

Un exemple de dérive génétique: le cas d'un groupe de poissons à sang blanc

En étudiant différentes espèces au cours du temps, on remarque une évolution de la biodiversité de ces espèces. En effet, la diversité génétique est source d'évolution des espèces. Pour mieux comprendre ce phénomène, nous allons nous intéresser aux poissons osseux de l'Antarctique et plus particulièrement aux Notothénioïdes présentant des phénotypes particuliers.

Nous verrons en premier lieu les particularités des Notothénioïdes en relation avec leur milieu de vie puis nous rechercherons l'origine de la diversité génétique de ce groupe. Ensuite, nous verrons comment la dérive génétique modifie la fréquence de certains phénotypes au sein de ces populations sous l'effet du seul hasard.

1 - Les conditions de vie des poissons osseux de l'Antarctique

⇒ Des températures de l'eau inférieures à 0°C

Les chercheurs ont étudié les conditions de vie des poissons vivant dans les eaux australes autour de l'Antarctique. La température n'est jamais inférieure à - 2°C et jamais supérieure à - 0,5°C quelle que soit la saison ou la profondeur.

Or, les poissons ne régulent pas leur température corporelle et celle-ci dépend donc de la température du milieu. Ainsi, ces poissons vivent dans des eaux glaciales avec le risque que leur sang gèle.

⇒ Une protéine aux propriétés particulières

Les chercheurs qui ont étudié ces poissons ont mis en évidence la présence d'une protéine dite "antigel" dans leur sang qui empêche les cristaux de glace de se développer, ainsi le sang des poissons ne gèle pas. Cette protéine est efficace entre 0°C et -2,2°C. Les propriétés antigél de cette protéine sont liées à la présence d'acides aminés hydrophobes comme la thréonine.

La présence de cette protéine antigél permet d'expliquer la remarquable adaptation des Notothénioïdes de l'Antarctique: la protéine antigél présente dans le sang des poissons étant efficace entre 0°C et - 2,2°C, et les températures des eaux étant comprises dans cet intervalle, le sang de ces poissons ne gèle pas.

2 - L'absence d'hémoglobine chez les poissons des glaces

⇒ Des innovations génétiques au sein des populations de Notothénioïdes

Parmi les Notothénioïdes possédant la protéine antigél, les chercheurs ont découvert des espèces, regroupées sous le nom de poissons des glaces, qui ont un sang blanc alors que les poissons des eaux plus chaudes ont un sang rouge avec présence d'hémoglobine. L'Hémoglobine est une protéine composée de deux chaînes α et deux chaînes β : chez les poissons des glaces, le gène gouvernant la synthèse de la chaîne β a disparu. L'hémoglobine n'est donc plus fonctionnelle. Cette modification du génome par délétion d'un gène est une innovation génétique due au seul fait du hasard.

Mais l'hémoglobine sert à transporter le dioxygène dans le sang.

On peut alors se demander comment le dioxygène est transporté dans le sang des poissons des glaces.

⇒ Le transport du dioxygène chez les poissons des glaces

Les poissons des glaces vivent uniquement dans les eaux très froides du Haut antarctique et qui entourent le continent antarctique. Or, une température inférieure à 0°C entraîne une forte oxygénation des eaux (le dioxygène est plus soluble dans les eaux froides).

Ainsi, les poissons des glaces n'ont pas besoin d'hémoglobine: le dioxygène est transporté sous forme dissoute dans le sang. Le sang des poissons étant à une température inférieure à 0°C, la quantité de dioxygène sous forme dissoute dans le sang permet l'approvisionnement des cellules en dioxygène.

Ainsi, parmi les Notothénioïdes du Haut Antarctique, possédant la protéine antigél, on observe deux phénotypes [sang rouge] et [sang blanc]

3- Les variations de la fréquence des phénotypes

Les chercheurs ont d'autre part établi que la disparition de l'hémoglobine chez les ancêtres des poissons des glaces, les Notothénioïdes à sang blanc, a eu lieu, probablement, il y a 18 millions d'années. Cette perte n'affecte pas les individus car les eaux, à cette époque sont déjà très froides et donc fortement oxygénées.

Par conséquent, ce nouveau phénotype [sang blanc] n'a pas été soumis à une pression sélective. On pense ainsi que le maintien des individus porteurs de cette innovation génétique est lié à une dérive génétique. Dans ce cas, la fréquence de ces phénotypes (Notothénioïdes au sang blanc) varie uniquement d'une génération à l'autre sous le seul

effet du hasard des croisements. L'innovation génétique à l'origine de ce phénotype n'a pas d'incidence sur la survie des individus qui en sont porteurs: avec ou sans hémoglobine, ces Notothénioïdes avec protéine antigél peuvent vivre dans les eaux glaciales du Haut Antarctique.

Les Notothénioïdes présentent une diversité d'espèces. Les espèces vivant dans le Haut Antarctique présentent des adaptations à leur milieu de vie comme la présence d'une protéine antigél. Parmi ces espèces, certaines ne possèdent pas d'hémoglobine fonctionnelle. Les chercheurs ont déterminé que ce phénotype est apparu dans une population ancestrale vivant déjà dans des eaux froides: la fréquence de ce phénotype a varié sous l'effet du hasard.

Par contre, le réchauffement climatique qui touche actuellement l'Antarctique pourrait entraîner la disparition des poissons des glaces: l'élévation de la température des eaux entraînerait alors une diminution de la solubilité du dioxygène dans l'eau. Une pression sélective négative s'exercerait sur les poissons des glaces pouvant entraîner la disparition de ces espèces de Notothénioïdes à sang blanc.