

Partie II - Épreuve de Technologie, de Physique-Chimie, de Sciences de la vie et de la Terre.

Les enfants du tsar Nicolas II identifiés par des tests ADN

En 1918, lors de la révolution russe, l'ensemble la famille du tsar Nicolas II a été tuée et enterrée secrètement. Récemment les autorités russes ont tenté d'identifier des ossements découverts en 2007 dans la région d'Ekaterinbourg, à l'est de la Russie.

Pour réaliser ces tests des biologistes ont comparé des prélèvements d'ADN réalisés dans les ossements d'Ekaterinbourg avec l'ADN du sang chez le descendant le plus proche de la famille impériale. Ce descendant le plus proche est Philip d'Edimbourg, le mari de l'actuelle reine d'Angleterre.

Les résultats ont montré qu'il s'agissait bien des restes des enfants du tsar Nicolas II.

Partie II.1. - Épreuve de Technologie (30 min – 25 points)

- **Les candidats doivent composer, pour cette partie II.1. « Technologie », directement sur le sujet d'examen dans l'espace réservé à chaque question.**
- **En fin d'épreuve les candidats rendent le sujet complété avec la copie d'examen.**

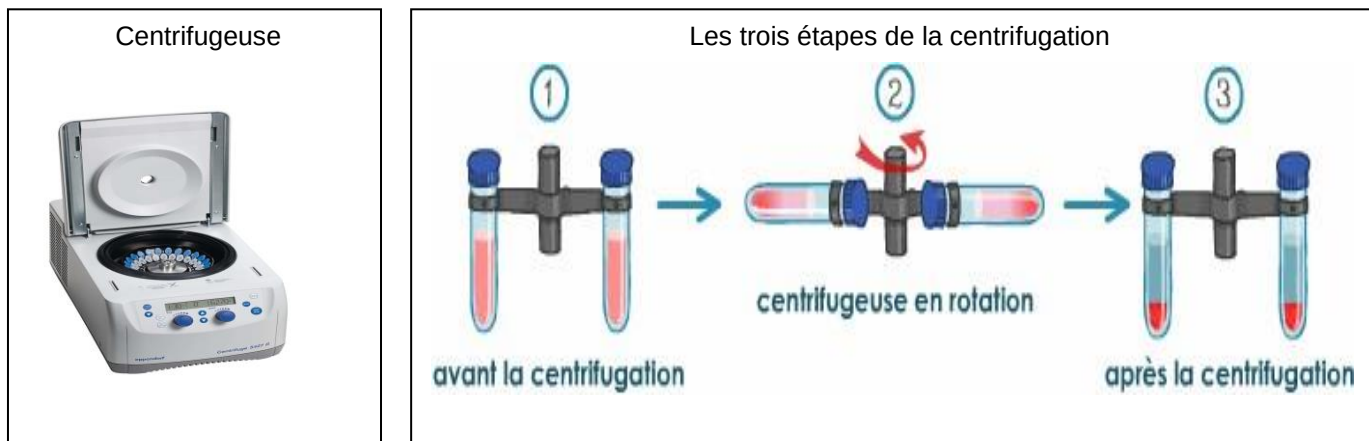
L'EXTRACTION DE L'ADN PAR CENTRIFUGATION

Un technicien travaillant dans les laboratoires de biologie vient de recevoir un échantillon de sang de Philip d'Edimbourg.

L'extraction de l'ADN se fait par deux types d'opérations, la destruction des membranes par des réactions physico-chimiques et des centrifugations pour en séparer les éléments.

On commence par une centrifugation pour séparer les cellules (globules rouges et globules blancs) du plasma.

Les cellules forment ainsi, au fond du tube, un culot qu'on peut récupérer.



Centrifugation :

a. Matériel et mélange utilisés

On réalise une centrifugation à l'aide d'une centrifugeuse. Il s'agit d'un appareil doté de tubes destinés à contenir des mélanges et pouvant tourner autour d'un axe.

b. Réalisation de la centrifugation

La centrifugation d'un mélange sanguin (globules blancs, globules rouges et plasma) s'obtient en faisant tourner très rapidement les tubes de la centrifugeuse. Plus la rotation est rapide, plus la centrifugation est efficace.

c. Résultats de la centrifugation et interprétation

À la fin de la centrifugation, on observe un dépôt au fond du tube à essais (culot).

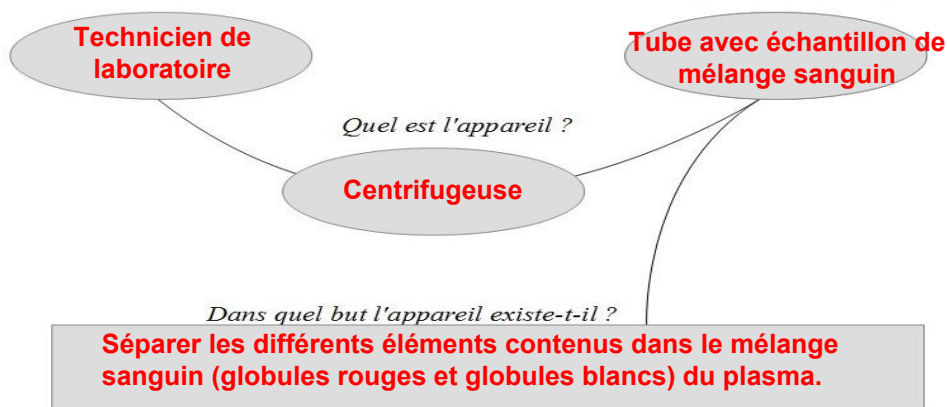
Les éléments solides ont été entraînés au fond du tube.

Documents 1 : La centrifugation

1) Compléter le diagramme «Bête à Corne»

A qui l'appareil rend-il service ?

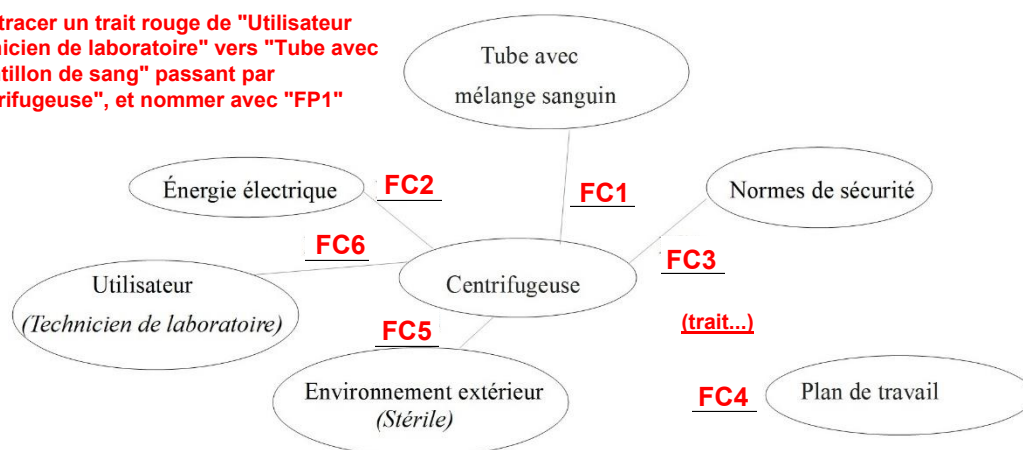
Sur quoi l'appareil agit-il ?



Document 2 : Diagramme de la bête à corne

- 2) a) En utilisant le tableau des fonctions ci-dessous compléter le diagramme des interacteurs : placer les FC1 à FC6 et la liaison manquante FC4, ainsi que FP1 et sa liaison complète,
b) Compléter dans le tableau ci-dessous la fonction de contrainte (FC2) manquante.

FP1 : tracer un trait rouge de "Utilisateur Technicien de laboratoire" vers "Tube avec échantillon de sang" passant par "Centrifugeuse", et nommer avec "FP1"



Document 3 : Diagramme des interacteurs

FONCTIONS	Enoncé de la fonction
FP1	Permettre à l'utilisateur de séparer les particules d'un mélange sanguin
FC1	Contenir des tubes d'échantillons de mélange sanguin.
FC2	Fonctionner sous la tension du secteur.
FC3	Respecter les normes de sécurité en vigueur.
FC4	S'adapter à un plan de travail.
FC5	Maintenir les tubes d'échantillons dans une ambiance stérile.
FC6	Être facile à utiliser.

Document 4 : Fonctions de service de la centrifugeuse

3) Programmation :

Quand on appuie sur le bouton marche, le voyant s'allume en jaune. Le moteur se met en rotation jusqu'à atteindre la vitesse de 2000 tours par minute, vitesse nécessaire pour traiter l'échantillon. Le moteur tourne à cette vitesse pendant 3 minutes. Ensuite le moteur décélère progressivement jusqu'à l'arrêt final. Le voyant passe au vert.

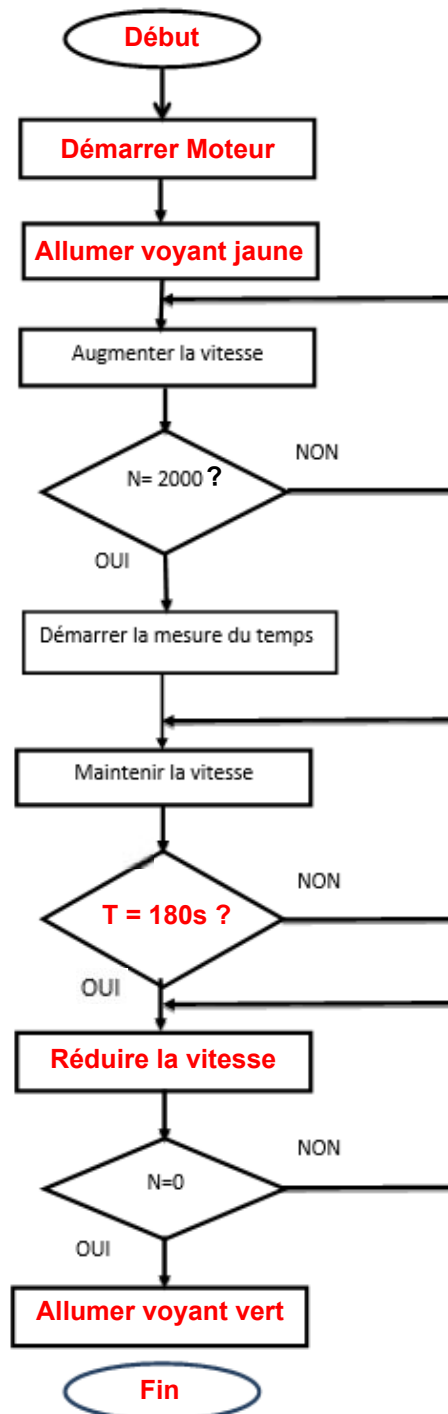
L'échantillon est prêt.

Indications :

N : vitesse de rotation du moteur (tr/min)

T : temps (s)

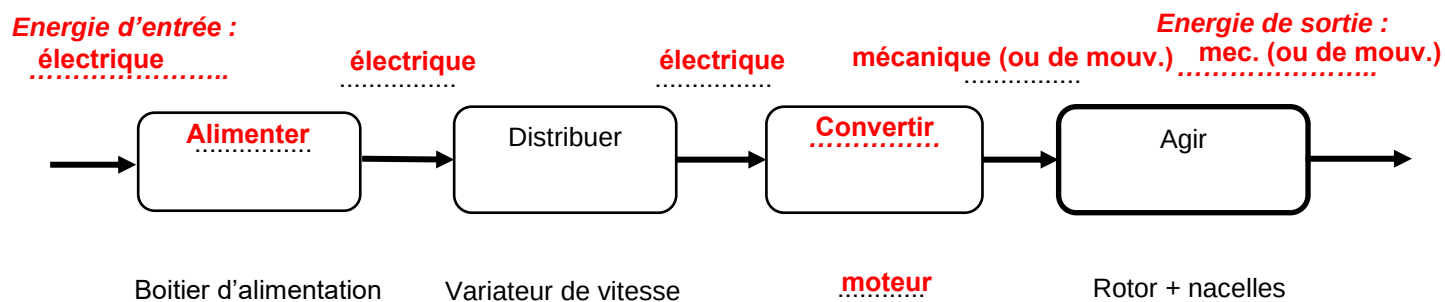
Compléter le programme ci-dessous :



Document 5 : Organigramme décrivant l'opération de centrifugation

4) Chaîne d'énergie

a) Compléter la chaîne d'énergie



Document 6 : Chaine d'énergie

b) Expliquer par une phrase précise et claire le rôle du moteur dans la chaîne d'énergie

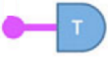
Le moteur convertit l'énergie disponible (énergie d'entrée : électrique) en énergie utilisable par le système (énergie de sortie : mécanique) pour pouvoir faire tourner la centrifugeuse.

Partie II.2. - Épreuve de Physique-Chimie (30 min – 25 points)

Les candidats doivent composer, pour cette partie II.2. « Physique-Chimie », sur une copie distincte.

CONSTITUTION ET TAILLE DE LA MOLECULE D'ADN

Lors de la formation de l'ADN, des molécules appelées nucléotides s'associent pour former la macromolécule d'ADN. Il existe plusieurs types de nucléotides que l'on peut retrouver dans ce tableau ci-dessous.

Un modèle du nucléotide	Nom du nucléotide	Formule chimique du nucléotide
(T) : 	Désoxythymidine monophosphate	$C_{10}H_{15}N_2O_8P$
(G) : 	Désoxyguanosine monophosphate	$C_{10}H_{14}N_5O_7P$
(A) : 	Désoxyadénosine monophosphate	$C_{10}H_{14}N_5O_6P$
(C) : 	Déoxycytidine monophosphate	$C_9H_{14}N_3O_7P$

Document 1 : Tableau présentant les nucléotides constituant l'ADN

1) Nucléotides

- Nommer les 5 atomes présents dans les nucléotides.
- Indiquer le nombre d'atomes de chaque type constituant le désoxythymidine monophosphate (T)
- En utilisant la classification périodique des éléments simplifiée, identifier l'atome qui a 8 protons dans son noyau. Justifier.

2) Atome de phosphore

Relever la lettre correspondant à la proposition juste sur votre copie. Parmi les 4 réponses proposées, une seule est juste.

Le noyau de l'atome de phosphore possède 31 nucléons.

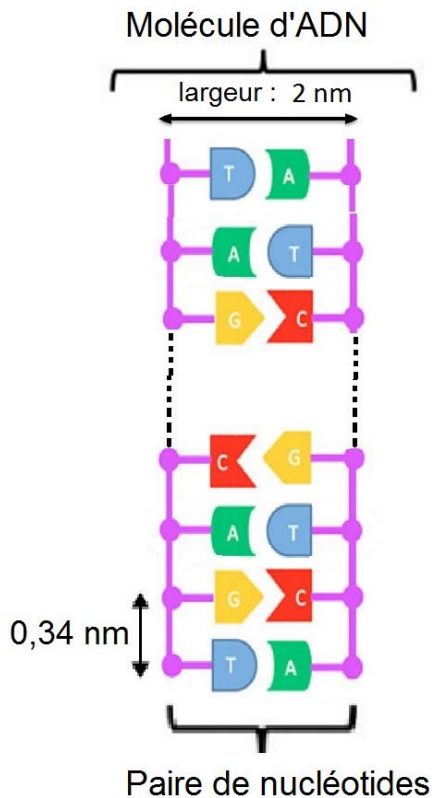
- | | | |
|---|---|---|
| a) Le nombre d'électrons dans l'atome de phosphore est :
A. 31
B. 16
C. 15 | b) Le nombre de neutrons dans l'atome de phosphore est :
A. 31
B. 16
C. 15
D. 8 | c) Le noyau de l'atome de phosphore contient :
A. des électrons et des protons
B. des électrons et des neutrons
C. des neutrons et des protons
D. des nucléons et des électrons |
|---|---|---|

Hydrogène H 1							Hélium He 2
Lithium Li 3	Béryllium Be 4	Bohr B 5	Carbone C 6	Azote N 7	Oxygène O 8	Fluor F 9	Néon Ne 10
Sodium Na 11	Magnésium Mg 12	Aluminium Al 13	Silicium Si 14	Phosphore P 15	Soufre S 16	Chlore Cl 17	Argon Ar 18

Document 2 : Classification périodique des éléments simplifiée

3) Longueur de la molécule d'ADN et diamètre du noyau de la cellule

On peut extraire l'ADN du noyau des lymphocytes présents dans le sang. Le diamètre de leur noyau vaut $7\mu\text{m}$. La molécule d'ADN du chromosome X est composée de 155 millions de paires de nucléotides. En utilisant le modèle des nucléotides du document 1, on peut représenter la molécule d'ADN étirée d'un chromosome de la manière suivante (doc 3):



Dans le noyau, les molécules d'ADN de chaque chromosome ne sont pas étirées mais s'enroulent comme une pelote de laine :



Document 4 : molécules d'ADN en pelote de laine

Document 3 : modèle de la molécule d'ADN étirée

Puissance de 10	10^{-9}	10^{-6}	10^{-2}
Préfixe de l'unité	nano	micro	centi
Symbole	n	μ	c

Tableau présentant les puissances de 10 associées aux préfixes d'unités

Question :

À l'aide de calculs simples, justifier que la molécule d'ADN étirée du chromosome X ne pourrait pas être contenue dans le noyau d'un lymphocyte et proposer une explication au fait que cette molécule se trouve pourtant bien dans le noyau du lymphocyte.

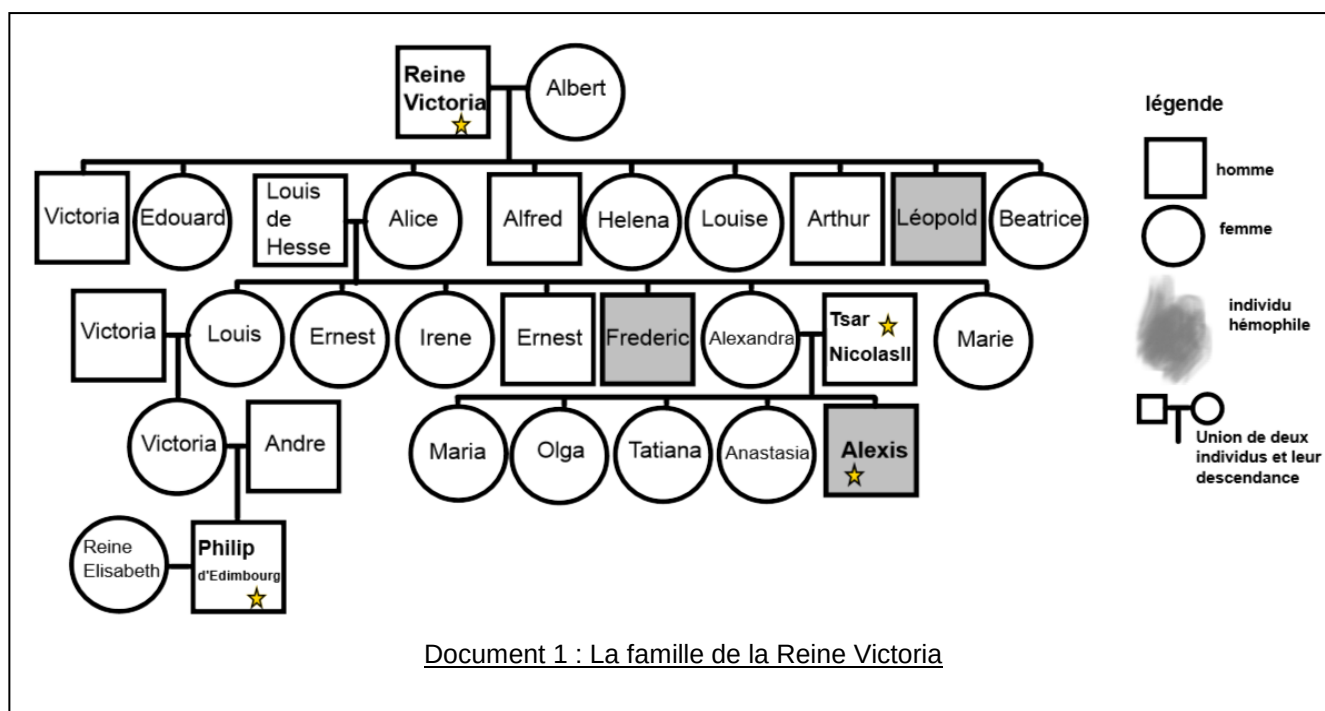
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

Partie II.3. - Épreuve de Sciences de la vie et de la Terre (30 min – 25 points)

Les candidats doivent composer, pour cette partie II.3. « Sciences de la vie et de la Terre », sur une copie distincte.

La transmission de caractères au sein d'une famille

- 1) Pour tester l'hypothèse que les ossements retrouvés à Ekaterinbourg (à l'est de la Russie) sont ceux des enfants du tsar Nicolas II, les biologistes ont comparé l'ADN du prince Philip d'Edimbourg, le mari de l'actuelle reine d'Angleterre, avec celui prélevé dans les ossements.



- a) D'après vos connaissances, indiquer où les biologistes peuvent trouver de l'ADN en relevant la lettre correspondant à la proposition juste sur votre copie. Parmi les 4 propositions 1 seule est juste.
- A. Dans les membranes des cellules.
 - B. Dans le noyau des cellules.
 - C. Dans les protéines.
 - D. Dans les nutriments
- b) Justifier le choix du prince Philip dans la comparaison de l'ADN avec les ossements d'Ekaterinbourg.

2) Le plus jeune fils du tsar Nicolas II, le prince Alexis, souffrait d'une maladie rare : l'hémophilie.

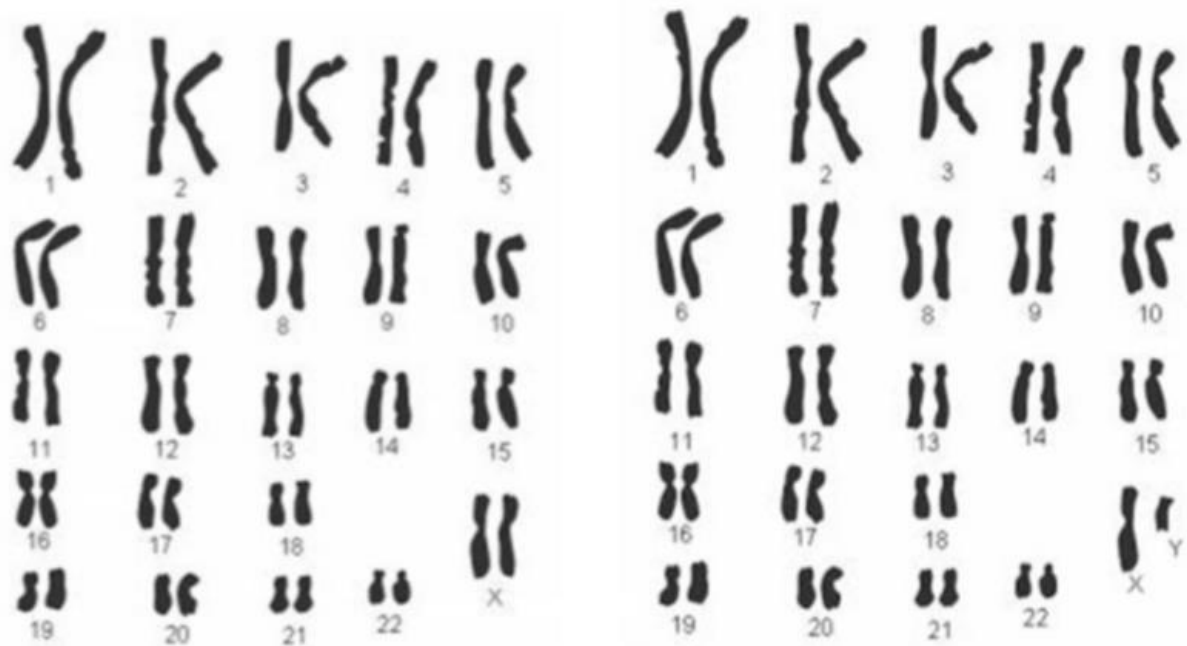
L'hémophilie est une anomalie de la coagulation sanguine qui provoque des hémorragies. Il s'agit d'une maladie génétique. Le gène responsable de cette maladie est le gène F8 porté par le chromosome X.

Il existe deux allèles (versions d'un gène) pour le gène F8 :

- "H", l'allèle permettant la fabrication du facteur de coagulation efficace.
- "h", l'allèle permettant la fabrication du facteur de coagulation inefficace.

Si un individu possède au moins une version ou allèle « H » alors il n'est pas hémophile.

Document 2 : L'hémophilie, une maladie génétique



Document 3 : Le caryotype d'une femme (à gauche) et d'un homme (à droite)

a) À l'aide des documents 2 et 3, préciser le nombre d'allèles pour le gène F8 présents chez une femme et chez un homme en relevant la proposition exacte. Dans chaque cas, parmi les 4 propositions 1 seule est juste.

Les femmes présentent pour le gène F8 responsable de la fabrication du facteur de coagulation, au maximum :

- A. 1 allèle
- B. 2 allèles
- C. 23 allèles
- D. 46 allèles

Les hommes présentent pour le gène F8 responsable de la fabrication du facteur de coagulation, au maximum :

- D. 1 allèle
- E. 2 allèles
- F. 23 allèles
- G. 46 allèles

b) À l'aide des documents 2 et 3, expliquer pourquoi le Tsar Nicolas II et Alexandra ne pouvait pas avoir une fille hémophile (alors qu'ils ont pu avoir un garçon hémophile, Alexis).