

Mise en situation et recherche à mener



En 1908, le mathématicien britannique Geoffroy Hardy et le médecin allemand Wilhelm Weinberg proposent un modèle théorique qui **prévoit la stabilité des fréquences relatives des allèles** dans les populations à **reproduction sexuée**.

⇒ **On veut montrer que le modèle numérique, basé sur les connaissances sur la reproduction sexuée, corrobore bien la prédiction du modèle théorique de Hardy-Weinberg. On fera le suivi de 2 allèles d'un gène A dans une population.**

Objectifs de séance : modéliser une population pour visualiser le modèle théorique de HW (1h15) et poursuivre l'investigation de situations d'écart par rapport à l'équilibre théorique = éprouver le modèle sur des cas réels (45min).

Compétences : Utiliser / concevoir un modèle numérique (NetBioDyn), utiliser des modes de communication scientifique (oral, écrit, tableur, graphique, numérique), s'informer et raisonner. Comprendre une loi théorique en l'exprimant avec un algorithme sans avoir à écrire de code. Utiliser un logiciel avancé qui permet à l'utilisateur de faire ses propres simulations sans être pour autant informaticien.

Ressources

Document 1 : Le modèle théorique de Hardy-Weinberg (énoncé de la loi)

La loi de Hardy-Weinberg énonce que, dans une population respectant 5 conditions (Doc.3), pour un gène donné, **on peut prévoir la fréquence des génotypes des zygotes issus de la fécondation « si » l'on connaît la fréquence des parents.**

On dit que la « *structure génétique de la population* » suit la loi de Hardy-Weinberg.

Dans ces conditions, **les fréquences allélique et génotypique chez les individus sont stables dans le temps** : c'est ce qu'on appelle **l'équilibre de Hardy-Weinberg**.

Document 2 : Expression mathématique de la loi de Hardy-Weinberg.

P et q désignent les fréquences relatives de 2 allèles d'un gène.
C'est un corolaire* de la prédiction des stabilités des fréquences relatives de 2 allèles d'un gène.

*qui découle

NB : La démonstration de la loi n'est pas l'objet d'étude en Spé SVT mais en Ens.Scient. > Maths

➤ Vidéo de la démonstration dispo sur le padlet SVT néanmoins ...

L'équilibre théorique de Hardy-Weinberg

Si dans une population, il y a seulement 2 allèles pour un caractère donné, alors :

$$P^2 + 2PQ + Q^2 = 1$$

Fréquence du génotype homozygote dominant

Fréquence du génotype hétérozygote

Fréquence du génotype homozygote récessif



Corps sombre est dominant sur corps clair

Hardy-Weinberg Assumptions



Document 3 : Conditions d'application de la Loi de Hardy-Weinberg

La loi de HW s'applique à une population :

- il y a « panmixie » : formation des couples au hasard > pas de sélection sexuelle,
- de grande taille sans croisement entre générations (parents / descendants)
- non soumise à la sélection naturelle,
- sans mutations,
- sans migrations,

Affiche réalisée par les "AmeobaSisters"

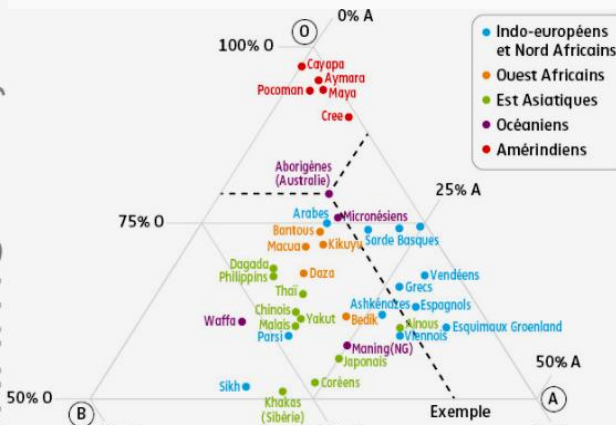
Matériel et ressources à disposition :

- Ressources scientifiques¹ : l'énoncé de la loi de Hardy-Weinberg (Doc.1), expression mathématique (Doc.2) et ses conditions d'application (Doc.3).
- Logiciel de modélisation numérique **NetBioDyn** et **Fiche Technique**
- 2 fichiers : modèle incomplet (parcours B), modèle complet (Parcours C).
- Logiciel tableur-grapheur pour le traitement des résultats des simulations

Logiciel NetBioDyn propose une modélisation « multi-agents » basée sur des éléments actifs appelés « entités » qui représentent les « individus », dont le « comportement » est défini par des équations traduisant le fait que les entités réagissent et forment des « entités produites », à l'instar du déroulement d'une réaction chimique.

➤ Comprendre le modèle : S'informer – Raisonner – 1 atelier par groupe > bilan oral + écrit sur padlet.

Atelier 1 : La fréquence des allèles ABO du groupe sanguin.



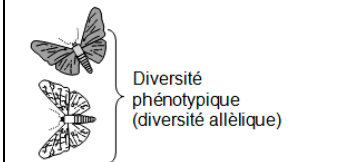
Chez l'Humain, il existe 3 allèles du gène « groupe sanguin ». On constate une anomalie de fréquence de ces allèles chez certaines populations par rapport au modèle théorique de HW. Repérez dans quelle(s) population(s) et discutez de son origine possible.

Modifier le modèle numérique en conséquence et expliquer l'origine de cet écart au modèle théorique HW (pas une erreur d'algorithme).

Atelier 2 : La phalène du bouleau (*Biston betularia*).



Population d'une espèce
Diversité allélique



Diversité phénotypique
(diversité allélique)

La phalène est un papillon de nuit de couleur claire présent en Angleterre et vivant sur les bouleaux (blancs). En 1848, on remarque l'existence d'une variété noire à Manchester, la plus ancienne région industrielle. Cette variété nommée *carbonaria* devint de plus en plus fréquente jusqu'en 1950 où une loi anti-pollution fut mise en place. La pollution industrielle détruit les lichens sur les troncs des bouleaux blancs et les noircit.

Modifier le modèle numérique pour qu'il rende compte de l'évolution observée et expliquer l'écart à la théorie.

Atelier 3 : Chez les Amish.



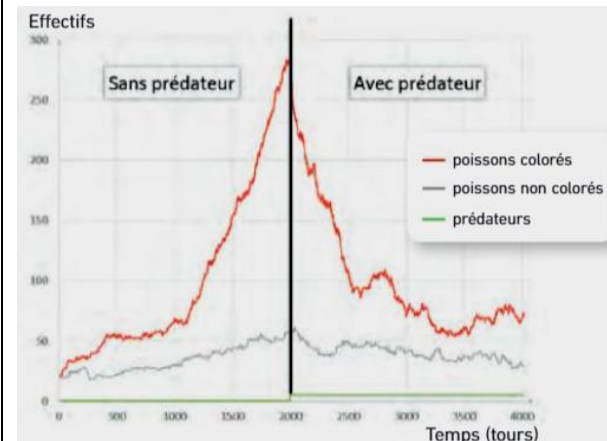
1 Les Amish : des sujets d'étude intéressants pour les généticiens

Le syndrome d'Ellis van Creveld est une maladie génétique grave. Dans la population Amish de Pennsylvanie, cette maladie touche 13% de la population, alors qu'elle est rarissime dans le reste du monde. Une étude génétique a démontré que la mutation qui est en

cause est la même dans toutes les familles Amish touchées. En établissant l'arbre généalogique à partir des archives de cette communauté, on a pu retrouver les quelques couples fondateurs, immigré aux USA en 1744.

À l'aide de simulations appropriées, expliquer la particularité de la population des Amish.

Atelier 4 : Les Guppys



B Résultat d'une simulation obtenue avec Edu'modèles.

Les Guppys sont de petits poissons dont les mâles portent des tâches très colorées de nombre et de forme variables, ce qui est déterminé génétiquement (allèles d'un gène). Les femelles s'accouplent préférentiellement avec les mâles les plus colorés donc l'allèle « tâches » est en théorie plus fréquent que « sans tâches ». Leur étude en milieu naturel montre que l'intensité de la coloration des mâles est plus ou moins intense selon les populations / milieux.

Expliquer ces variations et modifier le modèle numérique pour qu'il rende compte des 2 évolutions (sans / avec prédateurs).

➤ Comprendre le modèle : Ma synthèse et celle des autres ateliers > Padlet de la classe

Atelier 1 : La fréquence des allèles ABO du groupe sanguin.

Atelier 2 : La phalène du bouleau (*Biston betularia*).

Atelier 3 : Chez les Amish.

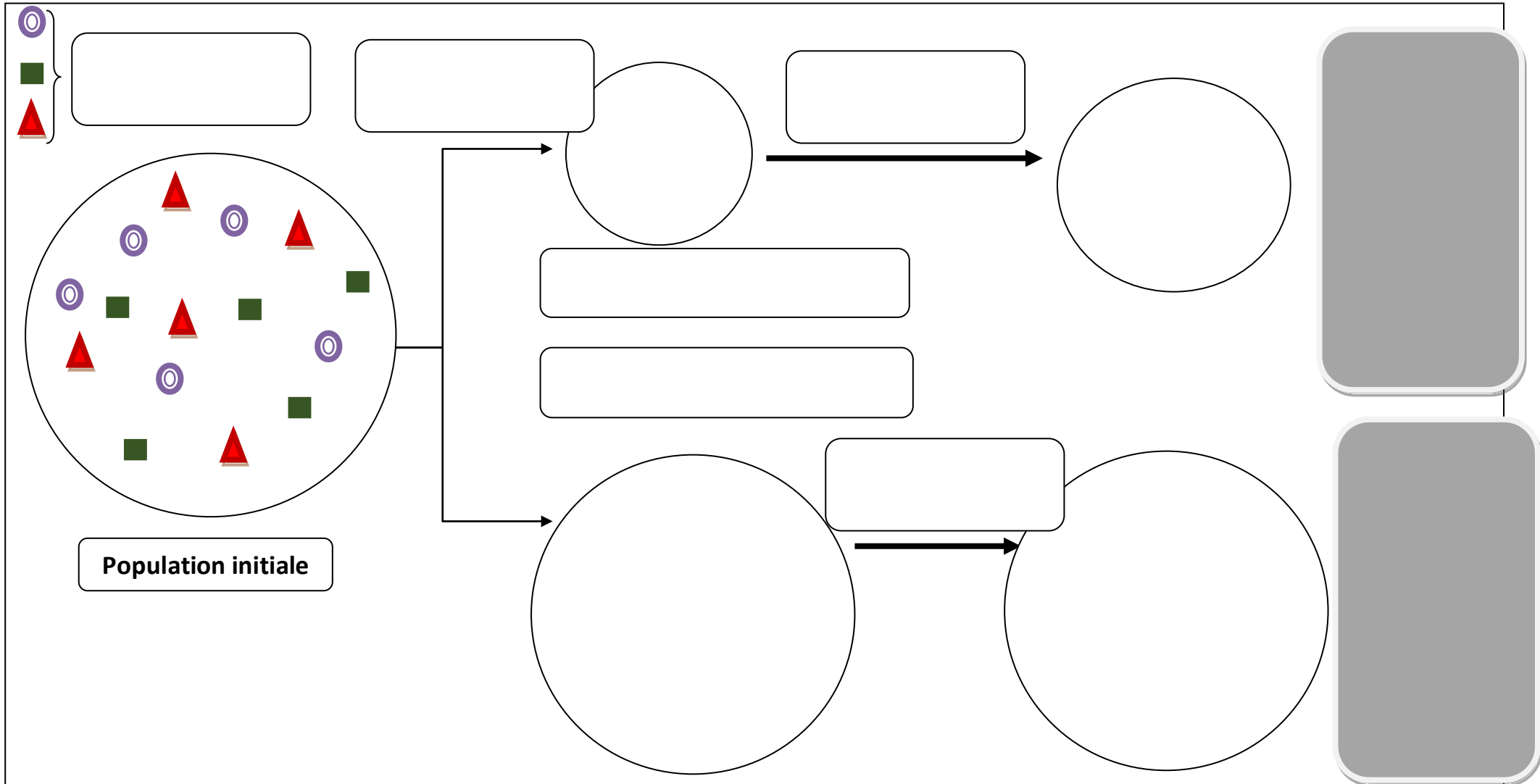
Atelier 4 : Les Guppys

↩ Elaborer un bilan de l'activité > trace écrite dans le cours.

BILAN : Je retiens l'essentiel par l'image : je complète un schéma.

➤ (C) Je représente les cas d'écarts au modèle théorique de Hardy-Weinberg en complétant les ensembles > représenter les allèles du gène restants et je place les mots clefs (Rien dans cases grises) :

Sélection naturelle / sexuelle, Effet fondateur, Dérive génétique (petite population isolée), 3 allèles d'un gène, 2 cases blanches vides ...



Titre :

Autre formulation possible > moins claire pour des élèves ?

- ⇒ On veut montrer que les connaissances sur la reproduction sexuée corroborent la prédiction du modèle théorique de Hardy-Weinberg, en construisant un modèle numérique de suivi de 2 allèles d'un gène A dans une population.
- ⇒ <https://svt.ac-versailles.fr/spip.php?article1049#pb>