



**RAPPEL-IMPORTANT**

L'UTILISATION D'UN TÉLÉPHONE PORTABLE

ET/OU

DE TOUT OBJET CONNECTÉ

EST STRICTEMENT INTERDITE DURANT L'ENSEMBLE DES ÉPREUVES  
DU CONCOURS EXTERNE DE TECHNICIEN PRINCIPAL  
DE POLICE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE  
DE LA POLICE NATIONALE  
SESSION 2024

VEUILLEZ LES ÉTEINDRE IMMÉDIATEMENT. MERCI



LE NON-RESPECT DE CETTE CONSIGNE

EST SUSCEPTIBLE D'ENTRAÎNER

VOTRE EXCLUSION DE CE CONCOURS SUR DÉCISION

DU JURY NATIONAL

**CONCOURS EXTERNE**  
**DE TECHNICIEN PRINCIPAL**  
**DE POLICE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE**  
**DE LA POLICE NATIONALE**  
**SESSION 2024**  
***BIOLOGIE***

Épreuve écrite de connaissances  
se rapportant à la spécialité choisie

**Durée de l'épreuve : 3 heures - Coefficient : 2 – Note inférieure à 5/20 éliminatoire**

**AVERTISSEMENT :**

Vous devez vous conformer aux consignes qui vous ont été données par le responsable de salle pour cette épreuve.

1. Vous devez obligatoirement et uniquement utiliser **un stylo bille à encre foncée (NOIRE ou BLEUE)**, et conserver la même couleur durant toute l'épreuve.

**Il est strictement interdit d'utiliser dans votre copie :**

- tout liquide correcteur ou effaceur ;
- un stylo à friction ;
- un stylo d'une autre couleur (rouge, vert, etc...) ;
- un stylo plume ;
- un crayon à papier ;
- un surligneur.

2. Vous êtes autorisé à utiliser comme matériel : **une calculatrice non alphanumérique, non programmable.**
3. Cette épreuve comporte 1 QCM et 6 exercices, auxquels il vous appartient de répondre avec clarté sur la copie qui vous a été distribuée en même temps que ce sujet. **Vous ne devrez en aucun cas apporter vos réponses sur le sujet.**
4. Il vous appartient de vous assurer que le sujet en votre possession comporte la totalité des pages (15 pages).

**Le sujet est noté sur 60 points. La notation sera exprimée sur 20 points.  
dont 2 points évalueront la qualité rédactionnelle, la présentation et l'orthographe.**

Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, **ni votre nom et prénom ou un nom et prénom fictif, ni une signature ou un paraphe, ni le nom d'un commissariat ou ville, ni de sigles, ni de modèles de véhicule, ainsi que des immatriculations, à l'exception de ceux contenus dans le sujet.**

**LE NON-RESPECT DE CES RÈGLES EST SUSCEPTIBLE D'ENTRAÎNER  
L'ANNULATION DE LA COPIE PAR LE JURY NATIONAL.**

## QCM (10 points)

Ce QCM contient 20 questions. Chaque question comporte au moins 1 bonne réponse. Reportez sur votre copie le numéro de la question et la ou les lettres des réponses correspondantes. Dans le cas où plusieurs propositions sont justes, elles doivent toutes être données, afin d'obtenir le point à la question, **sans en donner des mauvaises**.

1. La (les) base(s) suivante(s) est (sont) présente(s) dans l'ADN :
  - A. 2,4-dioxy pyrimidine
  - B. 2-oxy-4-amino pyrimidine
  - C. 6-amino-purine
  - D. 2,6-dioxy purine
2. Les bases puriques et pyrimidiques sont :
  - A. très solubles dans l'eau
  - B. des molécules planes ou quasi-planes
  - C. leur maximum d'absorption lumineuse se situe à 300 nm
  - D. leur coefficient d'absorbance molaire à 260 nm permet leur dosage
3. Les ribonucléosides-5'-triphosphates :
  - A. ne sont pas sous forme libre dans la cellule
  - B. possèdent trois liaisons anhydride à haut potentiel de transfert
  - C. sont utilisés pour la biosynthèse des ARN
4. Les liaisons hydrogènes entre les bases azotées :
  - A. s'effectuent entre des hydrogènes liés à des carbones et des hétéroatomes
  - B. sont au nombre de trois dans le couple AT et de deux dans le couple GC
  - C. sont au nombre de trois dans le couple GC et de deux dans le couple AT
  - D. jouent un rôle prépondérant dans le modèle d'ADN de Watson et Crick
5. Quel(s) composé(s) répond(ent) à la description suivante : nucléoside constitué de 2'-desoxy- $\beta$ -D ribofuranose relié par une liaison N-glycosidique à l'atome d'azote (N-9) d'une base purique ?
  - A. La 2'-désoxycytidine
  - B. La guanosine
  - C. La thymidine
  - D. La 2'-désoxyadenosine
  - E. L'uridine 5'-monophosphate
6. Quelle(s) affirmation(s) concernant les sucres des nucléotides est (sont) inexacte(s) ?
  - A. Les nucléotides naturels possèdent la configuration  $\beta$ -D.
  - B. Un nucléotide est un composé formé de plusieurs nucléosides reliés entre eux par des fonctions phosphodiester.
  - C. La 2'-désoxyadénosine 5'-triphosphate est un substrat des ADN polymérases.
  - D. Les nucléotides naturels absorbent la lumière ultraviolette vers 260 nm.
  - E. Dans des conditions physiologiques, les nucléosides sont convertis en nucléotides sous l'action de kinases.
7. Quelle(s) est (sont) la (les) base(s) susceptible(s) d'être méthylée(s) dans l'ADN ?
  - A. La S-adenosyl méthionine
  - B. La 5,C-méthyl-cytosine
  - C. La 6,N-méthyl-adénine
  - D. La 7,N-méthyl guanine

8. Parmi les propositions suivantes quelle(s) est (sont) celle(s) qui est (sont) correcte(s) ?
- A. Les éléments de base (ou monomères) des acides nucléiques sont appelés les nucléotides.
  - B. Les bases pyrimidiques sont les mêmes dans l'ADN et dans l'ARN.
  - C. Le désoxyribose correspond à une molécule de ribose dans laquelle le OH en position 3' est remplacée par un H.
  - D. Les ADN et les ARN diffèrent seulement du point de vue chimique par la nature des bases organiques de leurs monomères.
9. Parmi les propositions suivantes quelle(s) est (sont) celle(s) qui concernent la molécule d'ADN ?
- A. Ses 2 chaînes sont parallèles.
  - B. Ses 2 chaînes sont complémentaires.
  - C. Elle a une structure en double hélice dont le pas est de 3,4 nm.
  - D. Chacun de ses brins est un polymère de ribonucléotides.
  - E. Les bases G et C sont appariées par deux liaisons hydrogènes.
10. Parmi les propositions suivantes quelle(s) est (sont) celle(s) qui est (sont) correcte(s) ?
- A. Les ARNt représentent le type d'ARN le plus abondant de la cellule.
  - B. Les ARNm chez les eucaryotes sont synthétisés par l'ARN Polymerase II.
  - C. Les ARN sont sensibles à l'hydrolyse alcaline.
  - D. La structure secondaire des ARNt joue un rôle essentiel dans leur fonction.
11. Parmi les propositions suivantes quelle(s) est (sont) celle(s) qui est (sont) correcte(s) ?
- A. Les familles de gènes proviennent de la duplication d'un gène ancestral.
  - B. Le génome humain haploïde est d'environ 3 400 Mpb.
  - C. Le génome des chloroplastes code seulement des ARNr, ARNt et l'ARN polymérase chloroplastique.
12. Parmi les propositions suivantes quelle(s) est (sont) celle(s) qui est (sont) correcte(s) ?
- A. La réaction de séquençage est catalysée par une ARN polymérase.
  - B. Les réactions de séquençage correspondent à des réactions de polymérisation de l'ADN.
  - C. Les produits de la réaction de séquençage peuvent être séparés par électrophorèse en gel de polyacrylamide ou par électrophorèse capillaire.
  - D. L'ADN à séquencer doit être sous forme double brin.
13. Lors de la réplication, l'ADN simple brin de la fourche de réplication est stabilisée par :
- A. l'hélicase
  - B. les protéines SSB
  - C. la gyrase
  - D. le facteur sigma
14. Au sujet de la fourche de réplication :
- A. les fragments d'Okasaki sont synthétisés de 3'-5'.
  - B. la ligase réalise la soudure des fragments d'Okasaki.
  - C. la réplication de l'ADN ne peut se faire qu'à partir d'une amorce ARN qui sera éliminée ultérieurement.
15. Au sujet du mécanisme général de la réplication chez les eucaryotes :
- A. l'ADN eucaryote possède plusieurs origines de réplication.
  - B. la réplication est semi-conservative.
  - C. la télomérase permet de raccourcir les chromosomes.

16. À propos des éléments transposables :
- A. ils représentent des fragments d'ADN qui peuvent se déplacer au sein du génome.
  - B. il existe une homologie de séquence entre le transposon et son site d'insertion.
  - C. ils participent à la plasticité du génome.
17. La transposition :
- A. provoque de nombreux remaniements dans les génomes
  - B. peut provoquer la mutation d'un gène
  - C. ne provoque aucun effet dans certains cas
  - D. la transposition ne fait jamais intervenir d'ARN.
  - E. la transposition implique obligatoirement une duplication de l'élément transposable.
18. La recombinaison homologe :
- A. fait intervenir une homologie de séquence
  - B. ne participe pas à la réorganisation du génome
  - C. peut permettre la réparation de l'ADN
19. La recombinaison homologe nécessite la coupure au niveau de l'ADN.
- A. Vrai
  - B. Faux
20. À propos de la recombinaison site spécifique :
- A. elle représente un échange d'ADN au niveau de courtes séquences.
  - B. l'échange a lieu entre deux brins possédant une forte homologie de séquence.
  - C. elle fait appel à une enzyme : la recombinase.

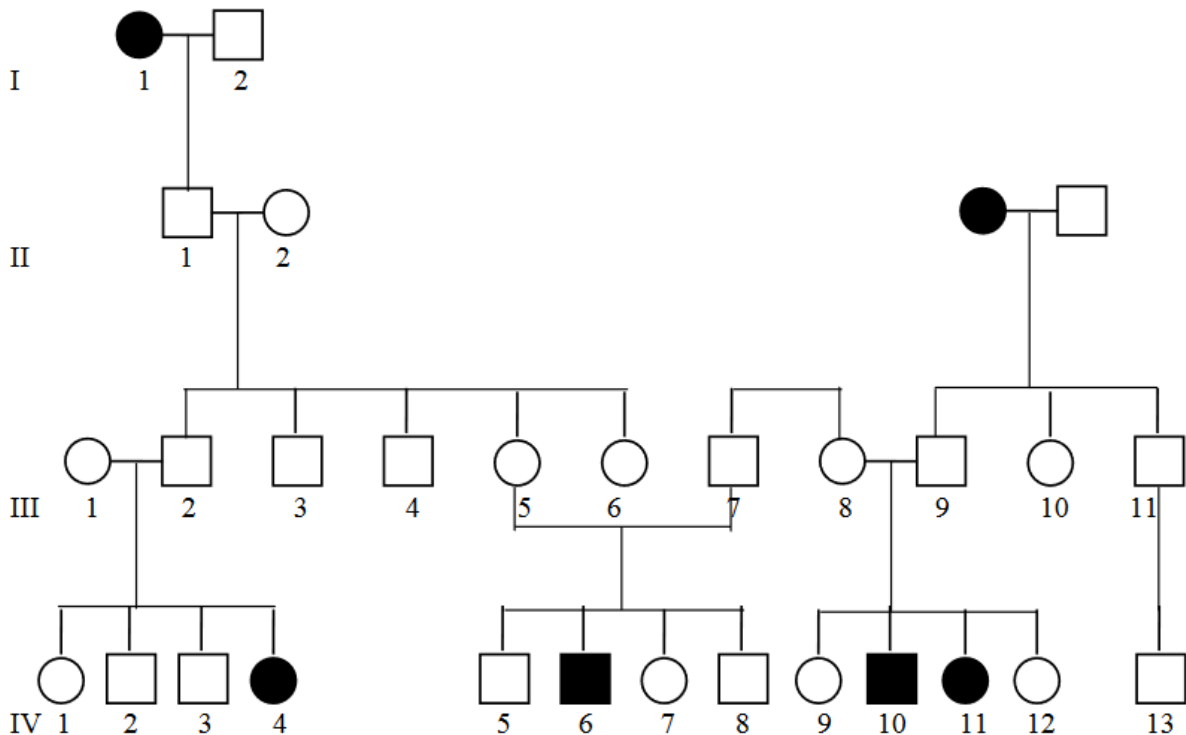
## Exercice 1 (6 points)

Les  $\beta$  thalassémies consistent en un déséquilibre du rapport  $\beta$  globine /  $\alpha$  globine. Chez l'individu sain ce rapport est égal à 1. Chez le  $\beta$  thalassémique il est inférieur à 1 car les chaînes  $\beta$  sont insuffisamment représentées. C'est une maladie fréquente dans tout le bassin méditerranéen (fréquence de l'hétérozygotie dans certaines populations : 10%).

Voici un exemple de transmission de la maladie dans une famille de Sardaigne :

*Rappels :*

- les carrés représentent les hommes
- les ronds représentent les femmes
- les figures noires représentent les individus malades
- les figures blanches représentent les individus sains



- 1 - On admet que cette affection est monogénique. Quel est le déterminisme génétique de la maladie ? Récessive ou dominante ? Autosomique, sur le chromosome X, sur le chromosome Y ? Justifiez les réponses.
- 2 - IV-8 souhaite avoir un enfant, avec une femme non malade mais porteuse de l'allèle malade. Quelle est la probabilité pour que l'enfant attendu soit  $\beta$  thalassémique ? Les calculs seront détaillés et arrondis à  $10^{-3}$ .

- 3 - On a des raisons de penser que IV-8 était un enfant illégitime. Son groupe sanguin est connu, ainsi que ceux de ses parents :

Individu	Groupe sanguin ABO	Groupe sanguin MN
Mère III-5	A	MN
Père supposé III-7	O	N
Enfant IV-8	O	M

*Remarque :*

*les allèles A,B,O sont autosomiques et semi-dominants*

*les allèles M et N sont autosomiques et semi-dominants*

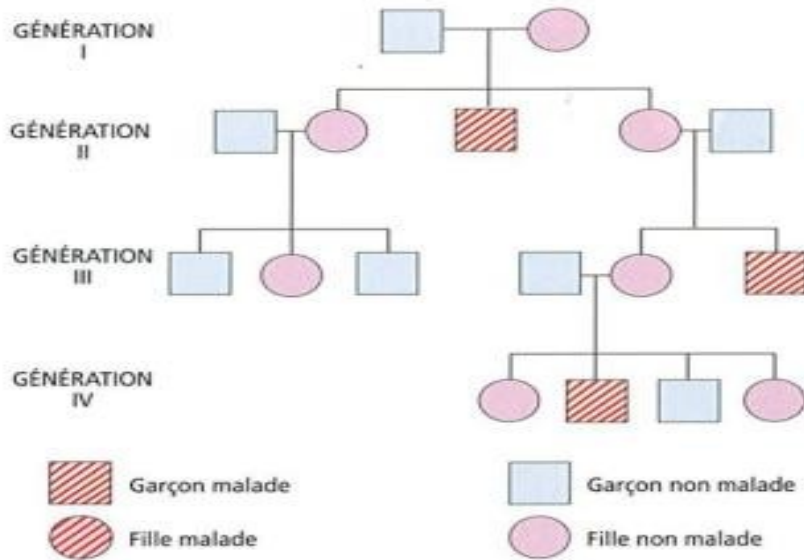
Écrivez le génotype de chaque parent et de l'enfant.

Quelle est la conclusion ?

- 4 - Votre conclusion modifie-t-elle la probabilité que l'enfant attendu soit  $\beta$  thalassémique ?  
Les calculs seront détaillés et arrondis à  $10^{-3}$ .

## Exercice 2 (19 points)

Une maladie de retard mental touche une famille. Dans la figure ci-dessous est représenté l'arbre généalogique de la famille atteinte par cette pathologie.



1 - D'après cet arbre généalogique donnez le mécanisme de transmission de la pathologie.

Pour vérifier la base moléculaire de cette pathologie, le génome des différents membres de la famille a été analysé (on s'est limité à la quatrième génération). Pour cela une extraction d'ADN a été réalisée à partir d'un prélèvement sanguin. La quantité d'ADN et leur qualité ont été vérifiées par spectrophotométrie et par électrophorèse. Les résultats sont présentés ci-dessous.

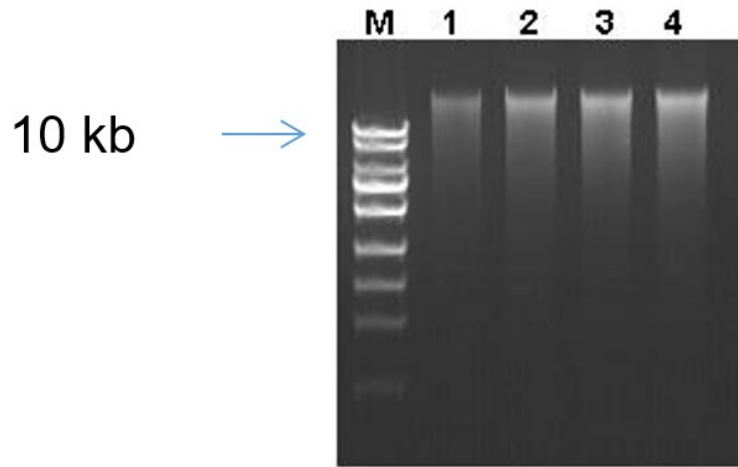
Dosage en spectrophotométrie (unité en absorbance)

	Fille 1 IV 1	Garçon 1 IV 2	Garçon 2 IV 3	Fille 2 IV 4
<b>260 nm</b>	15	50	100	20
<b>280 nm</b>	8	25	50	20
<b>230 nm</b>	7	24	49	10
<b>260/280nm</b>	1,87	2	2	1
<b>260/230nm</b>	2,1	2,08	2,04	2

- 2 - Quel est le principe d'une mesure de concentration d'ADN par spectrophotométrie ?
- 3 - Que mesure-t-on à 260nm, à 280nm, à 230nm ?
- 4 - Que peut-on conclure à partir des rapports 260/280 et 260/230 du tableau et pourquoi ?
- 5 - Que faites-vous si des échantillons sont de mauvaises qualités ?

Une analyse par électrophorèse des ADN extraits précédemment a été réalisée. Les résultats sont présentés ci-dessous.

Analyse par électrophorèse



6 - Qu'est-ce qu'une électrophorèse d'ADN, qu'est-ce que M et que conclure des résultats obtenus ?

On recherche des altérations de l'ADN génomique à partir des 4 ADN extraits et pour cela on réalise un séquençage massif (ou séquençage nouvelle génération) de l'ADN.

7 - Qu'appelle-t-on séquençage nouvelle génération (NGS) ?

On obtient la séquence de l'ADN des 4 individus que l'on compare par rapport à un génome humain de référence.

8 - De quelle manière peut-on obtenir ce génome de référence ?

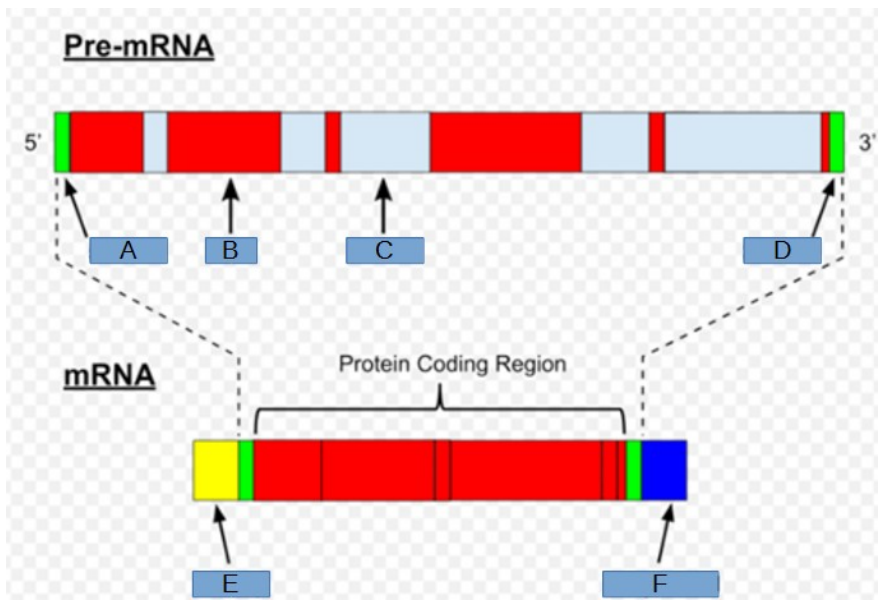
Les 4 génomes sont analysés et comparés. Une mutation trouvée sur un petit gène comportant 2 exons semble intéressante.

Voici une partie de la séquence du gène codant le pré-ARN correspondant. La mutation détectée est soulignée G/C. Les séquences en gras sont les exons et la séquence au centre est l'intron.

TTTCCTTAGTCTG**ATGCCCTTGTGTGCCCTGTCTGGTCTGTCTCTGTGTCTGTGTCAAT**G/  
**CTCTTGTCTGTCTGTCTGCTGTTGTTAGTCTGGCCTTGGTTGGAATATTCTGCAGCTTGTGTTTGTCTGT**  
**CCCAGTTCTGGTATA**TTGTCTGTTTTCTGTATGTCTAAAAAAAAAAAA

9 - Qu'est-ce qu'un pré-ARNm ?

10 - Légendez les éléments A à F de la figure suivante :



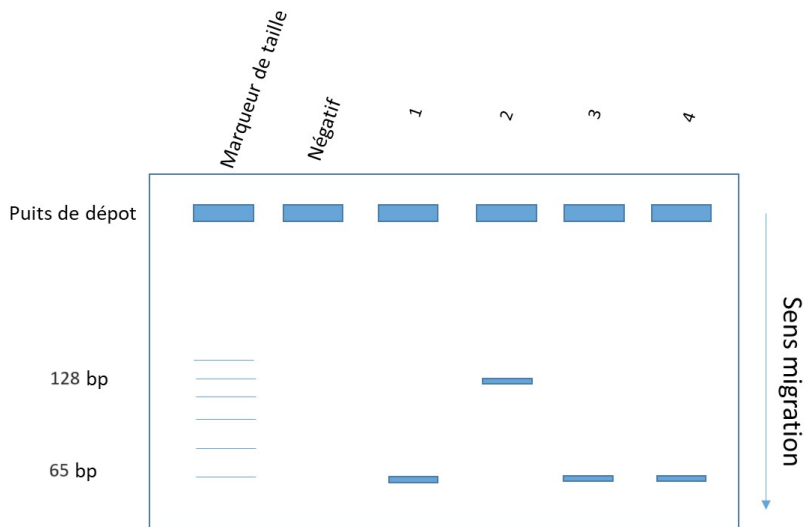
11 - Que pouvez-vous prédire de l'impact de cette mutation ?

Une RT-PCR a été réalisée à partir d'ARN extraits à l'aide d'amorces positionnées sur les régions en italique.

12 - Donnez la séquence des amorces sens et antisens en les orientant 5' vers 3'.

13 - Donnez les différentes étapes d'une RT-PCR en indiquant une fourchette de température.

Les produits d'amplification sont analysés par électrophorèse. Les résultats sont présentés ci-dessous :



14 - En quoi consiste le point négatif ?

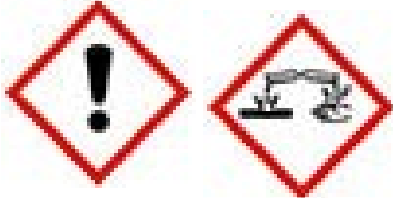
15 - Qu'en déduisez-vous sur l'impact de la mutation ?

### Exercice 3 (7 points)

On vous demande de préparer un tampon Tris/EDTA.

Pour cela vous disposez d'un flacon de Tris base de formule  $C_4H_{11}NO_3$ , d'un flacon d'EDTA de formule  $C_{10}H_{16}N_2O_8$  et d'une bouteille d'acide chlorhydrique dont l'étiquette est présentée ci-dessous :

**Hcl**  
Masse molaire : 36,46 g/mol  
État physique : liquide fumant, transparent, incolore ou jaunâtre.  
Formation de vapeurs de chlorure d'hydrogène (gaz toxique)  
Point de fusion : -25 °C  
Point d'ébullition : 85°C (concentration à 37%)  
Densité : 1.182 (solution à 37%) à 20 °C  
Solubilité dans l'eau : miscible  
Inflammabilité : Ce produit est ininflammable.  
Pictogrammes de sécurité



- 1 - Que signifient les pictogrammes présents sur la bouteille d'acide chlorhydrique ?
- 2 - Quelle est la molarité de la bouteille d'acide chlorhydrique ?
- 3 - La solution de Tris doit être tamponnée à pH=8 à l'aide d'une solution d'acide Chlorhydrique 10 molaires que vous devez préparer. On vous précise qu'il faut 42 ml d'HCl pour tamponner 1 litre de solution de Tris base 1 M.
  - a/ Vous devez préparer 100 ml d'une solution 10 M d'HCl à partir de la bouteille. Pour cela vous disposez de la verrerie suivante : un bécher de 100 ml, un erlenmeyer de 100 ml, d'une fiole jaugée de 100 ml, d'une éprouvette de 100 ml, une pipette de 10 ml, une pipette automatique de 1000  $\mu$ l, une pipette automatique de 200  $\mu$ l. Comment allez-vous procéder pour préparer la solution ? Quelles précautions allez-vous prendre afin de vous protéger ?
  - b/ Vous devez préparer le tampon TE à 10 mM de tris et 1 mM d'EDTA.  
Dans un premier temps vous préparez des solutions mères :  
100 ml de Tris pH=8 à 1 M  
100 ml d'EDTA 0,2 M  
Quelles sont les masses de Tris et d'EDTA nécessaires pour préparer les solutions mères ?  
*On rappelle les masses molaires suivantes :*
    - hydrogène : 1 g/mol
    - oxygène : 16 g/mol
    - carbone : 12 g/mol
    - azote : 14 g/mol
  - c/ Vous préparez ensuite 1 litre de tampon TE 10 mM Tris et 1 mM EDTA, quels sont les volumes de solutions mères et d' $H_2O$  utilisés ?

4 - On vous demande de préparer le tampon réactionnel pour mettre en œuvre une PCR.

La composition du tampon 10x est donnée dans le tableau ci-dessous.

Vous devez préparer 10 ml de tampon, quelles sont les masses pesées pour KCl, MgCl<sub>2</sub>, Gélatine et Tris-HCL ?

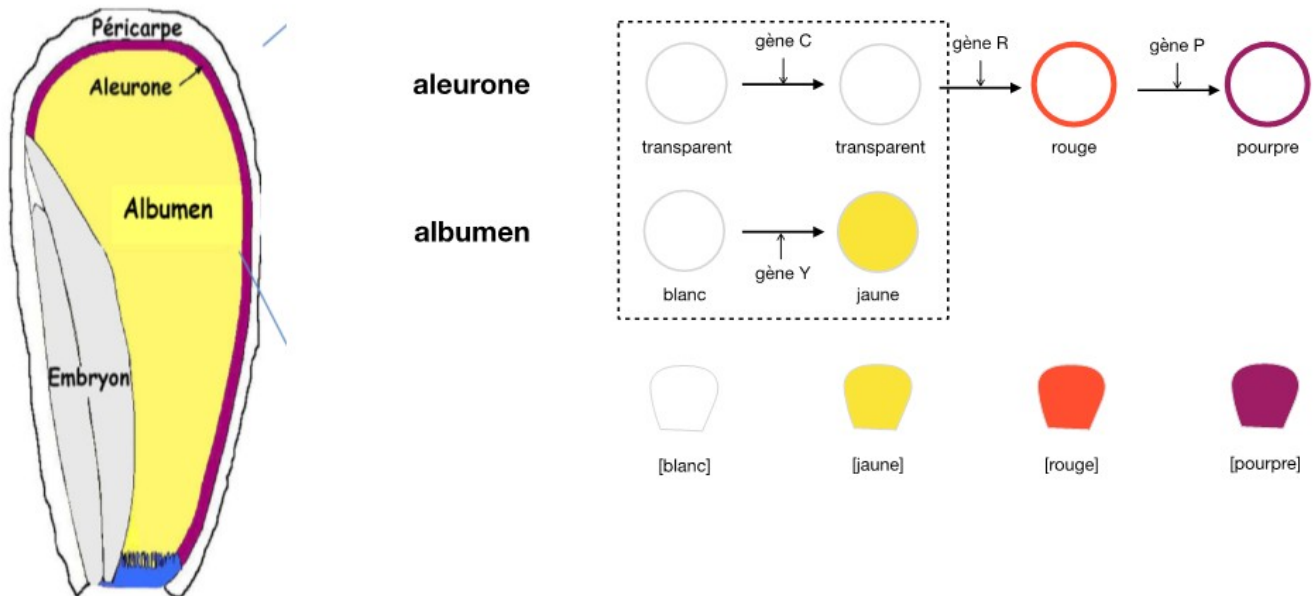
Réactif	Concentration finale	Poids moléculaire
KCl	500 mM	74,55 g/mol
MgCl <sub>2</sub>	15 mM	95,211 g/mol
Gélatine	0,1 %	/
Tris-HCL	100 mM	157,6 g/mol
H <sub>2</sub> O	qsp	10 ml

5 - Vous utilisez ce tampon pour réaliser un mix de PCR pour 15 échantillons. Le volume réactionnel final est de 100 µl par échantillon, dont 10 µl d'ADN matrice. Calculez les volumes de chaque composant.

Composé	Concentration finale
Eau distillée	1X
Tampon 10x	1X
dATP 10mM	0,2 mM
dCTP 10mM	0,2 mM
dGTP 10mM	0,2 mM
dTTP 10mM	0,2 mM
MgCl <sub>2</sub> 25 mM	2 mM
Primer Sens 50 µM	0,2 µM
Primer Antisens 25 µM	0,2 µM
Taq polymerase (5 Uµl <sup>-1</sup> )	10 U/100 µl

## Exercice 4 (5 points)

La couleur du grain de maïs dépend de deux structures appelées : aleurone et albumen. L'aleurone peut être incolore, rouge ou pourpre. Les gènes responsables de ces couleurs sont indiqués dans la figure ci-dessous. L'albumen recouvert par l'aleurone peut prendre deux couleurs blanc ou jaune. La couleur de l'albumen ne peut se voir que si l'aleurone est incolore.



La couleur blanche ne s'exprime que si le gène Y n'est pas fonctionnel et n'est visible que si l'aleurone est incolore, donc en absence de R.

On notera que les souches parentales sont des souches pures et que la transmission des caractères est mendélienne.

Le croisement de 2 plants de maïs donne une génération F1. Le croisement de deux F1 donne une génération F2. Le phénotype des grains obtenus en F2 est alors compté sur 5 épis de maïs et donne les résultats suivants :

- grains blancs : 0, 0, 0, 0, 0
- grains jaunes : 121, 119, 116, 147, 140
- grains rouges : 0, 0, 0, 0, 0
- grains pourpres : 358, 349, 313, 441, 420

- 1 - Donnez le génotype de la génération F1 et des parents.  
Vous expliquerez et présenterez les tableaux de croisement de gamètes réalisés.  
On écrira en majuscule le gène non muté et en minuscule le gène muté.

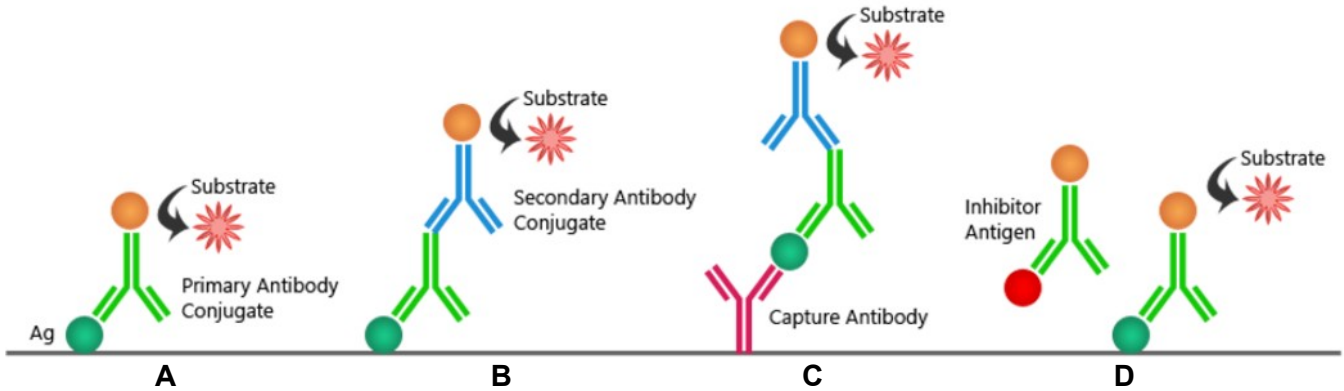
Un deuxième croisement donne après comptage les résultats suivants :

- grains blancs: 133, 140, 118, 147, 140
- grains jaunes: 0, 0, 0, 0, 0
- grains rouges: 399, 420, 354, 441, 420
- grains pourpres: 0, 0, 0, 0, 0

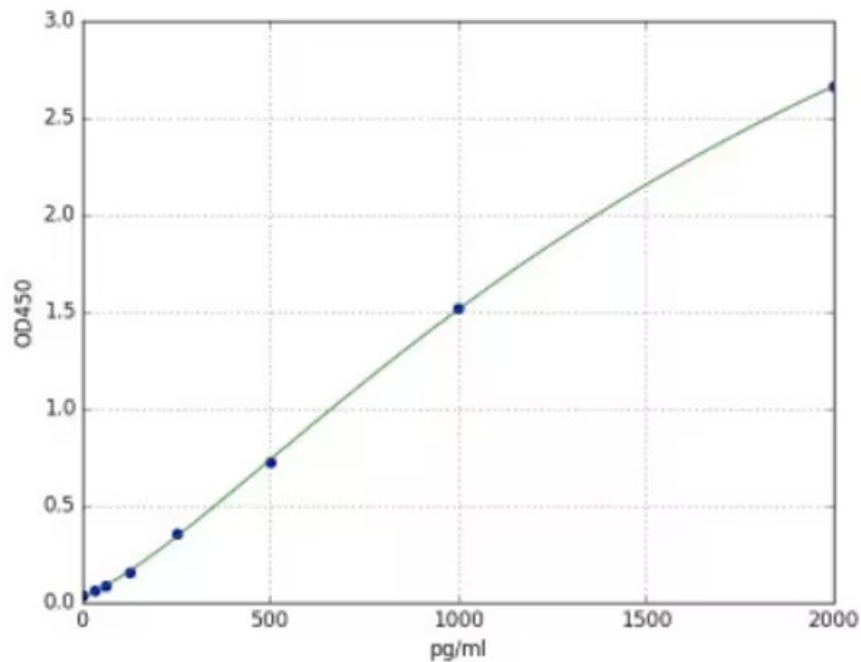
- 2 - Donnez le génotype de la génération F1 et des parents.  
Vous présenterez les tableaux de croisement de gamètes réalisés.

## Exercice 5 (7 points)

- 1 - Que veut dire ELISA ?
- 2 - À quoi sert un test ELISA ?
- 3 - Donnez le nom des différentes techniques ELISA schématisées ci-dessous :

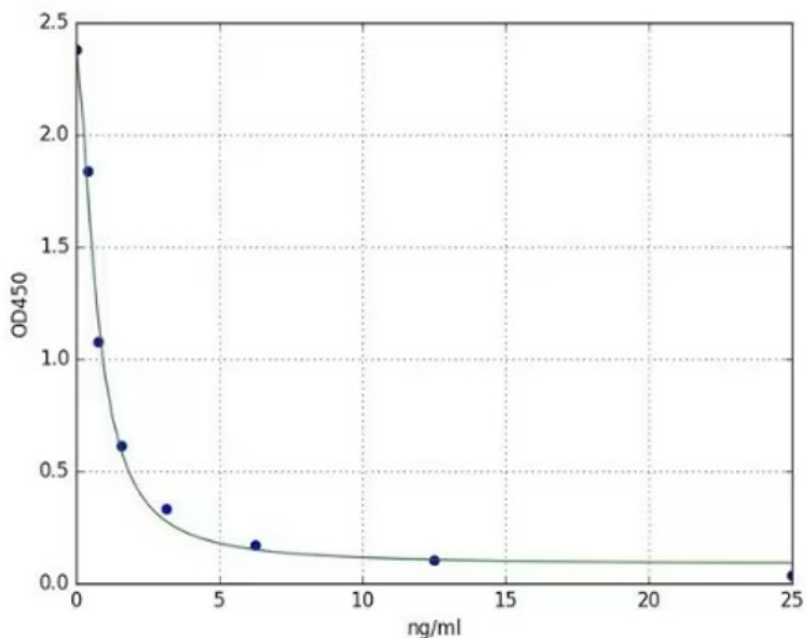


On obtient la courbe étalon suivante avec OD<sub>450</sub> = absorbance à 450nm et en abscisse la concentration d'une molécule X dosée en ELISA :



- 4 - Donnez la concentration approximative de la molécule X pour les échantillons P1= 1.25, P2 = 1.9 et P3=0.25.
- 5 - À quoi correspondent des pg ?
  - 1000 fois moins que 1  $\mu$ g
  - 1000 fois moins que 1 mg
  - 1000 fois moins que 1 fg
  - 1000 fois que 1 ng
  - 100 fois moins que 1 ng
  - 100 fois moins que 1  $\mu$ g

On obtient la courbe étalon suivante avec en ordonnée l'absorbance à 450nm et en abscisse la concentration de la molécule X.



6 - À quel type de technique ELISA correspond cette courbe ?

7 - Ordonnez les différentes étapes pour réaliser une courbe étalon pour ce type d'ELISA.

- (A) faire un mélange anticorps portant une enzyme et différentes concentration d'antigène à mesurer
- (B) mesurer l'absorbance
- (C) mettre en incubation sur la plaque le mélange
- (D) coater la plaque avec une concentration fixe et connue de l'antigène d'intérêt
- (E) laver la plaque (enlève les anticorps non fixées)

## **Exercice 6 (4 points)**

Pour cet exercice on considère les génomes suivants :

Humain (1), *E coli* (2), Sars-Cov2 (3), *S cerevisiae* (4) et Mitochondrie humaine (5)

1 - Quelle est la taille et la nature de chaque génome parmi les réponses suivantes ?

*Réponses possibles : ADN/3Gb, ARN/3Gb, ADN/5Mb, ARN/5Mb, ADN/39kb, ARN/26-32kb, ADN/16kb, ARN/16kb, ADN/12Mb, ARN/12Mb*

2 - Quel est le nombre de gènes portés par chaque génome parmi les réponses suivantes ?

*Réponses possibles : 1000000, 35000, 3500, 6000-7000, 11, 1 milliard, 37*

3 - Pour chaque caractéristique ci-dessous, à (aux) quel(s) génome(s) font-elles références ?

- Les ARN portent des introns.
- Le génome se trouve dans un noyau.
- Les ARN ont une queue polyA.
- Le génome est porté sur plus de 1 chromosome.
- Le génome est circulaire.
- Le génome est en simple brin.