Corrigé et barème – Immunité adaptative : lymphocytes B et T

Immunité adaptative des vertébrés, antigène et épitope, organes lymphoïdes et cellules présentatrices ; diversité du répertoire par recombinaison de segments de gènes et tolérance du soi ; sélection, amplification et différenciation clonales ; lymphocytes B, plasmocytes, anticorps et complexes immuns ; lymphocytes T CD8 et CD4, coopération cellulaire et mode d'action du VIH ; une infection par le virus de la grippe.

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité SVT 1re

Exercice 1 – Mobiliser ses connaissances ★★ *(8 pts)*

a) Les premières heures, seule l'**immunité innée** agit (inflammation, phagocytose). Des **cellules dendritiques** capturent le virus dans les voies respiratoires et gagnent par la lymphe les **ganglions** ; elles y présentent des peptides viraux associés au **CMH** aux LT CD4 et CD8 ; les LB reconnaissent les protéines virales entières (hémagglutinine) par leur BCR. **Sélection clonale** : seuls les rares lymphocytes dont le récepteur reconnaît le virus sont activés. **Amplification** par mitoses (clones) puis **différenciation** : LT CD4 → **LT auxiliaires**, qui sécrètent des **interleukines** stimulant LB et LT CD8 (coopération) ; LB → **plasmocytes** sécréteurs d'anticorps ; LT CD8 → **LT cytotoxiques** ; et des cellules mémoire. D'où un délai de plusieurs jours. Élimination : les **anticorps** neutralisent les virus libres (complexes immuns, phagocytose) ; les **LT cytotoxiques** reconnaissent les cellules infectées (peptide + CMH) et déclenchent leur **apoptose** (perforine, granzymes), ce qui supprime la source de virus. Schéma : cellule dendritique → ganglion → LT CD4, LT CD8, LB → effecteurs → cibles. (4)

b) Chaque lymphocyte porte un seul type de récepteur (BCR ou TCR). Pendant la maturation, dans chaque LB, des **segments de gènes** V, D et J (chaîne lourde), V et J (chaîne légère) sont choisis **au hasard** et assemblés : c'est la **recombinaison** ; une chaîne lourde s'**assemble** ensuite avec une chaîne légère. Les choix se **multiplient** : par exemple $40 \times 23 \times 6$ chaînes lourdes et environ 300 chaînes légères donnent plus d'un million d'anticorps à partir d'environ 150 segments, et les jonctions imprécises multiplient encore ce nombre ; les TCR naissent de la même façon. Ce répertoire existe **avant** tout contact : l'antigène sélectionne, il ne fabrique pas. Le hasard produit aussi des récepteurs dirigés contre le soi : pendant la maturation (moelle osseuse pour les LB, thymus pour les LT), ces lymphocytes autoréactifs sont **éliminés ou rendus inactifs** (**tolérance du soi**). Les lymphocytes restants circulent, dormants, dans le sang et la lymphe. (4)

Piège — Écrire que l'antigène « fait fabriquer » le récepteur qui lui correspond : il sélectionne un lymphocyte qui existait avant lui.

Exercice 2 – Des lymphocytes T qui tuent ★★ *(6 pts)*

a) $46 \div 2 = \mathbf{23}$ fois plus de cellules détruites avec les LT CD8 de la souris infectée. En 6 jours, chez cette souris, les rares LT CD8 dont le TCR reconnaît un peptide de V présenté par le CMH ont été **sélectionnés**, **amplifiés** par mitoses et **différenciés** en LT cytotoxiques. La souris non infectée n'a que de rares LT CD8 naïfs anti-V, non différenciés : 2 % seulement. (2)

b) C : 1 %, comme sans infection : ces LT cytotoxiques ne détruisent pas des cellules infectées par W ; leur TCR ne reconnaît que les peptides de V : l'action est **spécifique**. D : 13 % au lieu de 46 %, soit environ 3,5 fois moins ($46 \div 13 \approx 3{,}5$) : sans LT CD4, les LT CD8 sont peu amplifiés et peu différenciés. Les LT CD4, devenus **LT auxiliaires**, stimulent ces étapes par des **interleukines** : c'est la **coopération cellulaire**. (2)

c) Le LT cytotoxique reconnaît par son TCR le peptide viral associé au **CMH** de la cellule infectée, s'y accole et libère de la **perforine**, qui perce la membrane, et des **granzymes**, qui déclenchent l'**apoptose**. Le virus V se multiplie à l'intérieur des cellules ; les anticorps, qui ne traversent pas la membrane, n'atteignent que les virus libres : seule la destruction des cellules infectées supprime la source de nouveaux virus. (2)

Méthode — Comparer les lots deux à deux : une seule variable change (infection, virus de la cible, présence de LT CD4).

Exercice 3 – Un clone, des anticorps et un sérum ★★★ *(6 pts)*

a) $91 \div 7 = \mathbf{13}$ divisions ; $2^{13} = \mathbf{8\,192}$ cellules. Par seconde : $8\,192 \times 1\,000 = 8\,192\,000$ anticorps ; par heure (3 600 s) : $8\,192\,000 \times 3\,600 = 29\,491\,200\,000$, soit environ $\mathbf{3 \times 10^{10}}$ anticorps ($8 \times 10^3 \times 3{,}6 \times 10^6 \approx 2{,}9 \times 10^{10}$). Un seul LB sélectionné suffit à fournir une quantité énorme d'anticorps de même spécificité. (2)

b) Jour 14 : arcs = complexes immuns, le sérum contient des **anticorps anti-X** ; **titre : 1/16** ; au-delà, les anticorps sont trop dilués pour un précipité visible. Pas d'arc avec Y : ces anticorps sont **spécifiques** de X. Jour 4 : pas d'arc, mais la personne **était infectée** (jour 0) : la conclusion de l'élève est fausse. Au 4e jour, la sélection, l'amplification et la différenciation des LB en plasmocytes ne sont pas achevées : le **délai** de la réponse adaptative explique qu'il n'y ait pas encore assez d'anticorps pour un arc. Pas d'arc ≠ pas de contact. (2)

c) Les anticorps se fixent par leurs régions variables sur les épitopes de X (complémentarité de forme) : **complexes immuns**. Grâce à leurs deux sites, ils agglutinent les bactéries et les **neutralisent**. Les phagocytes, dont les récepteurs reconnaissent la **région constante** des anticorps, ingèrent ces complexes : la destruction est due à la **phagocytose**. Correction : « Les anticorps anti-X neutralisent X et forment des complexes immuns, détruits par phagocytose. » (2)

Piège — Conclure « jamais infecté » d'un test sans arc : il peut être trop tôt (délai de la réponse) ou les anticorps trop dilués.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).