

I. QUESTIONS À CHOIX MULTIPLE OU À COMPLÉTER

(13 points sur 20)

1. A, B, D
2. 2A, 4B, 1C, 3D
3. B, C, F
4. La photo est prise lors d'une division de méiose. A représente un crossing-over.
5. C, E, A, F, D, B
6. B
7. D
8. Les hormones sont les œstrogènes et la progestérone, de nature stéroïde
9. A représente un sarcomère. Lors de la contraction, il y a glissement des filaments épais de myosine sur les filaments fins d'actine.
10. B
11. B
12. A, C
13. L'hémoglobine des vertébrés est formée de 4 chaînes protéiques nommées globines associées à un groupement : l'hème.

II. QUESTION DE SYNTHÈSE

(7 points sur 20)

Introduction (0,5 pt)

Le sang est un tissu liquide, composé de cellules (hématies, leucocytes, plaquettes). Ces éléments constituent jusqu'à 45 % du sang entier, les hématies étant majoritaires.

Le reste est le plasma, composante liquide où baignent les cellules : constitué d'eau, d'ions et diverses molécules.

Les hématies assurent une fonction essentielle : le transport des gaz respiratoires, à travers une molécule clé : l'hémoglobine.

Avant d'aborder cet aspect, on présentera les spécialisations structurales et métaboliques des globules rouges, leur permettant d'assurer ce rôle majeur.

I. L'hématie : une membrane souple, permettant échanges et information

a) Membrane et forme de l'hématie : rôle du cytosquelette

- Le globule rouge est un disque biconcave, de 7 μm de diamètre. (0,5 pt)
Observable sur un frottis sanguin, après coloration au May-Grunwald.
- La membrane assure à la cellule sa forme et sa plasticité. (0,5 pt)
Des protéines transmembranaires permettent la stabilité de la forme du G.R, en se fixant sur les protéines du cytosquelette (exemple : protéine 3)
- Du côté interne, présence d'un cytosquelette qui assure forme et déformabilité du G.R (exemple : la spectrine).
Cette propriété permet le passage dans des capillaires très fins.

b) Membrane et échanges de matière (0,5 pt)

- Des protéines d'échanges sont impliquées dans le transfert des matières :
 - ATP ases Na^+/K^+
 - perméases du glucose, assurant le transport du glucose à l'intérieur de la cellule.

c) Membrane et information (0,5 pt)

Certains glucides présents à la surface externe ont un rôle antigénique. Ils déterminent les groupes sanguins (système ABO, rhésus...).

II. Un cytoplasme pauvre en organites, impliquant un métabolisme réduit

Dépourvues de noyau, les hématies ne peuvent, par manque d'information génétique, maintenir plus de 120 jours, leur structure et leurs fonctions.

De plus, l'absence de mitochondries impose un métabolisme réduit mais nécessaire.

a) La glycolyse : 90 % du métabolisme (0,5 pt)

- L'ATP produit par cette voie permet le bon fonctionnement de la pompe ATPase Na^+/K^+ , le maintien de la forme biconcave, ainsi que la stabilité membranaire. Le glucose métabolisé ainsi produit 2 trioses-phosphates, de l'ATP et du NADH réduit ;
Bilan simple : Glucose \rightarrow 2 pyruvate + 2 ATP + 2 NADH+H⁺
Remarque : cette voie est entièrement anaérobie.

b) La voie des pentoses : 10 % du métabolisme

- Cette autre voie du catabolisme du glucose produit surtout du NADPH. La production de ce co-enzyme permet le maintien de l'hémoglobine sous sa forme réduite, et donc fonctionnelle.

III. Une protéine majoritaire : le transport des gaz respiratoires

a) L'hémoglobine : une protéine quaternaire (1 pt)

Chez l'adulte, l'hémoglobine (Hb) est un tétramère, constitué de 2 globines alpha et 2 globines bêta.

On trouve à l'intérieur de chaque globine un cycle tétrapyrrolique, l'hème, qui contient un ion fer. Celui-ci est le site de fixation de l'O₂.

L'ion fer établit des liaisons de coordination : 4 avec l'azote et 2 avec l'histidine.

b) Une structure qui permet transport et relargage du O₂ (1 pt)

- Le O₂ se fixe au fer ferreux, cette liaison modifie la conformation de la molécule, qui passe d'un état tendu à un état relâché. Ainsi, la fixation du O₂ est progressive : la fixation d'une molécule facilitant la fixation de la suivante.
Hb est une protéine allostérique : le substrat contrôlant l'aptitude de Hb à le fixer.
Cette propriété est visible sur une courbe de saturation de Hb en fonction de la pression partielle en O₂ (pO₂) : courbe d'allure sigmoïde.
- Cette affinité peut être modulée par plusieurs facteurs : (1 pt)
 - le 2-3 DPG, présent dans les hématies, diminue l'affinité de Hb pour O₂ : une augmentation de sa concentration (en hypoxie) favorise le transfert de O₂ vers les tissus. La courbe est déplacée vers la droite ;
 - une baisse du pH diminue aussi l'affinité : l'activité métabolique, source de H⁺, facilite la libération de O₂ (effet Bohr) ;
 - la température est un autre facteur modifiant cette activité : une augmentation de la température a pour effet de diminuer l'affinité de Hb pour O₂.

c) Une molécule permettant aussi le transport du CO₂

- On distingue 3 modes de transport du CO₂ dans le sang : sous forme dissoute, sous forme d'ions d'hydrogénocarbonates (HCO₃⁻) et sous forme carbaminée (R-NH-COO⁻). (0,5 pt)

- Une HB désoxygénée peut fixer plus de CO₂ qu'une Hb oxygénée (effet Haldane).

Ce phénomène présente un intérêt physiologique puisque Hb, ayant déchargé une partie de son O₂ au niveau tissulaire, pourra fixer plus de CO₂.

Au niveau alvéolaire, les mécanismes s'inversent : fixation du O₂ favorise la dissociation Hb/CO₂ ainsi que la libération d'ions H⁺.

Ceux-ci, combinés aux HCO₃⁻, forment du CO₂, évacué vers l'air alvéolaire.

Conclusion (0,5 pt)

Les hématies possèdent une structure, un métabolisme ainsi qu'un bagage protéique, adaptés à leur fonction de transporteurs des gaz respiratoires.

Ouvertures possibles :

- rôles des autres cellules sanguines,
- hématopoïèse et bienfaits de la montagne,
- maladies du sang (drépanocytose, anémie, ...),
- don de sang, caissons hyperbares...