

THÈME : GÉNÉTIQUE ET ÉVOLUTION
Chapitre : L'inéluctable évolution des génomes des populations

1

Term spé

Un modèle mathématique : le modèle d'Hardy-Weinberg

➤ **Objectif**

Extraire, organiser et exploiter des informations sur l'évolution de fréquences alléliques dans des populations.

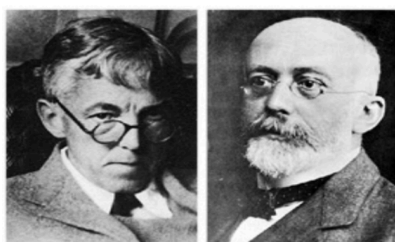
➤ Compétences et capacités travaillées	Fragile	Intermédiaire	Avancé	Expert
UTILISER DES OUTILS ET MOBILISER DES MÉTHODES POUR APPRENDRE	1 critère sur 3	2 critères sur 3	3 critères sur 3 (avec aide)	3 critères sur 3 (sans aide)
8. Rechercher, extraire et exploiter l'information utile	- Seuls quelques éléments pertinents issus des documents et/ou des connaissances.	- Les informations issues des documents et des connaissances suffisantes mais mal exploitées. - Des informations issues des documents correctement exploitées mais insuffisantes.	- Les informations issues des documents et des connaissances sont suffisantes. - Elles sont correctement exploitées.	- Les informations issues des documents et des connaissances sont complètes et précises. - Elles sont correctement exploitées.

Mise en situation : Grâce aux travaux de Mendel au XIXème siècle, on a compris que la transmission des caractères héréditaires se fait par les gènes, existant sous différentes versions appelées allèles. Depuis lors, les biologistes tentent de concilier la théorie de l'évolution de Darwin avec les lois de la génétique.

Question scientifique : Comment la fréquence des allèles évolue-t-elle dans une population ?

PARTIE 1 : LE MODÈLE D'HARDY-WEINBERG, UN MODÈLE THÉORIQUE

Au tout début du XXème siècle, les biologistes redécouvrent les lois de Mendel et s'interrogent sur leurs implications évolutives : le fait que des croisements entre deux lignées pures, l'une dominante et l'autre récessive aboutissent systématiquement à des hybrides présentant un phénotype dominant pousse certains d'entre eux à penser que dans une population donnée, les allèles dominants finiront inéluctablement par s'imposer au bout d'un certain temps. C'est le cas de R. Punnett, qui s'étonne par conséquent de la rareté de la brachydactylie (elle se caractérise par des doigts anormalement courts. Elle est déterminée par un allèle dominant du gène HOXD13) dans la population humaine.



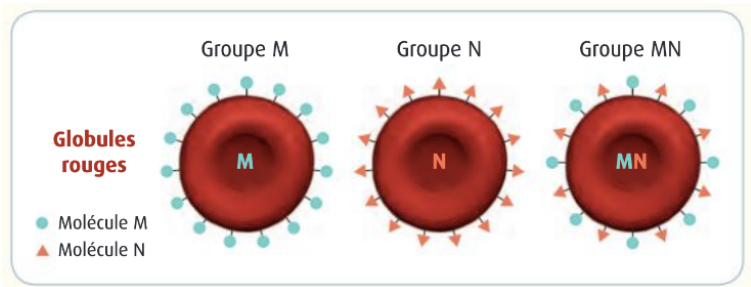
R. Punnett expose ce problème à l'un de ses partenaires de cricket, le mathématicien G. H. Hardy. Ce dernier réfute la proposition de R. Punnett dans un article publié en 1908, qui se termine par la conclusion suivante : « En un mot, nous n'avons pas la moindre raison de penser qu'un caractère dominant devrait montrer une tendance à envahir la population, ni qu'un récessif devrait tendre à disparaître. » D'autres scientifiques, notamment le médecin W.

Weinberg parviennent à la même conclusion. Ils formulent, en considérant la présence de 2 allèles, p et q, dans une population, la formule suivante : $P^2 + 2PQ + Q^2 = 1$

Document 1 : Les conditions d'applications du modèle théorique d'Hardy-Weinberg.

1. Démontrer l'équation d'Hardy-Weinberg à partir du croisement entre 2 individus hétérozygotes à la génération 0 et à la génération 1.

En 1927, Karl Landsteiner et Philip Levine ont injecté des globules rouges humains à des lapins. Ces derniers ont en réponse fabriqué des anticorps dirigés contre deux marqueurs différents à la surface des globules rouges : M et N, et sont codés par 2 allèles du gène glycophorine A au niveau du chromosome 4. Une analyse sanguine de 6129 personnes a révélé la répartition des effectifs des 3 génotypes possibles pour ce gène.



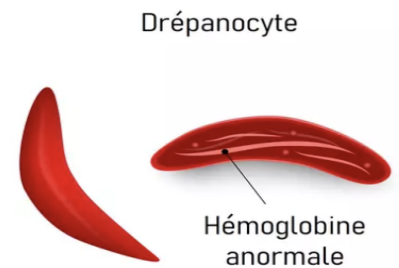
Génotype	(M//M)	(M//N)	(N//N)	
Effectifs	1 787	3 039	1 303	Total N = 6 129

Document 2 : Les groupes M et N chez les globules rouges.

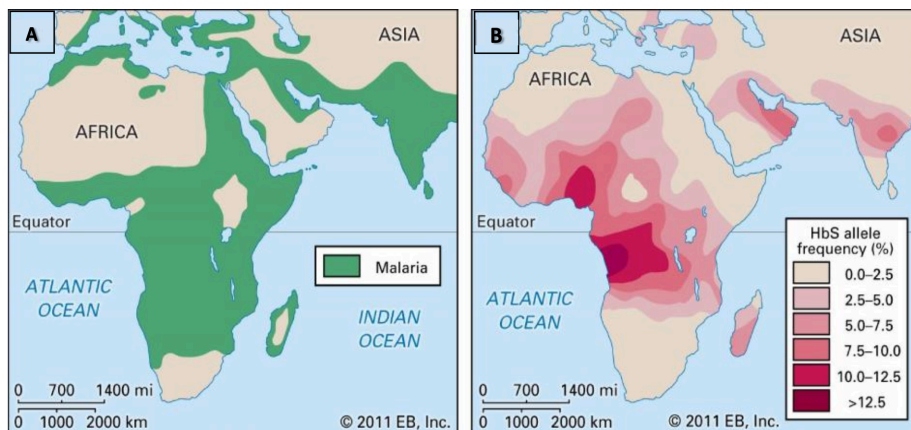
2. Démontrer que les groupes sanguins M et N dans la population sont à l'équilibre d'Hardy-Weinberg.

PARTIE 2 : LES LIMITES DU MODÈLE D'HARDY-WEINBERG

La drépanocytose est la plus fréquente des maladies de l'hémoglobine, protéine des globules rouges. Elle s'explique par une forme aplatie en forme de faucille, limitant le transport du O₂. L'aplatissement des globules rouges est lié à la synthèse de l'hémoglobine HbS, légèrement différente de l'hémoglobine normale HbA.



Document 3 : La drépanocytose, une maladie génétique.



Le paludisme (ou malaria) est une maladie due à l'invasion des globules rouges par des parasites appartenant au genre Plasmodium. C'est la première endémie parasitaire mondiale dont le vecteur est un moustique.

Document 4 : Le paludisme, une maladie vectorielle.

	Effectif pour chaque génotype			Total
	(βHbA // βHbA)	(βHbS // βHbA)	(βHbS // βHbS)	
Génération 1	9 365	2 993	29	12 387
Génération 2	9 178	3 352	4	12 534

Document 5 : Une étude épidémiologique sur l'évolution d'une population en Afrique.

3. Expliquer la cause de l'augmentation de l'hétérozygotie en Afrique équatoriale.