

La flore dans le réseau RENECOFOR : avancées méthodologiques et premières tendances sur 10 ans

La flore forestière constitue un élément clé des écosystèmes forestiers, mais son évolution temporelle est très mal connue. Le réseau RENECOFOR a permis de faire progresser les connaissances sur le plan méthodologique (mesure de l'influence des botanistes sur la qualité des relevés) et les premières analyses écologiques suggèrent des changements de la composition des communautés végétales entre 1995 et 2005, notamment en rapport avec les dépôts azotés et les grands herbivores. Cependant, il est indispensable de continuer le suivi pour confirmer ces premières tendances.

Pourquoi s'intéresser à la flore forestière et à son évolution temporelle ?

La flore est traditionnellement utilisée par les forestiers pour définir et cartographier les stations forestières. La flore herbacée constitue une composante majeure de la diversité forestière, d'une diversité bien supérieure à celle des arbres (voir « flore forestière »*, en encadré). En outre, elle est à la base de nombreuses interactions biotiques (herbivorie, mutualisme*). Certaines des espèces forestières sont menacées par l'activité humaine. La flore est également un bio-indicateur des changements environnementaux (changement climatique, dépôts atmosphériques).

Faute de suivi, nous ne connaissons pas les évolutions récentes de la flore forestière à l'échelle nationale alors que les pratiques de gestion, les effectifs des grands herbivores, les dépôts atmosphériques et le cli-

Depêres*

- **Flore forestière** : la flore forestière (définie comme l'ensemble des espèces susceptibles d'être rencontrées en forêt) représente le quart environ de la flore française (soit environ 1500 espèces sur 6000 ; sans compter les mousses et fougères). Les arbres et arbustes représentent moins de 9 % de cette flore forestière.
- **Mutualisme** : relation entre individus d'espèces différentes, qui se rendent des services réciproques mais qui pourraient vivre l'un sans l'autre.
- **Nitrophilie** : préférence d'une plante pour les sols riches en azote.
- **Richesse spécifique** : nombre d'espèces rencontrées dans une bande ou une placette du réseau
- **Taux d'identification incomplète ou fausse** : rapport du nombre d'espèces identifiées par l'équipe au genre seulement (par exemple *Quercus* au lieu de *Quercus robur*) ou mal identifiées (par exemple *Quercus petraea* au lieu de *Quercus robur*) sur le nombre total d'espèces.
- **Taux de non-détection** : rapport du nombre d'espèces vues par l'équipe sur le nombre total d'espèces identifiées par l'ensemble des équipes lors de l'inter-calibration

mat ont notablement évolué depuis quelques décennies.

Le dispositif de suivi de la flore

La flore est suivie depuis 1995 sur les 102 sites du réseau RENECOFOR. Dans chaque site, 8 bandes non contiguës de 2 x 50 mètres ont été matérialisées : quatre à l'intérieur de l'enclos central (0,5 hectare) et quatre à l'extérieur (figure 1). Ces bandes sont échantillonnées tous les 5 ans, au moins une fois au printemps et une fois en été. Dans 14 sites, la flore est suivie annuellement par les mêmes équipes (dispositif Oxalis). Une dizaine d'équipes d'une

à trois personnes, dont une au moins est un(e) botaniste reconnu(e), participent aux relevés quinquennaux ; certains sites ont été suivis par différentes équipes au cours du temps.

Quels problèmes rencontre-t-on dans le suivi de la flore forestière ?

La difficulté de la mise en évidence des évolutions temporelles de la flore forestière tient essentiellement à la conjonction de deux particularités de la flore dans les peuplements forestiers matures (toutes les placettes RENECOFOR sont situées dans des peuplements matures).

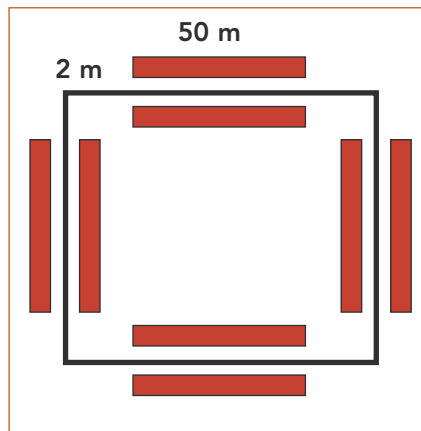


Fig. 1 : schéma du dispositif de suivi floristique sur une placette RENE-COFOR

(voir schéma général d'une placette dans l'article de E. Ulrich, p. 31)

Les plantes sous couvert arboré sont généralement peu recouvrantes et ne fleurissent pas, faute de lumière. Or la fleur est souvent indispensable pour une identification certaine. Les plantes forestières sont donc difficiles à détecter et à identifier, et l'expérience du botaniste est extrêmement importante. Or il n'est pas envisageable qu'un seul botaniste (ou équipe) échantillonne toutes les placettes du réseau (de fait 10 à 11 équipes ont réalisé les relevés en 1995, 2000 et 2005) ; sur le long terme, différents botanistes se succéderont inévitablement sur les mêmes placettes. Ces différences entre observateurs, entre placettes et au cours du temps font que certains relevés sont de meilleure qualité que d'autres, ce qui risque de fausser les résultats. Par exemple, une amélioration progressive de la qualité des relevés (remplacement des équipes par d'autres plus expérimentées...) se traduira soit par une augmentation artificielle du nombre d'espèces s'il est resté stable, soit par une stabilité apparente s'il a diminué au cours du temps.

Par ailleurs, les plantes des stades forestiers matures sont essentiellement des espèces vivaces, de dynamique lente, bien que des espèces apparaissent de façon

fugace. Les évolutions temporelles de la richesse spécifique de la flore forestière dans les placettes RENE-COFOR seront donc probablement lentes.

Des botanistes compétents, mais certains plus que d'autres

Le nœud du problème est ainsi de devoir mettre en évidence une tendance temporelle lente avec une erreur de mesure qui ne peut pas être négligée *a priori*. Pour résoudre ce problème, un système rigoureux d'assurance qualité - contrôle qualité (AQCQ) des données floristiques a été mis en place. La procédure d'assurance qualité repose sur des journées d'intercalibration qui précèdent les relevés quinquennaux. Durant ces deux journées, toutes les équipes font des relevés de manière indépendante sur les mêmes placettes, puis y retournent pour se mettre d'accord sur la liste des espèces présentes, sur leur recouvrement et la strate à laquelle elles appartiennent (muscinale, herbacée, arbustive basse, arbustive haute,

arborée). Ces journées d'intercalibration permettent aux équipes de calibrer leurs notations et d'estimer leur niveau d'erreur. La procédure de contrôle qualité repose sur des visites de contrôle croisées entre équipes pendant la campagne quinquennale, chaque équipe visitant une placette du réseau peu de temps après une première équipe.

Ce système d'AQCQ a mis en évidence le fait que les équipes ratent entre 10 et 30 % des plantes et identifient au genre seulement ou se trompent sur l'identité de 5 à 10 % des plantes détectées (figure 2). En outre, il semble que les équipes qui tendent à détecter moins d'espèces, tendent également à identifier au genre ou à se tromper sur l'identité des plantes plus fréquemment. Enfin, les estimations visuelles des recouvrements par espèce ou par strate varient sensiblement entre équipes. Cet effet « équipe » s'explique par des différences d'effectif (1 à 3 personnes), d'expérience et d'entraînement ; la fatigue influence également la qualité des relevés.

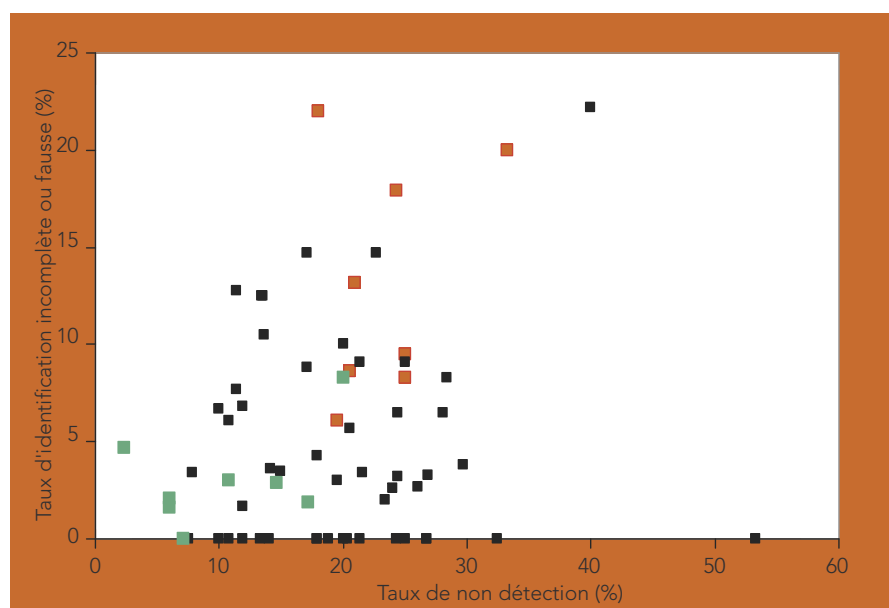


Fig. 2 : taux d'identification incomplète* (au genre) ou fausse et taux de non-détection* (voir définitions en encadré)

Chaque point correspond à un relevé (une équipe, une bande). En vert et rouge, deux équipes, montrant que l'équipe verte détecte en moyenne plus d'espèces et les identifie mieux que l'équipe rouge

Des variations limitées de la richesse spécifique des placettes d'une année à l'autre

Les données sont en cours d'analyse et les résultats présentés ci-dessous seront affinés ultérieurement. Le dispositif Oxalis a mis en évidence que jusqu'à cinq années sont nécessaires pour dresser une liste quasi exhaustive des espèces présentes ; passée cette étape d'apprentissage, la richesse spécifique floristique évolue peu d'une année sur l'autre, même après de fortes perturbations. Ainsi, la sécheresse/canicule 2003 a eu certes un impact négatif immédiat sur la flore herbacée (forte réduction du recouvrement herbacé) mais peu de répercussions à plus long terme, puisque la richesse spécifique est restée stable de 2002 à 2004 (voir RDV techniques n° 11, p. 43).

Des modifications de la structure des peuplements et des communautés végétales

Parmi les 102 sites du réseau, 87 ont été suivis intégralement de 1995 à 2005 (la flore n'a pas pu être suivie en 2000 dans les sites les plus touchés par les tempêtes de 1999).

En moyenne, le nombre de tiges a progressivement diminué en 10 ans mais pas la surface terrière. Entre 2000 et 2005, le recouvrement des strates arborée et herbacée a diminué, tandis que celui des strates arbustives hautes et basses a augmenté ; seul le recouvrement de la strate muscinale est resté stable. La diversité floristique a augmenté au cours du temps (tant à l'échelle du réseau que des sites) ; cependant, il reste à évaluer l'importance de l'apprentissage et du remplacement de plusieurs équipes au cours du temps dans cette évolution. Des indices écologiques basés sur des valeurs moyennes sont probablement moins susceptibles d'être affectés par l'effet « équipe ». Ces indices



V. Boulanger, Cemagref

Placette CHS 57a (forêt d'Amélecourt) : recouvrement et floraison plus importants de l'anémone sylvestre dans l'enclos (à droite).

Les grands herbivores attaquent préférentiellement les fleurs de l'anémone.

montrent un glissement progressif de la composition de la flore au profit d'espèces plus nitrophiles* et plus atlantiques.

L'impact des grands herbivores sur la flore forestière

Dans chaque site, l'enclos central et l'exclos (bande de 30 mètres autour de l'enclos) sont échantillonnés par la même équipe à chaque passage : la comparaison entre enclos et exclos est donc en théorie peu affectée par l'effet « équipe ».

L'accroissement du recouvrement de la strate arbustive basse et la diminution de celui de la strate herbacée sont plus marqués dans les enclos qu'en dehors. La ronce profite particulièrement de la mise en défens (voir aussi en photo l'exemple de l'anémone sylvestre). Probablement en conséquence de l'accroissement de la ronce dans les enclos, plusieurs espèces de la strate herbacée ont progressivement diminué en fréquence ou en recouvrement (respectivement *Atrichum undulatum*, *Moehringia trinervia*, *Hypericum*

pulchrum, *Lapsana communis* et *Dicranella heteromalla*, *Ajuga reptans*, *Holcus mollis*, *Galium odoratum* et *G. rotundifolium*) alors qu'elles sont restées stables ou se sont étendues à l'extérieur des enclos. Au final, l'écart de richesse spécifique entre enclos et exclos, qui était presque nul en 1995, s'est progressivement accentué avec une plus forte diversité à l'extérieur de l'enclos (figure 3 page suivante).

Par ailleurs, la végétation herbacée à l'extérieur de l'enclos montre un développement moindre au printemps en 2005 par rapport à 2000 (diminution du recouvrement moyen printanier à l'extérieur de l'enclos seulement), probablement du fait de l'abrutissement par les grands herbivores ; cette différence enclos/exclos n'est plus visible à l'été 2005.

La nécessité de poursuivre le programme à plus long terme

En dépit de difficultés méthodologiques, l'analyse des relevés floristiques révèle des évolutions qui

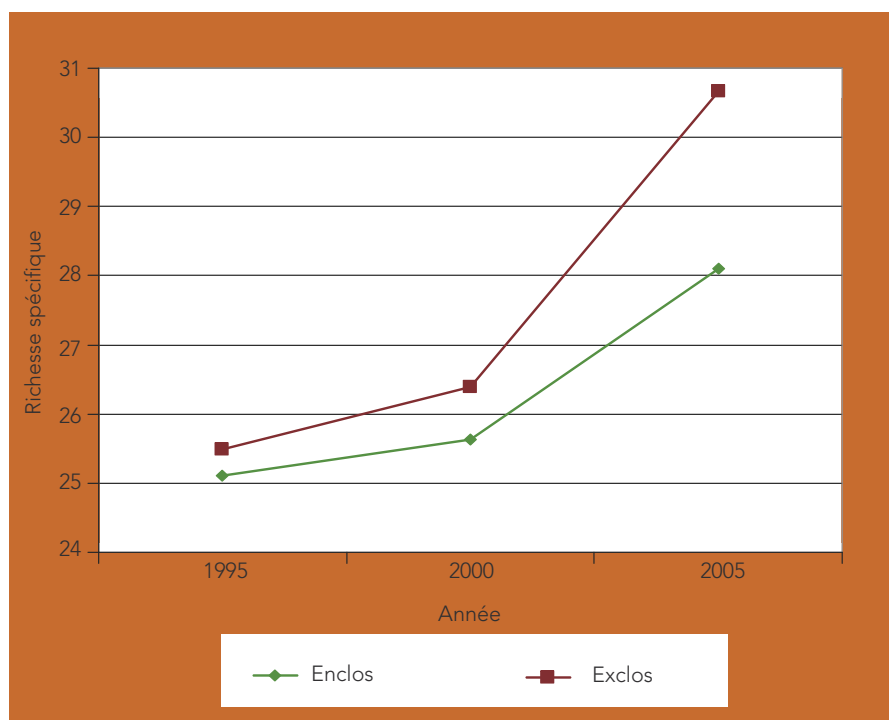


Fig. 3 : évolution de la richesse spécifique moyenne (= nombre moyen d'espèces) par bande entre enclos et exclos de 1995 à 2005, dans 87 placettes du réseau

DOBREMEZ J.-F., CAMARET S., BOURJOT L., ULRICH E., BRÊTHES A., COQUILLARD P., DUMÉ G., DUPOUEY J.-L., FORGEARD F., GAUBERVILLE C., GUEUGNOT J., PICARD J.-F., SAVOIE J.-M., SCHMITT A., TIMBAL J., TOUFFET J., TRÉMOLIÈRES M., 1997. RENECOFOR - Inventaire et interprétation de la composition floristique des 101 peuplements - campagne 1994/95. Fontainebleau : ONF. 513 p.

THIMONIER A., DUPOUEY J.L., BOST F., BECKER M., 1994. Simultaneous eutrophication and acidification of a forest ecosystem in North-East France. *New Phytologist* n°126, pp. 533-539

résultent à la fois de la dynamique des peuplements et de la pression d'herbivorie exercée par les grands mammifères. Des tendances liées aux dépôts atmosphériques et au changement climatique apparaissent mais sont encore trop ténues pour être interprétées sans ambiguïté. Des analyses plus fines, intégrant au mieux les effets observateurs, et la poursuite à long terme du programme sont nécessaires pour mieux estimer la part relative de ces différents facteurs.

Les participants du réseau : Laurence Bourjot, Alain Brêthes, Sylvaine Camaret, Richard Chevalier, Patrick Coquillard, Emmanuel Corcket, Gilles Corriol, Jean-François Dobremez, Yann Dumas, Gérard Dumé, Marie Forêt, Françoise Forgeard, Myriam Lebret Gallet, Christian Gauberville, Josée Gueugnot, Jean-François Picard, Franck Richard, Jean-Marie Savoie, Aimé Schmitt, Laurent Seytre, Jean Timbal, Jean Touffet, Michèle Trémolières, Erwin Ulrich

Frédéric ARCHAUX

Équipe biodiversité
Cemagref Nogent-sur-Vernisson
frederic.archaux@cemagref.fr

Jean-Luc DUPOUEY Patricia HEUZÉ

Unité d'écologie forestière et d'éco-physiologie
INRA Nancy
dupouey@nancy.inra.fr

Bibliographie

CAMARET S., BOURJOT L., DOBREMEZ J.-F. (coordinateurs), 2004. RENECOFOR - Suivi de la composition floristique des placettes du réseau (1994/95-2000) et élaboration d'un programme d'assurance qualité intensif. Fontainebleau : ONF. 86 p.