

Corrigé et barème – La complexification des génomes : transferts horizontaux et endosymbioses

Transferts horizontaux de gènes (bactéries, virus), endosymbioses à l'origine des mitochondries et des chloroplastes, gènes d'origine virale (programme de Terminale spécialité SVT)

Durée : 120 min – Sans document – Sur 20 points · Terminale

Exercice 1 – Transferts verticaux et horizontaux

(4 pts)

- a) Transfert horizontal : passage de gènes entre organismes sans lien de filiation, souvent d'espèces différentes ; le transfert vertical va des parents aux descendants, par reproduction. (1)
- b) Un même génome contient des gènes venus de lignées différentes : les arbres construits avec des gènes différents ne concordent pas ; la parenté des bactéries ressemble davantage à un réseau qu'à un arbre. (1)
- c) Par exemple : rétrovirus → lignée germinale des mammifères (gène de la syncytine) ; Agrobacterium → cellules végétales (ADN-T) ; champignon → puceron (gènes des caroténoïdes) ; endosymbiote → noyau de l'hôte. (1)
- d) La conjugaison ne produit aucune cellule nouvelle : elle transfère un plasmide entre deux bactéries déjà existantes. C'est un transfert horizontal ; la reproduction bactérienne est la division, qui assure le transfert vertical. (1)

À retenir — Vertical ou horizontal se décide par la relation entre donneur et receveur : filiation ou non.

Exercice 2 – Un transfert par un bactériophage

(4 pts)

- a) Sans lysine, seules les bactéries lys^+ forment des colonies : le milieu sélectionne les receveuses qui ont acquis le gène. Le témoin (0 colonie) montre que les receveuses ne deviennent pas lys^+ seules, par mutation. (1)
- b) $f = \frac{46}{1,5 \times 10^7} \approx 3,1 \times 10^{-6}$. (1)
- c) 44 colonies avec DNase contre 46 sans : écart négligeable. Une transformation, qui met en jeu de l'ADN libre, serait supprimée par la DNase ; ici l'ADN est protégé dans la capsid : c'est une transduction. (1)
- d) Lors de la multiplication du phage dans la donneuse, le chromosome bactérien est fragmenté et un fragment portant le gène lys^+ est empaqueté par erreur dans une capsid. Ce phage injecte le fragment dans une receveuse, où il est intégré au chromosome. (1)

Erreur fréquente — Croire que la DNase bloque tout transfert : elle n'atteint que l'ADN libre, donc seulement la transformation.

Exercice 3 – Dater l'intégration d'un rétrovirus endogène

(4 pts)

- a) Le provirus s'est intégré dans une cellule de la lignée germinale : il est présent dans les gamètes, donc dans toutes les cellules des descendants, et se transmet verticalement. (1)
- b) Présent au même locus chez l'Humain, le chimpanzé et le gorille : intégré chez leur ancêtre commun, avant la séparation du gorille (9 Ma). Absent chez l'orang-outan : après la séparation de sa lignée (15 Ma). Intégration entre 15 et 9 Ma. (1)
- c) Les deux LTR mutent chacune à 0,11 %/Ma, donc leur écart croît de 0,22 %/Ma : $t = \frac{2,5}{2 \times 0,11} \approx 11,4$ Ma, valeur comprise entre 9 et 15 Ma : compatible. (1)
- d) Un rétrovirus peut s'intégrer en un très grand nombre de sites parmi des milliards de paires de bases : trois intégrations indépendantes exactement au même locus sont très improbables. Il y a eu une seule intégration chez l'ancêtre commun, héritée par les trois lignées. (1)

Le point clé — Les deux LTR mutent indépendamment : leur écart augmente deux fois plus vite que chacune d'elles, d'où le facteur 2.

Exercice 4 – Les mitochondries de la levure

(4 pts)

- a) ADN circulaire propre, comme celui des bactéries ; arbre des ARNr plaçant les mitochondries parmi les α -protéobactéries. Origine : une α -protéobactérie endosymbiote. (1)
- b) $\frac{8}{1000} \times 100 = 0,8$ % des protéines seulement. (1)
- c) Elles sont codées par le noyau : ces gènes ont été transférés depuis l'endosymbiote au cours de l'évolution (d'autres ont été perdus). Leurs ARNm sont traduits dans le cytosol, puis les protéines sont importées dans la mitochondrie. (1)
- d) Les mitochondries de tous les eucaryotes forment un groupe unique : elles proviennent d'une seule endosymbiose, chez un ancêtre commun des eucaryotes actuels, puis se sont transmises verticalement à tous ses descendants. (1)

Attention — L'endosymbiose est un événement unique et ancien ; aujourd'hui, les mitochondries se transmettent verticalement.

Exercice 5 – La patate douce, un « OGM naturel » ?

(4 pts)

- a) L'ADN-T passe d'une bactérie à une plante, organismes de règnes différents sans lien de filiation : c'est un transfert horizontal d'un procaryote vers un eucaryote. (1)
- b) Les cellules transformées prolifèrent et fabriquent des opines que seule *Agrobacterium* utilise : la bactérie détourne le métabolisme de la plante pour disposer d'une source de nutriments qui lui est réservée. (1)
- c) L'ADN-T s'est intégré dans une cellule d'une patate douce ancestrale qui a donné une plante entière ou des organes ensuite bouturés ou producteurs de gamètes : la séquence, présente dans toutes les cellules de cette plante, s'est transmise à ses descendants, y compris par bouturage, jusqu'aux variétés actuelles. (1)
- d) Justifiée : le génome contient des gènes étrangers transférés par *Agrobacterium*, le même vecteur que celui utilisé pour fabriquer des plantes transgéniques. Nuance : le transfert est ancien et spontané, sans intervention humaine ; il montre que les transferts horizontaux font partie de l'évolution naturelle des génomes. (1)

Repère — Un transfert horizontal ne devient héréditaire que s'il touche une cellule capable de donner une descendance.