Écophysiologie évolutive: Comment déterminer qu’un trait est une adaptation - partie 2.

<https://youtu.be/zQnvPhyTunA>

Transcription : Nadia Aubin-Horth

CC-BY

[Musique]

On a vu dans une capsule précédente qu'on peut faire des observations en nature ou utiliser l'histoire évolutive d'un trait pour émettre des hypothèses à propos d'un trait,

par exemple, pour émettre l'hypothèse que ce trait là est une adaptation.

Mais on a vu que il fallait passer la vitesse supérieure puis à pouvoir tester les prédictions qui découlent de cette hypothèse là et pour ça on doit absolument faire des manipulations expérimentales.

En fait en faire si on peut en faire pour vraiment déterminer, tester que ce trait là est effectivement une adaptation

Si on regarde la définition de l'adaptation, on voit que, ça sera quoi la cible de nos méthodes expérimentales.

On veut voir si le phénotype améliore la survie ou la reproduction.

Donc, on va pouvoir mesurer la survie ou la reproduction, c'est obligatoire

et on dit que c'est... il augmente la survie ou la reproduction relativement aux valeurs alternatives de ce trait là

ça veut dire qu'il faudrait comparer des valeurs d'un trait qui par exemple nous semble être une adaptation

à d'autres valeurs de trait. Il faudrait que le trait ait une valeur différente pis qu'on compare la survie ou la reproduction pour les deux, au moins les deux, et peut-être plus que deux.

Et il faut le faire dans un environnement donné. Ça veut dire qu'il faudrait recréer l'environnement ou au contraire garder notre individu comme il est là et mesurer sa survie et sa reproduction dans un autre environnement et dans l'environnement dans lequel on le retrouve habituellement pour voir si effectivement sa survie est meilleure avec ce trait là dans cet environnement là en particulier.

C'est vraiment important qu'une adaptation c'est toujours par rapport à un environnement particulier.

Donc, la première chose qu'on pourrait faire ça serait de changer l'environnement

et de voir comment ça affecte notre fitness, notre survie, notre reproduction. Comment on fait ça? On fait ça avec une expérience de transplantation.

La transplantation tout simplement dire que ça vient de l'étude des plantes, on va utiliser étudier des plantes, du blé disons, dans un environnement,

puis on va dire "il croit vraiment bien ici" on va aussi le faire croire dans un environnement beaucoup plus sec

puis voir si ses caractéristiques physiologiques, son moment de germination etc

vont encore lui donner une bonne survie et une bonne reproduction dans cet autre environnement-là

Puis sinon si son fitness est meilleur dans son environnement original que dans l'autre,

bien quand on a fait la transplantation, on voit bien que la survie est moindre,

donc ça nous permet de dire ben ce trait là c'est une adaptation dans cet environnement là. Ici on a un schéma qui représente justement une expérience de transplantation

On a notre plante dans son environnement original qui est tempéré,

puis on va avoir la plante qui va être dans un environnement où on va augmenter la température, comme par exemple pour simuler un changement climatique c'est l'environnement 2 là, qui notre traitement. Et on va avoir, on voit que la température est plus élevée dans le traitement là qui est en bleu et on va après plusieurs semaines, après deux mois on va pouvoir mesurer des caractéristiques de la plante.

Ici, on a mesuré, on a le graphique du nombre de fleurs en fonction de l'environnement

est-ce qu'on est dans l'environnement témoin ou dans notre traitement et on va voir que cette plante là, dans l'environnement original qui simule son environnement où on la retrouve habituellement, le nombre de fleurs est plus élevé

que lorsque on la met dans un traitement où la température est beaucoup plus élevée, à ce moment-là le nombre de fleurs va être moindre.

On voit aussi représenté dans la petite bande dessinée là que la croissance en général de la plante est moindre dans l'environnement 2 là,

qui est le traitement de haute température. Donc le nombre de fleurs c'est un estimé de la reproduction,

que cette plante là va faire, donc ça nous indique que le fitness est effectivement meilleur pour la plante

avec les traits qu'elle a dans l'environnement original que lorsqu'on l'a transplantée

Dans notre définition d'une adaptation on a aussi dit que c'était cette valeur là du trait qui a, qui améliore la survie comparativement aux autres valeurs du trait.

Donc on pourrait aussi changer la valeur du trait, puis ça on appelle ça faire de l'ingénierie phénotypique.

Notre prédiction c'est que on va avoir notre plante originale ou notre animal ou notre champignon original

puis on va modifier le trait, on va faire de l'ingénierie phénotypique, sans changer l'environnement,

et on va mesurer le fitness dans les deux cas, une variable qui nous donne une idée du fitness dans les deux cas,

avec le phénotype original et le phénotype modifié, quand on a changé la valeur du trait, est-ce que le fitness change?

Notre prédiction c'est que oui le fitness va être moins bon quand on altère le trait,

quand on le modifie la survie, la reproduction, ou un autre proxy de fitness, devrait être moindre

Une chose que tu es intéressante avec l'ingénierie phénotypique c'est que si on était dans une population où tous les individus ont la même valeur de trait, bien c'est difficile de relier la valeur du trait avec la survie parce que tout le monde a une bonne survie! Donc on peut créer par ingénierie phénotypiques des individus qui sont différents les uns des autres

Dans ce cas-ci, chez cet oiseau là, ici on a des mâles où la reproduction est reliée au fait d'attirer des femelles dans son territoire

et dans ce cas-ci on a modifié on a fait de l'ingénierie phénotypique de la morphologie des plumes

et les mâles avec de plus ou moins longues plumes ont en haut on voit le nombre de nids moyens par mâle,

donc, combien de femelles il a pu avoir sur son territoire, chaque femelle est dans un nid, et on voit que on a soit au milieu en orange on a les contrôles,

le contrôle 1 c'est on a coupé les plumes puis on les a recollées, donc c'est plus pour la manipulation de l'animal,

de lui avoir mis  de la colle sur ses plumes,

Le contrôle 2 c'est un animal auquel on n'a pas touché,

À gauche complètement avec le triangle bleu on a la queue qui est raccourcie

et à droite le traitement où on va allonger les plumes de la queue du mâle pour après ça mesurer le fitness.

Là, ici, on a le nombre de nids seulement après le traitement il faut s'imaginer dans l'expérience originale ils avaient aussi mesuré ces mâles là lorsqu'on ne les touche pas avant, à leur première saison de reproduction, parce qu'ils en ont deux, à la première ils n'avaient rien touché, là maintenant on regarde seulement le résultat

de quoi l'air leur succès de reproduction estimé par le nombre de nids dans leur territoire selon ce qu'on a fait comme traitement donc on a manipulé leur phénotype

puis en bas on a carrément le fitness de ces mâles-là et on voit que le fitness est plus bas,

attention, ils ne sont pas dans le même ordre là c'est les contrôles, ensuite les plumes raccourcis et ensuite les plumes allongées.

Les plumes raccourcis il y a peu de femelles qui ont choisi les mâles, le territoire de ces mâles là

qui ont voulu se reproduire avec lui, donc ici on a un effet de sélection sexuelle si on veut, plus que de la sélection naturelle

mais c'est un bon exemple d'ingénierie phénotypique

et notre carré vert nous montre que lorsqu'on allonge les plumes, les mâles ont un meilleur succès que les mâles à qui on touche pas

à nos mâles qui sont nos contrôles, nos témoins.

Une façon complètement  différente d'étudier les adaptations c'est de faire de l'évolution expérimentale

à ce moment-là c'est nous qui allons contrôler l'environnement on va dire je veux étudier l'effet de la sécheresse sur, pour savoir quel traits vont changer en réponse à ce défi de l'environnement là

Ici on a un exemple avec des plantes où on a commencé avec un pool commun de semences qu'on a divisé en deux

expériences d'évolution expérimentales dans un cas on a laissé les précipitations normales

c'est ce  qu'on voit en haut, dans l'autre on a créé des sécheresses durant l'été et de façon répétée on voit que ça va de 2008 à 2016 là, ça c'est tiré d'une vraie expérience,

donc sur plusieurs années il y a eu évolution expérimentale dans deux conditions: soit sécheresse ou précipitations normales. Après ça on récolte les semences et on peut faire des expériences spécifiques où on va mesurer qu'est-ce qui change dans les traits physiologiques:

est-ce que c'est de la morphologie qui change, est-ce que le type de croissance est modifié etc

et on pourrait aussi s'intéresser à est-ce qu'il y a des changements dans les hormones de croissance des plantes, dans le fonctionnement des stomates, l'épaisseur

de la cuticule,

toutes sortes de choses au niveau physiologique, l'expression des gènes

et aussi voir est-ce que ces changements-là sont dus à des... est-ce qu'il y a eu évolution, est-ce qu'il y a des changements de fréquences alléliques,

des changements de génotype, est-ce qu'on peut trouver quels gènes ont changé, ont eu des mutations qui mènent à ces changements de phénotype là qui permettent de survivre dans l'environnement de sécheresse

Les possibilités sont vraiment super intéressantes avec l'évolution expérimentale pour les espèces évidemment pour lesquelles c'est possible de le faire.

Donc on a vu dans la première capsule que on peut faire des observations en nature et utiliser l'histoire évolutive du trait afin de d'émettre des hypothèses sur les traits, que ces traits là sont peut-être une adaptation et on peut faire des prédictions mais si ce trait là est une adaptation je devrais voir ça quand je fais ça, et ça ben, ces prédictions là, on les teste avec des manipulations expérimentales où on change le trait ou l'environnement et il y a aussi un autre outil qui est différent qui nous permet aussi d'étudier les adaptations c'est l'évolution expérimentale où on contrôle la variable environnementale qui va avoir un effet

qui va créer une pression de sélection sur nos individus puis on regarde est-ce qu'il y a une réponse et si oui elle est dans quel type de trait:

physiologique, morphologique, les deux, les combinaisons, et on peut même le faire pour plusieurs populations différentes

et voir si l'évolution mène toujours à la même chose, si la pression de sélection mène toujours à la même solution

Donc c'est comme ça qu'on étudie les adaptations!