

# VARIATION DANS LES POPULATIONS NATURELLES

## DIFFERENTS TYPES DE VARIATIONS

Selon les paramètres étudiés, on a les variations perçues comme **continues** ou **discontinues**.

Les traits phénotypiques qui varient de façon continue (taille, poids, quantité d'une molécule produite) sont le plus souvent gouvernés par un grand nombre de gènes. Ces différents gènes peuvent avoir des effets additifs ou interagir entre eux (interactions épistatiques). Ces effets sont plus étudiés en génétique quantitative.

Les caractères qualitatifs (à plusieurs états : pois lisses ou ridés, yeux rouges ou bleus) sont déterminés par un plus petit nombre de gènes.

L'analyse de la variation phénotypique dans les populations naturelles passe par la prise en compte de différents processus qui vont influencer cette variation.

- **Accommodation** : résultat de l'influence directe du milieu. Lorsque les individus sont placés dans les mêmes conditions, ces différences s'effacent. L'accommodation est le résultat de la plasticité phénotypique.
- **Adaptation** : on parlera d'adaptation lorsque les différences phénotypiques résultent de différences génétiques et que ces différences sont le fruit de la sélection naturelle. On a ici une action indirecte du milieu. Les mutations vont entraîner des différences génétiques et la sélection a accentué ces différences. Sur le terrain (d'un point de vue spatial), lorsque la variation génétique et phénotypique est perçue de façon continue, on parle **d'écocline**. Lorsqu'elle est discontinue, on parle **d'écotype**.

**Exemple** : variation de la cyanogénèse dans les populations naturelles du trèfle rampant

Cyanogénèse = libération d'acide cyanhydrique (HCN) après dilacération des feuilles

Il y a deux gènes impliqués dans la production d'acide cyanhydrique :

Un locus Ac : 2 allèles A>a qui permet de produire deux cyanoglucosides (linamarine, lautostaline)  
→ produits dans les vacuoles

Un locus Li : 2 allèles L>l qui permet la production d'une enzyme : la linamarase → produites dans les parois des cellules épidermiques foliaires.

- Lorsque la feuille est déchirée, l'enzyme rentre en contact avec les cyanoglucosides et il y a production d'HCN

Le phénotype cyanogène est déterminé par la présence d'un allèle dominant à chaque locus

- AL : glucoside et enzyme
- Al : juste glucoside
- aL : juste l'enzyme
- al : rien du tout

Dans le sud ouest de l'europe, il y a surtout des plantes cyanogènes. Plus on monte vers le nord, plus cette abondance diminue. De même, dans les Alpes, plus on est en altitude, plus l'abondance des plantes cyanogènes diminue. On a pu observer une distribution géographique et écologique particulière des phénotypes associés à la cyanogénèse. Plus précisément, la fréquence des plantes

cyanogènes est plus élevée dans les régions chaudes tandis que la fréquence des phénotypes non cyanogènes augmente avec le froid.

**Hypothèse I** : la cyanogénèse comme moyen de défense contre l'herbivorie

Distribution des petits invertébrés qui consomment les plantes est liée aux températures → rôle sélectif indirect des températures sur la distribution des phénotypes cyanogènes.

**Hypothèse II** : action directe du froid

Le froid active les enzymes qui dégradent les glucosides cyanogènes → émission d'HCN qui inhibe les enzymes respiratoires, d'où un désavantage des plantes cyanogènes (par rapport aux plantes acyanogènes) en l'absence d'herbivores.

**CONCLUSION** : les variations génétiques ne sont pas organisées au hasard dans les populations naturelles

On a des corrélations entre variation de fréquences alléliques et milieu qui permettent de poser l'hypothèse de facteurs sélectifs.

Mise en évidence expérimentale ?

Complexité des mécanismes mis en jeu ?

## NOTION DE POLYMORPHISME

### a) POLYMORPHISMES MORPHOLOGIQUES CLASSIQUEMENT ETUDIÉS EN GP

Polychromatisme chez l'escargot :

Déterminisme polygénique : 4 gènes épistatiques (la présence d'un certain allèle va déterminer la dominance entre les allèles voisins).

Polychromatisme chez la phalène du bouleau :

Forme claire : allèle d

Forme mélanique : allèle D

### b) POLYMORPHISME CHROMOSOMIQUE

Ils peuvent être détectés par l'observation cytologique des chromosomes.

Ex : les boucles d'inversion dans les populations naturelles de drosophiles aux USA étudiées par

**Theodosius Dobzhansky, qui** est un illustre scientifique et est le père du Neo Darwinisme dans les années 50 en Californie.

« Rien en biologie n'a de sens qu'à la lumière de l'Evolution ».

Mais une boucle d'inversion, qu'est ce que c'est Jamie ?

Ce sont des cassures sur les chromosomes qui échangent l'ordre des gènes.

Dobzhansky a remarqué que des drosophiles présentaient des inversions. Il a nommé ces inversions selon l'endroit où il les a découvertes pour la première fois. Il a remarqué que certaines variations étaient plus fréquentes chez certaines populations ; qu'elles changeaient selon l'environnement.

Les polymorphismes d'inversion ont été observés dans plusieurs populations naturelles. On a noté une variation géographique, altitudinale et saisonnière.

Les différentes inversions montrent des valeurs adaptatives différentes selon l'environnement.

Dobzhansky a vérifié ces variations de façon expérimentale et il a pu montrer comment certaines structures génotypiques étaient plus avantageées selon la température.

### c) POLYMORPHISMES MOLECULAIRES

Les « bons » marqueurs moléculaires :

C'est un marqueur de diversité. Ils sont :

- très polymorphes (permettent la discrimination génétique des individus)
- allèles co-dominants (distinction des homozygotes/ hétérozygotes)
- faciles d'accès (technique, coût, rapidité)
- reproductibles, comparables
- selon objectif de l'étude : sélectivement « neutre »

**Polymorphisme enzymatique :**

Extraction des protéines solubles

Dépôt sur gel (acrylamide, amidon...) électrophorèse

Révélation (réaction enzyme x substrat) → interprétation génétique (isozymes, allozymes).

Si les deux protéines ne sont pas au même niveau sur le gel, cela veut dire qu'elles ont une différence d'allèle.

Les micro satellites sont des courts motifs de séquences répétés en tandem (à la queue leuleu) un nombre variable de fois.

Ex : -----TA TA TA ----- (allèle TA trois fois)

-----TA TA TA TA TA ----- (allèle TA 5 fois)

Ici, le polymorphisme correspond au nombre de répétitions.

Mise en évidence du polymorphisme : technique d'amplification (PCR) du locus microsat.

Ici le locus est la région concernée par la répétition (à savoir les trois TA du dessus et les 5 TA du dessous).

**PCR** = Polymerase Chain Reaction. Elle consiste à amplifier et cibler de manière spécifique une région du génôme.

Pour cibler la séquence d'intérêt, on utilise des amorces (primer) qui sont oligonucléotides (10-20 pb) de séquence complémentaire de la région flanquant la région d'intérêt.

On fait ensuite une électrophorèse et dans l'exemple précédent, on a trois cas de figure.

**Mesure de la diversité génétique :**

- diversité allélique
  - nombre moyen de locus polymorphes P
  - ombre moyen d'allèles / locus (A)
- hétérozygotie :
  - hétérozygotie espérée  $H_e$  → probabilité que deux gènes pris au hasard portent différents allèles.  
 $H_e = (2n / 2n - 1) \times (1 - \sum p_i^2)$   $p_i$  = fréquence de l'allèle i
  - hétérozygotie observée  $H_o$

$$H_o = \sum H_{ij}$$

- diversité moléculaire (séquences nucléotidiques)
  - nombre de sites variables (polymorphes ) S
  - diversité nucléotidique : nombre moyen de différences entre deux séquences.