



Forêts et climat

Comment les arbres répondent aux changements saisonniers

[Nicolas Delpierre] Les arbres sont des organismes immobiles qui vivent plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'années. Et donc tout au long de leur vie, ils sont soumis à des variations environnementales fortes.

Un exemple très clair, c'est celui de l'alternance des saisons. Sur cette courbe, on voit bien les variations saisonnières de température que les arbres subissent. En climat tropical, généralement ça ne pose pas de problème parce que les températures sont élevées toute l'année. Par contre dans les zones climatiques plus froides, ça peut être problématique.

Le risque principal, c'est l'exposition des feuilles au gel. En effet, les jeunes feuilles lorsqu'elles sont exposées à des températures en dessous de zéro même modérément de l'ordre de -2 à -3°C , elles sont nécrosées et doivent être remplacées par l'arbre. Cela a un coût pour l'arbre en terme de ressources parce qu'il doit créer une nouvelle cohorte de feuilles au printemps afin de pouvoir commencer la photosynthèse. C'est un phénomène un peu symétrique qu'on observe à l'automne dans ce cas-là, le risque pour l'arbre, c'est de perdre des feuilles qui sont encore riches en nutriments.

Or, les arbres, ce sont des organismes qui sont économes et donc chez la plupart des espèces, on observe généralement un jaunissement ou un rougissement des feuilles bien avant l'arrivée des premiers gels. C'est ce qu'on voit sur cette vidéo : la perte de couleur verte, illustre la dégradation des chlorophylles. Les chlorophylles, ce sont des pigments qui sont riches en azote et durant la phase de jaunissement, les chlorophylles se dégradent et l'azote est renvoyé depuis les feuilles vers les branches. Et ça, ça permettra à l'arbre de réutiliser cet azote au printemps suivant, pour la formation de nouvelles feuilles.

Alors dans ce contexte, on pourrait penser que les arbres ont intérêt à concentrer leur saison feuillée durant l'été, parce que c'est là que la probabilité de gel est la plus faible. Donc c'est très logique, mais dans le même temps, il faut se rendre compte que la durée de la phase feuillée détermine la capacité de l'arbre à

acquérir des ressources via la photosynthèse et donc là, on doit trouver un compromis.

D'une part sa phase feuillée doit commencer assez tôt et finir assez tard pour lui permettre d'acquérir des ressources et se développer. Et d'autre part, la durée de sa phase feuillée doit lui permettre d'échapper au gel, au printemps et à l'automne. Et par le jeu de la sélection naturelle, les arbres sont adaptés à la saisonnalité des températures.

À vrai dire, ils sont même capables de suivre d'une année à l'autre, les variations de température. Un exemple très concret de ce qu'on appelle la plasticité phénotypique, qui est le fait qu'un individu qui a par définition un génotype donné et fixe toute sa vie, présente des phénotypes différents selon les conditions environnementales.

Ici, les variations de phénotype, ce sont des variations de date d'apparition et de chute des feuilles et les variations de conditions gouvernementales, ce sont les conditions de température. On voit très bien sur ces photos, qui ont toutes été prises à la même date, le 12 avril pendant des années différentes. Les printemps les plus chauds, par exemple 2007 et 2011, sont aussi ceux qui présentent les dates d'apparition des feuilles les plus précoces. De la même manière les automnes chauds sont associés à des chutes de feuilles plus tardives.

Cette capacité que les arbres ont de suivre les variations de température se retrouve également lorsqu'on regarde des séries de données plus longues. Ce qu'on voit ici, c'est pour les 2 espèces que l'on regarde, à savoir le chêne et le hêtre. On a des apparitions de feuilles plus précoces au printemps sur la période récente 1980-2010, par comparaison à la période précédente, 1950-1980. Et ça c'est un impact direct du réchauffement climatique. On voit la même chose à l'automne, les feuilles en condition de réchauffement climatique, chutent de plus en plus tardivement. Même si le signal est un peu moins clair qu'au printemps.

Une observation très intéressante qui a été faite récemment à ce sujet. Ce qui a été démontré, c'est que, au printemps, les arbres répondent de moins en moins fortement à l'augmentation des températures. Cette figure montre le nombre de jours d'avancement de la date d'apparition des feuilles pour un degré de réchauffement atmosphérique. Ce que l'on voit c'est que dans les années 1980, c'est-à-dire à gauche du graphique, un réchauffement d'un degré entraînait une avancée de la date d'apparition des feuilles de quatre jours. Au milieu des années

2000, ça c'est à gauche du droite du graphique la sensibilité des arbres n'était plus que de 2 jours et demi par degré de réchauffement. C'est un résultat qui est marquant parce que comme vous le voyez, il est observé sur de nombreuses espèces d'arbres.

Alors la raison de ce phénomène, elle est pas encore absolument claire, mais il est très probable que cette perte progressive de sensibilités des arbres aux températures élevées, soit liée à un défaut d'exposition au froid. En effet, ça peut paraître paradoxal, mais les bourgeons dont vont émerger les nouvelles feuilles au printemps suivant, sont dans un état qu'on appelle l'état de dormance durant l'hiver.

Cette dormance, elle les empêche de se développer au moindre épisode plus chaud durant l'hiver. La dormance est un mécanisme qui est subtil parce que elle est elle-même progressivement réduite par l'exposition des bourgeons au froid, ce que l'on sait, c'est que des bourgeons dont la dormance n'a pas été réduite par l'exposition au froid vont être moins sensibles à l'influence des températures printanières élevées. Donc ces bourgeons vont se développer plus lentement et cela conduira à une date d'apparition des feuilles qui sera plus tardive.

Pour aller encore plus loin, on va voir que pour un arbre, mettre en place ses feuilles tôt, c'est pas forcément un avantage. Alors on va voir cet exemple on contrastant deux années, une année fraîche et une année chaude. On voit ici la photosynthèse d'un arbre durant l'année 2013, qui a été une année avec un printemps plutôt frais et donc une date d'apparition des feuilles qui est tardive et un début de photosynthèse qui est donc tardif également. Et on contraste cette année 2013 avec l'année 2011 qui elle avait un printemps beaucoup plus chaud et ce printemps chaud s'est donc traduit par une date d'apparition des feuilles avancée par rapport à 2013.

La photosynthèse commence plus tôt donc au printemps l'arbre est gagnant du point de vue de l'acquisition des ressources. Mais la situation change lorsqu'on étend l'analyse durant la période d'été, parce que la photosynthèse qui est un gain de carbone par là, donc un gain de ressources se traduit aussi par une perte d'eau. C'est le processus qu'on appelle de transpiration chez les plantes. Et donc en mettant en place ses feuilles plus tôt, ce qui se passe, c'est que l'arbre assèche le sol, qui lui cause un stress durant l'été qui décroît la photosynthèse.

Alors ce comportement, apparition des feuilles plus tôt donc stress hydrique

durant l'été, il est loin d'être systématique, mais il survient certaines années et il montre en tout cas que l'avancée de la date de feuillaison est pas forcément bénéfique pour l'arbre.

Alors dans cet exposé, j'ai principalement parlé de la variabilité de la phénologie dans le temps, qu'est-ce qui fait qu'on a une variabilité d'une année à l'autre de la date d'apparition de la date de chute des feuilles, qu'est-ce qui se passe en conditions de réchauffement climatique ? Mais un point qui est également très intéressant, c'est la variabilité de la phénologie entre les individus. Et cette image, elle illustre très bien, elle a été prise au mois d'avril. Et sur ces images, donc on voit des arbres en pleine feuillaison tandis que d'autres sont encore en dormance.

Cette variabilité entre les individus, elle est très forte, et elle a atteint fréquemment trois semaines entre les individus d'une même population. Cette variabilité elle illustre à nouveau le fait que mettre en place ses feuilles tardivement, ce n'est pas systématiquement un désavantage pour les arbres, parce que sinon les arbres qui mettent en place leurs feuilles tardivement auraient été éliminés par la sélection naturelle.

Et ce qui se passe c'est que mettre en place ses feuilles tardivement, c'est un avantage dans certains cas, donc en cas de gel printanier, c'est ce qu'on a vu précédemment, mais ça permet également à ces arbres tardifs d'échapper à des prédateurs par exemple à certaines espèces de chenilles également à certains phytopathogènes.

Voilà, donc j'espère que cette présentation vous aura donné envie d'en savoir un peu plus sur la phénologie des arbres et d'ailleurs, sachez que si vous êtes intéressé par faire vous-même des observations de date d'apparition, de dates de chute des feuilles, de dates de floraison, ou si vous êtes intéressé par étudier la phénologie des animaux, il existe un programme de sciences participatives qui s'appelle l'Observatoire des saisons. Ce programme il est coordonné par des scientifiques et il s'appuie sur des observations qui sont faites par les citoyens, donc vraiment je vous encourage à aller voir le site Internet qui est mentionné ici et à participer.