



**HAL**  
open science

## Sécheresse et biodiversité forestière : un sujet à défricher

Frédéric Archaux

► **To cite this version:**

Frédéric Archaux. Sécheresse et biodiversité forestière : un sujet à défricher. Rendez-vous Techniques de l'ONF, 2006, 11, pp.41-45. hal-02587703

**HAL Id: hal-02587703**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02587703v1>**

Submitted on 16 Jan 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Sécheresse et biodiversité forestière : un sujet à défricher

*La réponse de la biodiversité forestière à la sécheresse et à la canicule est mal connue. La flore y semble cependant particulièrement résistante. Des sécheresses récurrentes auront certainement des conséquences à long terme pour la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes, mais il est difficile d'en prédire l'ampleur.*

La spectaculaire défoliation des arbres qu'a provoqué la sécheresse/canicule en 2003 a soulevé plusieurs interrogations sur l'impact de la sécheresse et de la canicule sur la biodiversité forestière :

- comment les espèces surmontent-elles ces épisodes climatiques extrêmes ?
- les conséquences sur la biodiversité perdurent-elles et altèrent-elles le fonctionnement des écosystèmes forestiers ?
- doit-on s'attendre à des bouleversements dans les décennies à venir avec des sécheresses plus fréquentes et plus intenses ?

Si les mécanismes qui permettent aux organismes de survivre à ces événements climatiques exceptionnels sont relativement bien connus, on sait en revanche peu de chose sur les conséquences des sécheresses - et encore moins de la canicule - sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes forestiers. En effet, les recherches se sont surtout focalisées en milieu prairial. En milieu forestier, les études portent surtout sur les essences productives et leurs pathogènes, en particulier en zone méditerranéenne. Enfin, ces études documentent essentiellement des changements à court terme - moins de dix ans après une sécheresse naturelle ou expérimentale - ; les réseaux de suivis de la biodiversité sont également trop récents pour documenter des changements à moyen ou à long terme provoqués par des sécheresses naturelles.



L.-M. Nagelaisen

*Exemple d'évitement : défoliation d'un chêne pédonculé dans les Vosges  
Août 2003*

## Éviter la sécheresse, y résister ou disparaître

En période de sécheresse et de canicule, les organismes doivent impérativement limiter les pertes d'eau (stress hydrique) et l'impact des fortes radiations UV qui désorganisent les tissus (stress oxydant). Différentes adaptations morphologiques, physiologiques, écologiques ou comportementales permettent aux organismes soit d'échapper à la sécheresse (par exemple en recherchant des zones humides pour un organisme mobile),

soit d'y faire face (par exemple, en limitant ses déplacements en journée) (Tableau 1). Les animaux à sang chaud comme les mammifères supportent mal les fortes températures mais peuvent se réfugier dans des zones moins exposées. Les animaux à sang froid, comme les reptiles ou les insectes, sont moins mobiles mais, en revanche, supportent mieux les fortes températures. Les plantes ont développé des adaptations physiologiques et morphologiques parfois complexes leur permettant de compenser, au moins partiellement, leur immobilité, comme un enraci-

Organisme	Évitement de la sécheresse	Résistance à la sécheresse
Animal	Déplacements vers des lieux moins exposés Diapause estivale	Contrôle de la respiration et de la transpiration
Végétal	Fermeture des stomates Défoliation rapide Adaptations morphologiques Banque de graines	Production de composés antioxydants Changement de la composition des membranes cellulaires

Tab. 1 : mécanismes d'évitement et de résistance à la sécheresse.

nement profond, des feuilles petites, avec une cuticule épaisse ou pourvues de poils. Une stratégie extrême, suivie par certaines espèces d'insectes et de plantes, consiste à passer l'été en vie ralentie sous forme d'œuf, de larve ou même d'adulte, ou de graines. Ce phénomène est connu chez les insectes sous le terme de diapause estivale, c'est le cas par exemple de la grande tortue, un grand papillon orangé qui passe l'été au repos dans des endroits ombragés.

Les facteurs qui prédisposent les individus à l'impact de la sécheresse sont nombreux (Tableau 2). Il est ainsi bien connu que les arbres les plus jeunes (plantations) et les plus vieux sont ceux qui paient le plus lourd tribut aux sécheresses. S'il semble y avoir un certain lien entre la biodiversité et la résistance à la sécheresse de l'écosystème prairial, ce lien n'a jamais été étudié en milieu forestier ; on ne sait donc pas si des écosystèmes forestiers dégradés par les activités humaines sont plus sensibles à la sécheresse que des écosystèmes plus préservés.

provoque l'arrêt irréversible de la photosynthèse (jusqu'au printemps suivant). La baisse de l'activité photosynthétique, qui stoppe la croissance des plantes, et l'augmentation de la mortalité entraînent presque toujours une diminution significative de la productivité des écosystèmes forestiers en période de sécheresse. S'y ajoute fréquemment une baisse de la fécondité qui peut altérer la dynamique de l'espèce. L'activité bactérienne est également diminuée : au final, c'est tout l'écosystème qui fonctionne au ralenti. Cependant, le programme RENECOFOR de suivi à long terme de la végétation forestière a montré que la sécheresse et la canicule 2003 ont eu un impact modéré sur la composition des communautés végétales à court terme (Fig. 2 de l'Encadré).

Un suivi analogue est effectué annuellement en France sur les oiseaux nicheurs communs (programme STOC). Ce programme a montré que la majorité des espèces forestières, et en particulier les espèces granivores,

sédentaires et migratrices transsahariennes, ont connu un succès de reproduction en 2003 supérieur à la moyenne malgré la très forte sécheresse printanière. Cependant, cet effet bénéfique de la sécheresse sur la reproduction est moins net pour les espèces migratrices partielles (qui n'hivernent pas en Afrique subsaharienne), pour les espèces se nourrissant de vers de terre et d'escargots comme la grive musicienne et surtout pour les espèces déjà en déclin comme les mésanges nonnette et boréale, le pouillot fitis ou le bouvreuil pivoine. Les espèces forestières en déclin sont souvent soit des espèces spécialistes, soit des espèces en limite sud de répartition chez nous. Enfin, la sécheresse qui a sévi en 1995 en Angleterre a favorisé plus d'espèces de papillons, de carabes et de plantes qu'elle n'en a défavorisées. Les insectes les plus mobiles et/ou liés aux milieux chauds et secs et les plantes annuelles et bisannuelles ont été les plus favorisés.

### À court terme, des impacts contrastés selon les groupes taxonomiques

La photosynthèse permet aux plantes de constituer les réserves énergétiques nécessaires à la croissance et à la reproduction de la plante, ainsi qu'au débourrement l'année suivante pour les espèces vivaces. En période de sécheresse, la fermeture des stomates réduit l'activité photosynthétique des plantes ; si les conditions climatiques deviennent à nouveau favorables, la photosynthèse peut reprendre un niveau normal. À un stade de stress hydrique plus avancé, la défoliation

Niveau	Facteur
Organisme	Emplacement (exposition, limite de distribution) Age
Espèce	Morphologie (taille des feuilles, organes souterrains de stockage, profondeur de l'enracinement) Préférences écologiques (milieux frais ou secs) Taux de reproduction Niveau de mobilité Possibilité de diapause Capacité compétitive et le niveau de compétition
Ecosystème	Niveau d'intégrité Risque potentiel d'incendie, de pollution chimique, d'attaque de pathogènes ou d'invasion par des espèces exotiques

Tab. 2 : facteurs qui interviennent dans la susceptibilité à la sécheresse des organismes, des espèces et des écosystèmes forestiers.

**Le réseau RENECOFOR : un outil pertinent pour suivre les variations interannuelles de la végétation**

Quel est l'impact de la variabilité interannuelle du climat sur la végétation herbacée forestière ? Est-ce que la richesse spécifique, la composition en espèces des communautés ou leur valeur indicatrice changent d'année en année, et quelle est l'amplitude de ces variations ? Quelle est finalement la fréquence optimale d'échantillonnage pour le suivi à long terme des modifications de la végétation ? Afin de répondre à ces questions, la végétation herbacée fait l'objet d'un suivi annuel depuis 10 ans dans 14 placettes du réseau Renecofor. Chaque placette a été échantillonnée une ou deux fois par an, selon la région climatique. Dans chaque site, huit sous-placettes de 100 m<sup>2</sup> ont été inventoriées. Les analyses, encore en cours, montrent 2 résultats principaux :

- après une phase initiale d'augmentation, d'autant plus forte et longue que la placette est riche, on observe une stabilisation du nombre cumulé d'espèces observées (figure 1). Cette augmentation initiale, qui peut durer jusqu'à 5 ans, est principalement due à un effet « apprentissage » des observateurs et secondairement à l'apparition d'espèces dites accidentelles.

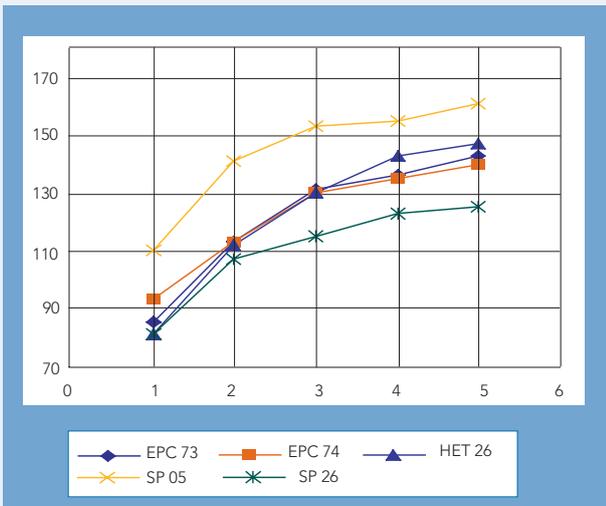


Fig. 1 : nombre cumulé d'espèces observées dans 5 placettes du réseau Renecofor, au cours des 5 premières années d'observation.

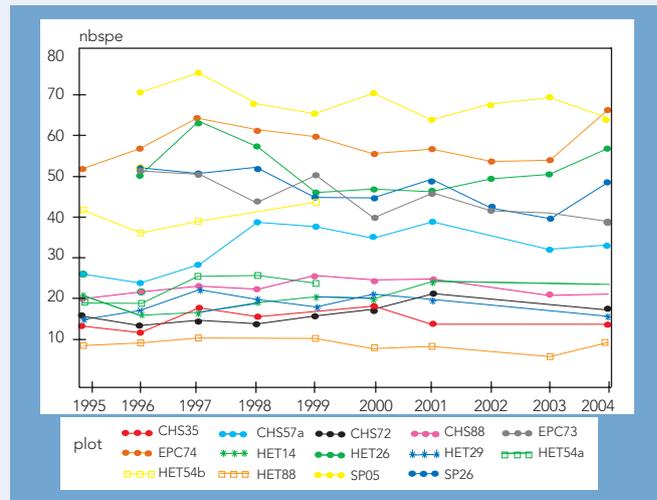


Fig. 2 : nombre d'espèces observées chaque année dans les strates herbacée et arbustive basse de 14 placettes du réseau Renecofor.

- en dehors de cette phase, le nombre d'espèces observées reste stable d'une année à l'autre (figure 2). Les variations ne portent que sur les espèces à très faible fréquence de présence. Durant les années de forte sécheresse, la richesse en espèces décroît légèrement, surtout en fin de saison et dans la strate muscinale. Mais la valeur indicatrice des communautés est peu affectée par ces variations.

En conclusion de ces résultats préliminaires, les communautés végétales des forêts tempérées, très largement dominées par les espèces pérennes, ne montrent donc que peu de variabilité inter-annuelle, ce qui accroît leur intérêt dans le cadre de la surveillance des dérives à long terme de l'environnement. Le principal enjeu de cet outil reste la maîtrise des effets observateurs, du moins au cours des premières répétitions d'observations et pour l'estimation de la richesse en espèces.

**Jean-Luc Dupouey & Jean-François Picard, INRA-Nancy**  
**Jean-François Dobremez, Laurence Bourjot & Sylvaine Camaret, Université de Chambéry**  
**Françoise Forgeard & Myriam Lebret, Université de Rennes**  
**Erwin Ulrich, ONF-Fontainebleau**

**À moyen terme, des conséquences qui peuvent perdurer**

Les plantes qui ont souffert lors de la sécheresse peuvent en porter longtemps les stigmates ; c'est le cas notamment des espèces qui vivent longtemps,

comme les ligneux. Fragilisés, ils deviennent alors particulièrement susceptibles aux attaques de pathogènes ou aux autres perturbations naturelles. Le bois mort créé par la sécheresse (arbres morts ou branches mortes sur pied ou au sol) doit logiquement favoriser les espèces qui en dépendent (insectes et champi-

gnons saproxyliques, mousses, oiseaux cavernicoles comme les mésanges ou les pics...), même si le phénomène n'a pas encore été étudié. En milieu prairial, les sécheresses contiennent les plantes les plus compétitives, qui ont tendance à constituer des tapis monospécifiques comme les graminées ; les sécheresses

permettent ainsi à des espèces à fortes capacités de colonisation, comme les plantes disséminées par le vent (cas des épilobes et des séneçons), mais peu compétitives de s'installer.

La récurrence de sécheresses maintiendrait ainsi une partie de la biodiversité, tant que la fréquence et l'intensité des sécheresses demeurent modérées. Il n'est pas exclu qu'il en soit de même dans les jeunes peuplements forestiers ou les peuplements clairs où la compétition entre espèces est forte.

## À long terme, beaucoup d'incertitudes

On n'a que très peu d'idées sur l'impact qu'auront les sécheresses répétées que nous prédisent les climatologues dans les décennies à venir. Ces sécheresses s'accompagneront en effet d'autres changements de grande ampleur (que l'on regroupe sous le terme de changement global au sens de changement affectant tout le « globe » terrestre). Certains de ces changements sont prévisibles, comme l'augmentation de la fréquence des tempêtes ou des inondations hivernales ; d'autres sont en revanche imprévisibles, comme l'ampleur de la dégradation des habitats.

Aussi en est-on réduit à formuler des prédictions très générales et essentiellement qualitatives sur l'impact à long terme des sécheresses sur la biodiversité. Il est vraisemblable que certaines espèces méridionales adaptées aux nouvelles conditions climatiques pourront coloniser de nouveaux territoires devenus favorables, tandis que d'autres, en limite sud de répartition disparaîtront. Les capacités de dispersion des espèces joueront un rôle majeur dans ces phénomènes. La sélection naturelle des individus les plus résistants ne suffira probablement pas à maintenir localement des espèces sensibles à la sécheresse ou en marge de distribution. En effet, le phénomène semble trop rapide et trop intense. Par ailleurs, l'examen des pollens fossiles a montré que les exigences climatiques de nombreuses essences forestières sont remarquablement stables depuis des dizaines de milliers d'années au moins, malgré des changements brusques et forts du climat qu'ils ont pu connaître (par exemple, le petit

âge glaciaire qui a duré 400 ans du début du 15<sup>e</sup> siècle au milieu du 19<sup>e</sup> siècle).

## Sécheresse ou diminution de l'âge d'exploitabilité : quel moindre mal ?

Compte tenu de ce que la sécheresse et la canicule 2003 ont apparemment eu peu de conséquences sur la biodiversité forestière, il semble prématuré de préconiser des pratiques de gestion qui limiteraient l'impact de sécheresses futures.

Par contre, nous pensons qu'il est nécessaire de s'attarder sur les recommandations que donnent les économistes de dynamiser la sylviculture en intervenant plus fréquemment dans les peuplements et en raccourcissant les cycles sylvicoles pour prévenir les pertes financières causées par la mortalité d'arbres d'avenir sous l'effet de perturbations devenant plus fréquentes et plus violentes. Si l'ouverture des peuplements forestiers peut constituer une opération favorable pour une partie de la biodiversité - la lumière constitue en effet le principal élément limitant pour la flore -, il en va autrement concernant la réduction de la durée des âges d'exploitabilité. En effet, la sylviculture axée sur la production de bois à son optimum économique court-circuite déjà les stades forestiers les plus vieux au détriment de la biodiversité forestière qui est liée au bois mort ou pourrissant, comme les insectes saproxyliques et les oiseaux cavernicoles. Il n'est pas impossible que les orientations sylvicoles mises en œuvre pour diminuer l'impact des sécheresses sur les peuplements forestiers en raccourcissant les âges d'exploitabilité s'avèrent aussi négatives pour la biodiversité forestière que les sécheresses elles-mêmes (au moins pour les espèces spécialistes des vieux stades forestiers). Les mesures préconisées par l'ONF depuis 1993 dans ses directives pour la prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière qui portent en particulier sur le mélange des essences et la conservation des stades âgés du cycle sylvigénétique (bois mort, arbres morts ou sénescents isolés de préférence de gros diamètre ou en îlots de vieux bois) sont donc plus que jamais d'actualité.

## La nécessité d'approfondir les connaissances

Les exigences climatiques des principales essences d'arbres forestiers autochtones ou introduites et de leurs pathogènes - insectes, champignons ou bactéries - commencent à être bien cernées. En couplant ces exigences climatiques aux prévisions du climat des prochaines décennies, il est d'ores et déjà possible de dessiner le futur visage de la forêt française, tel qu'il sera probablement dans cinquante ou cent ans. Ainsi les espèces méridionales, connaîtraient une forte expansion vers le nord, en particulier celles du Sud-Ouest, telle le pin maritime, tandis que le hêtre, présent actuellement dans les trois quarts du pays, se retrouverait relégué dans le Nord-Est. Les arbres de basse et moyenne montagne partiraient à l'assaut des sommets, désertant le piémont des massifs.

Néanmoins, pour la majorité des espèces animales ou végétales (hormis les arbres) forestières, les informations sur leur résistance ou leur résilience à la sécheresse ou à la canicule font toujours défaut, de même que leur capacité à coloniser des terrains favorables. En outre, le lien entre sécheresse, biodiversité et fonctionnement de l'écosystème forestier est également très mal compris. En particulier, un milieu appauvri par la gestion est-il plus sensible à la sécheresse ? Dans quelles conditions la perte de biodiversité causée par une sécheresse altère-t-elle le fonctionnement de l'écosystème ? Ou bien est-ce la perturbation du fonctionnement de l'écosystème causée par la sécheresse (comme la diminution de la minéralisation de la litière par exemple) qui est responsable de la perte de biodiversité ? De toutes ces considérations, il découle que les opérations de suivi à long terme de la biodiversité forestière, comme les programmes RENECOFOR ou STOC, doivent être maintenues - ou développées pour les groupes taxonomiques qui ne font actuellement l'objet d'aucun suivi (comme les insectes forestiers non ravageurs). Ces programmes, dont certains se mettent en place dans le cadre du projet Vigie-Nature coordonné par le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, permettront de documenter les changements de biodiversité ; ils pourront être



# Repères

■ **Perturbation naturelle** : événement naturel qui modifie brusquement l'état et le fonctionnement d'un milieu ou d'un écosystème. Les principales perturbations naturelles sont les sécheresses, les tempêtes et les incendies (même si les activités humaines peuvent en accroître la fréquence ou l'intensité).

■ **Résistance** : capacité à garder son état initial pendant une perturbation.

■ **Résilience** : capacité à retrouver l'état initial après une perturbation. Une espèce très résistante est généralement peu résiliente.

■ **RENECOFOR** : réseau national de suivi intensif des écosystèmes forestiers créé et coordonné par l'ONF, constitué de 102 sites d'observation permanents qui seront suivis pendant au moins 30 ans (1992-2022), en collaboration avec de nombreux instituts de recherche et universités. Il constitue la partie française d'un ensemble de placettes permanentes de suivi des écosystèmes forestiers installées dans 34 pays européens.

■ **STOC-points d'écoute** : programme national de « Suivi Temporel des Oiseaux Communs » basé sur des points d'écoute réalisés chaque année par des ornithologues amateurs (854 carrés de 10 points d'écoute suivis en 2003), créé en 1989 et coordonné par le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Un second volet du programme STOC comprend des captures au filet.

utilement complétés à la fois par des expérimentations pour décrypter les mécanismes biologiques et par des actions de gestion adaptative associant étroitement gestionnaires et scienti-

ques (voir encadré). À terme, ces mesures permettront de recommander des pratiques sylvicoles limitant l'impact des sécheresses sur la biodiversité.

**Frédéric ARCHAUX**

CEMAGREF Centre de Nogent-sur-Vernisson, Équipe biodiversité  
frederic.archaux@cemagref.fr

## Bibliographie

BADEAU V., DUPOUEY J.L., CLUZEAU C., DRAPIER N., 2005. Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100. Dossier " la forêt face aux changements climatiques ". Forêt Entreprise n°162, pp 25-29.

MORECROFT M.D., BEALEY C.E., HOWELLS E., RENNIE S., WOIWOD I.P., 2002. Effects of drought on contrasting insect and plant species in the UK in the mid-1990s. Global Ecology and Biogeography n°11, pp 7-22.

SVENNING J.-C., 2003. Deterministic Plio-Pleistocene extinctions in the European cool-temperate tree flora. Ecology Letters n°6, pp 646-653.

WARDLE D.A., BONNER K.I., BARKER G.M., 2000. Stability of ecosystem properties in response to above-ground functional group richness and composition. Oikos n°89, pp 11-23.

### La gestion adaptative, un outil au service des générations futures

La gestion adaptative consiste à améliorer les pratiques de gestion à partir des leçons tirées des résultats des pratiques antérieures. Elle diffère de la gestion « adaptée » que pratiquent habituellement les gestionnaires (pour prendre en compte le contexte écologique et socio-économique) en ceci qu'elle repose sur une démarche et des outils scientifiques et surtout qu'elle inverse la flèche du temps : l'un des objectifs de la gestion adaptative est qu'elle ne se limite pas à tirer aujourd'hui des leçons du passé mais qu'elle permette à nos successeurs de tirer des leçons dans le futur.

Deux grands types de gestion adaptative sont classiquement distingués :

■ la gestion adaptative passive, qui consiste à mettre en place un système de suivi de la gestion pour évaluer si une gestion pratiquée remplit les objectifs qu'elle poursuivait ; c'est à la fois la forme la plus pauvre — en termes de nouvelles connaissances — et la plus réaliste de gestion adaptative ;

■ la gestion adaptative active, qui consiste à pratiquer différentes gestions en parallèle pour pouvoir les comparer les unes aux autres, par exemple en lien avec des hypothèses écologiques ; elle est difficile à mettre en place sur des surfaces importantes, et fait l'hypothèse implicite que les comparaisons ou questions identifiées aujourd'hui comme cruciales le seront encore pour les générations futures. Il est également possible de varier délibérément les gestions pratiquées, en renseignant — par exemple sur les sommiers, les SIG... — ce qui est fait, sans préjuger des questions auxquelles elles permettront de répondre (gestion adaptative pro-active).

Le contexte relationnel, institutionnel et social est probablement plus "limitant" en gestion adaptative active qu'en gestion plus ordinaire ; il ne faut donc surtout pas tendre à la généraliser à toutes les questions. Tout au plus peut-on proposer de tester cette démarche dans des contextes favorables.

Pour plus d'information, cf. GOSSELIN F., 2004. Intégrer recherche scientifique en écologie et gestion dans le cadre de l'ingénierie écologique : intérêts et limites. Ingénieries EAT n° spécial, pp113-120.

**Frédéric Gosselin, Cemagref Nogent-sur-Vernisson**