

Sujet type Bac II-B : Exploiter des documents afin de résoudre un problème scientifique.

La vision des couleurs a pour origine, chez les Primates, la présence de cellules photoréceptrices dans la rétine, appelées cônes. Chez l'Homme, on distingue trois types de cônes : cônes « bleus », cônes « vert » et cônes « rouges ». Chacun contient un pigment absorbant la lumière dans une partie spécifique du spectre de la lumière blanche. **Chaque pigment comporte une protéine de la famille des opsines (donc codée par un gène, famille sous entend l'existence d'une famille multigénique = famille de molécules apparentées dérivant d'un gène ancestral commun).**

Les documents 1, 2 et 3 présentent des données concernant les molécules d'opsine (protéines) de ces trois pigments et les gènes qui commandent leur synthèse.

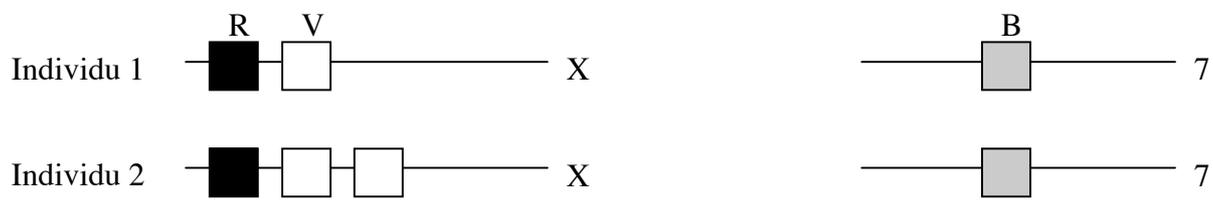
Question : A partir de l'ensemble des documents fournis, **montrez comment les mutations, duplications, transpositions se succèdent au cours des temps géologiques et font évoluer le génome des êtres vivants.**

Document 1 :

La localisation sur les chromosomes du gène codant pour

- La molécule d'opsine des cônes « bleus » notés gène B,
- La molécule d'opsine des cônes « verts » noté V
- La molécule d'opsine des cônes « rouges » noté R

est présentée chez deux individus différents de l'espèce humaine. Ces individus sont de sexe masculin .



PB : montrer le rôle des duplications, mutations, transposition dans l'évolution du génome = complexification)

Saisie	Connaissances +interprétation.
Doc 1.	
<p><u>Localisation chromosomique des gènes codant pour les opsines (3 gènes différents pour des molécules différentes et appartenant à une « famille » jouant le même rôle) chez 2 Hommes mâles.</u></p> <p>- 3 gènes différents RVB (loci différents) codant pour des protéines différentes ayant le même rôle (pigment photorécepteur)</p> <p>- Situés sur des chromosomes différents (X-> R, V) et (7-> B)</p> <p>- Génomes « différents » chez les 2 individus 1 gène V en plus chez individu 2.</p>	<p>Nous pouvons supposer que nous parlons d'une famille multigénique = molécule apparentées dérivant d'un gène ancestral commun.</p> <p>Ces différents gènes proviendraient de duplications = copie d'un gène et transposition sur un locus adjacent, puis mutation indépendantes (= modification de la séquence des gènes ->protéines différentes)</p> <p>- Puis de translocation d'une des copies sur un autre chromosome (remaniement chromosomique)</p> <p>- Les duplications se poursuivent actuellement et diversifient le génome d'une espèce.</p>

Les mécanismes de duplication, mutation, transposition diversifient le génome des espèces et les fonctions associées : 3 pigments photorecepteurs ≠ -> vision des couleurs !!!

Document 2 :

Le tableau ci-dessous présente, dans l'espèce humaine, les pourcentages de similitudes entre la séquence des nucléotides du gène B, du gène V, du gène R.

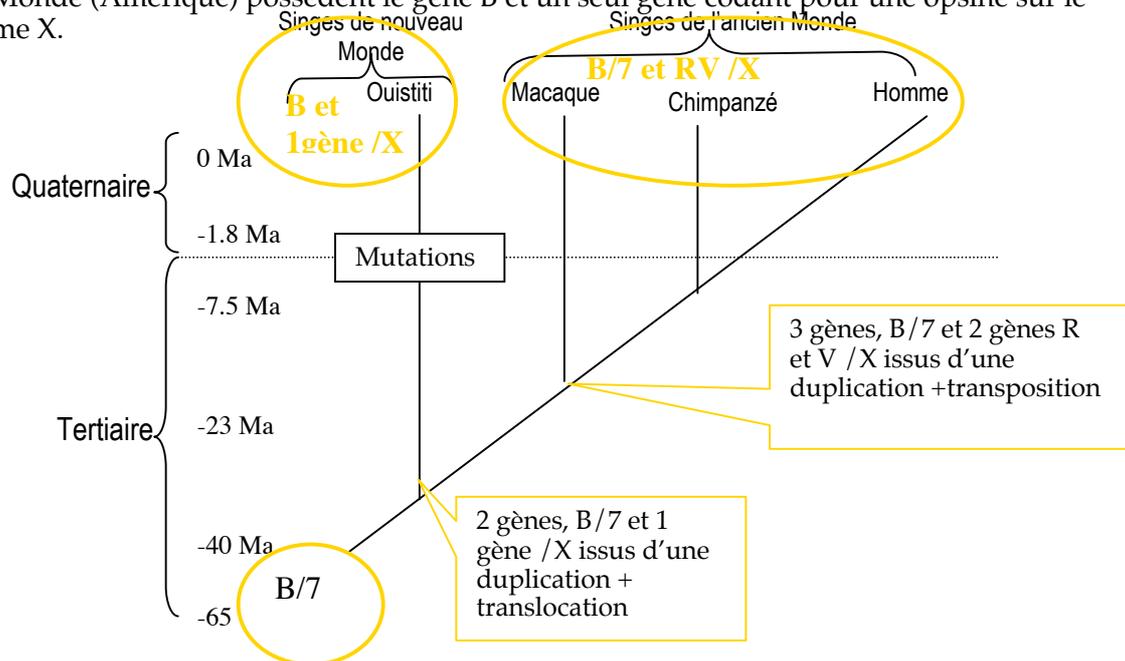
Gènes comparés.		Pourcentage des similitudes des séquences nucléotidiques.
V et R	Tjs > à 20%	96%(+)
B et R		43%(-)
B et V		44%

NB : Les séquences des deux gènes v de l'individu 2 sont identiques.

<p><u>- % de similitude entre les 3 gènes des opsines de l'espèce humaine.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Similitudes tjs > 20% - Max entre V et R - Min entre B et R 	<p>= pas dues au hasard, donc gènes apparentés = dérivent d'un gène ancestral commun. Gène ancestral le plus récent.(V / R) Gène ancestral commun plus ancien entre (VetR)/B Mais avant l'apparition d'Homo sapiens, puisque tous les Hommes les possèdent.</p>
<p>Donc on peut imaginer qu'il existait un gène ancestral commun à R, V et B qui s'est dupliqué (sur le chromosome 7)-> 2 exemplaires, à 2 loci ≠, 1 -> B/7, l'autre transloqué sur X = gène ancestral de V et R, qui s'est dupliqué à nouveau -> R et V/X. Ces gènes ont évolué indépendamment, des mutations ≠ ont touchées ces gènes : séquences différentes.</p>	

Document 3 :

L'arbre ci-après présente l'histoire évolutive des singes au cours de Tertiaire et Quaternaire. Comme l'être humain, les Singes de l'Ancien Monde (Afrique Europe, Asie) présentent les gènes B, V et R. les singes du Nouveau Monde (Amérique) possèdent le gène B et un seul gène codant pour une opsine sur le chromosome X.



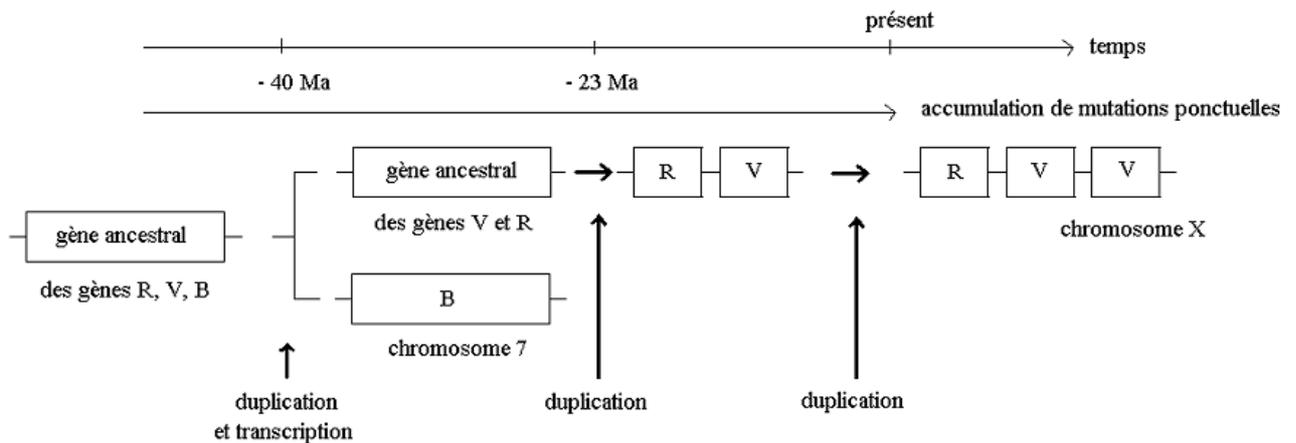
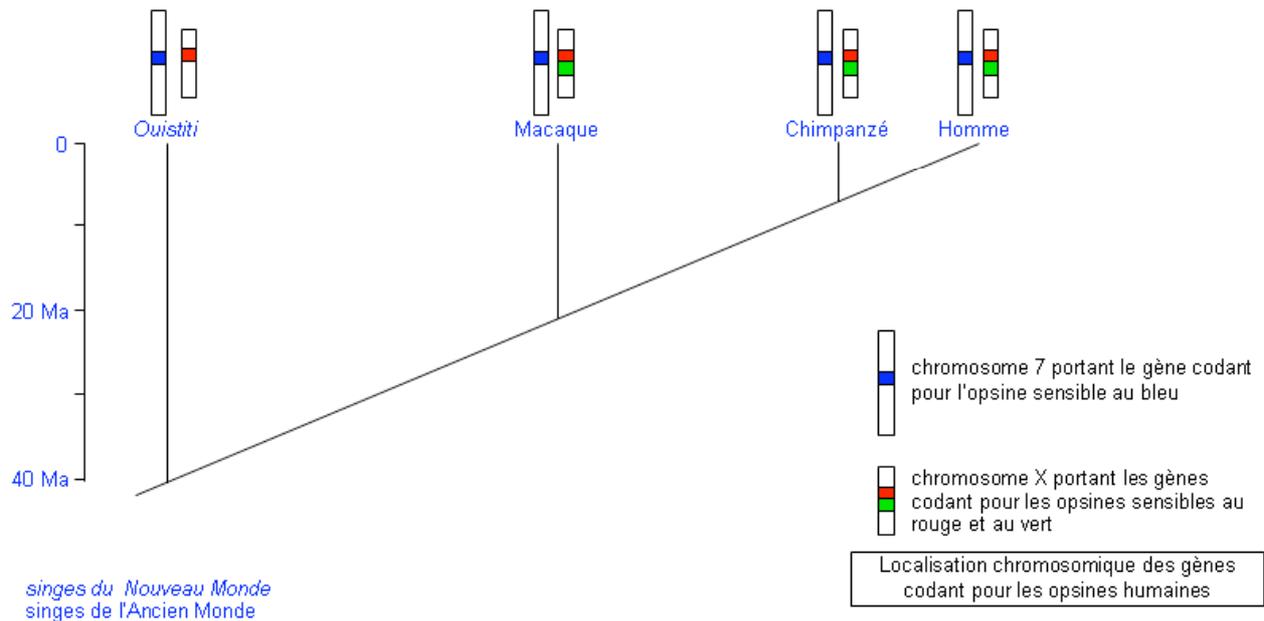
<p>Doc 3</p>	
<p>- <u>Arbre phylogénétique des singes.</u> - Les singes de l'ancien monde possèdent tous les 3 gènes, - Les singes du nouveau monde possèdent tous 2 gènes : B/7 et un gène sur X, ils possèdent un AC avec les singes du nouveau monde âgé de 40MA.</p>	<p>- Si tous les singes de l'ancien monde partagent les 3 gènes c'est qu'ils les ont hérités de leur ancêtre commun âgé de 23 MA ; - Si tous les singes du nouveau monde ne possèdent que 2 gènes c'est qu'ils les ont hérité de leur ancêtre commun âgé de 40MA. Celui-ci a transmis ces 2 gènes à l'AC des singes de l'ancien monde chez qui une nouvelle duplication a touché le gène ancestral de RV(sur X)-> B/7 et R+V / X. - La possession des 3 gènes est un caractère dérivés caractéristique des singes de l'ancien monde.</p>

Mise en relation :

Le phénotype "vision des couleurs" chez l'espèce humaine résulte de la complexification du génome au cours des temps géologiques par 2 duplications (doc 1, 2), ce qui a augmenté le nombre de gène dans la famille multigénique des pigments rétiens. De plus, des mutations ponctuelles affectant les gènes dupliqués ont permis la création de nouvelles séquences codant pour des protéines nouvelles aux propriétés nouvelles : vision améliorée des couleurs. Ainsi au fil de l'évolution des singes (doc 3) c'est la complexification du génome qui a progressivement fait évoluer la vision cette évolution agit encore dans les espèces où on peut voir que de nouveaux gènes apparaissent (doc 1) On peut imaginer qu'au fil des générations des mutations diversifieront ces nouveaux gènes créant peut être de nouveaux pigments soumis à la pression de sélection du milieu.

Les séquences nucléotidiques des gènes codant les opsines humaines sont très semblables. ces gène dérivent d'un même gène ancestral et constituent donc une famille multigénique
 Les opsines sont donc des protéines homologues ainsi que les gènes qui les codent.
 L'arbre phylogénétique de quelques Primates permet de dater la dernière duplication à l'origine des gènes "rouge" et "vert" portés par le chromosome X.

matrice des différences (calcul d'après le logiciel Anagène)			
	Ops. Vert	Ops. rouge	Ops. bleu
Ops. Vert	0	15	195
Ops. rouge		0	199
Ops. bleu			0



Histoire évolutive de la famille des gènes des opsines