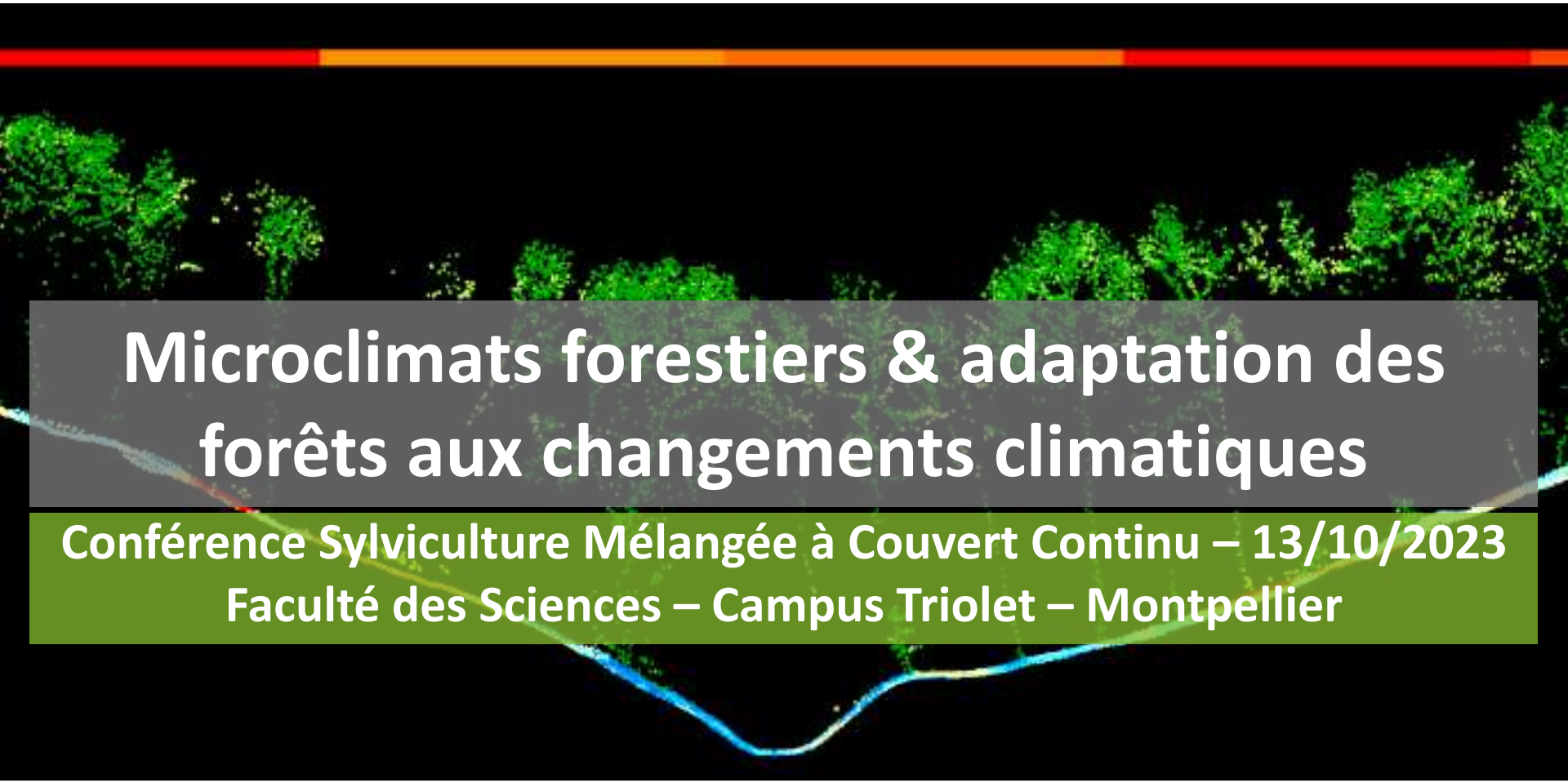
Jonathan Lenoir (CR CNRS)
@jonlen@ecoevo.social @EkoLogIt

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



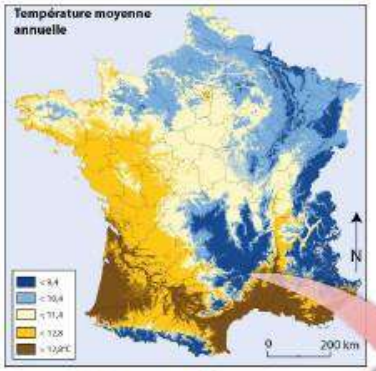
Microclimats forestiers & adaptation des forêts aux changements climatiques

Conférence Sylviculture Mélangée à Couvert Continu – 13/10/2023
Faculté des Sciences – Campus Triolet – Montpellier

Données LiDAR : Office National des Forêts (ONF) | Illustration : Tarek Hattab

Qu’est-ce que le microclimat ?

Une question d’échelle spatiale ?



Macroclimat

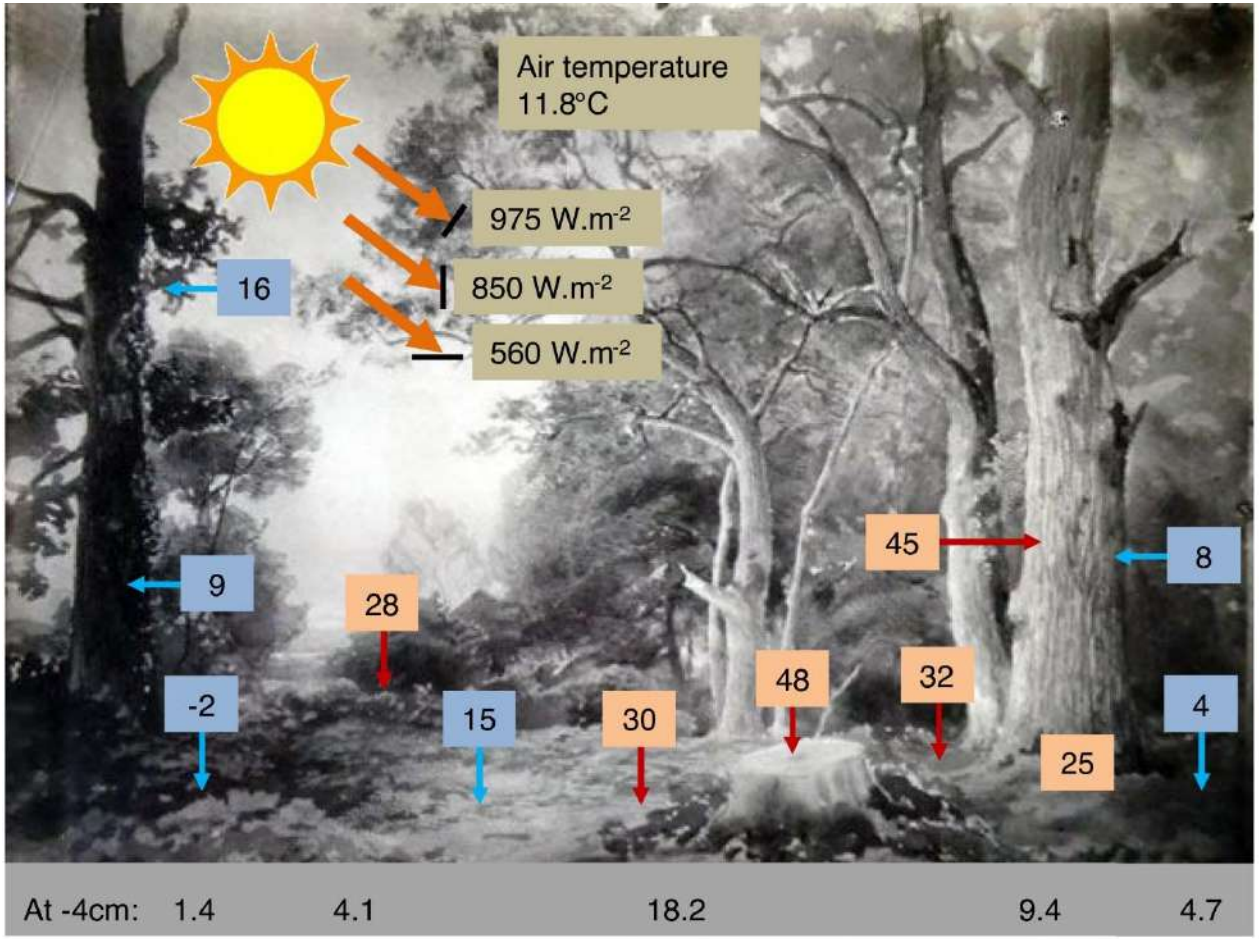
Méso/Topoclimat

Microclimat

Schéma : Eva Gril | Carte des climats en France : Daniel Joly et al. (2010)

Qu’est-ce que le microclimat ?

Un microclimat ou des microclimats ?

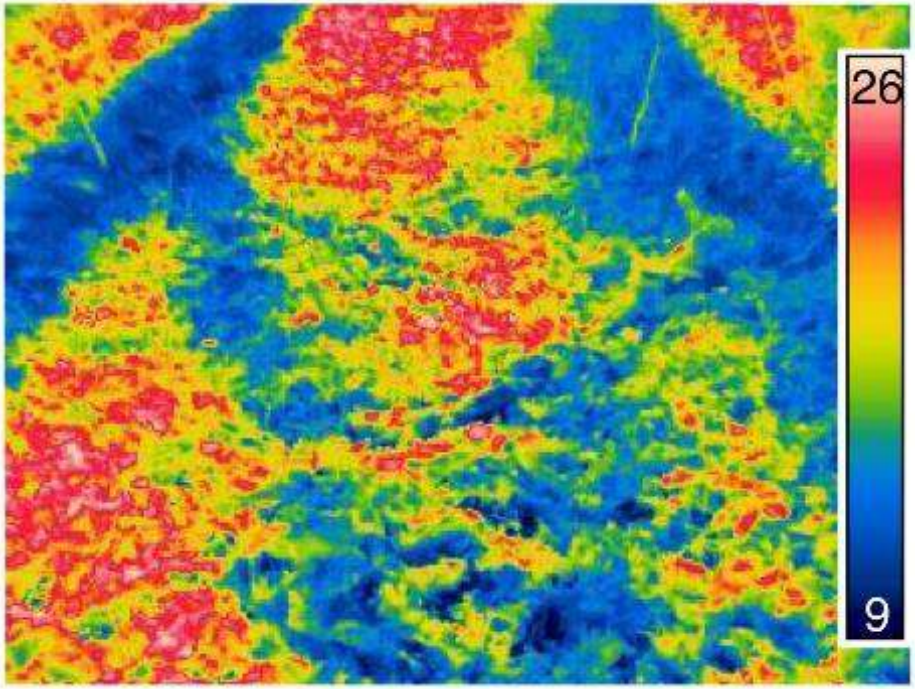


Current Opinion in Insect Science

Sylvain Pincebourde et al. (2020)

Qu’est-ce que le microclimat ?

Un microclimat ou des microclimats ?



Current Opinion in Insect Science

Sylvain Pincebourde et al. (2020)

Qu’est-ce que le microclimat ?

Quels sont les principaux facteurs générateurs des microclimats ?

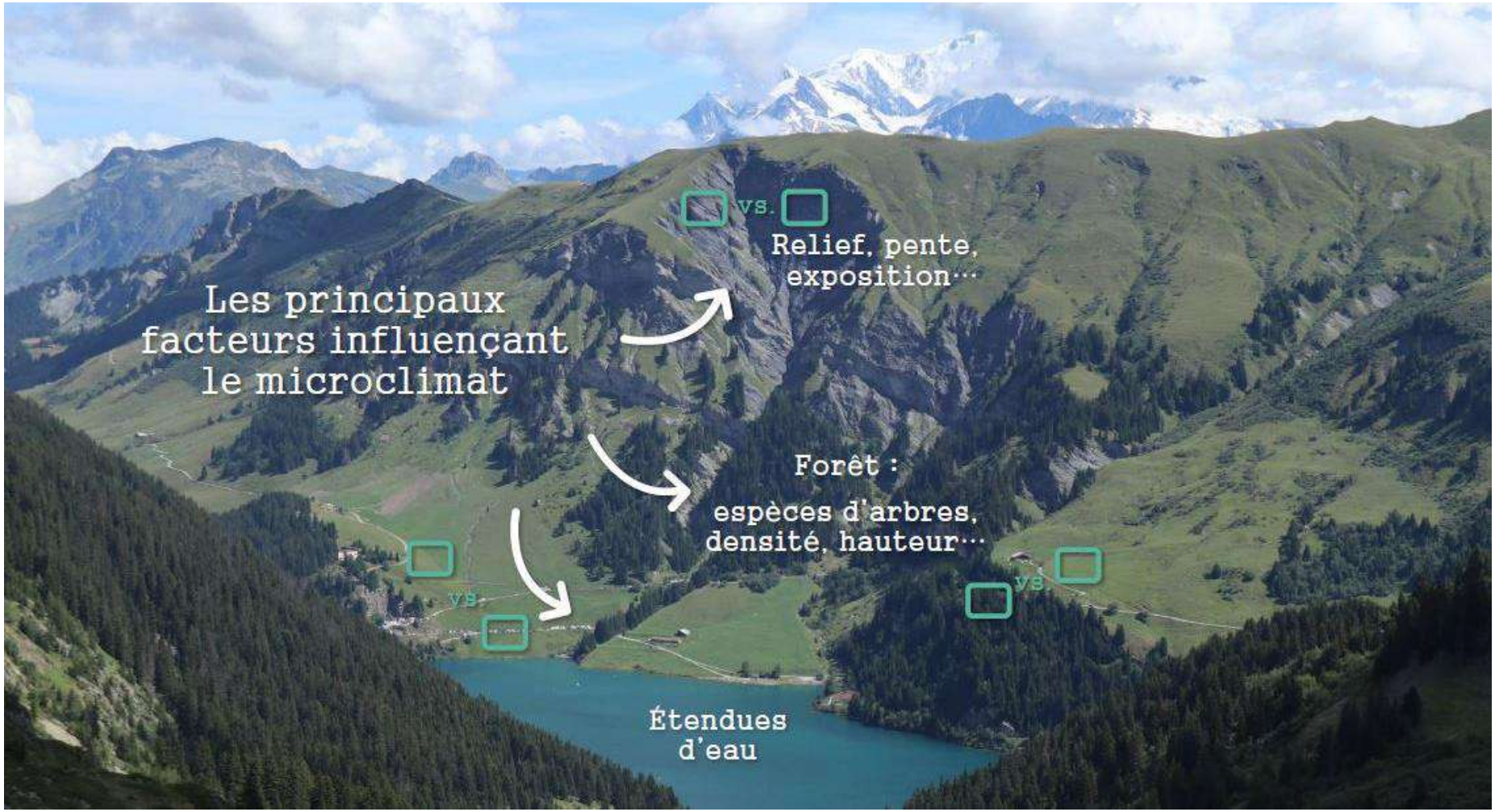
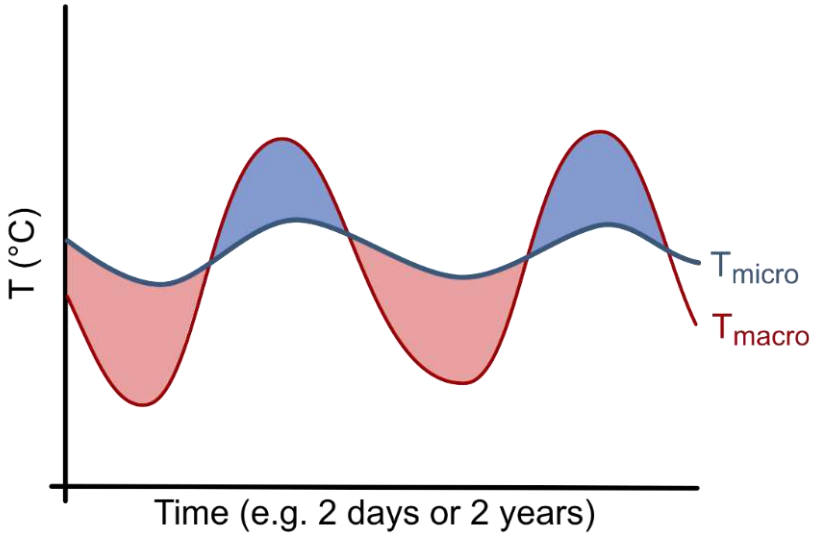
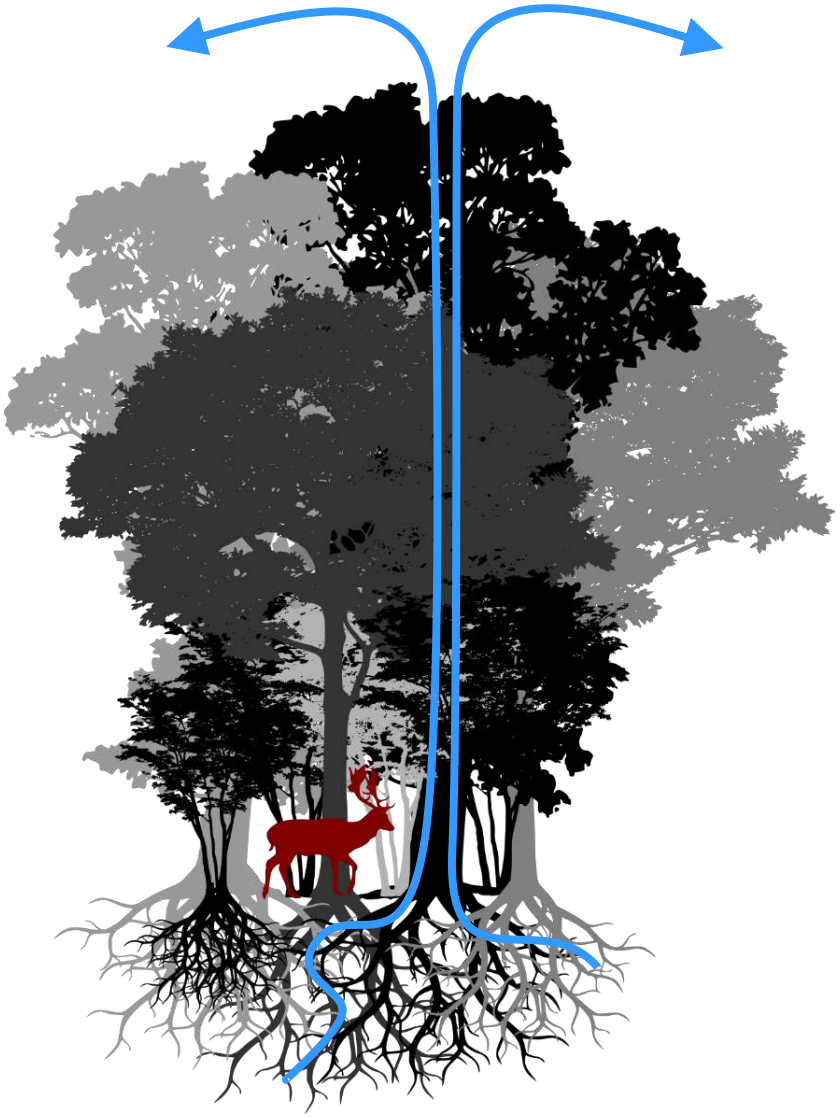


Illustration : Eva Gril

Qu’est-ce que le microclimat ?

Le pouvoir « tampon » de la forêt





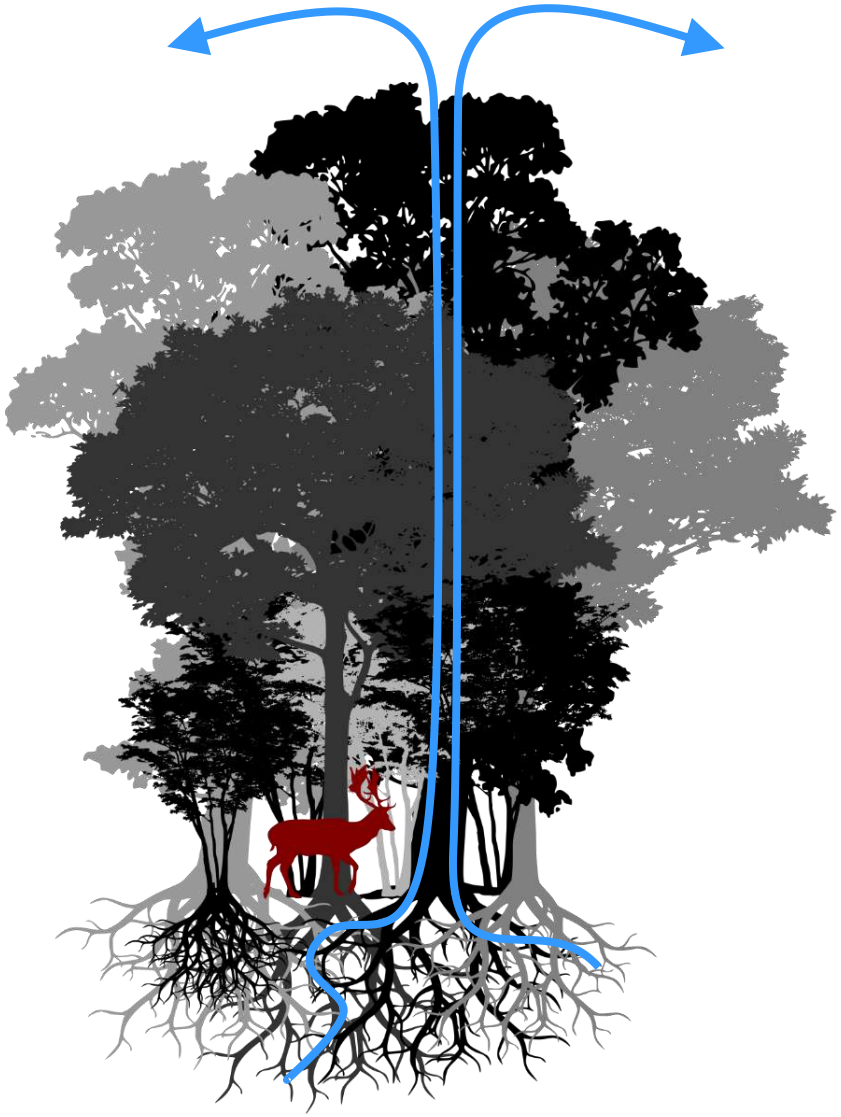
Pieter De Frenne et al. (2021)

Qu’est-ce que le microclimat ?

Les processus sous-jacent :

- Effet ombrage de la canopée
- Transpiration de la végétation
- Atténuation du vent

Jusqu’à plusieurs degrés de différence (**2 à 15°C**) entre la T°C mesurée **sous-couvert** et la T°C mesurée **hors-couvert** forestier suivant le **contexte bioclimatique**, la **période de l’année** et les **propriétés structurelles** des peuplements



Pieter De Frenne et al. (2021)

Comment mesure t-on le microclimat ?

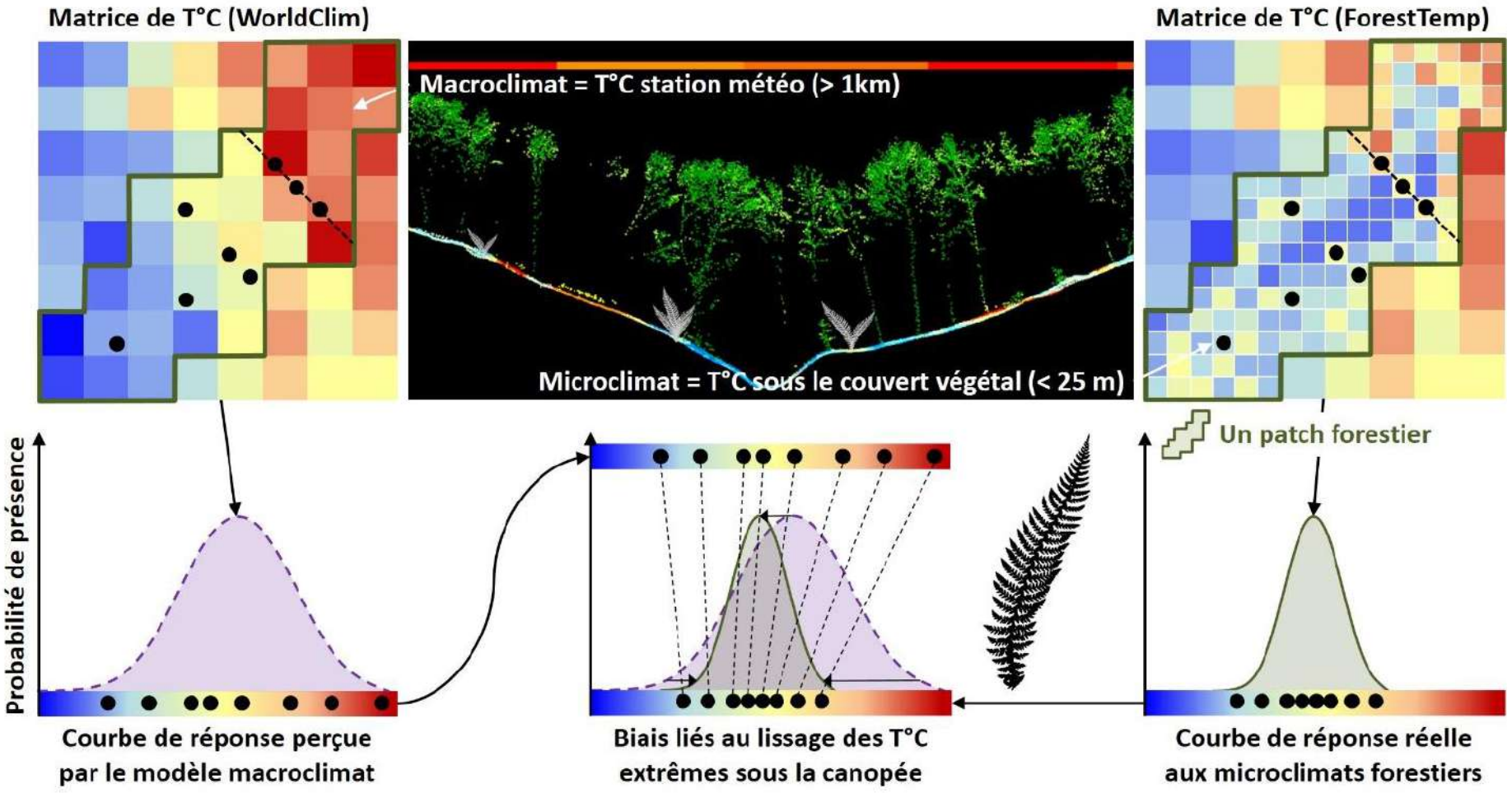
Les postes météorologiques classiques, comme ceux utilisés par le réseau national Météo France, ne mesurent pas le microclimat !

- Stations disposées en zone dégagée
- Systématiquement hors-couvert forestier
- T°C mesurée à 2 ou 3 m de hauteur
- Exposition aux vents dominants
- Absence d'ombre portée

Ces stations ne mesurent pas les T°C telles que ressenties par les organismes au sein de leurs habitats mais le **macroclimat** ou les conditions « **synoptiques** » en faisant en sorte de gommer toute variation ou « bruit » lié aux effets locaux aussi dit proximaux (cf. microclimats)

Comment mesure t-on le microclimat ?

Implique une distorsion de la niche de T°C des espèces du sous-bois



Jonathan Lenoir et al. (2017) | Stef Haesen et al. (2023)

Comment mesure t-on le microclimat ?

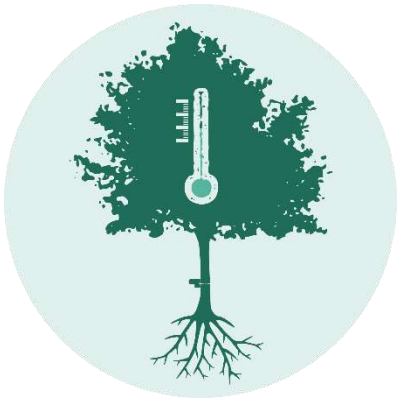
Pour mesurer le microclimat au sein de l'habitat forestier ou effet tampon, on utilise des micro-capteurs de T°C, par exemple

HOBO
Data Loggers

Pieter De Frenne & Kris Verheyen (2016) | Photo : Fabien Spicher

Comment modéliser les microclimats forestiers ?

L'objectif du projet IMPRINT est de prendre en compte les processus microclimatiques en contexte de changements climatiques



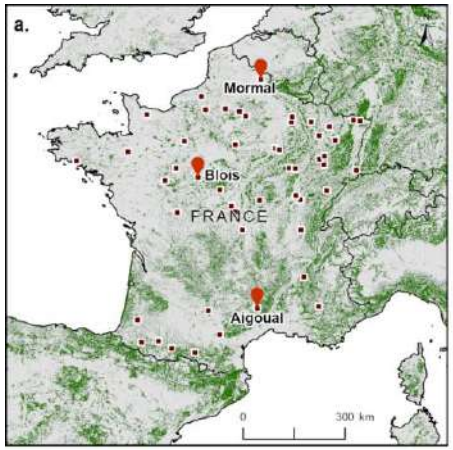
Projet IMPRINT

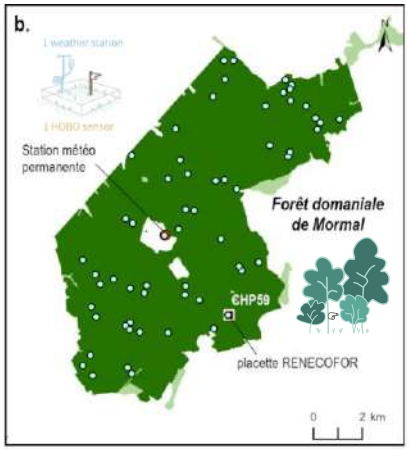
anr

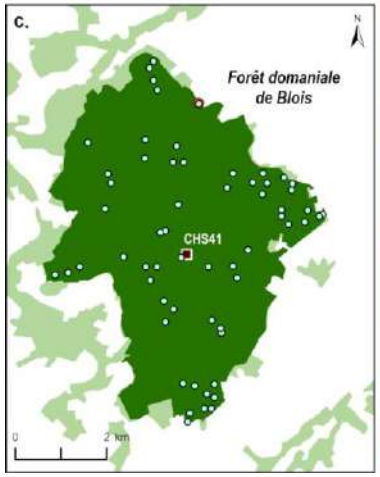
Photos : Eva Gril | Logo projet : Eva Gril | Site internet : https://microclimat.cnrs.fr/

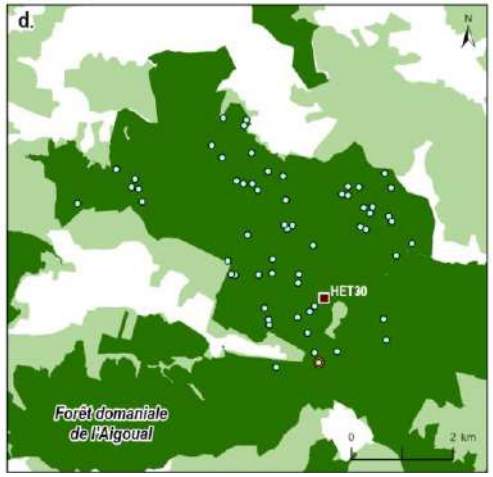
Comment modéliser les microclimats forestiers ?

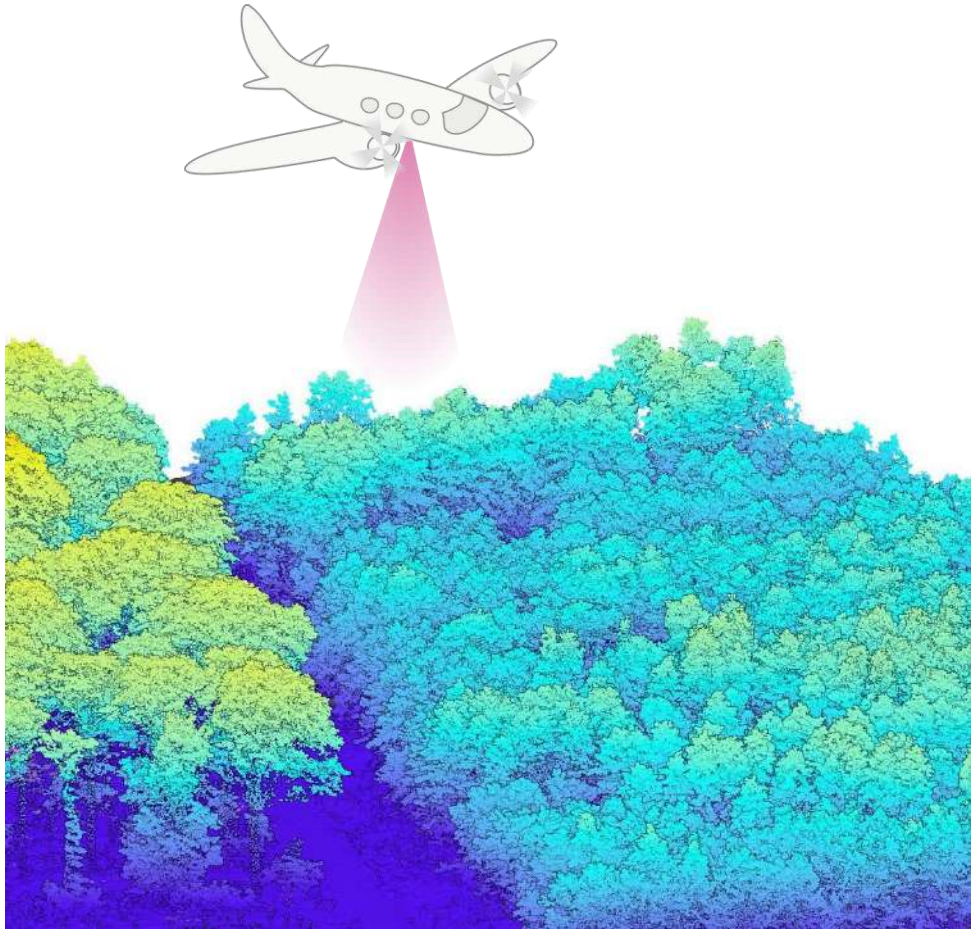
Trois forêts domaniales étudiées, survolées par un LiDAR à l'été 2021 et équipées de capteurs de T°C sur un réseau de 180 placettes





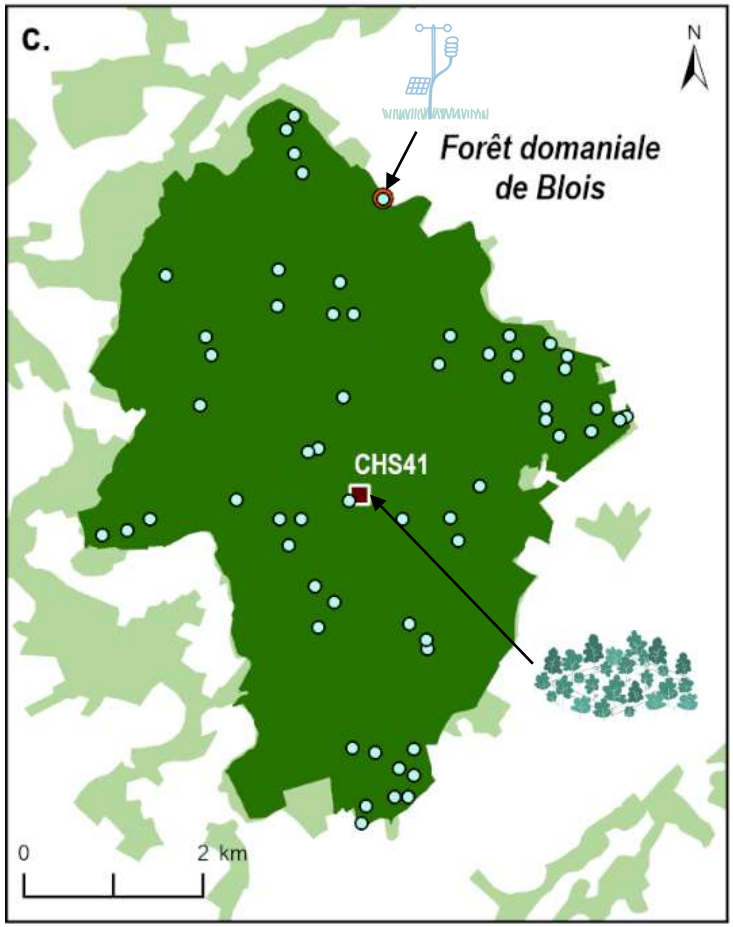


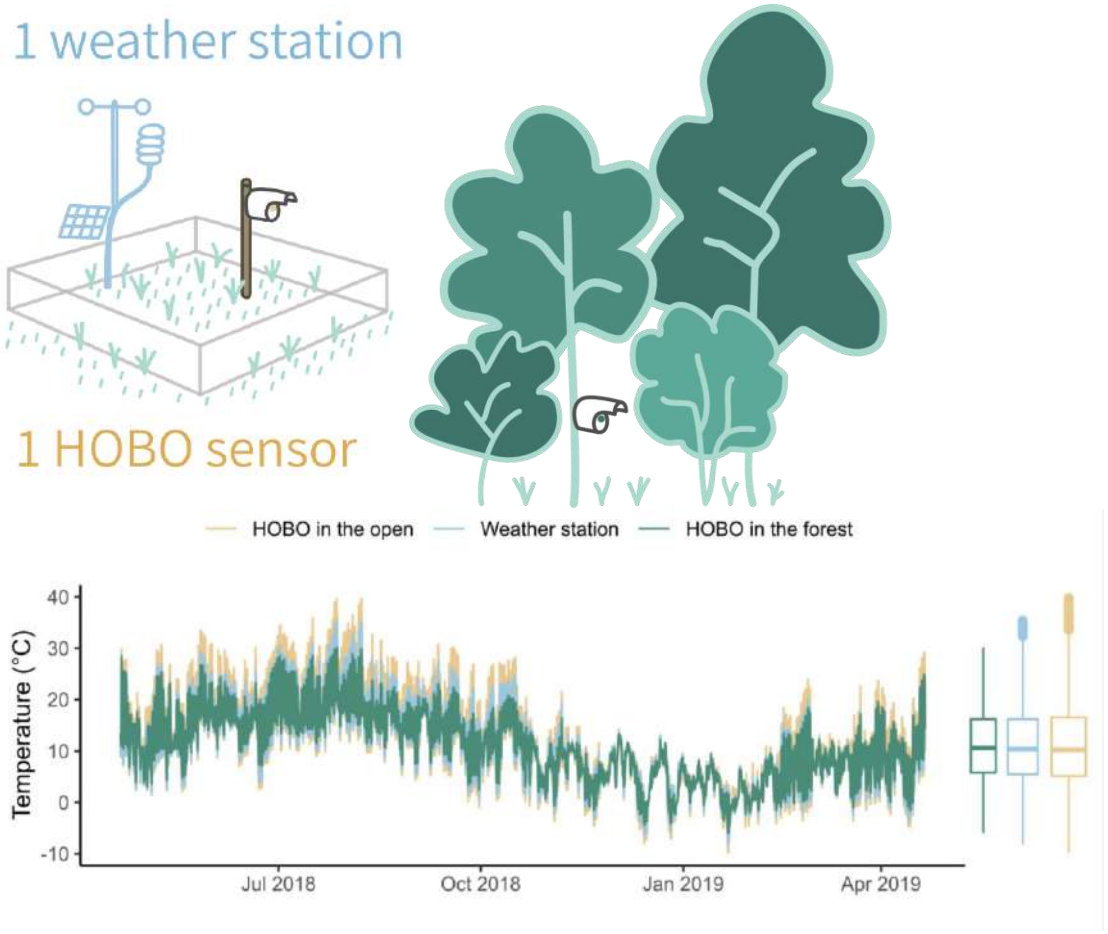




Comment modéliser les microclimats forestiers ?

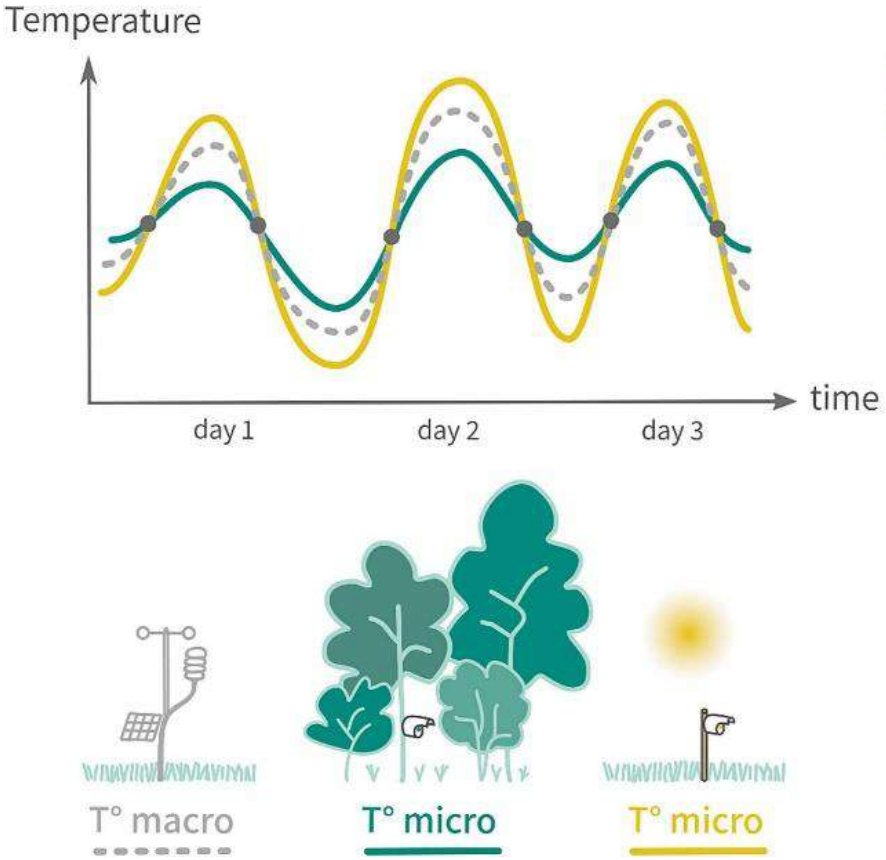
Séries temporelles de T°C mesurées sous-couvert (HOBO) appariées à des séries de T°C mesurées hors-couvert (HOBO + station météo)

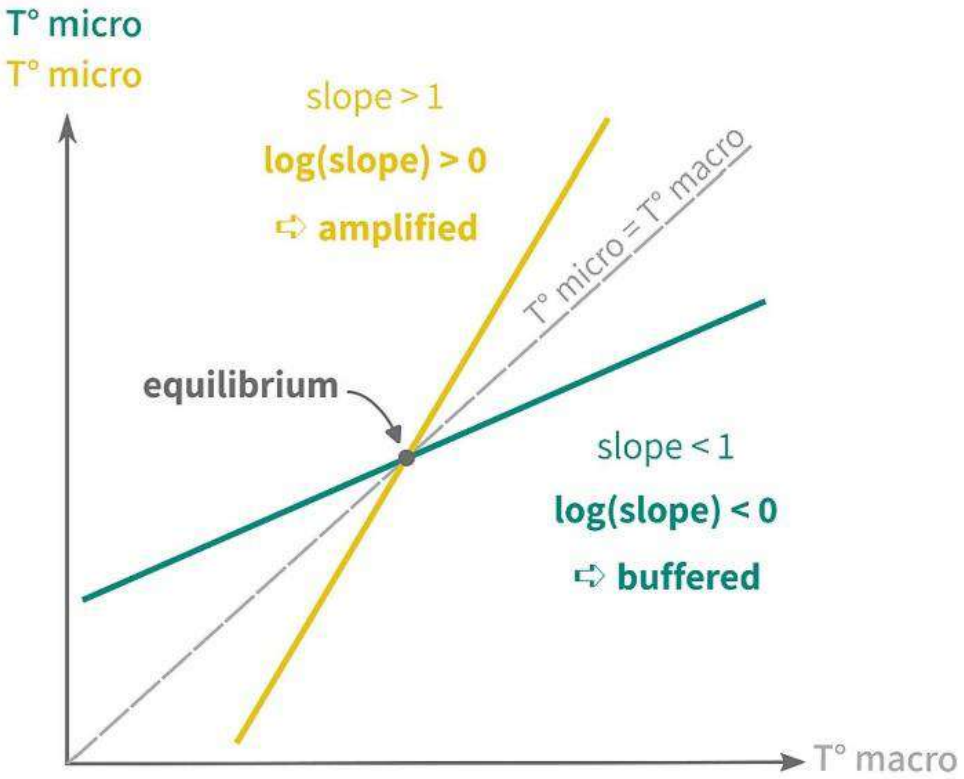




Comment modéliser les microclimats forestiers ?

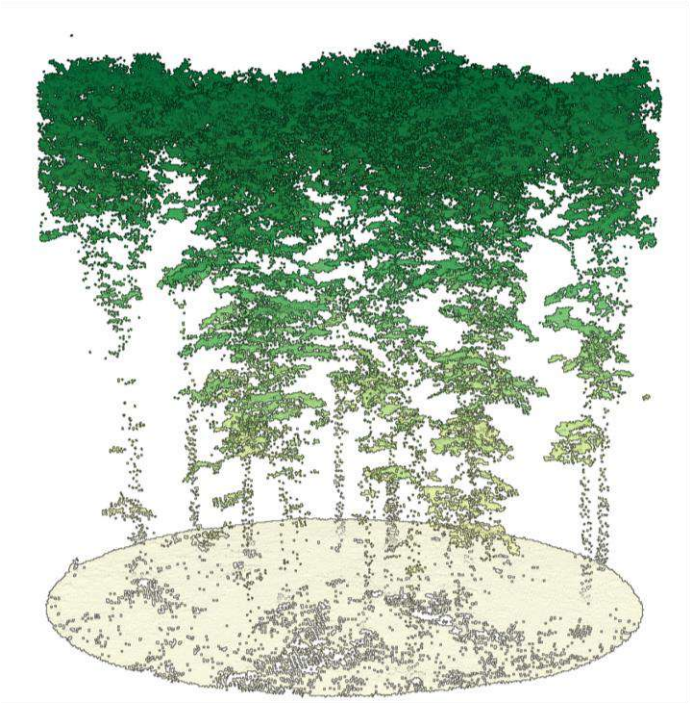
Pour chaque capteur de T°C, nous récupérons deux paramètres clés (pente & équilibre) de la relation : T°C micro **= a + b × T°C** macro

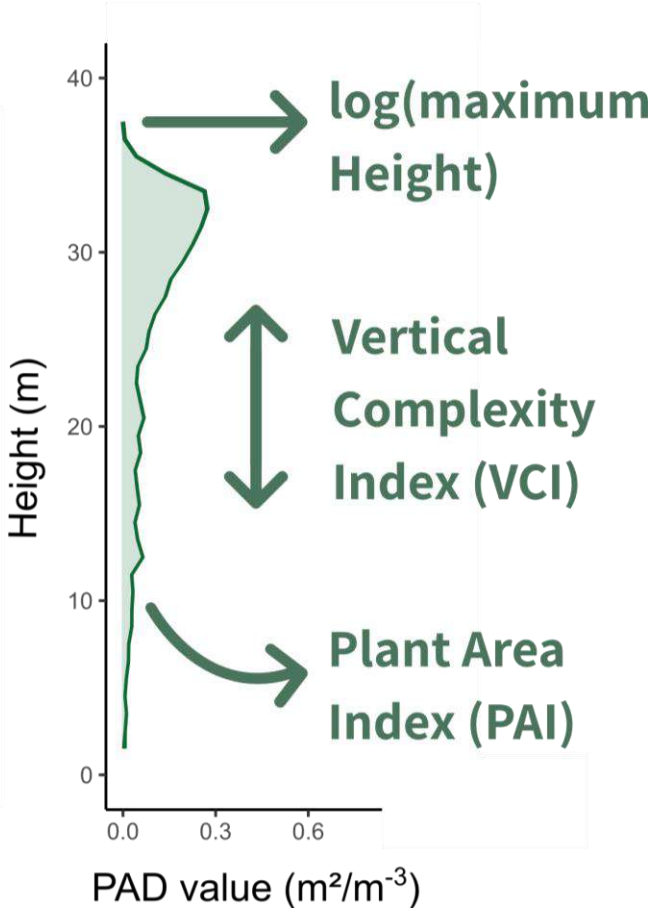




Comment modéliser les microclimats forestiers ?

Utilisation de variables structurelles issues du LiDAR pour modéliser la pente de la relation entre T°C macro et T°C micro

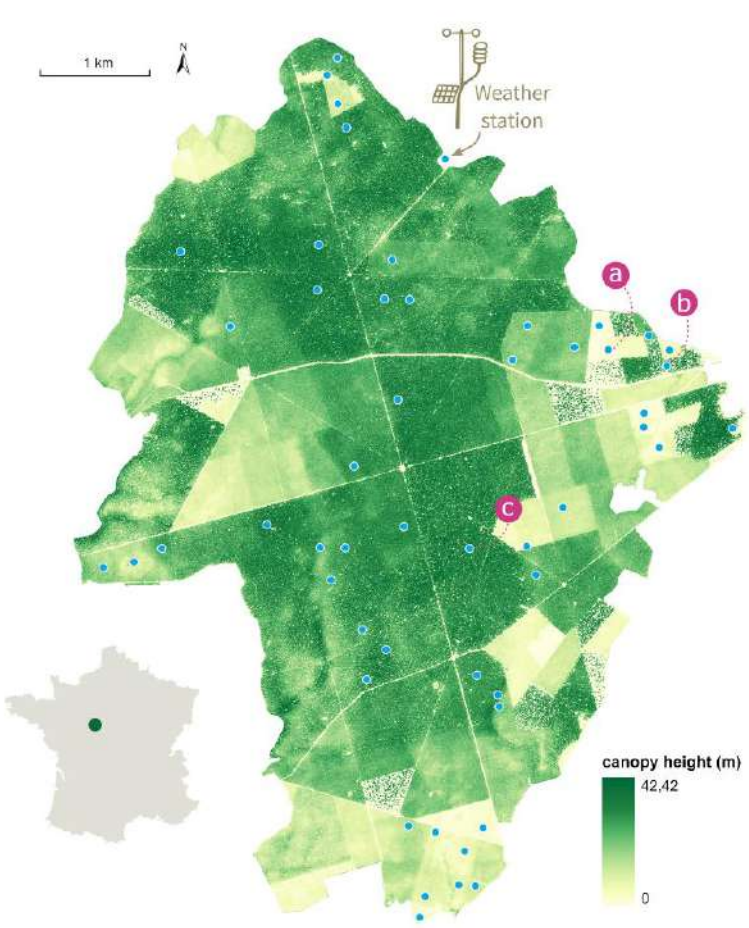


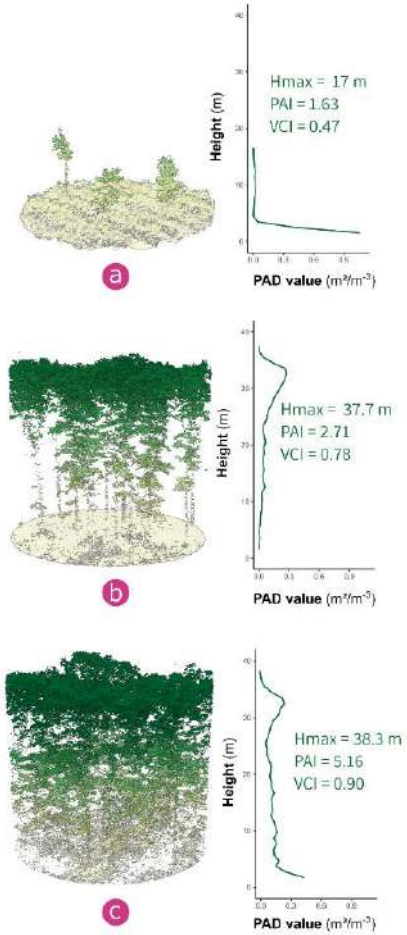


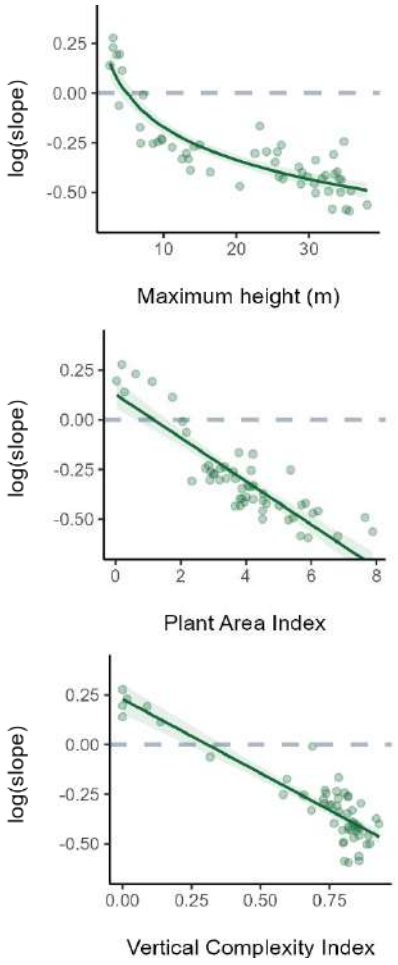
Eva Gril et al. (2023)

Comment modéliser les microclimats forestiers ?

Modélisation du log(pente) en fonction des métriques LiDAR



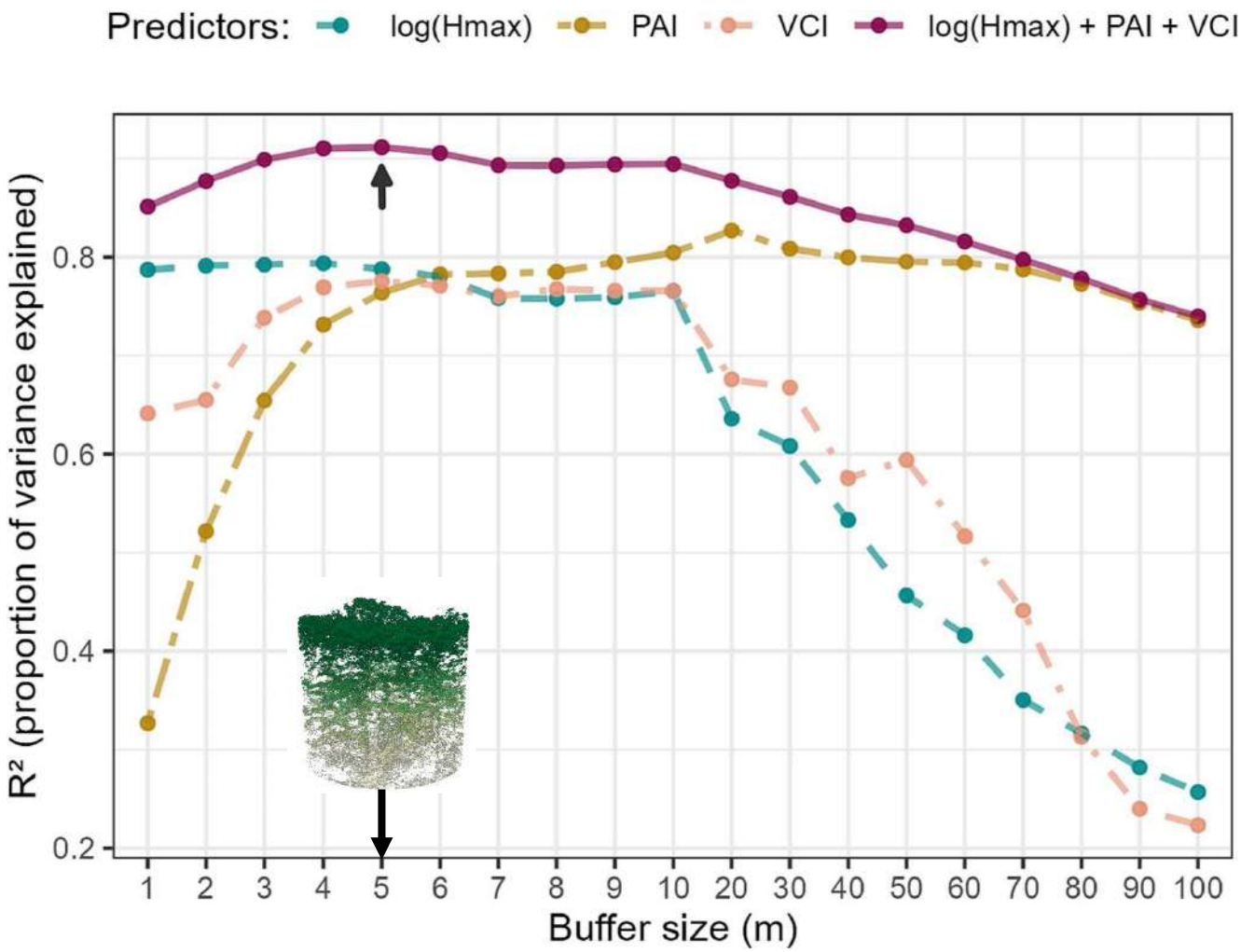




Eva Gril et al. (2023)

Comment modéliser les microclimats forestiers ?

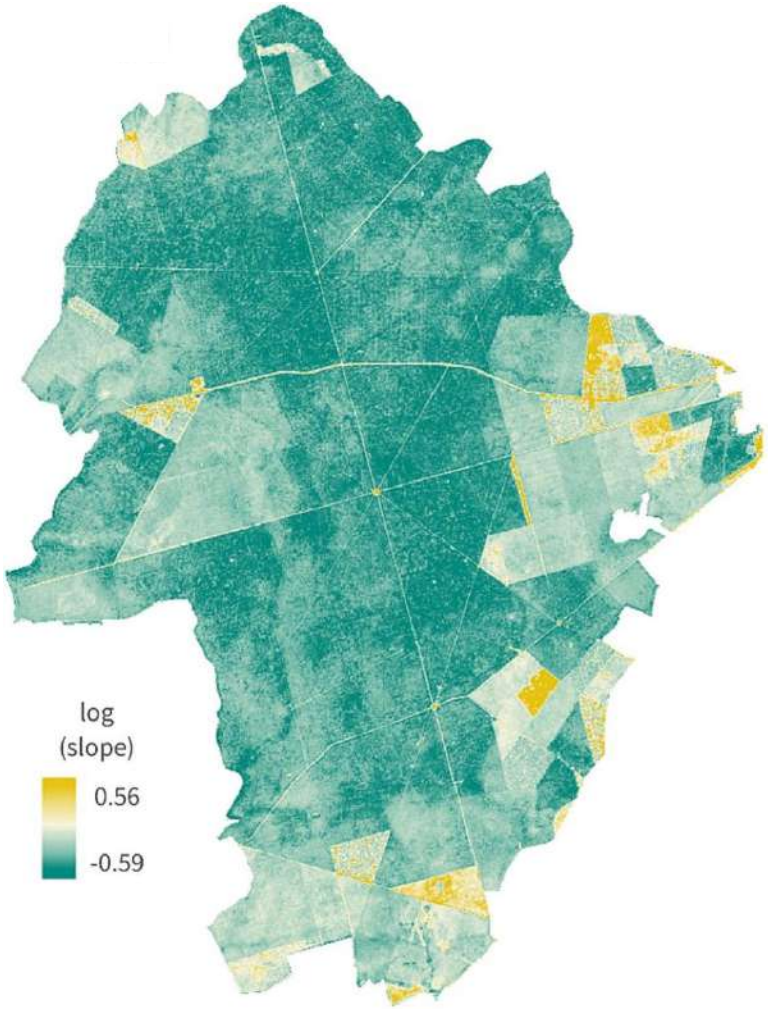
Quel est le rayon optimal pour capturer l'effet tampon ?

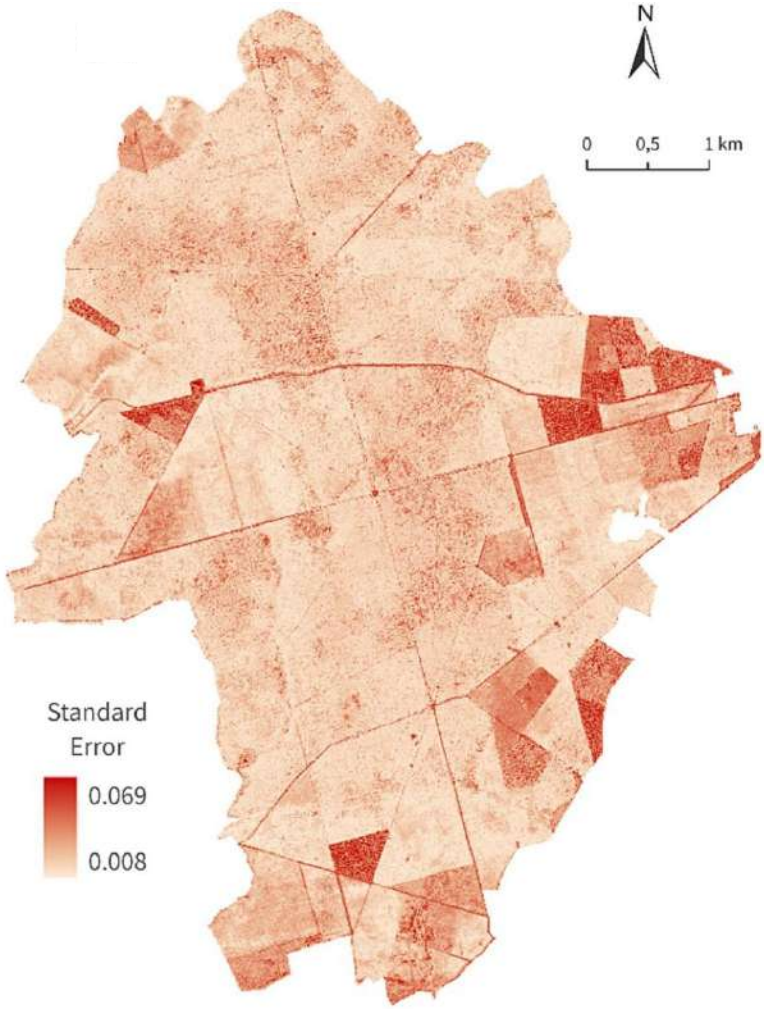


Eva Gril et al. (2023)

Comment modéliser les microclimats forestiers ?

Prédictions de l'effet tampon ou amplificateur à 10 m de résolution

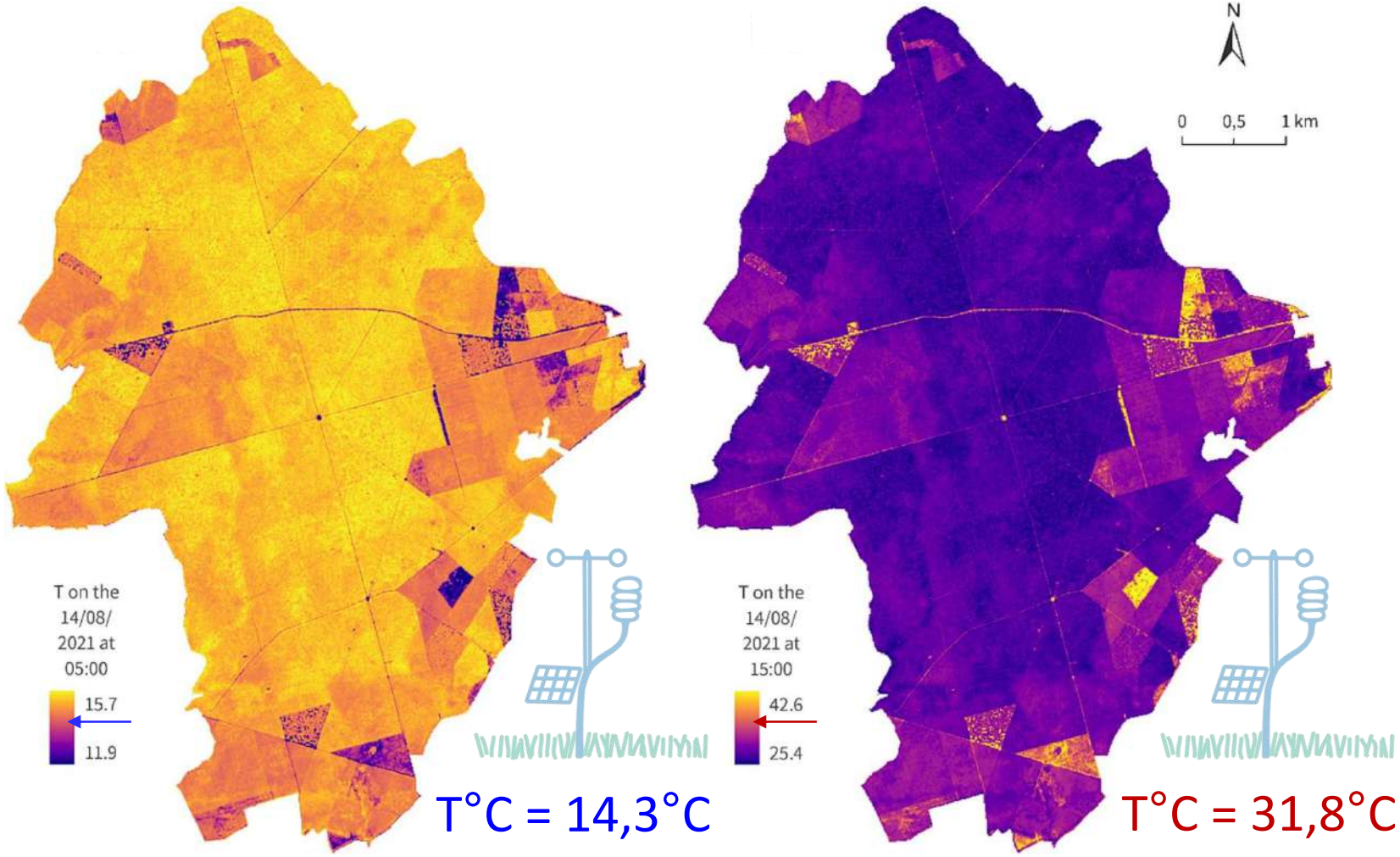




Eva Gril et al. (2023)

Comment modéliser les microclimats forestiers ?

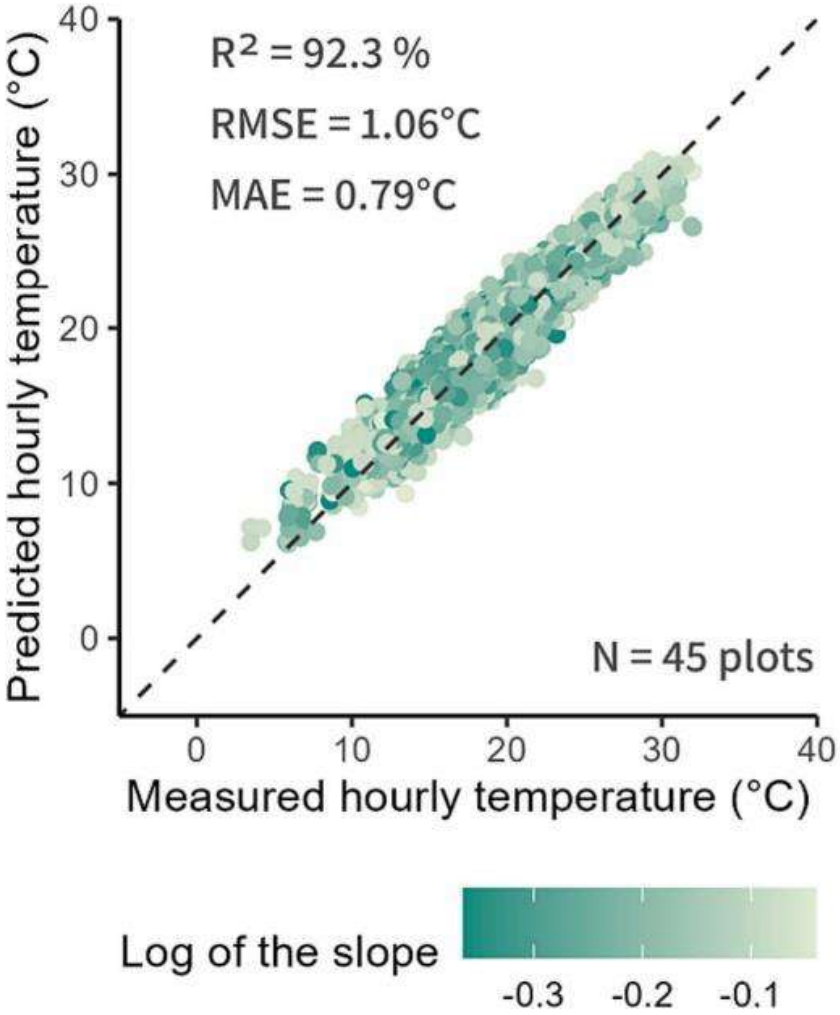
Prédictions de la T°C à 10 m le 14 août 2021 à 05H00 et 15H00

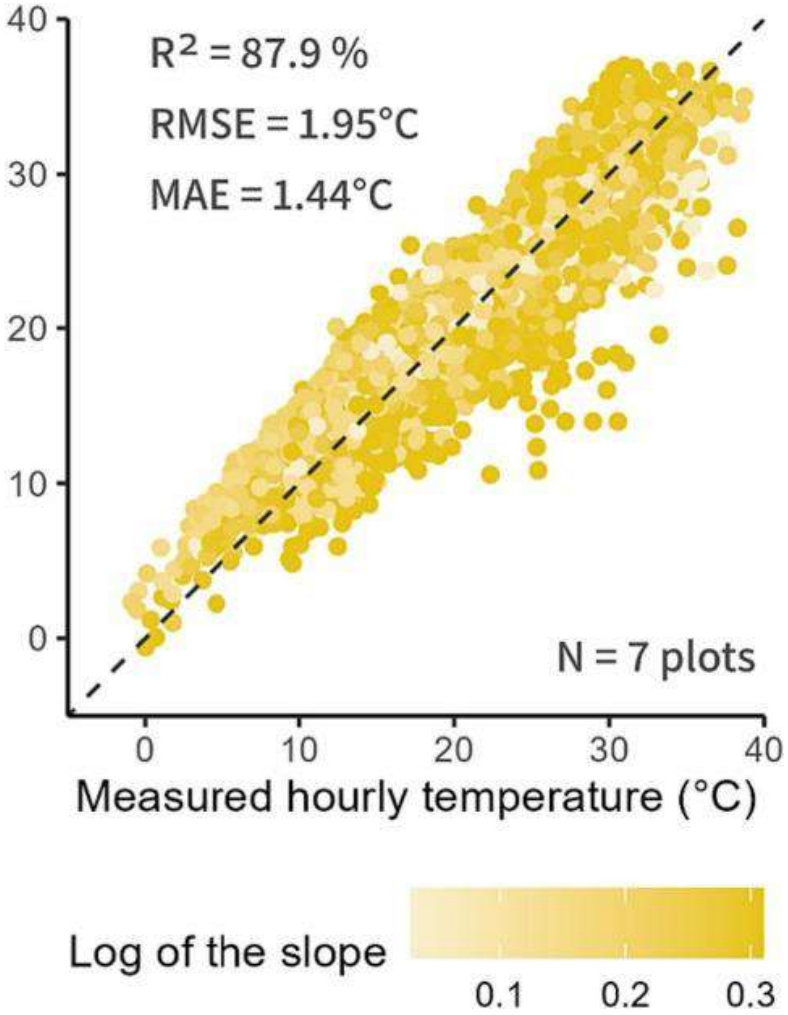


Eva Gril et al. (2023)

Comment modéliser les microclimats forestiers ?

Qualité des prédictions en forêt domaniale de Blois





Eva Gril et al. (2023)

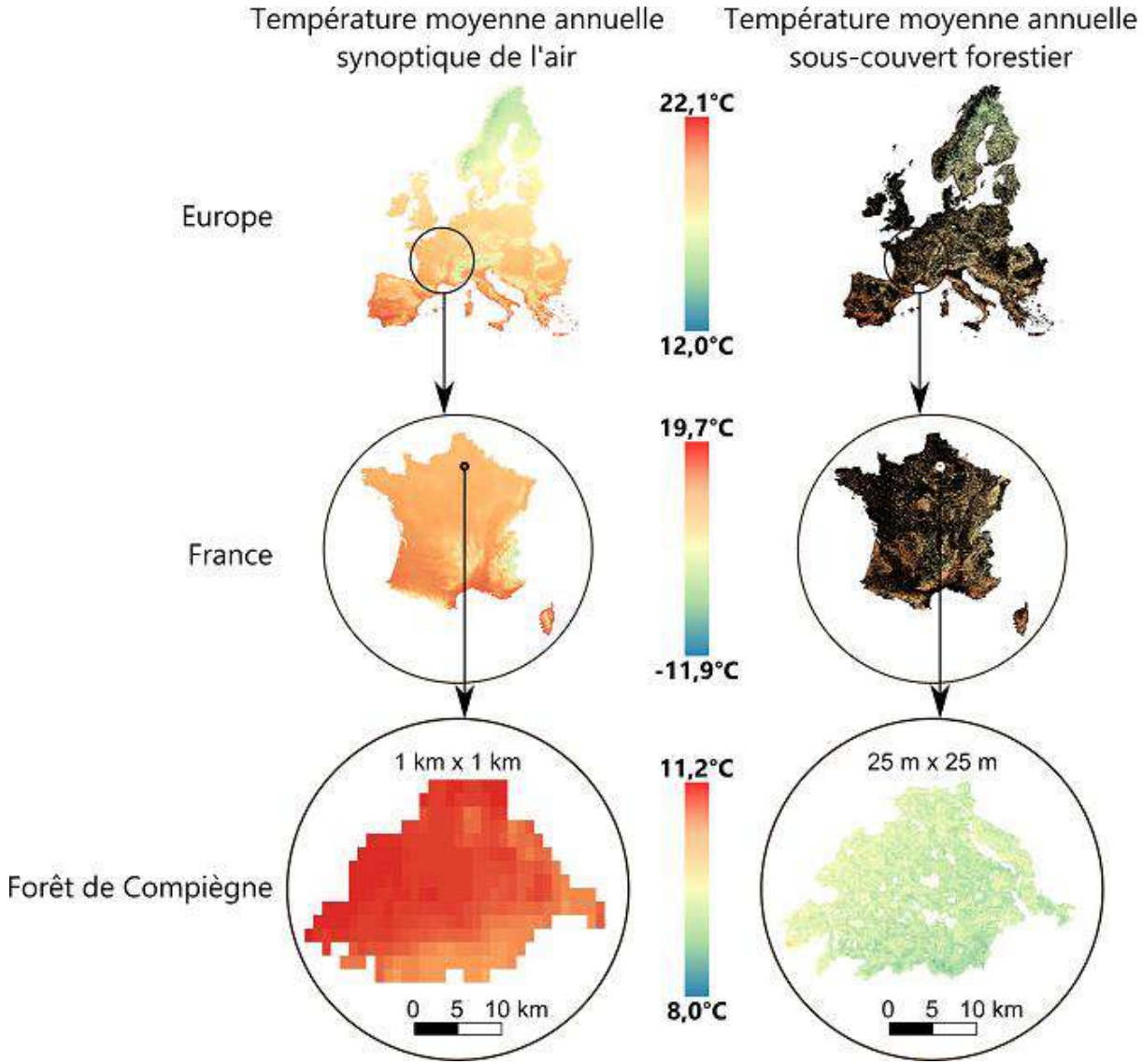
Pourquoi modéliser les microclimats forestiers ?

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 fraicheur en période de canicule

Cependant, ces cartes souffrent pour l'instant du caractère statique des images LiDAR indispensables pour spatialiser le microclimat à fine résolution : quid de la fusion avec des données satellites ?

Exemple de carte des microclimats en Europe

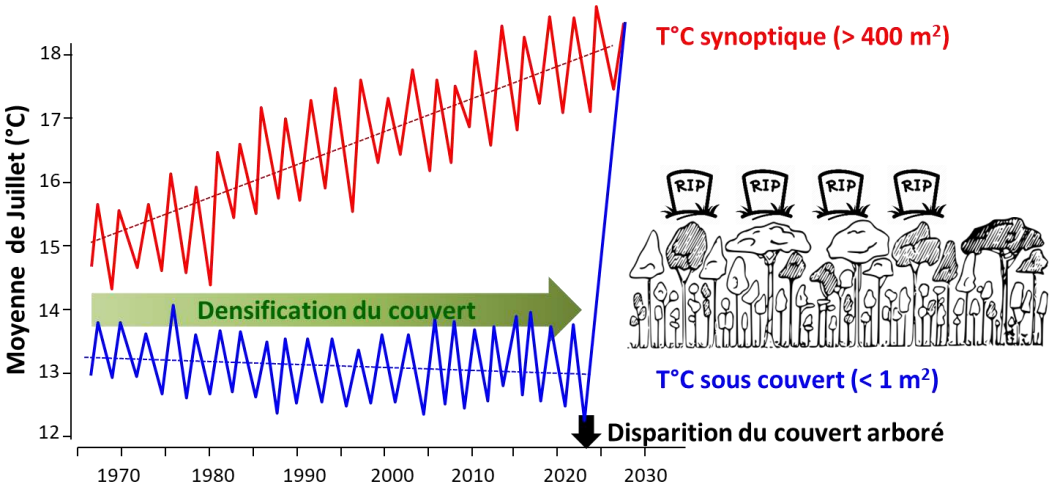


Stef Haesen et al. (2021)

Microclimats en contexte de réchauffement ?

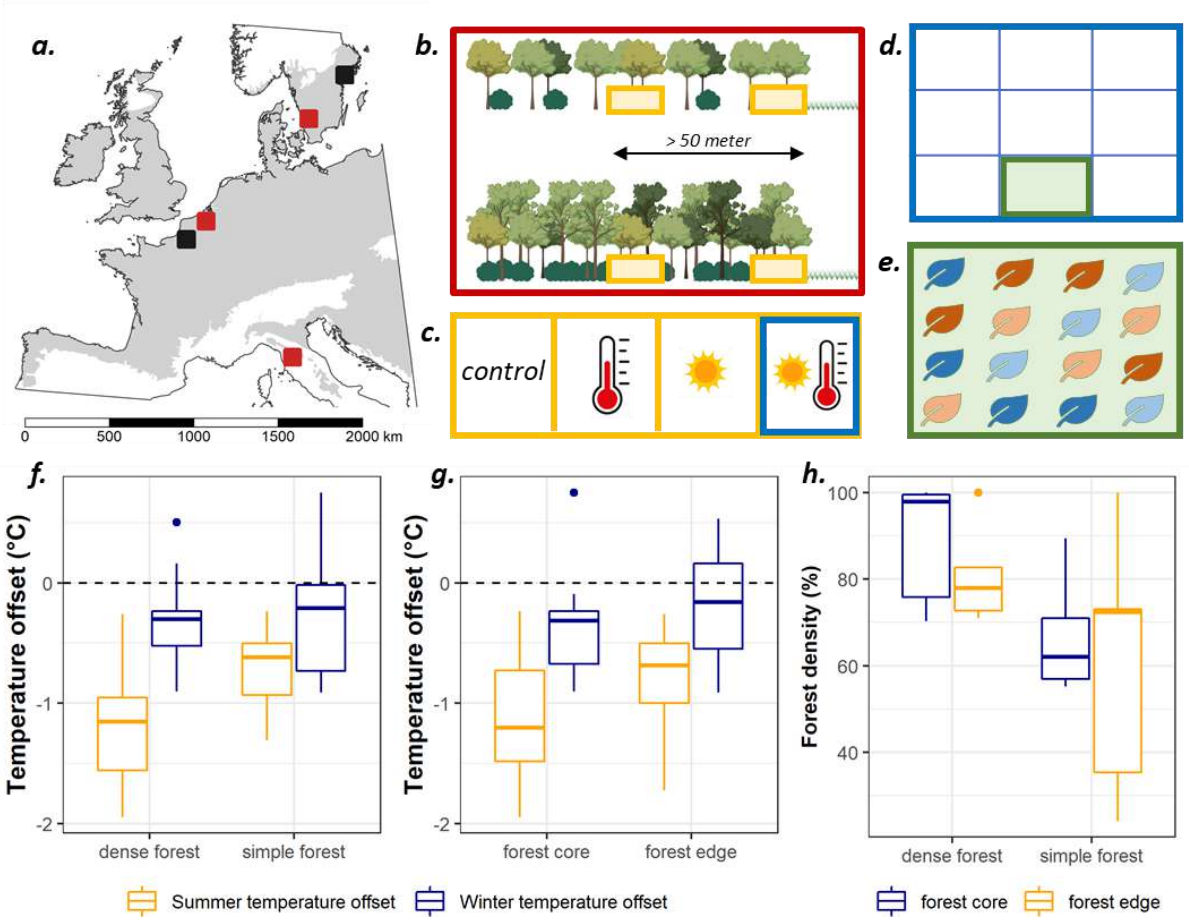
Avec les changements climatiques et l'augmentation des épisodes climatiques extrêmes, quid de l'évolution des microclimats ?

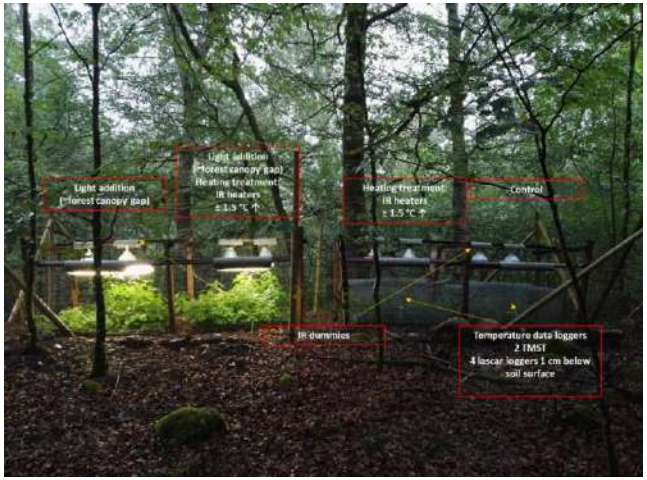
- Risques de dépérissements liés aux sécheresses successives
- Gestion forestière plus intensive par peur de perdre le capital
- Modification du couvert arboré et baisse de l'effet tampon
- Amplifications des extrêmes de T°C dans le sous-étage
- Risques de mortalité pour les espèces du sous-bois



Microclimats en contexte de réchauffement ?

Expérimentation de transplantation de 12 espèces végétales du sous-bois suivant un gradient de couvert arboré et de macroclimat

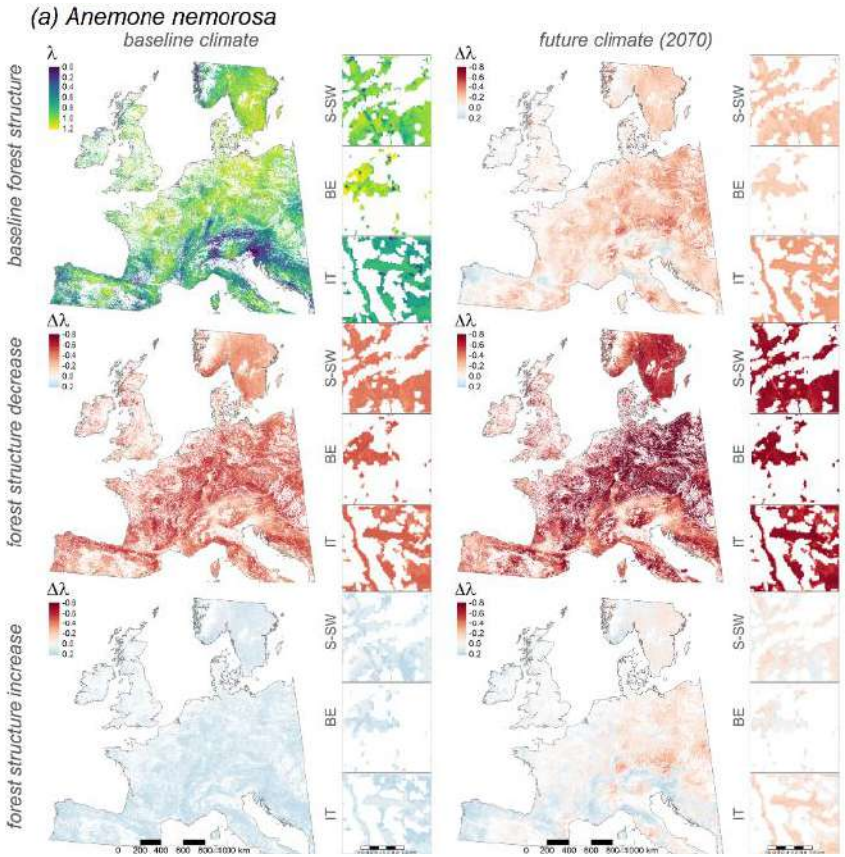




Pieter Sanczuk et al. (2023)

Microclimats en contexte de réchauffement ?

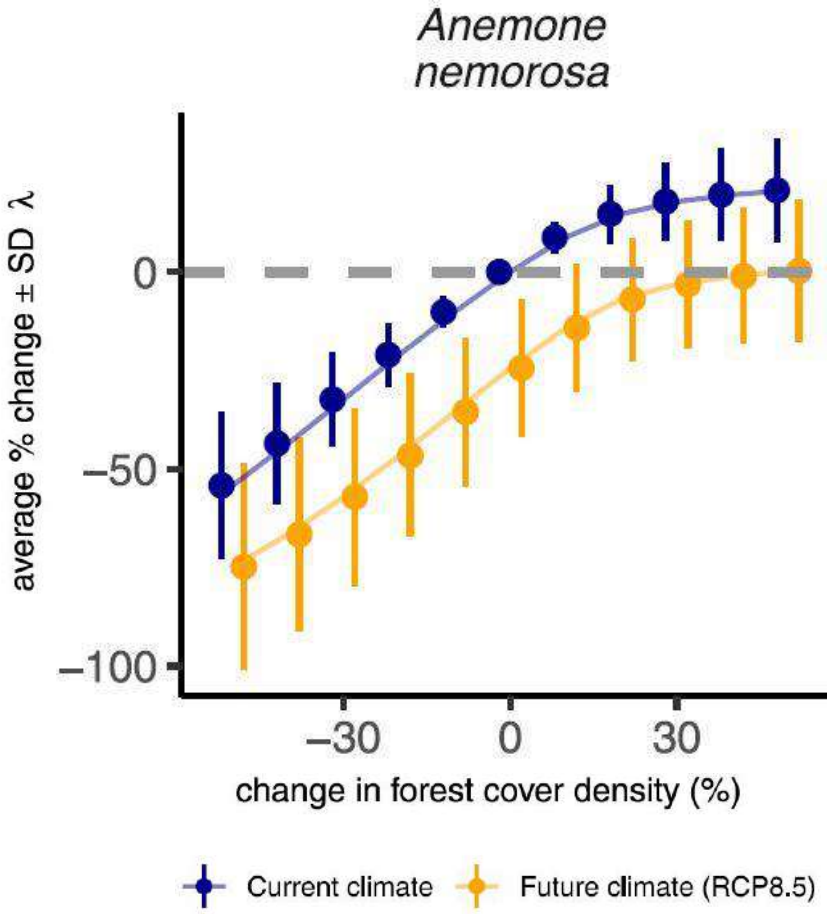
25997 mesures de paramètres vitaux (taux de survie, croissance, floraison, nombre de graines) sur 8064 transplants afin d'alimenter un modèle démographique de survie de population (λ) par espèce



Pieter Sanczuk et al. (2023)

Microclimats en contexte de réchauffement ?

Importance du couvert arboré sur le taux de survie λ

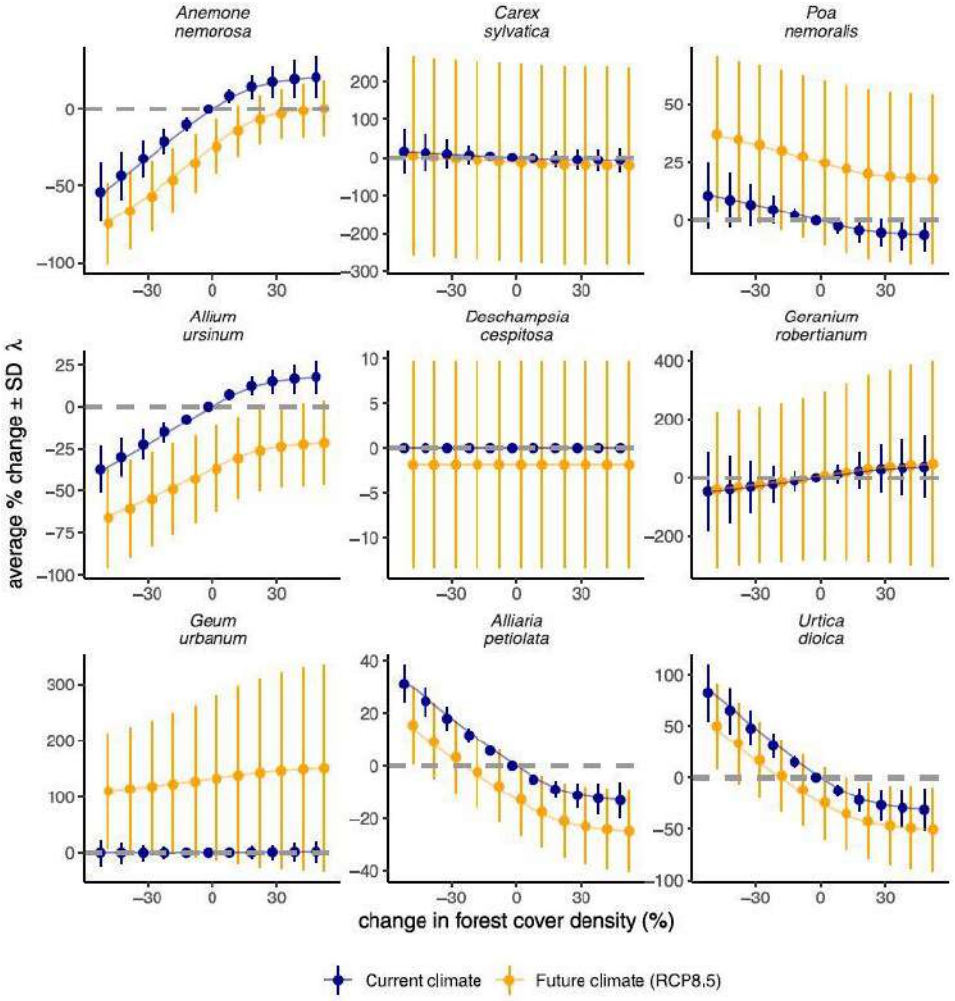


- Une réduction de 50 % du couvert arboré induit une diminution de 75 % du taux de croissance des populations d'anémones des bois d'ici à 2070 suivant le scénario le plus extrême (RCP 8.5)
- A l'inverse, une augmentation de 50% de la fermeture du couvert permet de compenser jusqu'à 92% des impacts négatifs du scénario le plus extrême (RCP 8.5)

Pieter Sanczuk et al. (2023)

Microclimats en contexte de réchauffement ?

Résultats 8 autres espèces :



Pour la grande ortie, une espèce généraliste, c'est le contraire, une réduction de 50% du couvert induit une augmentation de de 50% du taux de croissance des populations d'ici à 2070, suivant le scénario le plus extrême (RCP 8.5)

Pieter Sanczuk et al. (2023)

Conclusions

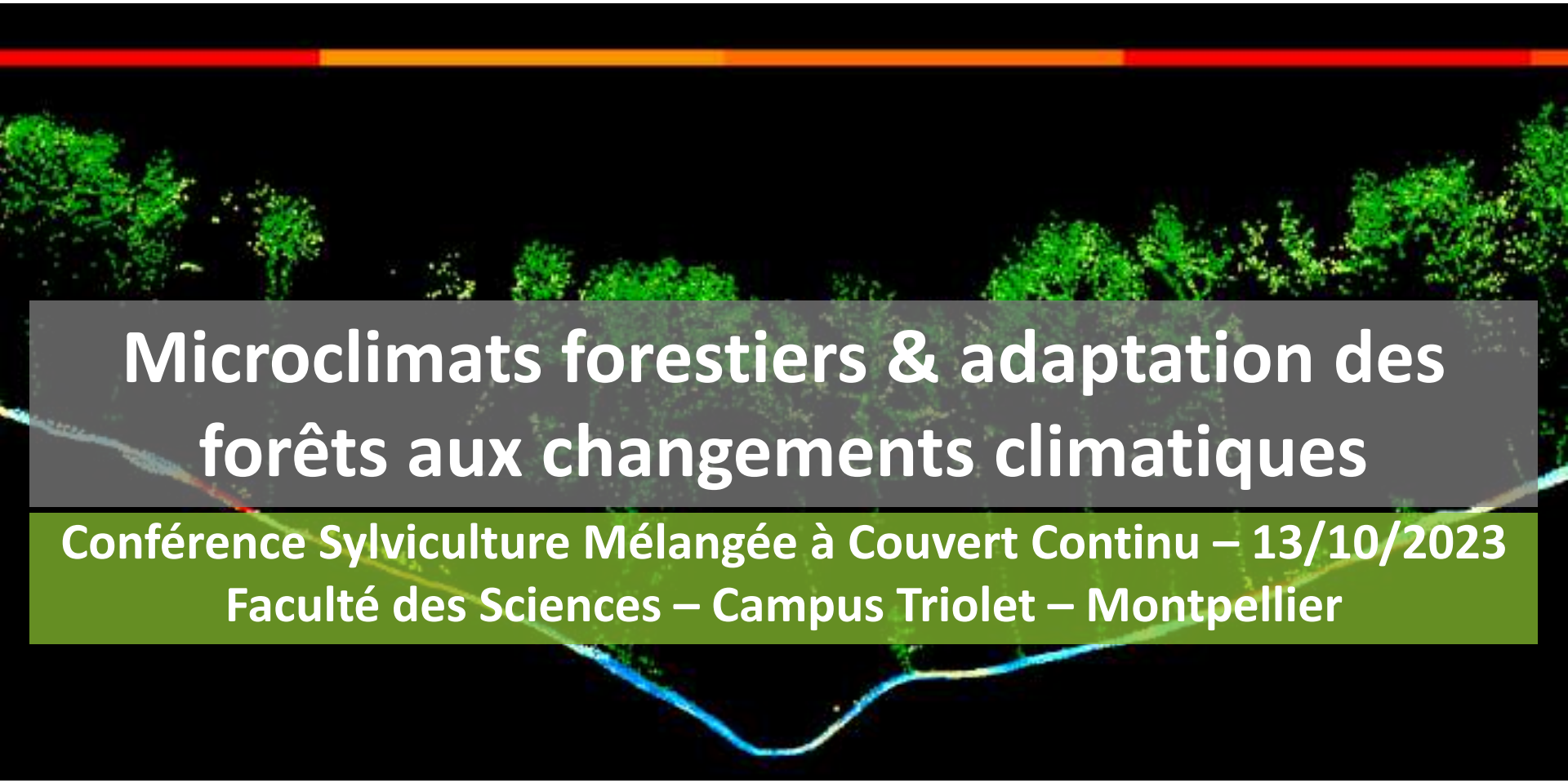
En terme d'adaptation des pratiques de gestion :

- Si le forestier peut difficilement agir sur l'évolution des T°C qui règnent à l'extérieur des habitats forestiers, il peut intervenir sur le degré de fermeture du couvert pour compenser ou amplifier les extrêmes climatiques ressenties dans la sous-trame boisée

- Par une gestion en couvert continu, le forestier peu maintenir un effet tampon suffisant dans la sous-trame boisée pour favoriser la survie d'espèces spécialistes du sous-bois, semis inclus, et ce malgré un réchauffement global des températures

Jonathan Lenoir (CR CNRS)
@jonlen@ecoevo.social @EkoLogIt

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



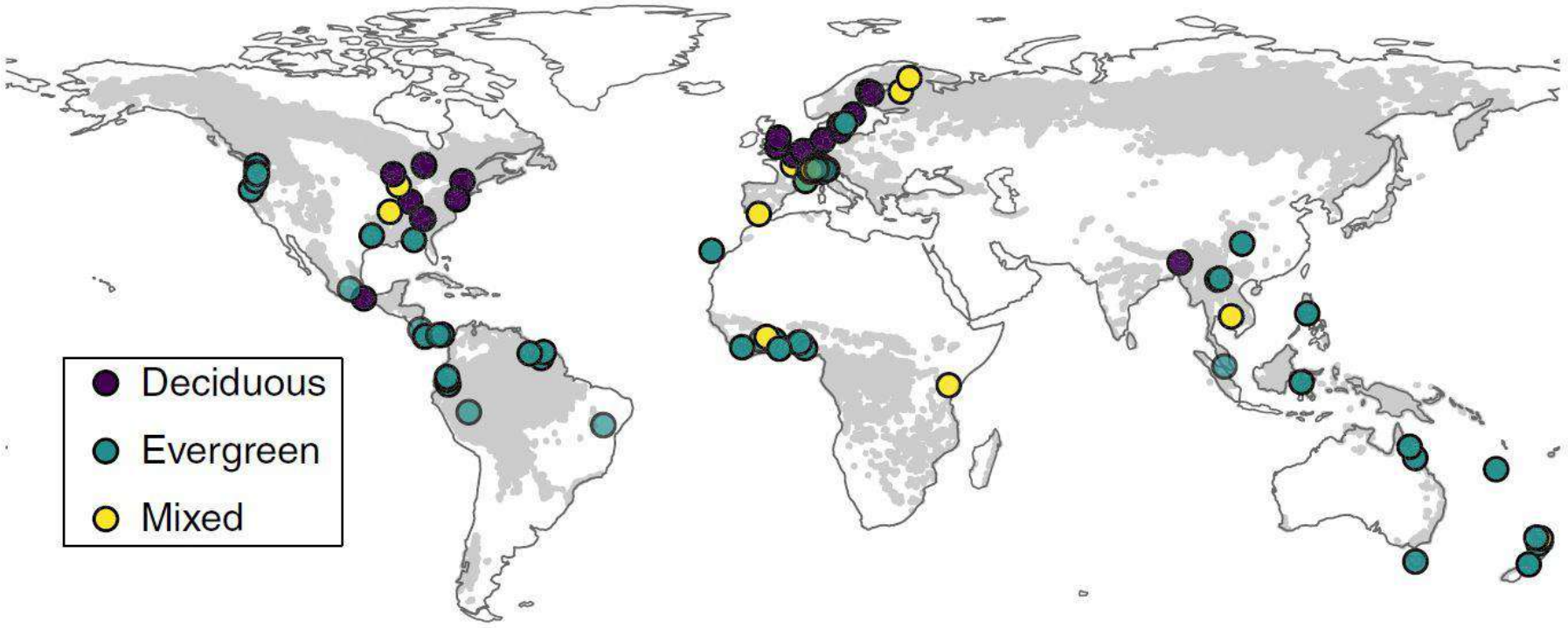
Microclimats forestiers & adaptation des forêts aux changements climatiques

Conférence Sylviculture Mélangée à Couvert Continu – 13/10/2023
Faculté des Sciences – Campus Triolet – Montpellier

Données LiDAR : Office National des Forêts (ONF) | Illustration : Tarek Hattab

Comment mesure t-on le microclimat ?

Revue de la littérature scientifique sur l'effet tampon des forêts

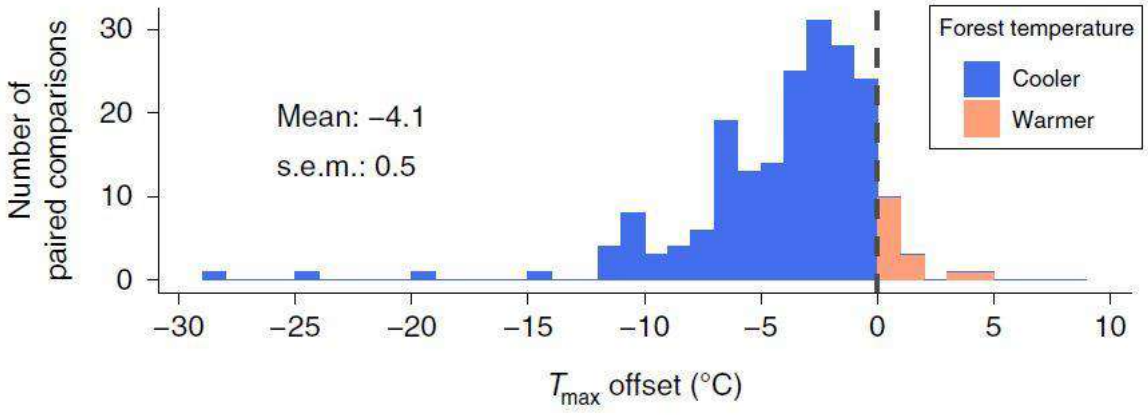


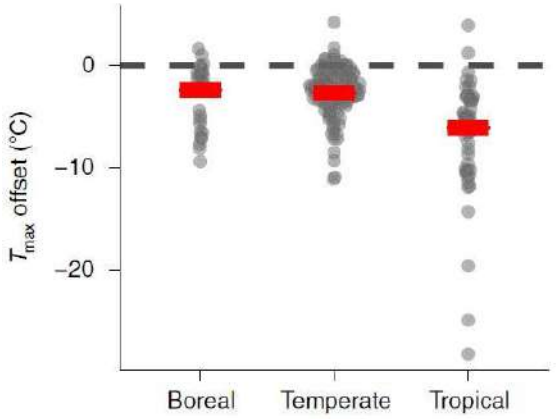
Un total de 98 sites avec un dispositif apparié de 714 mesures de T°C **sous-couvert** vs. **hors-couvert** forestier

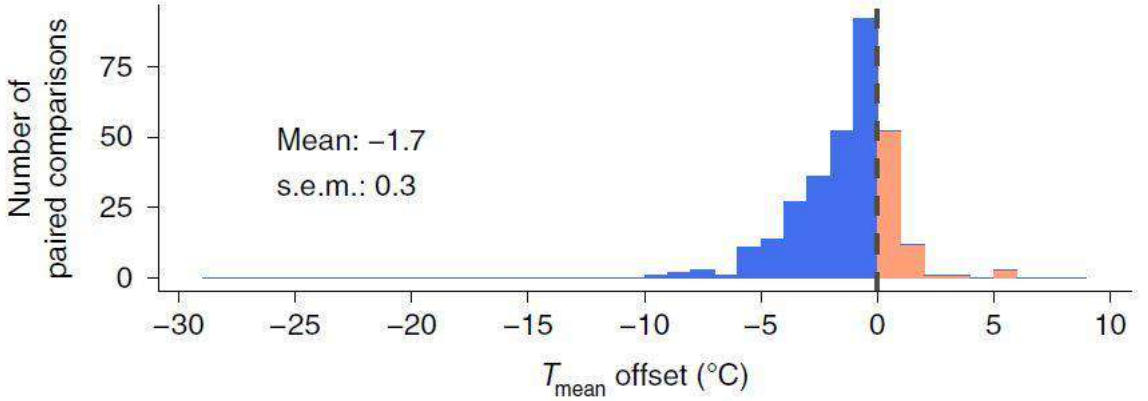
Pieter De Frenne et al. (2019)

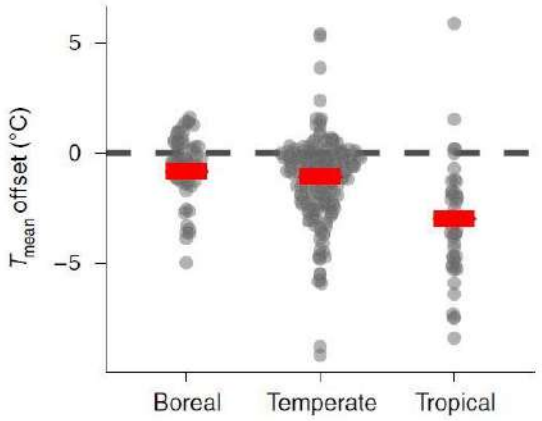
Comment mesure t-on le microclimat ?

Résultats de la différence T°C hors-couvert moins T°C sous-couvert







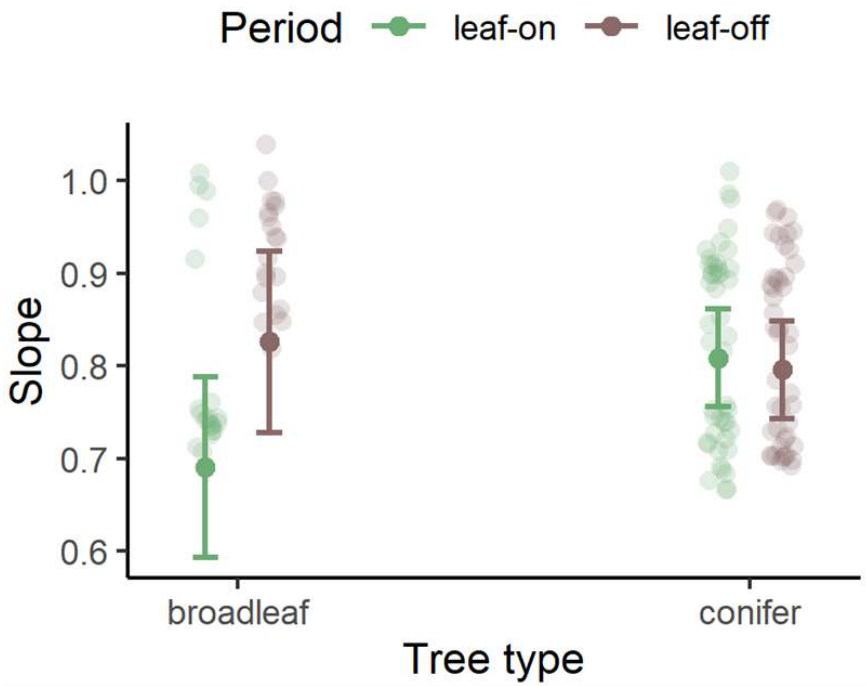


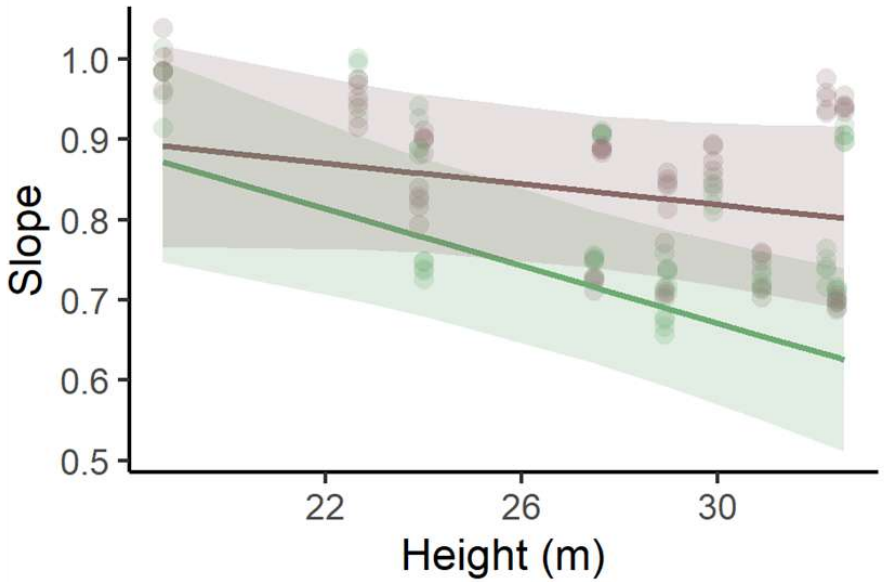
Un effet tampon plus prononcé en contexte tropical

Pieter De Frenne et al. (2019)

Comment modéliser le microclimat forestier ?

Le paramètre de pente dépend surtout des conditions structurelles du peuplement forestier (essence, hauteur, densité de couvert, etc.)

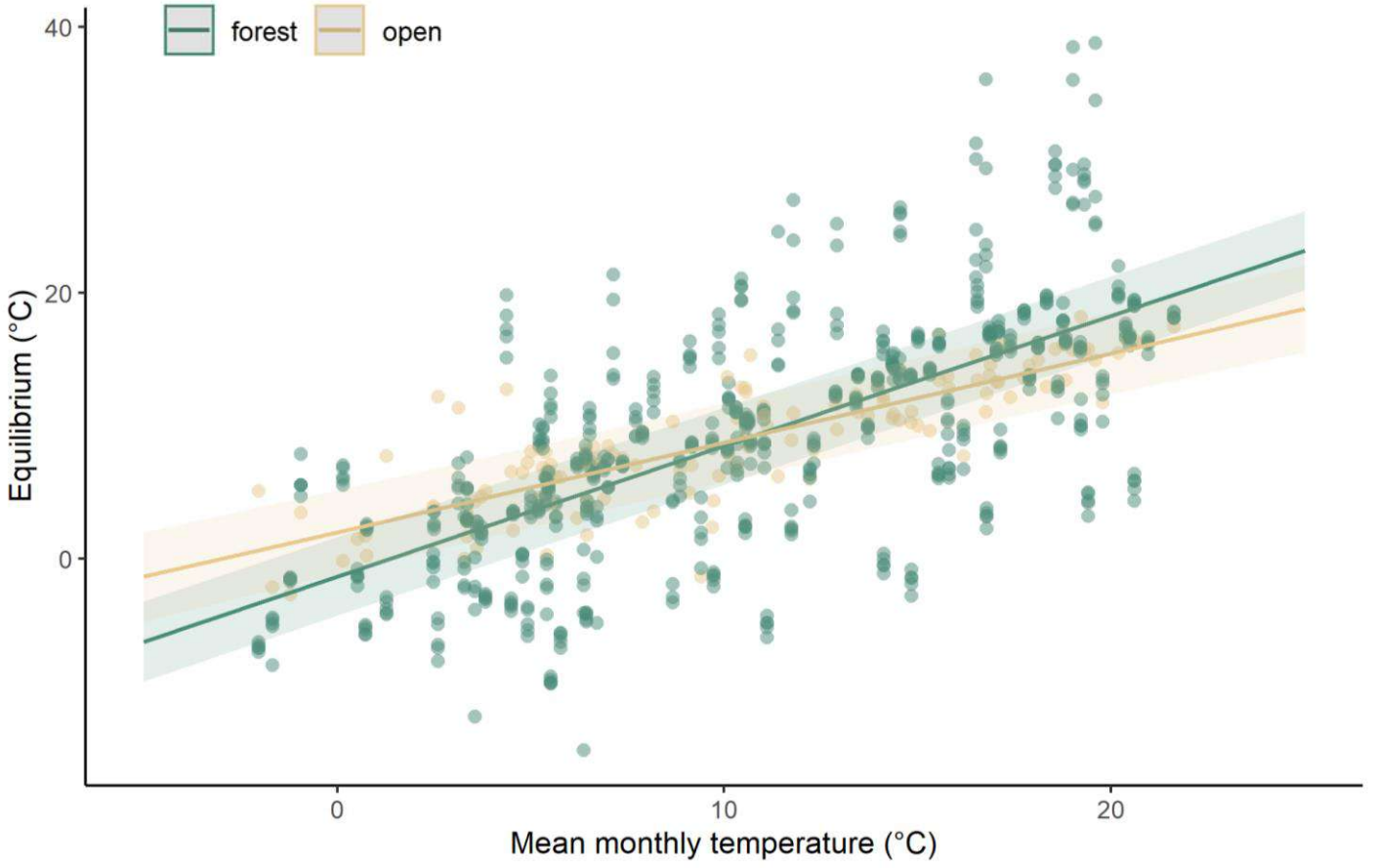




Eva Gril et al. (2023)

Comment modéliser le microclimat forestier ?

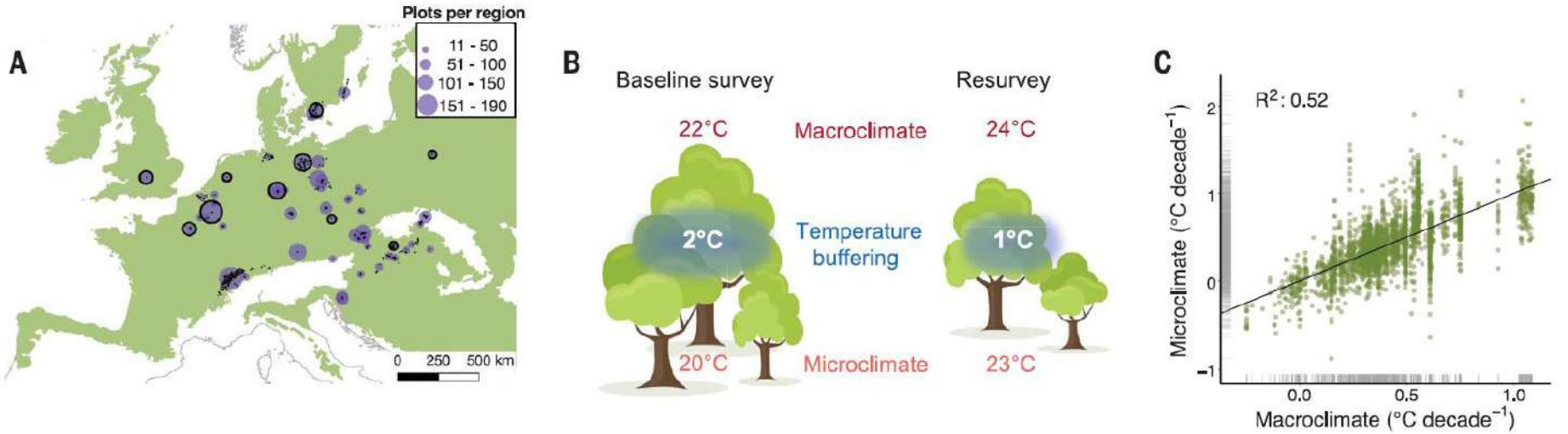
Tandis que le paramètre d'équilibre dépend surtout des conditions macroclimatiques générales et de la saisonnalité



Eva Gril et al. (2023)

La question du réchauffement climatique global ?

Non ! Mais alors, est-ce que le réchauffement ressenti hors-couvert est vraiment différent et atténué sous-couvert ? Cela dépend !



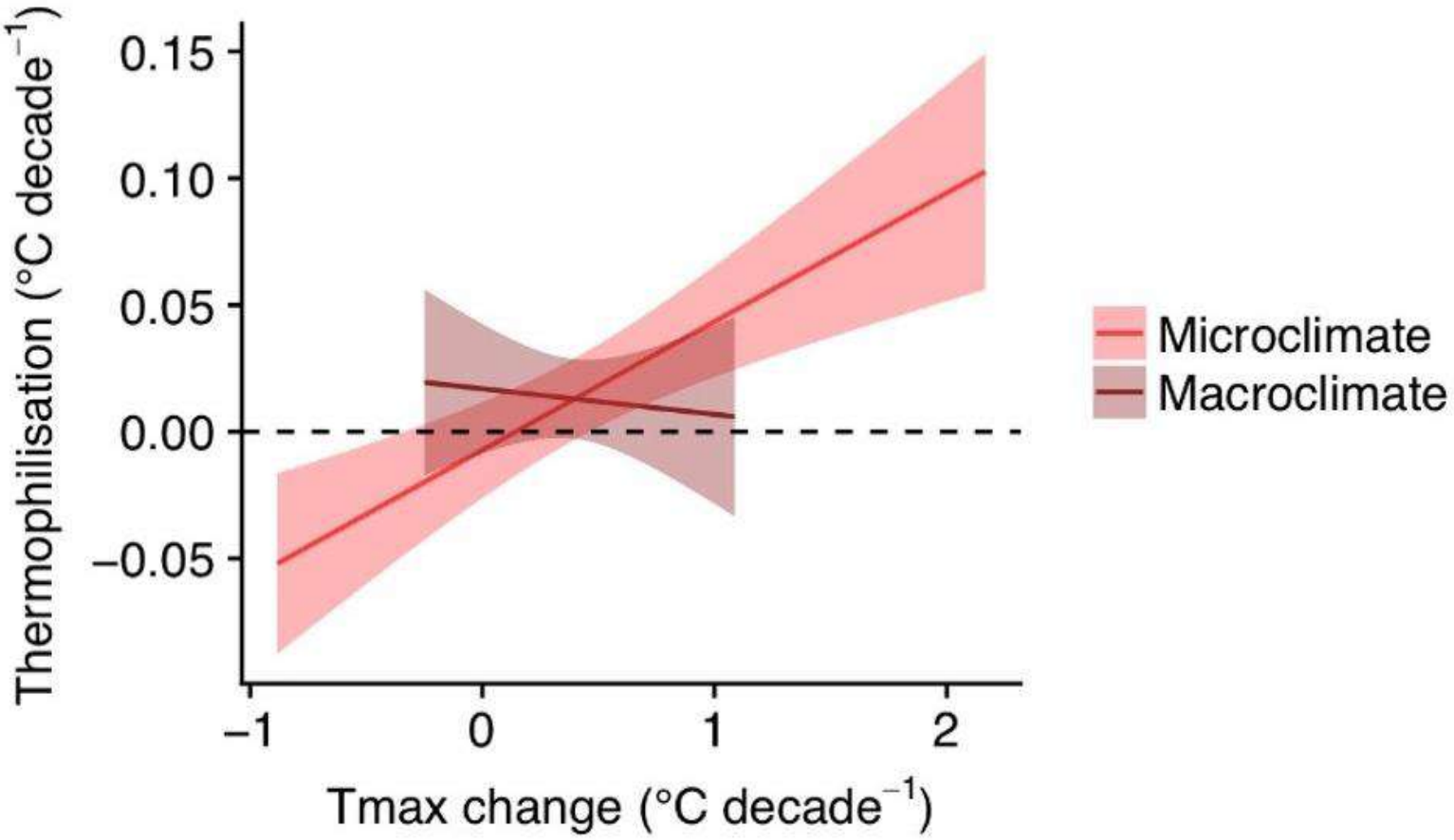
En cas d'**ouverture** des peuplements, le réchauffement est **amplifié** sous-couvert par rapport à la situation classique hors-couvert

En cas de **fermeture** du couvert, le réchauffement est **atténué** sous-couvert par rapport à la situation hors-couvert

Florian Zellweger et al. (2020)

La question du réchauffement climatique global ?

Par conséquent, les communautés végétales de nos sous-bois changent mais en réponse aux changements microclimatiques !



Florian Zellweger et al. (2020)