

# Le Réseau Renecofor

## 30 ans de suivi de la flore forestière

Manuel Nicolas, Yann Dumas, Claire Populus,

Richard Chevalier, Hilaire Martin, Adelie Chevalier

12e Rencontres botaniques du Centre-Val de Loire

15 novembre 2025 – Muséum d'Orléans pour la Biodiversité et  
l'Environnement



Photo : Nathalie Petrel



# Pourquoi observer l'évolution des écosystèmes forestiers ?

## Des écosystèmes importants...

- En surface : 1/3 terres émergées (France, Europe, Globe)
- Par leurs apports : économie (ex : bois), services écosystémiques (ex : lutte contre l'érosion des sols, stockage de carbone...), habitat d'une grande biodiversité, accueil du public, etc.

## ...mais à l'avenir incertain face aux changements globaux



Symptômes de carence  
dans les Vosges (M.  
Adrian)

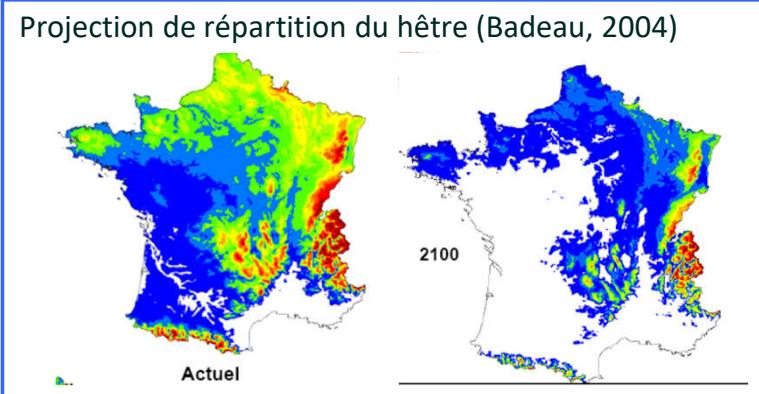
Dans les années 1980 :  
crise des pluies acides



Monts des Géants,  
République tchèque (A.

• • •

Changement climatique : enjeux  
d'adaptation et d'atténuation





## RENECOFOR : composante française d'un observatoire paneuropéen

**RENECOFOR** = REseau National de suivi à long terme des ECOsystèmes FORestiers

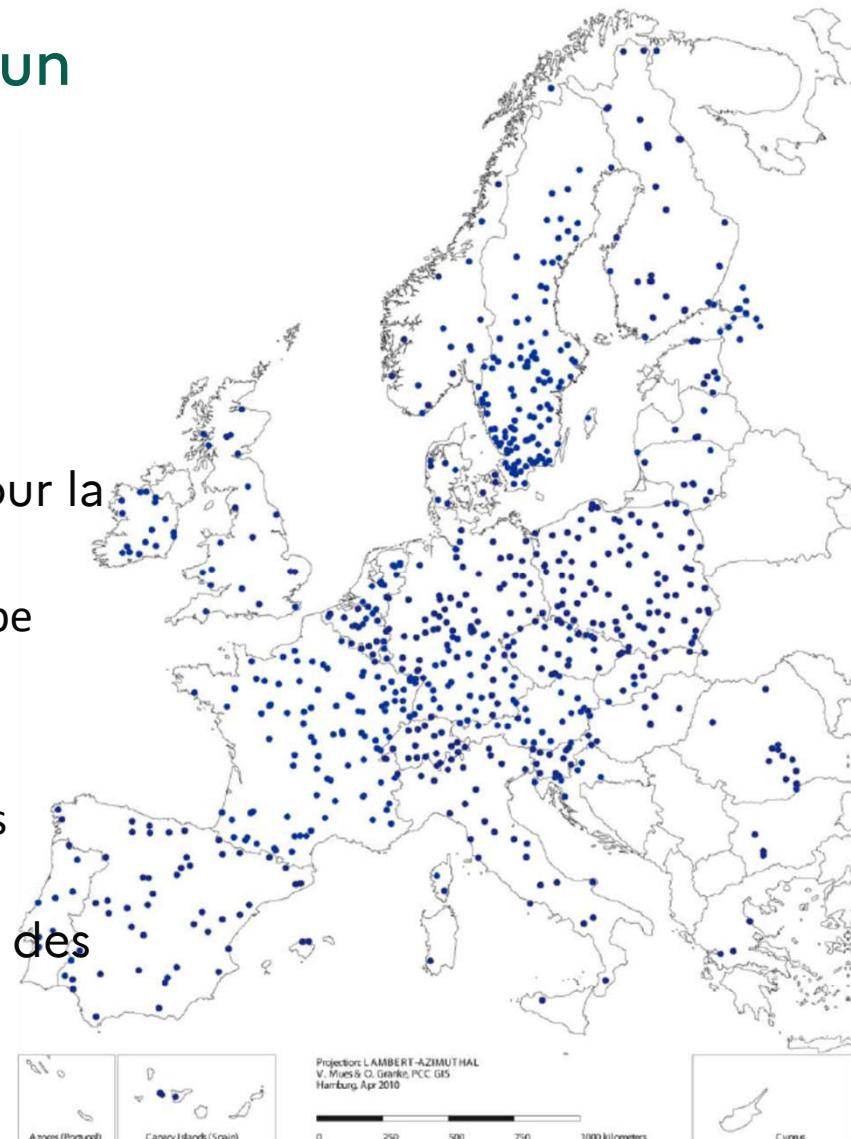
**Créé par l'ONF en 1992 pour répondre aux engagements internationaux** contre les pollutions atmosphériques et pour la gestion durable des forêts :

Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe (Strasbourg 1990)

Nations Unies : Convention Air

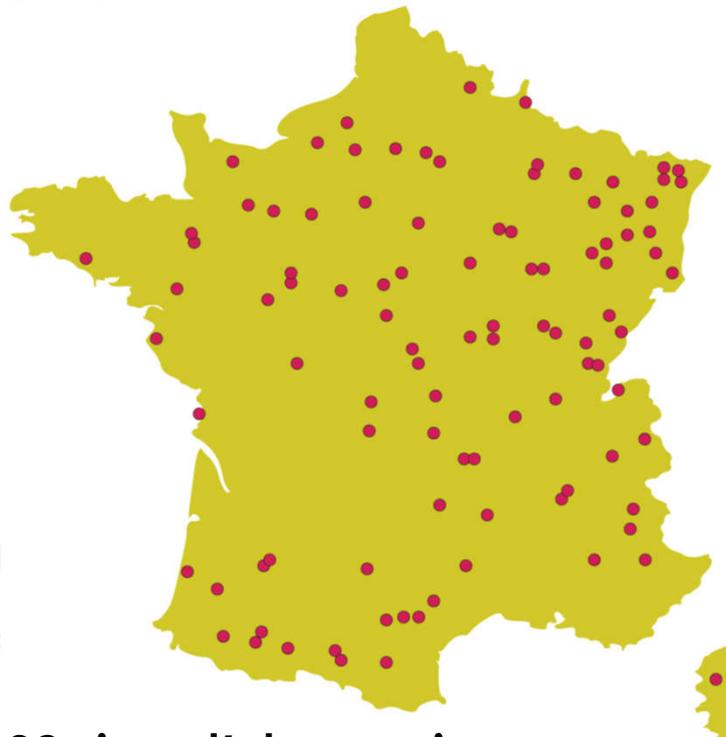
UE : Directive « NEC » sur les plafonds d'émissions de polluants

- **Intégré au réseau paneuropéen ICP Forests**, sous l'égide des Nations Unies



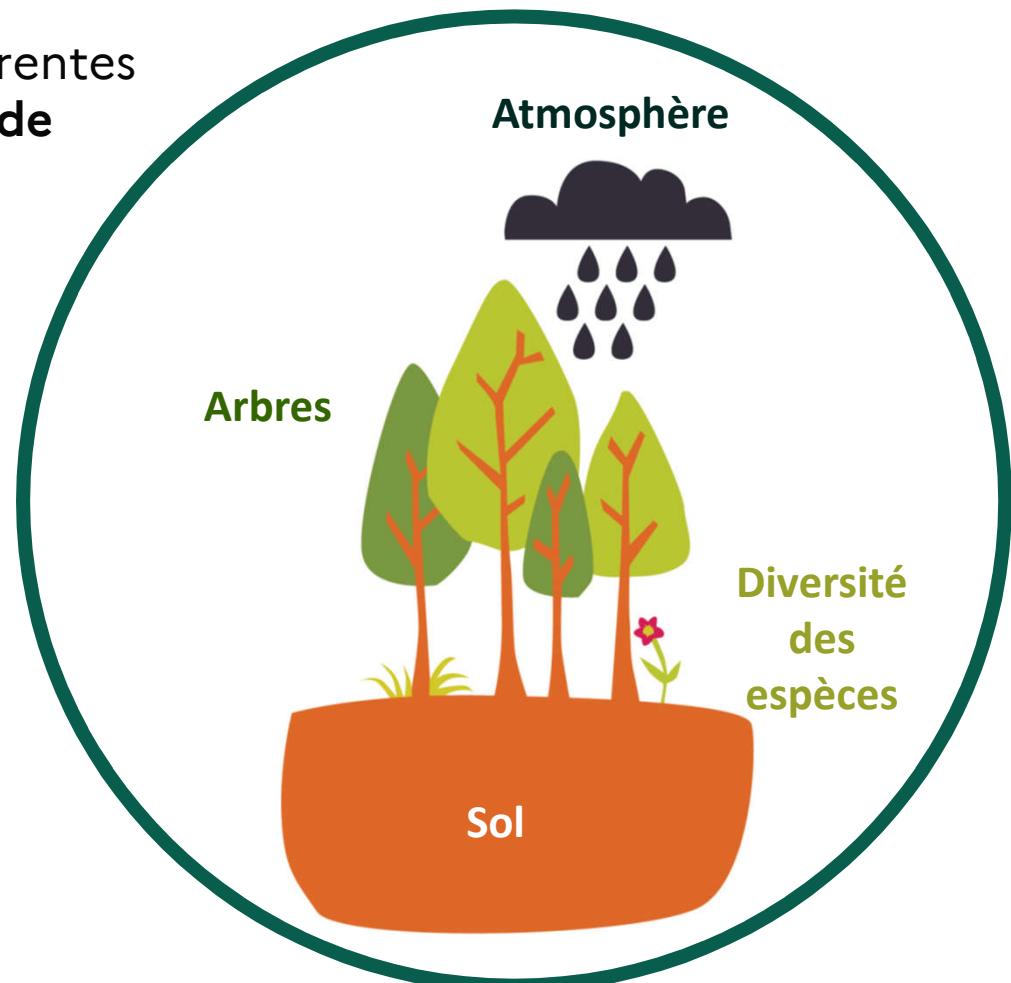


## RENECOFOR : 30 ans de suivi des écosystèmes forestiers en réponse aux changements globaux



**102 sites d'observation permanents**  
couvrant une large étendue de  
contextes écologiques en forêt publique  
gérée

Suivi des différentes  
composantes **de**  
l'écosystème





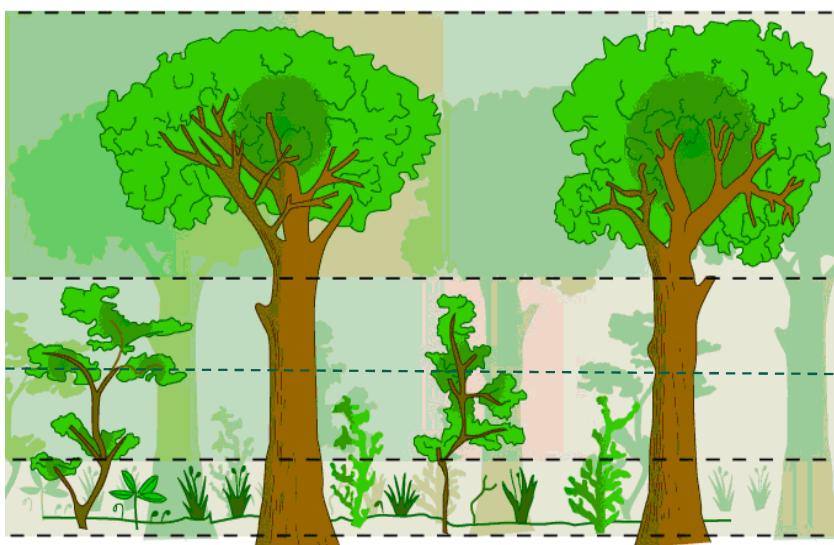
## RENECOFOR : suivi de la flore

**Campagnes d'inventaire tous les 5 ans, sur tous les sites :**

Au printemps et en été

Sur 8 bandes fixes de 100m<sup>2</sup> par site (4 en enclos + 4 en exclos)

Un relevé de toutes les espèces, par strate



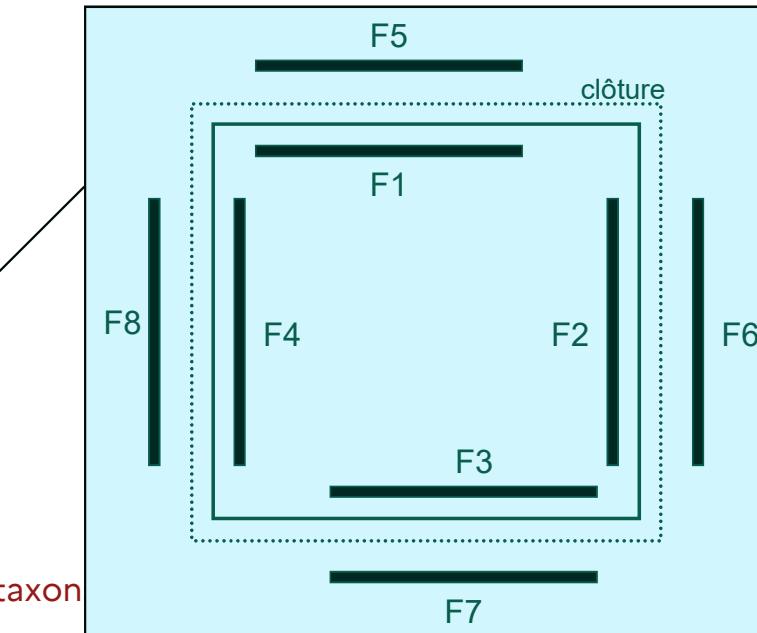
Strate arborée : ligneux  $h > 7m$  (62 taxon)

Strate arbustive haute : ligneux  $2m < h < 7m$  (99 taxons)

Strate arbustive basse : ligneux  $0,3m < h < 2m$  (151 taxons)

Strate herbacée : herbacées + ligneux  $h < 0,3m$  (827 taxons)

Strate muscinale : bryophytes terricoles (120 taxons)





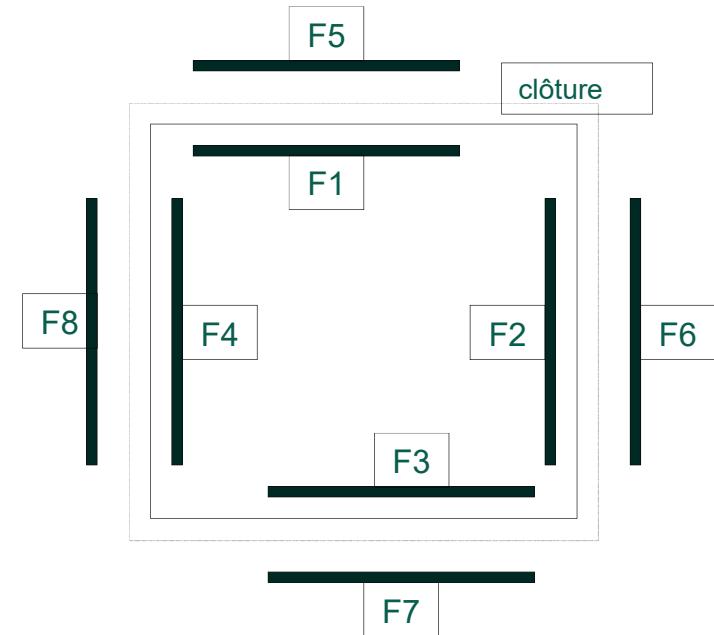
## RENECOFOR : suivi de la flore

- **Campagnes d'inventaire tous les 5 ans, sur tous les sites :**

- Par 10 équipes de botanistes aguerris et associés durablement (INRAE, Universités, Conservatoires botaniques...)



Intercalibration 2004 (Photo : Laurence Bourjot)



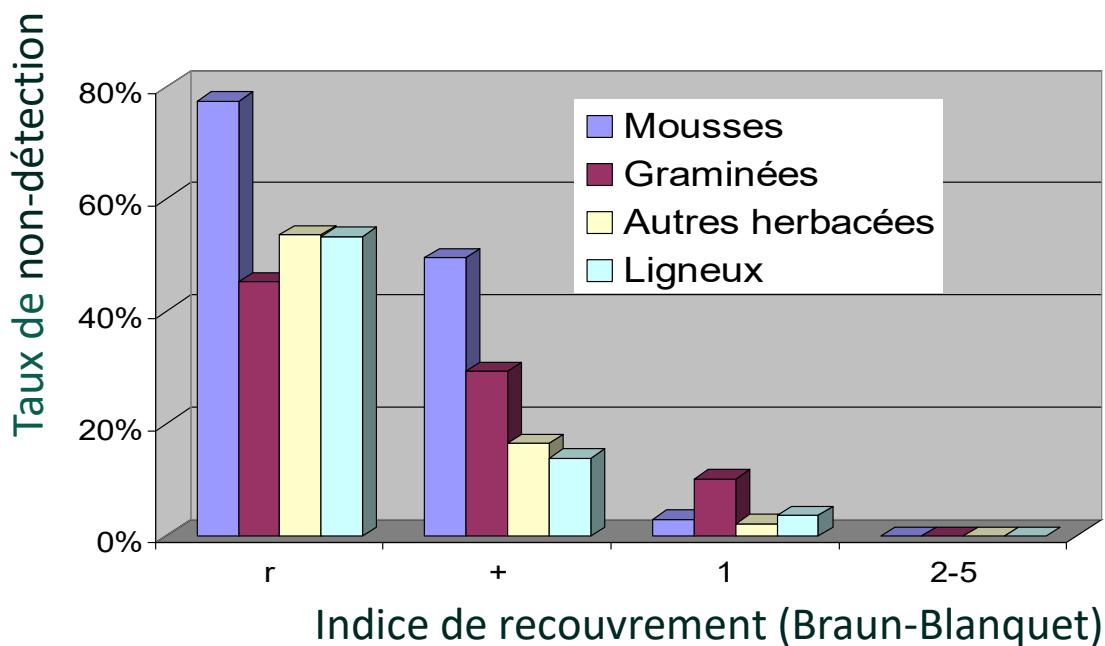
- + **Contrôle des incertitudes :**

Avec exercice d'intercalibration réunissant les différentes équipes avant chaque campagne



## Flore : 1<sup>ers</sup> résultats méthodologiques (Archaux et al., 2009)

- Peu d'incertitudes dans le relevé des arbres et arbustes
- Mais relever correctement toutes les espèces du sous-bois est bien moins évident :
  - **1 espèce sur 5 n'est pas détectée en moyenne (surtout si son recouvrement est faible)**
  - **1 espèce sur 20 est mal ou incomplètement identifiée**



- Le nombre d'espèces relevées est sujet à un fort effet observateur (et aucun botaniste n'est exhaustif)
- Les relevés sont faits en général par 2 botanistes, et répétés à 2 saisons, ce qui réduit les erreurs
- L'analyse de l'évolution de la composition est plus informative et précise que celle du nombre d'espèces.



## Quelques découvertes naturalistes intéressantes

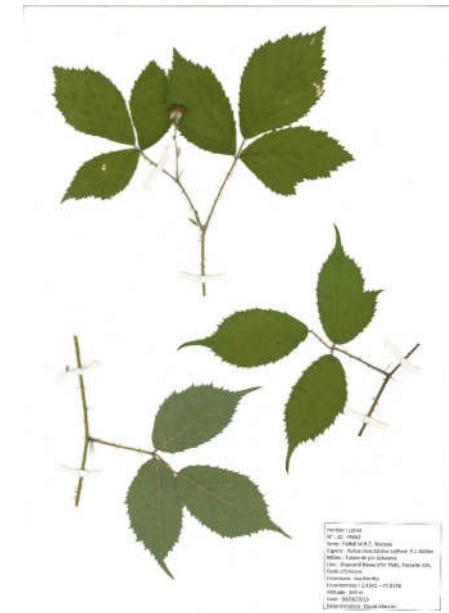
Compte tenu du taux d'échantillonnage du réseau, les découvertes naturalistes sont très improbables...et pourtant !



Placettes inventoriées ou ayant été inventoriées jusqu'à peu par l'équipe d'Inrae EFNO.



*Dicranum spurium* Hedw., 1801 (PS89)



*Rubus ferriararum* Ripart ex Genev., 1872 (PS45)

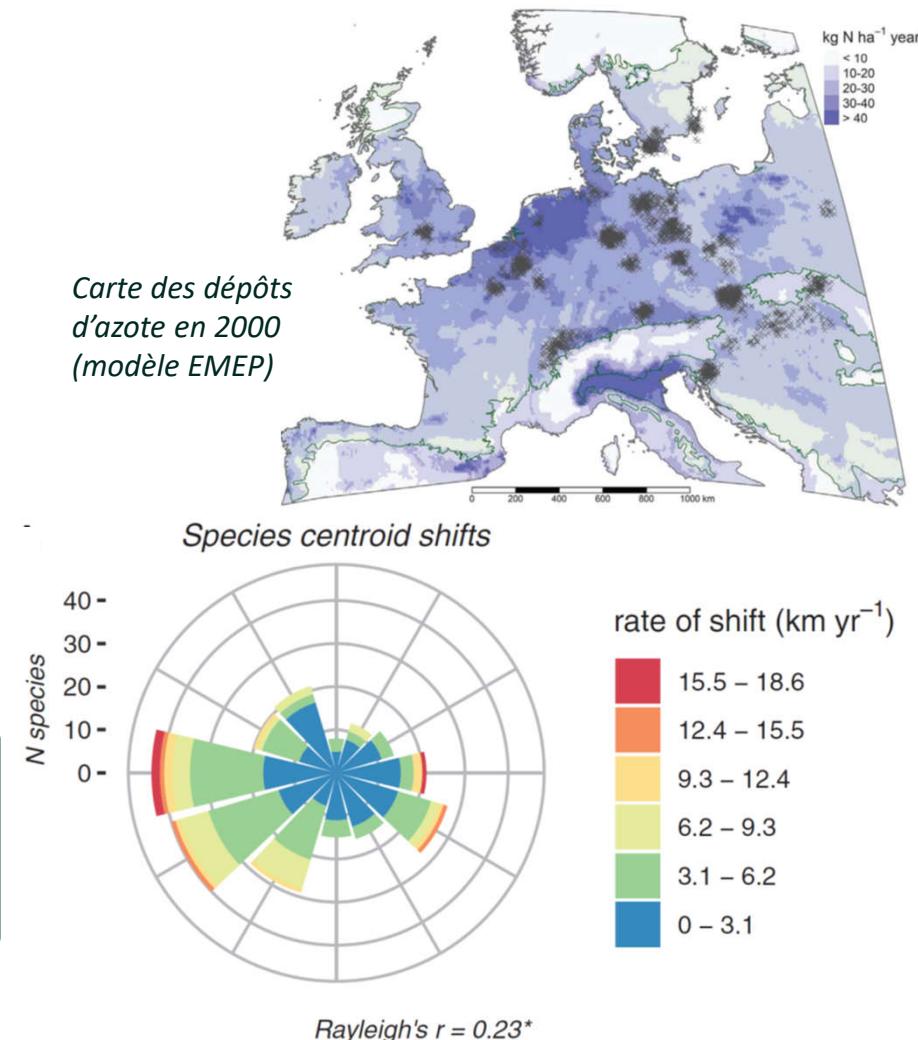


## Flore : effet des dépôts atmosphériques

- **Un effet significatif des dépôts d'azote** déjà mis en évidence sur la composition de la flore à l'échelle européenne, sur le réseau ICP Forests (Van Dobben et al., 2017).
- Par ailleurs Sanczuk et al. (2024) ont montré que **les espèces de plantes forestières en Europe se sont déplacées majoritairement vers l'Ouest** (plus que vers le Nord) entre 1933-1994 et 1987-2017, et principalement **en lien avec les dépôts d'azote**.

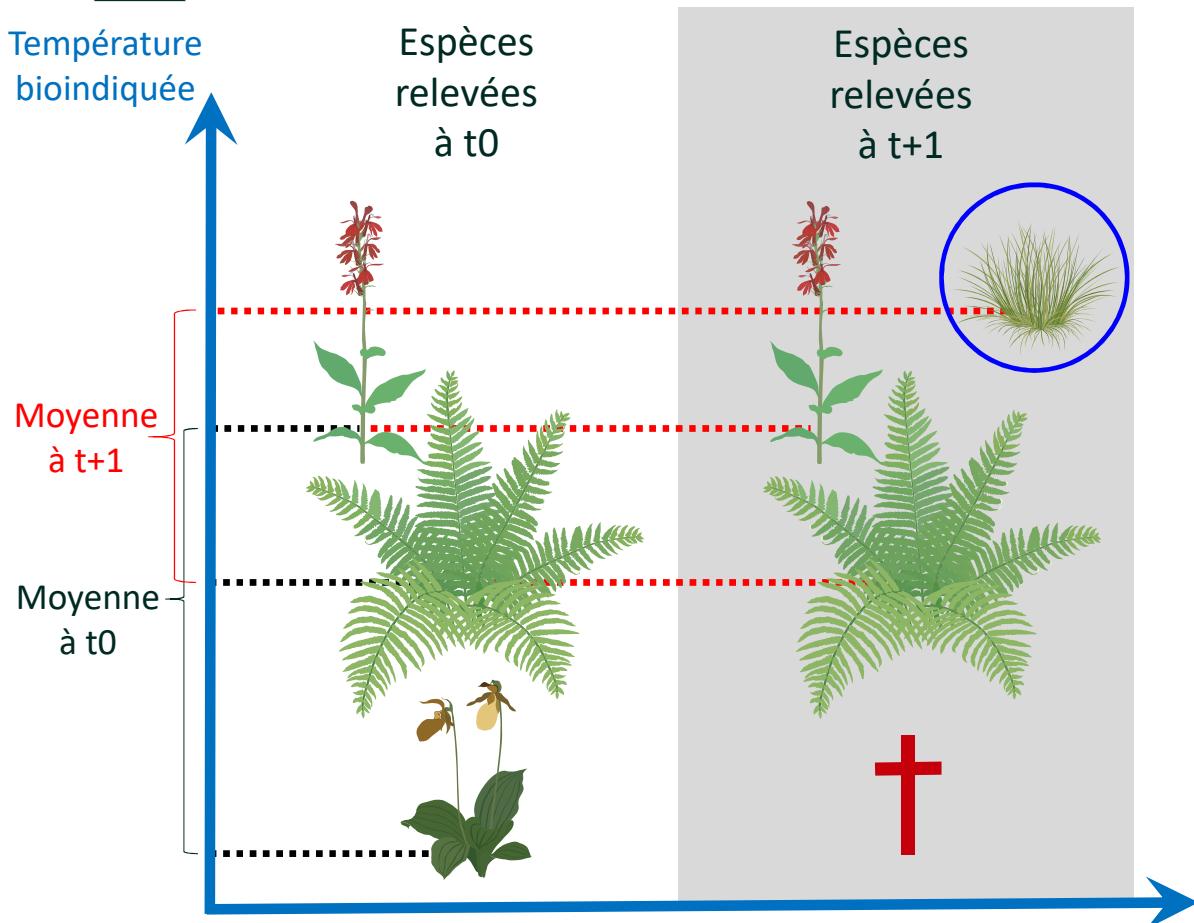
Les dépôts acidifiants et eutrophisants (soufre et azote) :

- ont diminué significativement depuis 30 ans,
- mais restent un facteur d'influence important sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes

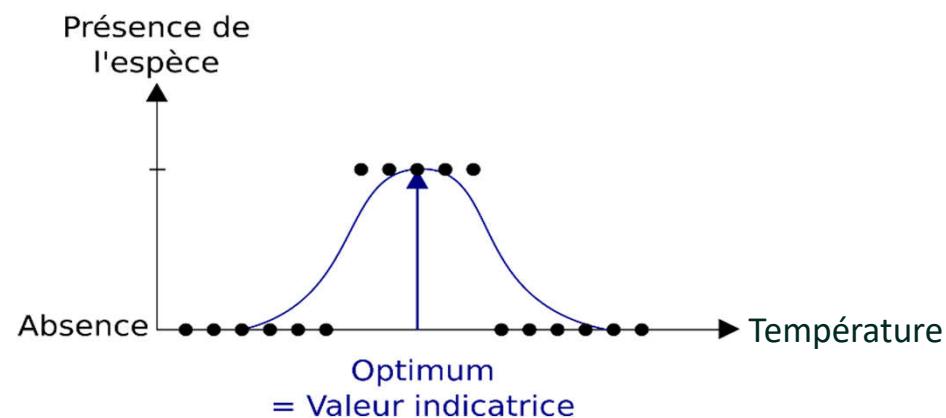




## Flore : effet du réchauffement après 20 ans



- La présence des espèces est étroitement liée à la température : la répartition de chaque espèce présente un « optimum » thermique.
- On peut bio-indiquer la température d'un site en moyennant les optimums thermiques des espèces présentes.
- Et suivre l'évolution de la température bio-indiquée d'après l'évolution de la flore.

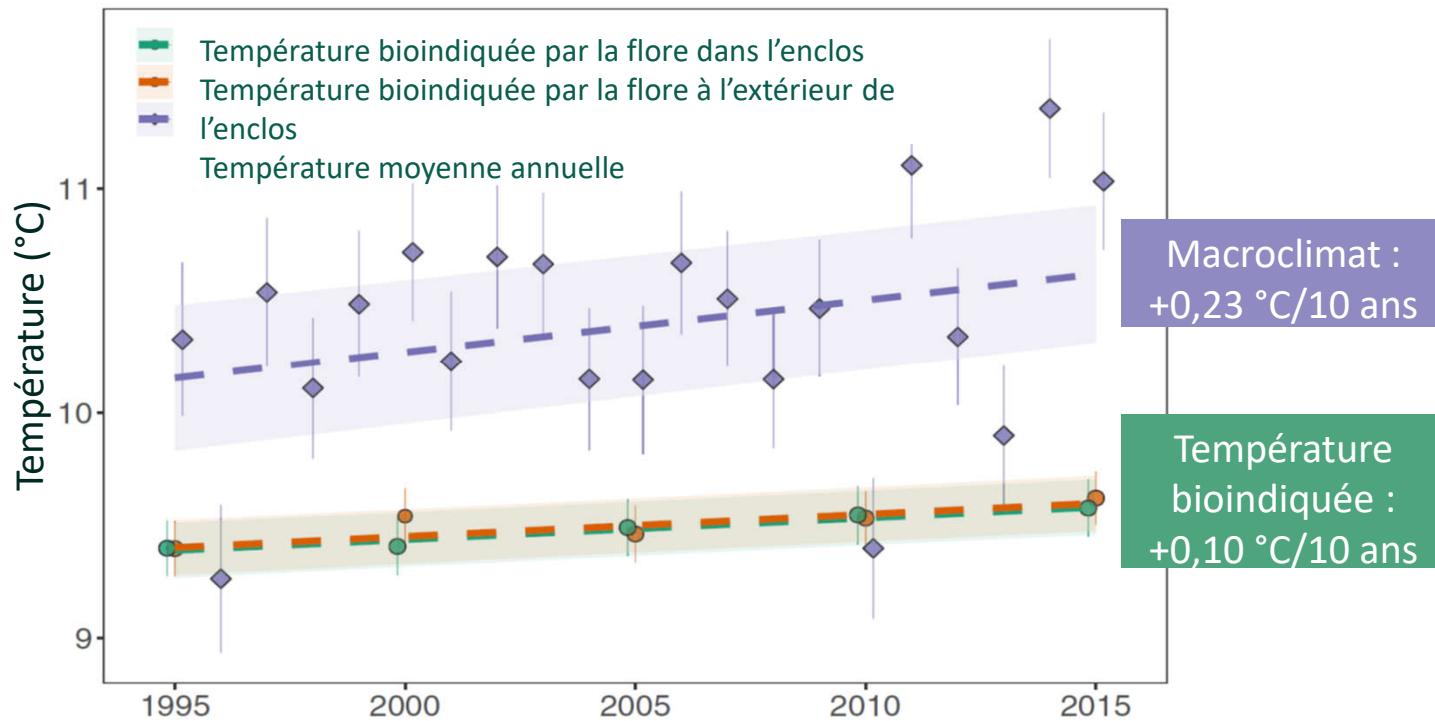




## Flore : effet du réchauffement après 20 ans

Etude de Richard et al. (2021) sur les données RENECOFOR :

- En 20 ans, les communautés végétales sont devenues plus thermophiles
- Avec un retard croissant par rapport au réchauffement du climat

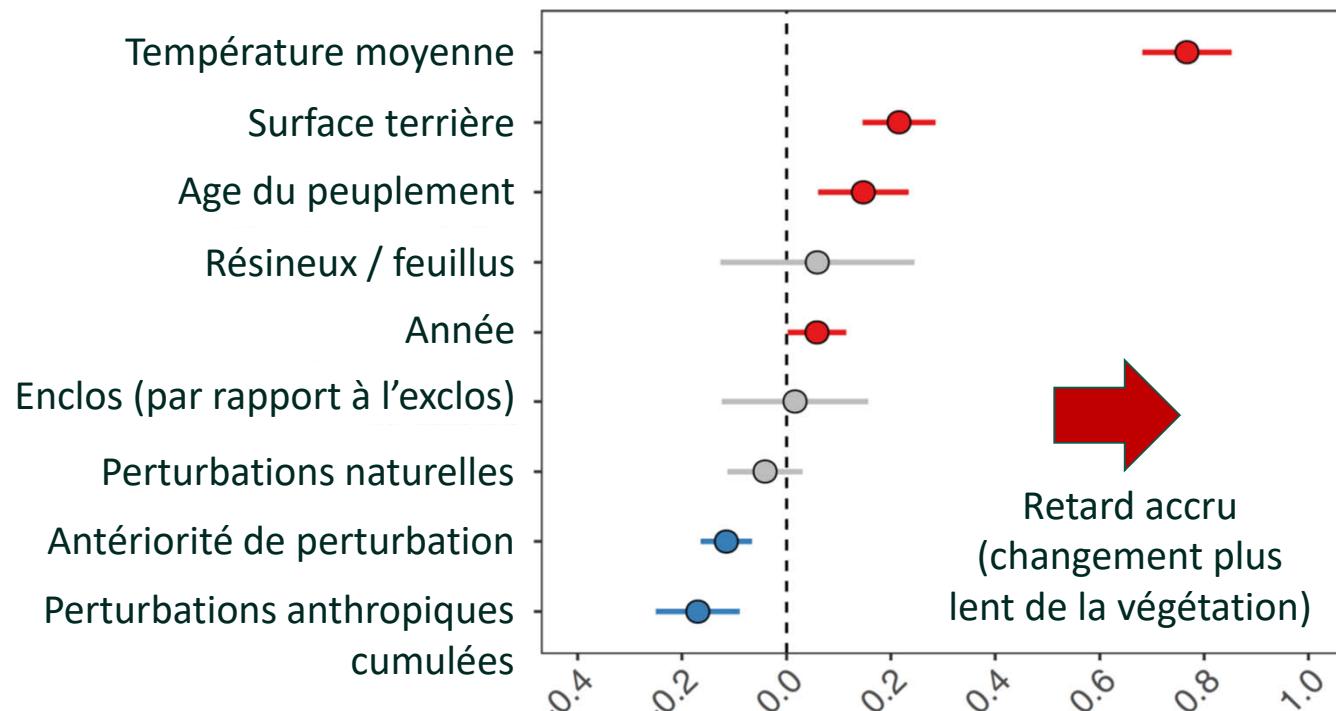




## Flore : effet du réchauffement après 20 ans

Etude de Richard et al. (2021) sur les données RENECOFOR :

- **Des facteurs locaux peuvent modular ce retard d'évolution** des communautés floristiques par rapport au réchauffement du climat :



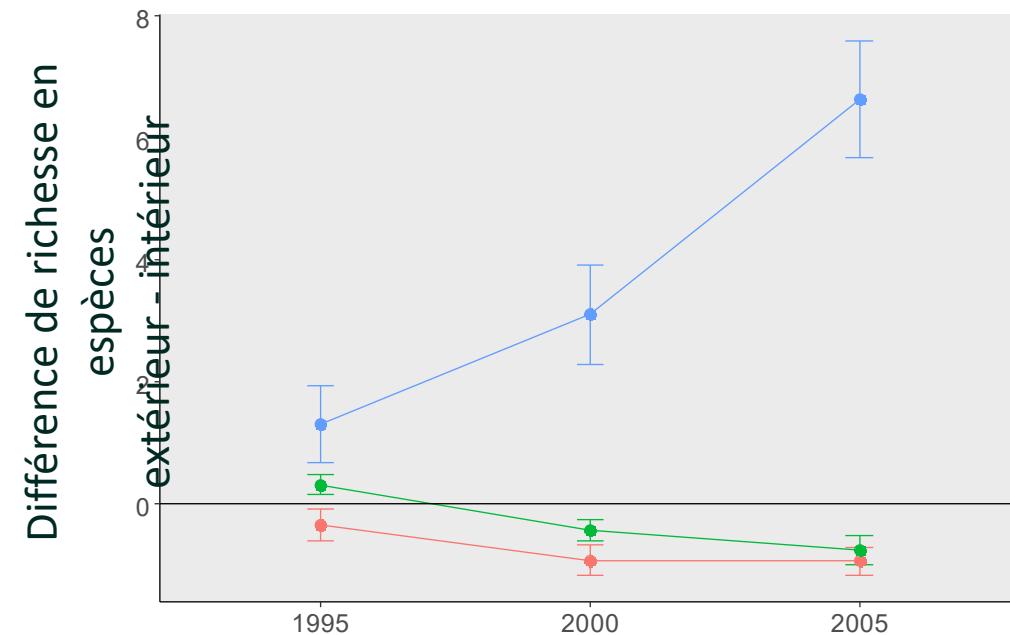
Le retard d'adaptation de la flore forestière pourrait-il s'expliquer par un réchauffement plus ou moins tamponné par le couvert arboré (effet microclimatique) ?



## Flore : effets de l'herbivorie après 10 ans

- **Comparaison entre l'intérieur et l'extérieur des enclos** (Boulanger et al., 2018)

Strates : **Herbacées** / **Arbustes bas** / **Arbustes hauts**



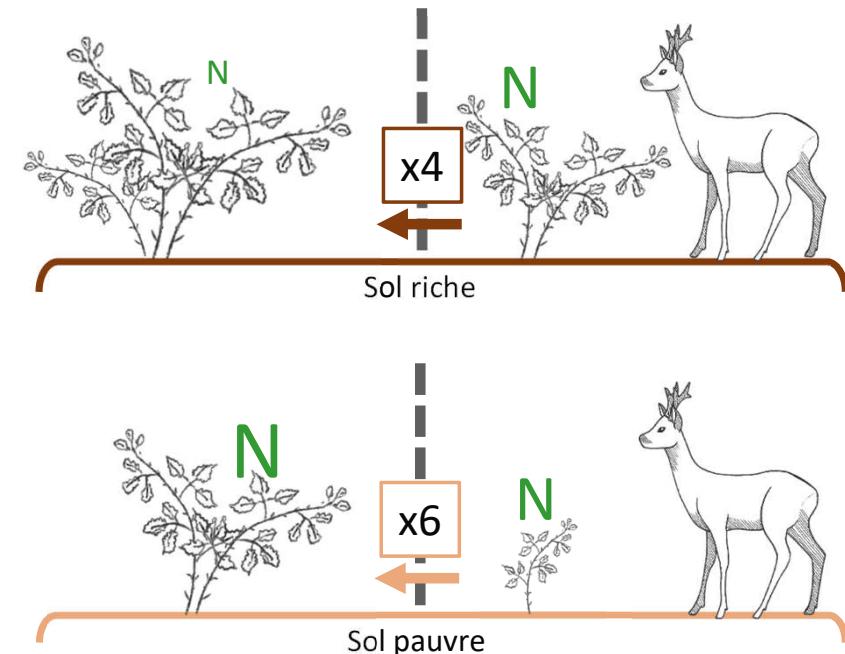
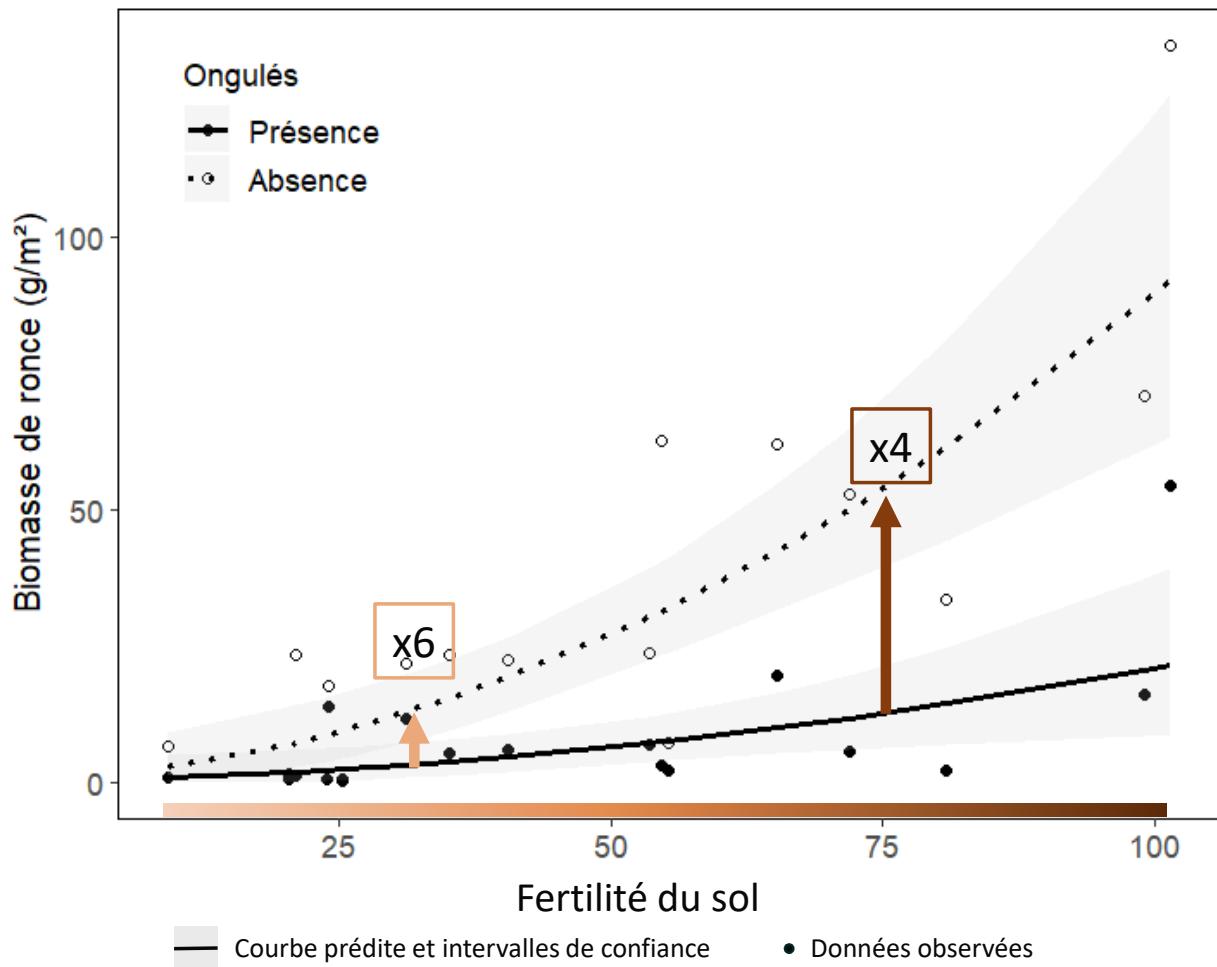
Les populations d'ongulés influencent fortement la dynamique de la végétation en :

- Limitant le développement des arbustes
- Accroissant la richesse de la strate herbacée
- Favorisant des espèces de milieu ouvert, nitrophiles et non typiques de la forêt



# Flore : effets de l'herbivorie sur la ronce

Thèse en cours Claire Populus





## Références citées

- Archaux F., Camaret S., Dupouey J.-L., Ulrich E., Corcket E., Bourjot L., Brêthes A., Chevalier R., Dobremez J.-F., Dumas Y., Dumé G., Forêt M., Forgeard F., Lebret-Gallet M., Picard J.-F., Richard F., Savoie J.-M., Seytre L., Timbal J., Touffet J., 2009. Can we reliably estimate species richness with large plots? An assessment through calibration training. *Plant Ecology*, 203 : 303-315.
- Boulanger V., Dupouey J.L., Archaux F., Badeau V., Baltzinger C., Chevalier R., Corcket E., Dumas Y., Forgeard F., Mårell A., Montpied P., Paillet J., Picard J.F., Saïd S., Ulrich E., 2018. Ungulates increase forest plant species richness to the benefit of non-forest specialists. *Global Change Biology*, vol. 24, n° 2, pp. e485-e495n doi:10.1111/gcb.13899
- Richard B., Dupouey J.-L., Corcket E., Alard D., Archaux F., Aubert M., Boulanger V., Gillet F., Langlois E., Macé S., Montpied P., Beaufils T., Begeot C., Behr P., Boissier J.-M., Camaret S., Chevalier R., Decocq G., Dumas Y., Eynard-Machet R., Gégout J.-C., Huet S., Malécot V., Margerie P., Mouly A., Paul T., Renaux B., Spicher F., Thirion E., Ulrich E., Nicolas M., Lenoir J., 2021. The climatic debt is growing in the understorey of temperate forests: Stand characteristics matter. *Global Ecology and Biogeography* 2021; 00:1-14, doi: 10.1111/geb.13312
- Sanczuk P., Verheyen K., Lenoir J. et al., 2024. Unexpected westward range shifts in European forest plants link to nitrogen deposition. *Science*, 386(6178):193-198, DOI: 10.1126/science.ado087
- Van Dobben H.F., De Vries W., 2017. The contribution of nitrogen deposition to the eutrophication signal in understorey plant communities of European forests. *Ecology and Evolution*, 7: 214–227, DOI: 10.1002/ece3.2485

### Pour plus d'informations :

- Sur RENECOFOR: [www.onf.fr/renecofor](http://www.onf.fr/renecofor)
- Sur ICP Forests: <http://icp-forests.net/>

