

Jonathan Lenoir

<https://jonathanlenoir.wordpress.com/>



Ecologie et Dynamique
des Systèmes Anthropisés
UMR 7058 CNRS-UPJV
www.u-picardie.fr/edysan



Réponses des espèces et des communautés au réchauffement global

Collège de France – Interactions plantes-pollinisateurs : une
coévolution ancienne en pleine transformation (23/02/2024)

Un peu d'histoire | L'héritage d'Humboldt

Il existe un lien fort entre la distribution des T°C et celle du vivant

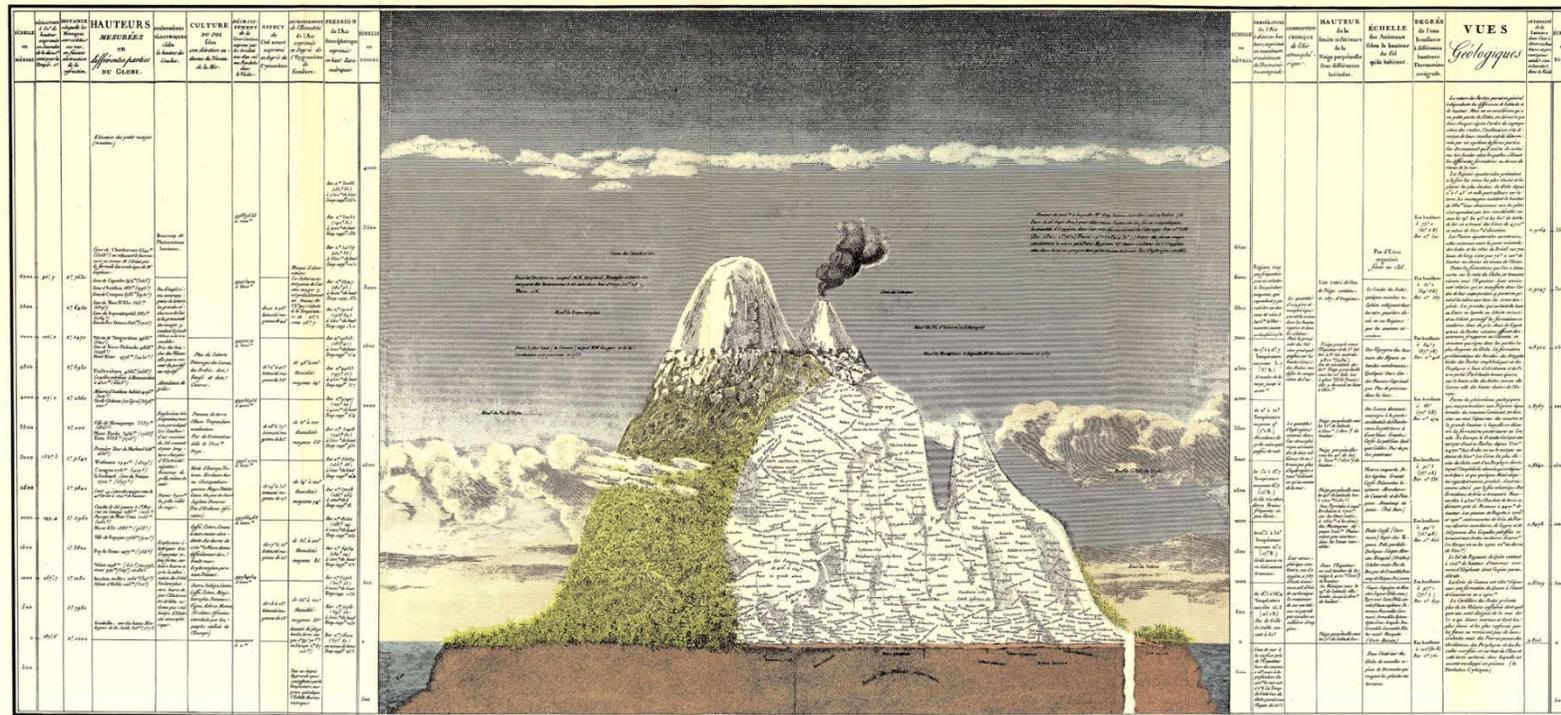


Peinture de Friedrich Georg Weitsch

© picture-alliance/akg-images

Un peu d'histoire | L'héritage d'Humboldt

Tableau physique et étagement de la végétation en altitude



GÉOGRAPHIE DES PLANTES ÉQUINOXIALES.

Tableau physique des Andes et Pays voisins
 Dressé d'après des Observations & des Mesures prises sur les Lieux depuis le 10. degré de latitude boréale
 jusqu'au 10. de latitude australe en 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803.

PAR
 ALEXANDRE DE HUMBOLDT ET AIMÉ BONPLAND.

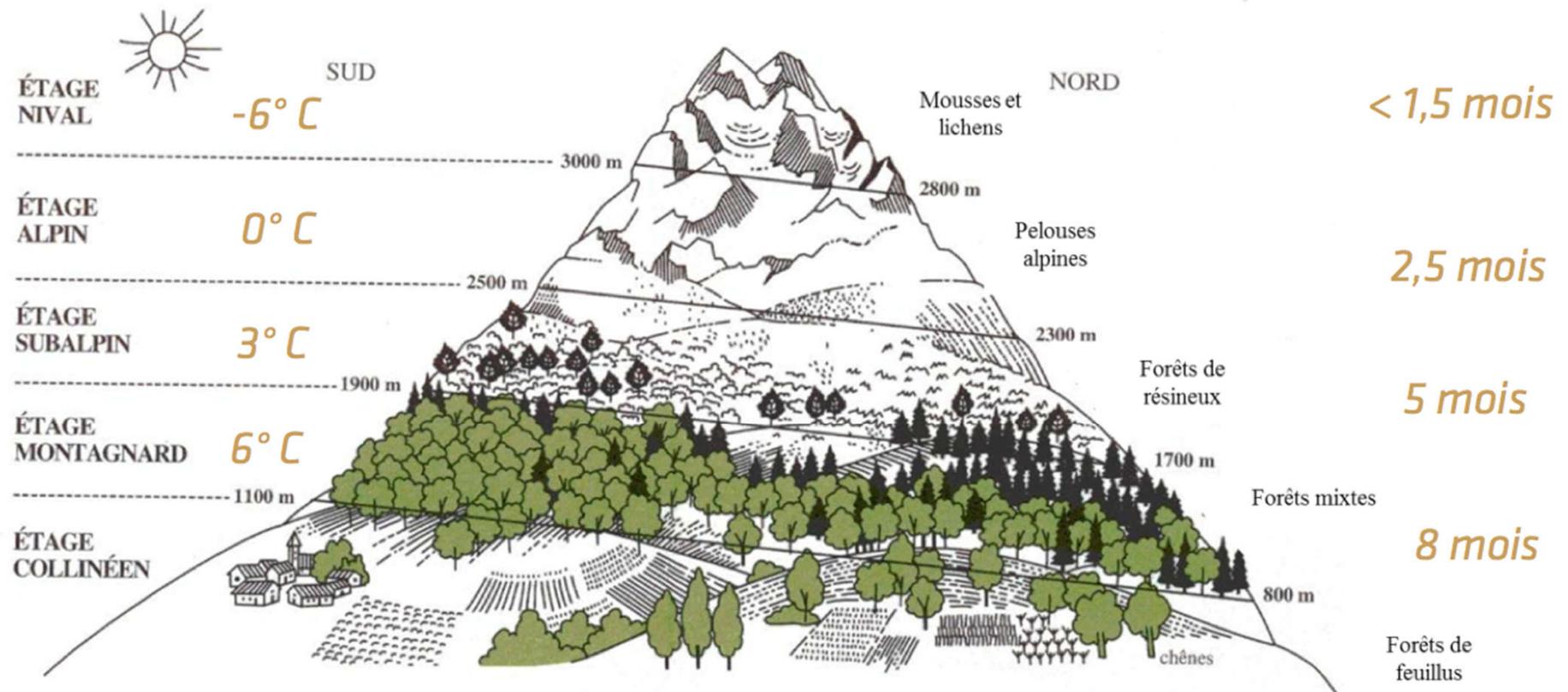
Reproduit et adapté par M. de Humboldt d'après son Schizobryon et Regne à Paris en 1805, gravé par Bonquet, de Laine par Bonaldi, imprimé par Langlois.

Un peu d'histoire | L'héritage d'Humboldt

Distribution des isothermes en altitude et ceintures de végétation

T° moyenne annuelle

Période de croissance (T° > 5°C)



Un peu d'histoire | L'héritage d'Humboldt

Impacts du réchauffement climatique sur la distribution du vivant

MENU ▾ nature ecology & evolution

FOCUS | 30 AUGUST 2019

Alexander von Humboldt Anniversary

September 14th 2019 marks 250 years since the birth of explorer-naturalist Alexander von Humboldt. This collection celebrates his life and legacy by bringing together articles on ecology, global change, and geoscience from across six *Nature* journals.

Organised into... [show more](#)



Biogeography and mountain biodiversity

EDITORIAL
29 AUG 2019
[Nature Ecology & Evolution](#)

Humboldt's legacy

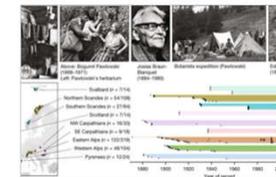
Explorer-naturalist Alexander von Humboldt's contributions to the fields of ecology, global change and geoscience fundamentally altered the way we view the natural world and our place in it. On the 250th anniversary of his birth, we look back over his life and... [show more](#)



LETTER
4 APR 2018
[Nature](#)

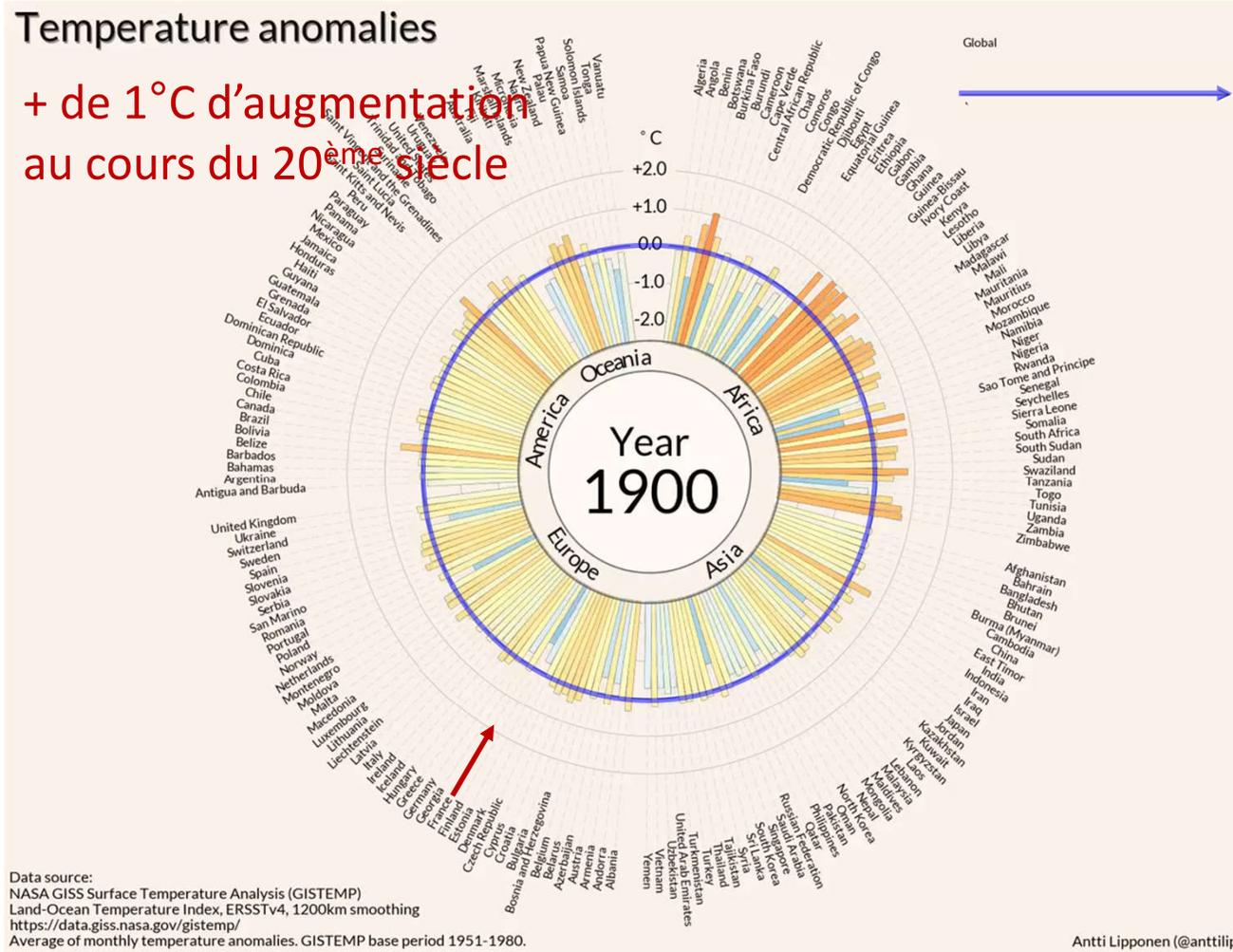
Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming

Analysis of changes in plant species richness on mountain summits over the past 145 years suggests that increased climatic warming has led to an acceleration in species richness increase.



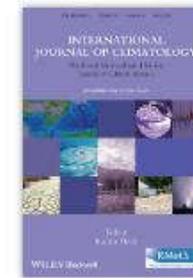
Contexte actuel | Glissement des isothermes

Anomalies des températures moyenne annuelle (base : 1951-1980)



Contexte actuel | Glissement des isothermes

Glissement des isothermes vers les pôles en latitude et vers les sommets des montagnes en altitude



Volume 34, Issue 6
May 2014
Pages 1838-1844

RESEARCH ARTICLE | [Full Access](#)

European isotherms move northwards by up to 15 km year⁻¹: using climate analogues for awareness-raising

Martin Beniston [✉](#)

[Figures](#) [References](#) [Related](#) [Information](#)

The Cryosphere

Article

Articles / Volume 3, Issue 1 / TC, 3, 85–99, 2009

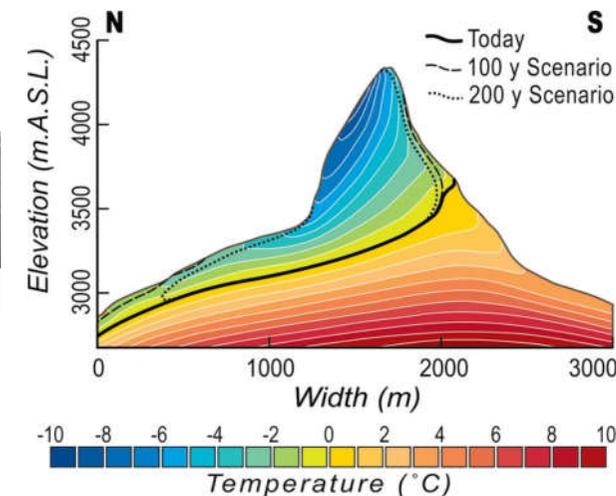
<https://doi.org/10.5194/tc-3-85-2009>
© Author(s) 2009. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 3.0 License.

27 Apr 2009

Transient thermal effects in Alpine permafrost

J. Noetzli and S. Gruber

Download
▶ Article (3369 KB)
▶ Metadata XML
▶ BibTeX
▶ EndNote



Conséquences | La partie émergée de l'iceberg

Fonte très significative des glaciers (Argentière, 1890 → 2015)



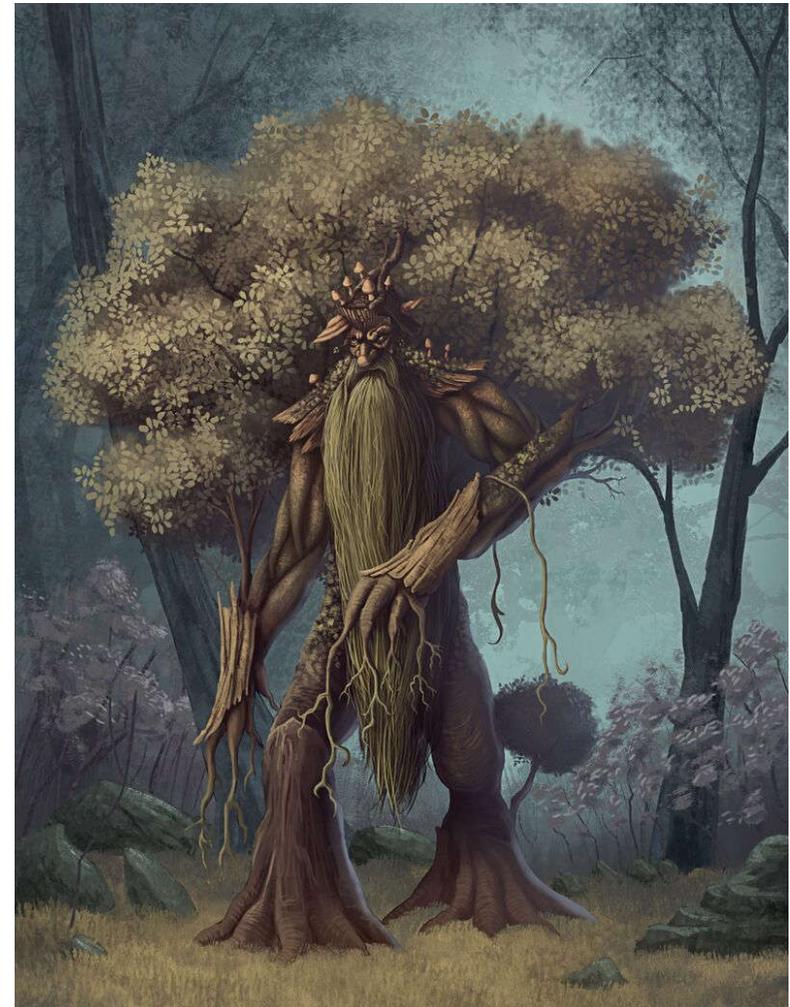
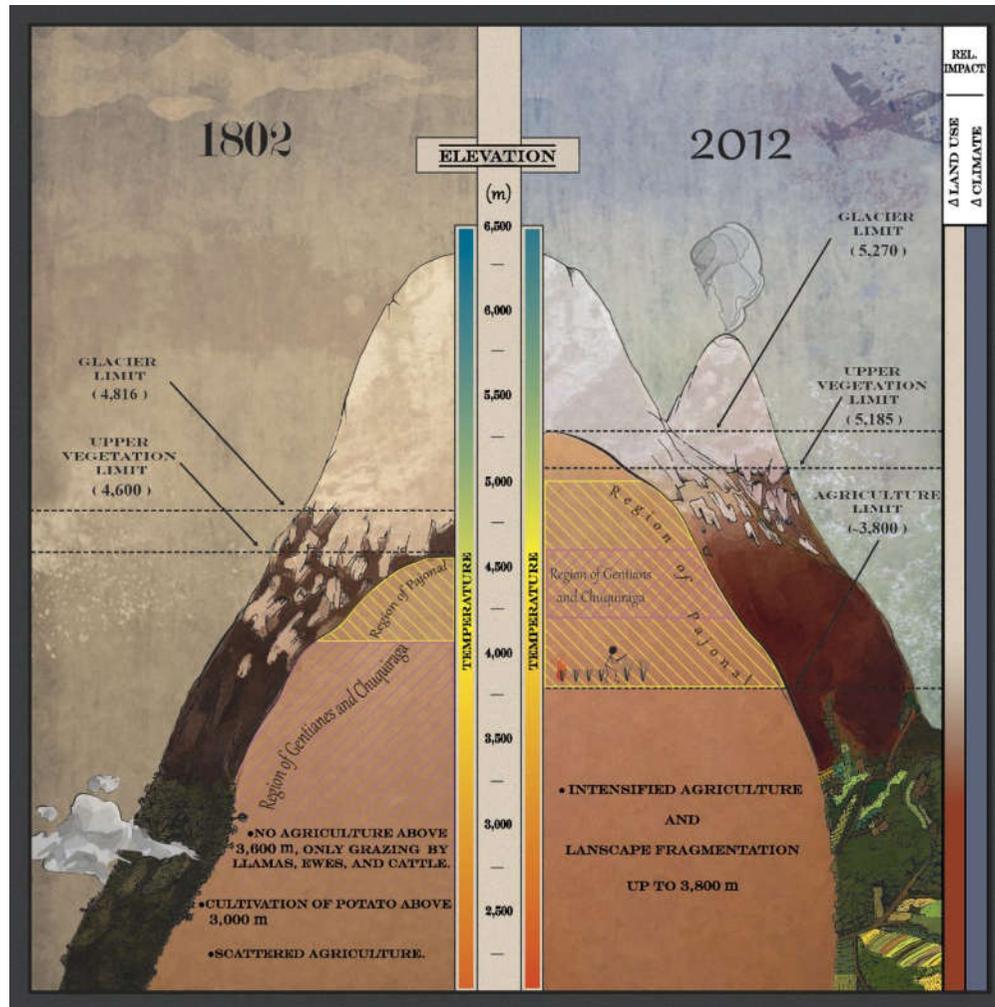
Conséquences | La partie émergée de l'iceberg

Fonte très significative des glaciers (Argentière, 1890 → 2015)



Question | Remontée des étages de végétation ?

Les espèces/communautés ont-elles migrées vers les sommets ?



Question | Remontée des étages de végétation ?

Marcher dans les pas d'Alexander von Humboldt...

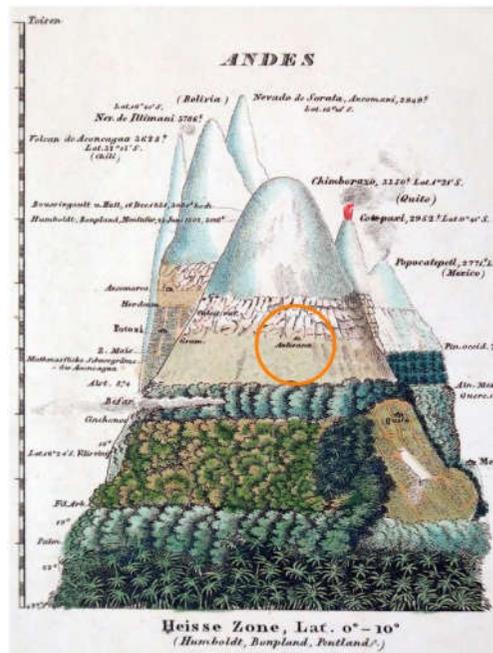
PNAS
Vol. 116 | No. 26

Humboldt's *Tableau Physique* revisited

Pierre Moret  , Priscilla Muriel , Ricardo Jaramillo , and Olivier Dangles  [Authors Info & Affiliations](#)

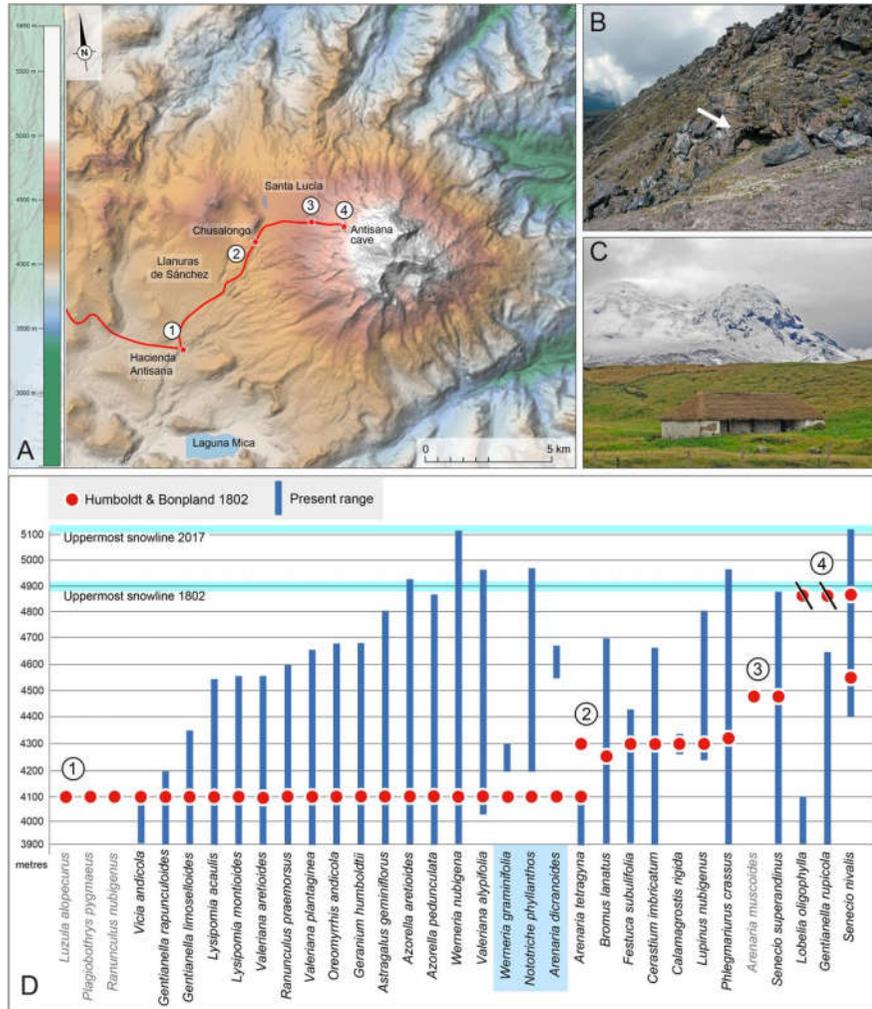
Edited by Nils C. Stenseth, University of Oslo, Oslo, Norway, and approved May 1, 2019 (received for review March 16, 2019)

May 28, 2019 | 116 (26) 12889-12894 | <https://doi.org/10.1073/pnas.1904585116>



Question | Remontée des étages de végétation ?

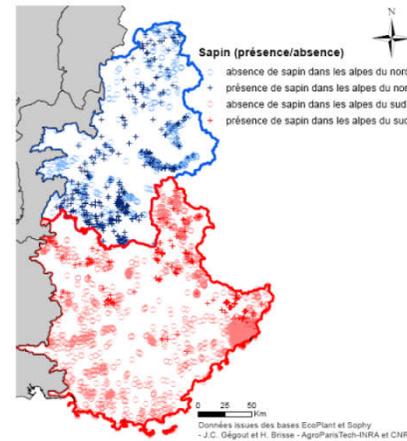
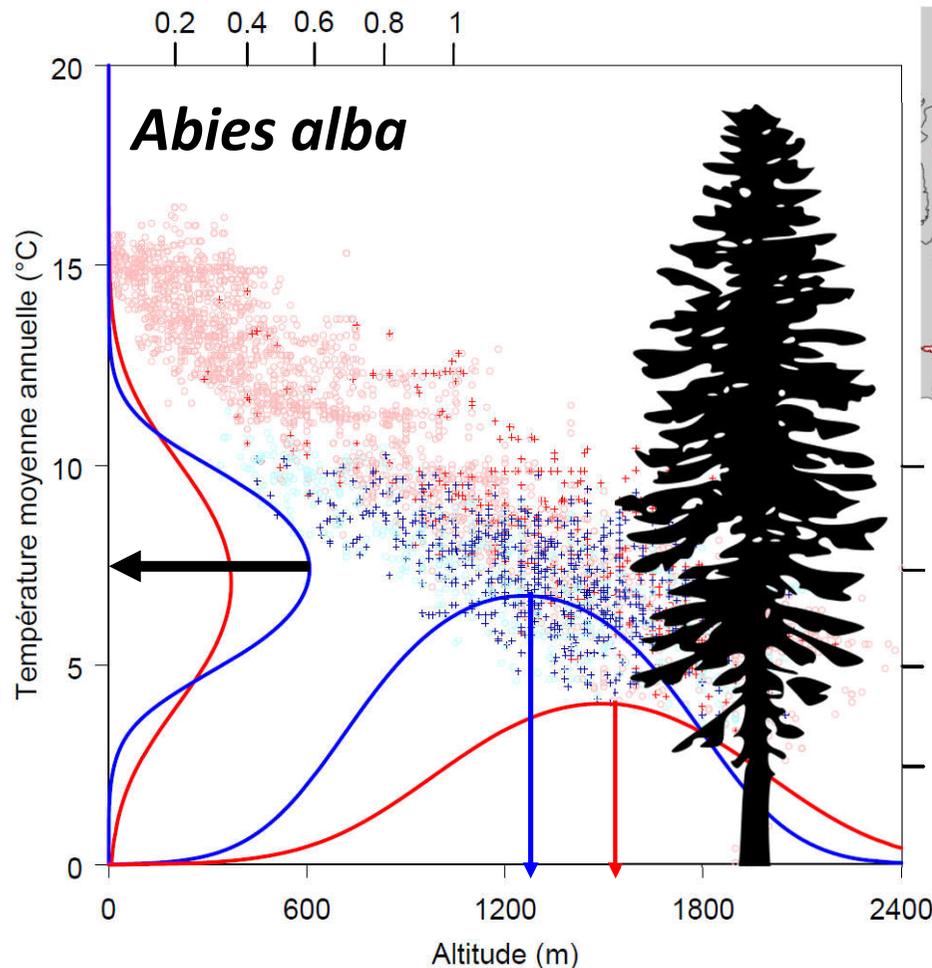
Marcher dans les pas d'Alexander von Humboldt...



- Entre 1802 et 2017, La limite des neiges éternelle est remontée de plus de 200 m sur les flancs de l'Antisana
- En 2017, 5 espèces possèdent une limite altitudinale supérieure située au-dessus de la limite inférieure des neiges éternelles de 1802
- En 1802, Aimé Bonpland déclare avoir collecté l'espèce végétale présente à la plus haute altitude, *Silene nivalis*, à 4860 m, soit 240 m au dessous de sa limite supérieure en 2017, ce qui équivalait à une remontée de +10,7 m/décennie !

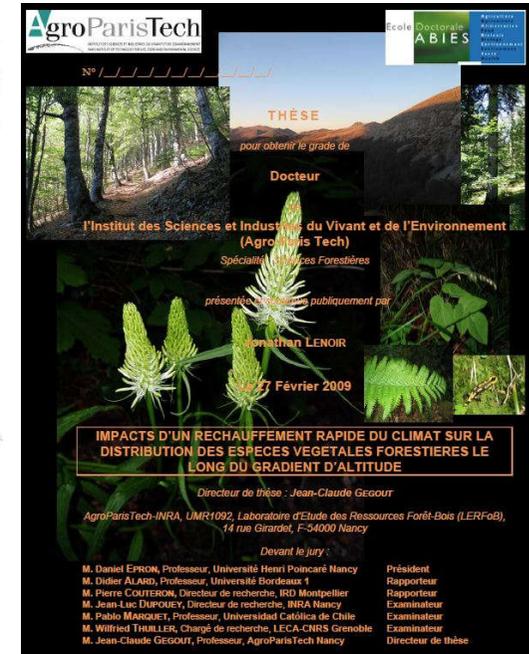
Hypothèse | Migration vers les sommets

Comparaison de la distribution du sapin entre le N et le S des Alpes



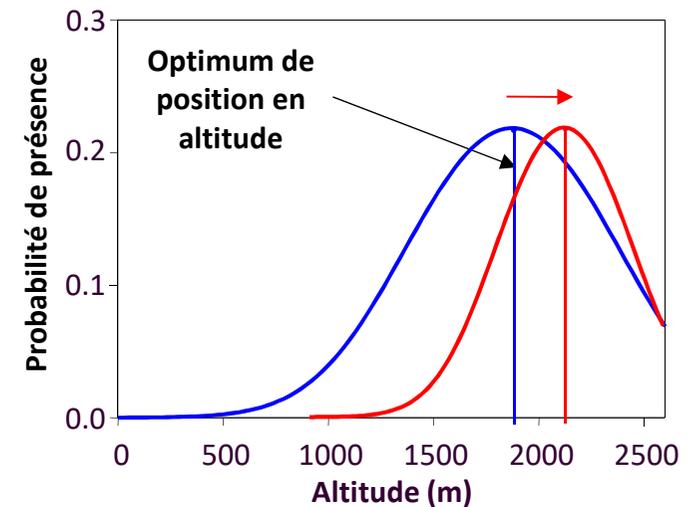
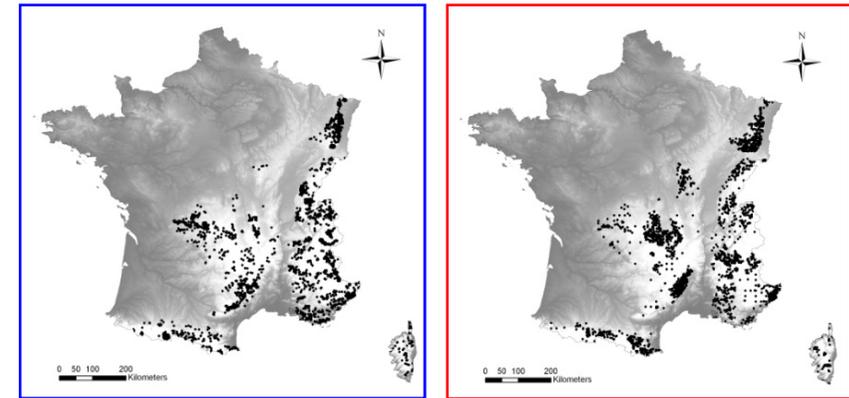
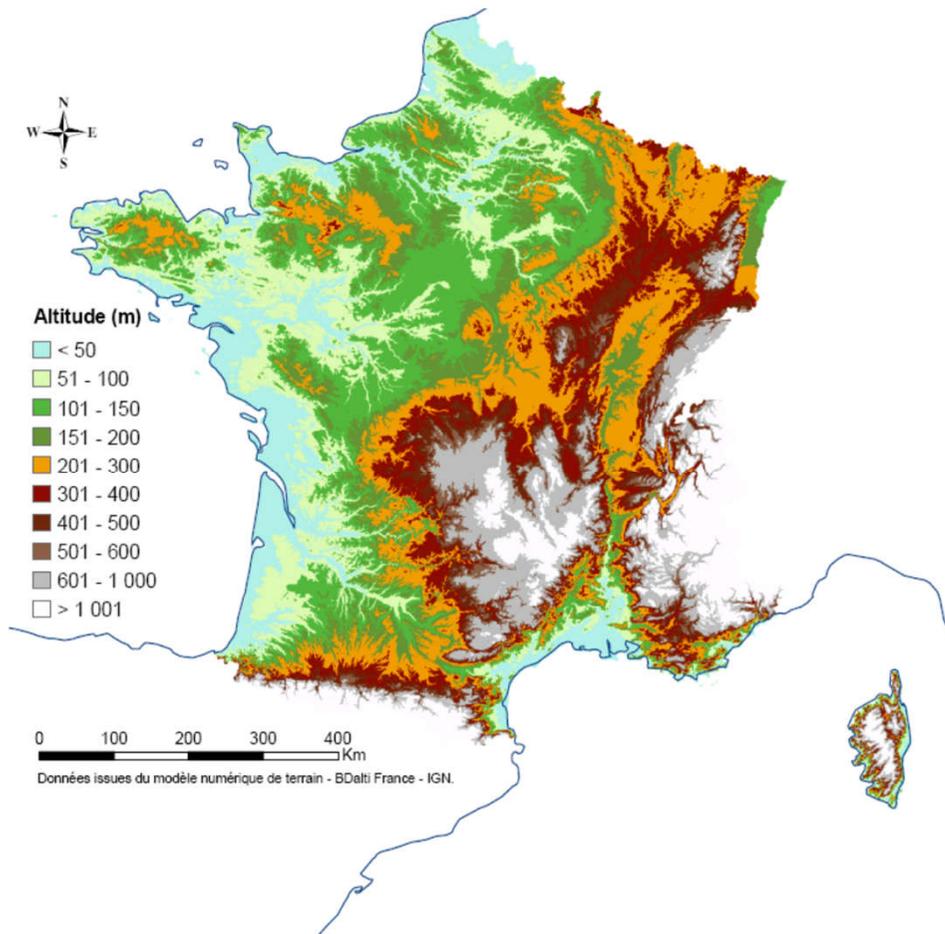
Alpes du Nord (0/1)

Alpes du Sud (0/1)



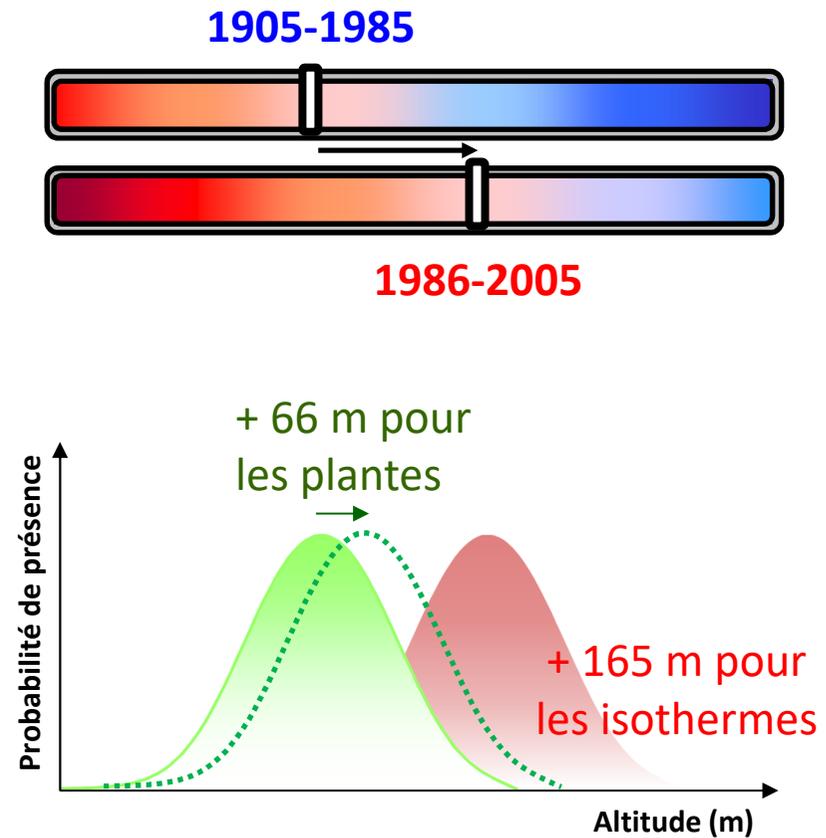
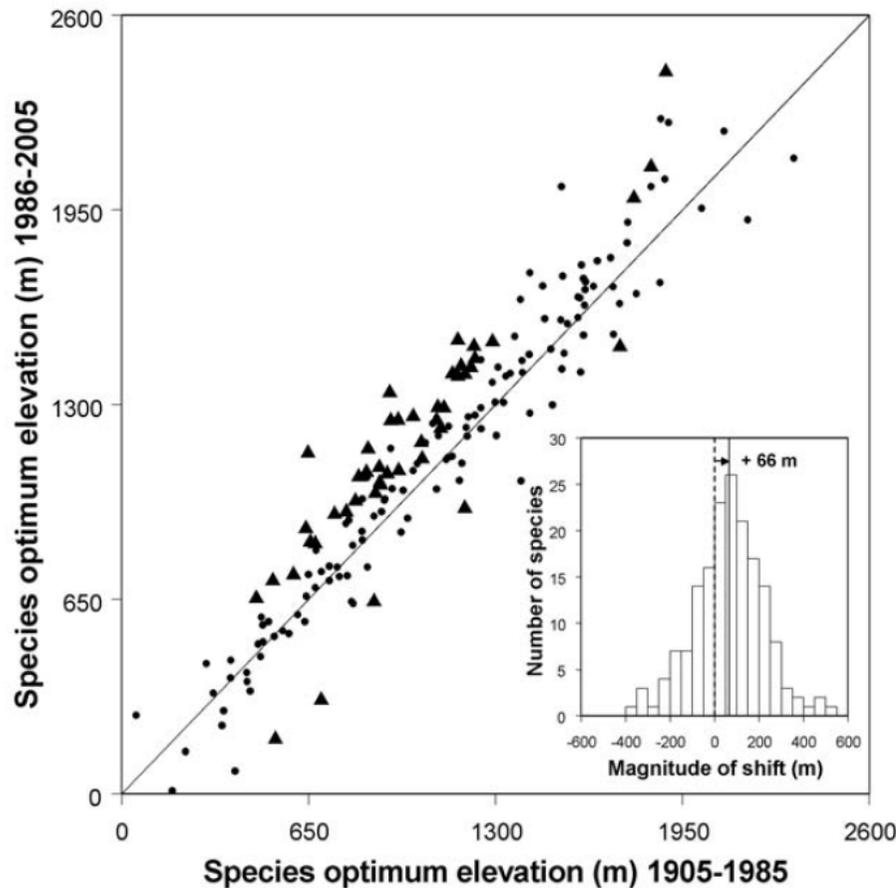
Résultats | Le cas des espèces végétales

Le jeu des 7 différences : changement de l'optimum altitudinal des espèces végétales forestières entre **1905-1985** et **1986-2005**



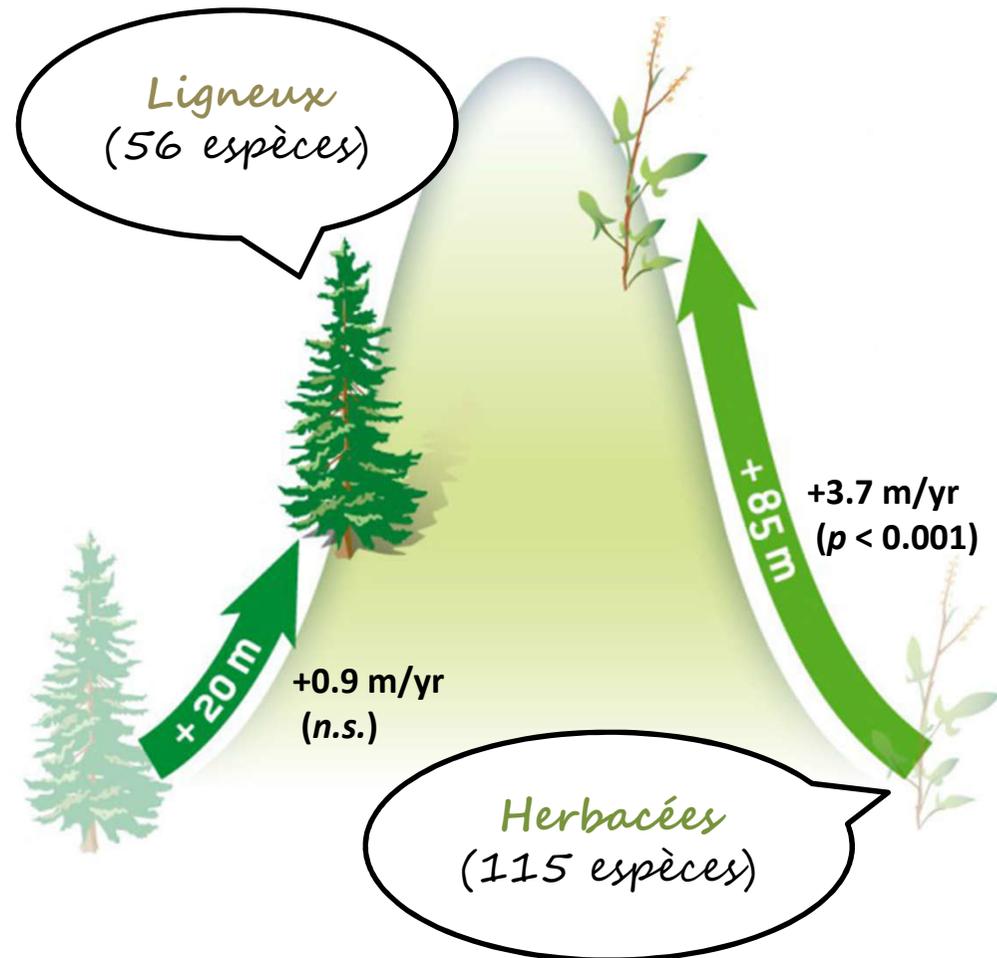
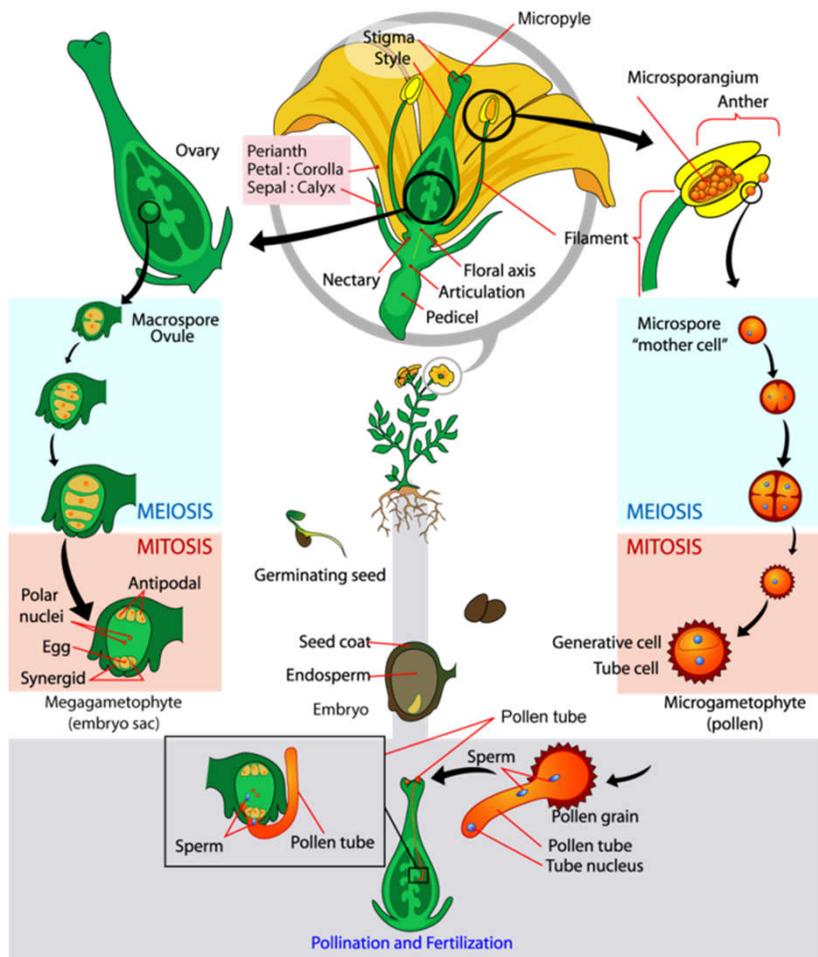
Résultats | Le cas des espèces végétales

En moyenne, les espèces végétales de la sous-trame boisée sont remonté de 66 m en altitude entre 1905-1985 et 1986-2005



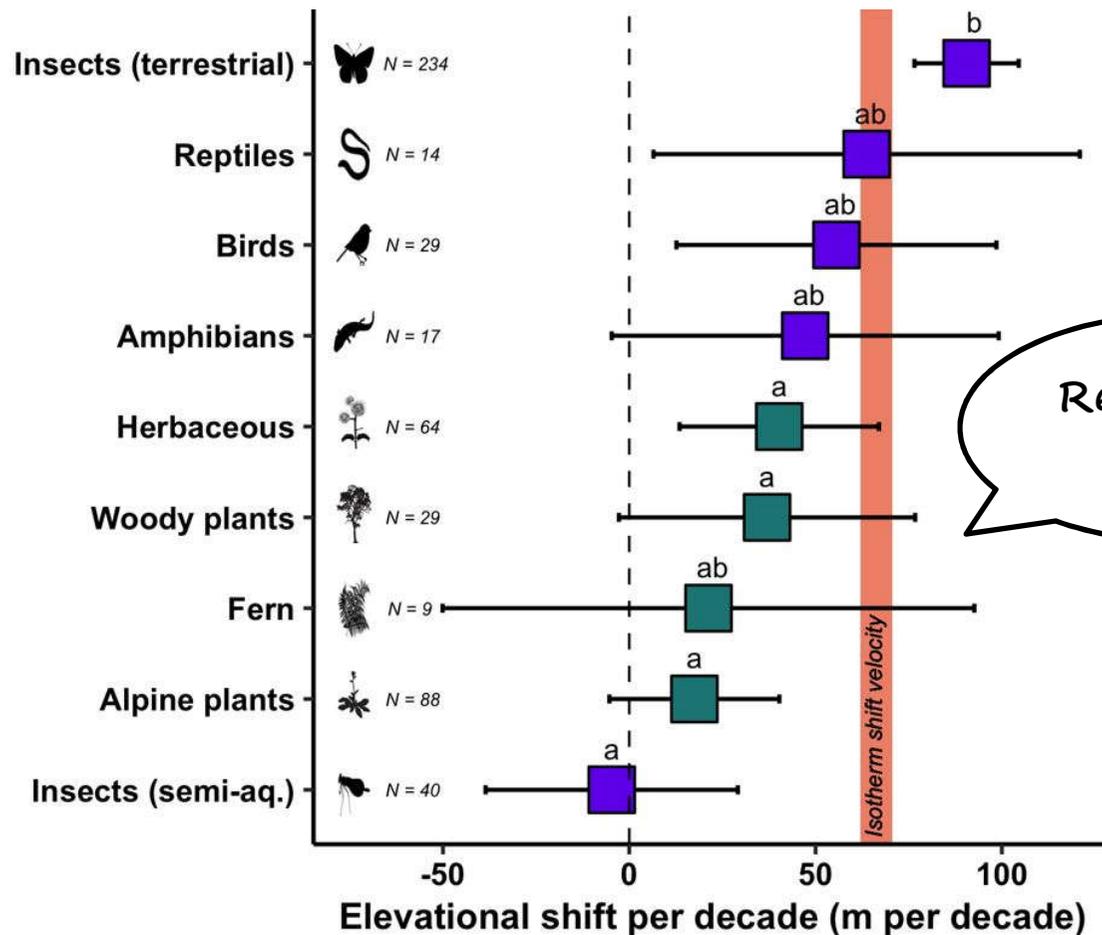
Résultats | Le cas des espèces végétales

C'est la descendance qui voyage par dispersion des graines, et ce d'autant plus vite que le cycle de vie est court



Résultats | Le cas des espèces végétales

Les plantes migrent en altitude, mais moins vite que d'autres groupes (mammifères, oiseaux, amphibiens) dans les Alpes



Retards des plantes



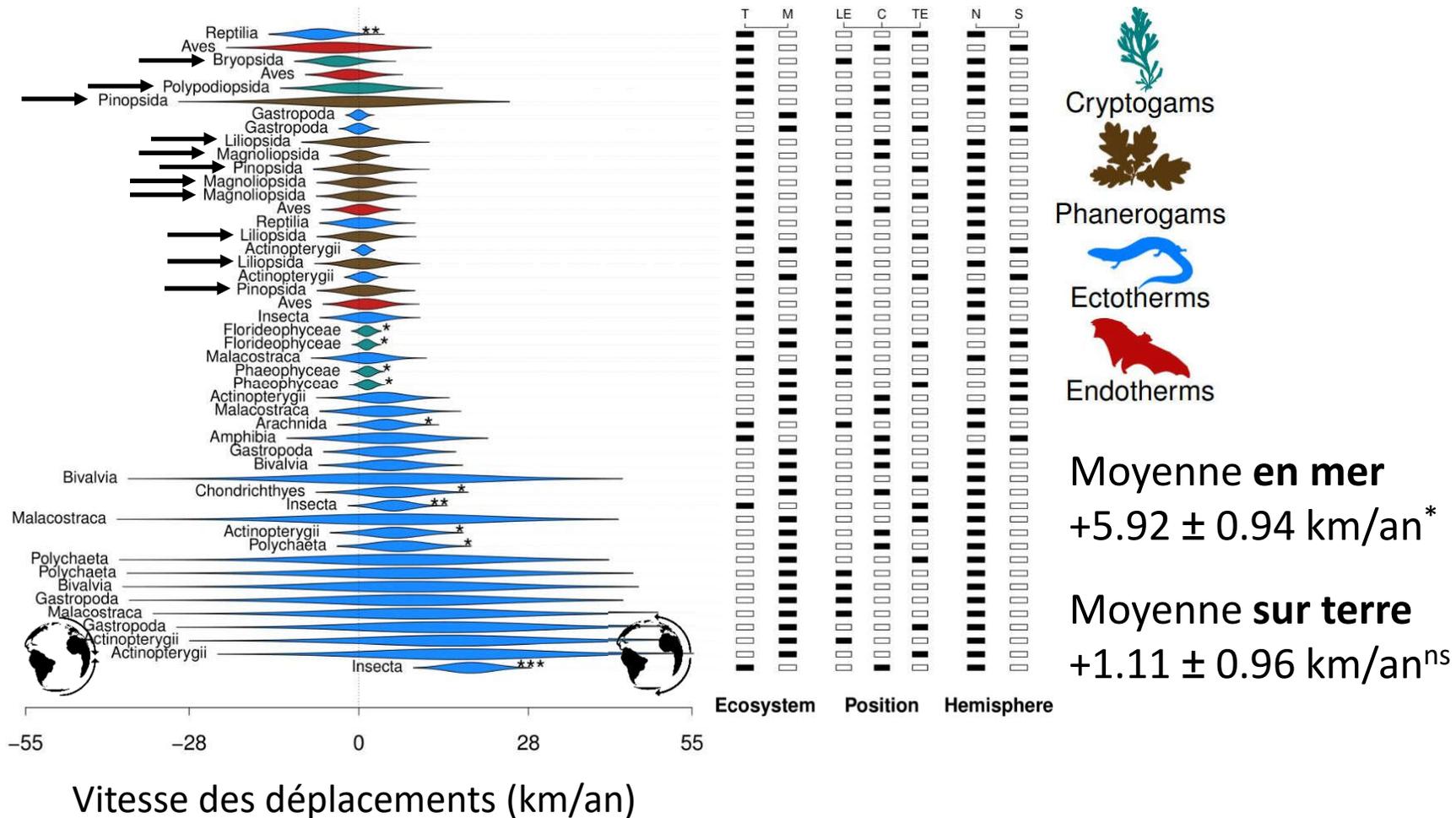
Sablé azuré



Nacré subalpin

Résultats | Le cas des espèces végétales

Les espèces végétales terrestres ne migrent pas en latitude !



Résultats | Le cas des communautés végétales

Deux écoles pour mettre en évidence un déplacement :

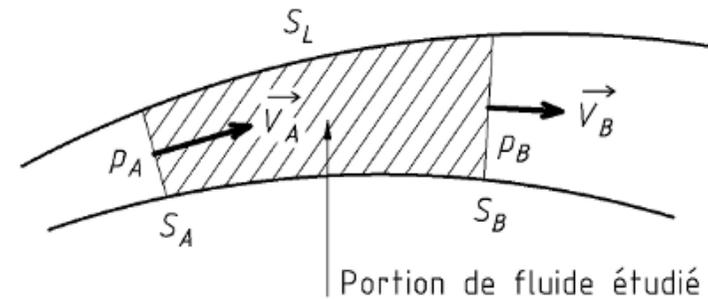
- Suivre le mouvement d'un point dans l'espace (Lagrange)
- Suivre le flux de particules dans une portion de l'espace (Euler)



Joseph-Louis Lagrange
(1736-1813)



Leonhard Euler
(1707-1783)



Résultats | Le cas des communautés végétales

Deux écoles pour mettre en évidence un déplacement :

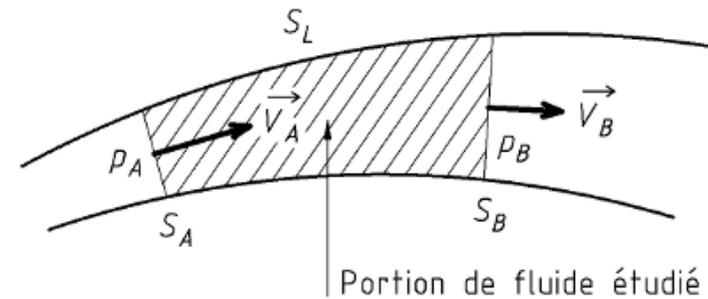
- Suivre le mouvement d'un point dans l'espace (Lagrange)
- Suivre le flux de particules dans une portion de l'espace (Euler)



Joseph-Louis Lagrange
(1736-1813)

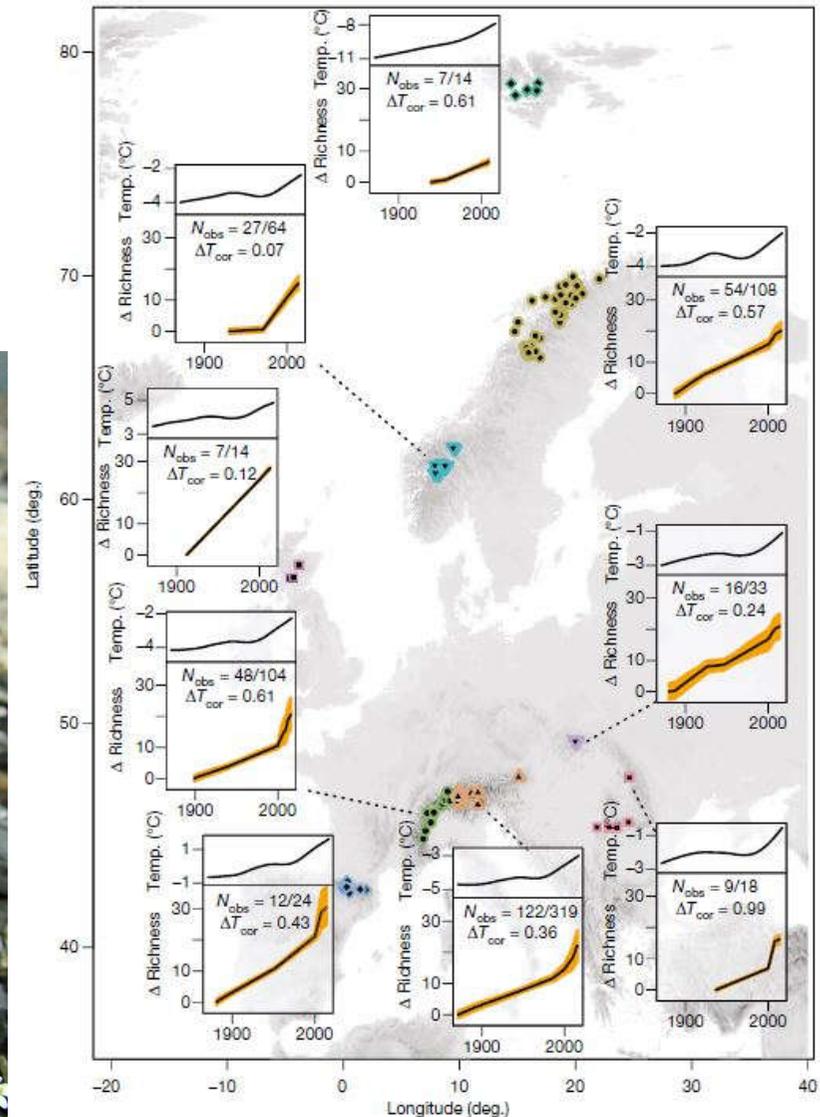


Leonhard Euler
(1707-1783)



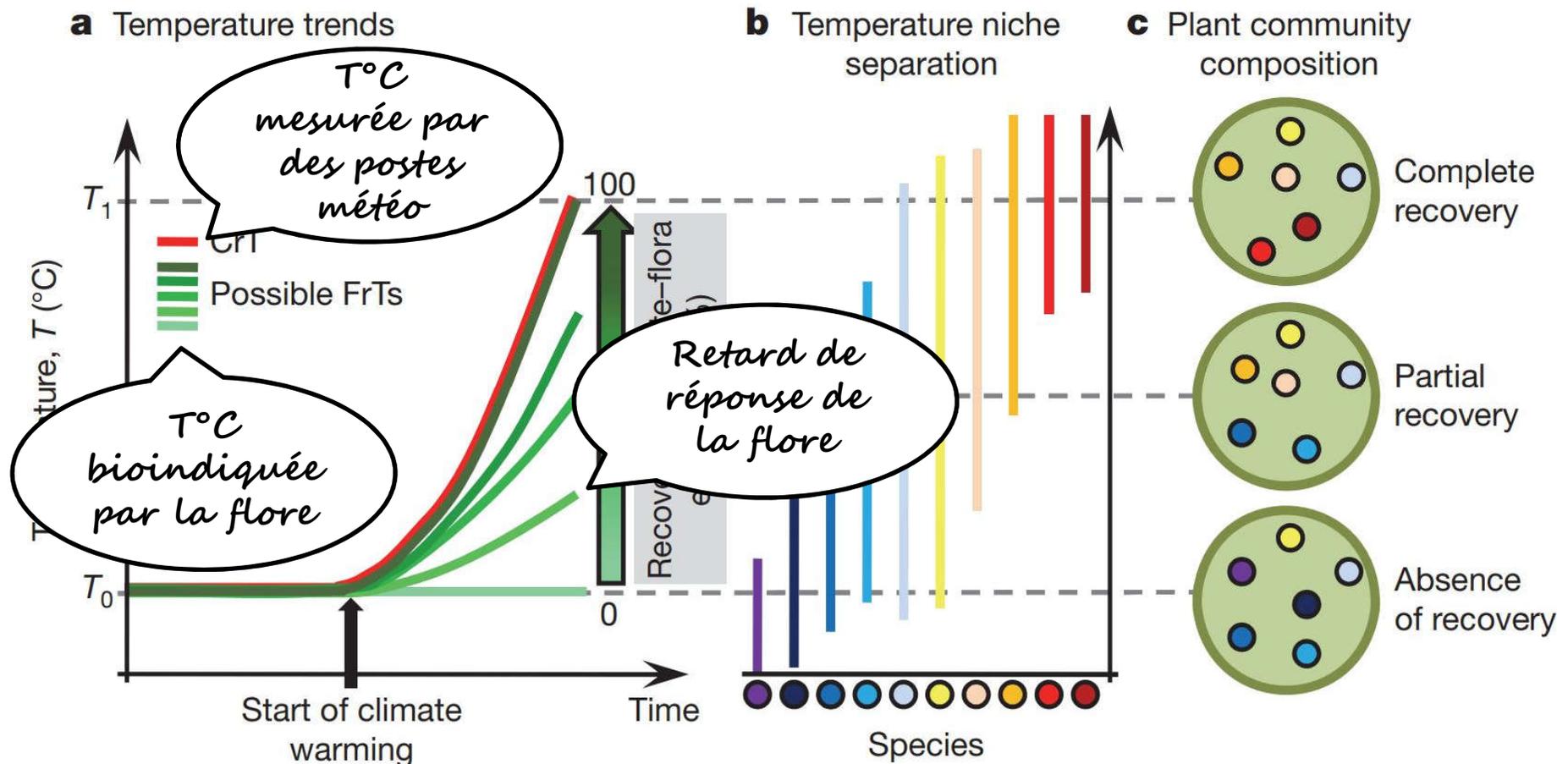
Résultats | Le cas des communautés végétales

Le nombre d'espèces végétales ayant colonisées les sommets Européens augmente au cours du temps et suit l'accélération du réchauffement



Résultats | Le cas des communautés végétales

Quid du flux (gain/perte) d'espèces +/- thermophiles dans les communautés végétales : thermophilisation des communautés ?

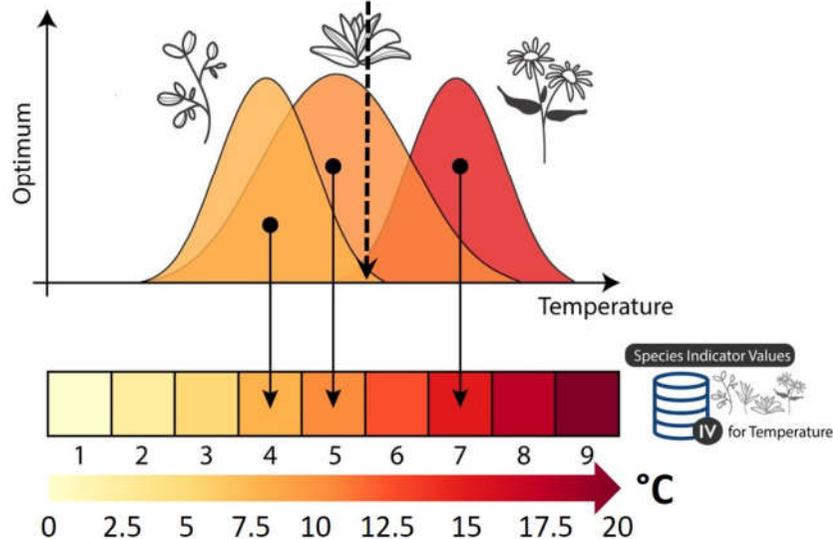


Résultats | Le cas des communautés végétales

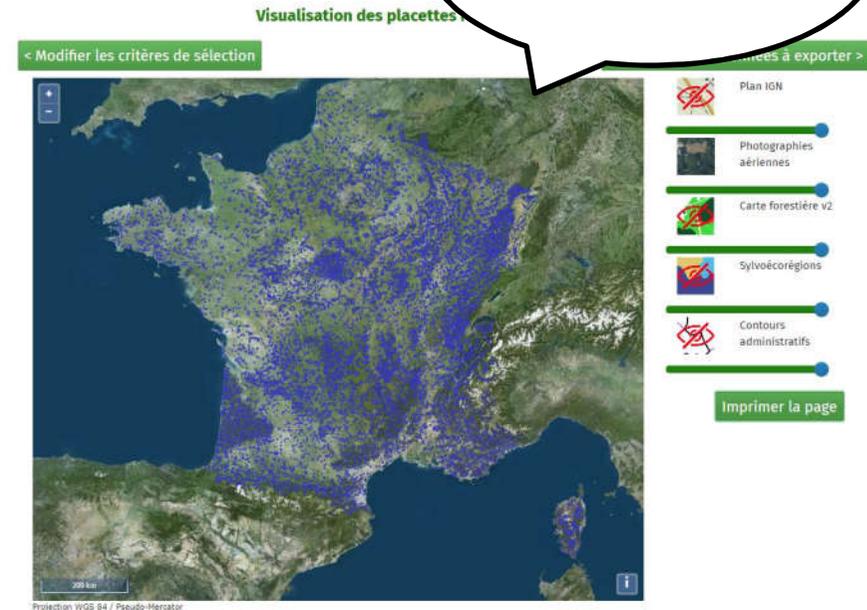
Principe de la bioindication des T°C par croisement des bases de données de valeurs indicatrices de T°C par espèce avec des bases de composition des communautés végétales comme celle de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN)

$$\frac{4+5+7}{3} = 5.33$$

$$\frac{8.2+11.3+14.8}{3} = 11.43^{\circ}\text{C}$$

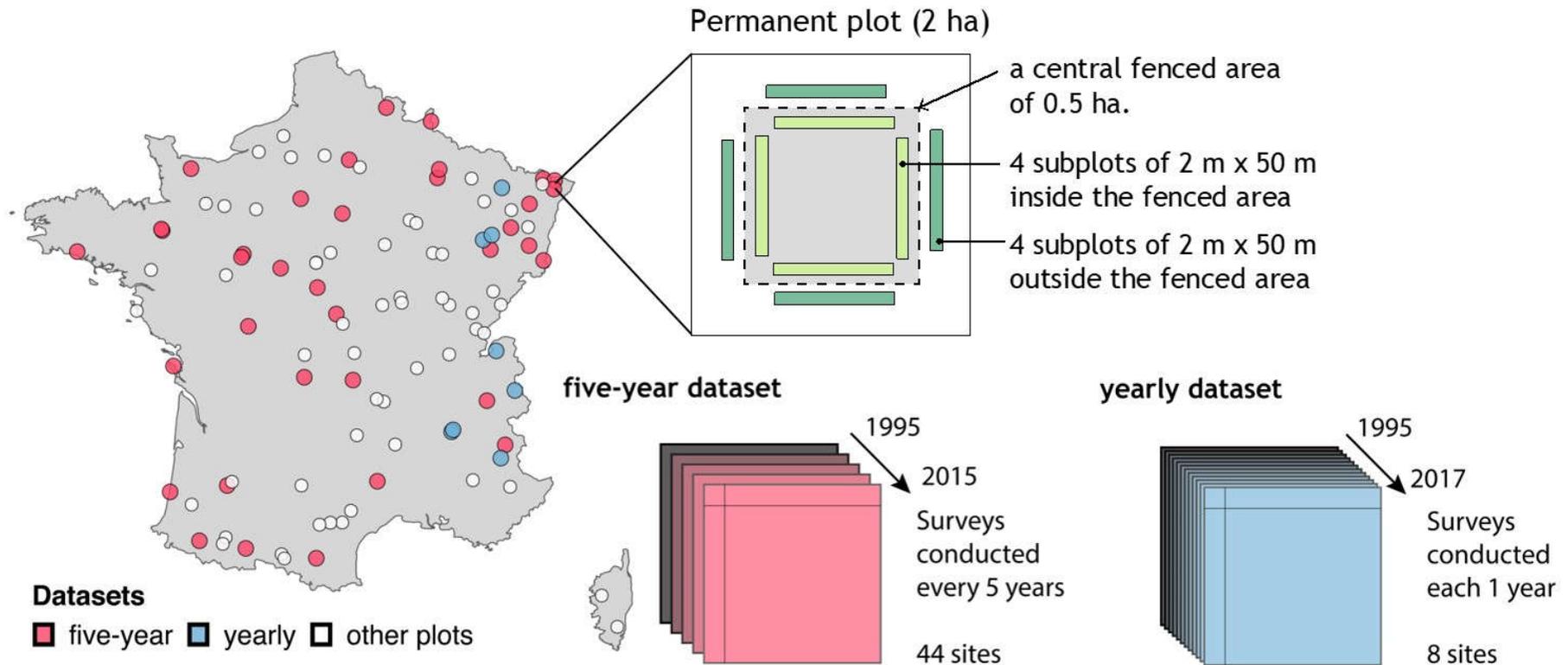


IGN



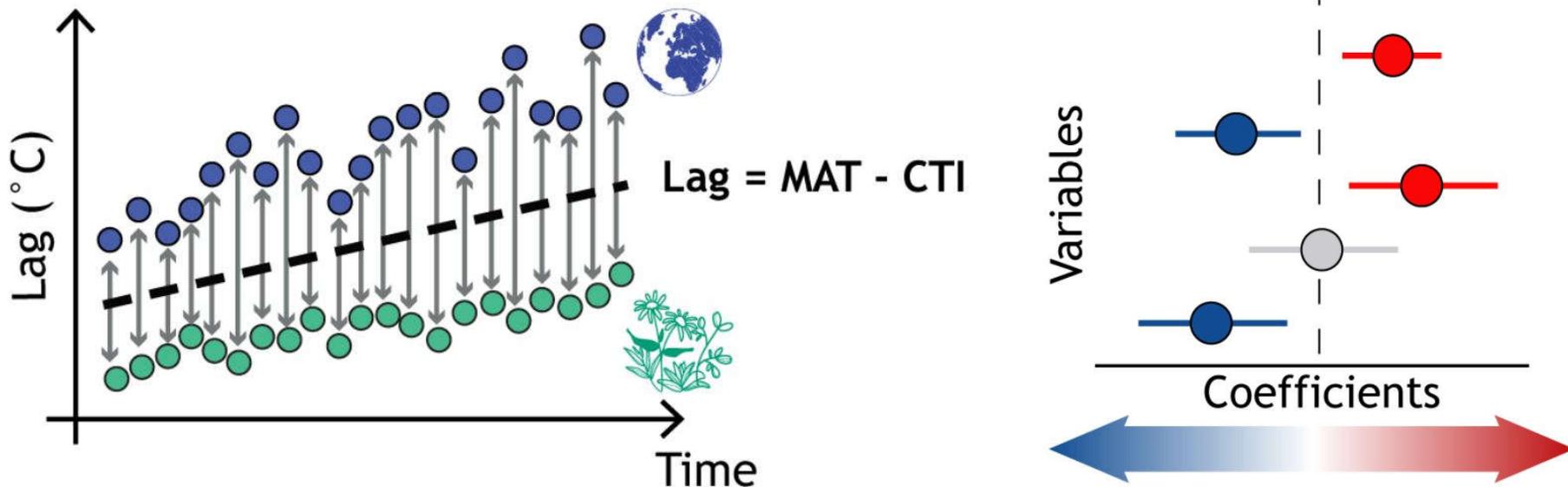
Résultats | Le cas des communautés végétales

Evolution de la dynamique de thermophilisation des communautés végétales forestières via le réseau RENECOFOR de placettes permanentes de l'Office national des forêts (ONF)



Résultats | Le cas des communautés végétales

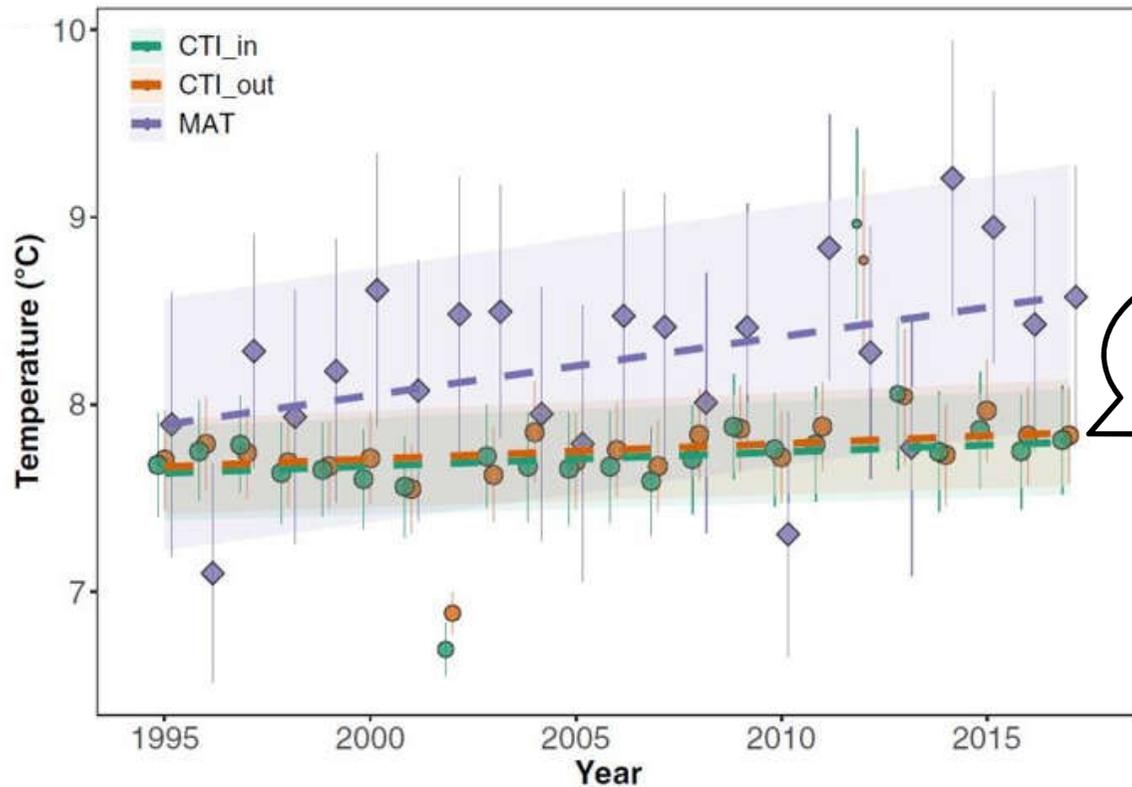
Comparaison de la dynamique de thermophilisation des communautés avec la dynamique de réchauffement global des T°C



- Calcul de la différence (ou dette) entre la T°C moyenne annuelle telle que mesurée par des postes météo (MAT) et la T°C moyenne annuelle telle que bioindiquée par la flore herbacée (CTI) → $MAT - CTI =$ dette climatique !
- Analyse des déterminants de la dette climatique

Résultats | Le cas des communautés végétales

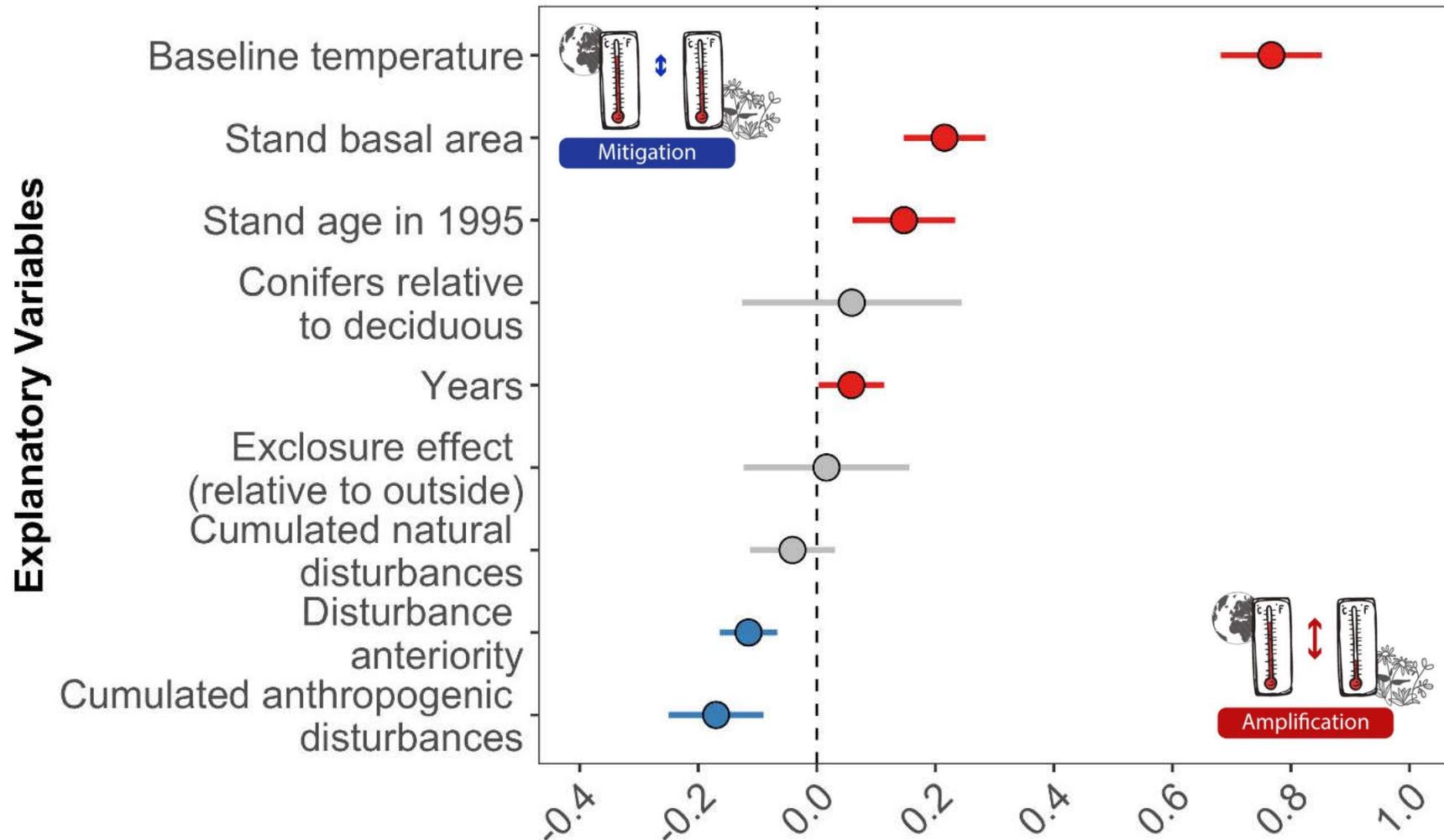
Augmentation du retard de thermophilisation au cours du temps et creusement d'une dette climatique au sein des communautés végétales forestières françaises



Retard de réponse de la flore

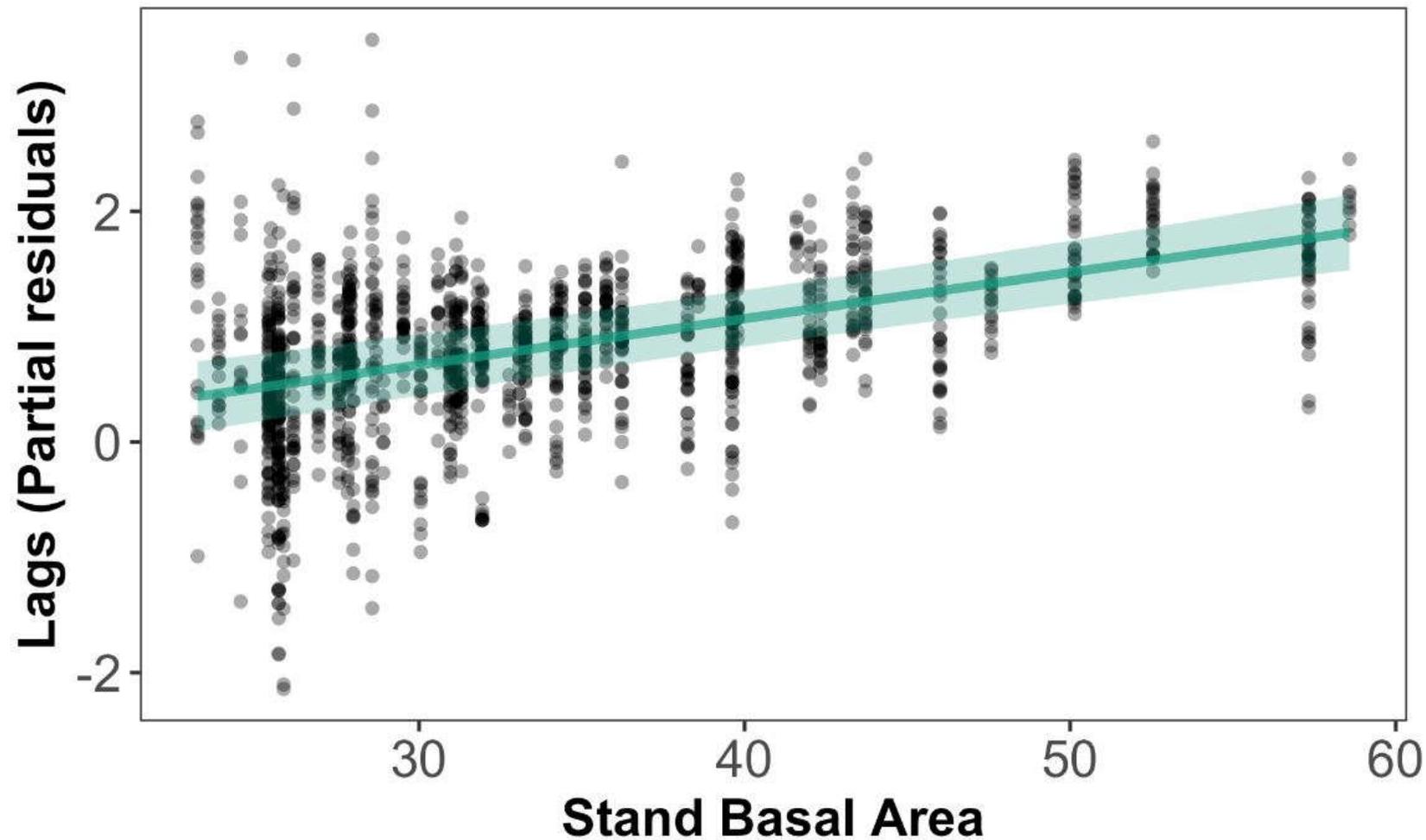
Résultats | Le cas des communautés végétales

Effets d'amplification et d'atténuation de la dette climatique



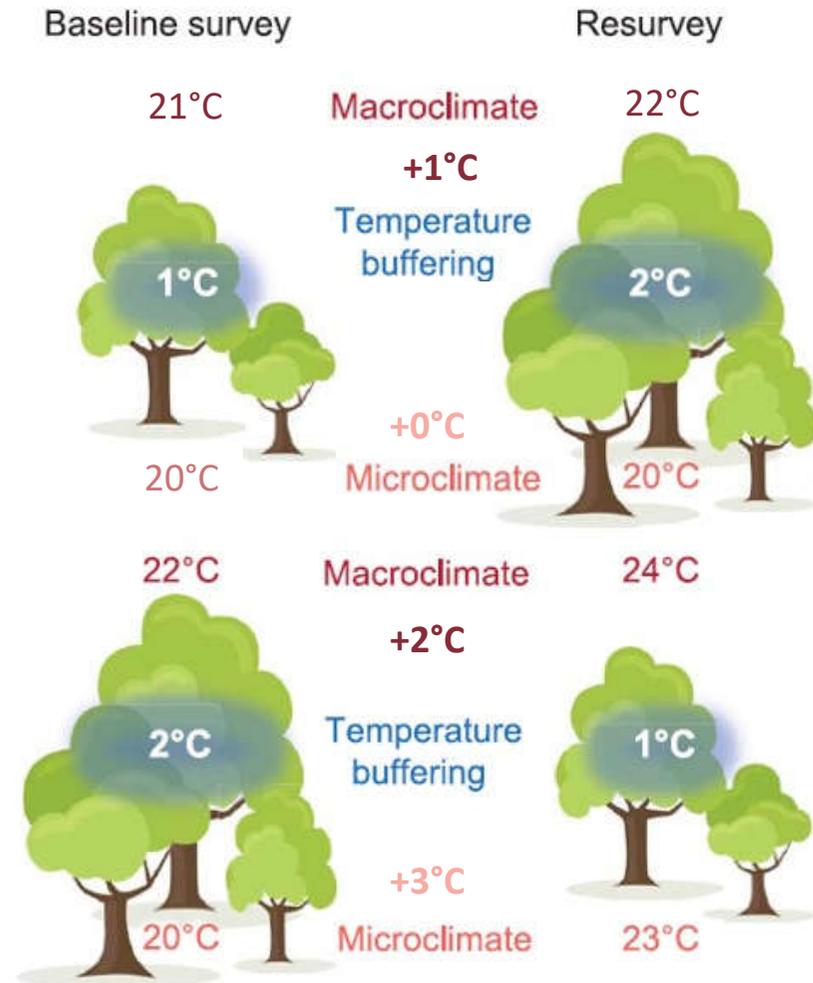
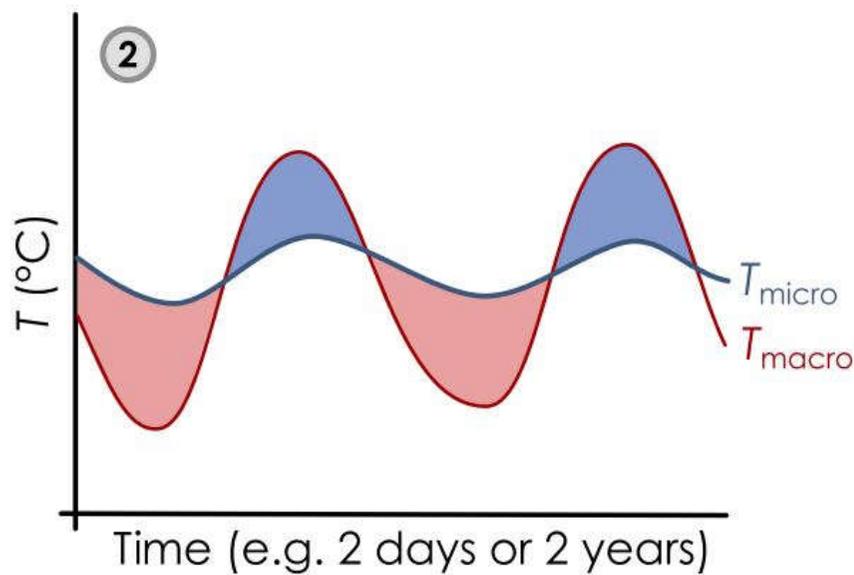
Résultats | Le cas des communautés végétales

La dette climatique est plus grande dans les peuplements denses



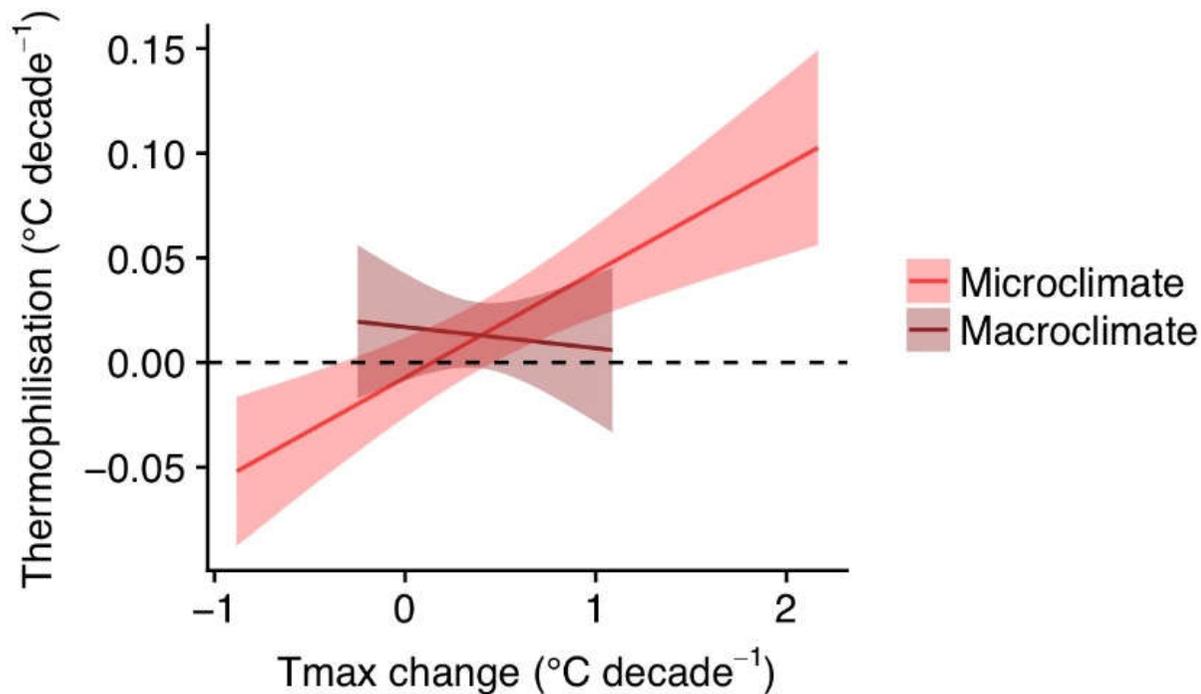
NB | Importance des processus microclimatiques

L'effet tampon des forêts : atténuation des extrêmes climatiques



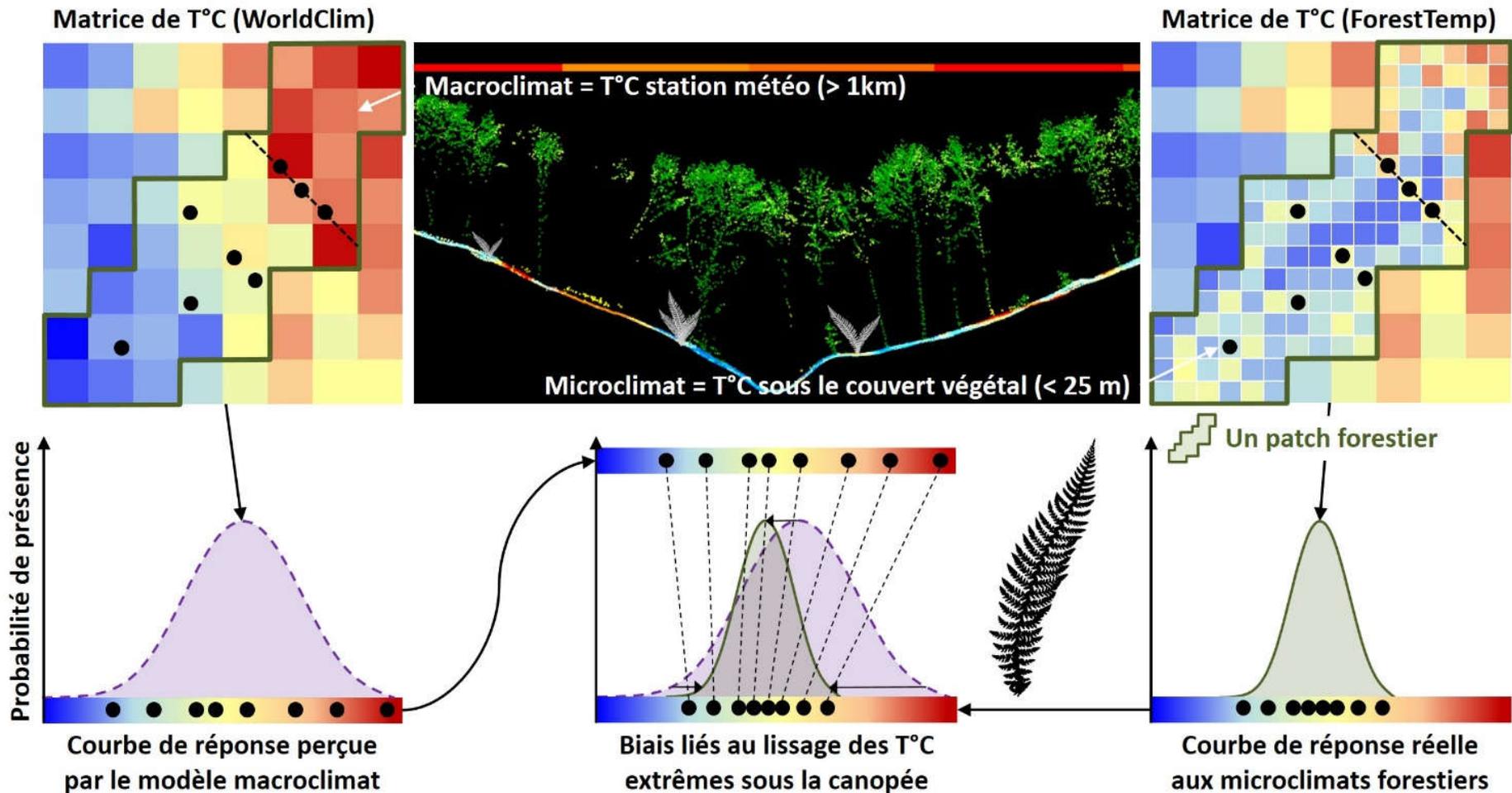
NB | Importance des processus microclimatiques

La dynamique de thermophilisation des communautés végétales forestières semble plus liée à la dynamique de changement des T°C sous couvert (microclimat) qu'hors couvert (macroclimat) forestier



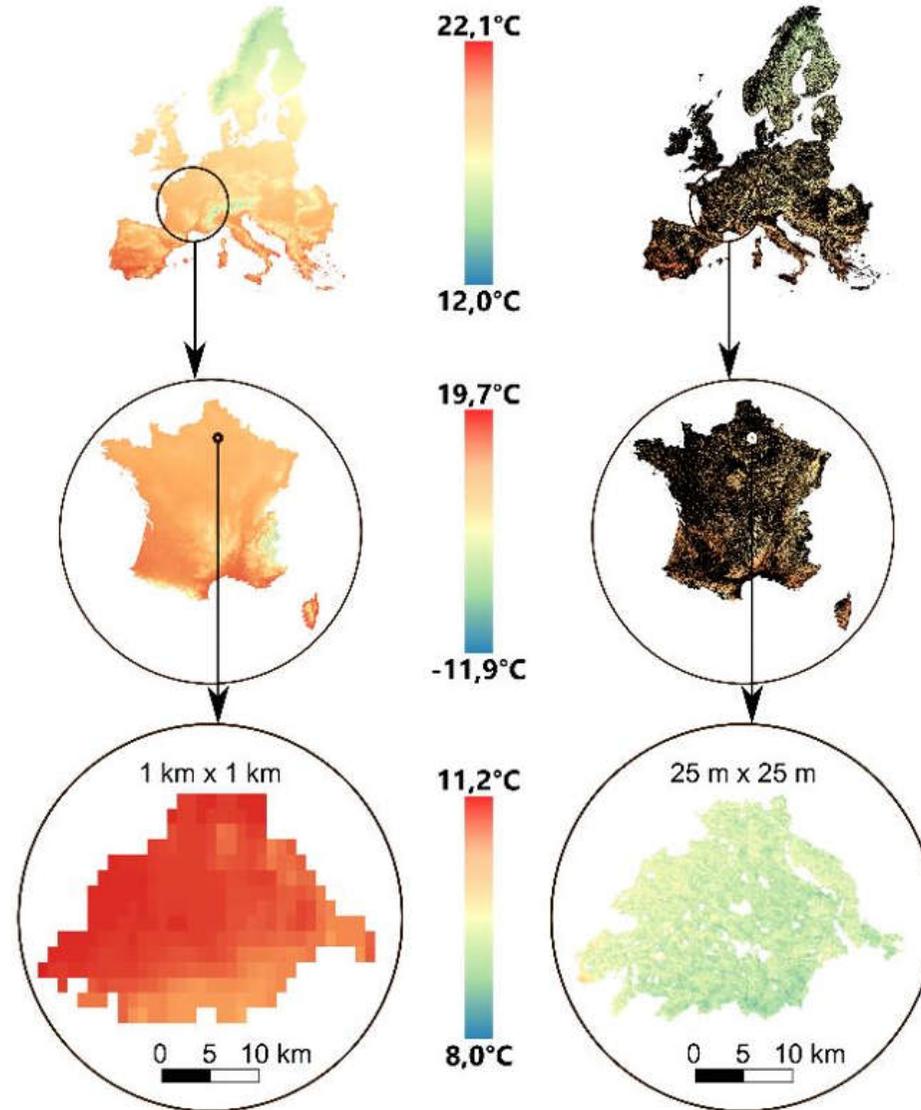
NB | Importance des processus microclimatiques

Intégrer le microclimat dans les modèles de distribution (SDMs)

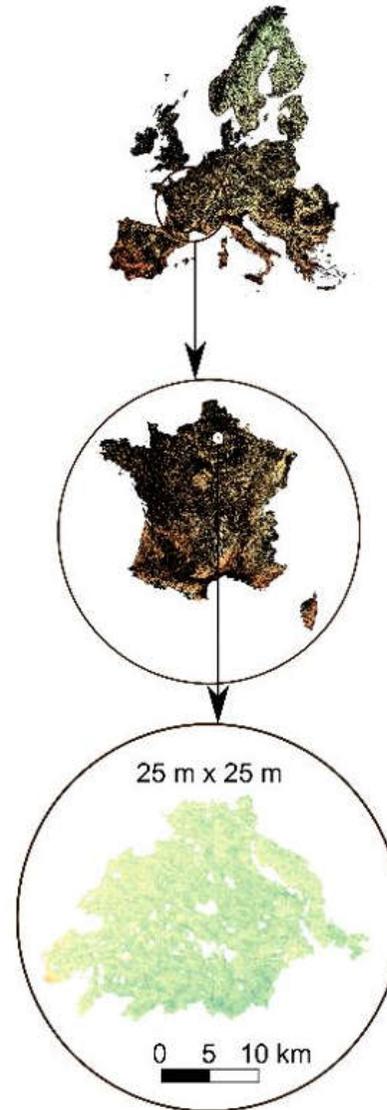


NB | Importance des processus microclimatiques

T°C moyennes annuelles issues de postes météo pour la période 2000-2020 (WorldClim)



T°C moyennes annuelles sous le couvert forestier pour la période 2000-2020 (ForestClim)



Perspectives | Cartographie des microclimats

La production de cartes des microclimats forestiers à fine résolution spatiale et temporelle permet de nombreux usages potentiels :

- Améliorer les prédictions des modèles de distribution d'espèce
- Localiser d'éventuels « micro-refuges » aux conditions stables
- Spatialiser des « corridors thermiques » pour la migration
- Mieux comprendre le succès de régénération des essences
- Anticiper les modifications du microclimat liées à la gestion
- Optimiser la gestion pour conserver certains microclimats
- Anticiper des risques d'incendies en période de sécheresse
- Visualiser les îlots de fraîcheur en période de canicule

Jonathan Lenoir

<https://jonathanlenoir.wordpress.com/>



Ecologie et Dynamique
des Systèmes Anthropisés
UMR 7058 CNRS-UPJV
www.u-picardie.fr/edysan



Réponses des espèces et des communautés au réchauffement global

Collège de France – Interactions plantes-pollinisateurs : une
coévolution ancienne en pleine transformation (23/02/2024)