

(Bordas, Ed.2020,p.63)

TP 1 : Les transferts horizontaux de gènes moteurs de l'évolution

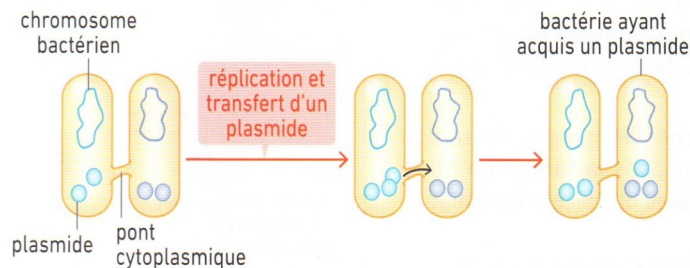
La transmission verticale des génomes (descendance), accumulant mutation et autres innovations génétiques favorables, se traduit par une grande échelle de temps par une évolution des espèces.

Cependant, des gènes peuvent aussi être transmis horizontalement, en dehors de toute filiation.

Divers mécanismes de transferts horizontaux de gènes

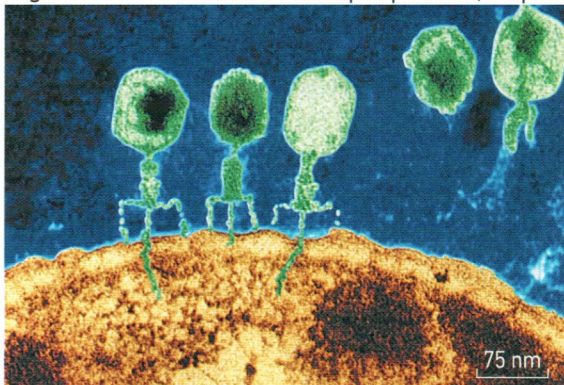
De l'ADN est en permanence libéré dans l'environnement (sols, milieux aquatiques, écosystèmes microbiotiques ...) à la suite de la destruction de cellules. Dans certaines conditions, de l'ADN libre peut être intégré par des bactéries avec lequel il entre en contact (A).

En plus de leur chromosome, les bactéries possèdent de petites molécules d'ADN circulaire, les plasmides, se répliquant indépendamment du chromosome bactérien. Ces plasmides sont transmissibles d'une bactérie à une autre cellule (bactéries de la même espèce ou d'espèces différentes ou même cellules eucaryotes) : entre bactéries, on parle de conjugaison (B). C'est souvent ainsi que sont transférés des gènes de virulence, de résistance à des antibiotiques, donnant alors un avantage sélectif à la bactérie qui en hérite.

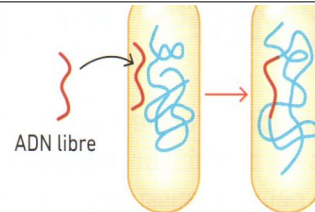


B Transfert horizontal de gène d'une bactérie à une autre par conjugaison (observation au MEB).

Les virus sont d'excellents vecteurs de transfert horizontal de gènes : lorsqu'ils effectuent leur répllication dans une cellule hôte, de l'ADN viral peut être intégré et rester dans le génome de la cellule hôte. Réciproquement, un peu de

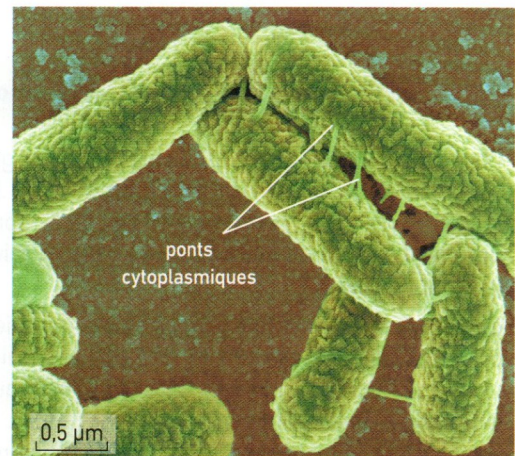


C Virus (bactériophages, en vert) injectant leur ADN dans une bactérie (MET).

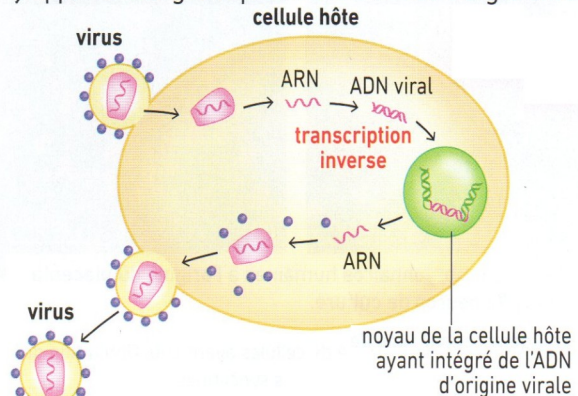


L'ADN libre passe dans la cellule et est intégré à l'ADN cellulaire.

A Transfert depuis le milieu extérieur.



l'ADN de la cellule hôte peut être incorporé à l'ADN viral dans les nouvelles particules formées : après leur libération, ces virus vont infecter d'autres cellules et peuvent y apporter des gènes provenant d'un autre organisme.



D Cycle de répllication d'un rétrovirus à ARN.

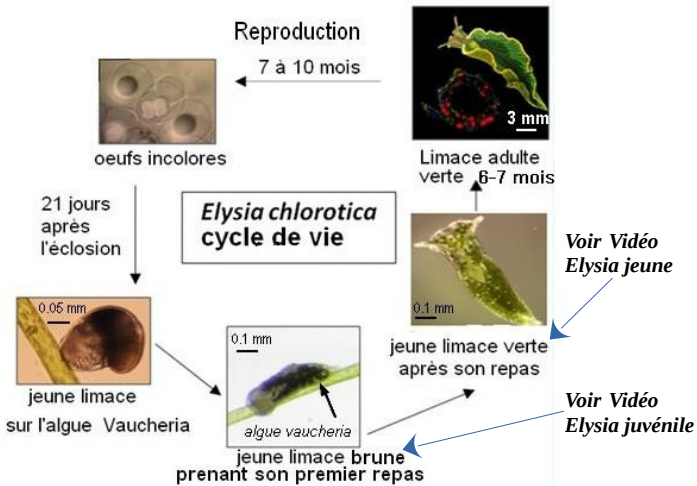
(Bordas, Ed.2020,p.65)

Comment les transferts horizontaux des gènes contribuent-ils à l'évolution des génomes ?

I/ Une limace des mer chlorophyllienne : *Elysia chlorotica*

L'*Elysia chlorotica* est une limace de mer ayant la forme d'une feuille verdâtre. L'étude des échanges gazeux dans un élevage d'*Elysia* pendant sept mois montre que la photosynthèse est largement majoritaire. Certains scientifiques expliquent la formation de ce mollusque chlorophyllien grâce à une endosymbiose des chloroplastes de l'algue *Vaucheria* au cours de la vie juvénile de l'*Elysia*. Ces chloroplastes sont maintenus à l'état fonctionnel à l'âge adulte par la présence de la protéine Psbo codée par un gène l'*Elysia* Psbo.

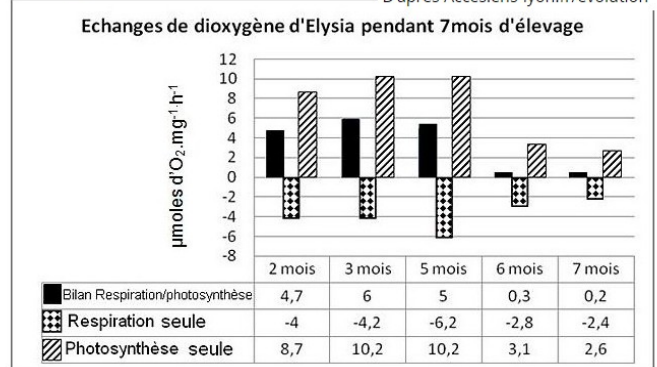
Document 1 : (smileisbac.com)



Document 2 :

les échanges de dioxygène d'*Elysia* au cours de leur vie

Les chercheurs ont étudié les échanges d'O₂ des mollusques durant leur vie. Il s'agit d'animaux élevés dans une eau de mer artificielle et soumis à un jeûne (pas d'apport de filaments d'algues) à partir d'une quinzaine de jours après leur premier repas. Ces échanges ont été mesurés en plein éclairage d'une part (bilan photosynthèse/respiration) et à l'obscurité d'autre part (respiration seule). Le document présente les résultats obtenus. D'après Acces.ens-lyon.fr/evolution



Document 3 : Apports des cellules aux chloroplastes, (Salame, 2017, ens-lyon.fr)

Les chloroplastes sont des organites dont la structure est très complexe et dont les constituants, notamment les protéines associées aux pigments chlorophylliens dans les membranes des lamelles sont constamment renouvelées.

Ces organites possèdent de l'ADN (une molécule d'ADN circulaire de 115.341 paires de nucléotides pour l'ADN chloroplastique de l'algue *Vaucheria*). Cet ADN est le support de gènes codant pour des protéines chloroplastiques impliquées dans la photosynthèse.

Cependant la majorité des protéines chloroplastiques sont codées par des gènes situés dans le noyau. Ces protéines sont synthétisées au niveau des ribosomes cytoplasmiques puis adressées aux chloroplastes.

Psbo est une protéine chloroplastique constamment renouvelée, indispensable à la photosynthèse. Elle est codée par un gène présent chez tous les organismes photosynthétiques, situé normalement dans le noyau des cellules et absent du règne animal.

Avec l'objectif de rechercher la cause de la longévité fonctionnelle des chloroplastes dans les cellules de l'*Elysia*, les chercheurs, ont séquencé le génome chloroplastique de l'algue et identifié les gènes présents, pour voir notamment si le gène Phobos s'y trouvait.

Ils ont recherché aussi ce gène dans l'ADN nucléaire de l'algue et déterminé sa séquence. Enfin, ils ont cherché si ce gène était présent dans l'ADN du mollusque et pour cela, ils ont extrait l'ADN de mollusques à jeun depuis plusieurs mois et d'œufs.

Réalisation :

- Ouvrir ANAGENE2
- Ouvrir les fichiers nécessaires pour montrer que le gène Psbo a pour origine l'algue *Vaucheria*
- Utiliser les outils du logiciels pour trouver un argument supplémentaire de l'endosymbiose des chloroplastes de l'algue *Vaucheria* au cours de la vie juvénile de l'*Elysia*, évoquez par les scientifiques

Production attendue :

- Une communication scientifique adaptée à vos analyses
- PUIS une conclusion en lien avec le problème de la séance.

Matériel :

- Les documents 1 à 3,
- Logiciel ANAGENE2
- Fichiers : seq_algue_chlorella, seq_algue_spyrogyra, seq_algue_vaucheria, seq_limace1, seq_limace2

II/ Transfert horizontal de gène ancestral et évolution : exemple des gènes des syncytines

a) L'origine du transfert :

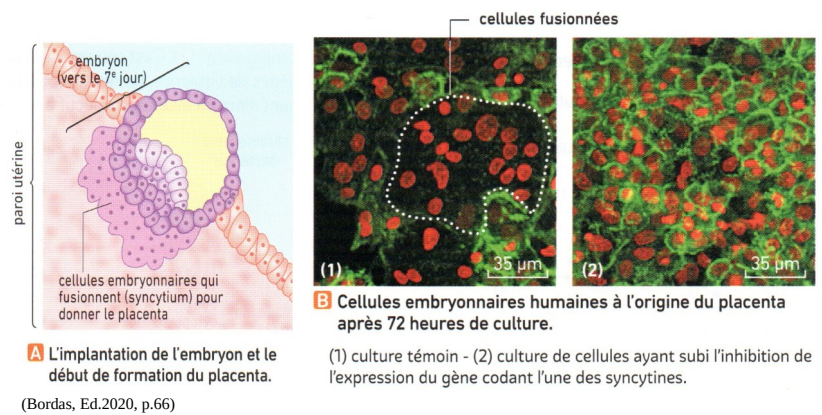
Document 4 :

Le placenta des mammifères, une innovation d'origine virale

Chez les mammifères, le placenta est un organe provisoire permettant d'assurer les échanges entre l'embryon, puis le fœtus, et sa mère. Pour former le placenta, certaines cellules de l'embryon fusionnent et forment des cellules géantes multinucléées, très invasives, permettant l'ancrage à la paroi utérine

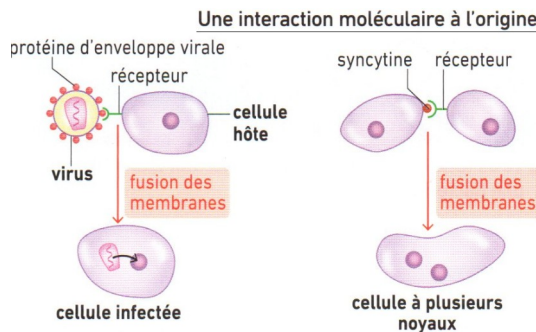
Une étude expérimentale (B) a permis d'identifier (chez l'Homme et d'autres primates) des gènes dont le rôle est déterminant dans la formation du placenta : l'expression de ces gènes (seulement au niveau du placenta) permet la synthèse de protéines appelées syncytines.

Des cellules embryonnaires ont été mises en culture. Un marquage par anticorps spécifique colore les membranes des cellules en vert, et une coloration à l'iode de propidium marque les noyaux des cellules en rouge.



Document 5 :

(Bordas, Ed.2020, p.66)



Les rétrovirus sont des virus à ARN qui, après être entrés dans une cellule, sont capables de « rétro-transcrire » leur information génétique sous forme d'ADN et de l'intégrer au génome de la cellule parasitée

L'entrée d'un rétrovirus dans sa cellule hôte se fait par un mécanisme de fusion de l'enveloppe virale et de la membrane de la cellule infectée qui met en jeu des molécules membranaires. Comme ce mécanisme présente des analogies avec la formation du placenta, des chercheurs ont émis l'hypothèse que le gène à l'origine du placenta des mammifères aurait une origine virale.

Réalisation :

- En utilisant les fonctionnalités du logiciel ANAGENE2, rechercher des arguments en faveur de l'hypothèse émise par les chercheurs sur l'origine virale d'un gène à l'origine du placenta.

Production attendue :

- Une communication scientifique adaptée à vos analyses
- PUIS une conclusion en lien avec le problème de la séance et l'hypothèse des chercheurs.

Matériel :

- Les documents 4 et 5,
- Logiciel ANAGENE2
- Fichiers : HERVWE1_ERV-FRD1_MSRV

(MSRV : virus exogène, HERVWE1 : protéine humaine syncytine1, ERV-FRD1 : protéine syncytine2)

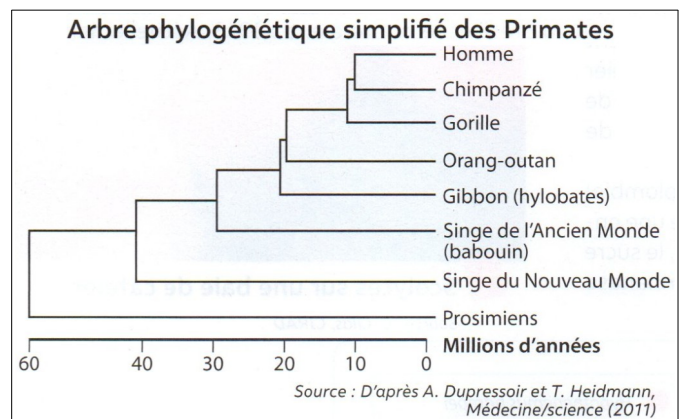
b) Estimer la date des transferts des gènes

Réalisation :

- En utilisant les fonctionnalités des logiciels ANAGENE2 et PHYLOGENE, rechercher les indices permettant de dater les transferts des gènes syncytine1 et syncytine2 chez l'ancêtre de l'espèce humaine

Production attendue :

- Une communication scientifique adaptée à vos analyses
- PUIS une conclusion en lien avec le problème de la séance.



Document 6 (Hachette, Ed.2020,p.57)

Matériel :

- Le document 6,
- Logiciels ANAGENE2 et PHYLOGENE
- Fichiers : Syncytines1, Syncytines2 :

EDI pour ANAGENE2,
ANL pour PHYLOGENE