Evolution de la beauté

Valérie Meylan, Anthony Massini, Melissa Jaquier, Lucien Genoud Supérviseur Micha Hersch

Nous nous sommes intéressés à l'effet de la sélection sexuel sur la sélection naturelle. Nos réflexions provenaient essentiellement du livre The Evolution of Beauty de Richard Prum, un ornithologue qui s'intéresse aux caractères secondaires sexuels.

La question de notre projet était de savoir si la sélection sexuelle était capable de contrebalancer la sélection naturelle.

Nous nous sommes également intéressés au concept de runaway ou emballement fisherien.

Nous avons modélisé ceci à travers 2 systèmes, le premier était le système système déterministe de Lande-kirkpatrick et le second un modèle stochastique.

Les systèmes dynamiques

Les systèmes dynamiques sont des systèmes qui évoluent au cours du temps. Dans notre étude, nous avons analysé l'évolution moyenne d'un caractère sexuelle secondaire masculin au cours des générations à l'aide du système matriciel de Lande. :

$$\begin{pmatrix} \dot{\bar{x}} \\ \dot{\bar{y}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\alpha G & \beta G \\ -\alpha B & \beta B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \end{pmatrix}$$

x= trait mâle

$\bar{x}$= trait moyen dans la population

$\dot{\bar{x}}$= évolution du trait moyen dans la population au cours des générations

y= préférence des femelles pour les traits mâles

$\bar{y}$= préférence moyenne des femelles pour les traits mâles

$\dot{\bar{y}}$= évolution de la préférence moyenne des femelles au cours des générations

α= force de la sélection naturelle sur le trait

β= force de la sélection sexuelle (importance de la préférence des femelles)

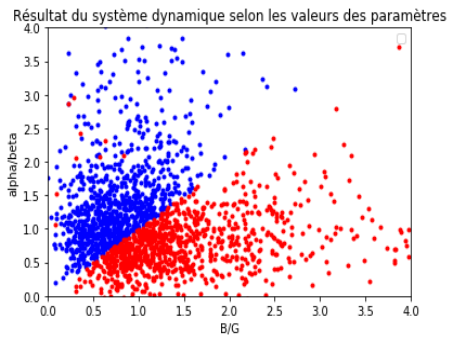
G = à quel point le trait x est modifiable génétiquement par la sélection naturelle

B= à quel point la sélection sur le trait influe sur l'évolution de la préférence, à quel point les deux sont génétiquement corrélés

A l'aide de cette matrice et de ses valeurs propres si le trait moyen d'une population allait plutôt converger vers une valeur ou diverger selon les grandeurs que l'on donnait à α, β, G et B. Nous avons ainsi formulé les hypothèses suivantes :

- Si $\frac{\alpha}{\beta} < \frac{B}{G}$, le système était divergeant, la sélection naturelle était donc plus faible que la sélection sexuelle.
- Si $\frac{\alpha}{\beta} > \frac{B}{G}$, le système convergeait, la sélection naturelle était plus forte que la sélection sexuelle.

Nous avons codé une fonction qui retournait un graphique pour des valeurs aléatoires des 4 paramètres. La fonction indiquait aussi quelles était les valeurs des paramètres et si le système était convergent ou divergent, nous l'avons simulé 2000 fois pour vérifier si notre théorie était appliquée en pratique.



On constate que notre hypothèse est vérifiée. Il y a une droite de pente 1 et passante par l'ordonnée à l'origine. Les points rouges dans la partie bleue n'étant qu'une erreur d'interprétation de python, étant effectivement divergeant.

On valide donc nos hypothèses, si $\frac{\alpha}{\beta} < \frac{B}{G}$ le système est divergeant, la sélection naturelle est plus faible que la sélection sexuelle. Dans le cas inverse, la sélection naturelle est plus forte que la sélection sexuelle.

Figure 1: graphique système déterministe. Si le système était divergeant le point sur le graphique final était rouge. Au contraire, si le système était convergent, le point était bleu.

Système stochastique

Dans le cas d'un système stochastique nous ajoutons une part d'aléatoire. Ce système permet de se rapprocher plus fortement de ce qui est observé dans la nature. En effet, il n'est pas rare d'observer dans les milieux naturels des événements inattendus. L'aléatoire est ajouté dans la sélection des mâles et dans leur survie. Tant les mutations que ces paramètres vont avoir une part d'aléatoire ajouté par une probabilité de type gaussienne.

Nous avons implémenté dans ce système un sigmaN et un sigmaS, représentant respectivement la sélection naturelle et la sélection sexuelle. Ces deux sigmas suivent aussi une courbe gaussienne pour permettre une part d'aléatoire. Nous avons constaté qu'avec un sigmaS petit, donc une sélection sexuelle forte, nous avons la création de deux sous populations. Si ce dernier est petit alors la valeur du trait d'intérêt va être légèrement biaisée. Cela prouve l'influence de la sélection sexuelle dans ce modèle. Il existe donc un compromis qui se crée entre la sélection sexuelle et naturelle, comme observé en figure 2 ci-dessous.

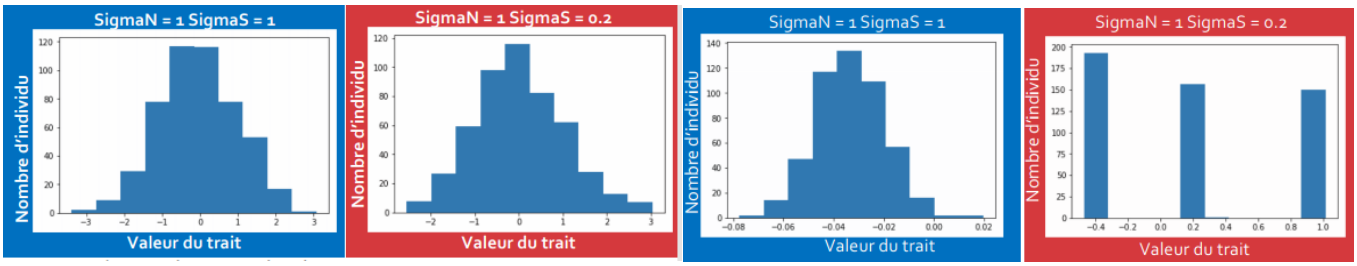


Figure 2 . Deux sous populations soumises à des sélections différentes, en rouge un sélection sexuelle forte, en bleu deux même sélections

Notre modèle possède un seul défaut qui est le runaway. En effet, avec un taux de mutation relativement haut et une sélection sexuelle forte il n'y a pas de formation de sous population. Nous imaginons donc que la mutation prend le pas sur la sélection sexuelle et que celle-ci est annihilé

Conclusion

Avec ce projet nous avons pu constater qu'en ayant une sélection sexuelle forte et une sélection naturelle faible nous pouvions avoir la formation de deux sous-espèces. Nous pensons donc que la sélection sexuelle joue un rôle dans la formation d'espèce, selon notre modèle. Nous constatons aussi que malgré une sélection naturelle forte et une sélection sexuelle faible il a quand même une légère modification de la valeur du trait, ce qui démontre encore son rôle qui n'est pas totalement inutile.

Nous avons aussi remarqué qu'avec un taux de mutation fort l'effet était que sur le long terme aucune sous population ne va pouvoir se former. Cela veut dire qu'il n'y aura qu'une seule population qui va être présent, sous entendant que la sélection sexuelle ne joue plus de rôle.

Si notre temps était plus long nous aurions essayé de trouver les paramètres permettant un effet de runaway dans le système stochastique ainsi que de faire des traits qui ne sont pas simplement de chiffres mais pourrais devenir des traits et qu'on pourrait voir évoluer.