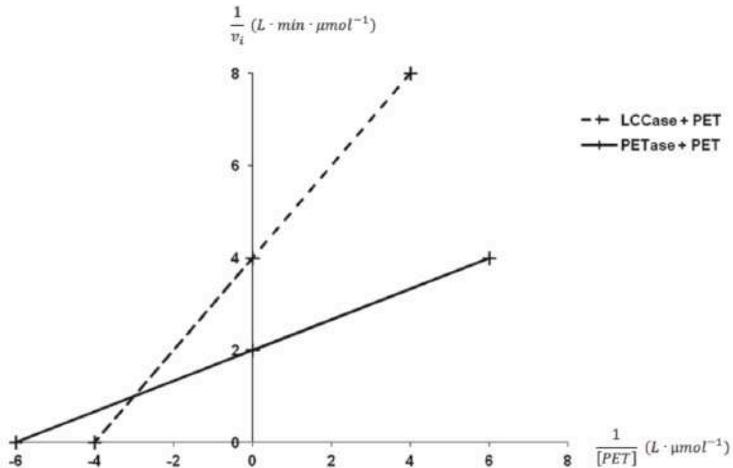
**Résultat** : électrophorégramme obtenu après migration des produits de la PCR multiplex.



**DOCUMENT 4 : détermination des paramètres cinétiques de la PETase et de la LCCase pour le substrat PET – Représentation de Lineweaver-Burk.**

Chaque enzyme a été incubée dans les mêmes conditions opératoires (température, pH).

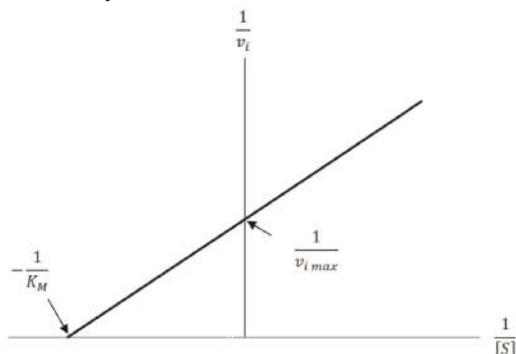
**A- Résultats obtenus pour chacune des deux enzymes**



Données :

- $[PET]$  : concentration en substrat PET dans le milieu réactionnel en  $\mu mol \cdot L^{-1}$ .
- $v_i$  : vitesse initiale de la réaction de transformation enzymatique en  $\mu mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$ .

## B- Exploitation d'une représentation de Lineweaver-Burk



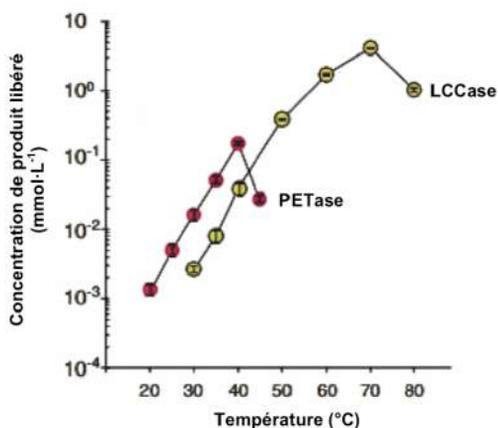
- $[S]$  : concentration en substrat dans le milieu réactionnel en  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- $v_{i\max}$  : vitesse initiale maximale de la réaction de transformation enzymatique en  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ .
- $K_M$  : constante de Michaëlis en  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

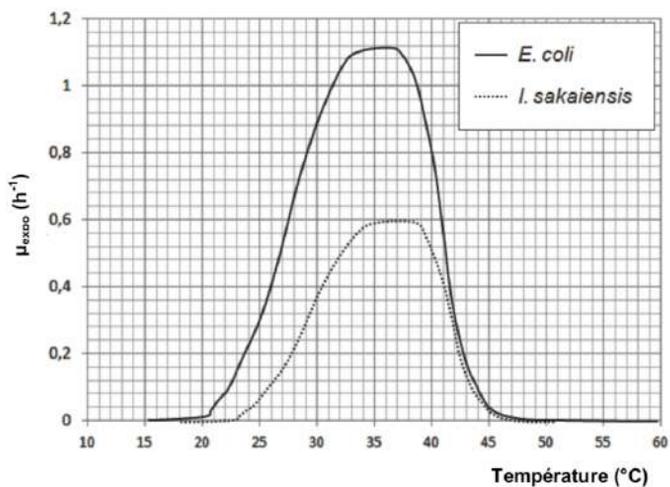
Le  $K_M$  permet d'estimer l'affinité de l'enzyme pour son substrat : plus le  $K_M$  est élevé, plus l'affinité de l'enzyme pour son substrat est faible.

### DOCUMENT 5 : effet de la température sur la dégradation enzymatique du film PET.

(D'après "A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate)",  
Science - Mars 2016)

Les enzymes sont incubées dans des milieux de composition et pH strictement identiques, pendant une durée d'action similaire.



**DOCUMENT 6 : effet de la température sur la vitesse spécifique de croissance de *Ideonella sakaiensis* et d'*Escherichia coli*.**

---

**CHIMIE - BIOCHIMIE - SCIENCES DU VIVANT - POLYNÉSIE (corrigé  
p.213)**

---

*Durée : 2 heures – Coefficient : 4  
L'usage de la calculatrice est autorisé*

L'évaluation tiendra compte de la qualité de l'expression et de la communication

**Un espoir thérapeutique pour les patients  
atteints d'épidermolyse bulleuse jonctionnelle (EBJ)**

**Partie 1 : Laminine et intégrité de la peau (8 points)**

L'épidermolyse bulleuse (EB) est une maladie génétique rare qui se manifeste par des décollements de la peau sous la forme de "bulles" ou de cloques entre l'épiderme et le derme. L'épidermolyse bulleuse jonctionnelle (EBJ) est la forme la moins commune des EB, associée fréquemment à une mortalité précoce. Une des formes d'EBJ est causée par une mutation au sein du gène *lamb3* codant pour une protéine : la laminine 5.

**L'objectif de cette partie est d'étudier les structures tissulaires et moléculaires affectées dans l'EBJ.**

**Étude de la peau**

La peau est un organe qui recouvre entièrement le corps. Elle est formée de deux types de tissus distincts, l'épiderme et le derme, solidement associés l'un à l'autre. L'épiderme se compose de plusieurs couches distinctes. La couche cornée essentiellement constituée de cellules anucléées est la plus superficielle. Au-dessous, on trouve un épithélium pavimenteux pluristratifié kératinisé reposant sur une lame basale. Le derme sous-jacent est un tissu conjonctif.

Le **document A** présente une micrographie d'une coupe histologique de peau humaine.

- 1.1. Reporter sur la copie, les lettres a à d du document et nommer les structures qu'elles désignent.
- 1.2. Donner un argument pour déterminer, en le justifiant, le type de microscope utilisé pour obtenir cette micrographie.

## La laminine : une protéine d'adhésion derme/épiderme

La laminine est une protéine d'ancrage localisée dans la lame basale. Elle est essentielle à l'adhésion des cellules épithéliales de l'épiderme sur cette lame basale. Cette protéine est constituée de 3 sous-unités :  $\alpha$  (alpha),  $\beta$  (bêta) et  $\gamma$  (gamma).

Le **document B** présente l'organisation structurale de la laminine.

- 1.3. À l'aide du document B (a) et des informations données ci-dessus, identifier le niveau d'organisation structurale de la protéine. Argumenter la réponse.
- 1.4. Nommer sur la copie les structures secondaires qui se rapportent aux chiffres 1 et 2 du document B (b)

Le document C présente la formule de deux des vingt monomères constituant les protéines humaines.

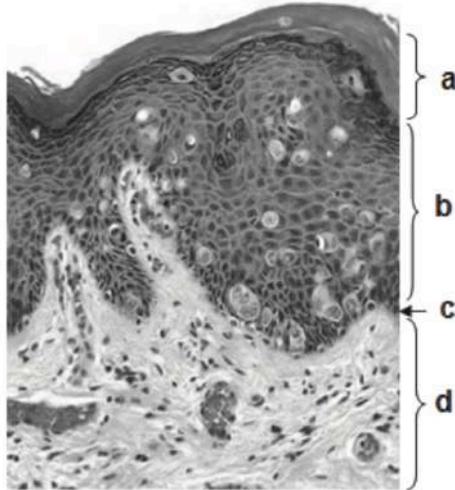
- 1.5. Préciser le nom général des monomères des protéines.
- 1.6. Identifier la représentation utilisée ici pour chacune de ces molécules : Cram, Fischer ou Haworth.
- 1.7. Parmi les atomes de carbone numérotés de 1 à 4 du document C, indiquer sur la copie le(les) numéro(s) du(des) atome(s) de carbone asymétrique(s).
- 1.8. Recopier sur la copie la molécule de glycine. Localiser et nommer les fonctions chimiques présentes dans cette molécule.

La synthèse des protéines nécessite la présence de monomères au niveau du cytoplasme. La glutamine est un monomère non essentiel car elle est produite à partir de l'acide glutamique.

Le document D présente la voie métabolique de biosynthèse de la glutamine à partir de l'acide glutamique (glutamate). Cette réaction, catalysée par la glutamine synthétase, résulte du couplage énergétique des réactions (1) et (2).

- 1.9. Écrire la relation permettant de calculer l'enthalpie libre standard ( $\Delta_r G^\circ_T$ ) de la réaction globale à partir des enthalpies libres standard des réactions (1) et (2).
- 1.10. Préciser le signe des enthalpies libres standard des réactions (1) et (2). Expliquer l'intérêt du couplage des réactions 1 et 2.

**Document A : coupe de peau humaine saine**

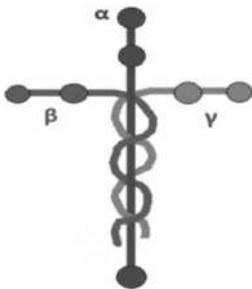


Micrographie d'une coupe histologique colorée (hématoxyline-éosine) de peau humaine saine (x1000)

Source : commons.wikimedia.org

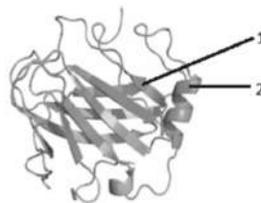
**Document B : organisation structurale de la laminine**

**a-** Représentation schématique de l'organisation de la laminine

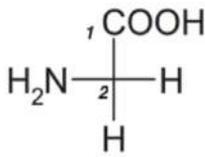


Source : wikimedia.org

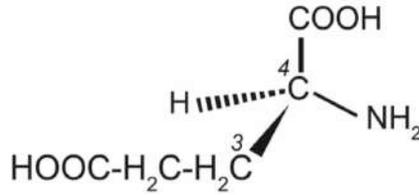
**b-** Détail : modélisation 3D d'un domaine de la chaîne  $\gamma$



Source : Sinz et coll. 2014

**Document C : exemple de monomères constituant les protéines**

glycine



acide glutamique

**Document D : réactions de biosynthèse de la glutamine catalysées par la glutamine synthétase**

Réactions		Enthalpie libre standard de réaction dans les conditions biologiques (pH = 7,0 et T = 310 K)	
Réaction (1)	glutamate + ATP → glutamyl 5-phosphate + ADP	$\Delta_r G^{\circ}_1$	exergonique
Réaction (2)	glutamyl 5-phosphate + $\text{NH}_4^+$ → glutamine + Pi + H <sup>+</sup>	$\Delta_r G^{\circ}_2$	endergonique
Équation globale	glutamate + $\text{NH}_4^+$ + ATP → glutamine + ADP + Pi + H <sup>+</sup>	$\Delta_r G^{\circ}_T < 0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	

Source : Lehninger, Principes de biochimie

**Partie 2 : Origine et traitement de l'épidermolyse bulleuse jonctionnelle : (12 points)**

En février 2016, l'équipe du professeur De Luca a réussi une régénération épidermique chez un enfant de 7 ans atteint d'épidermolyse bulleuse jonctionnelle (EBJ), alors que son pronostic vital était engagé. Après avoir reçu une greffe de peau transgénique sur tout le corps, le patient a retrouvé une peau normale un an après l'intervention.

Ce patient portait une mutation du gène *lamb3* codant pour la laminine 5. Le gène *lamb3* est localisé sur le bras court du chromosome 1.

**L'objectif de cette partie est de comprendre l'intérêt de la thérapie génique ex vivo dans le cas d'une autogreffe de peau chez un enfant atteint d'EBJ.**

## Transmission et origine génétique de l'EBJ

2.1. À partir des données précédentes, présenter l'argument permettant d'affirmer que la transmission de la maladie est autosomique.

Le **document E** illustre un arbre généalogique d'une famille présentant la maladie.

2.2. Déterminer, en argumentant la réponse, si l'allèle responsable de la maladie est dominant ou récessif.

Les individus III.2 de phénotype [malade] et III.3 de génotype hétérozygote attendent un enfant dont le sexe et le phénotype sont inconnus.

2.3. Déterminer la probabilité que cet enfant soit atteint d'EBJ.

2.4. Formuler une hypothèse sur la conséquence de la mutation du gène *lamb3* sur la structure et la fonction de la laminine 5.

## Grefe de peau : approche historique

Peter Brian Medawar a reçu le prix Nobel de médecine en 1953 pour ses travaux sur les greffes de tissus, ayant permis une avancée majeure des connaissances du système immunitaire. Ces découvertes fondamentales ont conduit au développement des transplantations d'organes, dont les greffes de peau.

Le **document F** résume les premières approches expérimentales de P.B. Medawar.

2.5. Comparer les expériences 1 et 2 et en déduire une première propriété du système immunitaire.

2.6. Comparer les expériences 2 et 3 et en déduire une deuxième propriété du système immunitaire.

2.7. Conclure sur l'intérêt d'une autogreffe par rapport à une allogreffe.

---

## Autogreffe de peau transgénique : une thérapie prometteuse pour l'EBJ

À partir de 4 cm<sup>2</sup> de peau encore intacte prélevée chez l'enfant atteint d'EBJ, l'équipe du professeur De Luca a pu restaurer plus de 80 % de son épiderme. Le principe de cette approche thérapeutique consiste à transformer génétiquement les cellules souches contenues dans ce prélèvement en y intégrant la version non mutée du gène *lamb3*. Ces cellules souches génétiquement modifiées sont ensuite cultivées en laboratoire pour obtenir la plus grande quantité possible de peau transgénique. Cette peau sera greffée sur l'enfant atteint d'EBJ.

Le **document G** présente le principe de cette thérapie génique *ex vivo*.

2.8. Justifier l'emploi d'un vecteur dans l'étape 2 de cette thérapie génique.

Les cellules souches ainsi génétiquement modifiées vont se diviser, permettant la synthèse d'une peau transgénique ayant les mêmes caractéristiques qu'une peau saine.

2.9. Proposer une cause possible de l'échec de cette thérapie génique.

### Suivi du traitement

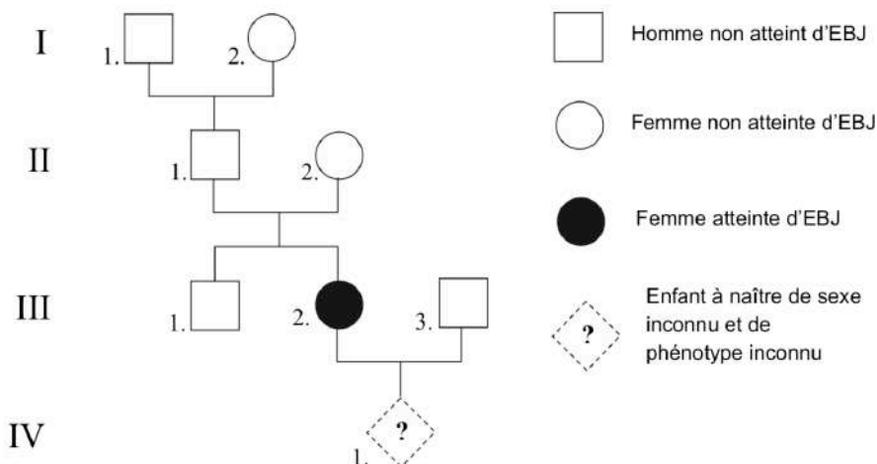
Hirsch et De Luca ont évalué l'efficacité de cette thérapie génique *ex vivo* par une technique d'immunofluorescence. La technique mise en œuvre par ces chercheurs repose sur l'utilisation d'anticorps anti-laminine 5 conjugués à un fluorochrome. Ces anticorps anti-laminine 5 forment des complexes immuns uniquement avec la laminine 5 synthétisée à partir de l'allèle *lamb3* non muté. Le **document H** présente un extrait des résultats obtenus par l'équipe du professeur De Luca.

2.10. Analyser le document et conclure sur l'efficacité de la thérapie.

### Synthèse

2.11. Rédiger une courte synthèse sur l'épidermolyse bulleuse jonctionnelle de son origine jusqu'à son traitement par thérapie génique.

## Document E : arbre généalogique d'une famille dans laquelle un membre est atteint d'EBJ



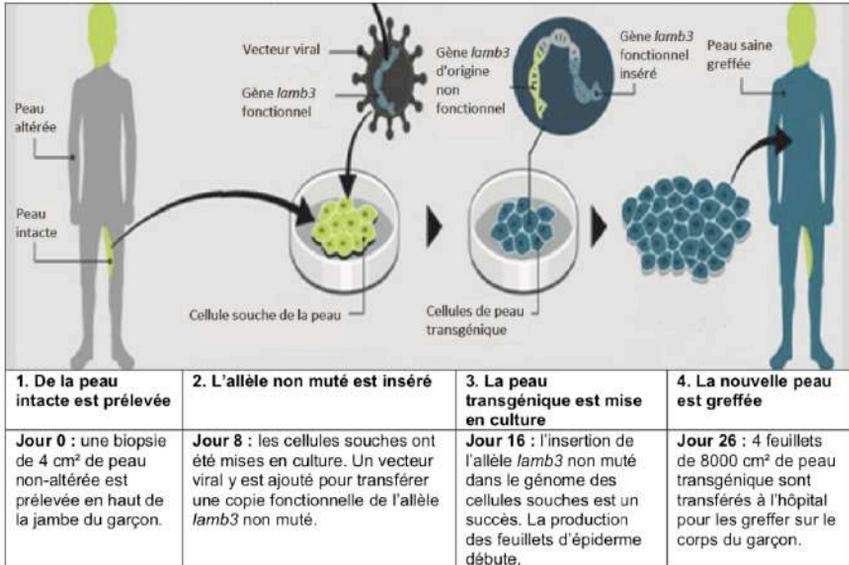
## Document F : approche expérimentale des greffes de peau

Donnée : Les trois lignées de souris A, B et C sont génétiquement différentes.

Expérience de greffe de peau		Souris donneuse	Souris receveuse	Résultats
Exp 1	Autogreffe	Souris A	Souris A	Absence de rejet
Exp 2	Allogreffe	Première greffe Souris B	Souris C	Rejet de la greffe 10 jours après la greffe
Exp 3		Seconde greffe, 1 mois après la première greffe Souris B	Souris C	Rejet de la greffe 4 jours après la seconde greffe

d'après les travaux de P.B. Medawar

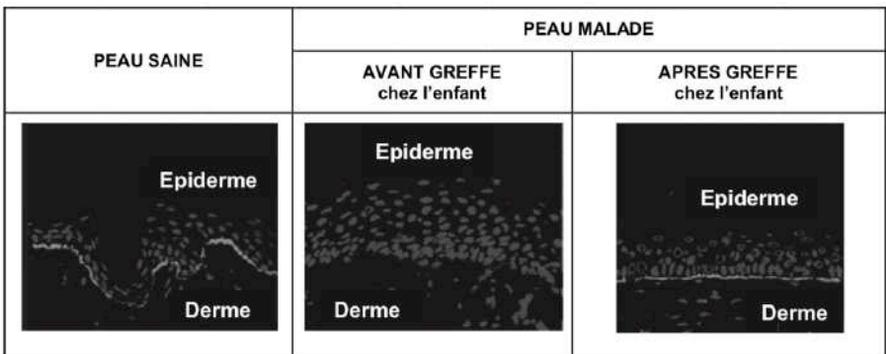
## Document G : transplantation de peau par thérapie génique



d'après Science et Vie, Janvier 2018, N°1204 d'après Nature, 2017 Hirsch et coll.

## Document H : résultats du marquage par immunofluorescence avant et après transplantation (greffe) de peau transgénique par l'équipe de De Luca et Hirsch.

Micrographies photoniques à fluorescence de 3 coupes de peau (7 µm).



Source : Hirsch et coll. Nature 2017

Données :

Le fluorochrome des Ac anti-laminine apparaît en blanc sur le document.

Les noyaux des cellules épithéliales et de certaines cellules du derme apparaissent en gris.

---

## BIOTECHNOLOGIE - POLYNÉSIE (corrigé p.215)

---

Durée : 2 heures – Coefficient de la sous-épreuve : 4  
L'usage de la calculatrice est autorisé

### POLLUTION ET INTOXICATION À LA CIGUATOXINE D'UN LAGON

En zone tropicale, un lagon est une étendue d'eau, fermée au large du littoral par une barrière corallienne. C'est un écosystème fragile, soumis à des pollutions liées au rejet des eaux usées domestiques et agricoles, en particulier lorsque les réseaux d'épuration sont saturés lors des tempêtes tropicales.

Les risques sanitaires pour les habitants sont de deux ordres :

- contamination de l'eau du lagon en bactéries fécales dans des proportions qui rendent le lagon impropre à la baignade ;
- eutrophisation du lagon : colonisation des coraux par une micro algue, *Gambierdiscus toxicus*, suite à un excès de nitrates et de phosphates. Cette micro-algue produit une toxine, la ciguatoxine, qui est ingérée par les poissons du récif corallien. La consommation de poissons contenant des concentrations élevées de ciguatoxine entraîne la ciguatera, une intoxication alimentaire se manifestant par des troubles intestinaux et nerveux. Cette toxine est très nocive car on considère qu'un microgramme ingéré peut être mortel pour l'être humain. Les normes imposent que les poissons destinés à la consommation contiennent un taux de ciguatoxine inférieur à 0,17 µg pour 100 g de poisson.

Les autorités sanitaires contrôlent deux paramètres :

- l'absence de contamination fécale afin d'autoriser ou non la baignade ;
- le dosage de ciguatoxine afin d'autoriser ou non la consommation des poissons pêchés dans le lagon.

Deux méthodes sont successivement utilisées :

- a. la micro-algue *Gambierdiscus toxicus* est recherchée sur le corail, par PCR ;
- b. en cas de résultat positif, on suspecte la présence de ciguatoxine dans le poisson. Cette toxine est alors dosée dans le poisson par une technique immuno-enzymatique.

---

## 1. RECHERCHE D'UNE CONTAMINATION FÉCALE DANS L'EAU DU LAGON

Un laboratoire d'analyse est mandaté par la collectivité territoriale pour attester la qualité de l'eau de baignade.

Un dénombrement des entérocoques est notamment effectué dans l'eau du lagon. Les prélèvements sont réalisés dans des **flacons stériles** et les échantillons doivent être **transportés et stockés à 4 °C** avant analyse.

**Q1.** Expliquer, au regard de la nécessité de la fiabilité de l'analyse, les précautions présentées en gras dans le texte.

Les entérocoques intestinaux sont dénombrés par filtration sur membrane de 100 mL d'eau du lagon, selon la norme ISO 7899-2.

Les critères microbiologiques pour le classement des eaux de baignade sont présentés dans le **document 1**.

Le **document 2** présente le principe du dénombrement par filtration sur membrane.

La membrane de filtration est dans un premier temps déposée sur un milieu de Slanetz et Bartley. Le **document 3** est un extrait de la fiche technique de ce milieu.

**Q2.** Argumenter le choix d'une membrane de filtration dont la taille des pores est de 0,45 µm.

Après incubation, on dénombre 23 colonies présentant une coloration rouge sur le milieu de Slanetz et Bartley. On présume qu'il s'agit d'entérocoques.

**Q3.** Argumenter, à partir de la composition du milieu, le caractère mis en évidence à la coloration Gram des bactéries recherchées.

Pour confirmer la présence d'entérocoques intestinaux, la membrane est transférée sans la retourner sur un milieu BEA. Après incubation du milieu BEA, 16 des 23 colonies présentent un halo noir autour des colonies. Le **document 4** présente un extrait de la fiche technique de ce milieu.

**Q4.** Représenter par un logigramme la succession des étapes, depuis le prélèvement de l'eau jusqu'à la lecture finale, en intégrant les conditions de culture.

**Q5.** Déterminer le nombre d'UFC d'entérocoques intestinaux pour 100 mL d'eau du lagon et conclure sur la qualité microbiologique de l'eau du lagon.

## 2. DÉTECTION DE LA MICRO-ALGUE ET DE SA TOXINE

Afin de détecter la micro-algue *Gambierdiscus toxicus* responsable de la production de la ciguatoxine, les analyses suivantes sont réalisées :

- recherche de *Gambierdiscus toxicus* dans deux échantillons de corail ;
- dosage de la ciguatoxine dans un échantillon de poisson.

### 2.1. Recherche de *Gambierdiscus toxicus* dans des échantillons de corail

La mise en évidence de *Gambierdiscus toxicus* dans un échantillon de corail s'effectue par PCR (Polymerase Chain Reaction).

Dans un premier temps, deux échantillons de corail sont prélevés (corail n°1 et corail n°2) et une extraction d'ADN est réalisée sur chaque échantillon. On obtient ainsi des échantillons d'ADN utilisables pour la PCR dont le principe et les amorces sont présentés dans le **document 5**.

**Q6.** Calculer les températures d'hybridation de chacune des amorces choisies.

**Q7.** Vérifier que ces deux amorces forment un couple utilisable pour la détection de *Gambierdiscus toxicus* par PCR.

**Q8.** Associer les 3 étapes de la PCR aux températures utilisées au cours du cycle.

Le **document 6** présente les produits de la PCR après migration lors d'une électrophorèse sur gel d'agarose.

**Q9.** Argumenter le sens de migration des fragments d'ADN.

**Q10.** Expliquer l'intérêt des témoins positif et négatif.

**Q11.** Analyser l'ensemble de l'électrophorégramme puis conclure sur la présence ou non de *Gambierdiscus toxicus* dans chaque échantillon de corail.

### 2.2. Dosage de la ciguatoxine dans un échantillon de poisson

*Gambierdiscus toxicus* produit la ciguatoxine (CTX1B) qui est dosée par technique immuno-enzymatique ELISA dans la chair de poisson du lagon. Pour effectuer ce dosage, un filtrat à partir de la chair de poisson est réalisé selon le protocole décrit dans le **document 7**.

La technique immuno-enzymatique ELISA est présentée dans le **document 8**.

**Q12.** Réaliser un schéma de l'édifice moléculaire présent dans une cupule positive.

Le **document 9** présente les résultats obtenus.

**Q13.** Déterminer, en utilisant l'équation de la droite obtenue, la concentration de ciguatoxine dans le filtrat de poisson non dilué en  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**Q14.** Calculer la masse de toxine présente dans 100 g de poisson et conclure sur la possibilité de consommer le poisson.

### SYNTHÈSE

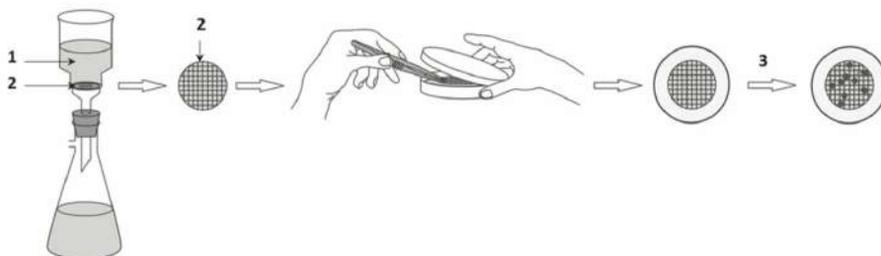
**Q15.** Rédiger un bilan des analyses réalisées. Proposer un tableau d'affichage indiquant les recommandations à l'usage des habitants du littoral.

## DOCUMENT 1 : critères microbiologiques pour le classement des eaux de baignade. Extrait de la directive 2006/7/CE

Qualité de l'eau	Entérocoques intestinaux UFC pour 100 mL
Excellente qualité	$\leq 100$
Qualité suffisante	$>100$ et $\leq 370$
Qualité insuffisante	$> 370$

## DOCUMENT 2 : technique de filtration sur membrane.

- Placer l'ensemble de l'installation en zone stérile.
- Manipuler stérilement le support filtre.
- Placer la membrane au centre du support filtre (quadrillage vers le haut).
- Installer le godet sur le support filtre.
- Verser quelques mL d'eau stérile pour assurer l'étanchéité du système.
- Verser 100 mL d'eau à tester et faire le vide pour faire passer le liquide.
- Rincer ensuite les bords du godet avec 20 à 30 mL d'eau stérile, filtrer.
- Retirer la membrane avec une pince stérile et poser la membrane sur le milieu gélosé (quadrillage vers le haut).
- Après incubation, compter les colonies directement sur le filtre.



- 1 : eau à analyser dans le godet ;
- 2 : membrane de filtration quadrillée (pores de diamètre  $0,45 \mu\text{m}$ ) ;
- 3 : incubation après dépôt sur le milieu gélosé.

### **DOCUMENT 3 : extrait de la fiche technique du milieu de Slanetz et Bartley (Biokar Diagnostics).**

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

#### **PRINCIPE :**

- l'azide de sodium permet d'inhiber la croissance des micro-organismes à Gram négatif ;
- le 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,
- déposer la membrane à la surface de la gélose,
- incuber à  $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$  pendant  $(44 \pm 4)$  h.

#### **LECTURE :**

Les colonies qui se développent présentent une coloration rouge à marron et doivent être considérées comme des entérocoques. Procéder à la confirmation des colonies typiques en utilisant une gélose BEA.

#### **FORMULE - TYPE du milieu complet**

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptose .....	20,0 g
- Extrait autolytique de levure.....	5,0 g
- Glucose.....	2,0 g
- Phosphate dipotassique.....	4,0 g
- Azide de sodium .....	0,4 g
- Chlorure de 2,3,5 triphényltétrazolium (TTC).....	0,1 g
- Agar agar bactériologique.....	10,0 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à  $25 ^\circ\text{C}$  :  $7,2 \pm 0,2$ .

## **DOCUMENT 4 : extrait de la fiche technique du milieu BEA (Biokar Diagnostics).**

La gélose BEA est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux.

Elle est décrite dans la norme NF EN ISO 7899-2 comme étant un « milieu de confirmation 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, autres que les entérocoques ;
- les entérocoques intestinaux 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.

### **LECTURE :**

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

### **Confirmation des entérocoques intestinaux dans les eaux suivant la méthode par filtration sur membrane :**

S'il y a des colonies typiques sur les membranes utilisées pour le dénombrement de la gélose de Slanetz et Bartley, transférer ces membranes avec les colonies sur des boîtes de milieu BEA préchauffé à 44 °C. Incuber à (44 ± 0,5) °C pendant 2 heures. Toutes les colonies entourées d'un halo noir sont considérées comme positives. Les compter comme entérocoques intestinaux.

### **FORMULE – TYPE DU MILIEU BEA**

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 ± 0,2.

**DOCUMENT 5 : principe de la PCR et caractéristiques des amorces.**

- **Principe :**

La réaction de polymérisation en chaîne (PCR) est une méthode d'amplification *in vitro* d'une séquence spécifique d'acide nucléique. Elle est fondée sur la capacité de l'ADN polymérase à synthétiser le brin complémentaire d'un ADN servant de matrice. Après dénaturation de l'ADN à 94 °C, on utilise des amorces ayant la capacité de s'hybrider aux extrémités des brins de l'ADN à amplifier. L'ADN polymérase réplique les 2 monobrans dans le sens 5' vers 3', à une température de 72 °C.

- **Séquences des amorces :**

- amorce « sens » : 5' - CTGTGTGACCCGCTTTGAAAC -3'
- amorce « anti-sens » : 5' - GTTTCCCCTGCCTTGGCC -3'

- **Taille de l'amplicon attendu :** 214 pb

- **Calcul de la température d'hybridation d'une amorce ( $T_m$ ) à l'aide de la formule de Wallace :**

$$T_m = 2x(A+T) + 4x(G+C)$$

A = nombre de A (adénosine) dans l'amorce

T = nombre de T (thymidine) dans l'amorce

G = nombre de G (guanosine) dans l'amorce

C = nombre de C (cytidine) dans l'amorce

- **Critères de choix :**

- Les  $T_m$  doivent être supérieures à 55 °C pour une hybridation spécifique des amorces.
- La différence entre les  $T_m$  de 2 amorces doit être inférieure à 5 °C.
- La  $T_m$  retenue pour un couple d'amorces est la  $T_m$  la plus faible.

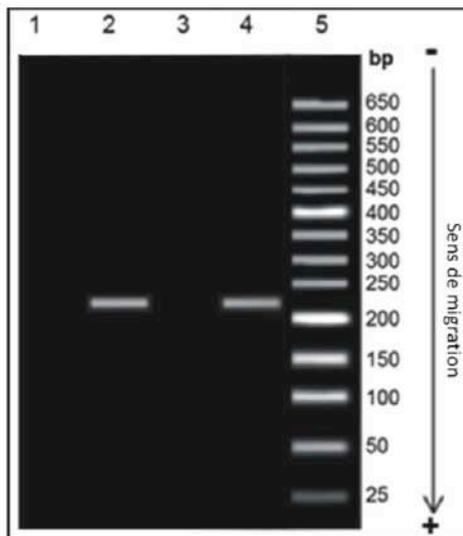
**DOCUMENT 6 : résultats de l'électrophorèse en gel d'agarose, après migration des produits de PCR.**

Puits 1 : témoin négatif  
Puits 2 : témoin positif  
Puits 3 : corail n°1  
Puits 4 : corail n°2

Composition du témoin négatif : l'échantillon de corail est remplacé par de l'eau (qualité « biologie moléculaire »)

Composition du témoin positif : l'échantillon de corail est remplacé par une solution d'ADN de *G. toxicus*

bp (*base pair*) : paire de bases



**DOCUMENT 7 : protocole de préparation du filtrat dilué de poisson.**

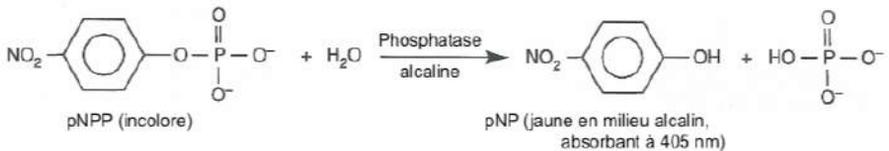
Une portion de 100 g de poisson est broyée dans 0,5 L d'eau physiologique. Le broyat est filtré pour éliminer les particules non dispersibles (fragments d'arêtes, d'écaillés...). Le volume du filtrat est ajusté à 1,0 L. Effectuer une dilution au 1/10 du filtrat obtenu.

**DOCUMENT 8 : dosage de la ciguatoxine par ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) sandwich dans le filtrat dilué de poisson - kit ELISA sandwich de LKS® (Linkseas Trading Company, Ltd.).**

▪ **Principe**

Le dosage par méthode immuno-enzymatique ELISA est une technique spécifique dans laquelle une molécule est détectée par son ligand couplé à une enzyme qui va transformer un substrat incolore en un produit coloré.

Données : pNPP (paraNitroPhénylPhosphate) et pNP (paraNitroPhénol)



▪ **Représentation schématique des réactifs utilisés lors du dosage ELISA sandwich**

Anticorps anti-CTX1B fixé	Ciguatoxine (CTX1B)	Anticorps anti-CTX1B couplé à la phosphatase alcaline (PAL)

▪ **Procédure opératoire**

1) Préparation de la plaque : fixation des anticorps de capture.

Dans chaque puits :

- ajouter 100  $\mu\text{L}$  d'un anticorps spécifique de CTX1. Incuber 12 h à 4 °C ;
- aspirer et faire 3 lavages avec le « tampon de lavage ».

2) Réalisation du dosage.

Dans chaque puits de la gamme :

- ajouter 100  $\mu\text{L}$  de chaque solution étalon de CTX1B (de  $500 \cdot 10^{-6}$  à  $7,8 \cdot 10^{-6}$   $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ).

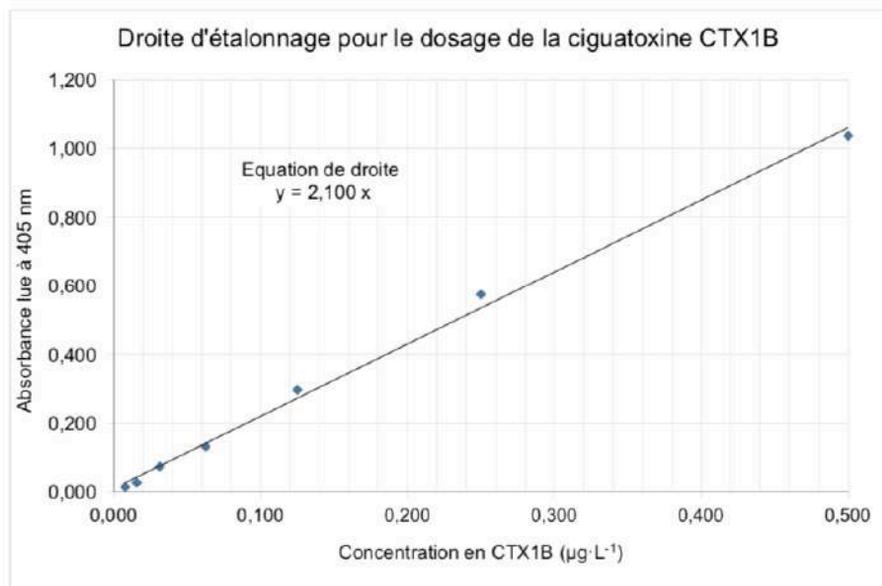
Dans le puits d'essai :

- ajouter 100  $\mu\text{L}$  de l'échantillon à tester (filtrat de poisson dilué au 1/10) ;
- incuber 1 h à 37 °C.

Dans chaque puits :

- aspirer et faire 3 lavages avec le « tampon de lavage » ;
- ajouter 100  $\mu\text{L}$  de l'anticorps spécifique de CTX1B couplé à la phosphatase alcaline ;
- incuber 1 h à 37 °C ;
- aspirer et faire 3 lavages avec le « tampon de lavage » ;
- ajouter 100  $\mu\text{L}$  de pNPP et incuber 30 minutes à 37 °C ;
- ajouter 100  $\mu\text{L}$  de réactif d'arrêt ;
- mesurer l'absorbance à 405 nm contre un blanc réactif.

### DOCUMENT 9 : résultat du dosage de la CTX1B par ELISA sandwich.



	Échantillon de filtrat de poisson dilué au 1/10
Absorbance lue à 405 nm	0,102

---

**CBSV - MÉTROPOLE - SEPTEMBRE 2018**

---

*Durée : 2 heures – Coefficient : 4  
L'usage de la calculatrice est autorisé  
Parties 1 et 2 indépendantes*

**Partie 1 : les insectes seront-ils les aliments de demain ? (8 points)**

Pour nourrir une population mondiale croissante évaluée à dix milliards d'humains à l'horizon 2050, la production alimentaire devra être augmentée et, selon la FAO<sup>2</sup>, la demande mondiale en animaux d'élevage devrait alors plus que doubler. L'entomophagie, ou consommation d'insectes, pourrait représenter une alternative à la consommation actuelle d'animaux d'élevage.

**L'objectif de cette première partie est de comparer les qualités nutritionnelles d'un insecte à celles de la viande de bœuf.**

**Les qualités nutritionnelles des insectes**

Les apports journaliers recommandés pour un homme sédentaire âgé de 30 ans et pesant 70 kg sont d'environ 2600 kcal par jour. Le tableau du **document A1** présente une comparaison d'analyses effectuées sur deux organismes : le ver de farine *Tenebrio molitor* et le bœuf.

- 1.1. Calculer la masse (en kg) de *Tenebrio molitor* que doit consommer un homme sédentaire pour subvenir à ses besoins énergétiques journaliers s'il ne consomme que cet aliment. Réaliser ensuite le même calcul pour une consommation exclusive de bœuf.

Le tableau du **document A2** présente les teneurs moyennes en certaines molécules essentielles des deux organismes étudiés ici. Il est précisé que ces molécules sont indispensables car l'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser.

- 1.2. En utilisant les réponses à la question précédente et les données du **document A**, indiquer si la consommation d'insectes peut être une alternative à la consommation de viande de bœuf.

---

<sup>2</sup> FAO : *Food and Agriculture Organization*, Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

## La digestion des protéines

Le **document B** représente un schéma de l'appareil digestif humain.

- 1.3. Reporter sur la copie les numéros 1 à 8 du **document B** et indiquer le nom des organes correspondant.

La digestion des protéines se fait de manière progressive dans le tube digestif par rupture des liaisons peptidiques au cours d'une réaction d'hydrolyse.

Le **document C** représente la structure d'un tripeptide.

- 1.4. Reproduire une liaison peptidique sur la copie et donner le nom exact de la fonction chimique correspondante.
- 1.5. Expliquer en quoi consiste une réaction d'hydrolyse.

Les molécules essentielles présentées dans le tableau du document A2 sont issues de l'hydrolyse complète des protéines dans le tube digestif.

Le **document D** présente une de ces molécules : la lysine.

- 1.6. Préciser à quelle famille chimique appartient cette molécule. Justifier la réponse.
- 1.7. Reproduire la molécule sur la copie. Indiquer par un astérisque (\*) le (ou les) carbone(s) asymétrique(s).
- 1.8. En fonction du pH du milieu, la lysine peut prendre quatre formes ioniques représentées dans le **document E** et appartenant à trois couples acide/base dont les pKa sont donnés dans ce même document.
- 1.9. Tracer le diagramme de prédominance de ces couples en fonction du pH et déterminer la forme prédominante de la lysine au niveau de l'intestin grêle (pH = 7,6).

## Document A : caractéristiques comparées de *Tenebrio molitor* et de la viande de bœuf

### Document A1 : résultats d'analyses d'un échantillon de *Tenebrio molitor* et de bœuf

	<i>Tenebrio molitor</i>	Bœuf
Protéines (en % massique de matière sèche)	49,1	55,0
Matières grasses (en % massique de matière sèche)	35,2	41,0
Energie métabolisable (kcal.kg <sup>-1</sup> )	2056	2820

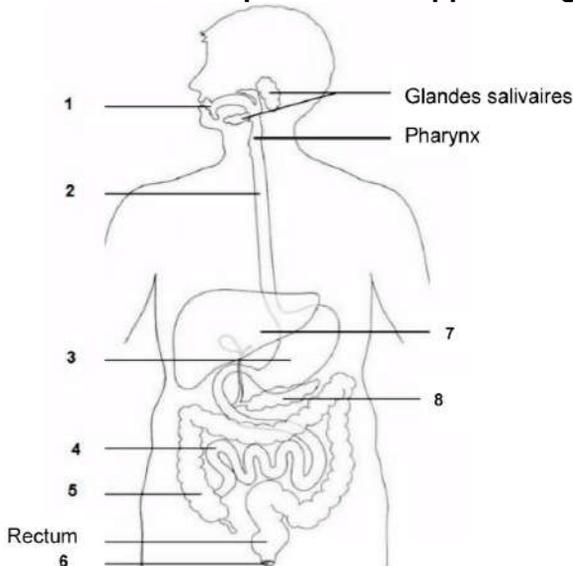
### Document A2 : teneurs moyennes en certaines molécules essentielles de *Tenebrio molitor* et du bœuf

(Teneurs exprimées en g.kg<sup>-1</sup> de matière sèche)

	<i>Tenebrio molitor</i>	Bœuf
Isoleucine	24,7	16
Leucine	52,2	42
Lysine	26,8	45
Méthionine	6,3	16
Phénylalanine	17,3	24
Thréonine	20,2	25
Tryptophane	3,9	0,2
Valine	28,9	20

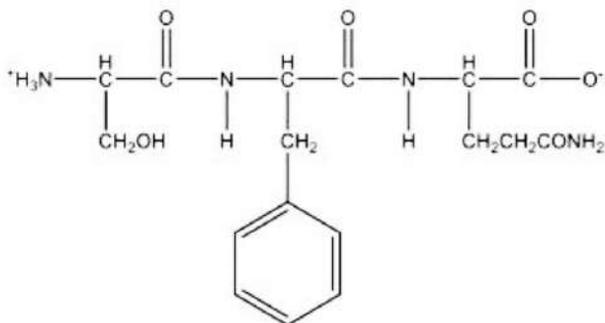
d'après *Insectes comestibles*, FAO

## Document B : schéma représentant l'appareil digestif humain

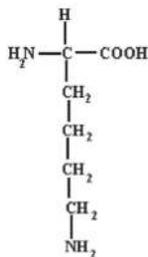


d'après site internet « La malle de svt »

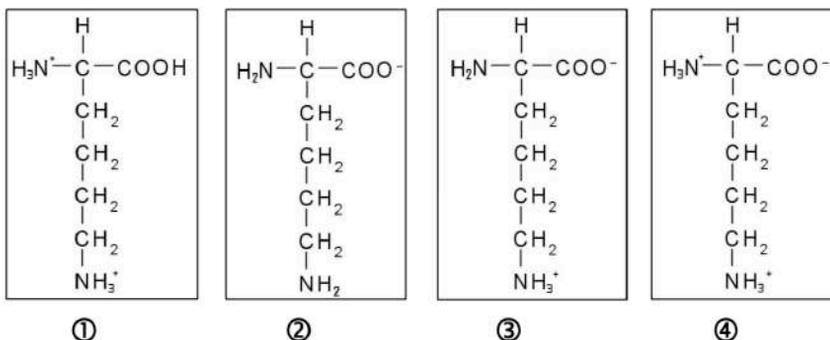
## Document C : formule semi-développée d'un tripeptide



## Document D : formule semi-développée de la lysine



## Document E : formes ioniques en solution aqueuse de la lysine



pKa des couples acide/base :

①/④  $pK_{a1} = 2,17$

④/③  $pK_{a2} = 9,04$

③/②  $pK_{a3} = 12,5$

## Partie 2 : les insectes peuvent être vecteurs de maladies (12 points)

Certains insectes peuvent véhiculer des agents infectieux et transmettre des maladies à l'être humain. La fièvre jaune est une maladie virale due au virus amaril, un arbovirus du genre *Flavivirus*. Le vecteur de cette maladie est un moustique appartenant notamment au genre *Aedes*, il transmet le virus par piqûre.

**L'objectif de cette deuxième partie est d'étudier les défenses mises en œuvre par l'organisme contre le virus de la fièvre jaune et les moyens de lutter contre le moustique, vecteur de cet agent pathogène.**

### Le virus responsable de la fièvre jaune

La maladie due au virus donne lieu à des symptômes évoquant une grippe : fièvre, céphalées<sup>3</sup> et myalgies<sup>4</sup>. Elle débute après une semaine d'incubation, durée nécessaire pour permettre plusieurs cycles viraux. Le cycle viral d'un *Flavivirus* est présenté sur le **document F**. Il peut être décomposé en six étapes principales.

- 2.1. Associer sur la copie une des légendes ci-dessous à chacune des étapes numérotées de 1 à 6 ainsi qu'aux structures du virion, nommées a et b.

Légendes proposées : assemblage des virions, décapsidation, capsidation, exocytose, endocytose, enveloppe, traduction, reconnaissance/adsorption.

On classe les virus en différentes familles en fonction de leur type de matériel génétique (ADN ou ARN).

- 2.2. À partir du **document F**, identifier la nature du matériel génétique de ce virus. Justifier la réponse.

### La réponse de l'organisme à l'infection virale

Le graphique du **document G** présente l'évolution des différents paramètres au cours de la maladie.

- 2.3. Décrire l'évolution de la quantité de virions dans le sang (virémie) après contamination.
- 2.4. Décrire l'évolution de la quantité d'anticorps neutralisants au cours de l'infection. Préciser le nom des cellules à l'origine de leur synthèse.

<sup>3</sup> Céphalée : toute douleur de tête, quelle que soit la cause (Source : dictionnaire Larousse)

<sup>4</sup> Myalgie : douleur musculaire (Source : dictionnaire Larousse)

2.5. Comparer ces deux paramètres et conclure sur la capacité des anticorps à réagir à la primo-infection.

Lors d'une primo-infection au virus amaril, la réponse cytotoxique, visant à détruire les cellules infectées par le virus, se met en place rapidement. Le **document H** présente le mode d'action d'une cellule réalisant une réponse cytotoxique.

2.6. Décrire les différentes étapes de la réponse cytotoxique.

### **La lutte contre le moustique *Aedes***

L'une des principales méthodes de lutte contre la fièvre jaune consiste à mettre en place dans les pays endémiques<sup>5</sup>, des campagnes de démoustication par utilisation d'insecticides organophosphorés.

Ces insecticides agissent au niveau des synapses dont le neurotransmetteur est l'acétylcholine. Cette action entraîne la mort des insectes.

2.7. À l'aide du **document I** et des connaissances sur le fonctionnement de la synapse, expliquer le mode d'action des insecticides organophosphorés agissant au niveau de la synapse.

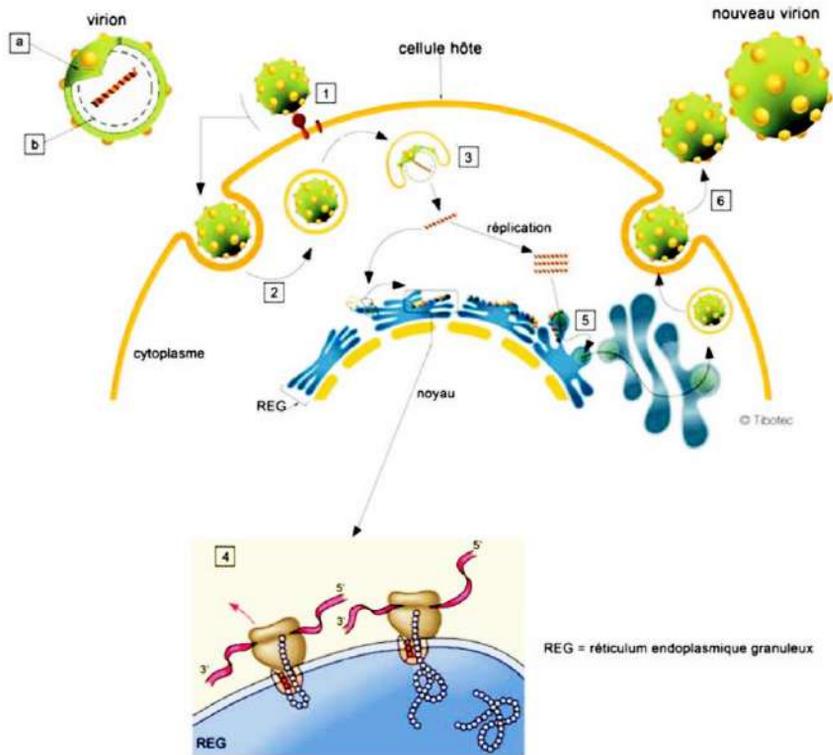
Avec le temps, l'efficacité de ces insecticides a beaucoup diminué dans certaines zones géographiques. Il faut parfois jusqu'à 1000 fois la dose standard pour que l'insecticide soit efficace. Pour comprendre le phénomène de résistance aux insecticides organophosphorés, une électrophorèse des cholinestérases de moustiques résistants et non résistants a été réalisée.

2.8. A l'aide du **document J** et de la réponse à la question 2.7, proposer une explication à la résistance des moustiques aux insecticides organophosphorés.

---

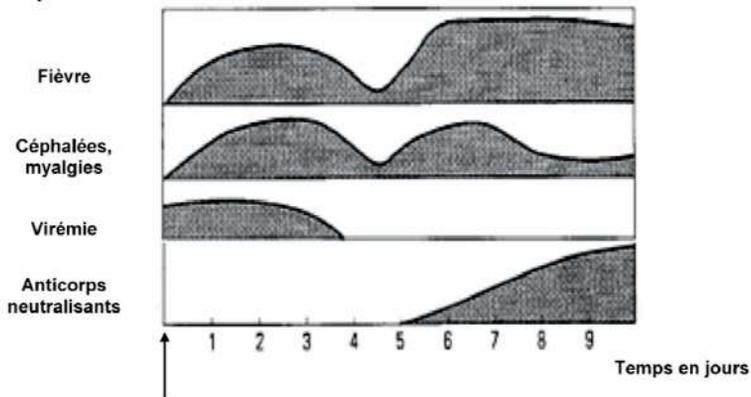
<sup>5</sup> Endémisme : présence d'une maladie infectieuse au sein d'une population ou d'une région. (Source : dictionnaire Larousse)

**Document F : schéma représentant le cycle de multiplication d'un *Flavivirus***



d'après Pearson Education

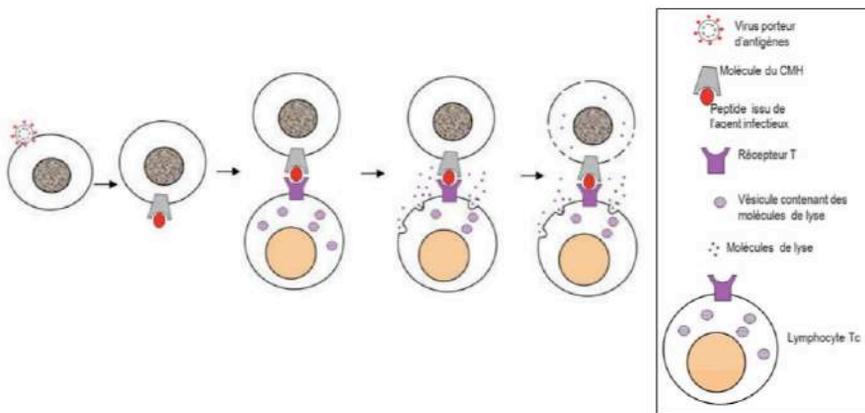
**Document G : graphique présentant l'évolution de différents paramètres chez un patient atteint de la fièvre jaune**



Origine des mesures : 7<sup>ème</sup> jour après la contamination

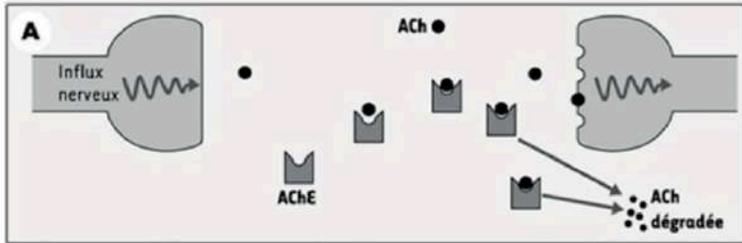
d'après World Health Organization

**Document H : schéma représentant l'effet cytotoxique de certains globules blancs sur des cellules infectées par des virus**

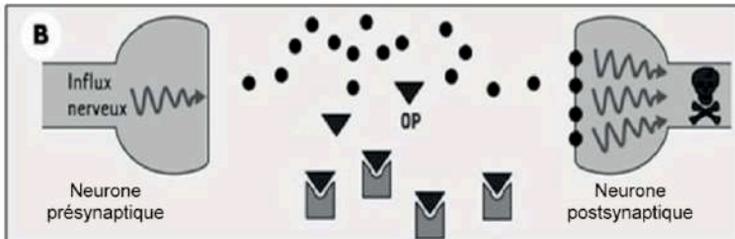


d'après le site de SVT de l'académie de Dijon

**Document I : schéma représentant une synapse à acétylcholine en absence et en présence d'insecticides organophosphorés**



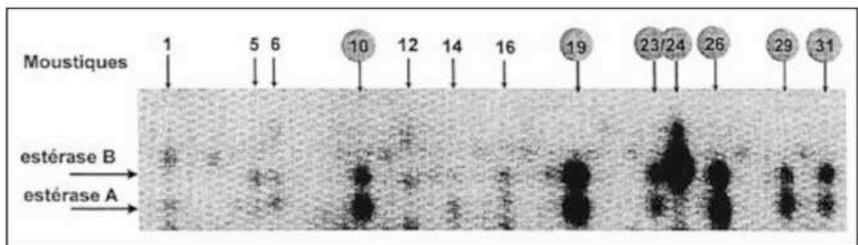
A : cas d'un moustique sans insecticide  
(AChE = acétylcholinestérase ; ACh = acétylcholine)



B : cas d'un moustique en présence d'insecticides organophosphorés (OP)

d'après *Médecine-Science*, décembre 2003

**Document J : électrophorégramme obtenu après électrophorèse d'une même quantité d'estérases chez différents moustiques**



d'après *l'académie de Grenoble - SVT*

Données :

- Les estérases A et B représentent deux acétylcholinestérases différentes présentes chez les moustiques.
- Les moustiques 10, 19, 23, 24, 26, 29 et 31 sont résistants aux insecticides.

*Remarque :* la taille des tâches est proportionnelle à la quantité d'enzyme produite par le moustique.

---

**CBSV - MÉTROPOLE - SEPTEMBRE 2019 (corrigé p.219)**

---

*Durée : 2 heures – Coefficient : 4  
L'usage de la calculatrice est autorisé  
Parties 1 et 2 indépendantes*

**La drépanocytose**

La drépanocytose est la maladie génétique la plus répandue dans le monde elle atteint plus de cinq millions de personnes et affecte l'hémoglobine, protéine responsable du transport du dioxygène dans l'organisme.

**Partie 1 : l'hémoglobine A (8 points)**

L'hémoglobine A (HbA), fonctionnelle, est constituée par l'association de quatre sous-unités protéiques deux sous-unités alpha ( $\alpha$ ) et deux sous-unités bêta ( $\beta$ ). Une structure non protéique, appelée hème et contenant un ion  $\text{Fe}^{2+}$ , est associée à chaque chaîne polypeptidique  $\alpha$  ou  $\beta$ .

**L'objectif de cette partie est d'étudier la structure moléculaire de l'hémoglobine A.**

Le **document A** présente la structure tridimensionnelle de l'hémoglobine A.

- 1.1. Nommer la structure secondaire identifiable sur le document A.
- 1.2. Citer deux types d'interactions stabilisant ces structures secondaires.
- 1.3. Argumenter l'affirmation « l'hémoglobine présente une structure quaternaire ».

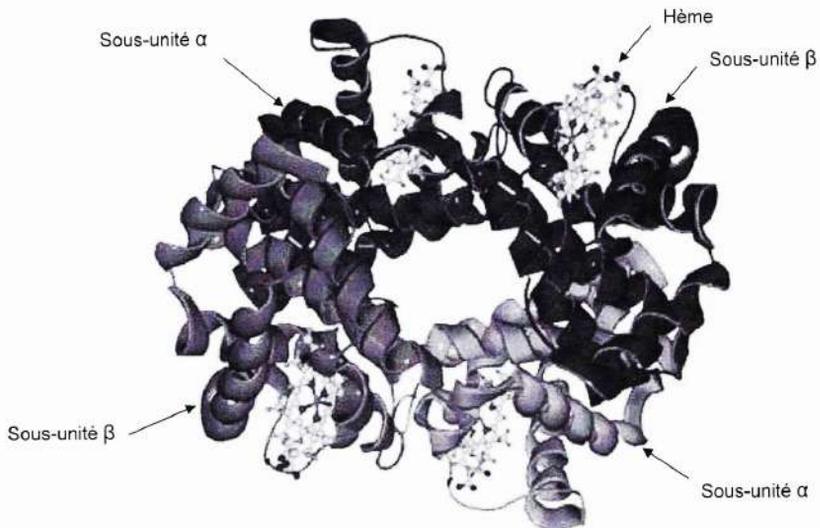
Le **document B** présente la formule d'un acide aminé, l'acide glutamique, présent au sein des chaînes polypeptidiques de l'hémoglobine A.

- 1.4. Recopier la formule de l'acide glutamique sur la copie. Repérer et nommer les fonctions caractéristiques d'un acide aminé.
- 1.5. Parmi les atomes de carbone numérotés de 1 à 5, indiquer le(s) numéro(s) du (des) atome(s) de carbone asymétrique(s).
- 1.6. Donner le nom de la représentation de l'acide glutamique du **document B**. Préciser la signification du symbole ▲ (triangle plein).
- 1.7. La représentation donnée dans le **document B** correspond au L-acide glutamique. Écrire une représentation du D-acide glutamique.

1.8. Parmi les 4 affirmations ci-dessous, recopier celle qui est exacte.

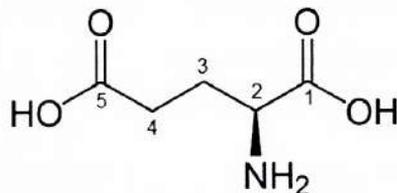
Proposition A	L'acide glutamique est une molécule apolaire avec des groupes hydrophiles.
Proposition B	L'acide glutamique est une molécule apolaire avec des groupes hydrophobes.
Proposition C	L'acide glutamique est une molécule polaire avec des groupes hydrophiles.
Proposition D	L'acide glutamique est une molécule polaire avec des groupes hydrophobes.

**Document A : représentation de la structure tridimensionnelle de l'hémoglobine A**



Source : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heme2.jpg>

**Document B : formule semi-développée de l'acide glutamique**



Source : [http://www.wikiwand.com/fr/Acide\\_glutamique](http://www.wikiwand.com/fr/Acide_glutamique)

## **Partie 2 origine, transmission et diagnostic de la drépanocytose (12 points)**

Un individu atteint de drépanocytose est sujet à des maux de tête, des vertiges, des nausées et des essoufflements lorsque la concentration en dioxygène diminue, par exemple en altitude ou lors d'une activité physique intense. On constate chez ces individus la présence d'une hémoglobine anormale nommée HbS au lieu de l'hémoglobine de référence HbA.

Quand la concentration en dioxygène du sang est réduite (hypoxie), les globules rouges contenant de l'HbS prennent la forme de faucille (ou croissant de lune). Ils perdent alors leur capacité à se déformer pour circuler dans les capillaires sanguins, entraînant un risque d'obstruction de ces derniers.

La drépanocytose est une maladie héréditaire liée à une mutation du gène codant pour la chaîne  $\beta$  de l'hémoglobine.

**L'objectif de cette partie est d'étudier l'origine moléculaire, le mode de transmission et une méthode de diagnostic de la drépanocytose.**

### **Origine moléculaire**

La drépanocytose est due à la présence de l'allèle muté appelé  $\beta^s$ . L'expression de cet allèle conduit à la production d'une sous-unité  $\beta$  à l'origine de la formation d'une hémoglobine modifiée, notée HbS. L'abréviation S vient de l'anglais « sickle » qui signifie faucille.

Le **document C** présente les séquences nucléotidiques des brins transcrits correspondant à l'allèle  $\beta$  normal et à l'allèle  $\beta^s$  muté.

À l'aide du **document C** et des **documents de référence** :

- 2.1. Décrire la (les) différence(s) constatée(s) entre les séquences nucléotidiques et conclure sur le type de mutation.
- 2.2. Pour chaque portion de l'allèle  $\beta$ , établir la séquence de l'ARNm obtenu par transcription et en déduire la séquence correspondante d'acides aminés.
- 2.3. Comparer les séquences d'acides aminés.
- 2.4. Proposer une conséquence possible de la mutation de l'allèle sur la structure de hémoglobine HbS.

Le **document D1** présente des schémas de molécules d'hémoglobine ainsi que des micrographies d'hématies chez un individu non atteint et chez un individu atteint de drépanocytose.

Le **document D2** présente la structure de deux acides aminés.

2.5. À l'aide des **documents D1 et D2** et après avoir identifié la propriété de la valine mise en jeu, proposer deux éléments d'explication au phénomène de polymérisation des molécules d'hémoglobine HbS en situation d'hypoxie.

2.6. Formuler une hypothèse quant au lien possible entre la formation des polymères par association des molécules d'HbS en situation d'hypoxie et la forme de faucille des hématies chez les individus atteints.

2.7. En déduire une conséquence possible sur la distribution du dioxygène aux cellules de l'organisme.

### **Mode de transmission de la drépanocytose**

Le **document E** présente l'arbre généalogique d'une famille touchée par la drépanocytose. L'allèle de référence pour ce gène sera noté A il conduit à la production de la chaîne  $\beta$  constituant l'hémoglobine HbA.

L'allèle muté à l'origine de la drépanocytose sera noté s : il conduit à la production d'une chaîne  $\beta^s$  constituant l'hémoglobine HbS.

2.8. L'allèle s est récessif et autosomique. Argumenter cette affirmation.

2.9. Indiquer, en les justifiant, les génotypes de chaque individu I1.1, I1.2 et I1.4.

2.10. Etablir un tableau de croisement afin de déterminer la probabilité que l'individu III.4 ne soit pas atteint de drépanocytose.

### **Diagnostic de la drépanocytose**

Après la naissance de l'individu III.4, une électrophorèse est réalisée afin d'établir un diagnostic de drépanocytose.

Le **document F** présente les résultats de cette électrophorèse.

2.11. Conclure, en justifiant, sur le phénotype de l'individu.

### **Synthèse**

2.12. À l'aide de l'ensemble des données, rédiger une synthèse présentant les origines génétiques et moléculaires ainsi que les conséquences possibles de la drépanocytose sur l'organisme.

**Document C : séquences nucléotidiques des brins transcrits correspondant à l'allèle  $\beta$  normal et à l'allèle  $\beta^s$  muté**

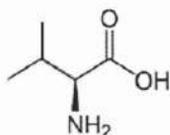
n° des nucléotides	1	15	30
Portion de l'allèle $\beta$ normal	3'	TAC CAC GTA GAC TGA GGA CTC CTC TTC AGA...	5'
Portion de l'allèle $\beta^s$ muté	3'	TAC CAC GTA GAC TGA GGA CAC CTC TTC AGA...	5'

**Document D1 : représentation schématique des hémoglobines chez un individu non atteint et chez un individu atteint de drépanocytose**

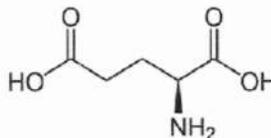
	Individu [non atteint]	Individu [atteint]
Représentation schématique de l'hémoglobine	<p>Acide glutamique</p> <p>Région hydrophobe</p>	<p>Valine</p> <p>Région hydrophobe</p>
Représentation schématique de l'état des molécules d'hémoglobine dans une hématie en situation d'hypoxie	<p>Hémoglobines HbA libres</p>	<p>Hémoglobines HbS associées par polymérisation</p>
Aspect microscopique des hématies <i>Source : <a href="https://www.flickr.com/">https://www.flickr.com/</a></i>	<p>10 µm</p>	<p>10 µm</p>

**Document D2 : représentation des molécules de valine et d'acide glutamique**

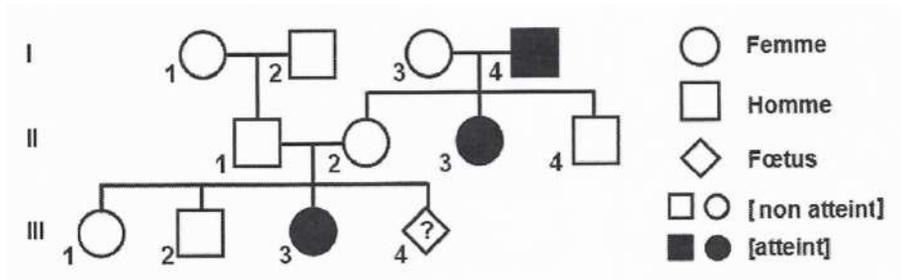
Valine



Acide glutamique



### Document E : arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints de drépanocytose

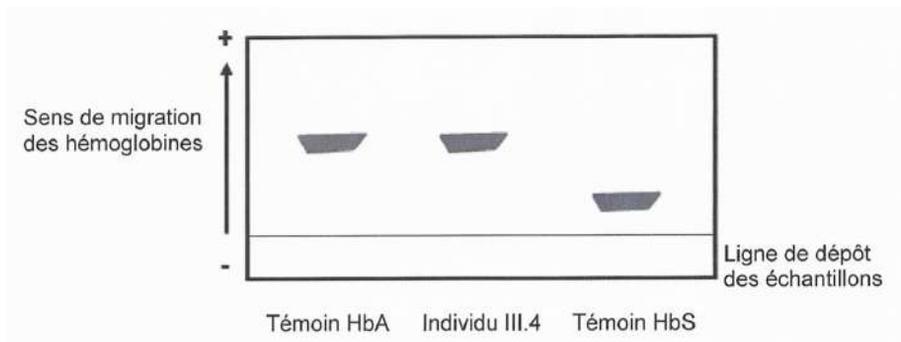


### Document F : diagnostic de la drépanocytose par électrophorèse

L'électrophorèse est une technique de séparation des protéines en fonction de leur masse moléculaire sous l'effet d'un champ électrique.

Une électrophorèse de l'hémoglobine contenue dans les hématies permet de connaître la(les) forme(s) de l'hémoglobine exprimée(s) par le patient.

Deux phénotypes se distinguent : un phénotype [non atteint] chez les individus produisant l'hémoglobine HbA et un phénotype [atteint] chez les individus ne produisant que l'hémoglobine HbS.



## Documents de référence

## Les différents types de mutation et leur conséquence

Type de mutation	Conséquence dans la séquence nucléotidique
Insertion	Ajout d'un nucléotide
Délétion	Suppression d'un nucléotide
Substitution	Remplacement d'un nucléotide

## Tableau du code génétique

		DEUXIÈME NUCLEOTIDE					
		U	C	A	G		
PREMIER NUCLEOTIDE	U	UUU Phé	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U	TROISIEME NUCLEOTIDE
		UUC Phé	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C	
		UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A	
		UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G	
	C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U	
		CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C	
		CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A	
		CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G	
	A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U	
		AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C	
		AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A	
		AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G	
	G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U	
		GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C	
		GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A	
		GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G	

**BIOTECHNOLOGIE - MÉTROPOLE - SEPTEMBRE 2019 (corrigé p.222)**

*Durée : 2 heures – Coefficient de la sous-épreuve : 4  
L'usage de la calculatrice est autorisé*

**ÉTUDE D'UN PROTOCOLE PERMETTANT DE RÉÉQUILIBRER LE  
MICROBIOTE INTESTINAL**

Le microbiote intestinal désigne l'ensemble des bactéries, virus ou champignons commensaux qui peuplent l'intestin. De nombreuses études récentes ont montré qu'il joue entre autres, un rôle dans les fonctions digestives, métaboliques, immunitaires et neurologiques.

Il a été récemment constaté qu'un nombre important de patients atteints d'autisme présente un déséquilibre du microbiote intestinal. Ces patients présentent un excès d'entérobactéries ayant des effets pro-inflammatoires et un déficit en bactéries de type bifidobactéries à effet anti-inflammatoire. Ce déséquilibre est souvent associé à des troubles digestifs et des douleurs abdominales.

Un laboratoire de recherche médicale veut mettre au point un protocole thérapeutique personnalisé permettant de lutter contre cette altération du microbiote intestinal. La stratégie consiste à limiter la population en entérobactéries par antibiothérapie ciblée, puis à favoriser le développement des *Bifidobacterium* commensaux.

L'inuline, un polymère de fructose issu de la racine de chicorée, est utilisée pour cette seconde phase. Elle n'est pas assimilable par l'organisme humain, ni par les entérobactéries intestinales. En revanche, elle favorise le développement de bactéries commensales comme les bifidobactéries : c'est donc un prébiotique.

Dans le cadre de la mise au point de cette stratégie thérapeutique, le laboratoire veut vérifier *in vitro* l'efficacité du traitement sur les bactéries intestinales d'un patient volontaire.

Pour cela le laboratoire doit :

- cultiver sélectivement les entérobactéries et les *Bifidobacterium* à partir de selles du patient ;
- choisir un antibiotique permettant de réduire la population en entérobactéries mais pas celle des *Bifidobacterium* ;
- contrôler la masse d'inuline dans le prébiotique commercial utilisé ;
- vérifier l'effet de l'inuline sur la croissance des *Bifidobacterium* intestinaux du patient.

## **1. RECHERCHE DE LA SENSIBILITÉ AUX ANTIBIOTIQUES DES ENTÉROBACTÉRIES INTESTINALES DU PATIENT**

### **1.1. Cultures sélectives des entérobactéries et des *Bifidobacterium* des selles du patient**

Le milieu adapté à la culture des *Bifidobacterium* est présenté dans le **document 1**. Leurs paramètres cultureux sont indiqués dans le **document 2**.

**Q1.** Analyser les résultats de culture des *Bifidobacterium* et en déduire les conditions optimales de culture. Montrer leur cohérence avec les caractères physiologiques de la bactérie.

Le **document 3** présente le protocole de culture sélective des entérobactéries à partir des selles du patient.

**Q2.** Proposer une adaptation de ce protocole à la culture sélective des *Bifidobacterium* à partir de selles, en précisant le bouillon sélectif utilisé, la gélose d'isolement et les conditions de culture.

### **1.2. Choix d'un antibiotique efficace sur les entérobactéries et toléré par *Bifidobacterium***

Le laboratoire teste l'efficacité de plusieurs antibiotiques sur les cultures d'entérobactéries obtenues à partir des selles du patient. Le **document 4** présente la lecture de l'antibiogramme réalisé ainsi que les valeurs de référence préalablement obtenues pour les antibiotiques testés.

**Q3.** Interpréter les résultats obtenus et conclure sur la sensibilité des entérobactéries aux antibiotiques utilisés.

Plus de 50 % des *Bifidobacterium* sont sensibles aux antibiotiques de la famille des pénicillines comme l'amoxicilline et résistants à la kanamycine et à la gentamycine.

**Q4.** Argumenter le choix de l'antibiotique utilisable a priori dans le cadre de cette nouvelle thérapie.

**Q5.** Expliquer alors la nécessité de tester l'antibiotique choisi sur les *Bifidobacterium* intestinaux du patient.

---

## 2. RECHERCHE DE L'EFFET DE L'INULINE SUR LES BIFIDOBACTÉRIES INTESTINALES DU PATIENT

### 2.1. Production du prébiotique « inuline »

Le prébiotique à base d'inuline a été préalablement développé dans le cadre du traitement de certaines maladies chroniques de l'intestin. Un industriel produit et commercialise ce prébiotique. Le mode de purification de l'inuline est décrit dans le **document 5**.

**Q6.** Présenter dans un logigramme les principales étapes de la purification de l'inuline aboutissant à la fraction contenant l'inuline purifiée.

L'industriel commercialise des sachets contenant environ 5 g d'inuline après lyophilisation. Le laboratoire de recherche médicale veut tester l'effet de l'inuline sur les bactéries intestinales isolées du patient. Il réalise donc un contrôle de la composition sur un des sachets pour s'assurer qu'ils peuvent être utilisés dans ce protocole. Le principe du dosage de l'inuline est décrit dans le **document 6**.

**Q7.** Argumenter le choix de la longueur d'onde de mesure adaptée au dosage de l'inuline et identifier la molécule détectée par spectrophotométrie au cours du dosage.

**Q8.** Expliquer alors pourquoi l'absorbance attendue en présence d'inuline est plus faible que l'absorbance attendue en absence d'inuline.

**Q9.** Établir l'équation aux unités, l'équation aux valeurs numériques et calculer la masse d'inuline dans le sachet testé

**Q10.** Conclure sur la possibilité d'utiliser un sachet d'inuline pour la culture envisagée dans le protocole expérimental.

Données : Le protocole expérimental de culture en présence d'inuline requiert une masse de  $(5,0 \pm 0,2)$  grammes pour la culture en fermenteur.

## 2.2. Influence de l'inuline sur la croissance de *Bifidobacterium*

Le laboratoire veut vérifier l'effet de l'inuline sur la vitesse de croissance des bactéries intestinales du patient.

Expérimentalement, l'inuline n'a pas montré d'effet sur la croissance des entérobactéries isolées des selles du patient.

Les résultats obtenus lors de l'étude de la croissance de *Bifidobacterium* en absence et en présence d'inuline sont présentés dans le **document 7**.

**Q11.** Préciser les temps de début et de fin de la phase de croissance exponentielle dans chaque condition de culture étudiée.

**Q12.** Déterminer les vitesses spécifiques de croissance en phase exponentielle nommées  $\mu_{expo}$  de la souche *Bifidobacterium* cultivées avec et sans inuline. Présenter la démarche suivie.

**Q13.** En déduire l'effet de l'inuline sur la vitesse de croissance de *Bifidobacterium* et montrer l'intérêt de son utilisation.

### SYNTHÈSE

**Q14.** À partir de l'ensemble des résultats obtenus *in vitro*, déduire un traitement possible qui permettrait de rétablir l'équilibre du microbiote intestinal du patient étudié.

**Q15.** Proposer une méthode pour vérifier l'efficacité réelle (*in vivo*) d'un tel traitement sur le microbiote intestinal de ce patient.

## Document 1 : composition qualitative du TPU (Tryptone phytone yeast extract)

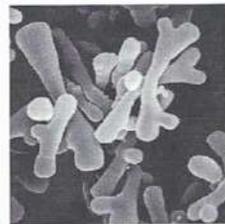
Hydrolysate de caséine	Base nutritive du milieu TPY
Phytone (peptone de soja)	
L-cystéine	
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	
Chlorure de magnésium	
Sulfate de zinc	
Chlorure de calcium	
Chlorure ferrique	
Éléments pouvant être ajoutés à la base nutritive du milieu TPY	
Agar	Agent gélifiant
Extrait de levure	Supplément nutritif
Glucose	Supplément nutritif
Acide propionique	Agent sélectif permettant la croissance de <i>Bifidobacterium</i>

## Document 2 : culture du genre *Bifidobacterium*

### Caractères physiologiques de *Bifidobacterium*

*Bifidobacterium* est un genre bactérien de bacilles à Gram + exigeants. Son métabolisme énergétique, favorisé par des conditions anaérobies, repose sur une fermentation hétérolactique du glucose.

*Bifidobacterium* cultive en 72 heures à 40°C.



Observation de *Bifidobacterium* au microscope électronique à balayage  
Source : [www.celiac.com](http://www.celiac.com)  
Photo CC-AJC1

### Résultats de culture des *Bifidobacterium* dans différentes conditions

Composition	Base TPY + Extrait de levure + Glucose		Base TPY + Extrait de levure	Base TPY + Glucose
	Aérobie	Anaérobie	Anaérobie	Anaérobie
Culture	-	++	-	-

### Document 3 : protocole de culture sélective des entérobactéries à partir des selles du patient

- Réaliser, à partir des selles, une culture en bouillon sélectif des entérobactéries pendant 24 heures à 37°C en aérobiose.
- Réaliser un isolement des bactéries sélectionnées sur une gélose adaptée à la croissance des entérobactéries (par exemple : la gélose BCP)
- Vérifier l'appartenance des bactéries à la famille des entérobactéries en réalisant une coloration de Gram et un test respiratoire.

### Document 4 : résultat de l'antibiogramme réalisé sur les entérobactéries isolées à partir des selles du patient.

Nom de l'antibiotique	Sigle	Diamètre de référence (mm)		Diamètre de la zone d'inhibition mesuré sur la gélose (mm)
		dcci	dccs	d <sub>mesuré</sub>
Amoxicilline	AMX	22	17	23
Gentamycine	GM	16	14	13
Kanamycine	K	17	15	25
Pénicilline G	P	29	8	5

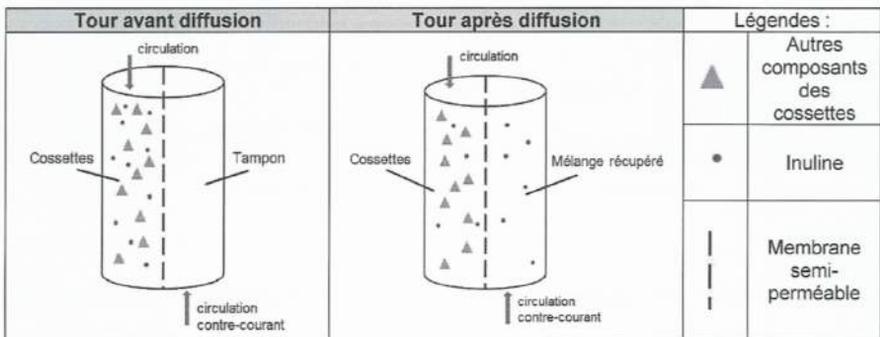
CCI : concentration critique inférieure fournie par la Société Française de Microbiologique (SFM)

CCS : concentration critique supérieure fournie par la SFM

## Document 5 : mode opératoire de la purification de l'inuline

- Après récolte et lavage, les racines de chicorée sont râpées afin d'obtenir de fragments appelés « cossettes ».
- Les cossettes sont placées dans une tour de diffusion à contre-courant comprenant une membrane semi-perméable : l'inuline, ainsi que d'autres molécules organiques et des minéraux, traverse la membrane par diffusion et le mélange est récupéré.
- Une modification du pH fait précipiter les autres molécules organiques ayant diffusé.
- Le mélange est filtré pour éliminer le précipité.
- Le filtrat passe sur colonne échangeuse d'ions pour éliminer les minéraux présents. La fraction obtenue contient l'inuline.

### Représentation schématique de la diffusion à contre-courant



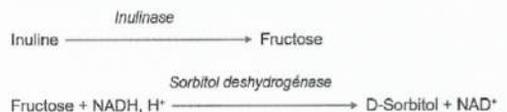
## Document 6 : dosage spectrophotométrique de l'inuline par la méthode à l'INULASE®.

### • Principe du dosage

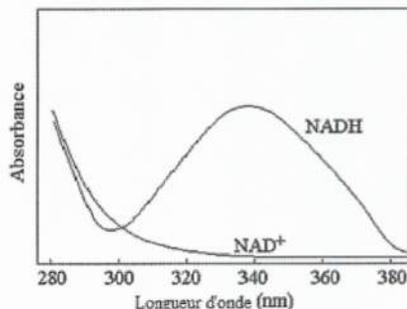
L'inuline est dosée en utilisant un réactif appelé INULASE® qui contient des enzymes (inulase, sorbitol déshydrogénase) et leurs cofacteurs (ex : NADH)

La quantité de NADH consommée est proportionnelle à la quantité d'inuline présente au départ dans le dosage.

Les réactions sont les suivantes :



## • Spectres d'absorption du NADH et du NAD<sup>+</sup>



## • Réactifs et échantillons

- **Solution étalon d'inuline** notée « SE inuline » à  $2,0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
- **Réactif INULASE®**
- **Prébiotique** : préparation d'une solution A de volume  $V_{\text{solution A total}} = 500 \text{ mL}$ 
  - Un sachet à tester
  - 500 mL d'eau distillée

## • Mode opératoire

	Blanc réactif	Témoin	Étalon	Prébiotique
$V_{\text{eau distillée}} (\mu\text{L})$	1000	150	-	-
$V_{\text{SE inuline}} (\mu\text{L})$	-	-	150	-
$V_{\text{solution A introduit}} (\mu\text{L})$	-	-	-	150
$V_{\text{réactif INULINASE®}} (\text{mL})$	-	1	1	1

Incuber pendant 30 min environ à  $20^\circ\text{C}$ .

Mesurer les absorbances à 340 nm contre le blanc réactif. Le dosage est considéré comme proportionnel pour des valeurs d'absorbance jusqu'à 1,1.

## • Indications de mesure obtenue pour le sachet testé

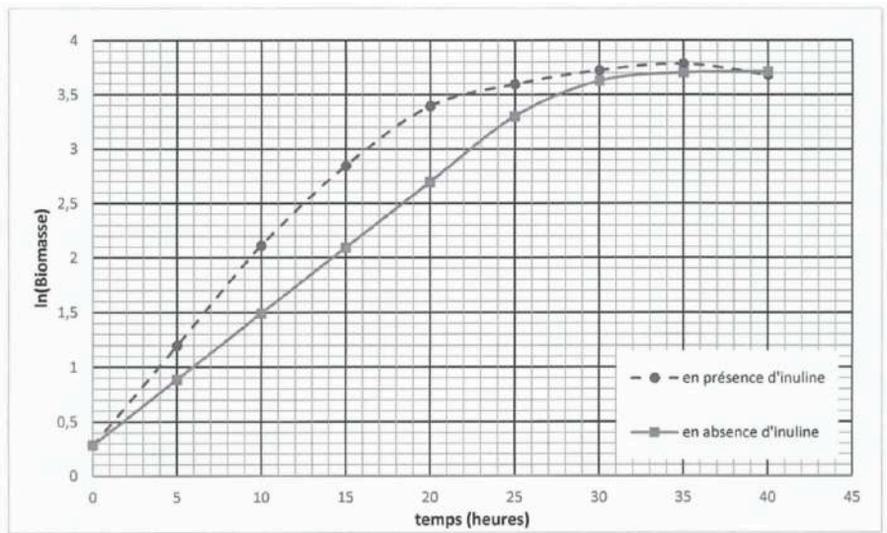
	Témoin	Étalon	Prébiotique
$A_{340 \text{ nm}}$	0,903	0,757	0,180

## • Équations aux grandeurs utiles

$$\Delta A_{\text{échantillon}} = A_{\text{témoin}} - A_{\text{échantillon}} \qquad \Delta A_{\text{étalon}} = A_{\text{témoin}} - A_{\text{étalon}}$$

$$m_{(\text{inuline}; \text{sachet})} = \frac{\Delta A_{\text{échantillon}}}{\Delta A_{\text{étalon}}} \times \rho_{(\text{inuline}; \text{étalon})} \times V_{\text{solution A total}}$$

**Document 7 : courbe de croissance des *Bifidobacterium* en bouillon TPY, en présence et en absence d'inuline**



---

## ÉVALUATION DES COMPETENCES EXPERIMENTALES – BIOTECHNOLOGIES - SUJET 1

---

*Durée : 3 heures – Coefficient de l'épreuve : 6  
L'usage de la calculatrice est autorisé*

### SUJET

**À rendre avec la copie en fin d'épreuve**

#### DES TOURTEAUX DE SOJA A LA MELAMINE

Lors de la fabrication d'huile de graines (soja, lin, noix, etc.), les graines sont broyées puis pressées afin d'en extraire l'huile. Le résidu solide qui demeure suite à cette extraction est appelé « tourteau ». Ce résidu, très riche en protéines, est destiné à l'alimentation animale. En effet, il contient entre 30 et 50 % de protéines.

La mélamine est une molécule aminée retrouvée dans les résines utilisées pour la fabrication de gobelets, de téléphones, etc... Elle réagit de la même manière que les protéines avec le réactif du biuret.

Certains industriels ont introduit de la mélamine dans des aliments destinés à la consommation animale ou humaine pour accroître artificiellement le taux de protéines, diminuer la quantité de tourteau utilisée et ainsi réduire le coût de production. Cette utilisation frauduleuse a provoqué le décès de certains consommateurs.

Des analyses régulières doivent donc être effectuées sur le tourteau de soja pour vérifier l'absence de mélamine.

Deux analyses sont réalisées sur un lot de tourteau suspect noté « L » :

- un **dosage des protéines** du tourteau par la méthode du biuret ;
- une recherche de mélamine par la **méthode de précipitation par immunodiffusion double** dite d'Ouchterlony.

---

**REFLEXION PRELIMINAIRE**

---

**1. DOSAGE DES PROTEINES DU LOT DE TOURTEAU « L »**

**Q1.** Une solution « L1 » a été préparée comme indiqué dans le **document 1**. Proposer une procédure opératoire pour la réalisation de la dilution de cette solution « L1 » permettant d'obtenir 10 mL de solution « L2 » : préciser les volumes, le matériel utilisé et la nature du solvant.

→ **Faire valider par l'examineur.**

La procédure opératoire du dosage colorimétrique des protéines de l'échantillon est donnée dans la **fiche technique 1**.

**Q2.** Etablir l'équation aux grandeurs du volume de solution étalon de protéines à introduire dans la cuve n°3 pour obtenir 3 mg de protéines.

**Q3.** Déterminer la longueur d'onde utilisée pour ce dosage. Expliquer ce choix à l'aide du **document 2**.

→ **Faire valider par l'examineur.**

**Q4.** A partir de la **fiche technique 1**, rechercher un danger éventuel, sa nature, puis une situation exposant au danger liée à la réalisation de ce dosage. Proposer, si nécessaire la (les) mesure(s) de prévention adaptée(s) au risque encouru.

**2. RECHERCHE DE LA PRESENCE DE MELAMINE DANS LE LOT « L »**

La procédure opératoire permettant la mise en évidence de mélamine par la méthode immunologique dite d'Ouchterlony est donnée dans la **fiche technique 2**.

**Q5.** Indiquer les résultats théoriquement attendus:

- entre les puits 2 et 4 ;
- entre les puits 3 et 4.

→ **Faire valider par l'examineur.**

**Q6.** Préciser le rôle et expliquer l'intérêt :

- du puits 2 ;
- du puits 3.

**REALISATION PRATIQUE****1. DOSAGE DES PROTEINES DU LOT DE TOURTEAU « L »**

**T1.** Préparer l'échantillon « L2 » à partir de la solution « L1 » selon la procédure opératoire validée à la question Q1.

**T2.** Réaliser le dosage des protéines de l'échantillon « L2 ».

**T3.** A l'aide de l'outil informatique, établir la droite d'étalonnage  $A_{\lambda, nm} = f(m_{\text{protéines}})$ , annoter les axes, faire apparaître sur le tableur l'équation de la droite retenue puis la reporter sur la copie.

→ **Avant d'enregistrer le fichier, faire valider par l'examineur.**

**2. RECHERCHE DE LA PRESENCE DE MELAMINE DANS LE LOT « L »**

**T4.** Effectuer la recherche de mélamine dans l'échantillon « L1 ».

**PRESENTATION ET EXPLOITATION DES RESULTATS****1. DOSAGE DES PROTEINES DU LOT DE TOURTEAU « L »**

**Q7.** En lien avec la **T3**, calculer la masse de protéines en mg présente dans chacun des deux essais.

**Q8.** Déterminer la concentration massique en protéines de chaque essai notée  $\rho_{(\text{protéines ; essai})}$  en  $\text{g.L}^{-1}$  : établir l'équation aux grandeurs, l'équation aux unités et les équations aux valeurs numériques puis réaliser les calculs.

**Q9.** Vérifier la compatibilité métrologique des valeurs obtenues.

**Q10.** A partir de l'équation aux grandeurs donnée dans le **document 1**, écrire l'équation aux unités et l'équation aux valeurs numériques permettant de déterminer la teneur en protéines en % du lot « L ». Calculer sa valeur puis l'exprimer conformément aux règles de métrologie.

**2. RECHERCHE DE LA PRESENCE DE MELAMINE DANS LE LOT « L »**

Une boîte est fournie au candidat après incubation.

**Q11.** Représenter les résultats observés sous forme d'un schéma approprié.

**Q12.** Comparer les résultats entre les puits 2 et 4 et entre les puits 3 et 4 avec ceux attendus (question **Q5**). Procéder à la validation de la manipulation.

**Q13.** Interpréter et conclure pour l'échantillon de tourteau « L ».

**CONCLUSION GENERALE**

**Q14.** D'après l'ensemble des analyses, conclure sur la conformité du lot de tourteau de soja analysé.

---

# DOSSIER TECHNIQUE

## À rendre avec la copie en fin d'épreuve

<b>DES TOURTEAUX DE SOJA A LA MELAMINE</b>
--

### FICHES TECHNIQUES

- **Fiche technique 1** : Dosage des protéines par la méthode du biuret
- **Fiche technique 2** : Recherche de la mélamine par la méthode d'Ouchterlony :  
précipitation par immuno-diffusion double

### DOCUMENTS

- **Document 1** : Préparation des échantillons de tourteau
- **Document 2** : Spectre d'absorption du complexe coloré obtenu dans la réaction du biuret

### DOCUMENT FOURNI PAR LE CENTRE

- **Aide-mémoire** de métrologie

## Fiche technique 1

## Dosage des protéines par la méthode du biuret

**1. Principe**

En milieu alcalin, les protéines qui possèdent au moins 4 liaisons peptidiques forment avec les ions cuivre II ( $\text{Cu}^{2+}$ ) un complexe bleu-violet dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration en protéines (la concentration massique doit être inférieure ou égale à  $10 \text{ g.L}^{-1}$ ).

Le réactif de coloration utilisé est le réactif de Gornall, composé de :

- sulfate de cuivre, qui donne la coloration bleue du réactif due aux ions  $\text{Cu}^{2+}$  ;
- solution d'hydroxyde de sodium, qui rend le milieu alcalin ;
- tartrate double de sodium et de potassium, qui « chélate » (piège) les ions  $\text{Cu}^{2+}$  et évite leur précipitation en milieu basique sous forme d'hydroxyde de cuivre  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  insoluble ;
- iodure de potassium (évite la réduction des ions cuivriques).

**2. Echantillon**

Echantillon à doser « L2 » préparé par dilution de la solution « L1 ».

**3. Procédure opératoire**

Réaliser le dosage des protéines selon les indications du tableau ci-dessous, en macrocuvette :

Cuves	Gamme d'étalonnage						Essais	
	0	1	2	3	4	5	E1	E2
Volume de solution étalon de protéines à $10 \text{ g.L}^{-1}$ (mL)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	-	-
Volume d'eau déminéralisée (mL)	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-	-
Volume d'échantillon « L2 » (mL)							0,5	0,5
Volume de réactif de Gornall (mL)	2	2	2	2	2	2	2	2
Laisser 30 minutes à l'obscurité. Lire les absorbances contre le blanc réactif à la longueur d'onde validée à la question Q3.								
Masse de protéines (mg par tube)	0	1	2	3	4	5		

**4. Données métrologiques**

Ecart-type de répétabilité :  $s_r = 0,15 \text{ g.L}^{-1}$

Incertitude de type composé  $u_c = 0,20 \text{ g.L}^{-1}$

Facteur d'élargissement  $k = 2$

**5. Pictogrammes relatifs au réactif de Gornall****Danger**

H290 : Peut être corrosif pour les métaux

H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

## Fiche technique 2

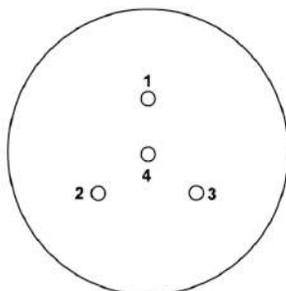
Recherche de la mélamine par la méthode d'Ouchterlony :  
précipitation par immuno-diffusion double**Principe**

La méthode d'Ouchterlony est une technique d'immunodiffusion sur gel : les solutions déposées dans les puits creusés dans le gel diffusent de façon homogène dans toutes les directions autour du puits. Deux auréoles de diffusion peuvent donc entrer en contact lorsqu'elles ont suffisamment progressé.

Si l'anticorps réagit avec l'antigène, il se forme un édifice multimoléculaire qui précipite formant un arc visible à l'œil nu.

**Procédure opératoire**

- A l'aide d'un emporte-pièce, creuser les puits dans la gélose fournie en respectant le gabarit ci-dessous ;
- Marquer sur la boîte de Pétri la disposition des dépôts ;
- Réaliser chaque dépôt de 5  $\mu\text{L}$  selon le gabarit et le plan fourni ci-dessous ;
- Incuber 24 à 48 h à température ambiante, en chambre humide ;
- Observer les résultats sur fond noir.

**Gabarit et plan de dépôts**

1 : Echantillon noté L1

2 : Mélamine notée M

3 : Dilution d'un lot de tourteau sans mélamine notée LSM

4 : Anticorps anti-mélamine notés Ac

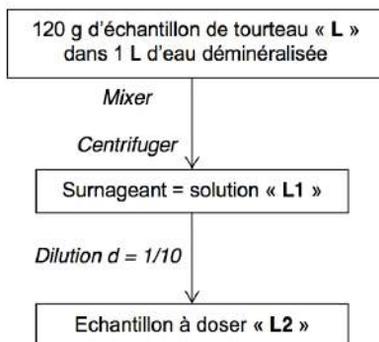
## Document 1

## Préparation des échantillons de tourteau

Pour doser les protéines du tourteau du lot « L », une solution notée « L1 » a été réalisée selon le protocole ci-dessous :

- mélanger une masse de 120 g de tourteau de soja avec 1 litre d'eau déminéralisée ;
- mixer pendant 10 minutes ;
- centrifuger à 2000 tours/min pendant 3 minutes ;
- récupérer le surnageant qui correspond à la solution « L1 » : on obtient précisément un volume de 1 L.

La solution « L1 » sera ensuite diluée au 1/10 pour obtenir la solution échantillon à doser « L2 ».

**Schéma de la procédure**

Equation aux grandeurs de la teneur en protéines du lot L :

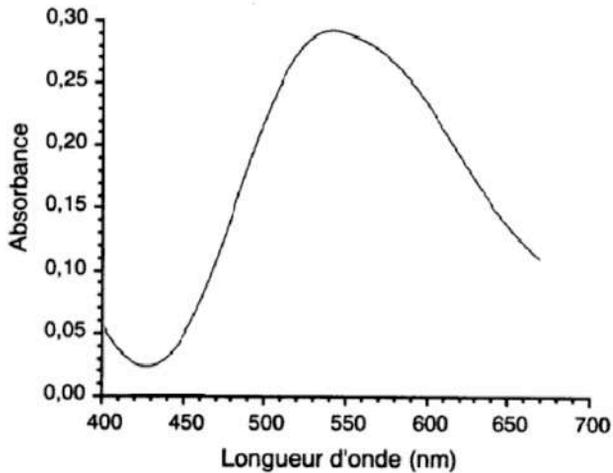
$$w_{(\text{protéines}; L)} = \frac{\rho_{(\text{protéines}; L2)} \times V_{(\text{surnageant}; L1)}}{m_{\text{tourteau}}} \times Fd \times 100$$

La teneur est exprimée en % correspondant à 1 g de protéines pour 100 g de tourteau.

Données :

- $Fd = 1/d$
- $u_c = 0,20 \%$  avec un facteur d'élargissement  $k = 2$

<b>Document 2</b>	<b>Spectre d'absorption du complexe coloré obtenu dans la réaction du biuret : <math>A = f(\lambda_{nm})</math></b>
-------------------	---



---

## ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES – BIOTECHNOLOGIES - SUJET 2

---

*Durée : 3 heures – Coefficient de l'épreuve : 6  
L'usage de la calculatrice est autorisé*

### SUJET

*A rendre avec la copie en fin d'épreuve*

#### CONTROLE DE LA QUALITE D'UN LAIT APRES PASTEURISATION EN INDUSTRIE LAITIERE

Une entreprise productrice de yaourt réalise quotidiennement des analyses au laboratoire afin de s'assurer de la qualité de sa matière première. Le lait récolté chez les producteurs est pasteurisé dans l'entreprise, puis soumis aux analyses réglementaires.

En fonction des critères fixés, le lait sera employé pour la production du yaourt, à nouveau traité ou éliminé. Les critères sont indiqués dans le **document 1**.

Afin de vérifier que le lait a subi une pasteurisation efficace, les analyses suivantes sont réalisées :

- **Détermination de l'activité de la phosphatase alcaline (PAL) du lait** : La phosphatase alcaline (PAL) est une enzyme présente dans toutes les cellules bactériennes, indispensable à la vie cellulaire. La destruction de la flore pathogène du lait par pasteurisation entraîne donc l'inactivation de la phosphatase alcaline. Le dosage de l'activité de cette enzyme permet ainsi de contrôler l'efficacité de pasteurisation ou de repérer d'éventuelles contaminations du lait après pasteurisation.
- **Recherche de la présence d'antibiotique dans le lait** : la présence d'antibiotique, en général une pénicilline, témoigne d'un traitement de la vache qui est, ou a été malade. L'antibiotique peut masquer ou cacher la présence de bactéries pathogènes et rend son utilisation impropre à la fabrication des dérivés du lait.

## RÉFLEXION PRÉLIMINAIRE

### 1. Détermination de l'activité de la phosphatase alcaline (PAL) du lait

**Q1.** A l'aide de la **fiche technique 1**, réaliser un chronogramme présentant des étapes de la mise en œuvre de la détermination de la concentration d'activité catalytique de la PAL.

**Q2.** A l'aide du **document 2**, rechercher un danger éventuel, sa nature, puis une situation exposant au danger liée à la réalisation de cette détermination. Proposer, si nécessaire la (les) mesure(s) de prévention adaptée(s) au risque encouru.

**Q3.** Expliquer pourquoi la solution de soude est introduite avant l'échantillon de lait pasteurisé dans le témoin lors de la détermination de l'activité de la phosphatase alcaline (PAL) du lait.

**Q4.** Etablir les équations aux grandeurs et aux unités permettant de calculer le volume de solution de pNP à 5 mg.L<sup>-1</sup> à introduire dans chaque tube de la gamme d'étalonnage du pNP. Etablir l'équation aux valeurs numériques pour le tube 1.

**Q5.** Compléter le tableau de réalisation de la gamme d'étalonnage du pNP de la **fiche technique 1**.

→ **Faire valider par l'examineur.**

### 2. Recherche d'antibiotique dans le lait

**Q6.** A partir de la **fiche technique 2**, préciser le rôle du disque d'amoxicilline et du disque imbibé d'eau déminéralisée stérile.

## RÉALISATION PRATIQUE

### 1. Détermination de l'activité de la phosphatase alcaline (PAL) du lait

**T1.** Réaliser la détermination de la concentration d'activité catalytique de la phosphatase alcaline dans le lait.

**T2.** A l'aide de l'outil informatique, établir la droite d'étalonnage  $A_{\text{pNP}} = f(m_{\text{pNP}})$ , annoter les axes, faire apparaître sur le tableur l'équation de la droite retenue puis la reporter sur la copie.

→ **Avant d'enregistrer le fichier, faire valider par l'examineur.**

### 2. Recherche d'antibiotique dans le lait

**T3.** Réaliser la recherche de l'amoxicilline en milieu solide.

## PRÉSENTATION ET EXPLOITATION DES RÉSULTATS

### 1. Détermination de l'activité de la phosphatase alcaline (PAL) du lait

**Q7.** En lien avec la **T2**, calculer la masse de pNP présente dans l'échantillon de lait pasteurisé à tester en µg.

**Q8.** A partir des équations aux grandeurs et aux unités fournies dans la **fiche technique 1**, établir l'équation aux valeurs numériques puis calculer la concentration d'activité catalytique (*b*) de la PAL exprimée en µg de pNP formé par heure et par mL de lait.

**Q9.** Exprimer le résultat de la concentration d'activité catalytique de la PAL dans le lait conformément aux règles de métrologie.

**Q10.** Conclure à l'aide des critères du **document 1**.

**2. Recherche d'antibiotique dans le lait**

**Q11.** Valider puis exploiter les résultats obtenus à partir de la gélose fournie incubée 24 h à 37 °C.

**Q12.** Conclure à l'aide des critères du **document 1**.

<b>CONCLUSION GENERALE</b>
----------------------------

**Q13.** Conclure sur l'efficacité de la pasteurisation et sur le devenir du lait testé.

## **DOSSIER TECHNIQUE**

*A rendre avec la copie en fin d'épreuve*

<b>CONTROLE DE LA QUALITE D'UN LAIT APRES PASTEURISATION EN INDUSTRIE LAITIERE</b>
--

### **FICHES TECHNIQUES**

- **Fiche technique 1** : Détermination de la concentration d'activité catalytique de la phosphatase alcaline (PAL)
- **Fiche technique 2** : Recherche d'antibiotique dans le lait

### **DOCUMENTS**

- **Document 1** : Critères d'efficacité de la pasteurisation et utilisation du lait
- **Document 2** : Tableau d'identification des dangers

### **DOCUMENT FOURNI PAR LE CENTRE D'EXAMEN**

- **Aide-mémoire de métrologie**

## FICHE TECHNIQUE 1

## Détermination de la concentration d'activité catalytique de la phosphatase alcaline (PAL)

**Principe :**

La phosphatase alcaline catalyse l'hydrolyse du 4-nitrophénylphosphate (pNPP) en 4-nitrophénol (pNP). Ce dernier est jaune en milieu alcalin et est dosé par spectrophotométrie à 405 nm. La réaction est la suivante :



Dans les conditions de dosage, la coloration obtenue est proportionnelle à l'activité de la phosphatase alcaline.

La quantité de pNP formée au cours du dosage sera déterminée par comparaison avec une gamme étalon de pNP.

Le tableau d'identification des dangers liés à la manipulation est présenté en **document 2**.

**Procédure opératoire :**

Réaliser le dosage en tube à essai en suivant les données présentées dans le tableau suivant :

**→ Réalisation du témoin et de l'essai.**

Tubes	Témoin	Essai
Volume de solution de pNPP tamponnée (mL)	3,0	3,0
Boucher et préincuber 5 minutes à +37 °C		
Volume de prise d'essai de l'échantillon de lait pasteurisé à tester $V_{PE \text{ lait pasteurisé}}$ (mL)		0,1
Mélanger, boucher et incuber à +37 °C pendant <b>exactement</b> $\Delta t = 30$ minutes		
Volume de solution de soude ( $Na^+, HO^-$ ) à 0,2 mol.L <sup>-1</sup> (mL)	1,9	1,9
Volume de l'échantillon de lait pasteurisé à tester (mL)	0,1	
Mélanger, boucher et lire l'absorbance <u>du tube essai</u> à 405 nm contre <u>le tube témoin</u>		

**→ Réalisation de la gamme d'étalonnage du pNP.**

- Réaliser en tubes à essai la gamme d'étalonnage suivante :

Tubes	0	1	2	3	4
Volume de solution de pNP à 5 mg.L <sup>-1</sup> (mL)	0				
Volume de soude ( $Na^+, HO^-$ ) à 0,2 mol.L <sup>-1</sup> (mL)	5,0				
Masse de pNP ( $m_{(pNP, i)}$ ) en $\mu g$	0	5	10	15	20

- Transférer dans des cuves et lire l'absorbance à 405 nm contre le tube 0.

**Données :**

Equation aux grandeurs :  $b_{(PAL, \text{lait})} = \frac{m_{(pNP, \text{essai})}}{V_{PE \text{ lait pasteurisé}}} \times \frac{1}{\Delta t}$

Equation aux unités :  $[\mu g \cdot h^{-1} \cdot mL^{-1}] = \frac{[\mu g]}{[mL]} \times \frac{1}{[h]}$

Incertitude-type composée :  $u_c = 0,10 \mu g \cdot h^{-1} \cdot mL^{-1}$  avec un facteur d'élargissement  $k = 2$

## FICHE TECHNIQUE 2

## Recherche d'antibiotique dans le lait

**Procédure opératoire :**

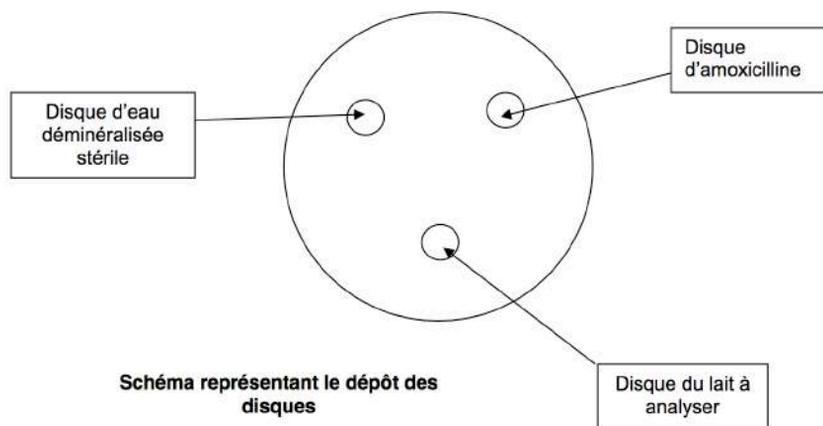
- Préparer une suspension de la souche *E.coli* en eau physiologique équivalente au standard Mac Farland 0,5. Cette souche est sensible à l'amoxicilline.
- Diluer cette suspension en ajoutant 5 gouttes de la suspension dans 5 mL d'eau physiologique.
- En respectant les mesures de sécurité nécessaires, ensemercer par écouvillonnage une gélose Mueller-Hinton :
  - Tremper l'écouvillon dans la suspension et l'essorer sur les bords ;
  - Ensemercer la boîte en réalisant délicatement des stries serrées à l'aide de l'écouvillon sur toute la surface de la gélose ;
  - Tourner la boîte de 120° ;
  - Réaliser à nouveau des stries serrées sur toute la surface ;
  - Tourner à nouveau la boîte de 120° ;
  - Réaliser à nouveau des stries serrées sur toute la surface.

Le séchage est inutile.

- Plonger un disque de papier stérile dans chacune des solutions suivantes :
  - eau déminéralisée stérile ;
  - lait à tester.

Bien égoutter chaque disque avant dépôt.

- Déposer à l'aide d'une pince métallique stérile chaque disque à son emplacement sur la gélose ensemercée. Déposer également un disque d'amoxicilline comme indiqué ci-dessous :



- Incuber 24 h à 37°C.

## DOCUMENT 1

## Critères d'efficacité de la pasteurisation et utilisation du lait

Critères	Critères d'efficacité de la pasteurisation			Antibiotique
	Microorganismes aérobies à 30°C	Phosphatase alcaline (PAL)	Peroxydase	
Lait pasteurisé	Moins de 30 000 dans 1 mL	Concentration d'activité catalytique inférieure à $4,0 \mu\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mL}^{-1}$	Positive	Absence

- Si l'ensemble des critères est satisfaisant, le lait sera utilisé pour la production de yaourt.
- Si un antibiotique est retrouvé, le lait sera éliminé.
- Si les autres critères ne sont pas satisfaisants, un nouveau traitement du lait par pasteurisation sera effectué.

## DOCUMENT 2

## Tableau d'identification des dangers

Réactifs	Pictogrammes de sécurité
Solution tamponnée de phénylphosphate (pNPP) à $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	Aucun
Solution de soude ( $\text{Na}^+, \text{HO}^-$ ) à $0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	
Solution de paranitrophénol (pNP) à $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	Aucun

# AIDE-MÉMOIRE DE MÉTROLOGIE – BAC STL BIOTECHNOLOGIES

## SESSION 2018

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

### 1. Vérification de la bonne exécution de la procédure

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

On peut effectuer, dans la même série de mesurages :

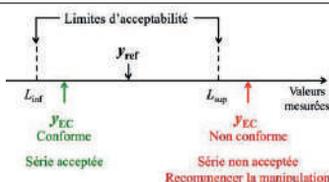
- un essai sur un étalon de contrôle ; la valeur mesurée obtenue est notée  $y_{EC}$ .
- un ou deux essais sur chacun des échantillons à doser.

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

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

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

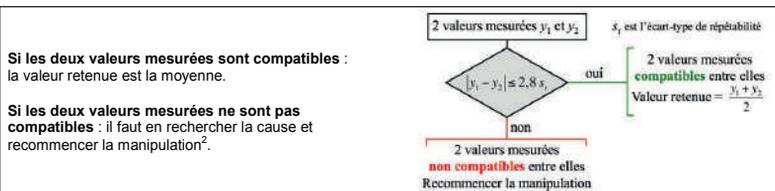
- la valeur mesurée  $y_{EC}$  est **exacte**, donc **conforme** : l'exécution de la procédure de mesure est satisfaisante dans les conditions du jour ;
- en conséquence, les valeurs mesurées obtenues pour les échantillons inconnus dans la même série sont **acceptées**.



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

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

1.2 Vérification de la compatibilité métrologique dans le cas de deux essais effectués en répétibilité. Soient deux valeurs mesurées ( $y_1$  et  $y_2$ ) pour un même échantillon et l'écart-type de répétibilité ( $s_r$ ) de la procédure de mesure correspondant à cet échantillon. Le logigramme de compatibilité à appliquer est le suivant :



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

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

### 2. Guide pour l'expression du résultat de mesure

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

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

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

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

#### Expression du résultat de mesure :

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

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

## ÉLÉMENTS DE CORRECTION

---

Ces quelques corrigés vous sont proposés pour vous aider dans la résolution de certaines épreuves proposées au baccalauréat.

Ils ne seront d'aucune utilité si vous vous contentez de lire les réponses sans avoir fait l'effort personnel de la réflexion et de la recherche des réponses aux questions posées.

Ces corrigés ne sont pas des modèles imposés ; d'autres démarches de raisonnement sont possibles.

Des imprécisions, des erreurs ont pu se glisser dans les textes, veuillez nous en excuser.

---

**MATHÉMATIQUES - MÉTROPOLE - CORRIGÉ**


---

**Exercice 1 :**

**Affirmation 1 :** Un ajustement affine du nuage de points  $M_i(x_i; y_i)$  est adapté.

**Faux :** Les points du nuage de points ne sont pas alignés donc un ajustement affine n'est pas adapté.

**Affirmation 2 :** Au dix-millième près, la valeur manquante de  $z_i$  est 2,1667.

**Vrai :** Pour  $x_i = 700$  et  $y_i = 2,8$  alors  $z_i = \frac{5,2}{5,2-2,8} \approx 2,1667$  à  $10^{-4}$  près.

**Affirmation 3 :** Lorsque la durée écoulée depuis l'introduction du glucose passe de 1000 à 2000 secondes, la quantité  $y$  d'éthanol augmente de plus de 25 %.

**Faux :** Lorsque cette durée passe de 1000 à 2000 secondes, l'augmentation de  $y$  est de :

$$\frac{3,9 - 3,2}{3,2} \times 100 \approx 22\%$$

Elle n'est donc pas supérieure à 25 %.

**Affirmation 4 :** Grâce à l'ajustement affine donné, on peut estimer que :

$$y = 5,2 - \frac{5,2}{0,0015x + 1,0627}$$

**Vrai :** On a :  $z = \frac{5,2}{5,2-y}$  et  $z = 0,0015x + 1,0627$ .

$$\begin{aligned} \text{Donc : } \frac{5,2}{5,2-y} &= 0,0015x + 1,0627 && \Leftrightarrow 5,2 - y = \frac{5,2}{0,0015x + 1,0627} \\ &&& \Leftrightarrow -y = \frac{5,2}{0,0015x + 1,0627} - 5,2 \\ &&& \Leftrightarrow y = 5,2 - \frac{5,2}{0,0015x + 1,0627} \end{aligned}$$

**Affirmation 5 :** En utilisant le modèle d'ajustement de l'affirmation précédente, on peut estimer que la quantité d'éthanol présente quarante minutes après l'introduction du glucose est supérieure à 4 ua.

**Vrai :** Pour  $x_i = 40 \times 60 = 2400$ ,  $y = 5,2 - \frac{5,2}{0,0015 \times 2400 + 1,0627} \approx 4,08 > 4$  ua.

**Exercice 2 :**

1. a.  $h_0 = 0,6$  et  $h_1 = h_0 \times \left(1 + \frac{35}{100}\right) = 0,6 \times 1,35 = 0,81$ .

b. Pour tout entier  $n \in \mathbb{N}$ , on augmente  $h_n$  de 35% ce qui revient à multiplier  $h_n$  par 1,35, donc :  $h_{n+1} = 1,35 \times h_n$ .

c. La suite  $(h_n)$  est donc une suite géométrique de 1<sup>er</sup> terme  $h_0 = 0,6$  et de raison 1,35.

On a donc pour tout  $n \in \mathbb{N}$ :  $h_n = h_0 \times 1,35^n$ .

Autrement dit :  $h_n = 0,6 \times 1,35^n$ .

d.  $h_n \leq 4 \Leftrightarrow 0,6 \times 1,35^n \leq 4 \Leftrightarrow 1,35^n \leq \frac{4}{0,6} \Leftrightarrow n \ln(1,35) \leq \ln\left(\frac{4}{0,6}\right) \Leftrightarrow n \leq$

$$\frac{\ln\left(\frac{4}{0,6}\right)}{\ln(1,35)}$$

$$\frac{\ln\left(\frac{4}{0,6}\right)}{\ln(1,35)} \approx 6,3$$

donc pour ne pas gêner ses voisins, Julie pourra laisser pousser 6 ans ses bambous sans avoir besoin de les tailler.

e. L'algorithme permettant de répondre à la question précédente est l'algorithme 2.

2. Pour tout entier naturel  $n$ , on note  $s_n$  la surface colonisée par les bambous, exprimée en mètre carré,  $n$  mois après les avoir plantés.

On a  $s_0 = 1$  et pour tout  $n \in \mathbb{N}$ ,  $s_{n+1} = s_n \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) = s_n \times 1,02$ .

Il s'agit d'une suite géométrique de raison 1,02 et de premier terme  $s_0 = 1$  donc pour tout entier naturel  $n$ ,

$$s_n = s_0 \times 1,02^n = 1,02^n$$

$$s_n > 2 \Leftrightarrow 1,02^n > 2 \Leftrightarrow n \ln(1,02) > \ln(2) \Leftrightarrow n > \frac{\ln(2)}{\ln(1,02)}$$

$$\frac{\ln(2)}{\ln(1,02)} \approx 35,002$$

Donc il faudra 36 mois pour que les bambous se soient répandus sur une surface de plus de 2 m<sup>2</sup>.

3. a.  $f = \frac{135}{200} = 0,675$ .

b. L'intervalle de confiance à 95% de la proportion des pots satisfaisant la

$$\text{condition C est : } I = \left[ f - 1,96 \sqrt{\frac{f(1-f)}{n}} ; f + 1,96 \sqrt{\frac{f(1-f)}{n}} \right]$$

$$I = \left[ 0,675 - 1,96 \sqrt{\frac{0,675 \times 0,325}{200}} ; f + 1,96 \sqrt{\frac{0,675 \times 0,325}{200}} \right] \approx [0,61 ; 0,74]$$

c.  $\frac{3}{4} = 0,75 \notin I$ , donc Julie ne recommandera pas cette jardinerie.

**Exercice 3 :****PARTIE A :**

1. Une équation différentielle de la forme  $y' + ay = b$  a pour solutions les fonctions définies par :  $t \mapsto k e^{-at} + \frac{b}{a}$ ,  $k \in \mathbb{R}$

L'équation différentielle (E) :  $y' + 0,01y = 1$  a donc pour solutions les fonctions définies par :

$$t \mapsto k e^{-0,01t} + \frac{1}{0,01}, k \in \mathbb{R} \text{ autrement dit : } t \mapsto k e^{-0,01t} + 100, k \in \mathbb{R}.$$

2.  $g$  est solution de (E) et  $g(0) = 20$  donc :  $k e^0 + 100 = 20 \Leftrightarrow k + 100 = 20$   
 $\Leftrightarrow k = 20 - 100 = -80$

$$\text{Donc : } g(t) = -80 e^{-0,01t} + 100.$$

**PARTIE B :**

1. 23 h correspond à 30 minutes après le déclenchement du chauffe-eau et minuit correspond à 90 minutes donc :

$$g(90) - g(30) = -80 e^{-0,01 \times 90} + 100 - (-80 e^{-0,01 \times 30} + 100) \approx 26,74$$

Donc la différence de température de l'eau du chauffe-eau entre 23 h et minuit est comprise entre 26 et 27 degrés Celsius.

2. a.  $g'(t) = -80 \times -0,01 \times e^{-0,01t} = 0,8 e^{-0,01t}$ .

b. Pour tout  $t \in [0; +\infty[$ ,  $e^{-0,01t} > 0$  donc  $0,8 e^{-0,01t} > 0$ .

Autrement dit  $g'(t) > 0$  sur  $[0; +\infty[$ , donc la fonction  $g$  est strictement croissante sur  $[0; +\infty[$ .

3. Température moyenne du chauffe-eau entre 23 h et minuit :

$$\frac{1}{90 - 30} \int_{30}^{90} g(t) dt = \frac{1}{60} (G(90) - G(30))$$

$$= \frac{1}{60} (8000 e^{-0,01 \times 90} + 100 \times 90 - 8000 e^{-0,01 \times 30} - 100 \times 30) \approx 55,4^\circ\text{C}.$$

4.  $g(t) = 60 \Leftrightarrow -80 e^{-0,01t} + 100 = 60 \Leftrightarrow -80 e^{-0,01t} = 60 - 100$

$$\Leftrightarrow e^{-0,01t} = \frac{-40}{-80} = 0,5$$

$$\Leftrightarrow -0,01t = \ln(0,5)$$

$$\Leftrightarrow t = \frac{\ln 0,5}{-0,01} \approx 69.$$

L'eau du chauffe-eau atteint cette température de  $60^\circ\text{C}$  au bout d'environ 69 minutes c'est-à-dire à 23 h 39 environ.

**Exercice 4 :**

1. D'après la représentation graphique de la fonction densité, on a  $\mu = 8$  (espérance de cette loi), donc d'après la calculatrice :  $P(X \geq 10) \approx 0,159$ .

2.  $P(X > k) = 0,1 \Leftrightarrow k \approx 10,56$  à l'aide de la calculatrice.

(Avec certaines calculatrices on devra passer par l'étape suivante pour obtenir ce résultat :  $P(X > k) = 0,1 \Leftrightarrow 1 - P(X < k) = 0,1 \Leftrightarrow P(X < k) = 0,9 \Leftrightarrow k \approx 10,56$  )

10 % des clients attendent plus de 10,56 minutes.

---

**MATHÉMATIQUES - POLYNÉSIE - CORRIGÉ**


---

**Exercice 1**

1. a.

$t_i$	0	1	3	5	7	9
$z_i = \ln(y_i)$	4,605	4,644	4,771	4,852	4,949	5,050

b. Équation de la droite  $\mathcal{D}$  d'ajustement de  $z$  en  $t$  par la méthode des moindres carrés :

$$z = 0,049t + 4,606$$

2. On a  $z = \ln(y)$  et  $z = 0,05t + 4,61$  donc :

$$\ln(y) = 0,05t + 4,61 \Leftrightarrow y = e^{0,05t+4,61} = e^{0,05t} \times e^{4,61} \approx 100e^{0,05t} \quad (\text{car } e^{4,61} \approx 100).$$

Donc, pour tout réel positif  $t$ ,  $100e^{0,05t}$  représente la concentration en vitamine B12 exprimée en  $\text{pg.mL}^{-1}$ ,  $t$  semaines après le début du traitement.

$$3. y = 500 \Leftrightarrow 100e^{0,05t} = 500 \Leftrightarrow e^{0,05t} = \frac{500}{100} = 5 \Leftrightarrow 0,05t = \ln(5) \Leftrightarrow t = \frac{\ln(5)}{0,05} \approx 32,2$$

Donc le patient pourra espérer arrêter son traitement au bout de 33 semaines.

4. On a  $\lim_{t \rightarrow +\infty} 100e^{0,05t} = +\infty$ , ce qui signifie que la concentration en vitamine B12 à long terme continuerait toujours d'augmenter, ce qui semble peu réaliste. Cet ajustement n'est donc pas adapté à long terme.

**Exercice 2 :**

$$1. C_0 = 2 \text{ et } C_1 = 2 \times \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 1,96.$$

2. a. Chaque année la quantité de molécules d'anxiolytique dans l'eau du robinet diminue de 2% ce qui revient à multiplier cette quantité par  $\left(1 - \frac{2}{100}\right) = 0,98$ .

Pour tout  $n \in \mathbb{N}$  on a donc :  $C_{n+1} = 0,98 \times C_n$ .

La suite  $(C_n)$  est donc une suite géométrique de raison 0,98 et de premier terme  $C_0 = 2$ .

b. Pour tout  $n \in \mathbb{N}$ ,  $C_n = C_0 \times 0,98^n = 2 \times 0,98^n$ .

$$3. \lim_{n \rightarrow +\infty} 0,98^n = 0 \text{ car } 0 < 0,98 < 1.$$

Donc par produit,  $\lim_{n \rightarrow +\infty} C_n = 0$ .

La quantité de molécules d'anxiolytique tendra donc à disparaître de l'eau du robinet à long terme.

4. a.

1	$C \leftarrow 2$
2	$N \leftarrow 0$
3	Tant que $C > 0,5$
4	$N \leftarrow N + 1$
5	$C \leftarrow C * 0,98$
6	Fin Tant que

b. En exécutant cet algorithme et en faisant afficher N, la calculatrice renvoie 69, donc l'objectif sera atteint en 2079.

**Exercice 3 :****PARTIE A :**

**Affirmation 1 :** La probabilité que la capacité du tube soit comprise entre 48 mL et 52 mL est environ égale à 0,95.

**Faux :**  $P(48 < X < 52) = P(\mu - \sigma < X < \mu + \sigma) \approx 0,68$

**Affirmation 2 :** 30% des tubes ont une capacité inférieure ou égale à 49mL, à 1mL près.

**Vrai :** A l'aide de la calculatrice :  $P(X \leq k) = 0,3 \Leftrightarrow k \approx 49$ .

**Affirmation 3 :**  $X$  suit une loi binomiale de paramètres  $n = 200$  et  $p = 0,03$ .

**Vrai :** On répète 200 fois de manière identique et indépendante une épreuve ayant deux issues,  $E$  ou  $\bar{E}$ , telle que  $P(E) = 0,03$ . La variable aléatoire  $X$  qui compte le nombre de succès dans cette épreuve de Bernoulli suit donc la loi binomiale  $\mathcal{B}(200 ; 0,03)$ .

**Affirmation 4 :** En moyenne, un lot de 200 tubes contient 5 tubes avec défaut.

**Faux :**  $E(X) = np = 200 \times 0,03 = 6$ , donc en moyenne sur un lot de 200 tubes il y aura 6 tubes défectueux.

**Affirmation 5 :** La probabilité qu'au moins 5 tubes soient défectueux est 0,719 au millième près.

**Vrai :**  $P(X \geq 5) = 1 - P(X \leq 4) \approx 0,719$ .

**PARTIE B :**

Calculons les intervalles de confiance à 95 % de la proportion de tubes n'ayant pas de défauts à partir de chacune des fréquences observées :

Pour  $f = 90\% = 0,9$  :

$$I_1 = \left[ 0,9 - 1,96 \sqrt{\frac{0,9 \times 0,1}{200}}; 0,9 + 1,96 \sqrt{\frac{0,9 \times 0,1}{200}} \right] \approx [0,858; 0,942]$$

Pour  $f = 94\% = 0,94$

$$I_2 = \left[ 0,94 - 1,96 \sqrt{\frac{0,94 \times 0,06}{200}}; 0,9 + 1,96 \sqrt{\frac{0,94 \times 0,06}{200}} \right] \approx [0,907; 0,973]$$

Les intervalles  $I_1$  et  $I_2$  ne sont pas disjoints ce qui signifie que l'augmentation de la fréquence de tubes sans défaut n'est pas significative d'une amélioration de la qualité de fabrication.

**Exercice 4 :****PARTIE A :**

1. Une équation différentielle de la forme  $y' + ay = b$  a pour solutions les fonctions définies par :  $t \mapsto k e^{-at} + \frac{b}{a}$ ,  $k \in \mathbb{R}$

L'équation différentielle(E) :  $y' + 0,02y = 4$  a donc pour solutions les fonctions définies par :

$$t \mapsto k e^{-0,02t} + \frac{4}{0,02}, k \in \mathbb{R} \text{ autrement dit : } t \mapsto k e^{-0,02t} + 200, k \in \mathbb{R}.$$

$$2. f(0) = 0 \text{ donc : } k e^0 + 200 = 0 \Leftrightarrow k + 200 = 0 \Leftrightarrow k = -200$$

$$\text{Donc : } f(t) = -200 e^{-0,02t} + 200.$$

**PARTIE B :**

$$1. \text{ Sur } [0; +\infty[, f'(t) = 4e^{-0,02t}.$$

Pour tout  $t \in [0; +\infty[$ ,  $e^{-0,02t} > 0$  donc  $4e^{-0,02t} > 0$ .

Autrement dit  $f'(t) > 0$  sur  $[0; +\infty[$ , donc la fonction  $f$  est strictement croissante sur  $[0; +\infty[$ .

$$2. \text{ Graphiquement on lit : } \lim_{t \rightarrow +\infty} f(t) = 200.$$

$$3. f(24) = -200 e^{-0,02 \times 24} + 200 \approx 76,24.$$

Au bout de 24 heures, le sang contient environ 76,24 mg d'antidouleur, or il faudrait qu'il en contienne au moins 50 % de la quantité limite de l'antidouleur, c'est-à-dire au moins 100 mg . Le débit de perfusion n'est donc pas satisfaisant.

4. a.  $F(t) = 10000e^{-0,02t} + 200t$

$$F'(t) = 10000 \times (-0,02)e^{-0,02t} + 200 = -200e^{-0,02t} + 200 = f(t)$$

Donc  $F$  est une primitive de  $f$  sur  $[0; +\infty[$ .

b.  $I = \int_0^{10} f(t)dt = F(10) - F(0)$

$$I = 10000e^{-0,02 \times 10} + 200 \times 10 - (10000e^{-0,02 \times 0} + 200 \times 0)$$

$$I = 10000e^{-0,2} + 2000 - 10000 = 10000e^{-0,2} - 8000 \text{ (valeur exacte)}$$

$$I \approx 187,31 \text{ (au centième)}$$

c. Quantité moyenne de l'antidouleur présent dans le sang pendant les dix premières heures de perfusion :

$$\frac{1}{10} \int_0^{10} f(t)dt = \frac{1}{10} \times I = 1000e^{-0,2} - 800 \approx 18,7 \text{ mg}$$

**Partie A : Des rayons X pour examiner les blessés****A.1. Énergies des rayons X**

A.1.1.1. On a  $E = h \cdot \nu$  et l'énergie maximale d'un photon X est

$$E = 120 \text{ keV} = 120 \cdot 10^3 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,92 \cdot 10^{-14} \text{ J} \text{ donc } \nu = \frac{E}{h} = 2,90 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$$

A.1.1.2. On a  $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,90 \cdot 10^{19}} = 1,04 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 10,4 \text{ pm}$

A.1.1.3. Détermination de l'énergie d'un photon UVA :

$$E' = \frac{h \cdot c}{\lambda} = 5,23 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{5,23 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3,27 \text{ eV}$$

Et le rapport entre les deux énergies est :  $\frac{E}{E'} = \frac{120 \cdot 10^3}{3,27} = 3,7 \cdot 10^4$

A.1.1.4. L'énergie des photons X étant 37 000 fois supérieure à celle des UVA contre lesquels on se protège déjà, à l'aide de crèmes solaires, il est impératif de se protéger fortement contre les rayons X. Le port de gants adaptés est une solution pour les mains.

A.1.2. Spectre électromagnétique (document DR1)

Rayonnement gamma	Rayonnement X	Ultra-violet	visible	infrarouge	Micro-ondes	Ondes Radio
-------------------	---------------	--------------	---------	------------	-------------	-------------

A.1.3. On a  $E_c = e U = 1,60 \cdot 10^{-19} \times 100 \cdot 10^3 = 1,60 \cdot 10^{-14} \text{ J}$  (on emploie la relation du document A3)

A.1.4. Puisque le photon a la même énergie que l'électron,

$E_{ph} = 1,60 \cdot 10^{-14} = \frac{1,60 \cdot 10^{-14}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,00 \cdot 10^5 \text{ eV} = 100 \text{ keV}$ . Cette énergie est comprise dans la gamme des énergies des rayons X évoquée dans le document A1 (120 eV à 120 keV).

**A.2. Atténuation des rayons X**

A.2.1. Sur le cliché, les éclats d'obus apparaissent de manière bien plus sombre que les os et les tissus. Or, les os principalement constitués de calcium ( $Z = 20$ ) sont eux-mêmes plus foncés que les tissus constitués d'éléments chimiques légers. On en déduit que plus le numéro atomique d'un élément chimique est important, plus il absorbe les rayons X et que les éclats d'obus sont constitués d'éléments chimiques dont le numéro atomique est supérieur à 20.

### A.3. Élévation de température dans le tube à rayons X

A.3.1. Puissance électrique :  $P = U \times I = 100.10^3 \times 300.10^{-3} = 3,00.10^4 \text{ W}$

A.3.2.  $E_{\text{cliché}} = P \times \Delta t = 3,00.10^4 \times 2,00 = 6,00.10^4 \text{ J}$ .

A.3.3. On a :  $\Delta E = m \cdot c_m \cdot \Delta T$  (document A3) donc  $\Delta T = \frac{\Delta E}{m \cdot c_m} = \frac{6,00.10^4}{1,00 \times 133} = 451 \text{ K}$   
 $= 451 \text{ }^\circ\text{C}$

L'élévation de la température du tube est de  $451 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## Partie B : De l'électricité pour alimenter le tube à rayons X

### B.1. Alimentation du tube

B.1.1. Les avantages qu'apportait la dynamo par rapport à un groupe électrogène sont : la réduction du poids, la diminution de l'encombrement et le coût (la dynamo est moins chère).

B.1.2. la dynamo comporte deux principaux inconvénients : elle implique une consommation d'essence élevée ainsi qu'une usure du moteur puisqu'il doit être en fonctionnement même à l'arrêt du véhicule.

### B.2. Bilan de puissance de la dynamo

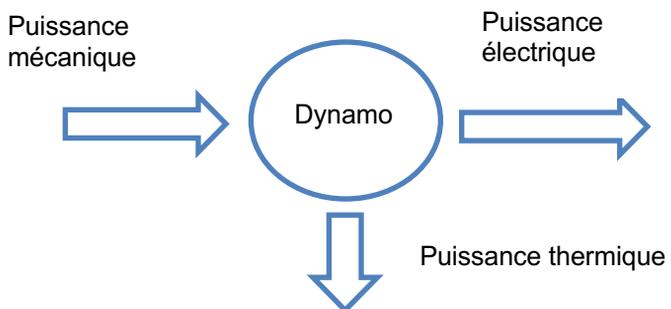
B.2.1. On a  $I = 15 \text{ A}$  et  $U = 110 \text{ V}$ .

B.2.2. Puissance électrique :  $P_{\text{élec}} = U \times I = 110 \times 15 = 1650 \text{ W} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ W} = 1,7 \text{ kW}$

B.2.3. Détermination de la puissance mécanique :

Rendement :  $\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}}$  donc  $P_{\text{méca}} = \frac{P_{\text{élec}}}{\eta} = \frac{1650}{0,80} = 2063 = 2,1 \text{ kW}$

B.2.4. Chaîne énergétique :



B.2.5. La puissance dissipée correspond à la puissance thermique.

$P_{\text{diss}} = P_{\text{méca}} - P_{\text{élec}} = 2,1 - 1,7 = 0,4 \text{ kW} = 4.10^2 \text{ W}$

B.2.6. Les frottements mécaniques peuvent expliquer la dissipation de la puissance, des phénomènes électromagnétiques également.

B.2.7.1.  $\omega = 1800 \text{ tours.min}^{-1}$  or 1 tour =  $2\pi$  rad et 1 minute = 60 s

$$\text{donc } \omega = \frac{1800 \times 2\pi}{60} = 188 \text{ rad.s}^{-1}$$

B.2.7.2. On a  $P_{\text{méca}} = C.\omega$  donc  $C = \frac{P_{\text{méca}}}{\omega} = \frac{2,1.10^3}{188} = 1,1.10^1 \text{ W}$

B.2.7.3. Le conducteur pouvait régler la vitesse de rotation du moteur en contrôlant l'admission des gaz.

### B.3 Évaluation du volume d'essence nécessaire à une heure consécutive de prise de cliché

B.3.1. Détermination de l'énergie mécanique :  $E_{\text{méca}} = P \times \Delta t = 3600 \times 2,1.10^3 = 7,6.10^6 \text{ J}$

$$\text{Énergie chimique nécessaire : } E_{\text{ch}} = 10 \times E = 7,6.10^7 \text{ J}$$

Détermination de la masse d'essence nécessaire :  $m = \frac{E_{\text{ch}}}{E_{\text{lib}}} = \frac{7,6.10^7}{4,79.10^7} = 1,6 \text{ kg}$

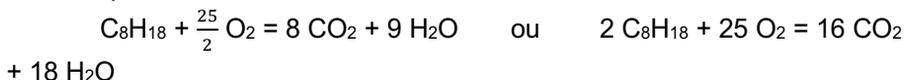
Détermination du volume d'essence nécessaire :  $V = \frac{m}{\rho} = \frac{1,6}{0,703} = 2,3 \text{ L}$

B.3.2. Le réservoir fait 35L et chaque heure de fonctionnement consomme 2,3 L d'essence. Avec un plein, la dynamo peut fonctionner pendant  $\Delta t = \frac{35}{2,3} = 15$  heures, cela implique une dépense d'essence relativement élevée.

## Partie C : Un moteur à essence comme source d'énergie

### C.1. Réaction de combustion de l'octane.

C.1.1. Équation de réaction :



C.1.2. Les significations des différents pictogrammes :

(1) inflammable ; (2) irritant (toxique à forte dose) ; (3) danger pour la santé (cancérogène...) ; (4) dangereux pour l'environnement.

### C.2. Masse de dioxyde de carbone rejeté

C.2.1. Détermination de la masse d'octane :  $m_{\text{octane}} = \rho.V = 0,703 \times 1,00 = 0,703 \text{ kg} = 703 \text{ g}$ .

Détermination de la quantité de matière d'octane :  $n_{\text{octane}} = \frac{m_{\text{octane}}}{M_{\text{Octane}}} = \frac{703}{114} = 6,17 \text{ mol}$ .

C.2.2. D'après l'équation de réaction  $n_{\text{CO}_2}$  produite = 8  $n_{\text{C}_8\text{H}_{18}}$  consommé.

Donc  $n_{\text{CO}_2} = 8 \times n_{\text{octane}} = 8 \times 6,17 = 49,4 \text{ mol}$

C.2.3. On a :  $m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2} = 49,4 \times 44,0 = 2,17.10^3 \text{ g}$ .

La combustion d'un litre d'essence entraîne le rejet de  $2,17 \cdot 10^3$  g de dioxyde de carbone.

C.2.4.1. Le réservoir contient 35,0 L de carburant donc :  $m_{\text{tot}} = m_{\text{CO}_2} \times 35,0 = 7,60 \cdot 10^4$  g

C.2.4.2. En consommant un plein d'essence, la voiture parcourt  $d = 270$  km.

Détermination de la masse de dioxyde de carbone rejeté par kilomètre :

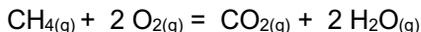
$$m_{\text{km}} = \frac{m_{\text{tot}}}{d} = \frac{7,60 \cdot 10^4}{270} = 2,81 \cdot 10^2 \text{ g.km}^{-1}.$$

C.2.4.3. L'émission de dioxyde de carbone de la petite Curie est supérieure à  $200 \text{ g.km}^{-1}$ . Son malus écologique serait donc de 10 000 euros.

**Partie A : Valorisation énergétique des déchets****A.1. Composition et combustion du gaz de ville**

A.1.1. Le nom de l'alcane composant majoritairement ce gaz naturel est le méthane.

A.1.1.2. Equation de réaction :

**A.2. Détermination expérimentale du pouvoir calorifique du méthane**

A.2.1. Détermination de la quantité de matière de méthane brûlé.

A.2.1.1. On a  $Q_V = \frac{V}{\Delta t}$  donc  $V = Q_V \times \Delta t = 5 \cdot 10^{-3} \times 60 = 3 \cdot 10^{-1} \text{ L}$ .

A.2.1.2. On a  $n = \frac{V}{V_m} = \frac{0,3}{24} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$  (à un seul chiffre significatif).

A.2.2. Détermination de l'énergie libérée.

A.2.2.1.  $Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times C_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i) = 0,150 \times 4180 \times (35,9 - 19,2) = 1,05 \cdot 10^4 \text{ J}$ .

A.2.2.2. Puisqu'on considère que toute l'énergie de la combustion a servi à chauffer l'eau, on déduit :  $Q_{\text{cédée}} = -1,05 \cdot 10^4 \text{ J}$ .

Remarque :  $|Q_{\text{cédée}}| = 1,05 \cdot 10^4 \text{ J}$ . Le signe négatif signifie « libéré ».

A.2.2.3.  $Q_{\text{cédée}} = \frac{-1,05 \cdot 10^4}{3,6 \cdot 10^6} = -2,91 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$ . Remarque  $|Q_{\text{cédée}}| = 2,91 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$

A.2.2.4. On procède à une proportionnalité pour déterminer le PCS du méthane.

On travaillera avec les valeurs absolues des énergies, étant entendu qu'elles sont toutes libérées, afin de pouvoir effectuer la comparaison demandée dans la question suivante.

Rappel :  $1 \text{ L} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ .

$ Q_{\text{cédée}}  \text{ (kWh} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$	$2,91 \cdot 10^{-3}$	PCS
$V \text{ (m}^3\text{)}$	$3 \cdot 10^{-4}$	1

$$\text{PCS} = \frac{1 \times 2,91 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-4}} = 9,7 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-3}$$

A.2.2.5. Détermination de l'écart relatif :

$$\varepsilon(\%) = \left| \frac{9,7 - 10,8}{10,8} \right| \times 100 = 10\%$$

L'écart relatif est de 10%.

A.2.2.6. Explications de l'écart observé :

- Toute l'énergie libérée par la combustion n'a pas servi à chauffer l'eau, une bonne part à chauffé l'air ou les autres objets à proximité de la flamme.

- On n'a pas tenu compte de la canette dans notre calcul, elle a reçu une partie de l'énergie générée par la combustion.
- Il y a des incertitudes de mesures concernant la masse et les températures mesurées dont on n'a pas, non plus, tenu compte.

### A.3. Détermination de l'énergie produite par l'incinérateur d'ordures ménagères et récupérée par la nouvelle chaufferie

A.3.1.  $M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + 2xM(\text{O}) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$ .

A.3.2. Rappel : 1 tonne =  $1.10^6 \text{ g}$ .  $n(\text{CO}_2) = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{16.10^9}{44} = 3,6.10^8 \text{ mol}$ .

A.3.3. L'équation de la combustion (question A.1.1.2) montre que la consommation d'une mole de méthane entraîne la formation d'une mole de dioxyde de carbone. On en déduit que :

$n(\text{CO}_2 \text{ produite}) = n(\text{CH}_4 \text{ consommé})$ . Donc, l'économie de  $3,6.10^8 \text{ mol}$  de dioxyde de carbone correspond à la combustion de  $3,6.10^8 \text{ mol}$  de méthane.

A.3.4. On a  $n = \frac{V}{V_m}$  donc  $V = n \times V_m = 3,6.10^8 \times 24 = 8,6.10^9 \text{ L} = 8,6.10^6 \text{ m}^3$ .

A.3.5. L'énergie récupérée par la chaufferie est :  $E = \text{PCS} \times V = 10,8 \times 8,6.10^6 = 9,3.10^7 \text{ kWh}$ .

## Partie B : Recyclage des piles et des accumulateurs

### B.1. Etude des piles alimentant votre calculatrice : la pile AAA-LR03

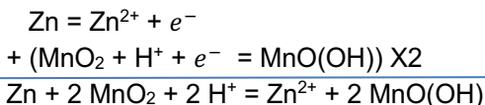
B.1.1. Il s'agit de piles de type portables.

B.1.2. L'électrode de zinc constitue la borne négative de la pile, il s'y déroule donc une oxydation (perte d'électrons) et cette électrode est donc une anode.

B.1.3. Demi-équation d'oxydation :  $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{é}$

B.1.4. Demi-équation de réduction :  $\text{MnO}_2 + \text{H}^+ + \text{é} = \text{MnO}(\text{OH})$

B.1.5. Equation de fonctionnement. On fait la somme des deux demi-équations en multipliant la seconde par deux afin d'équilibrer les électrons échangés.



### B.2. Analyse de la fiche technique des piles présentes dans votre calculatrice

B.2.1. On a  $W = Q \times E$  avec  $Q = 420.10^{-3} \times 3600 = 1,51.10^3 \text{ C}$  et  $E = 1,5 \text{ V}$   
 $W = 1,51.10^3 \times 1,5 = 2,27.10^3 \text{ J}$ .

Remarque : à deux chiffres significatifs (puisque E est donné à deux chiffres) on obtient  $W = 2,3 \cdot 10^3 \text{ J}$ . On peut également déterminer W en Wh pour anticiper sur la question suivante :  $W = 420 \cdot 10^{-3} \times 1,5 = 6,3 \cdot 10^{-1} \text{ Wh}$

B.2.2.  $W_m = \frac{W}{m} = \frac{6,3 \cdot 10^{-1}}{13 \cdot 10^{-3}} = 48 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$  Cette valeur est proche des  $50 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$  annoncés pour ce type de pile en version saline.

B.2.3. Détermination du volume de la pile :  $V = \pi \cdot R^2 \cdot h = 3,14 \times (5,0 \cdot 10^{-1})^2 \times 4,5 = 3,5 \text{ cm}^3$

Détermination de l'énergie volumique :  $W_v = \frac{W}{V} = \frac{6,3 \cdot 10^{-1}}{3,5} = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ Wh} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### B.3 Détermination de la durée de vie de la pile

On va déterminer la capacité  $Q'$ , nécessaire, pour cette utilisation de la pile.

On considèrera, pour cette étude, que la scolarité au lycée dure trois années complètes soit  $3 \times 52$  semaines. La durée d'utilisation est donc  $\Delta t = 3 \times 52 = 156 \text{ h} = 156 \times 3600 = 5,62 \cdot 10^5 \text{ s}$

$Q' = I \cdot \Delta t = 1,5 \cdot 10^{-3} \times 5,62 \cdot 10^5 = 8,4 \cdot 10^2 \text{ C}$

On remarque que  $Q' < Q$  ( $1,51 \cdot 10^3 \text{ C}$  – question B.2.1) donc l'autonomie de la pile sera largement suffisante.

### B.4 Valorisation des piles usagées

B.4.1. On peut employer un aimant ou un électroaimant afin de séparer les métaux ferreux des constituants non magnétisables.

B.4.2. Le champ magnétique s'exprime en Tesla (T).

B.4.3. L'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre est de  $10^{-5} \text{ T}$ .

B.4.4. Une solution neutre a un PH égal à 7.

B.4.5. On a  $\text{pH} = 7,3$ , il s'agit d'un pH légèrement basique.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-7,3} = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration en ion hydroxyde est nécessairement supérieure à cette valeur puisqu'on est dans le domaine basique. On peut la calculer en employant le produit ionique de l'eau.

## Partie C : Traitement des déchets radioactifs produits par les hôpitaux

### C.1. Détermination de l'élément radioactif

C.1.1. Pour le test de Schilling, on emploie du Cobalt 57.

C.1.2. Le Cobalt 60,  ${}^{60}_{27}\text{Co}$ , est un isotope du Cobalt 57, leurs noyaux ont le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

## C.2. L'élément Cobalt 57

C.2.1. Le noyau  ${}^{57}_{27}\text{Co}$  est composé de 27 protons et  $57-27 = 30$  neutrons. Au total, il comporte 57 nucléons.

C.2.2. La particule  $\beta^+$  est un positon, son symbole est  ${}^0_1e$ .

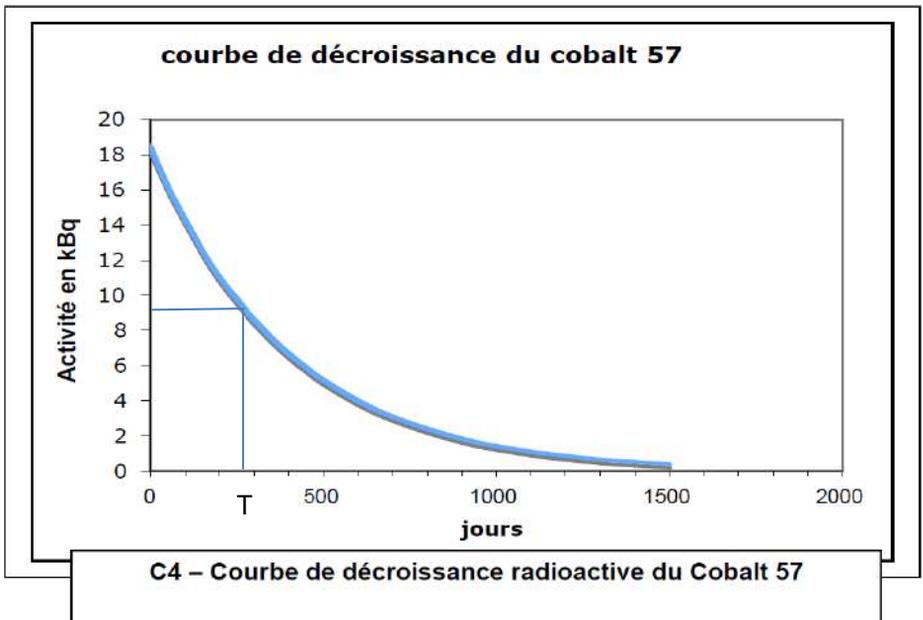
C.2.3. Équation de désintégration :  ${}^{57}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{57}_{26}\text{Fe} + {}^0_1e$

On a employé la loi de conservation de nombre de charges, ainsi que la loi de conservation du nombre de masse.

Remarque : Une partie des noyaux fils étant produits en état excité, il y a aussi émission de rayonnement gamma ou X.

## C.3. Evolution de l'activité du Cobalt 57 au cours du temps

C.3.1. Période radioactive : Durée, T, au bout de laquelle la moitié d'une quantité donnée de radionucléide s'est désintégrée.



C.3.2. On évalue graphiquement la période radioactive en se plaçant à la moitié de la quantité initiale de noyaux :

La période, T, obtenue par lecture graphique ( $T \approx 2,7 \cdot 10^2 \text{J}$ ) est cohérente avec les 271 J annoncés.

C.3.3. L'activité du Cobalt 57 est donnée « à la date de calibration » parce qu'elle ne cesse de baisser ensuite, au fur et à mesure que les noyaux radioactifs se désintègrent.

#### C.4. Traitement des déchets

- Les gélules de cyanocobalamine contiennent du Cobalt 57 dont la période radioactive est de 271 jours. Les déchets produits sont donc dit à Vie Courte (VC) car  $100 \text{ jours} < T < 31 \text{ ans}$ .
- Détermination de l'activité massique maximale (à la date de calibration) d'une gélule :  $A_m = \frac{A}{m} = \frac{18,5 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^{-6}} = 18,5 \cdot 10^9 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$  ( $= 2 \cdot 10^{10} \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$  en tenant compte des chiffres significatifs, la masse n'est donnée qu'à un chiffre.)

Soit  $A_m = 20 \text{ GBq} \cdot \text{g}^{-1}$ . Il s'agit donc de déchets de Haute activité.

Les déchets des gélules de cyanocobalamine doivent donc être stockés en couche géologique profonde.

## CBSV - MÉTROPOLE - CORRIGÉ

### Partie 1 : la perte de neurones dopaminergiques entraîne la maladie de Parkinson

#### Mode d'action de la dopamine

1.1. 1- potentiel d'action / 2- vésicules synaptiques / 3- fente synaptique / 4- récepteurs spécifiques à la dopamine.

#### Biosynthèse de la dopamine

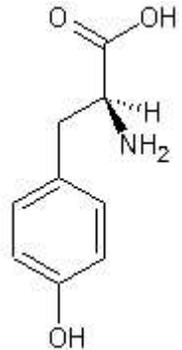
Le **document B** présente la voie de biosynthèse de la dopamine à partir de la tyrosine, un acide aminé.

1.2. a- acide carboxylique / b- amine.

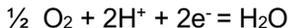
1.3. Il est porteur de 4 substituants différents : COOH, NH<sub>2</sub>, H et le radical.

1.4. Représentation de Cram : voir ci -contre

La première réaction de biosynthèse de la dopamine est une transformation de la tyrosine en L-Dopa par réaction avec le dioxygène. Cette réaction est catalysée par l'enzyme tyrosine hydroxylase. Elle met en jeu le cofacteur tétrahydrobioptérine noté BH<sub>4</sub> qui est transformé en dihydrobioptérine noté BH<sub>2</sub> en présence de dioxygène.



1.5.  $C_9H_{11}NO_4 + 2H^+ + 2e^- = C_9H_{11}NO_3 + H_2O$



1.6.  $C_9H_{11}NO_3 + \frac{1}{2} O_2 = C_9H_{11}NO_4$ .

1.7. Espèce oxydée durant la réaction = réducteur du couple donnant les électrons = tyrosine.

Espèce réduite au cours de la réaction : oxydant du couple fixant les électrons = dioxygène.

1.8. Rétrocontrôle négatif / inhibition par le produit.

#### Biosynthèse de la dopamine

La biosynthèse de la dopamine a lieu dans les corps cellulaires des neurones dopaminergiques

qui se situent dans une zone nommée « substance noire ».

Le **document C** montre des micrographies de la substance noire prélevée post mortem, c'est à dire après la mort :

- chez des individus ayant été atteints de la maladie de Parkinson pendant des durées différentes ;
- chez un individu non atteint de la maladie de Parkinson.

1.9. Observation de cellules dans leur intégralité, échelle de 100µm → ordre de grandeur du microscope optique..

1.10. Sur la coupe correspondant au cerveau du patient ayant été atteints de la maladie de Parkinson depuis 5 ans, on observe beaucoup moins de neurones dopaminergiques que chez l'individu sain. On observe encore moins de neurones sur les coupes de cerveau du patient ayant été atteints de la maladie de Parkinson depuis 10 ans.

Au fur et à mesure de l'évolution de la maladie, il y a donc disparition des neurones dopaminergiques.

## Partie 2 : implication de la parkine dans une forme génétique de la maladie de Parkinson et stratégie thérapeutique

2.1. Remplacement du nucléotide 823 de C en G, il s'agit donc d'une substitution.

2.2.

	Allèle normal	Allèle muté T240R
ARNm	5'...UGC AUU ACG UGC ACA GAC GUC AGG...3'	5'...UGC AUU ACG UGC AGA GAC GUC AGG...3'
Séquence protéique	Cys-Ile-Thr-Cys-Thr-Asp-Val-Arg	Cys-Ile-Thr-Cys-Arg-Asp-Val-Arg

2.3. Une thréonine est substituée en arginine.

2.4. Le changement de séquence primaire peut entraîner un changement de structure tertiaire entraînant une modification structurale et fonctionnelle de la protéine parkine.

## Étude du mode de transmission de la forme juvénile de la maladie de Parkinson

2.5. L'enfant III.2 est malade alors que ces parents ne le sont pas. L'allèle responsable de la maladie est donc récessif.

2.6. Si l'allèle était porté par le chromosome Y, le père de l'homme III.2 devrait être malade.

Si l'allèle était porté par le chromosome X, le père de la femme III.5 devrait être malade.

2.7. Tableau de croisement : probabilité de 25 % que l'individu III.4 soit malade

	S	m
S	S//S [S]	S//m [S]
m	S//m [S]	m//m [m]

### **Mise au point d'un modèle animal déficient en parkine**

2.8. Les bandes correspondant à la tubuline sont de même intensité : la même quantité de protéine a donc été déposée. On n'observe pas de bande correspondant à la parkine sur la piste -/-. On peut donc dire qu'il y a absence de parkine chez la souris homozygote pour l'allèle muté.

2.9. D'après le document G, peu de différence est observée entre le nombre de neurones dopaminergiques entre la souris homozygote pour l'allèle non muté et la souris homozygote pour l'allèle muté. La perte de l'expression de la parkine n'entraîne donc pas une perte des neurones dopaminergiques : il n'est donc pas pertinent d'utiliser ce modèle pour tester des stratégies thérapeutiques.

### **Prise en charge actuelle proposée aux patients**

2.10. Si l'enzyme L-Dopa décarboxylase est active, elle catalyse la transformation de la L-Dopa en dopamine, qui n'est pas capable de franchir la barrière hémato-encéphalique. Si un inhibiteur de cette enzyme est présent, la L-Dopa pourra franchir la barrière avant de se transformer en dopamine.

---

## BIOTECHNOLOGIES - MÉTROPOLE - CORRIGÉ

---

**Q1.** L'expérience A montre le film PET en début d'expérience pour vérifier son aspect initial.

L'expérience B (échantillon 1) montre un film PET fortement dégradé (aspect irrégulier) alors que l'expérience C (échantillon 2) montre un film à l'aspect similaire au film avant incubation donc non dégradé.

L'expérience D (mise en présence du film PET et du milieu sans ajout de l'inoculum) constitue un témoin négatif, montrant l'absence de dégradation spontanée du PET.

**Q2.** Seul l'échantillon 1 contient un ou plusieurs micro-organismes capables de dégrader le PET et doit être étudié.

**Q3.** Seul l'échantillon 1 contient un ou plusieurs micro-organismes capables de dégrader le PET et doit être étudié.

La pesée du film permet d'estimer de façon simple et rapide la vitesse de dégradation du film PET sans avoir recours à la MEB, et de comparer de façon objective la dégradation du film PET par chacune des deux espèces bactériennes.

**Q4.** La masse du film PET diminue de 40 mg en 80 jours en présence du mélange polymicrobien

Avec l'espèce 1, la masse du film ne diminue pas, alors qu'elle diminue de 90 mg en 80 jours avec l'espèce 2.

**Q5.** L'espèce 1 peut empêcher l'accès au PET à l'espèce 2 ou produire une molécule inhibitrice agissant sur l'espèce 2. La concentration en nombre de bactéries de l'espèce 2 dans le mélange est moins importante que dans l'échantillon isolé.

**Q6** L'appartenance au groupe des protéobactéries est vérifiée par la formation d'un amplicon spécifique de 430 paires de bases. L'absence de cet amplicon indiquerait que la bactérie n'appartient pas à ce groupe

**Q7** Présence de deux bandes au niveau du puits PCR multiplex :

- Amplicon migrant légèrement au-dessus du marqueur de 422 pb → appartenance à l'embranchement des protéobactéries.
- Amplicon migrant au même niveau que le marqueur 275 pb = appartenance à la classe des bêta-protéobactéries

**Q8.** PETase :  $-1/K_M = -6$  donc  $K_M = 0,17 \mu\text{mol} \cdot \text{L}_{\text{MR}}^{-1}$  et  $1/v_{\text{imax}} = 2$  donc  $v_{\text{imax}} = 0,5 \mu\text{mol} \cdot \text{L}_{\text{MR}}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

LCCase :  $-1/K_M = -4$  donc  $K_M = 0,25 \mu\text{mol} \cdot \text{L}_{\text{MR}}^{-1}$  et  $1/v_{\text{imax}} = 4$  donc  $v_{\text{imax}} = 0,25 \mu\text{mol} \cdot \text{L}_{\text{MR}}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

**Q9.** La température optimale correspond à la température pour laquelle la concentration de produit libéré est maximale soit :

- **PETase** : 40 °C avec libération 0,2 mmol. L<sup>-1</sup> de produit (*attention : échelle semi-log et valeur non demandée*)

- **LCCase** : légèrement supérieure à 70 °C avec libération de 4 mmol·L<sup>-1</sup> de produit (*échelle semi-log et valeur non demandée*)

**Q10. Affinité pour le substrat** : la PETase a une affinité plus forte pour le substrat PET puisque son  $K_M$  (0,17  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}_{\text{MR}}^{-1}$ ) est plus faible que celui de la LCCase (0,25  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}_{\text{MR}}^{-1}$ ), le  $K_M$  étant inversement proportionnel à l'affinité de l'enzyme pour son substrat

- **Vitesse de transformation** : la PETase catalyse deux fois plus rapidement la transformation du PET

( $v_{\text{imax}} = 0,5 \mu\text{mol} \cdot \text{L}_{\text{MR}}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) que la LCCase ( $v_{\text{imax}} = 0,25 \mu\text{mol} \cdot \text{L}_{\text{MR}}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )

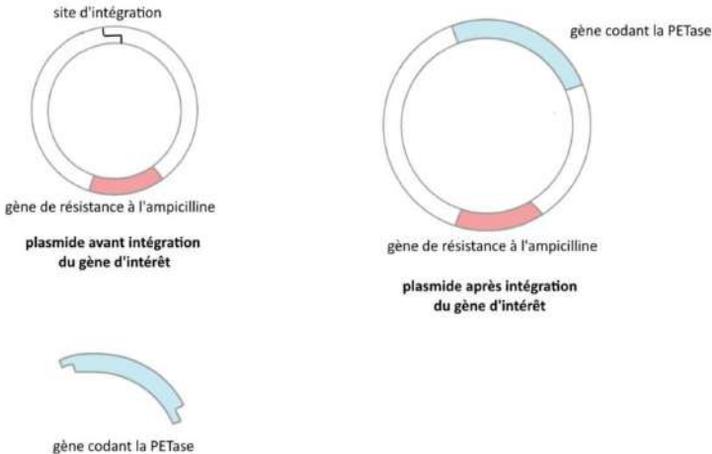
- **Température optimale basse** : la PETase a une activité enzymatique optimale à 40 °C contre 70 °C pour la LCCase (même si l'activité de celle-ci est plus importante car elle libère davantage de produit).

**Q11** Comparaison de la croissance des deux espèces bactériennes :

	<i>Ideonella sakaiensis</i>	<i>Escherichia coli</i>
Température optimale de croissance	[ 36 ; 38 ] °C	[ 35 ; 37 ] °C
$\mu_{\text{max}}$ en h <sup>-1</sup>	<b>0,60</b>	<b>1,12</b>
G en h ( <i>non demandé mais utile</i> )	$= \ln 2 / \mu = 0,7 / 0,60$ <b>= 1,16 h</b>	$\ln 2 / \mu = 0,7 / 1,12$ <b>= 0,62 h</b>

**Q12.** *E. coli* se divise plus rapidement ( $\mu_{\text{expo}}$  plus élevé OU temps de génération plus court) que *Ideonella sakaiensis* pour la même température, ce qui est avantageux d'un point de vue industriel.

**Q13.** Schéma d'un plasmide circulaire avec gène de l'ampicilline et site d'intégration distinct ET schéma d'un plasmide recombiné avec gène de l'ampicilline toujours présent et site d'intégration occupé par le gène de la PETase.



**Q14.** La bactérie transformée par le plasmide recombinant possède un gène de résistance à l'ampicilline. L'ajout de cet antibiotique permettra de sélectionner les bactéries transformées.

**Q15 Synthèse :**

Obtention d'un mélange polymicrobien dégradant le PET

*échantillon* ↓ *n°1 retenue*

Isolement de deux espèces du mélange

*Espèce* ↓ *n°2 retenue*

Identification de l'espèce dégradant le PET par PCR multiplex

*Classe des protéobactéries* ↓ *Ideonella sakaiensis*

Comparaison des paramètres cinétiques de la PETase de *Ideonella* avec une enzyme déjà connue (LCCase)

*vi max PETase* > *vi max LCCase* ↓ *affinité PETase* > *affinité LCCase*

Comparaison la température optimale de dégradation du PET entre PETase et LCCase

$\theta_{\text{optimale PETase}} < \theta_{\text{optimale LCCase}} < \downarrow$  PETase active à  $\theta$  plus basse que LCCase

Comparaison de la vitesse spécifique de croissance de *Ideonella* par rapport à *E. coli*

$\mu_{\text{exo}} \text{Ideonella} < \mu_{\text{exo}} \text{E. coli} < \downarrow$  *E. coli* plus adapté en usage industriel

Intégration du gène codant la PETase dans un plasmide servant à transformer *E. coli*

*E. coli* transformée par ↓ plasmide recombinant

Production industrielle de PETase

## CBSV - POLYNÉSIE - CORRIGÉ

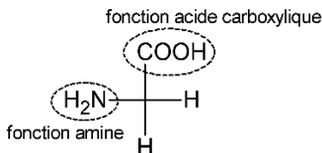
### Partie 1 : Laminine et intégrité de la peau

#### Étude de la peau

- 1.1. a. couche cornée ; b. épithélium pavimenteux pluristratifié ;  
 c. lame basale ; d. derme sous-jacent
- 1.2. Il s'agit d'une observation au grossissement X1000 qui correspond à un microscope photonique. On ne voit pas le détail des structures intracellulaires.

#### La lamine

- 1.3. La protéine possède une structure quaternaire car elle est constituée de plusieurs sous-unités. C'est un trimère.
- 1.4. 1 feuillet bêta et 2 hélices alpha
- 1.5. acide aminé.
- 1.6. La molécule de glycine est représentée grâce aux conventions de Fisher, la molécule d'acide glutamique en utilisant les conventions de Cram.
- 1.7. L'atome de carbone 4 est asymétrique.
- 1.8.



- 1.9.  $\Delta_r G^{0'}_1 + \Delta_r G^{0'}_2 = \Delta_r G^{0'}_T$
- 1.10. Réaction 1 exergonique donc  $\Delta_r G^{0'}_1$  négatif et réaction 2 endergonique donc  $\Delta_r G^{0'}_2$  positif.

Seule, la réaction 2 n'est pas thermodynamiquement favorable mais la réaction couplée elle l'est.

### Partie 2 : Origine et traitement de l'épidermolyse bulleuse jonctionnelle

#### Transmission et origine génétique de l'EBJ

- 2.1. Le locus du gène est situé sur le chromosome 1, qui est un autosome.
- 2.2. La femme III.2 est malade alors que ses parents ne le sont pas : l'allèle responsable de la maladie est récessif.
- 2.3. Réalisation d'un tableau de croisement :  
 Soit m allèle malade et S l'allèle sain.

Si l'individu II.3 est hétérozygote, il possède donc les deux types d'allèles. D'après le tableau de croisement il y a une probabilité de 50 % que l'enfant soit malade.

	M	m
m	(m//m) [malade]	(m//m) [malade]
S	(m//S) [sain]	(m//S) [sain]

2.4. Il est probable que la mutation génétique entraîne une modification de la séquence en acides aminés et donc de la structure tridimensionnelle de la lamine 5, altérant sa fonction.

### **Grefe de peau : approche historique**

2.5. Lorsque la greffe est réalisée sur le même individu, la greffe n'est pas rejetée alors qu'elle est rejetée lorsqu'elle est réalisée vers un individu différent : le système immunitaire reconnaît le « soi ».

2.6. Lorsqu'une allogreffe est réalisée sur un sujet ayant déjà reçu une greffe du même donneur, la greffe est rejetée plus rapidement. Ceci illustre que le système immunitaire possède une « mémoire ».

2.7. Une autogreffe ne sera pas rejetée contrairement à une allogreffe car elle est reconnue comme du soi par le système immunitaire.

### **Autogreffe de peau transgénique : une thérapie prometteuse pour l'EBJ**

2.8. Le vecteur permet de transférer une copie non mutée de l'allèle.

2.9. Une cause possible d'échec serait la mauvaise ou non insertion du gène apporté par le vecteur.

### **Suivi du traitement**

2.10. On visualise la présence de fluorochrome au niveau de la lame basale de la peau greffée, tout comme la peau du patient sain. Il n'y en a pas chez la peau du malade avant greffe. On peut donc dire que il y a présence de laminine 5 dans la peau greffée : la thérapie génique a bien été un succès.

### **Synthèse**

2.11. L'EBJ est une maladie qui apparaît chez les patients porteurs de deux allèles mutés pour le gène *lamb3*. La laminine 5 produite chez ces patients est non fonctionnelle et ne peut donc plus assurer correctement l'ancrage de l'épiderme dans la lame basale. Grâce à la thérapie génique, il est possible d'insérer un allèle non muté dans des cellules souches de la peau du patient, de reproduire un épiderme fonctionnel *ex vivo* qui sera ensuite greffé chez le patient sans qu'il n'y ait de rejet.

---

**BIOTECHNOLOGIES - POLYNÉSIE - CORRIGÉ**

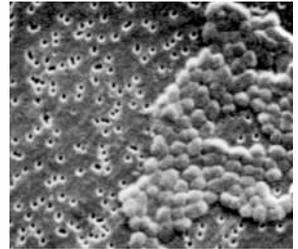

---

**Q1.** La première étape est un dénombrement de bactéries témoins d'une contamination fécale qui consiste à quantifier, dans le cas présent, des entérocoques. S'agissant d'une analyse quantitative (estimation de la concentration en nombre), les flacons de prélèvement doivent être exempts de tout micro-organisme qui pourraient fausser ce dénombrement et doivent donc être stériles.

Le transport et le stockage à 4 °C permettent d'éviter toute multiplication de micro-organismes (entérocoques ici) qui fausseraient alors le résultat du dénombrement.

**Q2.** Les entérocoques sont des bactéries de forme sphérique.

Les coques mesurant habituellement au moins 0,5 µm de diamètre, une membrane filtrante dont les pores ont un diamètre de 0,45 µm retiendra les bactéries à sa surface, chacune formera alors une colonie après dépôt de la membrane sur un milieu de culture adapté.



**Q3.** La gélose de Slanetz et Bartley contient un inhibiteur des bactéries à Gram négatif (l'azide de sodium) : les bactéries cultivant sur ce milieu présenteront donc une coloration violette à la coloration de Gram (bactéries à Gram positif).

**Q4.** Étapes du dénombrement des entérocoques dans l'eau lagunaire

Prélèvement d'un échantillon d'eau en flacon stérile

*Transport et ↓ stockage à 4 °C*

Filtration d'un volume de 100 mL d'eau de lagon

*membrane filtrante ↓ de porosité 0,45 µm*

Dépôt de la membrane sur gélose Slanetz & Bartley

*Incubation (36 ± 2) °C ↓ pendant (44 ± 4) h*

dénombrement des colonies suspectes (rouges à marron) = entérocoques

*Transfert de la membrane sur gélose BEA ↓ Incubation (44 ± 0,52) °C*

*pendant 2 h*

dénombrement des colonies présentant un halo noir = entérocoques  
intestinaux

**Q5.** Le dénombrement sur milieu Slanetz & Bartley indique 23 colonies d'entérocoques, celui sur milieu BEA permet de compter 16 colonies d'entérocoques intestinaux.

La concentration en nombre d'entérocoques intestinaux est donc :

$C_N(\text{entérocoques intestinaux ; eau du lagon}) = 16 \text{ UFC d'entérocoques intestinaux/100 mL}$

La comparaison avec les critères de la directive 2006/7/CE indique que l'eau du lagon est d'excellente qualité en ce qui concerne la contamination fécale ( $16 < 100 \text{ UFC d'entérocoques intestinaux/100 mL}$ )

**Q6.** Equation du calcul de la température d'hybridation d'une amorce ( $T_m$ ) :

$$T_m = 2 \cdot (A+T) + 4 \cdot (G+C)$$

	Amorce « sens »	Amorce « antisens »
Séquence	5' – CTGTGTGACCCGTCTTGA AAC –3'	5' – TTTCCCCTGCCTTGGCC –3'
$T_m$	$T_m = 2 \times 10 + 4 \times 11$ $= 20 + 44 = 64^\circ\text{C}$	$T_m = 2 \times 6 + 4 \times 12$ $= 12 + 48 = 60^\circ\text{C}$

**Q7.** Pour que les amorces forment un couple utilisable dans la réaction de PCR de détection de *G. toxicus* :

- Les  $T_m$  doivent être supérieures à  $55^\circ\text{C}$  : validé pour les deux amorces ( $64^\circ\text{C}$  et  $60^\circ\text{C}$ )
- La différence entre les  $T_m$  de 2 amorces doit être inférieure à  $5^\circ\text{C}$  : validé car  $|64 - 60| = 4^\circ\text{C}$

Les séquences des deux amorces peuvent donc permettre la réalisation de la PCR.

**Q8.** Les étapes de la PCR :

Etape	Température
Dénaturation des deux brins d'ADN	$94^\circ\text{C}$
Hybridation des amorces sens et antisens aux brins d'ADN	$60^\circ\text{C}$ ( $T_m$ la plus basse des deux amorces)
Polymérisation (ajout de nucléotides) à partir des amorces dans le 5' vers 3'	$72^\circ\text{C}$

**Q9.** Les puits sont creusés au niveau du pôle négatif (cathode) du gel ; les molécules d'ADN migrant vers le pôle positif (anode), cela indique qu'elles sont chargées négativement au pH du tampon.

## Q10. Intérêts des témoins réalisés :

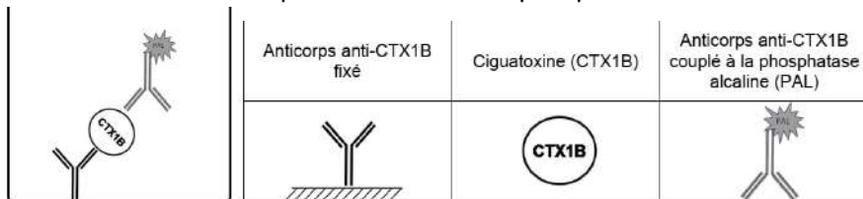
	Composition	Rôle
<b>Témoin positif</b>	Amorces + ADN de <i>G. toxicus</i>	Vérifier l'efficacité de la réaction d'amplification d'un gène spécifique de la micro-algue <i>G. toxicus</i> en produisant un amplicon spécifique de taille connue
<b>Témoin négatif</b>	Amorces + eau BM (qualité biologie moléculaire)	Vérifier la spécificité de la réaction en montrant qu'il n'y a pas d'amplification non spécifique

## Q11. Analyse de l'électrophorégramme obtenu après la réaction de PCR

	Composition	Observation	Interprétation	Conclusion
<b>Puits 1 témoin (-)</b>	Eau qualité Biologie moléculaire	Absence amplicon	Pas d'amplification non spécifique	Prouve la spécificité de la réaction de PCR
<b>Puits 2 témoin (+)</b>	ADN de <i>Gambierdiscus</i>	Présence d'un amplicon unique entre 200 et 250 pb	Amplification d'un fragment de gène spécifique de <i>Gambierdiscus</i>	Prouve l'efficacité de la réaction de PCR
<b>Puits 3 Corail 1</b>	ADN extrait du corail 1	Absence amplicon	Absence d'amplification	Absence de l'ADN de <i>Gambierdiscus</i> dans le corail 1
<b>Puits 4 Corail 2</b>	ADN extrait du corail 2	Présence d'un amplicon unique entre 200 et 250 pb	Amplification d'un fragment de gène de taille identique à l'amplicon du témoin (+)	Présence de l'ADN de <i>Gambierdiscus</i> dans le corail 1

Le corail 2 présente donc une contamination par la micro-algue *Gambierdiscus toxicus*.

**Q12.** Edifice moléculaire présent dans une cupule positive.



**Q13.** Détermination de la concentration en ciguatoxine dans le filtrat de poisson non diluée

Equation de la droite :  $y = 2,100 \cdot x$

Soit  $A_{405 \text{ nm}} = f(\rho_{\text{(ciguatoxine CTX1B ; solution)}})$  en  $\mu\text{g.L}^{-1}$

Comme on mesure l'absorbance de l'échantillon ( $y$ ), on veut calculer  $\rho_{\text{(ciguatoxine CTX1B ; échantillon)}}$  soit isoler  $x$  à partir de l'équation de la droite

$$x = y / 2,100$$

soit  $\rho_{\text{(ciguatoxine CTX1B ; échantillon dilué)}} = A_{405 \text{ nm}} / 2,100$

Pour l'échantillon non dilué :  $\rho_{\text{(ciguatoxine CTX1B ; échantillon non dilué)}} = [A_{405 \text{ nm}} / 2,100] \cdot F_d$

$$\rho_{\text{(ciguatoxine CTX1B ; échantillon non dilué)}} = [0,102 / 2,100] \cdot 10 = 0,49 \mu\text{g.L}^{-1}$$

**Q14.** Le mode de préparation indique qu'une portion de 100 g de poisson a été broyée puis mise en suspension dans 1,0 L d'eau physiologique.

⇒ La concentration en masse de ciguatoxine étant de  $0,49 \mu\text{g.L}^{-1}$ , cela correspond à une masse de  $0,49 \mu\text{g}$  de toxine pour 100 g de poisson.

⇒ Le taux de ciguatoxine dans un poisson destiné à la consommation doit être inférieur à  $0,17 \mu\text{g}$  pour 100 g de poisson

⇒ La teneur en ciguatoxine dans le poisson testé ( $0,49 \mu\text{g}$  pour 100 g) étant supérieure à la valeur maximale autorisée ( $0,17 \mu\text{g}$  pour 100 g), il ne peut être consommé.

**Q15.** Bilan des analyses

- CN (entérocoques intestinaux ; eau du lagon) = 16 UFC d'entérocoques intestinaux dans 100 mL

- Teneur en ciguatoxine dans les poissons pêchés dans le lagon :  $0,49 \mu\text{g}$  dans 100 g

Compte-tenu des résultats des analyses effectuées :

- baignade autorisée dans le lagon

- consommation interdite pour les poissons pêchés dans le lagon

---

**CBSV – SEPTEMBRE 2019 – CORRIGÉ**


---

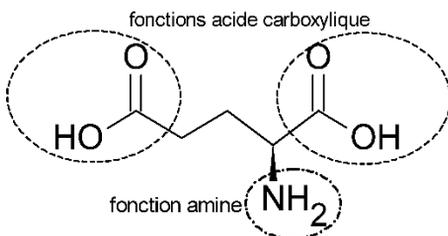
**Partie 1 : l'hémoglobine A**

1.1. Hélice alpha

1.2. Principalement interactions hydrogène mais également interactions hydrophobes.

1.3. L'hémoglobine est constituée de quatre sous unités : elle présente une structure quaternaire.

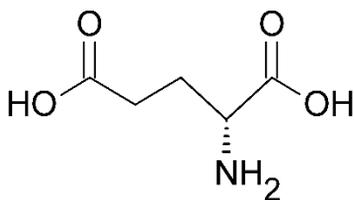
1.4.



1.5. Seul le carbone 2 est asymétrique.

1.6. Il s'agit de la représentation de Cram. Le symbole A (triangle plein) signifie que la liaison est en avant du plan.

1.7.



1.8. Proposition C : L'acide glutamique est une molécule polaire avec des groupes hydrophiles.

## Partie 2 : origine, transmission et diagnostic de la drépanocytose

### Origine moléculaire

2.1. Au niveau du nucléotide 20, un nucléotide est remplacé par un autre. Il s'agit de substitution.

2.2.

Portion ARNm	normal	3' AUGGUGCAUCUGACUCCUGAGGAGAAGUCU 5'
Portion ARNm	muté	3' AUGGUGCAUCUGACUCCUGUGGAGAAGUCU 5'
Portion protéine	normale	Met Val His Leu Thr Arg Glu Glu Lys Ser
Portion protéine	mutée	Met Val His Leu Thr Arg Val Glu Lys Ser

2.3. Un acide glutamique a été substitué par une valine.

2.4. Il est probable que la mutation génétique, entraînant une modification de la séquence en acide aminé, entraîne une modification de la structure tridimensionnelle de l'hémoglobine.

2.5. La valine est un acide aminé hydrophobe, contrairement à l'acide glutamique qui lui est hydrophile. Chez la protéine mutée, la valine va pouvoir interagir avec la région hydrophobe d'une autre sous unité alors que chez les individus sains, la présence de l'acide glutamique hydrophile empêche les interactions entre régions hydrophobes.

2.6. La formation des polymères par association des molécules d'HbS en situation d'hypoxie perturbe le cytosquelette et entraîne la déformation du globule rouge.

2.7. Il est probable que l'HbS déformée et polymérisée ne puisse plus assurer sa fonction de fixation de l'O<sub>2</sub>. De plus les globules rouges en faucille perdent leur capacité à se déformer pour circuler dans les capillaires sanguins. La distribution du dioxygène aux cellules de l'organisme se fera donc moins bien.

### Mode de transmission de la drépanocytose

2.8. L'individu III.3 est malade alors que ses parents ne le sont pas : l'allèle s est donc récessif. Si l'allèle était porté par Y, le fils de l'homme I.4 devrait être malade. Si l'allèle était porté par X, le père de la fille III.3 devrait être malade. L'allèle s est donc autosomique.

2.9. II.1 et II.2 ne sont pas malades mais ils ont transmis un allèle s à leur fille III.3 ; l'individu II.4 n'est pas malade mais il a obligatoirement reçu l'allèle m de son père. Ces trois individus sont donc de génotype leur génotype est donc (A,s)

2.10.

	A	m
A	(A//A) [non malade]	(A//m) [non malade]
m	(A//m) [non malade]	(m//m) [malade]

L'enfant III.4 a donc 75 % de probabilité de ne pas être malade.

### Diagnostic de la drépanocytose

2.11. On observe que l'hémoglobine de l'individu III.4 migre à la même distance que les hémoglobines HbA. On peut en conclure que le phénotype de l'individu III.4 est [non atteint].

### Synthèse

2.12. La drépanocytose est une maladie touchant les individus possédant deux allèles mutés  $\beta^S$ . Ils produisent une hémoglobine HbS au sein de laquelle un résidu acide glutamique, hydrophile, a été remplacé par un résidu valine, hydrophobe. Cette substitution entraîne en hypoxie, la possibilité d'interactions hydrophobes intermoléculaires qui conduisent à la polymérisation de l'HbS. Ceci a pour conséquence de déformer le globule rouge. Entre la perte de fonctionnalité de l'HbS et la déformation du globule rouge, la distribution en dioxygène est altérée, provoquant des maux de tête, des vertiges, des nausées et des essoufflements.

## BIOTECHNOLOGIES – SEPTEMBRE 2019 - CORRIGÉ

---

**Q1** *Bifidobacterium* ne cultive que sur un seul des trois milieux testés, celui contenant la base PTY supplémenté en extrait de levures et en glucose. La présence d'un seul de ces deux derniers éléments ne suffit pas à assurer sa croissance. Ceci est cohérent avec le caractère physiologique indiquant la fermentation du glucose.

L'ajout nécessaire d'extrait de levures (principal facteur d'enrichissement d'un milieu, apportant des facteurs de croissance tels que bases azotés, acides aminés, cofacteurs enzymatiques), est également cohérent avec le caractère physiologique indiquant qu'il s'agit d'un genre bactérien exigeant.

Base PTY, extrait de glucose et levure ne suffisent toutefois pas à assurer la croissance ; la bactérie doit se trouver impérativement en absence de dioxygène (anaérobiose) pour se multiplier, ce qui correspond également au caractère décrit dans le document 1.

**Q2** Protocole de culture de *Bifidobacterium* :

- A partir de selles, inoculation d'un bouillon sélectif (favorisant la croissance de *Bifidobacterium* et inhibant la croissance de la plupart des autres genres) donc contenant de l'acide propionique, en anaérobiose pendant 72 h à 40 °C.
- A partir du bouillon après culture, isolement sur milieu PTY + glucose + extraits de levures, en anaérobiose pendant 72 h à 40 °C.
- Vérification de l'appartenance des bactéries au genre par une coloration de Gram qui doit révéler des bacilles violets et par un test enzymatique (catalase).

**Q3.** Une bactérie est :

- sensible à un antibiotique si le diamètre de la zone d'inhibition de la culture autour du disque est supérieur au diamètre de référence  $d_{CCI}$  ;
- résistante à un antibiotique si le diamètre de la zone d'inhibition de la culture autour du disque est inférieur au diamètre de référence  $d_{CCS}$ .

	Observation	Interprétation	Conclusion
<b>Amoxicilline</b>	$d_{\text{mesuré}} > d_{\text{CCI}}$	La concentration inhibant la croissance de la bactérie est moins élevée que la concentration critique inférieure	Entérobactéries sensibles à l'amoxicilline
<b>Gentamycine</b>	$d_{\text{mesuré}} < d_{\text{CCI}}$	La concentration inhibant la croissance de la bactérie est plus élevée que la concentration critique supérieure	Entérobactéries résistantes à la gentamycine
<b>Kanamycine</b>	$d_{\text{mesuré}} > d_{\text{CCI}}$	La concentration inhibant la croissance de la bactérie est moins élevée que la concentration critique inférieure	Entérobactéries sensibles à la kanamycine
<b>Pénicilline G</b>	$d_{\text{mesuré}} < d_{\text{CCI}}$	La concentration inhibant la croissance de la bactérie est plus élevée que la concentration critique supérieure	Entérobactéries résistantes à la pénicilline G

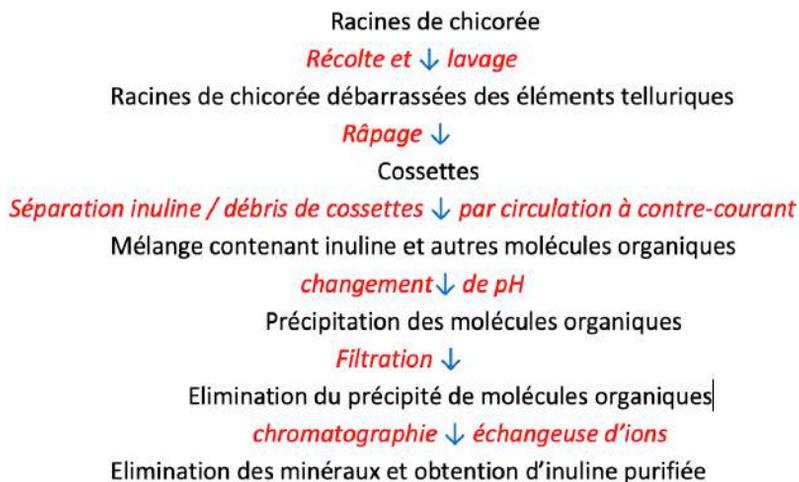
**Q4.** L'objectif est d'inhiber la croissance des Entérobactéries pro-inflammatoires ; le choix pourrait donc se porter sur l'amoxicilline et la kanamycine auxquelles les entérobactéries sont sensibles.

Toutefois, *Bifidobactérium* est également sensible à l'amoxicilline et serait donc inhibée par cet antibiotique.

Seule la kanamycine aura donc un effet inhibiteur sur les entérobactéries, mais pas sur *Bifidobactérium*.

**Q5.** L'information selon laquelle les *Bifidobactérium* sont résistants à la kanamycine est théorique ; il faut vérifier expérimentalement si les bactéries du genre *Bifidobactérium* du patient sont bien résistantes à cet antibiotique et ne risquent donc pas d'être inhibées.

**Q6.** Logigramme de la purification de l'inuline :



**Q7.** Lorsque de l'inuline est présente, elle réagit avec l'inulinase du kit pour être transformé en fructose, qui est ensuite lui-même transformé en sorbitol par la sorbitol déshydrogénase. Cette dernière réaction consomme un cofacteur, le NADH, qui est oxydé en NAD<sup>+</sup>.

Le spectre d'absorption de ces molécules, NADH et NAD<sup>+</sup>, montre que le NADH présente un pic d'absorption à 340 nm alors que le NAD<sup>+</sup> n'absorbe pas la lumière à cette longueur d'onde, qui est donc choisie comme longueur d'onde de travail (c'est aussi la longueur d'onde pour laquelle la différence entre les deux spectres d'absorption est la plus importante)

En se plaçant à cette longueur d'onde, on suit donc l'évolution de la concentration en NADH (dont la quantité consommée est proportionnelle à l'inuline présente).

**Q8.** Comme le NADH est consommé au cours de la réaction (il est oxydé en NAD<sup>+</sup>), sa concentration diminue donc l'absorbance à 340 nm diminue également au cours de la réaction.

**Q9.** Equation aux unités :  $[g] = \left[ \frac{1}{1} \cdot g \cdot L^{-1} \cdot L \right]$

Equation aux valeurs numériques :  $m = \frac{(0,903 - 0,180)}{(0,904 - 0,757)} \cdot 2,0 \cdot 0,5 = 4,95 \text{ g}$

**Q10.** L'intervalle d'acceptabilité pour la masse d'inuline est de [4,8 : 5,2] grammes.

La masse d'inuline mesurée dans un sachet (arrondie à 5,0 g) est comprise dans cet intervalle, donc le sachet d'inuline peut être utilisé pour la culture en fermenteur.

**Q11.** Comparaison de croissance de *Bifidobacterium* dans deux milieux : la fin de croissance est déterminée graphiquement en traçant la tangente à la portion linéaire de la courbe qui représente la phase exponentielle de croissance.

	Début de croissance	Fin de croissance
<b>Bouillon TPY sans inuline</b>	à $t = 0$ h	à $t = 10$ h
<b>Bouillon TPY avec inuline</b>	à $t = 0$ h	à $t = 25$ h

**Q12.** La vitesse spécifique de croissance en phase exponentielle correspond au coefficient directeur de la portion linéaire délimitée précédemment ; deux points A et B sont pris sur cette droite :

$$\text{coefficient directeur} = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}$$

	Vitesse spécifique de croissance $\mu_{\text{expo}}$
<b>Bouillon TPY sans inuline</b>	$\mu_{\text{expo}} = \frac{2,7-1,5}{20-10} = 0,12 \text{ h}^{-1}$
<b>Bouillon TPY avec inuline</b>	$\mu_{\text{expo}} = \frac{2,1-1,2}{10-5} = 0,18 \text{ h}^{-1}$

**Q13.** La vitesse de croissance de *Bifidobacterium* est plus élevée en présence d'inuline ( $0,18 \text{ h}^{-1}$ ) qu'en absence d'inuline ( $0,12 \text{ h}^{-1}$ ) ; l'inuline, sans effet sur la croissance des Entrobactéries pro-inflammatoires, a par contre un effet stimulateur sur la croissance de *Bifidobacterium* anti-inflammatoire.

**Q14.** Rétablir l'équilibre du microbiote intestinal du patient implique deux procédures :

- 1) Eliminer les entérobactéries pro-inflammatoires par antibiothérapie ciblée ; l'antibiogramme réalisé suggère l'utilisation d'amoxicilline ou de kanamycine (les entérobactéries du patient y sont sensibles) mais comme *Bifidobacterium* est également sensible à l'amoxicilline, seule la kanamycine sera retenue pour cette étape.
- 2) Stimuler la croissance des Bifidobactéries anti-inflammatoires ; la comparaison de la vitesse de croissance de cette bactérie avec/sans inuline a montré que l'inuline agissait comme probiotique envers *Bifidobacterium*.

**Q15.** Une vérification de l'efficacité réelle (*in vivo*) chez le patient pourrait se constituer des étapes suivantes :

- 1) Prélèvement de selles et dénombrement avant traitement :
  - a. des entérobactéries dont la concentration en nombre doit diminuer ;
  - b. des bifidobactéries dont la concentration en nombre doit augmenter.
- 2) Traitement par la kanamycine + apport alimentaire d'inuline
- 3) Prélèvement de selles et dénombrement après traitement :
  - a. des entérobactéries dont la concentration en nombre doit diminuer ;
  - b. des bifidobactéries dont la concentration en nombre doit augmenter.
- 4) Suivi des signes cliniques qui doivent régresser au cours du traitement : diminution des troubles digestifs et des douleurs abdominales.

## PUBLICATIONS DE L'UPBM

L'UPBM édite d'autres annales et documents pédagogiques. Certains ouvrages épuisés sont disponibles en consultation ou en téléchargement sur le site internet de l'UPBM.

<http://upbm.org>

<b>PUBLICATIONS</b>	<b>Téléchargeables</b>	<b>Disponibles à l'achat</b>
Annales Bac STL Biotechnologies	2013 - 2016	2017-2018 2019
Annales Bac STL Biochimie Génie Biologique	1995 à 2011	-
Sujet Biochimie-Biologie Bac STL-BGB	2012	-
Sujets BPH Bac ST2S	2009 à 2014	-
BTS Analyses de Biologie Médicale	2014-2015 ; 2012-2013 2010-2011 ; 2006-2009 2004-2005 ; 2002-2003 2000-2001	2016-2017 2018-2019
BTS Bioanalyses et Contrôle	2012-2013 ; 2010-2011 2008-2009 ; 2006-2007	2014-2015 2016-2017 2018-2019
BTS Biotechnologies	2005-2006-2007 2003-2004	2008-2009-2010 2011-2012-2013 2014-2015 / 2016-2017
BTS QIAB	2010-2011 2008-2009 ; 2006-2007 2004-2005 ; 2002-2003 2000-2001 ; 1998-1999	2012-2013 2014-2015 2016-2017
BTS Diététique	-	2003-2006 2000-2002
Le prélèvement sanguin Numéro spécial de la revue « l'Opéron »	-	OUI
Les laboratoires d'enseignement NSB2 Numéro spécial de la revue « l'Opéron »	-	OUI
Planches hématologiques	-	OUI
CD-rom Hématologie	-	OUI
CD-rom Micro-organismes des boues d'épuration	-	OUI

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR L'UPBM

---

Publication UPBM : UPBM ÉDILION  
Lycée La Martinière – Duchère  
Avenue Andréï Sakharov  
69 338 LYON Cedex 9

Site internet UPBM : <https://upbm.org>

(bons de commande en ligne, description des formations, informations sur les séries et les poursuites d'études, ...)

- accueil boutiques : <https://boutique.upbm.org>
- annales BTS : <https://boutique.upbm.org/annalesbts/>
- annales Bac STL : <https://boutique.upbm.org/annalesstl/>
- autres publications : <https://boutique.upbm.org/autrespublications/>



Site internet institutionnel : <https://www.educnet.education.fr/bio>