

# Une affaire de climat ?

La plupart des organismes vivants dépendent des conditions climatiques pour se reproduire. Quelles conséquences le réchauffement planétaire aura-t-il sur leur reproduction ?

> PAR ISABELLE CHUINE, CHARGÉE DE RECHERCHE AU CENTRE D'ÉCOLOGIE FONCTIONNELLE ET ÉVOLUTIVE DU CNRS À MONTPELLIER

**P**lante ou animal, le climat joue un grand rôle dans le succès de reproduction. Les animaux homéothermes, c'est-à-dire à sang chaud, sont dépendants indirectement des conditions climatiques pour se reproduire. Le climat affecte le succès de reproduction de ces organismes au travers de la ressource en nourriture disponible pour les juvéniles, mais aussi les adultes. En revanche, les plantes et les animaux poïkilothermes, c'est-à-dire à sang froid, sont directement dépendants des conditions climatiques.

Le cycle annuel de développement de ces organismes est en effet piloté par les conditions météorologiques des mois précédant la période de reproduction. Par exemple, un arbre (plante pérenne) effectue chaque année un cycle saisonnier marqué par des événements qui se déroulent toujours dans le même ordre. Le cycle débute par la production de fleurs (noisetier, cerisier, etc.) ou de feuilles (chêne, vigne, etc.). La production des nouvelles feuilles s'effectue d'abord par le débourrement (du nom de la bourre, substance cotonneuse présente dans les bourgeons de certains arbres, comme le marronnier), c'est-à-dire par l'éclatement des bourgeons, immédiatement suivi de la feuillaison avec l'apparition des nouvelles feuilles déployées. Ce cycle se poursuit par la production de fruits issus des fleurs fécondées, puis par la sénescence des feuilles, qui se décolorent sous l'effet de la résorption des pigments, c'est-à-dire le rapatriement des pigments des feuilles vers les réserves. L'arbre récupère ainsi une grande partie de l'azote dont il a besoin, élément difficile à acquérir pour lui par rapport au carbone qu'il est capable d'assimiler sous forme de dioxyde de carbone grâce à la photosynthèse.

Ces événements qui ponctuent le cycle annuel de la faune et de la flore caractérisent nos saisons depuis la nuit des temps et l'étude de ces événements porte un nom : la phénologie, ou étude des événements périodiques dont l'occurrence est liée aux variations saisonnières du climat. Ces événements sont, par exemple, la floraison et la fructification des plantes, la feuillaison et la coloration des feuilles des arbres, l'arrivée des oiseaux migrateurs, l'apparition des formes adultes de certains insectes, comme les lépidoptères. On parle également de phénologie pour les glaciers, qui possèdent une activité liée aux variations saisonnières du climat.

**Du rythme saisonnier des plantes et des animaux à sang froid.** Sous nos latitudes tempérées, les plantes et les animaux poïkilothermes ont mis au point une adaptation à la mauvaise saison, l'hiver. Cette adaptation consiste en une stratégie d'évitement des conditions hivernales, qui ne sont pas propices à l'activité physiologique de ces organismes, car trop froides. Cette stratégie revêt les noms de dormance chez les plantes et de diapause chez les animaux.

La dormance et la diapause sont des états d'inactivité physiologique quasi totale de l'organisme, quelles que soient les conditions extérieures. Les bourgeons des arbres entrent en dormance dès la fin de l'été. Il s'agit de bourgeons formés pendant la croissance des tiges durant le printemps et la belle saison. Ces bourgeons contiennent déjà toutes les cellules nécessaires à la constitution de nouvelles feuilles ou de nouvelles fleurs. S'ils poursuivaient leur développement après leur création, ils formeraient de nouvelles feuilles ou fleurs à l'automne, qui gèleraient à un moment ou un autre au cours de la saison ou pendant l'hiver, ce qui serait une pure perte pour l'arbre.

## UN CYCLE ANNUEL PILOTÉ PAR LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

La production de feuilles à l'automne aurait également d'autres conséquences physiologiques graves pour l'arbre, qui pourraient compromettre sa survie. En effet, les feuilles, comme tout organe vivant, respirent et nécessitent donc la circulation d'eau dans la plante. En période de gel, la circulation de la sève peut engendrer de la cavitation (formation de bulles après le dégel de la sève) et l'embolie totale de l'arbre. Pour éviter ces dysfonctionnements physiologiques, les nouveaux bourgeons entrent en dormance dès leur création. Ils stoppent ainsi leur développement pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois, quelles que soient les conditions extérieures.

Pour sortir de cette dormance, les bourgeons doivent recevoir du froid, ce qui arrive normalement pendant l'hiver sous nos latitudes. Après un certain nombre de jours, la dormance est levée et l'activité physiologique des bourgeons peut reprendre, dès lors que les conditions de température sont favorables. L'arbre a alors besoin de chaleur pour que cette activité ait lieu. La croissance cellulaire reprend à ce moment-là ; elle est d'autant plus rapide que la chaleur augmente. Ainsi, lorsque le printemps est chaud, les arbres fleurissent-ils précocement, et inversement.

Les conditions climatiques après la floraison sont également capitales pour le succès de la fructification, le développement de fruits nécessitant des températures suffisamment élevées pendant un temps suffisamment long. C'est pourquoi, lors des années froides, les vendanges sont plus tardives.

Enfin, les conditions climatiques régissent également l'entrée en sénescence des feuilles, mais les mécanismes ne sont encore que très imparfaitement connus. L'arrivée de températures froides ainsi que la durée du jour au début de l'automne



© ALAN MAICHROWICZ/AGE FOTOSTOCK/HOA-QUI/VEDEA

▲ **Forêt boréale en Amérique septentrionale.** Le dernier réchauffement postglaciaire est à l'origine de la remontée vers le nord de certaines essences, comme ici les mélèzes. Cette remontée se poursuit avec l'actuel réchauffement climatique.

sont probablement des signaux intégrés par la plante pour déclencher la résorption.

**Conséquences des changements climatiques sur la reproduction.** Au cours des dernières décennies, les scientifiques ont mis en évidence des changements dans les rythmes saisonniers de la faune et de la flore. Les événements printaniers tels que la floraison et la feuillaison des arbres, l'apparition des formes adultes des papillons ont eu tendance à se produire de plus en plus tôt. Aujourd'hui, ce type d'événement arrive en moyenne 15 jours plus tôt qu'il y a cinquante ans, toutes espèces confondues. En revanche, les événements d'automne, comme la coloration des feuilles, apparaissent environ

5 jours plus tard qu'il y a cinquante ans. Les scientifiques ont montré que ces changements résultaient du réchauffement climatique. En effet, les températures tendent à être plus chaudes au printemps, ce qui accélère le développement des bourgeons et des larves d'insectes. En revanche, les températures plus chaudes à l'automne également font entrer plus tardivement en repos la végétation et les animaux poïkilothermes. Ces changements ont eu lieu pour un réchauffement global moyen de l'ordre de 0,6 °C.

Les conséquences de ces modifications dans les rythmes saisonniers sont multiples. L'arrivée plus précoce de la floraison et de la feuillaison provoque des dégâts de gel plus fréquents sur les arbres, en particulier les arbres fruitiers. Cela semble paradoxal, mais l'occurrence d'événements de gel reste probable, malgré l'augmentation des températures.

Les changements dans les rythmes saisonniers affectent également toute la chaîne trophique. Par exemple, la mésange

bleue se nourrit de chenilles de différentes espèces de papillons, qui, elles-mêmes, se nourrissent des jeunes feuilles de chêne. Celles-ci ont tendance à apparaître de plus en plus tôt à cause du réchauffement climatique. Les chenilles, dont le développement est également très sensible à la température, éclosent plus précocement, et se nourrissent des jeunes feuilles. Mais la mésange bleue ne pond pas assez tôt pour que les oisillons, à leur éclosion, puissent se nourrir des chenilles. La date de ponte de cet oiseau est en effet beaucoup moins influencée par la température, et, à

l'éclosion des œufs, les chenilles sont trop avancées dans leur développement pour pouvoir être consommées par les oisillons. Le réchauffement climatique entraîne ainsi une désynchronisation des cycles de vie des différents organismes qui composent la chaîne alimentaire.

Une autre conséquence importante des changements dans les rythmes saisonniers est une modification de la répartition géographique des espèces. Par ●●●

**LES CHANGEMENTS AFFECTENT TOUTE LA CHAÎNE TROPHIQUE**

## ●●● D'ici à 2100, un réchauffement de 2 à 6 °C



© JUAN CARLOS MUNOZ/AGE FOTOSTOCK/HOA QUI/VEBDA

▲ **Chênes pubescents en région méditerranéenne.** Ces arbres progressent vers les régions plus tempérées et fraîches, à cause de l'allongement et de l'intensification de la sécheresse estivale.

exemple, la limite nord ou altitudinale de répartition de nombreuses espèces végétales est en partie liée à l'impossibilité, pour ces espèces, de produire des fruits mûrs, c'est-à-dire contenant des graines viables. Le réchauffement climatique leur permet aujourd'hui de laisser des descendants qui vont pouvoir coloniser de nouveaux espaces.

Inversement, aux limites sud de répartition actuelle, des populations dépérissent, car elles se retrouvent dans des conditions climatiques devenues impropres à leur survie. C'est le cas du pin sylvestre. Dans ces régions, on s'attend notamment à ce que les températures hivernales, deve-

nues trop douces, stoppent la sortie de dormance des bourgeons de certaines espèces d'arbres et les empêchent de produire de nouvelles feuilles ou fleurs. Privé de feuilles, l'arbre meurt au bout de un à deux ans. Dépourvue de fleurs, donc de fruits et de graines, une population d'arbres s'éteint en quelques décennies, faute de descendants.

Ces changements dans la répartition géographique des espèces sont le deuxième fait marquant de l'impact du réchauffement climatique relevé par les scientifiques. Ainsi, au cours des cinquante dernières années, 81 % des espèces animales et végétales étudiées ont étendu leur répartition géographique vers les pôles, à la vitesse moyenne de 6 kilomètres par décennie.

**Les espèces pourront-elles s'adapter à ces bouleversements ?** Les changements observés ces dernières années dans les rythmes saisonniers ont eu lieu pour un

réchauffement global moyen de 0,6 °C. Les scientifiques prévoient d'ici à 2100 des niveaux de réchauffement de l'ordre de 2 à 6 °C, selon le scénario. Avec combien de jours d'avance les arbres fleuriront-ils si notre planète atteint de tels niveaux de réchauffement ? Personne ne peut le dire actuellement. En effet, nos connaissances sur le déterminisme environnemental de la dormance des bourgeons sont très incomplètes et entravent nos capacités de prévision.

La science a donc encore quelques progrès à faire dans ce domaine, mais le temps presse. Néanmoins, des études scientifiques ont montré que certains organismes vivants avaient déjà évolué génétiquement au cours des cinquante dernières années pour s'adapter au réchauffement climatique. C'est le cas d'une espèce de moustiques vivant en Amérique du Nord, qui a évolué de manière à entrer le plus tard possible en diapause à l'automne. Pilotée par la longueur du jour, son entrée en diapause se produit donc à la même période, chaque année. Cette diapause est une adaptation à la mauvaise saison, l'hiver, car les températures hivernales ne sont pas compatibles avec l'activité physiologique du moustique. Il devient par conséquent plus avantageux pour cet insecte d'entrer en diapause plus tardivement, car les conditions de température à ce moment-là sont devenues plus élevées. Ainsi la sélection naturelle a-t-elle favorisé, au fil des années, les moustiques qui entraînent en diapause plus tard, c'est-à-dire qui répondaient à une longueur du jour plus courte. Ils ont donc,

**CERTAINS ORGANISMES ONT DÉJÀ ÉVOLUÉ GÉNÉTIQUEMENT**

dorénavant, une activité plus longue sur l'année et peuvent également se reproduire plus longtemps.

D'autres études scientifiques suggèrent que ce genre d'évolution génétique est aussi en cours chez des espèces à grande longévité, tels les arbres forestiers, mais le temps que prendra cette évolution sera beaucoup plus long. ●

### SAVOIR +

- [www.obs-saisons.fr](http://www.obs-saisons.fr) et <http://junior.obs-saisons.fr> (Observatoire des saisons).
- [www.crea.hautesavoie.net/phenoclim/index.php](http://www.crea.hautesavoie.net/phenoclim/index.php) (Centre de recherches sur les écosystèmes d'altitude).