

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série : Sciences et Technologies de Laboratoire

Spécialité : Biochimie – Génie biologique

SESSION 2011

Épreuve de Biochimie - Biologie

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.

Ce sujet comporte 15 pages.

La page 15 est à rendre avec la copie.

Les trois parties doivent être rédigées sur des copies séparées.

Répartition des points

I - Biochimie	7 points
II - Biologie humaine	7 points
III - Microbiologie	6 points

I – BIOCHIMIE (7 points)

Galerie API 20E®

La galerie API 20 E® est une galerie d'identification biochimique miniaturisée, destinée à l'identification des bacilles à Gram négatif. Chaque microtube de la galerie permet de réaliser un test biochimique. Le profil biochimique ainsi établi, associé à l'étude morphologique et aux caractères culturels de la souche, permet l'identification de la bactérie.

I.1 Étude des glucides et dérivés de la galerie API 20 E®

Le tableau ci-dessous présente certains tests de la galerie API 20 E®. Pour chacun d'eux, le glucide ou le dérivé glucidique utilisable par la bactérie est indiqué dans la colonne notée « Substrat ». Ces microtubes contiennent un indicateur coloré, le bleu de bromothymol.

Extrait du tableau de lecture de la galerie API 20 E®

Test	Substrat	Réactions	Résultat négatif	Résultat positif
GLU	D-glucose	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu-vert	Jaune
MAN	D-mannitol	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu	Jaune
INO	Inositol	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu	Jaune
SOR	D-sorbitol	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu	Jaune
RHA	L-rhamnose	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu	Jaune
SAC	D-saccharose	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu	Jaune
MEL	D-melibiose	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu	Jaune
AMY	Amygdaline	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu	Jaune
ARA	L-arabinose	Fermentation / oxydation	Bleu / bleu	Jaune

I.1.1 Les différentes catégories de glucides

I.1.1.1 Repérer, parmi les substrats du tableau ci-dessus, un ose et un diholoside. Reporter leur nom sur la copie. Justifier ce choix en définissant les termes « ose » et « diholoside ».

I.1.1.2 Le **document 1** présente la structure de l'amygdaline. À l'aide de la nature biochimique des molécules identifiées par les lettres « a », « b », « c », montrer que ce glucide est un hétéroside.

I.1.2 Le L-rhamnose correspond au 6-désoxy-L-mannose

I.1.2.1 Écrire, en représentation de Fischer, la formule du D-glucose.

I.1.2.2 En déduire la formule du D-mannose sachant que le mannose est l'épimère en C2 du glucose.

I.1.2.3 En déduire la formule du L-mannose.

I.1.2.4 En déduire la formule du L-rhamnose.

I.2 Les tests « GLU » et « SAC »

- I.2.1 Écrire la réaction d'hydrolyse du saccharose (formules chimiques non demandées).
- I.2.2 Nommer une voie catabolique permettant de dégrader les deux produits d'hydrolyse du saccharose.
- I.2.3 Justifier le changement de couleur obtenu dans le microtube « GLU » pour une souche bactérienne GLU+.
- I.2.4 Une souche bactérienne est GLU + SAC – sur API 20 E[®]. Donner le nom de l'enzyme manquante.

I.3 Le test « ONPG »

Extrait du tableau de lecture de la galerie API 20 E[®]

Test	Substrat	Enzyme	Résultat négatif	Résultat positif
ONPG	Ortho-nitro-phényl-galactoside	β -galactosidase	Incolore	Jaune

Le test ONPG consiste à rechercher la présence d'une enzyme particulière, la β -galactosidase. Cette enzyme peut catalyser l'hydrolyse du lactose et de l'ONPG dont les formules sont données sur le **document 2**.

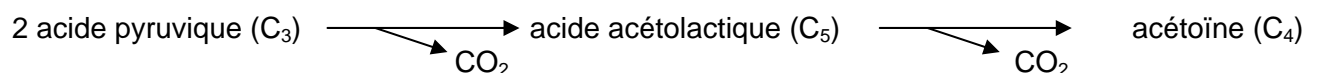
- I.3.1 Écrire la réaction d'hydrolyse de l'ONPG (formules chimiques exigées).
- I.3.2 Entourer, sur la réaction d'hydrolyse écrite en 1.3.1, le motif reconnu par la β -galactosidase.
- I.3.3 Justifier la couleur jaune obtenue dans le cas d'un résultat positif.

I.4 Le test « VP » (test de Voges-Proskauer)

Extrait du tableau de lecture de la galerie API 20 E[®]

Test	Substrat	Réaction	Résultat négatif	Résultat positif
VP	Pyruvate de sodium	Production d'acétoïne	Incolore	Rose / rouge

Le test de Voges-Proskauer permet de mettre en évidence l'existence d'une voie métabolique particulière appelée « fermentation butanediol ». Au cours de cette voie fermentaire, de l'acétoïne est produit à partir de l'acide pyruvique selon les réactions suivantes :



- I.4.1 Dans les cellules bactériennes, l'acide pyruvique provient de la voie de la glycolyse. Le **document 3** présente les étapes de la glycolyse.
- I.4.1.1 Reporter sur la copie les chiffres « 1 » et « 2 » du **document 3**. Indiquer les noms des enzymes correspondants.
- I.4.1.2 À l'aide du **document 3**, établir le bilan de la glycolyse.

I.4.2 Établir le bilan moléculaire de la production d'acétoïne à partir du glucose.

I.4.3 L'acétoïne ($\text{CH}_3\text{—CO—CHOH—CH}_3$) peut donner naissance à un dialcool, le 2,3-butanediol, par transformation de sa fonction cétone en fonction alcool. Il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction faisant intervenir deux couples ox/red :

acétoïne / 2,3-butanediol et $\text{NAD}^+ / \text{NADH}, \text{H}^+$.

I.4.3.1 Écrire la formule semi-développée du 2,3-butanediol.

I.4.3.2 La production de butanediol

- Écrire la demi-équation d'oxydoréduction du couple $\text{NAD}^+ / \text{NADH}, \text{H}^+$.
- Écrire la demi-équation d'oxydoréduction du couple Acétoïne / Butanediol.
- Écrire la réaction bilan d'oxydoréduction permettant la production de butanediol.

I.4.3.3 Indiquer l'intérêt métabolique pour la bactérie de réaliser cette réaction.

I.4.3.4 Le substrat contenu dans le microtube du test VP est l'acide pyruvique. L'acide pyruvique utilisé par les bactéries VP+ ne provient donc pas de la glycolyse. Dans ces conditions, expliquer pourquoi, pour une souche VP+, l'acétoïne produit à partir de l'acide pyruvique n'est pas transformé en 2,3-butanediol et s'accumule dans le microtube.

II – BIOLOGIE HUMAINE (7 points)

Transmission de la vie et génétique

Les connaissances actuelles relatives au cycle sexuel féminin et à sa régulation hormonale permettent de mieux comprendre les processus de la reproduction et de proposer des techniques de procréation médicalement assistée (PMA) adaptées en cas d'infertilité.

II.1 Cycle sexuel féminin

- II.1.1 Le **document 4** représente la coupe schématique d'un ovaire.
Reporter sur la copie les lettres « a » à « f » et légender les structures repérées.
- II.1.2 Le **document 5** représente les sécrétions d'hormones produites par les ovaires d'une femme au cours de son cycle.
- II.1.2.1 Définir le terme « hormone ».
- II.1.2.2 Nommer l'hormone « 1 » et l'hormone « 2 » sécrétées par les ovaires et figurant sur le **document 5**. Justifier la réponse.
- II.1.2.3 Préciser la nature biochimique de ces hormones.
- II.1.2.4 Indiquer, à partir du **document 5**, la date de l'ovulation. Justifier la réponse.
- II.1.2.5 Nommer les périodes correspondant aux deux phases du cycle.
Situer les phases par rapport à l'ovulation.

II.2 Infertilité et procréation médicalement assistée

La connaissance précise du jour de l'ovulation permet d'augmenter les chances de fécondation afin de répondre aux problèmes d'infertilité. Un couple, pour qui le désir de grossesse ne se concrétise pas, consulte dans un centre de procréation médicalement assistée (PMA).

- II.2.1 Lors de la première consultation, le médecin traitant prescrit un spermogramme.
- II.2.1.1 Le **document 6** présente les résultats du spermogramme.
Analyser ce tableau.
- II.2.1.2 Le **document 7** montre le schéma d'un spermatozoïde.
Reporter sur la copie les numéros « 1 » à « 6 » et légender les structures repérées.
- II.2.2 Le médecin décide de procéder à une FIVETE.
- II.2.2.1 Indiquer la signification du sigle « FIVETE ».
- II.2.2.2 Expliquer brièvement les principales étapes de cette technique.
- II.2.3 Le traitement commence par une stimulation de la production d'ovocytes par l'ovaire. Celle-ci est obtenue grâce à des injections de FSH.
- II.2.3.1 Définir le sigle FSH
Indiquer la cible de cette hormone au niveau de l'ovaire.
- II.2.3.2 Expliquer le rôle des injections de FSH en vue de l'effet recherché.

II.2.4 La stimulation ovarienne de la patiente a permis d'obtenir suffisamment d'ovocytes pour envisager la FIVETE. Les ovocytes résultent d'un processus appelé méiose.

II.2.4.1 Définir la méiose.

Indiquer son intérêt dans la reproduction.

II.2.4.2 Au moment de l'ovulation, la méiose de l'ovocyte n'est pas terminée.

Préciser à quel stade de la méiose il se trouve.

II.2.4.3 Indiquer l'évolution de l'ovocyte en cas de fécondation et en absence de fécondation.

II.3 Infertilité et génétique

Les centres de PMA sont parfois sollicités par des couples dont l'homme, atteint de mucoviscidose, est infertile du fait de l'atrophie des canaux déférents. La mucoviscidose affecte, en France, une personne sur deux mille.

Le **document 8** présente l'arbre généalogique d'un patient atteint de mucoviscidose.

II.3.1 Définir les termes « gène » et « allèle ».

II.3.2 Indiquer si l'allèle impliqué dans la mucoviscidose est dominant ou récessif.

Justifier la réponse.

II.3.3 Indiquer si le gène impliqué dans la mucoviscidose est porté par un autosome ou un gonosome. Justifier la réponse.

II.3.4 Écrire les génotypes possibles des individus II-3, II-4, III-3, IV-2 en indiquant la signification des symboles utilisés.

II.3.5 Dans le cadre d'une PMA, indiquer quels sont les risques pour le couple IV-1 IV-2 d'avoir un enfant atteint par la mucoviscidose.

III – MICROBIOLOGIE (6 points)

Bacillus anthracis

Bacillus anthracis est une bactérie très pathogène pour l'Homme et l'animal. Elle provoque une maladie appelée anthrax, d'évolution rapide et d'issue souvent fatale.

III.1 Étude de la virulence de *Bacillus anthracis*

La virulence d'une souche sauvage de *Bacillus anthracis* est due à deux facteurs :

- la présence d'une capsule
- la production d'exotoxines

III.1.1 La culture d'une souche sauvage de *Bacillus anthracis* sur différents milieux donne les résultats suivants :

Milieu de culture	Type de colonies	Aspect microscopique
Gélose trypticase soja	Type R	Bactérie non capsulée
Gélose au sang	Type S	Bactérie capsulée

III.1.1.1 Déduire de ces observations la condition nécessaire à la synthèse de la capsule.

III.1.1.2 L'aspect microscopique de *Bacillus anthracis* observé au microscope à partir d'un prélèvement sanguin humain montre des bactéries capsulées.
Expliquer la présence d'une capsule.

III.1.1.3 La présence d'une capsule augmente le pouvoir pathogène de *Bacillus anthracis*.
Expliquer pourquoi.

III.1.2 En 1937, Max Sterne isole une souche de *Bacillus anthracis* non capsulée, appelée souche « Sterne ».

Le **document 9** présente les résultats d'expériences, obtenus avec des souris inoculées par la souche sauvage ou la souche « Sterne ».

III.1.2.1 Citer les deux facteurs de virulence de *Bacillus anthracis* ayant entraîné la mort de la souris A lors de l'**expérience n°1**.

III.1.2.2 Formuler une hypothèse expliquant la survie de la souris B lors de l'**expérience n°2**.

III.1.2.3 Expliquer pourquoi la souche sauvage de *Bacillus anthracis* n'a pas tué la souris B lors de l'**expérience n°3**.

III.1.2.4 La souche « Sterne » est utilisée en médecine vétérinaire pour préparer des vaccins atténués. Justifier ce choix.

III.2 Antibiothérapie

Le traitement d'une infection due à *Bacillus anthracis* repose sur une antibiothérapie à base de pénicilline.

III.2.1 Nommer la structure pariétale bactérienne sur laquelle agit la pénicilline.

III.2.2 Faire un schéma légendé de cette structure.

III.2.3 Indiquer quel est le mode d'action de la pénicilline au niveau moléculaire.

III.3 Quelques propriétés des spores de *Bacillus anthracis*

Bacillus anthracis survit dans l'environnement sous forme de spores qui, une fois entrées dans l'organisme par ingestion ou inhalation, peuvent germer et donner naissance aux formes végétatives des bactéries. Celles-ci se multiplient alors rapidement en produisant des toxines.

III.3.1 Le **document 10** est une photographie d'une spore de *Bacillus anthracis* observée au microscope électronique.

Reporter **sur la copie** les numéros « 1 » à « 3 » et donner les légendes correspondantes.

III.3.2 Donner deux propriétés d'une spore bactérienne.

III.3.3 Le **document 11 à rendre avec la copie** présente les courbes de croissance obtenues à partir d'une culture de *Bacillus anthracis* ensemencé sur des milieux identiques :

- en aérobiose : **document 11a**
- en anaérobiose : **document 11b**

III.3.3.1 À partir du **document 11a à rendre avec la copie**, reporter les limites des différentes phases de la croissance et les nommer.

III.3.3.2 Déterminer graphiquement sur les **documents 11a et 11b** le temps de génération pour les deux courbes de croissance.

Donnée : $\ln 2 = 0,7$

III.3.3.3 Comparer les deux temps de génération déterminés en III.3.3.2.

En déduire l'influence des conditions de culture sur la croissance de la bactérie.

III.3.3.4 Indiquer le type respiratoire de *Bacillus anthracis*.

Schématiser le résultat attendu après incubation d'une gélose viande foie inoculée avec *Bacillus anthracis*.

III.3.4 Les **documents 11a et 11b** présentent l'évolution en aérobiose et en anaérobiose du nombre de spores de *Bacillus anthracis*.

III.3.4.1 Pour dénombrer uniquement les spores, des aliquots de suspension de *Bacillus anthracis* subissent un traitement thermique à 80°C pendant 10 minutes.

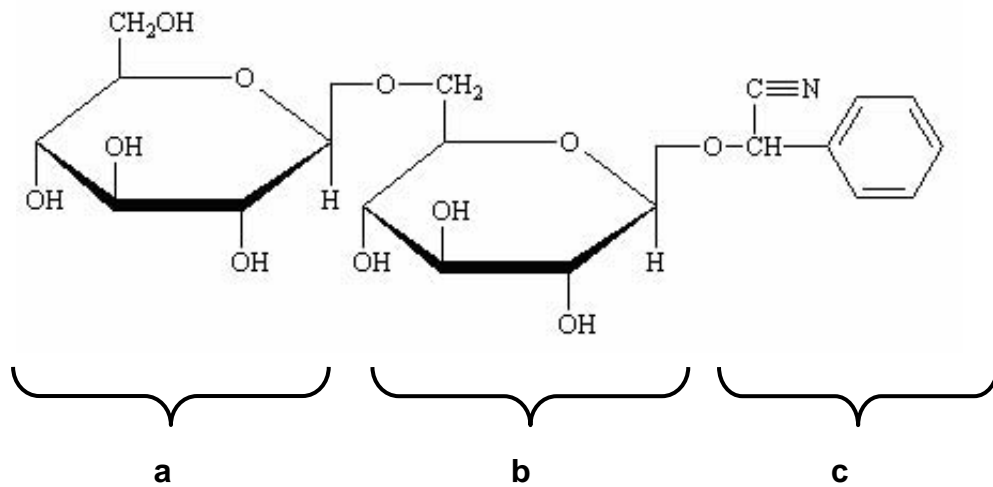
Expliquer l'intérêt de ce traitement thermique.

III.3.4.2 Nommer la phase de croissance du **document 11a** pendant laquelle les spores sont produites. Justifier l'apparition des spores pendant cette phase.

III.3.4.3 Comparer les **documents 11a et 11b** et en déduire les conditions de sporulation de *Bacillus anthracis*.

DOCUMENT 1

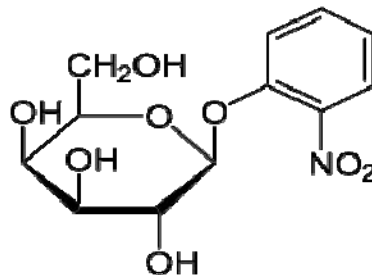
Structure de l'amygdaline



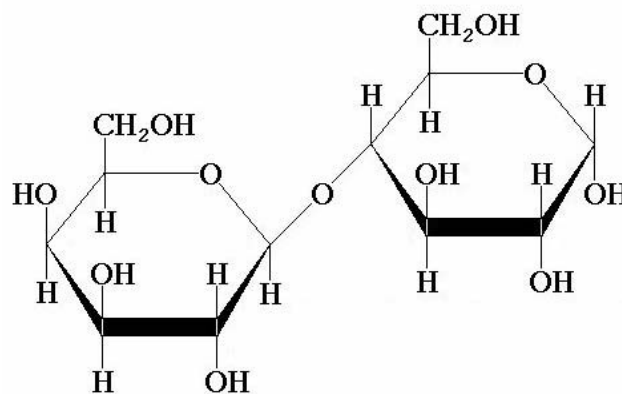
DOCUMENT 2

Structure de l'ONPG et du lactose

ONPG

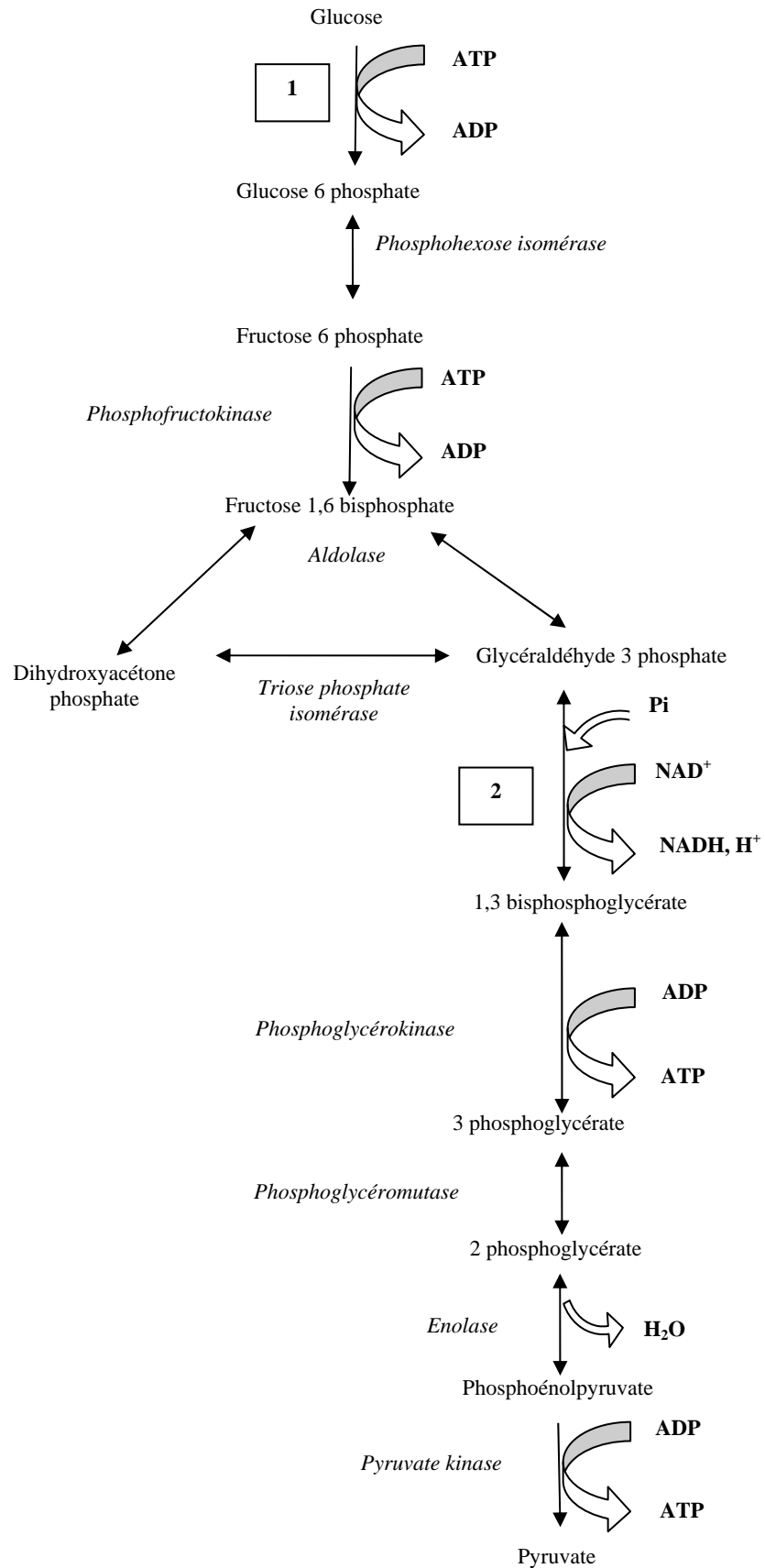


Lactose



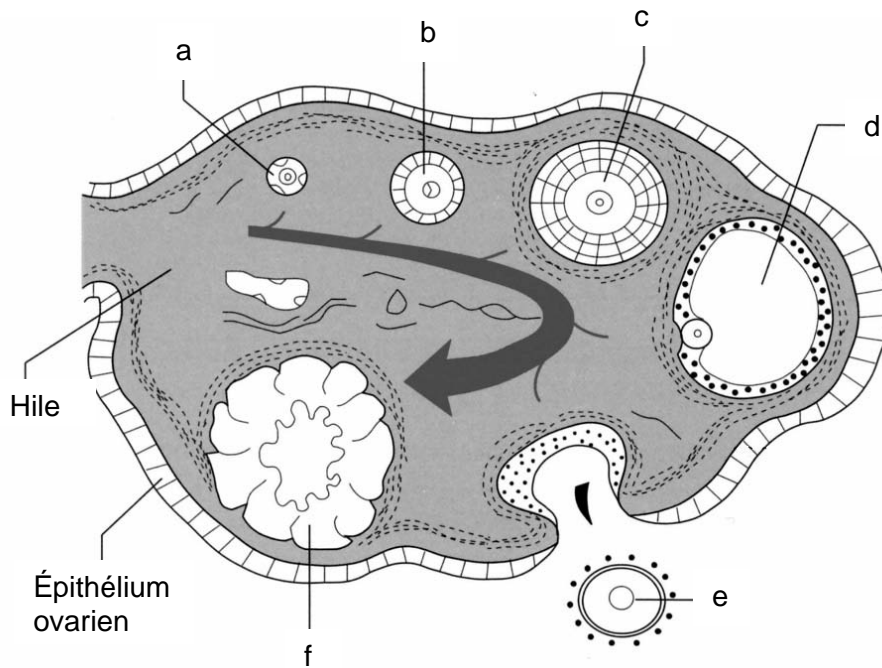
DOCUMENT 3

La glycolyse



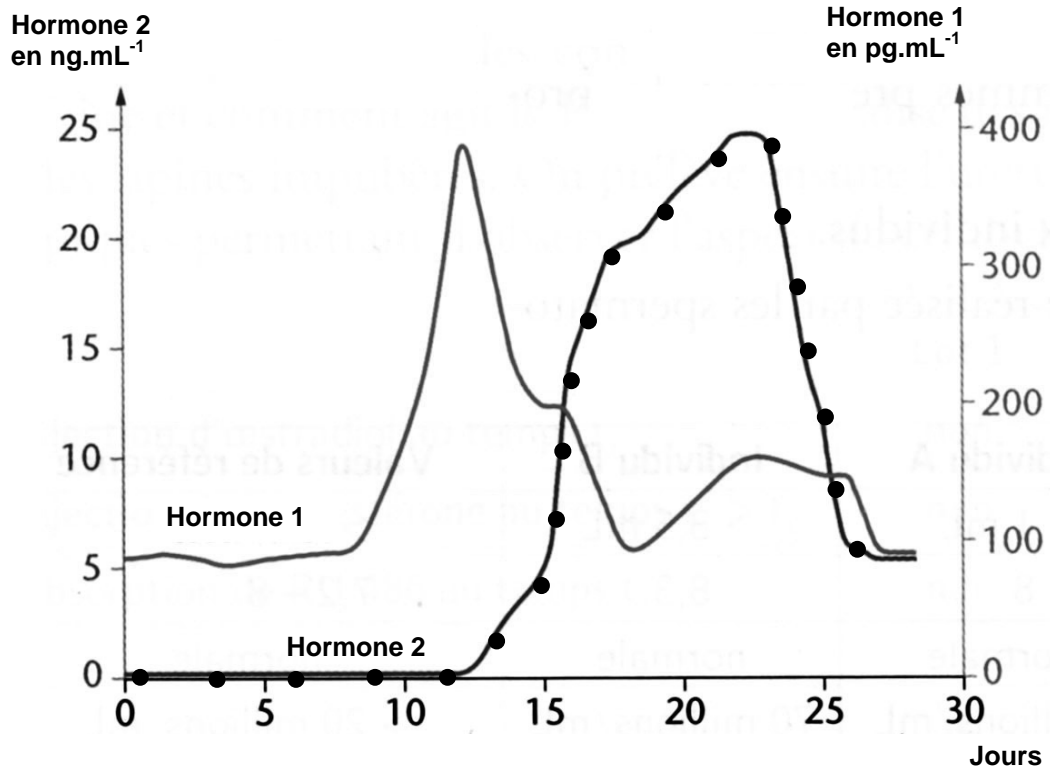
DOCUMENT 4

Coupe schématique d'un ovaire



DOCUMENT 5

Sécrétions hormonales des ovaires au cours d'un cycle



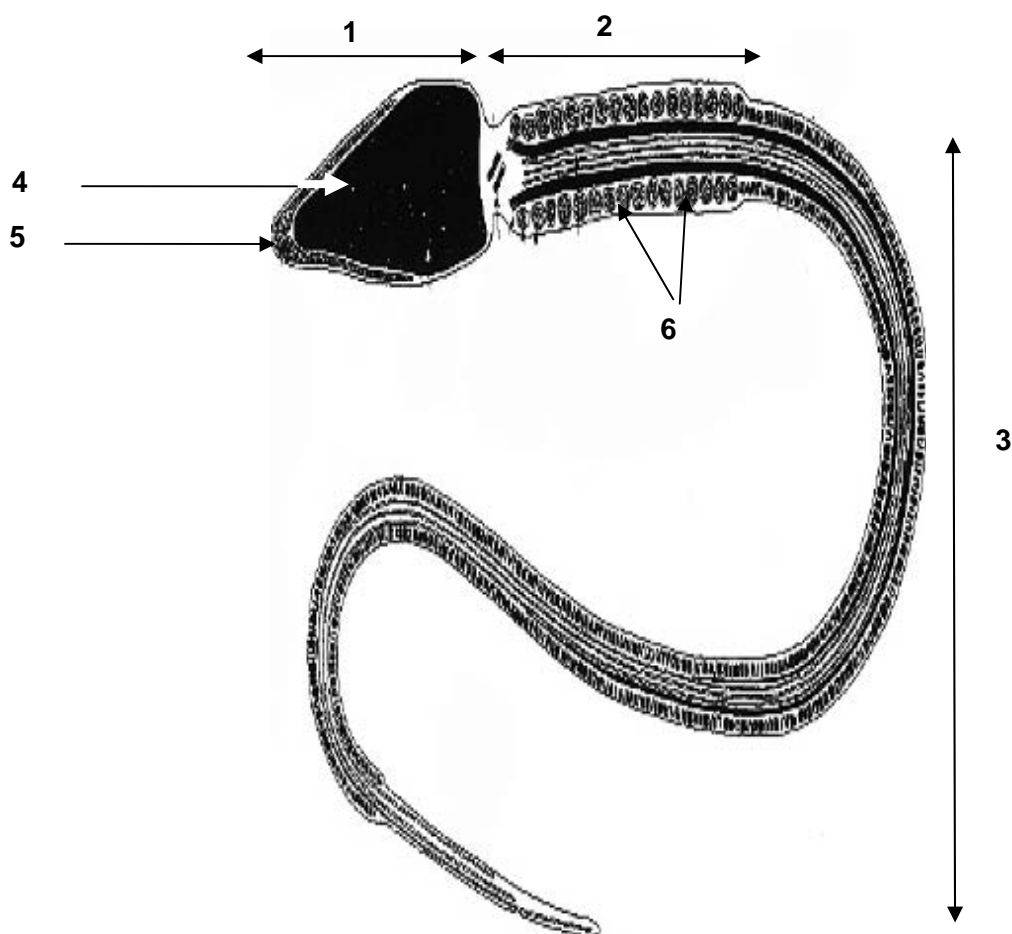
DOCUMENT 6

Résultats du spermogramme

Spermogramme	Patient	Valeurs de référence
Volume d'éjaculat	3 mL	2 à 5 mL
pH	8	7,2 – 8
Numération des spermatozoïdes	10 millions.mL ⁻¹	50 à 100 millions.mL ⁻¹
Spermatocytogramme (% de formes anormales)	19	< 20
Mobilité et vitalité (% de formes mobiles après 1h)	50	> 60

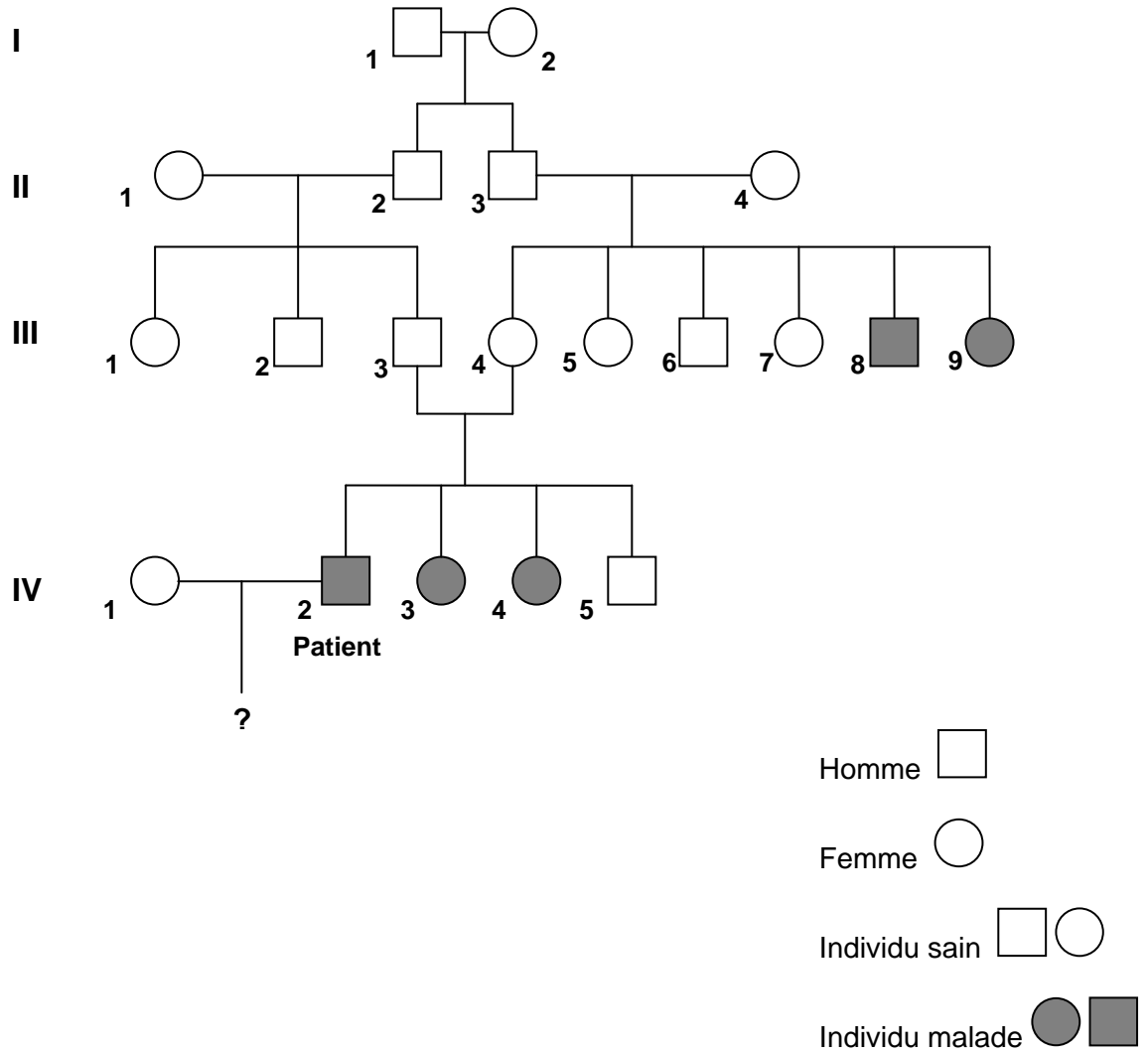
DOCUMENT 7

Schéma d'un spermatozoïde



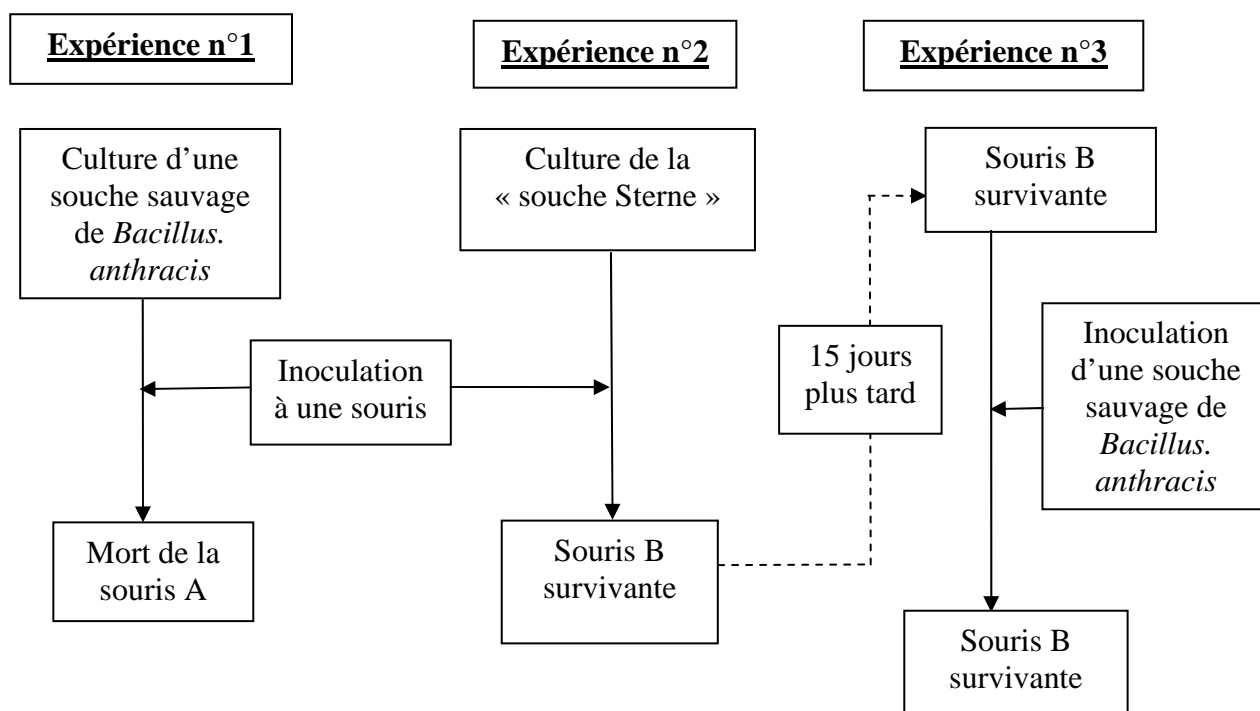
DOCUMENT 8

Arbre généalogique du patient atteint de mucoviscidose



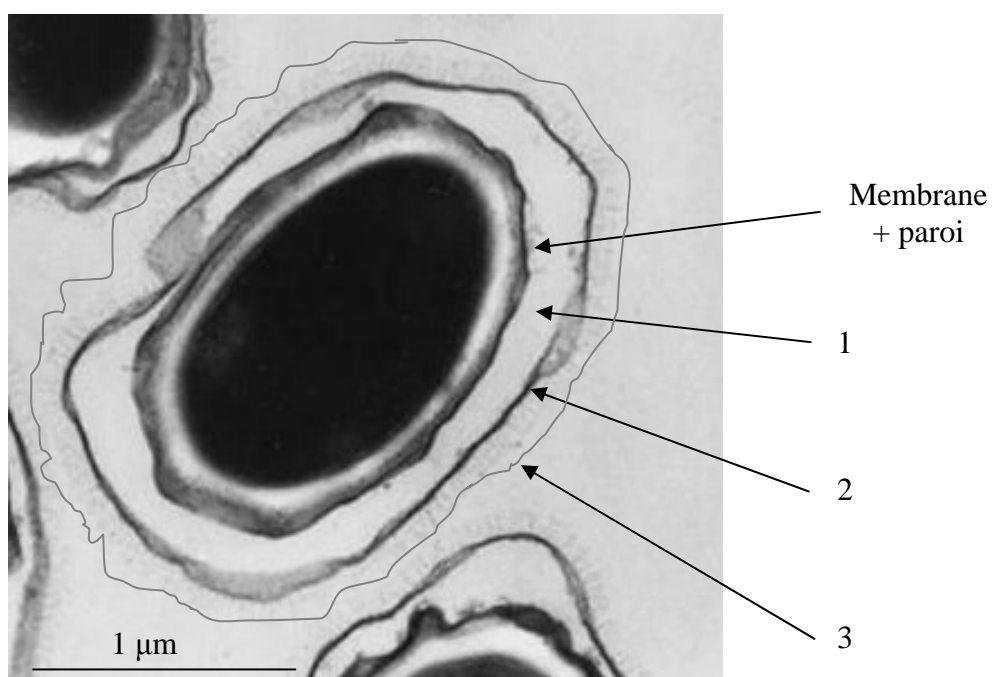
DOCUMENT 9

Étude de la virulence de *Bacillus anthracis*



DOCUMENT 10

Photographie d'une spore de *Bacillus anthracis* observée au microscope électronique



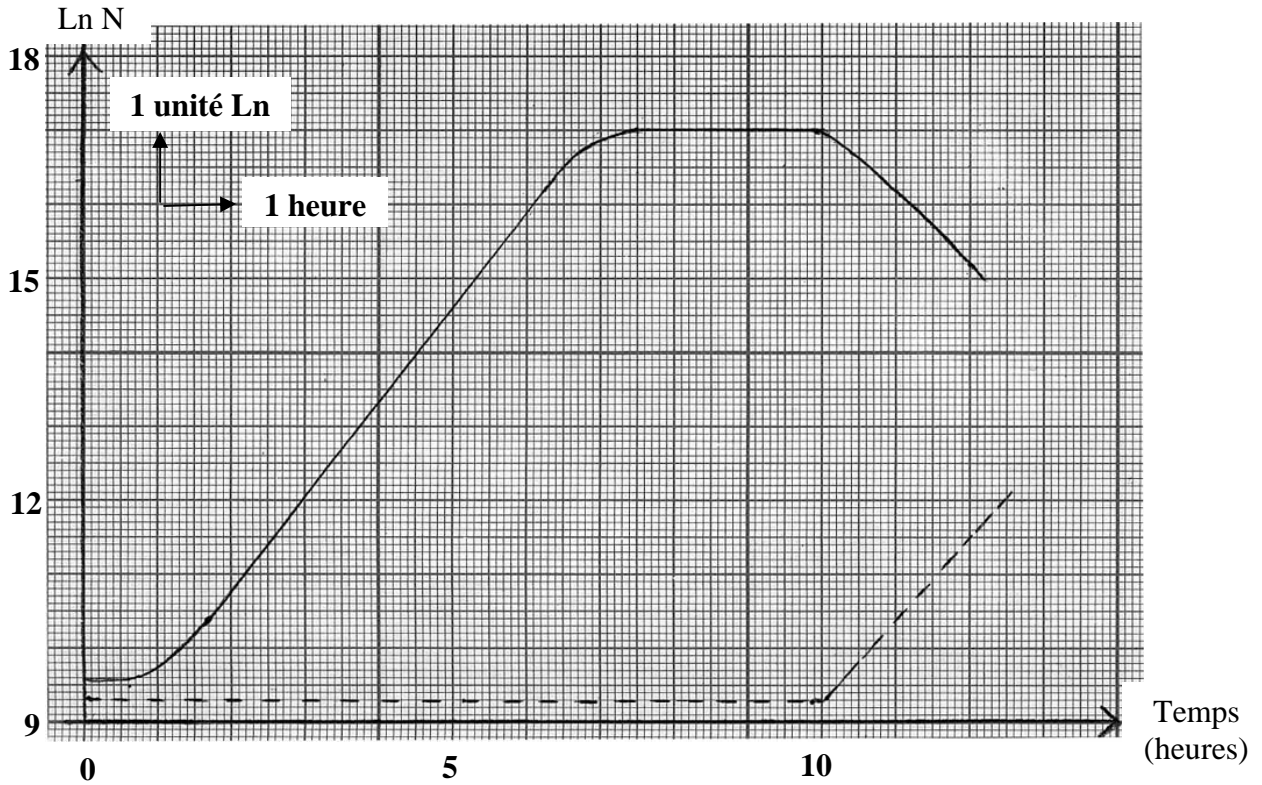
DOCUMENT 11 À COMPLETER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Document 11a

Courbe de croissance d'une souche de *Bacillus anthracis* en aérobiose

Légende :

- trait plein : $\ln(\text{nombre de formes végétatives}) = f(\text{temps})$
- trait pointillé : $\ln(\text{nombre de spores libres}) = f(\text{temps})$



Document 11b

Courbe de croissance d'une souche de *Bacillus anthracis* en anaérobiose

Légende :

- trait plein : $\ln(\text{nombre de formes végétatives}) = f(\text{temps})$
- trait pointillé : $\ln(\text{nombre de spores libres}) = f(\text{temps})$

