

## Pigments rétinien et évolution La vision des couleurs chez les primates

L'Homme est un mammifère et un primate, il partage des caractères communs avec les autres primates, mais il présente aussi des différences. On s'intéresse à l'apparition d'un nouveau caractère: la vision trichromate.

**À partir de l'ensemble des informations contenues dans ce dossier, montrer l'origine de la vision trichromate de l'Homme.**

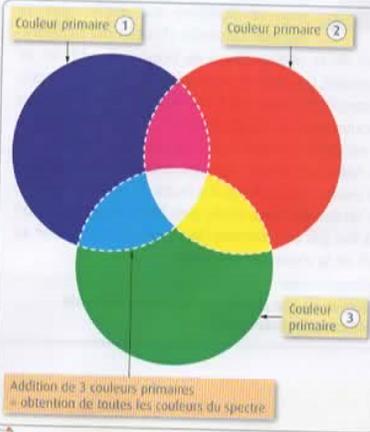


**Le spectre visible de la lumière blanche.**

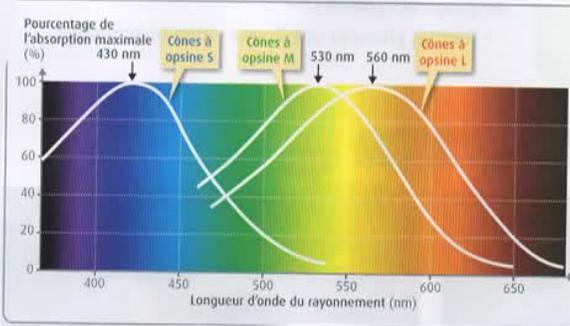
La lumière blanche est un mélange de radiations lumineuses, chacune caractérisée par sa longueur d'onde et sa couleur.

Le daltonisme est un trouble héréditaire de la vision des couleurs touchant près de 8% des hommes et 0,4% des femmes. Il peut prendre de nombreuses formes. Ainsi, certains daltoniens souffrent d'un défaut de perception des couleurs qui vont du vert au rouge. Le monde apparaît pour eux comme un mélange de jaunes-ocres, de bleus et de teintes grises-blanchâtres. D'autres daltoniens, beaucoup plus rares, perçoivent mal les couleurs dans la partie bleue du spectre.

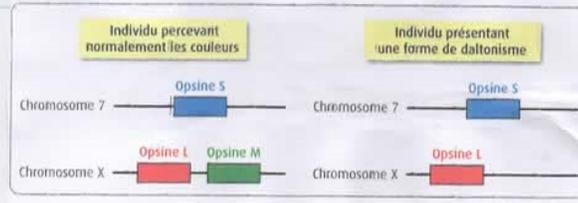
**Le daltonisme.**



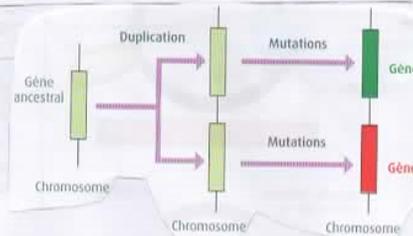
**La trichromatie.** Depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, on sait que la plupart des couleurs du spectre peuvent être obtenues en mélangeant en différentes proportions trois couleurs dites primaires (rouge, vert et bleu, ou bien cyan, magenta et jaune par exemple).



**L'absorption des rayonnements lumineux selon leur longueur d'onde par les cônes rétiens.** Chaque type de cônes contient un pigment différent : opsine S, M ou L. Chaque opsine présente un spectre d'absorption de la lumière spécifique.



**La localisation chromosomique des gènes codant les opsines.**

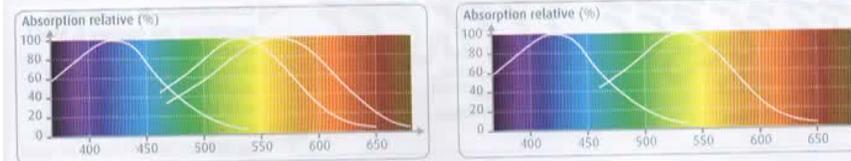


Au cours de l'évolution, les chercheurs supposent qu'un gène a été dupliqué chez un ancêtre commun à plusieurs espèces. Chez chacune de ces espèces, les deux copies du gène auraient ensuite accumulé séparément des mutations. Les gènes issus d'un tel processus constituent une famille multigénique.

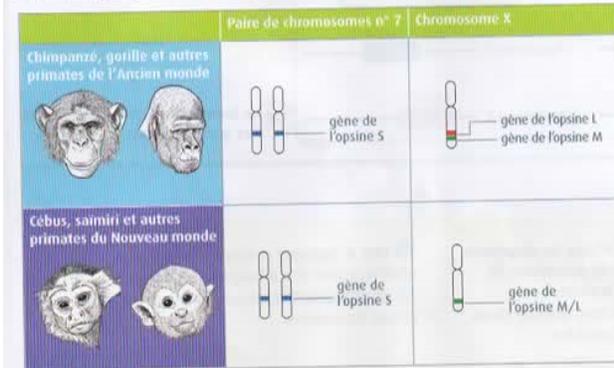
	390	400	410	420	430	440	450	460	470
• Traitement	0								
• Opsine S	0								
• Opsine L	0								
• Opsine M	0								

CCTGGCCCTTGGCCCTACATTGTCTGTGAAGCCCTTCGGCACTTCGCCTTCACCTCCAAACATCCACTCACGGTGGCTCGGCTACCTGGACCAT  
 ---AGGGCT-CAC-GT-TCCC-GTGTG-G-TCA-AGGCT-TGG-CT-TGGC--T-ATTTCCTGG-AGAG-TG-C----GG--TGG-AGCCCTTTGG  
 ---AGGGCT-CAC-GT-TCCC-GTGTG-G-TCA-AGGCT-TGG-CT-TGGC--T-ATTTCCTGG-AGAGATG-A----GG-CTGG-AGCCCTTTGG

Comparaison d'une portion de la séquence des gènes codant les opsines S, L et M chez l'Homme. Les séquences sont comparées à celle du gène de l'opsine S (tiret: nucléotide identique).



Simulation de la perception d'une même image par deux primates et absorption des rayons lumineux par leurs cônes rétiniens. La vision du saïmiri est qualifiée de **dichromate**. Dans leur très grande majorité, les mammifères sont dichromates. (En abscisses: longueur d'onde en nanomètres.)



**Localisation des gènes codant les opsines chez les primates.** Les primates de l'Ancien monde occupent une grande partie de l'Afrique et de l'Asie. Les primates du Nouveau monde vivent en Amérique du Sud et en Amérique centrale. Il existe trois allèles du gène codant l'opsine M/L, qui codent des protéines différant par leur pic d'absorption de la lumière.

	Cébus	Alouate	Saimiri	Homme	Gorille	Bonobo	Chimpanzé	Macaque
Cébus	0	8	14	25	26	25	25	26
Alouate		0	10	23	24	23	23	24
Saimiri			0	28	29	28	27	27
Homme				0	1	0	0	13
Gorille					0	1	1	14
Bonobo						0	0	13
Chimpanzé							0	13
Macaque								0



Comparaison de la séquence d'acides aminés de l'opsine S chez 8 espèces de primates et arbre de parenté construit grâce à cette comparaison. Chaque case indique le nombre de différences entre les séquences prises deux à deux. Comparer la séquence d'une même protéine chez plusieurs espèces renseigne sur le lien de parenté entre elles.

## Pigments rétinien et évolution

L'Homme est un primate et parmi les différents primates certains sont trichromates et les autres sont dichromates.

La trichromatie correspond au fait que chaque couleur est perçue comme un mélange de trois couleurs primaires.

L'homme possède justement trois types de cônes différents, sensible au bleu, au vert et au rouge.

En effet, on peut voir que l'absorption des rayonnements lumineux par les cônes à opsine S est maximale à la longueur d'onde du rayonnement 430nm, pour les cônes à opsine M l'absorption est maximale à la longueur d'onde 530nm et pour les cônes à opsine L à la longueur d'onde 560nm.

A la différence , les dichromates ne possèdent que deux types de cônes différents: cône à opsine S et à opsine M/L.

Chez eux une couleur est perçue comme un mélange que de 2 couleurs.

La perception des couleurs ne peut donc est identique.

Les différentes opsines, pigments rétiniens sont codées par trois gènes différents localisés sur les chromosomes 7 et X.

On peut comprendre l'origine de daltonisme , perception « anormale » des couleurs, comme le résultat du défaut du gène codant pour l'opsine M et donc l'absence du type de cône correspondant.

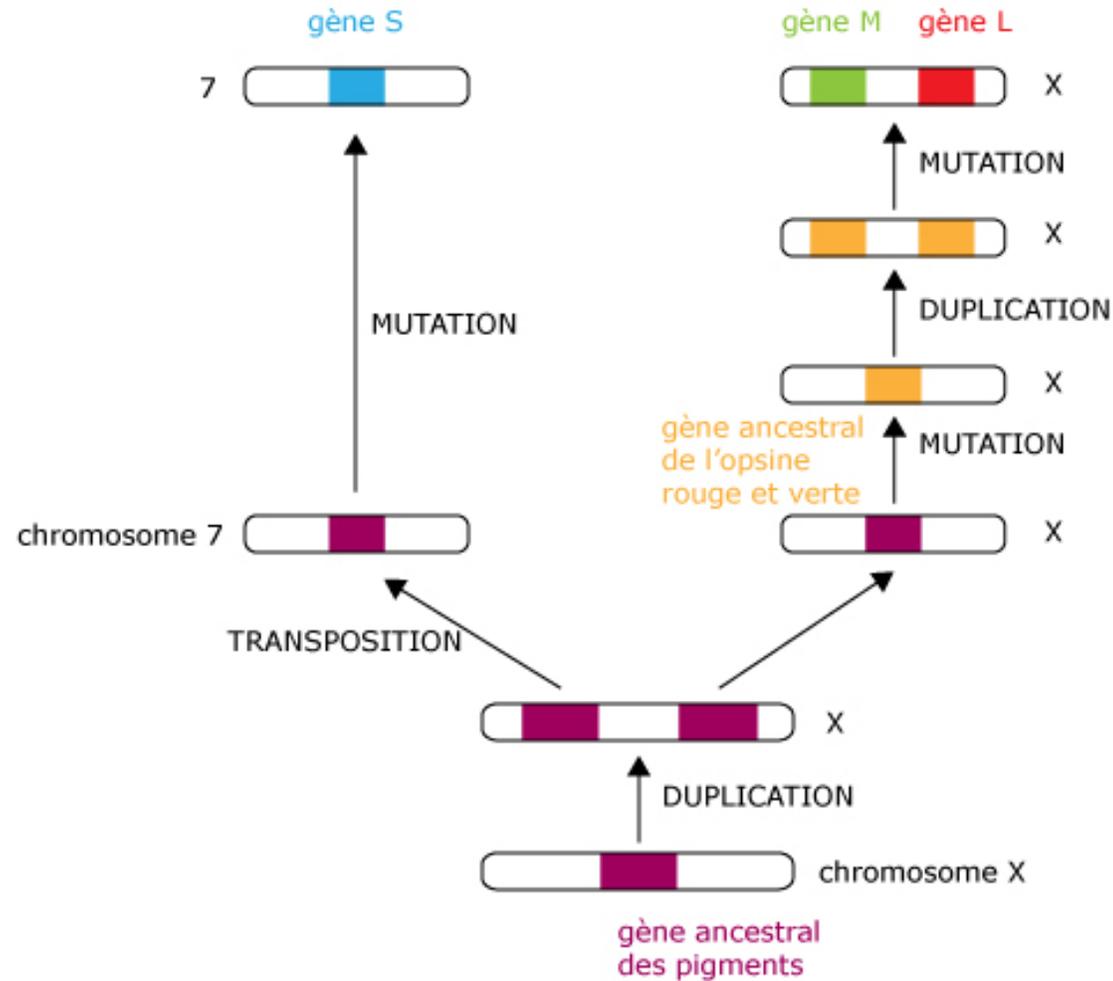
D'ailleurs on peut voir que la différence entre les primates trichromates et dichromates repose sur une différence du nombre de cônes, qui à pour origine une différence du nombre de gènes codant pour les opsines. Les dichromates ont que deux gènes différents.

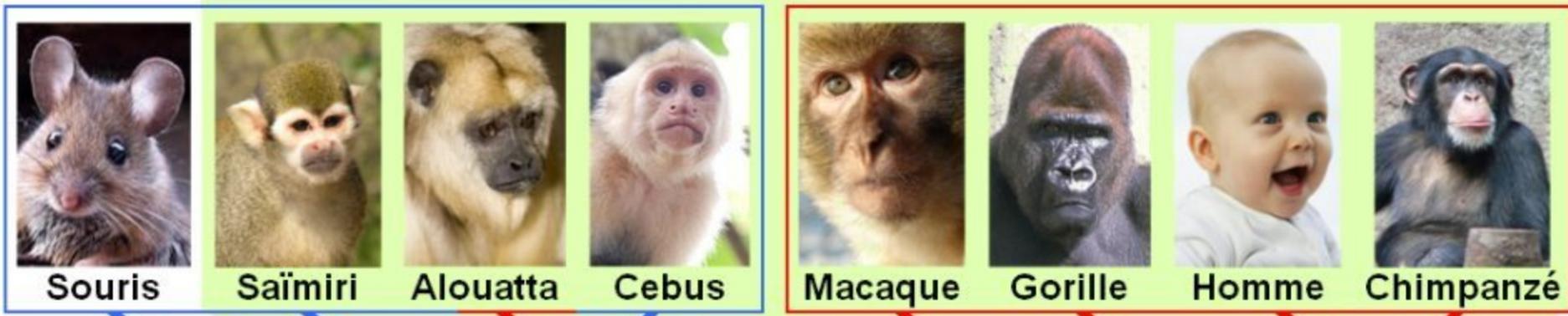
On peut constater de grandes similitudes dans la séquence des gènes codant les opsines S,L et M chez l'Homme, ces similitudes sont encore plus importantes entre les gènes L et M.

On peut donc naturellement envisager que ces gènes proviennent d'un gène ancestral qui au cours de l'évolution des espèces se serait dupliqué et aurait muté.

On peut supposer que lors de l'évolution l'ancêtre aux primates du nouveau et ancien monde dont fait parti l'Homme avait un gène ancestral de l'opsine qui se serait dupliqué sur un autre chromosome et aurait subit différentes mutations, celui-ci aurait de nouveau subit une duplication et mutation, uniquement chez les primates de l'ancien monde, ainsi la trichromatie serait apparue..

# Schéma de l'évolution du gène de l'opsine





**Dichromates**  
**Trichromates**  
 — Duplication génique  
 à l'origine des opsines M et L

Ancêtre commun aux mammifères

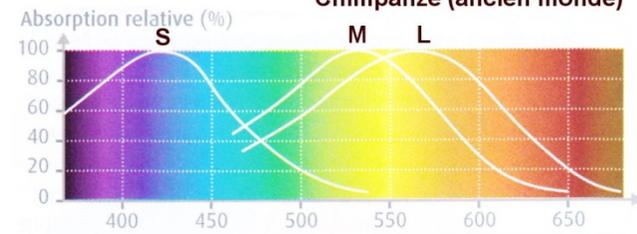
Ancêtre commun aux primates

Ancêtre commun  
aux primates de  
l'ancien monde

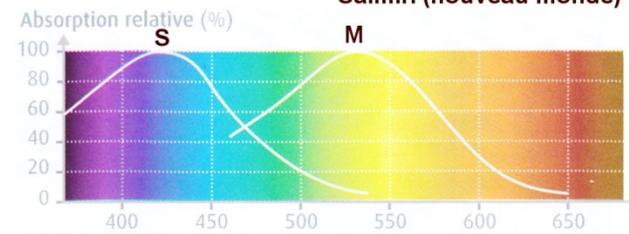




**Chimpanzé (ancien monde)**



**Saimiri (nouveau monde)**



	390	400	410	420	430	440	450	460	470
Traitement									
opsine S	CCTGCCCTTTGAGCGCTACATTGTCACTCTGTAGCCCTTCGGCAACTTCCGCTTCAGCTCCAGCATGCACCTGACGGTGGTCTGGCTACCTGGACCAT								
opsine L	-----AGGGCT-CAC-GT-TCCC-GTGTG-G-TCA-AGGTCT-TGG-CT-TGGC--T-ATTTCCCTGG-AGAG-TG-C----GG--TGC-AGCCCTTTGG								
opsine M	-----AGGGCT-CAC-GT-TCCC-GTGTG-G-TCA-AGGTCT-TGG-CT-TGGC--T-ATTTCCCTGG-AGAGATG-A----GG-CTGC-AGCCCTTTGG								

Sélection : 0/4 lanes

**Comparaison d'une portion de la séquence des gènes codant les opsines S, L et M chez l'Homme.**  
 Les séquences sont comparées à celle du gène de l'opsine S (tiret: nucléotide identique).

Remarques : Les documents concernant le daltonisme ne sont pas forcément utiles pour répondre à la problématique.

Fusionner le document « absorption des rayonnements avec le document « simulation » en plaçant le nom des opsines.

Enlever le singe *Alouatta* de l'arbre et du tableau de comparaison des séquences d'opsine S (qui lui est du nouveau monde, mais trichromatique).

La trace écrite correspond aux attentes et n'a pas été modifiée