



**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Concours externe du Capet et Cafep-Capet

Section biotechnologies option biochimie - génie biologique

**Attendus et éléments de correction - exemple de sujet n°2 pour
l'épreuve écrite disciplinaire**

À compter de la session 2022, les épreuves du concours externe du Capet et du Cafep-Capet sont modifiées. [L'arrêté du 25 janvier 2021](#), publié au journal officiel du 29 janvier 2021, fixe les modalités d'organisation du concours et décrit le nouveau schéma des épreuves.

Sujet E1 : Hématie, hémoglobine et transfusion sanguine

Attendus et éléments de correction

Après une introduction permettant de cerner la problématique et d'annoncer le plan choisi, la composition peut être structurée en 3 parties reprenant les grandes lignes du sujet :

- 1) Les caractéristiques des hématies et de l'hémoglobine importantes pour le transport du dioxygène dans l'organisme
- 2) Les aspects technologiques liés aux différentes étapes de la chaîne transfusionnelle
- 3) Des pistes scientifiques et sociétales possibles pour pallier les difficultés de la transfusion sanguine

Une conclusion répondant à la problématique et proposant une ouverture est attendue en fin de devoir.

Au cours développement, le candidat doit s'appuyer sur les documents ressources, mettre en évidence les relations structure / fonction et/ou connaissances scientifiques / applications biotechnologiques et faire le lien avec des enjeux éthiques et/ou socio-économiques (↔ lien avec le document 2) .

Par ailleurs, le candidat doit proposer une composition structurée et l'illustrer, de manière soignée et pertinente, afin de mettre en valeur ses qualités didactiques

Proposition de plan

Caractéristiques des hématies et de l'hémoglobine liées au transport du dioxygène dans l'organisme

Particularités morphologiques et structurales de l'hématie

- Caractéristiques morphologiques et structurales des hématies : disques biconcaves, sans noyau, ni organite (↔ lien avec la durée de vie)
- Structure de la membrane plasmique des hématies : structure classique d'une membrane biologique avec des particularités :
 - sur la face interne : cytosquelette sous membranaire avec la spectrine (↔ lien avec la déformabilité des hématies)
 - sur la face externe :
 - récepteurs et motifs antigéniques (antigènes des groupes sanguins notamment)
 - couche anionique (↔ empêche l'agglutination des hématies)

Structure de l'hémoglobine

- Structure générale de l'hémoglobine (hémoglobine A, forme majoritaire retrouvée chez l'adulte) : hétéroprotéine (globine + hème) , évolution de la molécule de globine au cours de la vie
- Structure de l'hème : pigment de couleur rouge, porphyrine et atome d'ion ferreux (↔ lien avec fixation du O₂)

Fixation et transport du dioxygène sur l'hémoglobine

- Transport de 95% du dioxygène qui est peu soluble dans le plasma
- Fixation réversible : $Hb + 4O_2 \leftrightarrow Hb(O_2)_4$; Désoxyhémoglobine (rouge sombre) ; oxyhémoglobine (rouge clair) ; pourcentage de saturation
- Fixation coopérative : Courbe de saturation de l'hémoglobine, conformation R et T, influence de la PO₂ (et d'autres paramètres)
- Echange gazeux au niveau pulmonaire et tissulaire

Aspects technologiques liés aux différentes étapes de la chaîne de transfusion

Prélèvement et préparation des échantillons

Différence sang total et Produits sanguins labiles

- Prélèvement : asepsie
- Fractionnement : au moment du prélèvement (aphérèse) ou après (centrifugation)
- Conservation des culots globulaires :
 - en solution de SAGM (Saline Adénine Glucose Mannitol) durant 42 jours à 4°C . (↔ lien avec intégrité membranaire, niveau de 2,3 DPG)
 - rarement : cryoconservation de plusieurs mois à plusieurs années (glycérol -30°C à -130°C)
- Autres traitements possibles : déplasmatisation, irradiation, réduction de volume pour ajuster l'hématocrite, ...

Qualification biologique des dons

- Sérologie virale : VIH – VHB – VHC – HTLV – CMV – Syphilis – paludisme
Détailler au moins un test de « type immunoenzymatique » : ELISA, IF, Western-Blot, EIA ..
Fenêtre sérologique d'où utilité du questionnaire
- Diagnostic génomique viral ou diagnostic antigénique : complémentaires à la recherche d'anticorps :
 - recherche l'ARN des virus VIH-1, l'ARN du VHC et l'ADN pour VHB
 - recherche l'antigène HBs

➤ Test hémato-immunologiques :

- Groupages sanguins (à détailler) et le Phénotypage Rh (à détailler), Kell
- Recherche des anticorps anti-érythrocytaires (RAE), des hémolysines, dosage hémoglobine, hématocrite

Vérification de la compatibilité donneur/receveur

- Groupage sanguin, phénotypage rhésus et règles transfusionnelles (à détailler)
- Recherche d'anticorps irréguliers (RAI)
- Epreuve directe de compatibilité

Pistes pour pallier les difficultés de la transfusion sanguine

Pistes technologiques (présenter 2 pistes dont celle suggérée par le document 1)

Pour pallier les difficultés liées à l'approvisionnement, à la compatibilité et au risque infectieux :

➤ synthèse de GR in vitro (↔ lien avec le **document 1**)

- Production in vitro de précurseurs érythrocytaires (utilisation de cellules souches érythrocytaires provenant de sang de cordon, moelle osseuse, ...)
- Immortalisation des érythroblastes adultes précoces générant une lignée stable, qui fournit un approvisionnement continu en globules rouges.
<https://www.nature.com/articles/ncomms14750>
- Utilisation de cellules souches pluripotentes induites
<https://www.em-consulte.com/article/922237/les-globules-rouges-issus-des-cellules-souches-in->

➤ Dégradation enzymatique des antigènes de groupes sanguins ⇨ pallier les difficultés de compatibilité.

« Conversion » des groupes A et B en groupe O : enzyme bactérienne issue du microbiote intestinal , trouvée grâce à la métagénomique.

<https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/medecine-don-sang-sang-groupe-o-tous-grace-enzyme-3444/>

➤ autres approches : substitut sanguin à base d'hémoglobine encapsulée, recherche de nouveaux procédés permettant d'allonger la durée de conservation, diminution des besoins (livre blanc du patient blood management)

Pistes sociétales :

Spots d'information et campagnes d'appel aux dons plus importantes, sensibilisation précoce, rémunération (↔ éthique), passage au numérique, ouverture aux donneurs HSH, etc. (↔ lien avec le **document 2**)