



European Union  
Science Olympiad

# Olympiades académiques 2020

## Épreuve de présélection

**QCM de biologie**

*Durée de l'épreuve : 1h*

### **NOTES IMPORTANTES**

- Les candidats sont totalement responsables de la gestion du temps, de l'organisation de leur travail.
- Une fois une réponse validée, ils ne pourront plus revenir sur la question précédente.
- Pour les questions à choix multiples, plusieurs réponses peuvent être possibles et seule la totalité des réponses justes cochées sera comptabilisée.
- Aucun document n'est autorisé.
- La calculatrice est autorisée.

## PARTIE 1 : ENERGIE ET CELLULES VIVANTES : DIFFERENTES VOIES METABOLIQUES.

### Le métabolisme d'une plante aquatique :

Vous allez visionner les résultats d'expérience : comptez le nombre de bulles de gaz émises par la plante aquatique dans chaque condition.

<https://svt.ac-versailles.fr/spip.php?article354>

1) Indiquer le paramètre que l'on fait varier dans cette expérience :

- A- La quantité de gaz
- B- La lumière
- C- La température
- D- La lumière, la température et la quantité de gaz

2) Ces résultats montrent que :

- A- La plante aquatique absorbe un gaz à la lumière uniquement
- B- La plante aquatique absorbe un gaz à l'obscurité uniquement
- C- La plante aquatique produit un gaz à la lumière uniquement
- D- La plante aquatique produit un gaz à la lumière et à l'obscurité

### Le métabolisme des Euglènes :

Les Euglènes sont êtres vivants unicellulaires de couleur verte et vivant dans des eaux claires riches en matières minérales mais pauvres en matières organiques. On se propose d'étudier leur métabolisme :



**Milieu de culture des euglènes**

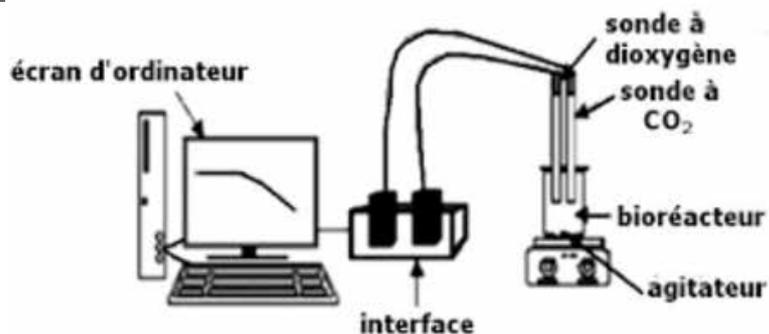
Source : site académique Nancy-Metz



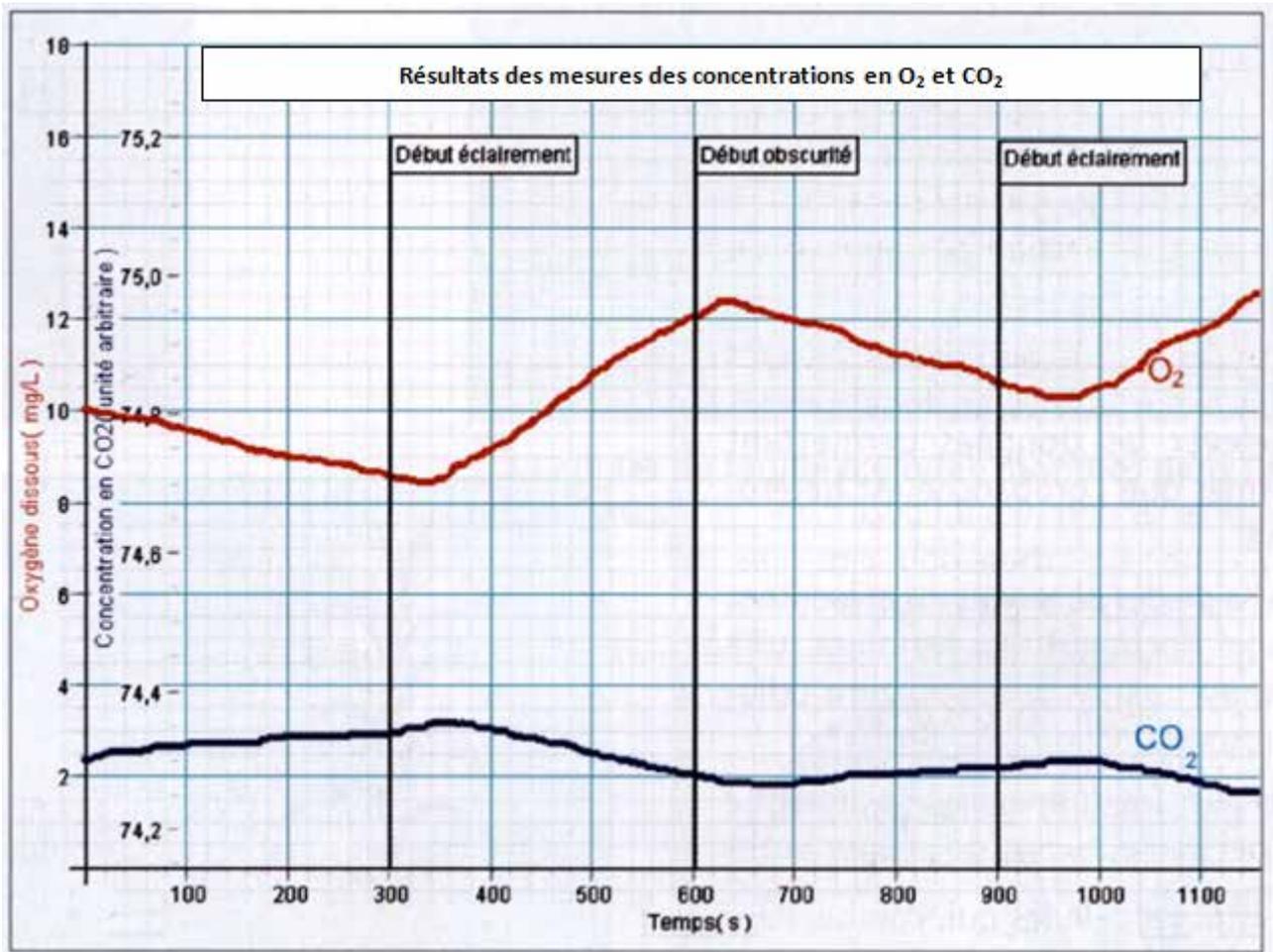
Les euglènes sont des algues unicellulaires mobiles qu'il est possible de cultiver dans un milieu liquide approprié.

Pour cela, on se propose de suivre l'évolution des gaz dissous dans un milieu contenant des Euglènes à partir d'un dispositif ExAO (Expérimentation assistée par ordinateur).

### Montage expérimental :



## Suivi du métabolisme des Euglènes par Exao



3) Le montage témoin de cette expérience serait :

- A- Une enceinte sans Euglènes, placée alternativement à la lumière et à l'obscurité ; où on mesure les concentrations en O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>.
- B- Une enceinte avec Euglènes, placée uniquement à la lumière ; où on mesure les concentrations en O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>.
- C- Une enceinte avec Euglènes, placée uniquement à l'obscurité ; où on mesure les concentrations en O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>.

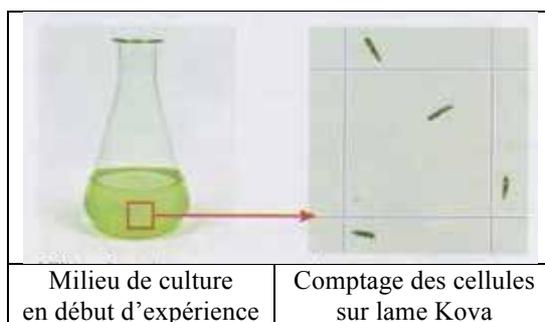
4) Un titre pour la courbe rouge serait :

- A- Variation de la concentration en O<sub>2</sub> dans un milieu contenant des Euglènes en fonction du temps
- B- Variation du temps en fonction de la concentration en O<sub>2</sub> dans un milieu contenant des Euglènes
- C- Variation de la concentration en Euglènes dans un milieu contenant du O<sub>2</sub> en fonction du temps
- D- Variation de la concentration en Euglènes selon le temps en fonction de la concentration en O<sub>2</sub>

5) A partir de l'observation des résultats, on peut en conclure que :

- A- Les Euglènes consomment du O<sub>2</sub> et produisent du CO<sub>2</sub> à la lumière
- B- Les Euglènes consomment du O<sub>2</sub> et produisent du CO<sub>2</sub> à l'obscurité
- C- Les Euglènes produisent du O<sub>2</sub> et consomment du CO<sub>2</sub> à la lumière
- D- Les Euglènes produisent du O<sub>2</sub> et consomment du CO<sub>2</sub> à l'obscurité

On place des Euglènes d'une même souche dans des conditions expérimentales différentes.



Milieus et résultats de culture d'Euglènes

		A	B	C	D
<b>Milieus de cultures</b>	Conditions d'éclairage	lumière	lumière	obscurité	obscurité
	Eau distillée	1000mL	1000mL	1000mL	1000mL
	Sels minéraux	3,75g	3,75g	3,75g	3,75g
	Matière organique (vitamines et glucose)	30g	0g	30g	0g
<b>Résultats obtenus après 6 jours de culture</b>	Pour évaluer la taille de la population d'Euglènes, il est possible de réaliser un comptage sur lame Kova.				Les euglènes ne se divisent pas et meurent
	Nombre de cellules par grand carré de lame Kova	108	108	27	

Le comptage du nombre de cellules par unité de volume est réalisé en utilisant une lame spéciale finement quadrillée que l'on observe au microscope, la lame de Kova. <https://svt.ac-versailles.fr/spip.php?article494>

6) Lorsque l'on compare ces résultats :

- A- La comparaison du milieu A avec le milieu B (ou C avec D) montre l'importance de la lumière pour le développement des Euglènes
- B- La comparaison du milieu A avec le milieu C (ou B avec D) montre l'importance de la lumière pour le développement des Euglènes
- C- La comparaison du milieu A avec le milieu B (ou C avec D) montre l'importance de la matière organique pour le développement des Euglènes
- D- La comparaison du milieu A avec le milieu C (ou B avec D) montre l'importance de la matière organique pour le développement des Euglènes

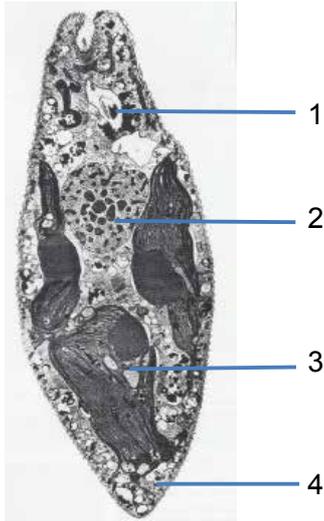
7) Sachant qu'un grand carré (formé de 9 petits carrés) contient environ 0,1 µL, on peut estimer le dénombrement des euglènes dans le milieu A :

- A- À 108 cellules par ml
- B- À  $1,08 \cdot 10^3$  cellules par ml
- C- À  $1,08 \cdot 10^6$  cellules par ml
- D- À  $1,08 \cdot 10^9$  cellules par ml

8) Lors du passage à l'obscurité dans un milieu contenant des sels minéraux et de la matière organique, la diminution de la population des Euglènes peut être estimée à :

- A- 17%
- B- 25%
- C- 75%
- D- 83%

Voici une observation d'une Euglène (organisme unicellulaire) au microscope électronique...



9) Les légendes correspondent à :

A- 1 : mitochondrie / 2 : noyau / 3 : chloroplaste / 4 : cytoplasme

B- 1 : mitochondrie / 2 : chloroplaste / 3 : noyau / 4 : cytoplasme

C- 1 : cytoplasme / 2 : membrane plasmique / 3 : chloroplaste / 4 : noyau

D- 1 : cytoplasme / 2 : membrane plasmique / 3 : chloroplaste / 4 : mitochondrie

10) En observant cette cellule :

A- on voit des organites, on en déduit que la cellule est procaryote

B- on voit des chloroplastes, on en déduit que la cellule est chlorophyllienne

C- on voit une paroi, on en déduit que la cellule est végétale

D- on voit un noyau, on en déduit que la cellule est eucaryote

---

Une expérience démontre que les Euglènes peuvent perdre leurs chloroplastes dans certaines conditions. Si on ajoute un antibiotique comme la streptomycine au milieu de culture des Euglènes, la division des chloroplastes est inhibée alors que la division cellulaire n'est pas affectée. Au cours des divisions successives des Euglènes, les chloroplastes sont répartis dans les cellules filles, mais au fil des générations, il y en a de moins en moins, ceux-ci ne pouvant plus se diviser. Au bout d'un certain nombre de divisions cellulaires, les cellules filles ne possèdent plus de chloroplastes.

11) On peut alors dire que ...

A- Les Euglènes dépourvues de chloroplastes ont un métabolisme photosynthétique

B- Les Euglènes dépourvues de chloroplastes ont un métabolisme hétérotrophe

C- Les Euglènes dépourvues de chloroplastes ont un métabolisme autotrophe

12) Lorsque les Euglènes se divisent, l'information génétique est transmise aux cellules-filles par :

A- diffusion

B- transgénèse

C- mitose

D- méiose

---

**PARTIE 2 : EVOLUTION DES ESPECES ET LIENS DE PARENTES : UN PEU DE PHYLOGENIE...**

Perche      Coelacanthe      Souris      Cachalot      1      Lézard      Crocodile      Poulet

Etablir des liens de parenté entre quelques espèces de vertébrés actuels et fossiles :

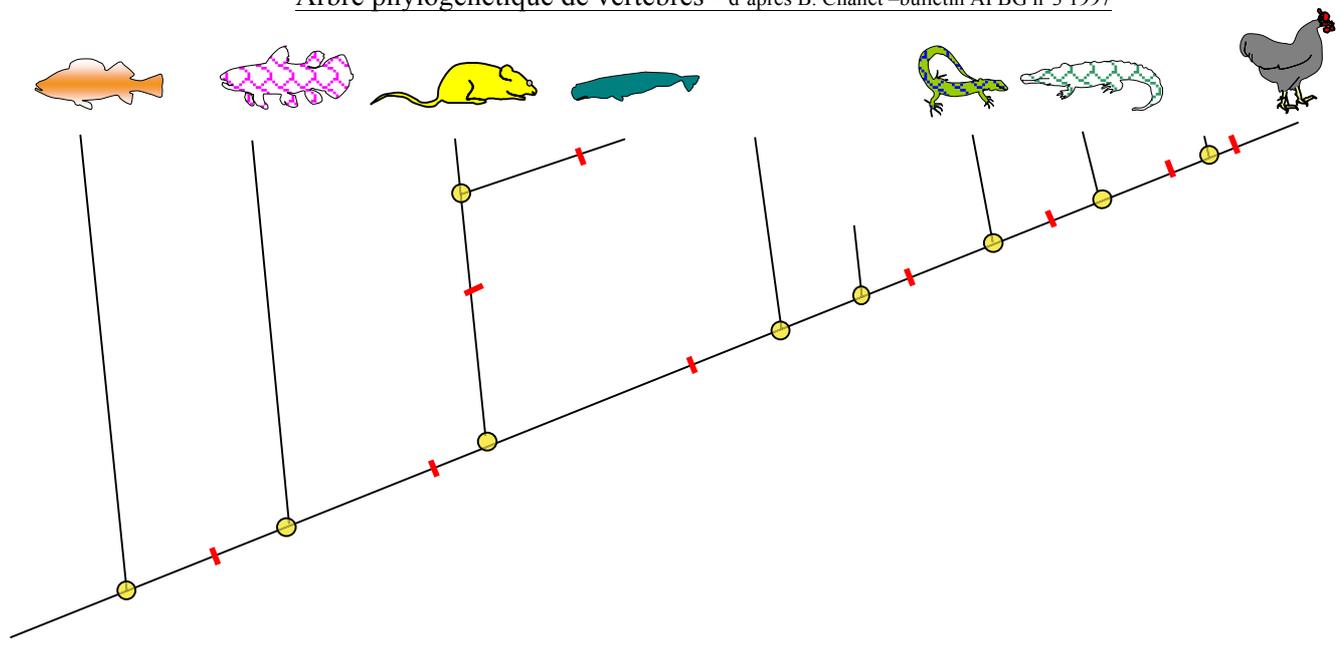
Quelques rappels sur la classification et les arbres phylogénétiques : <https://youtube/0N3ize9CDwY>

Tableau de caractères d'un échantillon de vertébrés actuels et fossiles  
fghe klm

caractère		Etat du caractère chez								
		perche	crocodile	vélociraptor	poulet	lézard	tortue	souris	cachalot (mammifère)	coelacanthe (poisson)
a	amnios	0	1	1	1	1	1	1	1	0
b	appendices charnus pairs (« pattes »)	0	1	1	1	1	1	1	1	1
c	poumon fonctionnel	0	1	1	1	1	1	1	1	0
d	vertèbre cervicale	0	1	1	1	1	1	1	1	0
e	écailles épidermiques	0	1	1	1	1	1	1	0	0
f	mâchoire à plusieurs os	0	0	0	0	0	0	1	1	0
g	poils	0	0	0	0	0	0	1	1	0
h	allaitement	0	0	0	0	0	0	1	1	0
i	fenêtre antéorbitaire	0	0	1	1	0	0	0	0	0
j	aile	0	0	0	1	0	0	0	0	0
k	gésier	0	1	1	1	0	0	0	0	0
l	membrane nictitante (œil)	0	1	1	1	0	0	0	0	0
m	fenêtre mandibule	0	1	1	1	0	0	0	0	0
n	fosses temporales	0	1	1	1	1	0	0	0	0
o	iris à muscles striés	0	1	1	1	1	1	0	0	0

0 : absence du caractère    1 : présence du caractère

Arbre phylogénétique de vertébrés - d'après B. Chanet -bulletin APBG n°3 1997



Documents : <http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/>

13) En considérant les caractères de la tortue, on pourrait positionner celle-ci dans l'arbre :

- A- Au numéro 1
- B- Au numéro 2
- C- Au numéro 3
- D- Au numéro 4

- 14) Le lézard et le crocodile partagent, en autres, les attributs communs suivants :
- A- Des poumons, des vertèbres cervicales et un gésier
  - B- Des poumons, des vertèbres cervicales et une membrane nictitante sur l'œil
  - C- Des poumons, des vertèbres cervicales et des fosses temporales
  - D- Des poumons, des vertèbres cervicales et une fenêtre antéorbitaire
- 15) En considérant les caractères du vélociraptor, on pourrait positionner celui-ci dans l'arbre :
- A- Au numéro 1
  - B- Au numéro 2
  - C- Au numéro 3
  - D- Au numéro 4

Figure 1 .

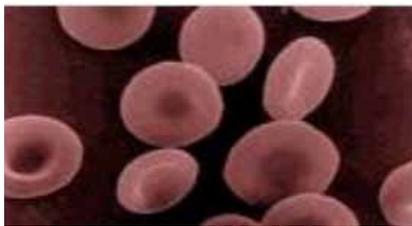
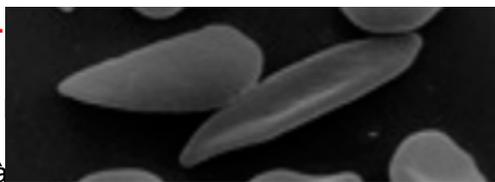


Figure 2 .



### PARTIE 3 : VARIAT

génétique : exemple de

cille).

maladie héréditaire liée à

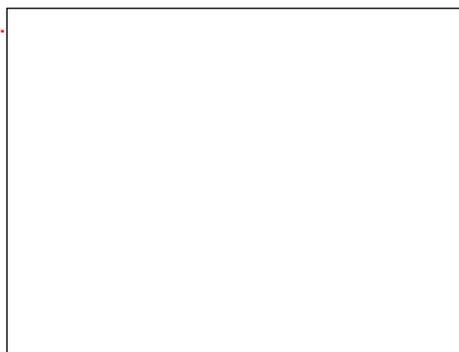
(=en

dû à la présence d'une protéine, l'hémoglobine, anormale dans leurs hématies. Cette

protéine sert à transporter le dioxygène dans l'organisme.

Rappel sur les protéines : <https://youtu.be/MwiewSI8oR4> (de 1'15 à 2'53)

La maladie se manifeste par une anémie (se traduisant par une fatigabilité, des vertiges, des essoufflements...), une sensibilité aux infections, et des crises douloureuses causées par une mauvaise circulation sanguine et par le manque d'oxygénation des tissus (surtout les os).



Un globule rouge a normalement la forme d'un disque dont chaque face est un peu creuse (on parle de disque biconcave, voir figure 1). En cas de drépanocytose, l'agglomération de l'hémoglobine S conduit les globules rouges à prendre la forme d'une faucille ou d'un croissant (figure 2).

16) Ces clichés ont été obtenus par

A- microscopie optique

B- microscopie électronique à transmission

C- microscopie électronique à balayage

17) D'après l'indication de grandissement, on peut estimer le diamètre d'un globule rouge normal à environ

A- 8 nanomètres

B- 8 micromètres

C- 8 millimètres

D- 8 centimètres

On cherche l'origine génétique de cette maladie et on observe la séquence d'ADN du gène de l'hémoglobine  $\beta$

HBB Bêta A	ADN TRANSCRIT	A T G G T G C A C C T G A C T C C T G A G G A G A A G T C T G C C
HBB Bêta A	PROTÉINE	Met Val His Leu Thr Pro Glu Glu Lys Ser Ala
HBB Bêta S	ADN TRANSCRIT	A T G G T G C A C C T G A C T C C T G T G G A G A A G T C T G C C
HBB Bêta S	PROTÉINE	Met Val His Leu Thr Pro Val Glu Lys Ser Ala

*(image Anagène)*

18) L'ADN est une succession :

- A- de bases azotées, constituées d'un sucre, le ribose, d'un nucléotide et d'un groupement phosphate.
- B- de bases azotées, constituées d'un sucre, le désoxyribose, d'un nucléotide et d'un groupement phosphate.
- C- de nucléotides, constitués d'un sucre, le ribose, d'une base azotée et d'un groupement phosphate.
- D- de nucléotides, constitués d'un sucre, le désoxyribose, d'une base azotée et d'un groupement phosphate.**

19) La comparaison des deux extraits de séquences du gène de l'hémoglobine montre que :

- A- Glu remplace Val en position 20 chez HBB $\beta$ S
- B- il y a une mutation par délétion de A en T en position 20 chez HBB $\beta$ S
- C- il y a une mutation par insertion de A en T en position 20 chez HBB $\beta$ S
- D- il y a une mutation par substitution de A en T en position 20 chez HBB $\beta$ S**

Voici les débuts de séquences en acides aminés de la protéine hémoglobine chez individu sain et chez un individu atteint de la drépanocytose :

On appelle

HBB  $\beta$  A l'hémoglobine normale et

HBB  $\beta$  S l'hémoglobine anormale (*Sickle* en anglais = faucille)

HBB Bêta A Humain	PROTÉINE		Met	Val	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser	Ala
HBB Bêta S	PROTÉINE		Met	Val	His	Leu	Thr	Pro	Val	Glu	Lys	Ser	Ala

(image Anagène)

Acide Aminé	Abréviations	Relation avec l'eau
Acide glutamique	Glu	E hydrophile
Acide aspartique	Asp	D hydrophile
Alanine	Ala	A hydrophobe
Arginine	Arg	R hydrophile
Asparagine	Asn	N hydrophile
Cystéine	Cys	C hydrophobe
Glutamine	Gln	Q hydrophile
Glycine	Gly	G hydrophile
Histidine	His	H hydrophile
Isoleucine	Ile	I hydrophobe
Leucine	Leu	L hydrophobe
Lysine	Lys	K hydrophile
Méthionine	Met	M hydrophobe
Phénylalanine	Phe	F hydrophobe
Proline	Pro	P hydrophile
Sérine	Ser	S hydrophile
Thréonine	Thr	T hydrophile
Tryptophane	Trp	W hydrophile
Tyrosine	Tyr	Y hydrophile
Valine	Val	V hydrophobe

Le cytoplasme des hématies est un milieu riche en eau. Celle-ci est essentielle à la morphogénèse (= acquisition de la forme) d'une protéine.

En effet l'eau entre en contact avec les **acides aminés hydrophiles**, abondants sur la surface protéique, alors que les **acides aminés hydrophobes** se retrouvent principalement à l'intérieur de la molécule. Ils évitent ainsi le contact avec l'eau environnante.

- 20) La différence observée entre les deux séquences au niveau du septième acide aminé fait que
- A- HBB  $\beta$  A est ainsi plus soluble dans l'eau du cytoplasme des globules rouges que HBB  $\beta$  S
  - B- HBB  $\beta$  A est ainsi moins soluble dans l'eau du cytoplasme des globules rouges que HBB  $\beta$  S
  - C- Des liaisons hydrophobes vont se créer entre les molécules d'HBB $\beta$ A

On appelle phénotype l'ensemble des caractères observables chez un individu. Il se définit à différentes échelles.

- 21) On peut dire que chez l'individu drépanocytaire :
- A- son phénotype moléculaire est caractérisé par des globules rouges falciformes
  - B- son phénotype moléculaire est caractérisé par des hémoglobines moins solubles
  - C- son phénotype cellulaire est caractérisé par des globules rouges falciformes
  - D- son phénotype cellulaire est caractérisé par des hémoglobines moins solubles

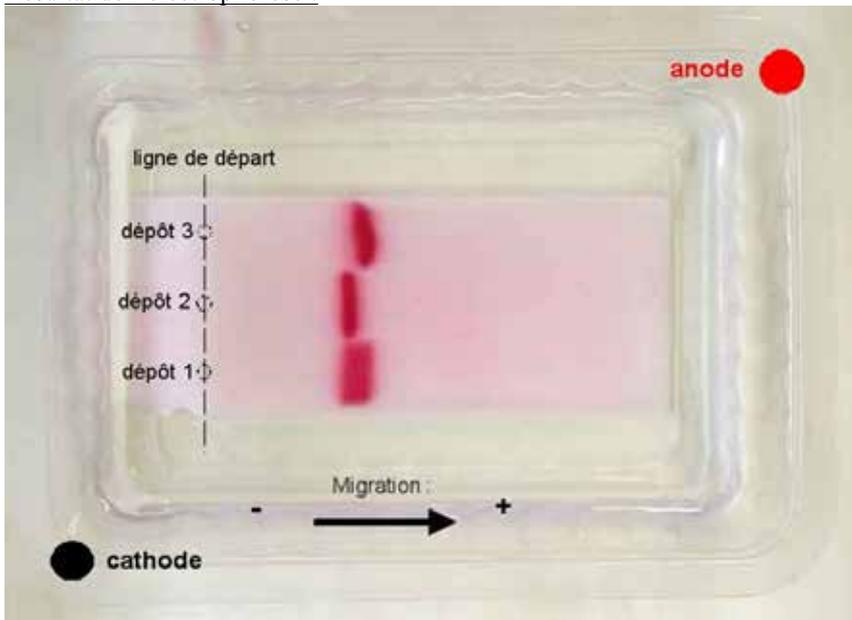
Sur une scène de crime, la police scientifique a identifié une tâche de sang. L'analyse de ce sang met en évidence que celui-ci provient d'un individu atteint de drépanocytose.

Afin de rechercher si le sang retrouvé sur la scène de crime correspond au suspect (monsieur X), on réalise une électrophorèse des hématies de monsieur X selon le protocole suivant :

[https://svt.ac-versailles.fr/IMG/mp4/electro\\_prot.mp4](https://svt.ac-versailles.fr/IMG/mp4/electro_prot.mp4)

L'hémoglobine migre à une vitesse qui est fonction de sa charge et qui est légèrement différente pour les deux types d'hémoglobine recherchés (A et S). Après migration on réalise une coloration (ici au rouge ponceau) de manière à visualiser la position des molécules recherchées sur le support.

Résultat de l'électrophorèse :



22) D'après ces résultats, on peut dire que le pH de la solution tampon est choisi de manière à ce que :

- A- l'hémoglobine soit chargée positivement.
- B- l'hémoglobine soit chargée négativement.

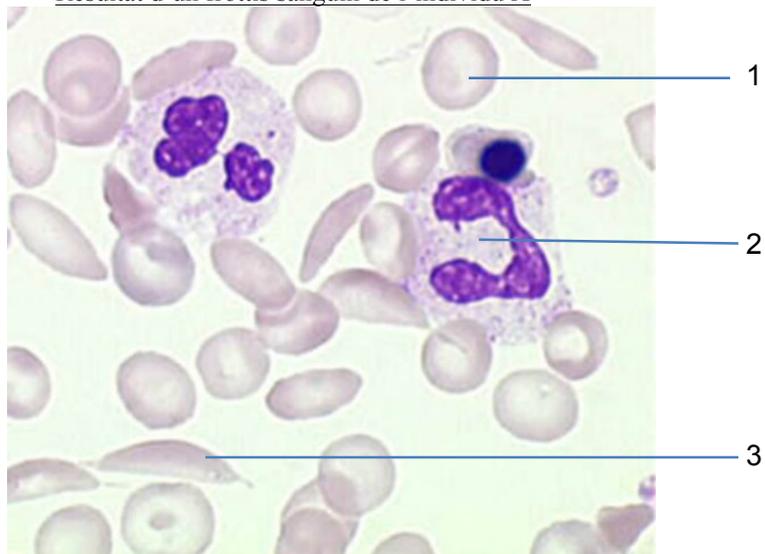
Le dépôt 1 correspond à monsieur X, le dépôt 2 correspond à l'hémoglobine S, le dépôt 3 correspond à l'hémoglobine A.

23) On peut affirmer que monsieur X :

- A- possède l'hémoglobine A uniquement
- B- possède l'hémoglobine B uniquement
- C- possède les deux types d'hémoglobine
- D- ne possède pas d'hémoglobine

On réalise également un frottis sanguin de monsieur X

Résultat d'un frottis sanguin de l'individu X



24) La légende de cette photographie est :

A- 1 : hémoglobine A / 2 : ADN / 3 : hémoglobine S

B- 1 : hémoglobine S / 2 : ADN / 3 : hémoglobine A

C- 1 : hématie qui contient de l'hémoglobine A / 2 : Globule blanc / 3 : hématie qui contient de l'hémoglobine S

D- 1 : hématie qui contient de l'hémoglobine S / 2 : Globule blanc / 3 : hématie qui contient de l'hémoglobine A