

Programme GICC Gestion et Impacts du Changement Climatique
Séminaire scientifique de restitution
11-12 mai 2006, PARIS

**FONCTIONNEMENT D'UNE COMMUNAUTE VEGETALE SOUMISE A UN RECHAUFFEMENT
ATMOSPHERIQUE ET A UNE SECHERESSE EDAPHIQUE**

Isabelle Chuine, Xavier Morin, Jacques Roy, Jean-Louis Salager, Laurette Sonié et M. Staudt

Isabelle Chuine

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, 1919 route de Mende, 34293 Montpellier cedex 5

Texte de la communication :

Notre projet, intitulé ICCARE « Impact des changements climatiques sur la phénologie et l'évolution des aires de répartition d'espèces végétales ligneuses et herbacées » avait pour but

- de mesurer expérimentalement les changements de phénologie de différents types fonctionnels de plantes à une augmentation de température et une diminution du régime des précipitations ;
- de mesurer expérimentalement les conséquences de ces changements sur la survie, la croissance et le succès reproducteur des espèces et populations, ainsi que certaines composantes fonctionnelles des communautés ;
- à l'aide de ces résultats expérimentaux, développer le modèle d'aire de répartition, PHENOFIT, pour les trois espèces ligneuses du projet (chêne pédonculé, chêne pubescent, chêne vert).

Ce projet a été motivé par plusieurs études qui ont montré que l'impact du changement climatique était déjà perceptible, notamment au niveau de la répartition géographique des espèces animales et végétales et de leur phénologie, i.e. de l'apparition de certains événements biologiques cycliques en relation avec les variations saisonnières du climat (ex : période de floraison, de migration, etc). La méta-analyse de Parmesan et Yohe (2003), basées sur des études menées ces dernières années sur 1600 espèces animales ou végétales, montre qu'au cours du dernier siècle les répartitions géographiques des espèces (animales et végétales) se sont déplacées en moyenne de 6.1 km/décennie vers le nord ou de 6.1 m/décennie en altitude et que les événements phénologiques printaniers ont avancés de 2.3 j/décennies. La phénologie est donc un caractère qui est très affecté par le changement climatique et l'on peut se poser la question de savoir jusqu'à quel point sa plasticité lui permet de s'adapter à ce changement et quelles conséquences cela peut avoir sur les aires de répartition des espèces et le fonctionnement des communautés puisqu'il s'agit d'un caractère hautement adaptatif impliqué dans les aires de répartition des espèces (Chuine & Beaubien 2001) et le fonctionnement des écosystèmes.

Au cours de notre exposé nous ne présenterons que les deux premières parties du projet car le développement du modèle PHENOFIT pour les trois espèces de chêne est encore en cours de réalisation.

Nous avons étudié l'impact d'un réchauffement atmosphérique (+1.5° et +3°C) combiné à une sécheresse édaphique (-30% précipitation de mars à septembre) sur la phénologie, la croissance, la fécondité, la survie, et les émissions gazeuses d'une communauté végétale composée de ligneux au stade juvénile et d'espèces herbacées annuelles et pérennes, C3 et C4, monocotylédones et dicotylédones. La communauté était composée de 8 espèces herbacées, soit 4 couples d'espèces congénériques, l'une pérenne (P) l'autre annuelle (A) : *Setaria parviflora* (P), *S. viridis* (A), *Lolium*

perenne (P), *L. rigidum* (A), *Amaranthus retroflexus* (A), *A. deflexus* (P), *Artemisia vulgaris* (P), *A. annua* (A) ; et de 3 espèces ligneuses : *Quercus robur*, *Q. pubescens* et *Q. ilex*. Chaque espèce était représentée par 2 à 4 populations d'origines géographiques très contrastées allant d'Estonie au Portugal. La communauté a été implantée sur un dispositif expérimental en plein champ au CEFECNRS (Montpellier) en 2002, composé de 30 placettes de 1.5 m² disposées selon 5 blocs de 6 traitements (3 niveaux de température x 2 niveaux de précipitation). Le réchauffement a été réalisé à l'aide de deux radiateurs infra-rouge (Vulcanic® Paris, 80 cm, 800 W) par placette suspendu à 1 m du sol et le traitement -30% de précipitation a été obtenu à l'aide d'un dispositif de gouttières couvrant 30% de la surface et se déployant lors de précipitation grâce à un capteur de pluie (12V Kemo® Germany).

Nos résultats montrent des différences significatives et importantes de phénologie, croissance et fécondité entre les populations d'une même espèce à de très rares exceptions près. Seule la température a eu des effets significatifs sur ces traits au cours des 4 années d'expérience mais la réponse des espèces-populations à la température n'a pas été linéaire. La phénologie est globalement avancée par la température, d'environ 4 à 5 j en moyenne par degré de réchauffement par rapport au témoin. Les espèces en C4 répondent davantage au réchauffement que celles en C3. La durée de végétation diminue avec la température pour les espèces annuelles de 2 à 3 jours par degré de réchauffement alors qu'elle augmente chez les ligneux décidus de 5 à 11 jours par degré de réchauffement. En revanche la durée de la période de reproduction diminue quelque soit le type d'espèce. Ces changements de phénologie ont des conséquences en termes de croissance et de fécondité. L'effet de la température sur la croissance et la fécondité est moins fort que celui sur la phénologie et il est positif et significatif chez les graminées C4 (+50%) mais négatif et non significatif chez les autres espèces. Parmi ces espèces, ce sont surtout les populations les plus méridionales qui montrent les plus fortes baisses de croissance et fécondité en réponse au réchauffement.

Nos résultats montrent que la réponse au réchauffement n'est pas linéaire. En particulier, pour la phénologie, nos résultats suggèrent que le degré de précocité de la feuillaison ou de la floraison observée chez les espèces au cours des dernières décennies ne devrait pas augmenter linéairement avec le réchauffement, et qu'à partir d'un certain degré de réchauffement (probablement entre 1°C et 1.5°C) cette tendance à la précocité devrait se ralentir. Ceci s'expliquerait d'après nos résultats de modélisation par la dualité du rôle de la température dans le développement des organes et par le fait qu'à partir d'un certain niveau de réchauffement la levée de dormance des organes à la sortie de l'hiver ne soit plus optimale (car elle requière des températures plutôt froides) et retarde le développement, alors que des températures plus élevées accélèrent le développement une fois la dormance levée.

Les mesures de production potentielle de composés organiques volatils (COV) montrent qu'à court et moyen termes, les émissions augmenteront si le stress hydrique reste limité. L'augmentation de température intensifiera les émissions foliaires, directement en augmentant le taux réel de formation de COV ainsi que la capacité potentielle à produire des COV, et indirectement en augmentant la période végétative. A long terme, les émissions de COV baisseront probablement du fait du stress hydrique, qui inhibera la production de COV diminuera la biomasse émettrice.

Des mesures de teneur en eau et de respiration du sol, et de photosynthèse nette ont été réalisées sur l'ensemble des placettes. L'augmentation de température diminue très légèrement l'humidité du sol, et stimule la photosynthèse à certaines périodes, avec un optimum à +1.5°C. Le résultat le plus intéressant actuellement concerne la respiration du sol qui est identique pour les trois niveaux de température, que ce soit en été ou en hiver. L'absence de stimulation de la respiration par l'augmentation de la température peut s'expliquer par l'effet négatif observé du traitement thermique sur l'humidité du sol, par la réduction du substrat carboné disponible pour la respiration (on a mesuré une diminution de la productivité primaire en condition de réchauffement) ainsi qu'éventuellement par une acclimatation des populations microbiennes à la température.

Chuine, I., et E. Beaubien. 2001. Phenology is a major determinant of temperate tree distributions. *Ecology Letters* 4:500-510.

Parmesan, C., et G. Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421:37-42.

Mots clés : changement climatique, phénologie, fonctionnement, VOC, espèces ligneuses, espèces herbacées