

Programme Gestion et Impacts du Changement climatiques GICC

APR 2001

9/01 - Changements globaux et biodiversité : performances relatives d'espèces introduites et indigènes et simulation de l'évolution de leurs aires de distribution

Résumé du rapport final

Coordinateur : Jacques Roy – CEFE – CNRS

L'objectif de ce projet était d'analyser les conséquences de l'augmentation de température et du changement des régimes de précipitations annoncées pour l'Europe sur la phénologie, la croissance et la reproduction d'espèces végétales ligneuses et herbacées et d'en estimer les conséquences sur l'évolution de leur aire de répartition. Ce projet s'est décliné en deux volets principaux :

1/ déterminer expérimentalement les effets d'une augmentation de la température et d'une diminution du régime des précipitations sur la phénologie, la croissance et la fécondité de plusieurs espèces représentant des types fonctionnels majeurs: type photosynthétique C3/C4, mono/dicotylédone, annuelle/pérenne, herbacées/ligneux ;

2/ développer des modèles mécanistes d'aire de répartition géographique pour les espèces étudiées afin de pouvoir par la suite prédire l'évolution de leur aire de répartition.

Un dispositif expérimental in situ a été construit pendant l'hiver et le printemps 2002 sur le terrain d'expérience du CEFE par l'équipe participante. Ce dispositif permet d'imposer des augmentations de températures in situ de +1,5 °C et + 3 °C combinées ou non avec une réduction de 30 % des précipitations. Ces niveaux de température et de précipitation choisis sont ceux prévus pour 2100 par les modèles climatiques pour le sud de l'Europe.

Du fait de la mise en place tardive des communautés végétales par rapport au cycle normal de la végétation au printemps 2002, la première (demi) année d'expérimentation n'a pas fourni les résultats escomptés à quelque exceptions près. En revanche, les mesures réalisées sur la saison automne 2002- automne 2003 ont

montré des différences importantes de phénologie dues à l'augmentation de température, ayant pour conséquence des changements importants de croissance et de fécondité. L'impact de la température sur la phénologie va dans le sens d'un avancement des stades de développement chez toutes les espèces mais plus ou moins prononcé selon celles-ci (de $-1.5 \text{ j/}^\circ\text{C}$ à $-35.2 \text{ j/}^\circ\text{C}$), les espèces réagissant le plus étant les graminées C4 (*Setaria*) et celles réagissant le moins étant les graminées C3 (*Lolium*). Les meta-analyses réalisées sur les changements de phénologie au cours du dernier siècle ont montré que les stades phénologiques, notamment printaniers, avançaient en moyenne sur l'ensemble du globe de 2.3 j/décennie . La température ayant augmentée de 0.6° depuis 1950, cela donne une réponse de $-19.2 \text{ j/}^\circ\text{C}$ de la phénologie au réchauffement climatique. Nos résultats expérimentaux sont donc bien en accord avec les données historiques et nous montrons ici que la variabilité de réponse autour de cette moyenne peut être très importante en fonction des espèces.

L'augmentation de température provoque également soit un raccourcissement de la durée du cycle de végétation chez les espèces annuelles (ex : *Lolium rigidum*), soit un allongement de la période de végétation chez les espèces pérennes (ex : chênes). Il semble que la phénologie soit capable de s'adapter à des augmentations de $+12^\circ$ pour les populations les plus nordiques, ce qui est considérable. En effet il existe déjà une différence importante de température entre le lieu d'expérimentation (Montpellier) et les lieux de provenance des populations (-9.2°C en Estonie, -6.5° en Bohême, -5.2° à Lille, -3.9° à Orléans et 1.7° en Vendée).

Néanmoins, les conséquences de ces changements de phénologie sur la croissance et la fécondité sont très variables entre les espèces. Une seule espèce (*Setaria parviflora* graminée pérenne C4) a été très significativement avantagée par l'augmentation de température en terme de croissance et fécondité et très peu affectée par la diminution de précipitations. En revanche les espèces en C3, monocotylédone (*Lolium*) ou dicotylédone (*Artemisia*) sont plus ou moins affectées par l'augmentation de température selon l'origine géographique des populations mais présentent globalement une diminution (non significative) de leur biomasse et fécondité avec l'augmentation de température. Ces résultats doivent être confirmés avec les données de l'année 2004.

Les modifications de précipitation ont eu très peu d'effet significatif, mais l'année 2003 a connu un régime de précipitations très particulier.

Les différences de réponse à la température entre espèces et entre populations sont très importantes quelque soient les caractères mesurés, ce qui montre que l'échantillonnage de la diversité génétique présente au sein de l'aire de répartition des espèces a été pertinente.

Le modèle PHENOFIT permettant de modéliser les aires de répartition des espèces à partir de ces données expérimentales a été amélioré pour mieux prendre en compte certains aspects de la biologie des espèces. Il est également en cours d'adaptation pour les espèces ligneuses et herbacées européennes grâce aux résultats expérimentaux. Une analyse de sensibilité aux caractéristiques des données climatiques utilisées en entrée du modèle a été réalisée. Elle a montré l'importance de l'utilisation de données journalières de température, et le biais

introduit par les techniques de désagrégation spatiale et temporelle des données, et ainsi souligné l'importance d'utiliser des données climatiques journalières de scénarios. Des simulations d'évolution d'aires de répartition de deux espèces d'arbres à l'aide des données climatiques de HadCm3 et pour deux scénarios différentes (A2 et B2) ont également montré que la répartition géographique des espèces de la zone tempérée sera très fortement réduite dans leur partie méridionale et ne pourront coloniser que très faiblement les régions au nord de leur aire actuelle de répartition. En revanche, les espèces plus boréales ne seront pas très affectées par le changement climatique et connaîtront une extension de leur aire de répartition vers le Nord pour le scénario B2 (+2.5°C), toute fois plus faible pour le scénario A2 (+5-6°C).