

TP 4 : les photorécepteurs rétiniens, un produit de l'évolution

L'**objectif** est de comprendre comment le génome peut s'enrichir à partir de l'étude des gènes qui codent pour les opsines, puis d'établir des relations de parenté au sein des primates.

Consignes de l'activité	Compétences
<p align="center">Poste 1 : La famille des gènes des opsines : une famille multigénique</p> <p><i>Fichier/ Ouvrir/genes-Opsines.edi puis Banque de séquences/Les gènes des pigments rétiniens/La rhodopsine/rhonorm.cod</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparer les séquences (avec discontinuités) en prenant le gène de l'opsine rouge comme référence puis cliquer sur l'icône information pour déterminer le pourcentage d'identités entre le gène de l'opsine rouge et les autres gènes. - Compléter le tableau de matrice des différences. <p align="center">⇒ appeler le professeur pour vérifier</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser le document « Pour interpréter l'histoire évolutive de la famille des gènes des opsines » afin de compléter l'arbre de parenté de la famille. Vous devez replacer les gènes ancestraux, les duplications, les mutations et les 3 gènes de la famille des opsines et celui de la rhodopsine. <p align="center">=> appeler le professeur pour vérifier</p> <p align="center">Poste 2 : Des liens de parenté entre les primates</p> <p><i>Fermer les fenêtres des séquences précédentes/fichier/ouvrir/OpsPrimates.edi.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparer les séquences polypeptidiques (alignement avec discontinuités) des opsines bleues de différents primates (Chimpanzé, Saïmiri, Cebus, Gorille et Macaque) en prenant l'Homme comme référence, sous la forme d'un tableau de matrice des distances que vous construirez <p align="center">⇒ Appeler le professeur pour vérifier.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compléter l'arbre de parenté des Primates étudié en tenant compte du pourcentage d'identités des séquences. - Justifier la place de l'Homme parmi les primates <p>BILAN : Quelles informations apporte l'étude comparée des pigments rétiniens chez les primates ?</p>	<p align="center">Savoir utiliser un logiciel ANAGÈNE</p> <p align="center">Adopter une démarche explicative</p> <p align="center">Savoir utiliser un logiciel ANAGÈNE</p> <p align="center">Adopter une démarche explicative</p>

Pour interpréter l'histoire évolutive de la famille des gènes des opsines :

Les scientifiques considèrent qu'une similitude supérieure à 20 % entre deux molécules ne peut être due au hasard et indique une origine commune pour les molécules. Ceci signifie que les gènes qui codent pour ces molécules dérivent d'un « **gène ancestral** » commun.

En effet, un gène peut être accidentellement copié et se retrouver présent dans le génome en deux exemplaires, sur un même chromosome ou non : c'est la **duplication**.

Par la suite, des **mutations ponctuelles** se produisent et rendent différents ces duplicata initialement identiques. Plus la duplication d'un gène est ancienne et plus les deux gènes qui en résultent sont différents.

Ces gènes peuvent permettre la production de protéines remplissant des fonctions différentes. De tels gènes forment une **famille multigénique**.

D Duplication : copie accidentelle d'un gène (ici sur un autre chromosome)

M Mutation : modification aléatoire de la séquence de nucléotides d'un gène.

Document de travail élève :

Poste 1 : Tableau représentant une matrice des distances.

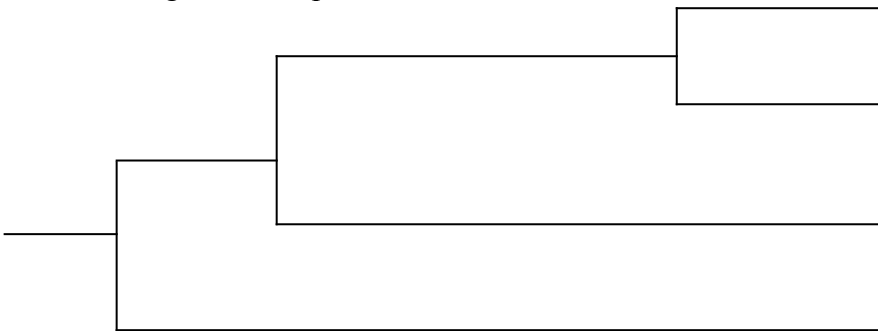
Il indique le pourcentage d'identités entre les séquences de l'opsine rouge, prise comme référence, et les autres opsines.

	Opsine rouge	Opsine bleue	Opsine verte	Rhodopsine
Opsine rouge	X			

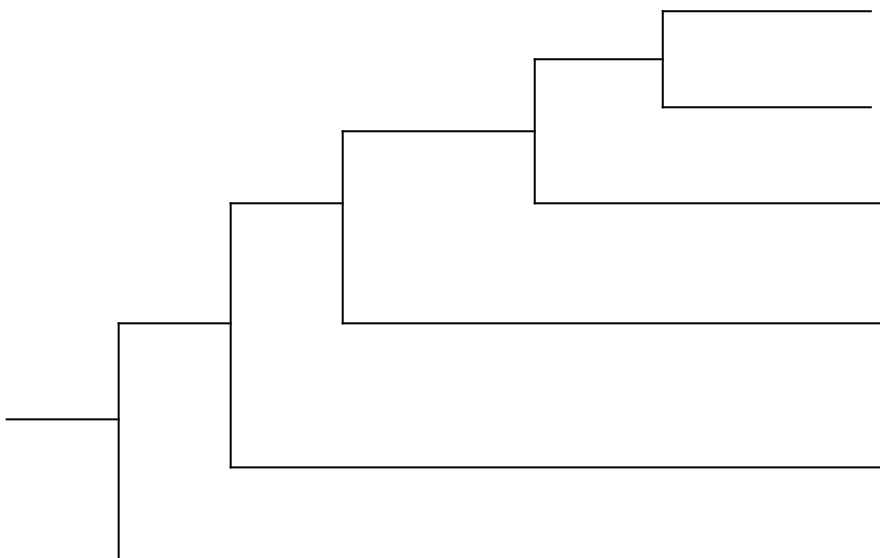
➔ Pour interpréter les résultats :

« Les relations de parenté (entre molécules ou entre espèces) sont d'autant plus importantes que le pourcentage d'identités entre les séquences est élevé (ou que le pourcentage de différences est faible) ».

Histoire évolutive de la famille des gènes des opsines : arbre de parenté établi à partir de la matrice des distances des gènes des opsines.



Poste 2 : Histoire évolutive des Primates :



Correction TP 4 :

L'objectif de cette activité est de montrer que l'on peut utiliser ce que l'on sait des modalités de la perception des couleurs comme mode d'établissement d'une parenté entre l'Homme et d'autres espèces animales. On montre ainsi que le concept d'évolution repose sur des arguments bien établis. C'est à travers cette activité que l'idée d'une complexification des génomes reposant sur la constitution de familles multigéniques est abordée.

POSTE 1 :

La similitude des opsines (même structure et même fonction des molécules homologues) traduit une similitude des gènes qui codent pour ces protéines.

La séquence de l'opsine sensible au bleu présente plus de 40 % d'identité avec la séquence de l'opsine sensible au rouge. Cette dernière possède plus de 95 % d'identité avec celle de l'opsine au vert.

Ces protéines sont codées par des gènes.

De telles similitudes ne sont pas dues au simple hasard.

Il est beaucoup plus logique de faire l'hypothèse que ces gènes ont en fait une origine commune, ce qui expliquerait alors l'existence de telles similitudes.

Les différences entre ces gènes peuvent alors facilement s'expliquer : l'ADN étant relativement instable (voir Partie 1 chapitre 2), des mutations ponctuelles s'accumulent au cours du temps, ce qui différencie peu à peu ces gènes, initialement identiques. Une première duplication, sur deux chromosomes différents (3 et 7) suivie de mutations aboutit au gène de la Rhodopsine (Chromosome 3) et au gène ancestral des opsines (chromosome 7), une duplication/transposition puis une mutation aboutit au gène des opsines bleues (chromosome 7) et au gène ancestral des opsines rouges et vertes sur le chromosome X. Une duplication et une transposition sur le même chromosome X suivie d'une mutation aboutie à différencier le gène des opsines vertes et celui des opsines rouge.

Poste 2 :

L'étude des séquences des opsines chez différents primates comparés à l'Homme indique que les espèces qui ont le plus d'identité sont dans l'ordre : le Chimpanzé, le Gorille, le Macaque, le Saïmiri, le Cebus.

Donc tous ces primates sont apparentés car leur gène qui code pour l'opsine sensible au bleu présente de grandes similitudes. Le degré de similitude permet d'affiner cette parenté : ainsi, par exemple, on peut faire un regroupement des quatre espèces de primates.

Complément d'information documents page 354 :

On met en évidence que certaines espèces ont acquis un gène supplémentaire, celui de l'opsine Verte, et donc qu'un enrichissement du génome a effectivement eu lieu au cours l'histoire évolutive des primates ,permettant à la plupart d'entre eux de bénéficier d'une vision trichromatique (contrairement à la plupart des mammifères non primates).

La Souris et le Saïmiri étant dichromates, l'acquisition du gène de l'opsine V peut donc être située après la divergence de la lignée du Saïmiri.

L'Homme est ainsi placé parmi les primates trichromates, comme le Macaque et le Chimpanzé (d'après les documents 3 et 4) et possède une parenté plus étroite avec ce dernier (comme les comparaisons du document 3 le montrent).

Certaines espèces de primates possèdent deux gènes codant pour deux opsines alors que d'autres en ont trois. On peut donc penser que la duplication génique qui a doté certains primates d'un troisième gène codant pour l'opsine verte s'est produite au cours de l'histoire évolutive des primates : tous les primates qui descendent du premier primate ayant bénéficié de cette innovation sont donc dotés d'une vision trichromatique.

Le document 4 confirme et précise cette parenté : parmi ces primates, trois espèces seulement (le Macaque, l'Homme et le Chimpanzé) ont une vision trichromatique (ils possèdent en plus le gène de l'opsine sensible au vert) : elles sont donc plus étroitement apparentées, comme le montre cet arbre phylogénétique.

BILAN : réponse au problème à résoudre

L'étude comparée des pigments rétinien chez les primates révèle de grandes similitudes.

Cette similitude est un argument scientifique établissant une étroite parenté entre ces espèces. Une étude plus précise montre qu'il s'est produit, au sein du groupe des primates, un phénomène d'enrichissement du génome, à la base de la vision trichromatique qui caractérise l'Homme et d'autres primates. L'étude comparée des pigments rétinien montre donc que la vision est bel et bien un produit de l'évolution des espèces.