



Biodiversité & changements globaux

Ce document est la transcription révisée, chapitrée et illustrée d'une vidéo du MOOC UVED « Biodiversité et changements globaux ». Ce n'est pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots et l'articulation des idées sont propres à l'intervention orale de l'auteur.

Réponses plastiques aux changements globaux : le cas des mésanges

Anne CHARMANTIER

Directrice de recherche, CNRS

Cet exposé porte sur la plasticité phénotypique, en prenant le cas particulier des oiseaux insectivores de nos forêts tempérées, notamment le cas des mésanges.

1. S'adapter au changement climatique

Une des composantes des changements globaux, c'est le changement climatique rapide enregistré depuis le début du siècle dernier. Depuis 1900, la température moyenne sur Terre a augmenté de 0,7 degré. Les organismes qui occupent nos paysages vivent dans un milieu plus chaud que celui qu'ils ont connu ces 1000 dernières années. Si certains organismes profitent de cette chaleur, on sait que de nombreuses espèces de plantes et d'animaux en souffrent. En écologie évolutive, on s'intéresse à comprendre comment ces organismes pourraient s'adapter au changement climatique et à quelle vitesse.

Pour éviter le déclin, les êtres vivants qui souffrent du changement climatique ont trois solutions :

- partir vers un autre lieu de vie qui leur est plus favorable. On voit alors des aires de distribution d'espèces se déplacer ;
- s'adapter par évolution génétique, mais cela prend du temps ;

- modifier leur mode de vie, leur comportement, leur physiologie, leur morphologie, par plasticité phénotypique.

La plasticité est la capacité d'un être vivant à modifier ses caractéristiques et donc ses traits, lorsque son environnement change. Je vais en parler avec l'exemple des mésanges.

2. Cycle de vie de la mésange

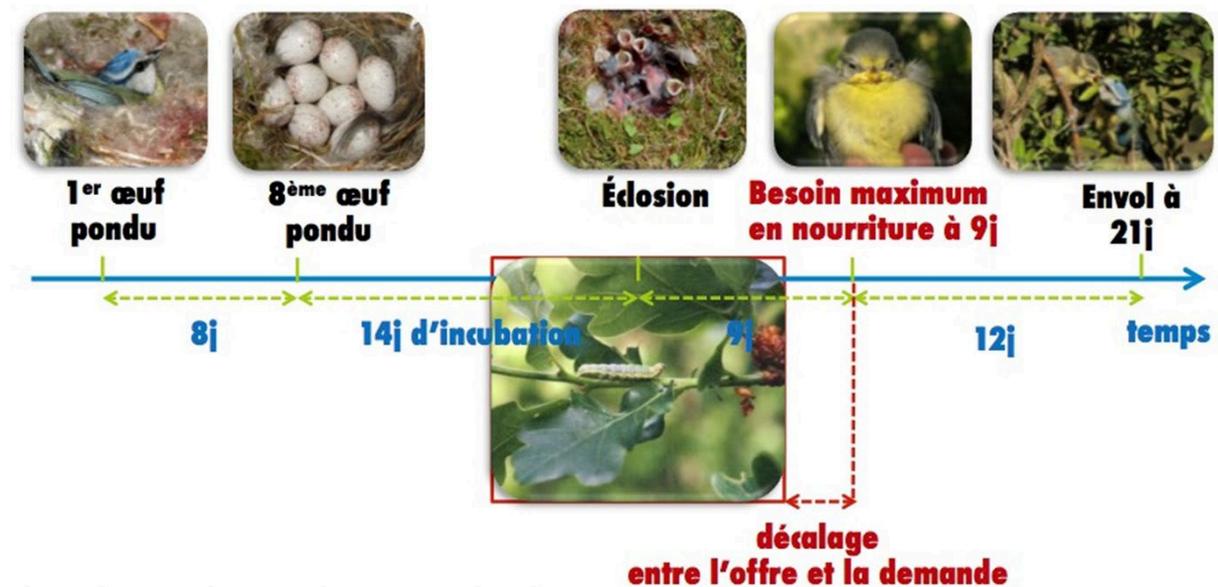


Photo et schéma : A. Charmantier

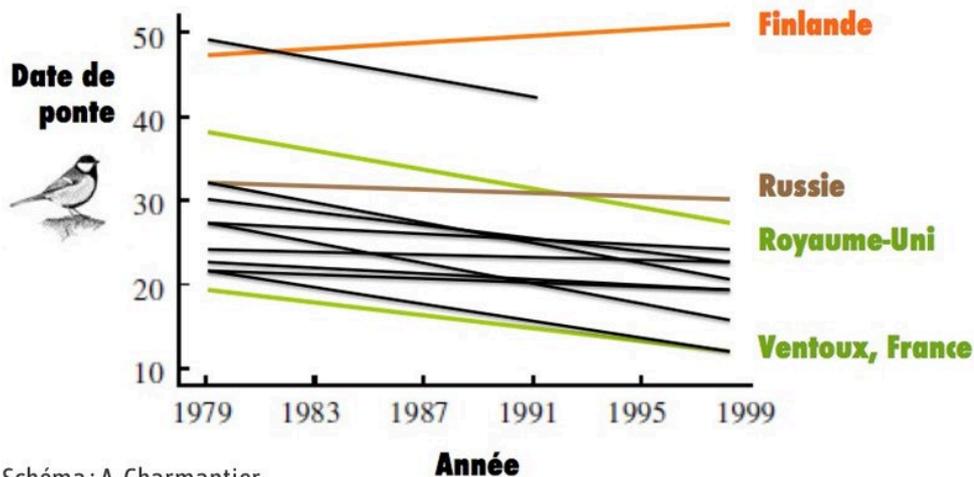
La figure ci-dessus illustre le cycle de vie chez la mésange bleue. Une femelle pond ses œufs, les incube et, à l'éclosion, les poussins sont nourris par les deux parents dans le nid, jusqu'à leur envol du nid, à environ 21 jours environ. Ils deviennent capables de se reproduire l'année suivante. Élever une nichée d'une dizaine de poussins relève de l'exploit, car on estime qu'il faut environ 1 800 chenilles pour élever un seul poussin jusqu'à l'envol. Le défi des parents est donc de trouver ces chenilles dans l'environnement. Ainsi, tous les ans, les mésanges sont confrontées à cette question cruciale : quand doit être initiée la ponte des œufs pour que les poussins puissent être nourris de chenilles ? En effet, les chenilles ne sont disponibles dans la forêt que durant une courte fenêtre temporelle qui dure deux semaines environ. Vers fin mars, début avril, la femelle et son partenaire doivent préparer le nid et initier la ponte du tout premier œuf. Suite à cette première ponte, la femelle pond un œuf par jour, donc pour une couvée de 8 œufs, il faut 8 jours. Ensuite, elle incube les œufs durant 14 jours. Au terme de cette couvaison, les poussins éclosent tous le même jour. C'est à environ 9 jours que les poussins ont un besoin maximum en nourriture. Ainsi, la décision de pondre le tout premier œuf se fait presque 1 mois avant le moment crucial de la croissance des poussins. Cette ponte doit être initiée de sorte que les poussins aient 9 jours lorsque les chenilles sont abondantes dans la forêt.

3. Phénologie et changement climatique : observations

Au fil de leur histoire évolutive, les mésanges ont évolué pour caler leur reproduction sur la phénologie, c'est-à-dire le cycle de vie des chenilles, la nourriture principale pour leurs poussins. Cependant, le réchauffement climatique induit, depuis quelques années, un avancement drastique de la période d'abondance des chenilles dans les forêts. Ça crée un décalage dans certaines populations entre le besoin en nourriture des poussins et l'abondance des chenilles, si les mésanges ne changent pas leur date de reproduction. Ceci peut avoir des conséquences, parfois dramatiques, pour les populations d'oiseaux. En Europe, de nombreuses études et de nombreux groupes de recherche s'intéressent à l'adaptation des oiseaux en utilisant des nichoirs pour suivre la reproduction des oiseaux d'une année sur l'autre. Ce type d'approche longitudinale nous a notamment permis d'analyser et d'étudier les dates de reproduction, donc la phénologie, des mésanges charbonnières dans une forêt en Angleterre au cours d'un demi-siècle. Au fil de ce demi-siècle, les mésanges ont avancé leur date de reproduction, donc leur date moyenne de ponte, de 14 jours. Étonnamment, le cycle des chenilles, et donc leur période d'abondance dans la forêt, a lui aussi avancé exactement de 14 jours au printemps. Ainsi, la phénologie des mésanges et celle des chenilles sont étroitement corrélées, ce qui permet aux poussins d'être bien nourris dans cette population, et donc à la population de très bien se porter, même lors de printemps très chauds. Il est intéressant de constater avec ce dernier graphe que si l'on représente la corrélation entre la date de ponte des mésanges et non plus l'abondance de leurs proies, mais la chaleur printanière accumulée, cette corrélation est encore plus forte que la précédente. Ça laisse supposer que la chaleur au printemps est certainement un des indices principaux utilisés par les mésanges pour déclencher leur reproduction.

4. Phénologie et changement climatique : analyse

Pour expliquer l'avancée de la date de ponte des oiseaux au cours du temps de 14 jours en un demi-siècle, on peut émettre deux hypothèses. La première est que cette population a évolué génétiquement sous l'action de la sélection naturelle qui favorise les femelles les plus précoces. La deuxième est l'hypothèse de la plasticité phénotypique. En analysant les données récoltées sur les mêmes individus tout au long de leur vie, on a pu démontrer statistiquement que ce réajustement rapide de la date de reproduction des oiseaux était dû non pas à une évolution génétique qui aurait pris plusieurs générations, mais bien à de la plasticité phénotypique, c'est-à-dire que chaque femelle de mésanges est capable d'ajuster sa date de ponte en fonction de la chaleur printanière. Si ceci est vrai dans certaines populations de mésanges, ce n'est pas universel. Parfois, les femelles n'ajustent pas leur date de reproduction de manière optimale. Sur le graphe ci-dessous, on représente les changements de date de ponte moyenne au fil des temps, pour plusieurs populations sur l'ensemble d'aire de distribution de la mésange charbonnière en Eurasie.



Vous pouvez constater que si dans beaucoup de populations, comme les populations en vert du Royaume-Uni et de la France, on voit bien une avancée des dates de reproduction au fil du temps, il y a certaines populations, comme en Russie, qui ne montrent pas de changement de la date de ponte et d'autres populations, comme en Finlande, où on a un délai printanier des dates de reproduction des mésanges. Dans les populations où la plasticité n'est pas encore suffisante pour répondre aux défis du changement climatique, un décalage croissant peut s'établir entre le besoin en nourriture des poussins et l'abondance de nourriture dans les milieux. Il s'ensuit une forte mortalité des poussins.

En 2014, nous avons établi un bilan sur toutes les études qui s'étaient intéressées au changement de date de migration et de date de ponte des oiseaux suite au réchauffement climatique. L'ensemble de ces études montraient qu'une avancée de ces dates de ponte depuis un demi-siècle est très fréquente, c'est-à-dire que de nombreuses espèces d'oiseaux migrent et se reproduisent plus tôt dans l'année, au printemps. Si une vingtaine d'études montrent que cette avancée est due à de la plasticité phénotypique, comme on l'a montré ici, aucune n'a pu démontrer un rôle important de l'évolution génétique des populations. Cependant, on pense que la sélection naturelle peut favoriser l'évolution de la plasticité puisqu'elle peut elle-même évoluer si la sélection naturelle favorise les femelles les plus plastiques. Les populations deviendront alors de plus en plus plastiques.

5. Perspectives

Parmi les perspectives pour nos recherches à l'avenir, nous tentons de répondre à deux questions. La première question s'intéresse à comment les mésanges arrivent à connaître à l'avance la date optimale de reproduction : quels sont les indices que les mésanges captent dans leur environnement pour prédire la phénologie des chenilles ? On a parlé des températures, mais on sait que ce n'est pas le seul indice qu'elles utilisent. La deuxième question, c'est pourquoi certaines populations arrivent à relever le défi du changement

climatique grâce à la plasticité individuelle, alors que d'autres populations n'y arrivent pas et sont en déclin ?