

II Transferts de gènes entre espèces (gp 4, 5 et 6)

En quoi les transferts de gènes entre espèces sont-ils un facteur de diversification du vivant?

Par opposition aux transferts de gènes dits verticaux, liés à la reproduction sexuée, des transferts de gènes entre espèces très éloignées ont eu lieu au cours de l'évolution. De ce fait, nous allons expliquer comment le transfert dit horizontal (processus dans lequel un organisme intègre du matériel génétique provenant d'un autre organisme sans en être le descendant) est un autre facteur de diversification du vivant.

Exemple 1: la mise en place du placenta

Documents 1 et 2 p.42 Mise en place du placenta et étude de la fonction du gène codant la syncytine

Prenons l'exemple du placenta chez les grands primates. Le placenta est une structure permettant les échanges de nutriments et de dioxygène entre la mère et l'embryon, il est constitué de cellules "géantes" à plusieurs noyaux.

D'après le document 1, lors de l'implantation de l'embryon, certaines cellules embryonnaires fusionnent pour former des cellules géantes à plusieurs noyaux.

D'après le document 2, soit de l'étude de la fonction du gène codant pour la syncytine, on remarque que les cellules en culture ne possédant pas ce gène ne peuvent pas fusionner entre elles. En effet, sans le gène codant pour la syncytine, les cellules restent éparpillées, de petite taille (environ 25µm) et à un noyau. En revanche, les cellules dans lesquelles a été introduit le gène codant pour la syncytine se regroupent puis fusionnent pour former des cellules "géantes" (plus de 150 µm) et à plusieurs noyaux. Or, le document 1 montrant la mise en place du placenta chez l'Homme nous informe que c'est en fusionnant entre-elles que les cellules embryonnaires constituent le placenta. On peut alors en déduire que chez l'Homme, la syncytine permet la fusion des cellules embryonnaires nécessaire à la mise en place du placenta.

Doc.3 p.42 Comparaison d'une portion de séquence de la syncytine humaine et de la protéine d'enveloppe du virus MPMV

Dans le document 3, nous observons des portions de séquences en acides aminés d'une protéine de syncytine humaine et d'une protéine d'enveloppe du virus MPMV. A quelques exceptions, ces deux séquences se ressemblent fortement: les régions des deux protéines présentées sont identiques à 80%. Ainsi, ces deux protéines présentent beaucoup de similitudes. Par conséquent, les gènes qui gouvernent leur synthèse sont aussi très similaires et leurs séquences nucléotidiques très proches voire quasi-identiques. Cela suggère que ces deux gènes, celui de l'espèce humaine et celui du virus MPMV proviennent d'un gène ancestral commun.

Nous pouvons ainsi faire l'hypothèse que le virus MPMV possède un gène quasi identique à celui du gène de la syncytine permettant également la fusion de cellules (et donc des membranes cellulaires). Il est donc probable que le gène de protéine virale du gène soit l'origine du gène de la syncytine chez les humains.

Doc.4 p.42 La pénétration du virus MPMV dans une cellule

En effet, d'après le document 4, le virus MPMV serait capable d'interagir avec les cellules humaines. Nous voyons que la protéine d'enveloppe du virus se fixe sur la protéine réceptrice de la cellule cible car celle-ci présente une structure spatiale complémentaire. L'enveloppe du virus et la membrane plasmique de la cellule fusionnent. Ainsi, le matériel génétique viral pénètre dans la cellule cible du virus et se fixe sur l'ADN de la cellule. Un virus comme le MPMV peut ainsi transférer des gènes viraux à des cellules.

Pour aller plus loin:

En effet, "au cours de l'infection par un rétrovirus, ce dernier insère son génome dans celui d'une cellule infectée. Ce génome viral présent dans la cellule hôte s'appelle alors «provirus». Si des rétrovirus infectent des cellules de la lignée germinale (gamètes) et si ces cellules donnent un nouvel organisme, celui-ci contiendra le rétrovirus en tant que part inhérente de son génome [(ensemble des gènes portés par les chromosomes d'une cellule)]. On parle alors de rétrovirus endogène. De cette façon, les génomes des

mammifères, oiseaux et autres vertébrés ont accumulé de nombreuses séquences d'ADN dérivées de rétrovirus : environ 8 % du génome humain contiendrait ainsi des séquences de rétrovirus !"

De ce fait, un nouveau gène (d'origine viral) a été introduit dans le génome de cellules de grands primates. Ce gène permet la synthèse de la syncytine et a été transmis d'une génération à l'autre. C'est pourquoi maintenant tous les grands primates possèdent, lorsqu'ils ont un embryon, un placenta. Ce transfert de gènes a probablement eu lieu chez les ancêtres communs au groupe des grands primates. On peut en déduire que le gène de la syncytine et celui de la protéine virale sont très proches donc le gène de la syncytine humaine est issu du gène de l'enveloppe du virus MPMV qui aurait infecté des ancêtres primates, il y a plusieurs millions d'années.

Cet exemple traduit un phénomène de transfert de gènes.

D'autres exemples: l'importance évolutive des transferts de gènes

Avec l'interview de Marc-André Selosse, professeur spécialiste des interactions entre organismes (document 5), on apprend qu'au-delà des gènes transmis par reproduction au sein d'une même espèce, transitent également des gènes entre individus d'espèces différentes : on parle de transfert horizontal. Ainsi les êtres vivants ayant subi ce transfert de gènes, acquièrent des capacités qui ne leur sont pas propres et les transmettent par descendance à partir du moment où ces gènes transférés sont avantageux et donc favorisés par la sélection naturelle.

Grâce au document 6 on constate par exemple que les ascidies se protègent à l'aide d'une enveloppe constituée principalement de cellulose, molécule normalement absente chez les animaux. Ce gène assurant la synthèse de la cellulose est d'origine bactérienne. De plus, les nématodes sont des animaux qui digèrent la cellulose des racines des plantes dont ils se nourrissent grâce à une enzyme produite à partir d'un gène leur venant d'une bactérie. Et enfin, les caroténoïdes, pigments orangés synthétisés uniquement par les plantes, champignons ou bactéries, sont également synthétisés par les pucerons roses ou oranges grâce à des gènes issus de champignons. Ces trois exemples sont la preuve que le transfert de gène horizontal a changé le phénotype et la biologie de ces espèces. En effet, ces transferts ont diversifié certaines de leurs propriétés et en modifient le mode de vie. Même peu fréquents, ils finissent par avoir un rôle évolutif majeur.

Synthèse:

Le génome de nombreux organismes comporte des gènes qui ont été hérités, au cours de l'évolution, à l'occasion de transferts de gènes entre des espèces très éloignées (virus et animaux, bactéries et champignons, etc).

Ainsi, le transfert horizontal de gènes est un processus durant lequel un organisme intègre du matériel génétique provenant d'un autre organisme sans en être forcément le descendant. Il peut s'opérer entre une multitude d'espèces différentes et ainsi faire apparaître des caractères très divers (doc 5 et 6). Ces transferts diversifient donc les propriétés des espèces et modifient leur mode de vie. Les transferts des gènes permettent aux organismes qui les reçoivent d'acquérir de nouvelles fonctions. Dans tous les cas, l'acquisition des gènes contribue à modifier les phénotypes des espèces qui les reçoivent. Il s'agit donc d'une diversification génétique du vivant par acquisition de nouveaux gènes.

Même s'ils sont peu fréquents, ils ont joué, jouent, joueront un rôle évolutif majeur dans la diversification du vivant. Revenons sur l'exemple du placenta. On suppose que ce dernier est apparu suite à un transfert horizontal de gène entre les cellules du virus MPMV et les cellules humaines (doc 4). Ce virus serait à l'origine du gène codant la syncytine dans les cellules humaines (doc 3): Au cours du temps ce gène (codant pour la protéine virale) transféré ainsi dans les cellules humaines et permettant la fusion, subira des mutations et amènera finalement au gène syncytine. Donc, il y a bien des millions d'années, la structure du placenta n'existait pas.