

Exercice 1 : La vision des couleurs chez un singe du nouveau monde, le *Cebus* (10 POINTS)

Tous les animaux ne perçoivent pas les couleurs de la même façon ; ceci est lié à leur équipement génétique associé aux pigments rétiniens. L'Homme, trichromate, possède 3 gènes codant les opsines des cônes : gène B, gène V et gène R, appartenant tous trois à une même famille multigénique.

Chez le singe *Cebus*, il n'existe que deux gènes : les gènes B et V/R, indiquant une divergence évolutive entre le *Cebus* et l'Homme précédant la duplication du gène V/R ayant donné naissance aux deux gènes V et R.

Problématique : Présenter la vision des couleurs chez 3 individus de singes *Cebus* : mâle, femelle hétérozygote pour le gène V/R et femelle homozygote pour le gène V/R. (1 pt)

I/ Analyse du système génétique des opsines chez le singe *Cebus* (1,5 pt)

Chromosome 7 : Gène B → Opsine B (420 nm)

Chromosome X : Gène V/R (3 allèles) → Opsine "V" (530 nm) ou Opsine "J" (550 nm) ou Opsine "R" (560 nm)

Pour ♂ et ♀

1 seul type d'opsine par cône ⇒ ∃ ce de cônes B (contenant l'opsine B)
et de 3 types possibles de cônes V/R (contenant chacun une opsine V, J ou R)

Pour ♀

Hétérozygotie pour le gène V/R → 1 seul allèle du gène V/R exprimé de façon indépendante d'un cône à l'autre
⇒ 2 types de cônes V/R différents chez chaque femelle (V et J, V et R ou J et R)

II/ Vision des couleurs chez les mâles *Cebus* (3 pts)

Les mâles de *Cebus* n'ayant qu'un seul chromosome X, ne possèdent qu'une copie du gène V/R donc qu'un unique allèle V/R.

Parmi tous leurs cônes, certains produisent donc l'opsine B, les autres synthétisent une opsine V/R. Pour les cônes fabriquant une opsine V/R, 3 cas de figure sont possibles suivant l'allèle possédé par le mâle : l'opsine fabriquée peut être l'opsine "V", l'opsine "J" ou l'opsine "R".

Ces mâles sont donc dichromates : ils ne possèdent que deux types d'opsines (B et un type de V/R) et ne distinguent donc pas les radiations vertes et rouges les unes des autres.

Il existe des variations d'un individu à l'autre : par exemple, ceux qui ont l'opsine "R" (560 nm) détectent les radiations de grandes longueurs d'onde (rouges), alors que ceux qui ont l'opsine "V" (530 nm) absorbent plus faiblement ces mêmes radiations.

III/ Vision des couleurs chez les femelles *Cebus* (4 pts)

Les femelles de *Cebus* ayant deux chromosomes X, possèdent donc deux copies du gène V/R soit 2 allèles V/R.

→ Si elles sont hétérozygotes pour ce gène, elles portent trois types de cônes : ceux qui synthétisent l'opsine B, ceux qui synthétisent une opsine V/R d'un type, codée par leur 1^{er} allèle (par ex. "V") et ceux qui synthétisent un autre type d'opsine V/R, codée par leur 2^{ème} allèle (par ex. "J").

Elles sont trichromates et voient toutes les couleurs, avec des variations d'un individu à l'autre selon les allèles qu'elles possèdent : une femelle qui a les opsines "J" (550 nm) et "R" (560 nm) distingue plus difficilement les rouges des verts qu'une femelle qui a l'opsine "V" (530 nm) en plus de l'opsine "R" (560 nm).

→ Si elles sont homozygotes pour le gène V/R, elles n'expriment qu'un seul type d'allèle du gène V/R et se retrouvent dans le même cas que les mâles (dichromates).

Chez le singe *Cebus*, il existe une grande variabilité dans la perception des couleurs. Malgré l'existence de 2 gènes codant les opsines des cônes de la rétine, certains individus, les femelles hétérozygotes, peuvent être trichromates, alors que tous les autres sont dichromates. De plus, en fonction des allèles présentés par les individus, une diversité est également observée au sein des dichromates et des trichromates de ce genre de singes. (0,5 pt)

Exercice 2 : La dérive des continents de Wegener, une théorie controversée (10 POINTS)

En 1912, Wegener propose sa théorie de la Dérive des Continents. En 1928, New York fut le siège d'un symposium de géologie autour de ce thème. De nombreux détracteurs s'opposèrent à cette hypothèse et la Dérive des Continents fut (temporairement) abandonnée peu de temps après.

Quels indices ont permis à Wegener d'énoncer son principe de mobilité des continents ? Quels furent les arguments à l'origine de son rejet ? (1 pt)

I/ La naissance de l'idée de dérive des continents de Wegener (5 pts)

La théorie de Wegener repose sur l'idée que les continents aujourd'hui séparés formaient, au Permien (-245 Ma), une masse unique, la Pangée, qui s'est disloquée au cours de l'ère Secondaire donnant naissance à des unités continentales ayant dérivé progressivement depuis lors.

Des faits d'observations multidisciplinaires sont à la base de l'élaboration de sa théorie :

A. Arguments géomorphologiques

Complémentarité de forme entre les pourtours côtiers de l'Am. du Sud et de l'Afrique de part et d'autre de l'océan Atlantique, ainsi qu'entre l'Am. du Nord et de l'Europe.

B. Arguments pétrographiques

Continuité géologique de boucliers de roches très anciennes (-2Ga) et de plissements tectoniques de chaînes plus récentes (-650 à -450 Ma) entre Am. du Sud et Afrique en rapprochant les 2 masses continentales.

C. Arguments paléontologiques

Répartition identique de fossiles d'animaux et de végétaux terrestres (incapables de traverser l'océan) datés de la fin de l'ère 1^{aire} de part et d'autre de l'Atlantique.

D. Arguments paléoclimatiques

Existence, entre autres, de dépôts glaciaires et de traces de courants glaciaires orientés datés d'environ -250 Ma au sud de l'Afrique, de l'Amérique, de l'Australie et de l'Inde ; rapprochement conjoint de ces 4 "continents" au niveau d'un pôle sous une unique calotte glaciaire => cohérence de la répartition de ces dépôts et de la direction des écoulements glaciaires.

E. Arguments géophysiques

Modèle accepté de continents dotés de mouvements verticaux : pourquoi pas des mouvements horizontaux ?

Incompatibilité entre l'effondrement possible des masses continentales proposées par le modèle de "contraction thermique de la Terre" et le principe d'isostasie ("flottabilité" des masses continentales SiAl sur des roches plus denses SiMa) ; en cas d'effondrement d'une masse continentale "légère" au sein de roches plus denses, l'équilibre isostatique induirait une remontée des continents.

De plus, d'après le modèle de "Terre ridée", la distribution des altitudes terrestres devrait décrire une courbe gaussienne centrée sur une unique altitude moyenne compatible avec l'existence d'une seule croûte homogène. Or, Wegener met en évidence une répartition bimodale des altitudes terrestres (+100m et -4500m), suggérant l'existence de 2 croûtes de nature différentes : une croûte continentale légère "granitique" et une croûte océanique plus dense "basaltique".

II/ Le rejet de la théorie de Wegener (3 pts)

A. Des concordances imparfaites

Les détracteurs doutent du sérieux scientifique de Wegener et argumentent que les ajustements entre continents sont trop imprécis et sans doute accidentels, que les ressemblances géologiques et paléontologiques ne sont pas si évidentes et qu'il est bien téméraire de vouloir prouver l'existence d'un ancien continent unique en cherchant à raccorder les marques de glaciations.

B. Une Terre solide

En outre, les données sismiques de l'époque établissent un modèle de structure interne de la Terre totalement solide jusqu'à de très grandes profondeurs, rendant impossible un tel déplacement horizontal de masses continentales rigides et résistantes.

C. L'absence de moteur

Mais le principal point faible de la théorie de Wegener reste le moteur non élucidé du mouvement des continents. A cette époque, Wegener propose 3 types de forces pour justifier le déplacement des continents : la force de Coriolis (rotation de la Terre), les forces associées aux marées, et la force d'Eötvös (conséquence de la théorie de l'isostasie sur une Terre aplatie, poussant les continents des pôles vers l'équateur).

Harold Jeffreys, son principal opposant, soutient alors que les forces envisagées comme moteur de la mobilité des continents ne sont pas assez puissantes pour expliquer la dérive de ces masses continentales énormes.

L'absence d'un moteur plausible n'explique certainement pas tout. Car lorsqu'Arthur Holmes présente un mécanisme beaucoup plus satisfaisant en invoquant les courants de convection du manteau très chaud (mouvements alimentés par la désintégration des éléments radioactifs mantelliques), il n'est pas suivi et l'hypothèse de Wegener n'est pas reconsidérée.

Ainsi, si Wegener a pu démontrer de façon convaincante et scientifique l'existence d'un super continent, la Pangée, il n'a pas su expliquer de façon convaincante quel était le moteur qui avait fait dériver les continents.

Les idées de Wegener, révolutionnaires à son époque, se heurtent également au constat d'un état solide de la quasi-totalité du globe terrestre établi, à la même époque, par les études sismiques. L'idée de mobilité horizontale de Wegener est alors vivement rejetée par l'ensemble de la communauté scientifique. (1 pt)