

CARACTÉRISATION DU PAYSAGE PAR TÉLÉDÉTECTION POUR L'ÉTUDE DU COMPORTEMENT ET LA DISTRIBUTION DES ESPÈCES ALPINES

Atelier Télédéc@USMB 2026

22 et 23 juin 2026

Victor CHAUVEAU, Vincent Miele
Et...

Laboratoire d'Ecologie Alpine,
Office Français de la Biodiversité,
CREA Mont-Blanc



COMPRENDRE L'ORIGINE ET LA DYNAMIQUE DE LA BIODIVERSITÉ DES MILIEUX ALPINS ET SES RÉPONSES AUX PRESSIONS ANTHROPIQUES



- Diversité et répartition des espèces des milieux alpins
- Changements phénologiques et de distribution des espèces
- Comportement et démographie des populations animales



COMPRENDRE L'ORIGINE ET LA DYNAMIQUE DE LA BIODIVERSITÉ DES MILIEUX ALPINS ET SES RÉPONSES AUX PRESSIONS ANTHROPIQUES



- Diversité et répartition des espèces des milieux alpins
- Changements phénologiques et de distribution des espèces
- Comportement et démographie des populations animales



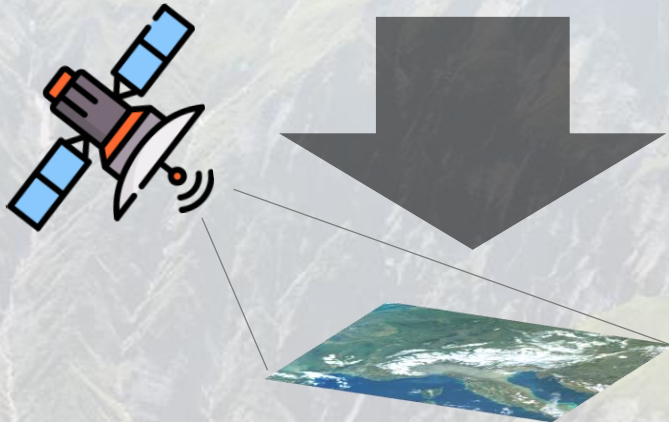
- Des études sur échelles très variables
- Sur des temps parfois longs
- Des environnements hétérogènes et contraignants



COMPRENDRE L'ORIGINE ET LA DYNAMIQUE DE LA BIODIVERSITÉ DES MILIEUX ALPINS ET SES RÉPONSES AUX PRESSIONS ANTHROPIQUES



- Diversité et répartition des espèces des milieux alpins
- Changements phénologiques et de distribution des espèces
- Comportement et démographie des populations animales



La télédétection : un outil essentiel pour répondre à ces questions



1 - TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

2 – CHANGEMENT CLIMATIQUE : LA TÉLÉDÉTECTION POUR SUIVRE L'ENNEIGEMENT ET LE VERDISSEMENT DES ALPES

3 - HERBILAND : TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLE ALPHAEARTH POUR CARTOGRAPHIER LE COUVERT VÉGÉTAL

4 - DÉVELOPPEMENT MÉTHODOLOGIQUE EN MACHINE LEARNING POUR L'ÉCOLOGIE PRÉDICTIVE

TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ

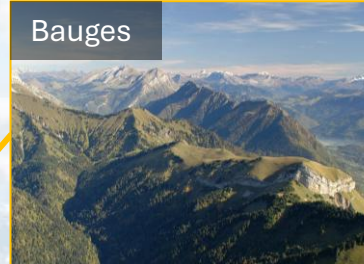


Des suivis à long terme sur différents sites d'étude

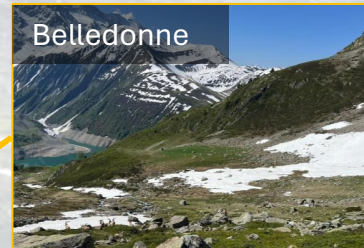
Comportement ~ 2000
Déplacement/activité

Démographie des populations ~ 1980
Suivi survie & reproduction

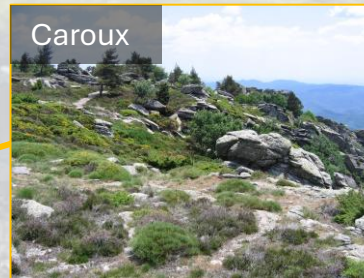
Bauges



Belledonne



Caroux



Orlu



T.MARY_PHOTO

TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

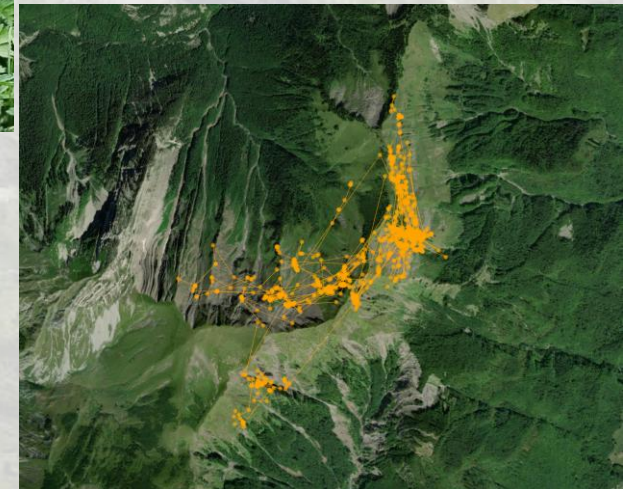
Déplacement/activité :

- télémétrie GPS + accélérométrie
- Pièges photographiques

- **Objectif : Comprendre comment ces déplacements sont déterminés par l'environnement dans lequel ces animaux évoluent**



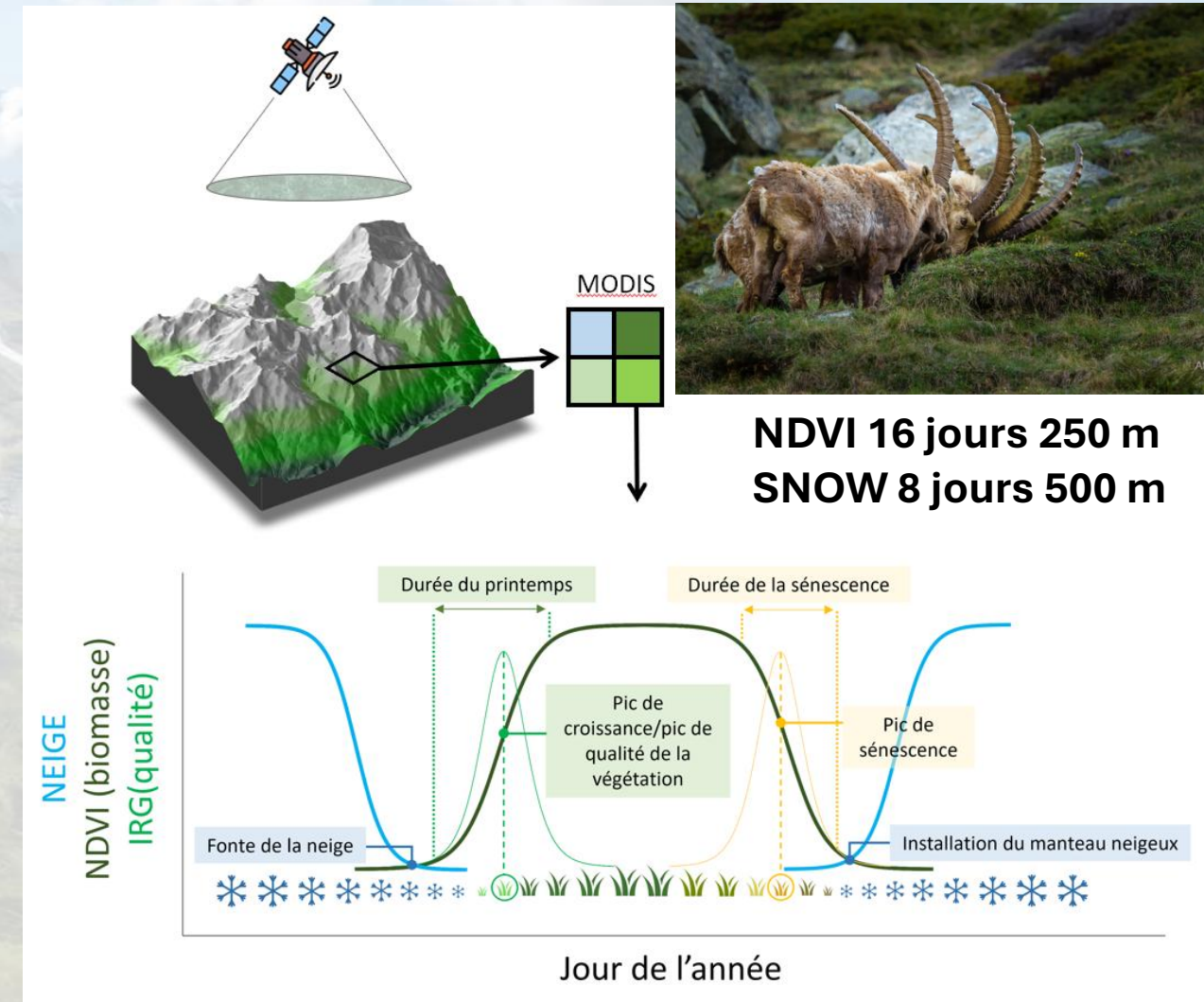
La télédétection pour expliquer ces déplacements sur des échelles spatiales et temporelles larges



TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

Exemple d'étude : La migration saisonnière chez le bouquetin des Alpes

Quels rôles de la dynamique de pousse de la végétation et de la neige dans le comportement de migration saisonnière ?



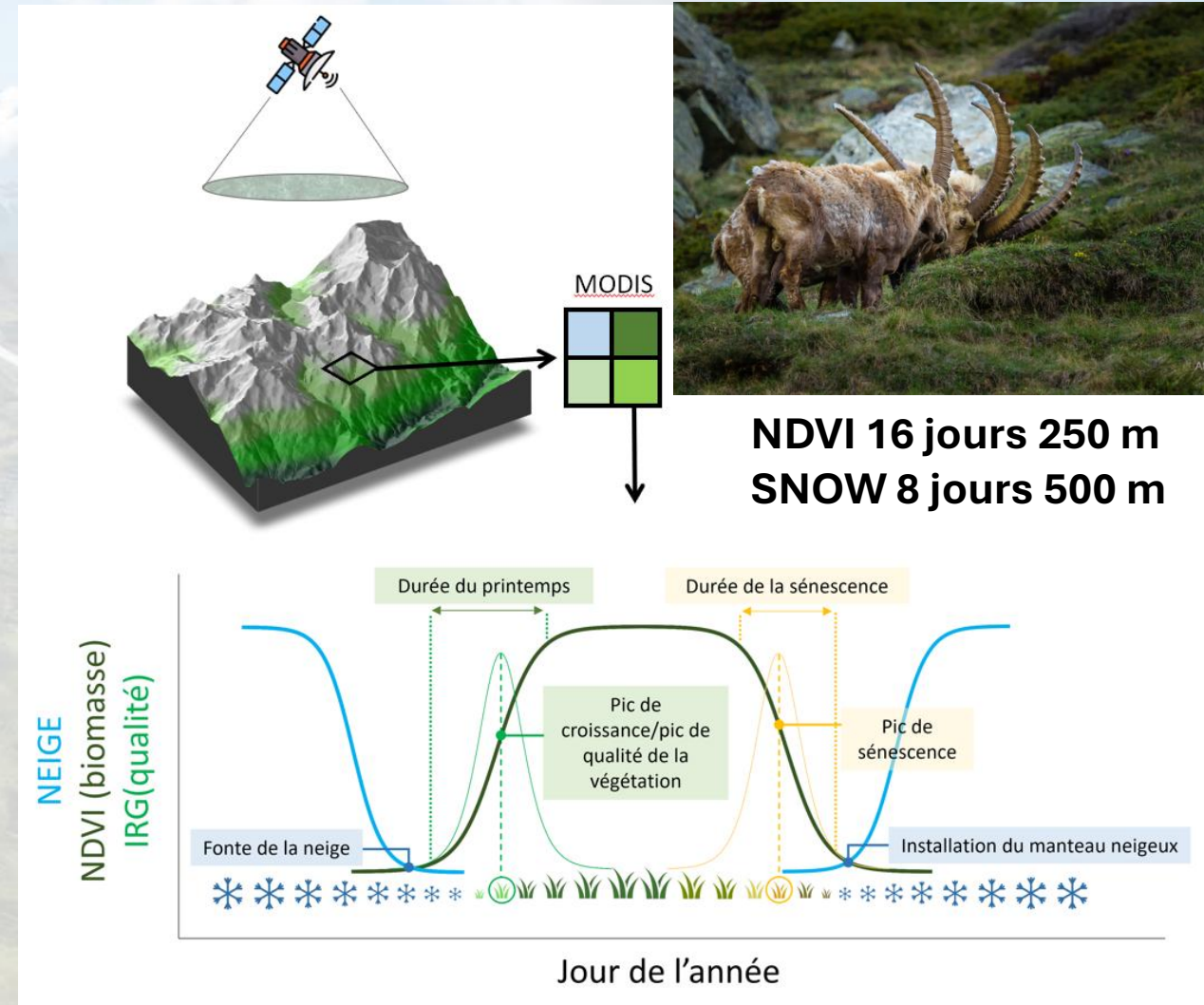
TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

Exemple d'étude : La migration saisonnière chez le bouquetin des Alpes

Quels rôles de la dynamique de pousse de la végétation et de la neige dans le comportement de migration saisonnière ?



Le choix des données de télédétection et leur résolution contraint par la temporalité des suivis GPS



TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

Exemple d'étude : La migration saisonnière chez le bouquetin des Alpes

Journal of Animal Ecology

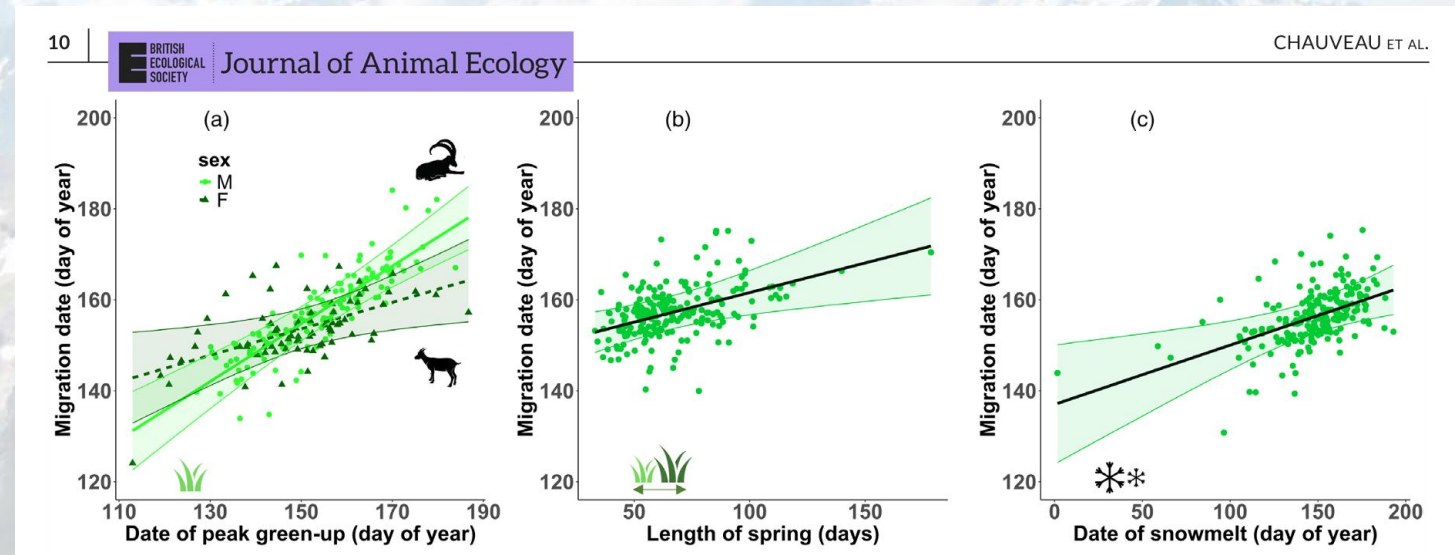
RESEARCH ARTICLE | [Open Access](#) | [CC](#) [BY](#) [NC](#) [ND](#)

It's time to go—Drivers and plasticity of migration phenology in a short-distance migratory ungulate

[This article relates to:](#) [▼](#)

[Victor Chauveau](#) [✉](#) [Mathieu Garel](#) [Carole Toigo](#) [Pia Anderwald](#) [Marco Apollonio](#) [Bruno Bassano](#) [Mathieu Beurier](#) [Michel Bouche](#) [Alice Brambilla](#) [Francesca Brivio](#) [Yoann Bunz](#) ... [See all authors](#) ▼

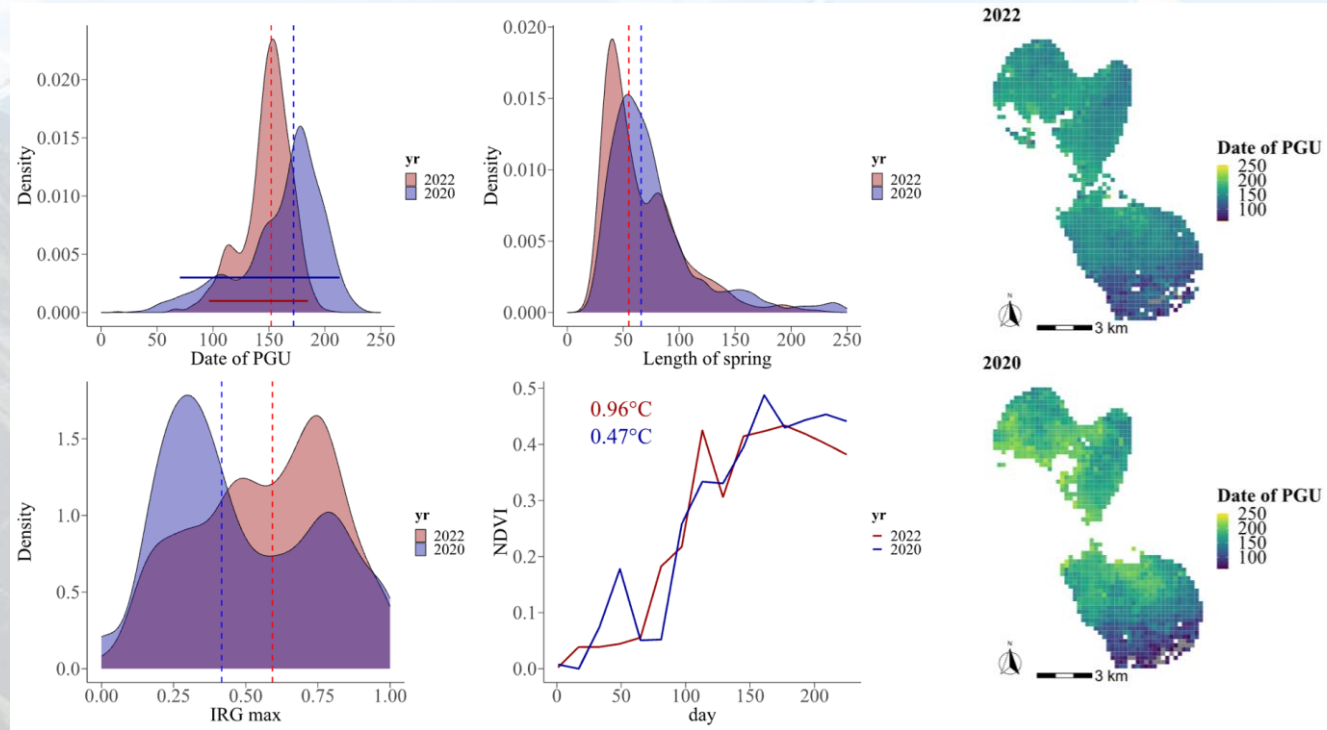
First published: 20 March 2025 | <https://doi.org/10.1111/1365-2656.70031> [CR](#) | [VIEW METRICS](#)



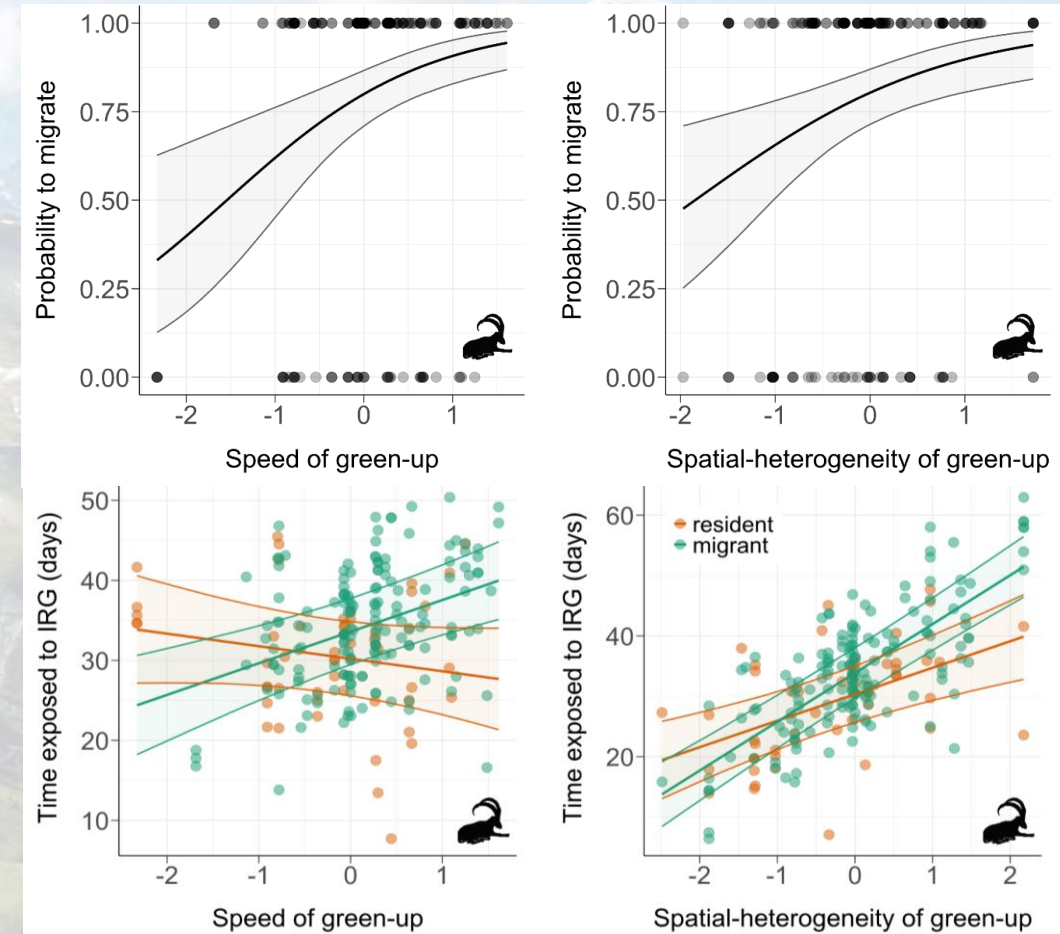
Produits MODIS NDVI et SNOW -> compréhension de la phénologie du départ en migration

TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

Exemple d'étude : La migration saisonnière chez le bouquetin des Alpes

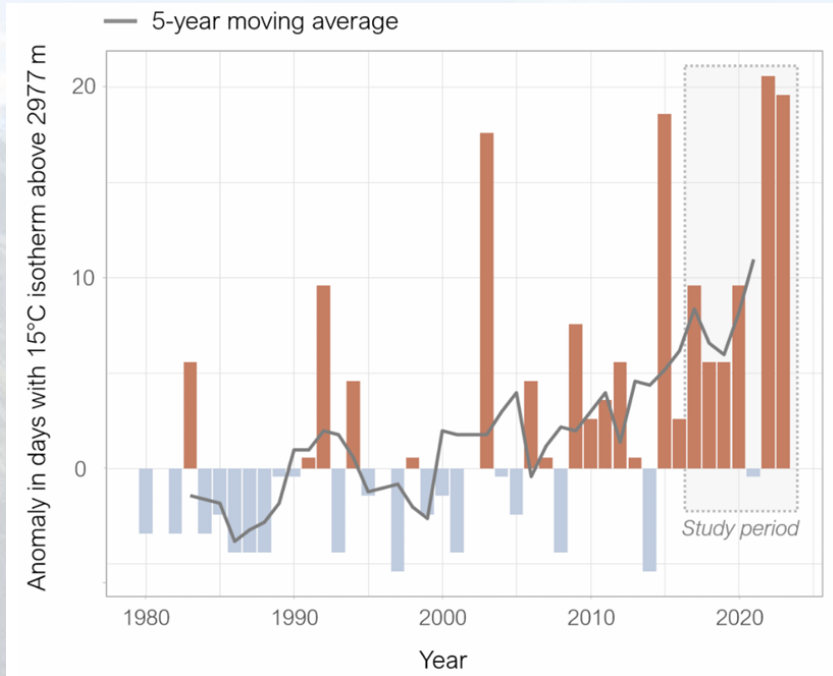
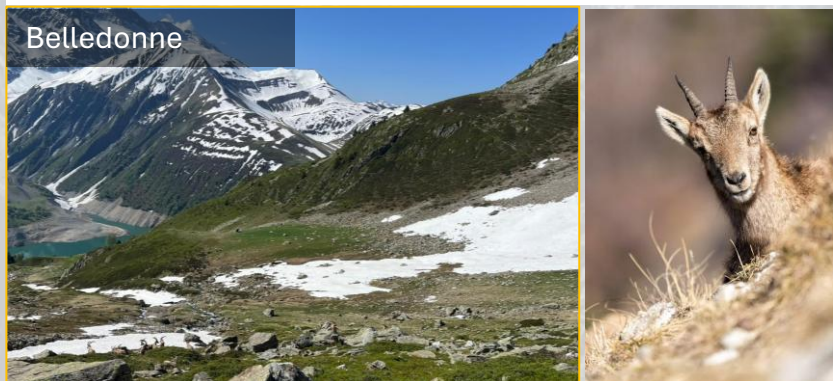


L'utilisation des produits MODIS NDVI et métriques dérivées permet de comprendre le choix de migrer et les bénéfices associés à la migration



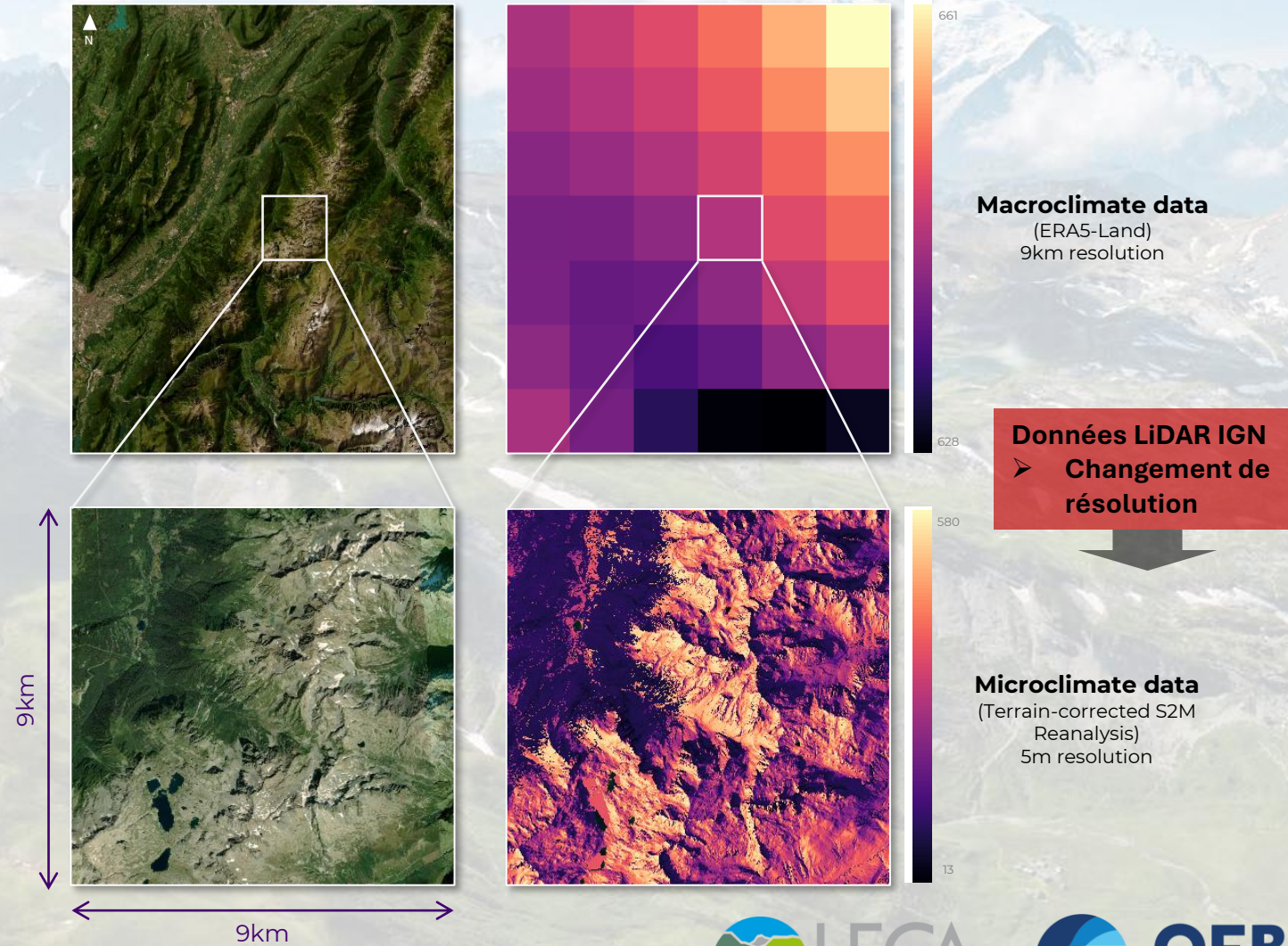
TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

Exemple d'étude : Paysage thermique chez le bouquetin des Alpes (Émilie Ferreira et al.)



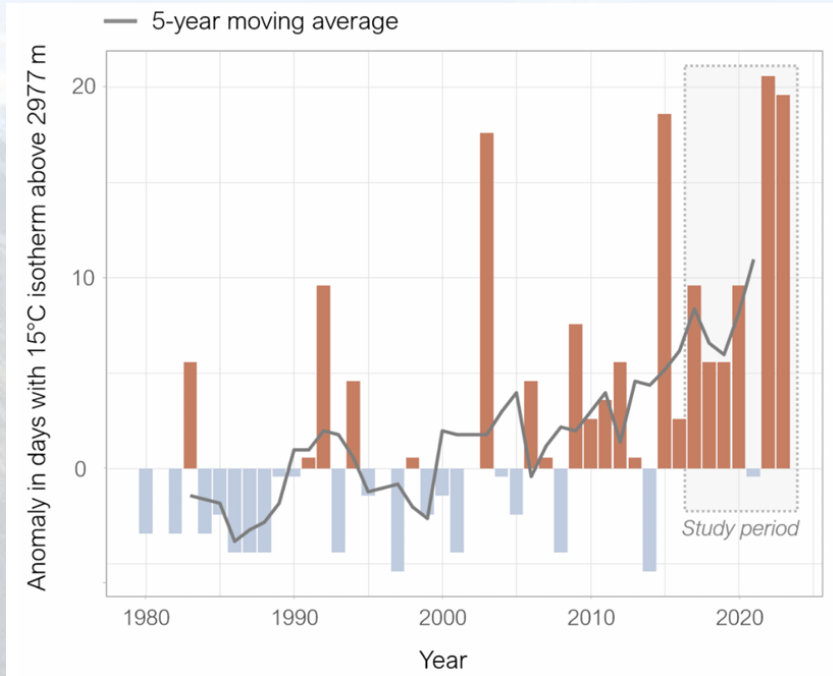
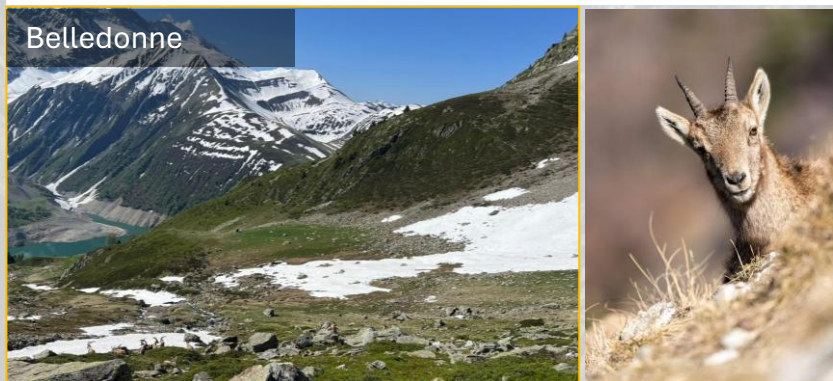
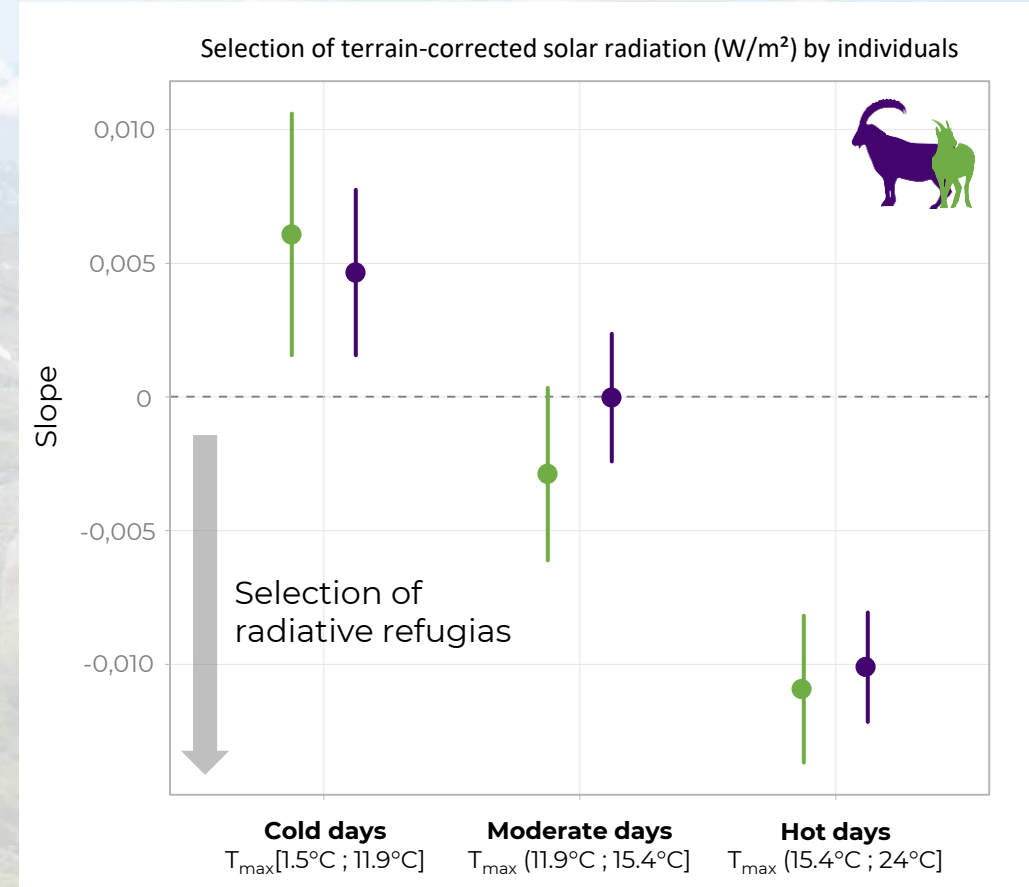
Hourly downwards solar radiation (W/m^2)

31 Aug 2024 10h UTC



TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

Exemple d'étude : Paysage thermique chez le bouquetin des Alpes (Émilie Ferreira et al.)

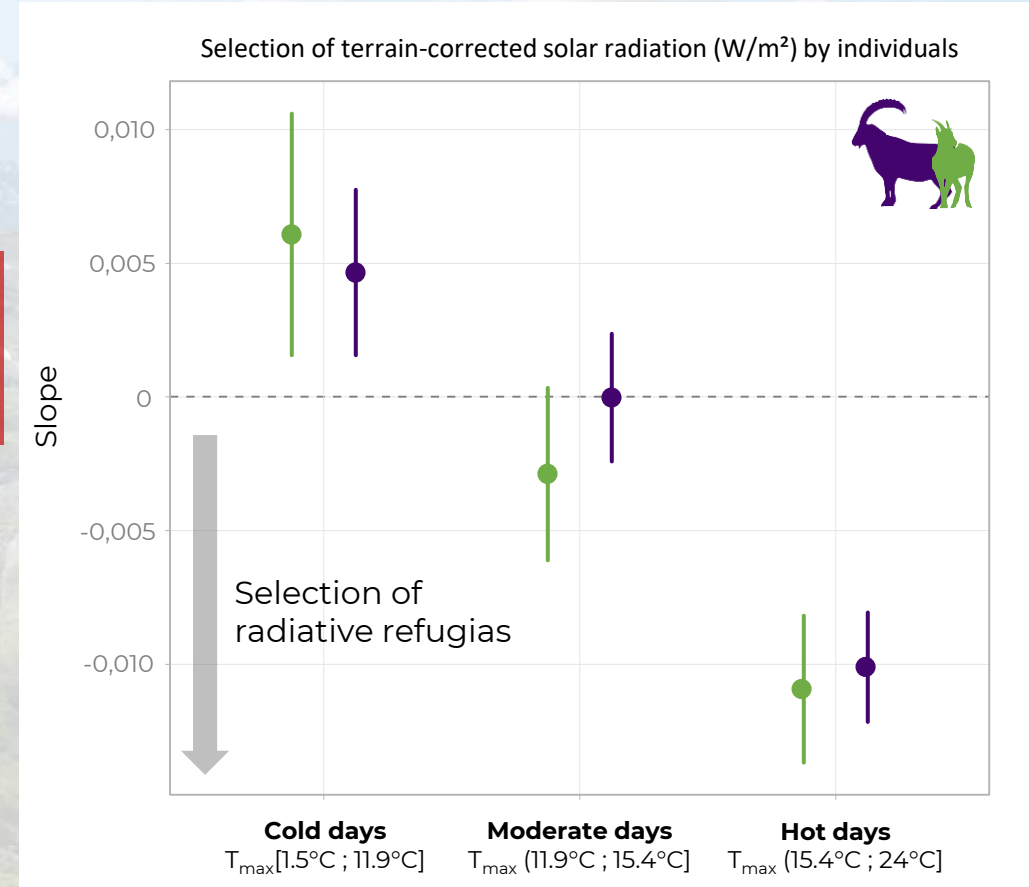
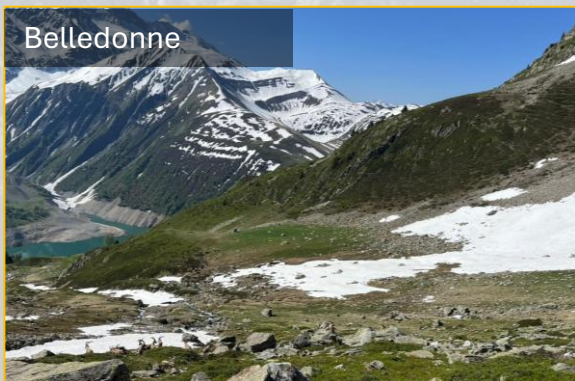


TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

Exemple d'étude : Paysage thermique chez le bouquetin des Alpes (Émilie Ferreira et al.)



Couplage données LiDAR et météo : le microclimat, un facteur clé pour comprendre le comportement d'une espèce sensible à la température



1 - TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

2 – CHANGEMENT CLIMATIQUE : LA TÉLÉDÉTECTION POUR SUIVRE L'ENNEIGEMENT ET LE VERDISSEMENT DES ALPES

3 - HERBILAND : TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLE ALPHAEARTH POUR CARTOGRAPHIER LE COUVERT VÉGÉTAL

4 - DÉVELOPPEMENT MÉTHODOLOGIQUE EN MACHINE LEARNING POUR L'ÉCOLOGIE PRÉDICTIVE

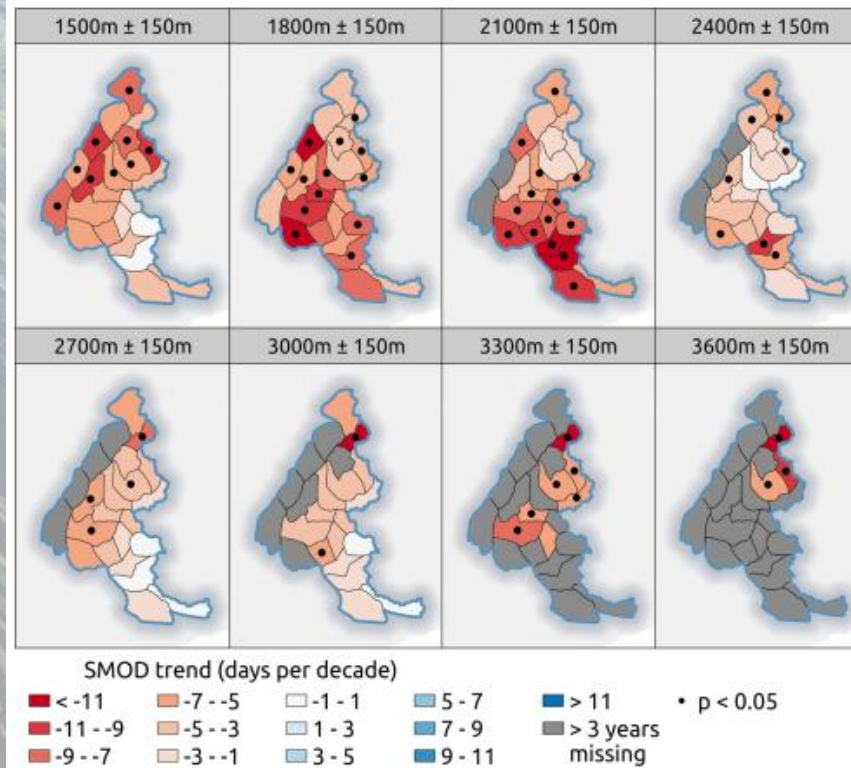
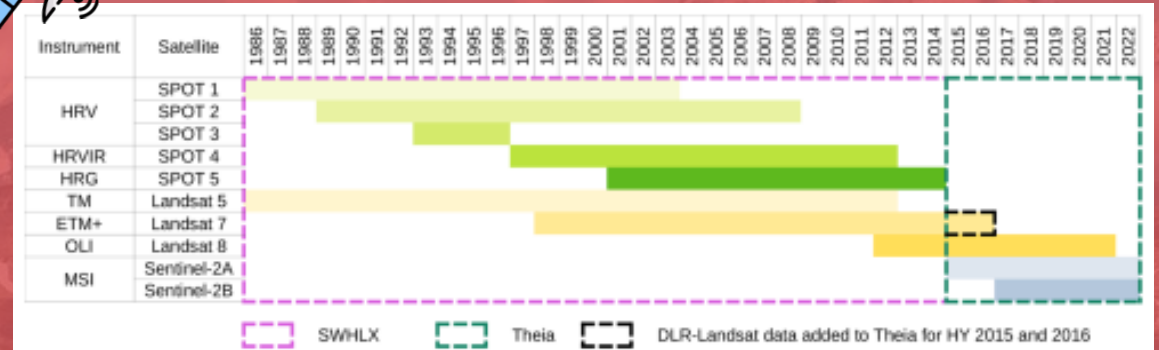
CHANGEMENT CLIMATIQUE : LA TÉLÉDÉTECTION POUR SUIVRE LES CHANGEMENTS D'ENNEIGEMENT ET LE VERDISSEMENT DES ALPES

The Cryosphere, 19, 2407–2429, 2025
https://doi.org/10.5194/tc-19-2407-2025
© Author(s) 2025. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Trends in the annual snow melt-out day over the French Alps and Pyrenees from 38 years of high-resolution satellite data (1986–2023)

Zacharie Barrou Dumont^{1,6}, Simon Gascoin¹, Jordi Inglada¹, Andreas Dietz², Jonas Köhler², Matthieu Lafayse³, Diego Monteiro³, Carlo Carmagnola³, Arthur Bayle⁴, Jean-Pierre Dedieu⁵, Olivier Hagolle¹, and Philippe Choler⁴



- Combined snow cover data from 10 different optical platforms
- Time series of annual SMOD 20 m resolution

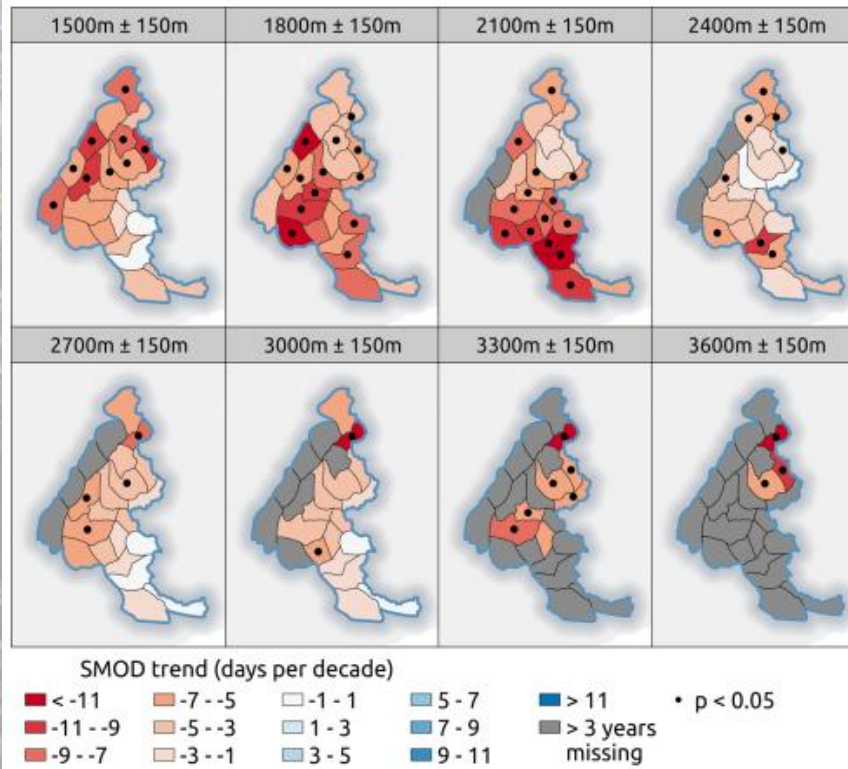
CHANGEMENT CLIMATIQUE : LA TÉLÉDÉTECTION POUR SUIVRE LES CHANGEMENTS D'ENNEIGEMENT ET LE VERDISSEMENT DES ALPES

The Cryosphere, 19, 2407–2429, 2025
https://doi.org/10.5194/tc-19-2407-2025
© Author(s) 2025. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Trends in the annual snow melt-out day over the French Alps and Pyrenees from 38 years of high-resolution satellite data (1986–2023)

Zacharie Barrou Dumont^{1,6}, Simon Gascoin¹, Jordi Inglada¹, Andreas Dietz², Jonas Köhler², Matthieu Lafayssé³, Diego Monteiro³, Carlo Carmagnola³, Arthur Bayle⁴, Jean-Pierre Dedieu⁵, Olivier Hagolle¹, and Philippe Choler⁴



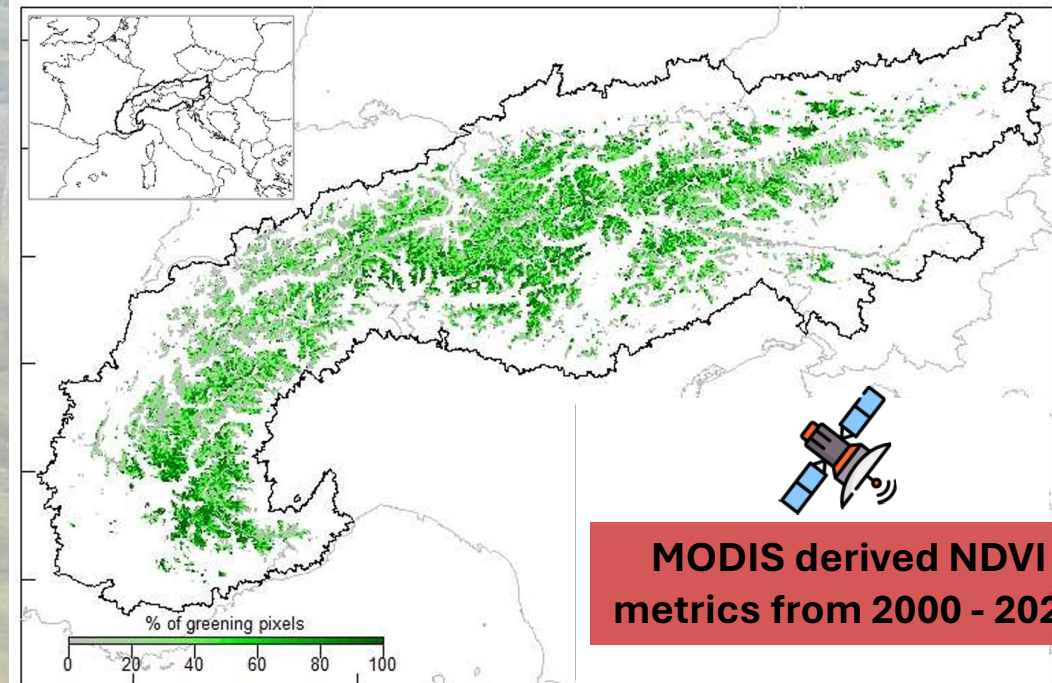
Global Change Biology

PRIMARY RESEARCH ARTICLE

The tempo of greening in the European Alps: Spatial variations on a common theme

Philippe Choler✉, Arthur Bayle, Bradley Z. Carlson, Christophe Randin, Gianluca Filippa, Edoardo Cremonese

First published: 03 September 2021 | <https://doi.org/10.1111/gcb.15820> | [VIEW METRICS](#)



MODIS derived NDVI
metrics from 2000 - 2020

CHANGEMENT CLIMATIQUE : LA TÉLÉDÉTECTION POUR SUIVRE LES CHANGEMENTS D'ENNEIGEMENT ET LE VERDISSEMENT DES ALPES

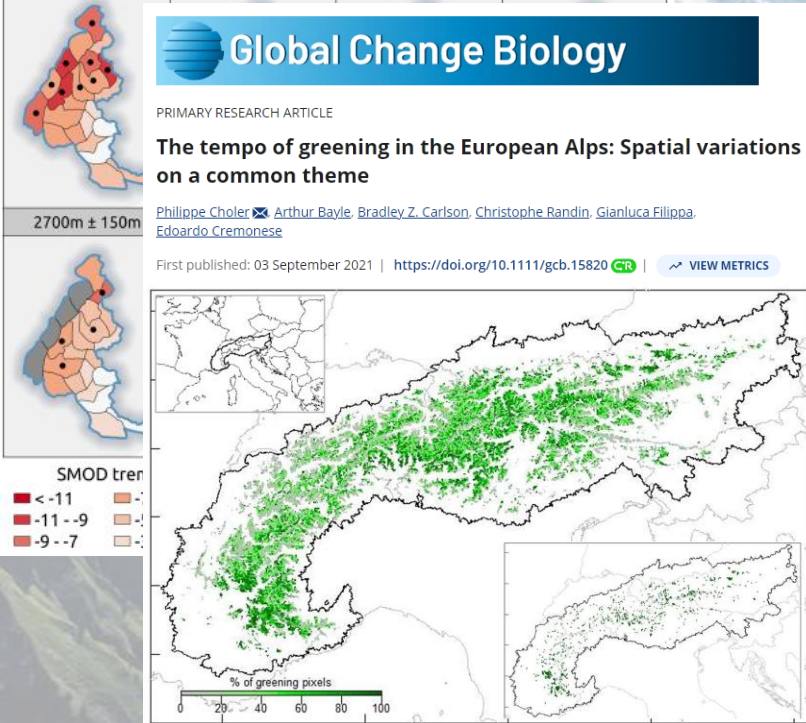
The Cryosphere, 19, 2407–2429, 2025
https://doi.org/10.5194/tc-19-2407-2025
© Author(s) 2025. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Trends in the annual snow melt-out day over the French Alps and Pyrenees from 38 years of high-resolution satellite data (1986–2023)

Zacharie Barrou Dumont^{1,6}, Simon Gascoin¹, Jordi Inglada¹, Andreas Dietz², Jonas Köhler², Matthieu Lafayse³, Diego Monteiro³, Carlo Carmasola³, Arthur Bayle⁴, Jean-Pierre Dedieu⁵, Olivier Hasolle¹, and Philippe Choler¹

1500m ± 150m	1800m ± 150m	2100m ± 150m	2400m ± 150m
--------------	--------------	--------------	--------------



LANDSAT -> compréhension des tendances d'évolution à long terme et fine échelle

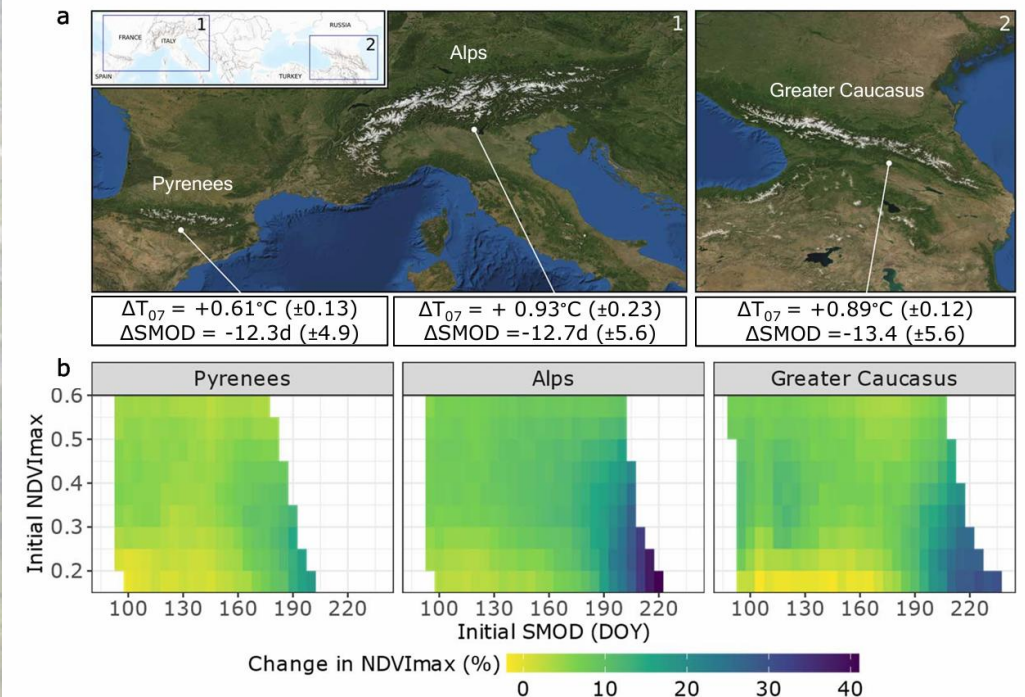
30 m resolution surface reflectance from the Landsat satellites (Collection 2 Tier 1) 1985 – 1996/2011 - 2022

Article | Published: 25 October 2024

Waning snowfields have transformed into hotspots of greening within the alpine zone

Philippe Choler ✉, Arthur Bayle, Noémie Fort & Simon Gascoin

Nature Climate Change **15**, 80–85 (2025) | [Cite this article](#)



1 - TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

2 – CHANGEMENT CLIMATIQUE : LA TÉLÉDÉTECTION POUR SUIVRE L'ENNEIGEMENT ET LE VERDISSEMENT DES ALPES

3 - HERBILAND : TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLE ALPHAEARTH POUR CARTOGRAPHIER LE COUVERT VÉGÉTAL

4 - DÉVELOPPEMENT MÉTHODOLOGIQUE EN MACHINE LEARNING POUR L'ÉCOLOGIE PRÉDICTIVE

HERBILAND : TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLE ALPHAEARTH POUR CARTOGRAPHIER LE COUVERT VÉGÉTAL

Des milieux de montagne et pratiques humaines en mutation

- Augmentation des populations d'ongulés
- Présence humaine plus importante
- Progression des landes



Améliorer les connaissances sur la coexistence entre ongulés sauvages et domestiques, et humains, dans un contexte de changements



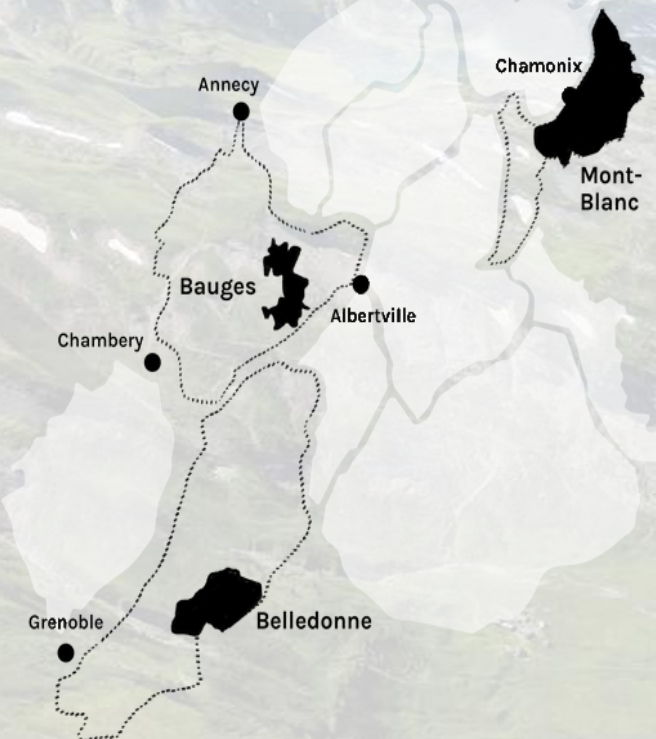
Besoin d'une cartographie du couvert végétal homogène à l'échelle des 3 massifs



HerbiLand



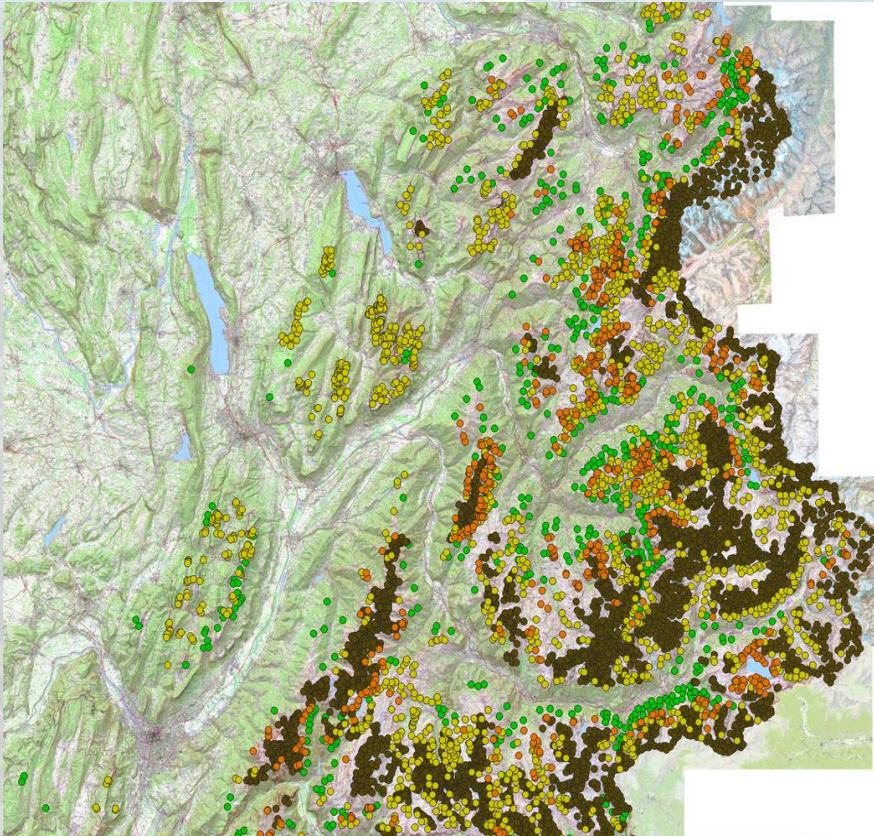
OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



HERBILAND : TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLE ALPHAEARTH POUR CARTOGRAPHIER LE COUVERT VÉGÉTAL



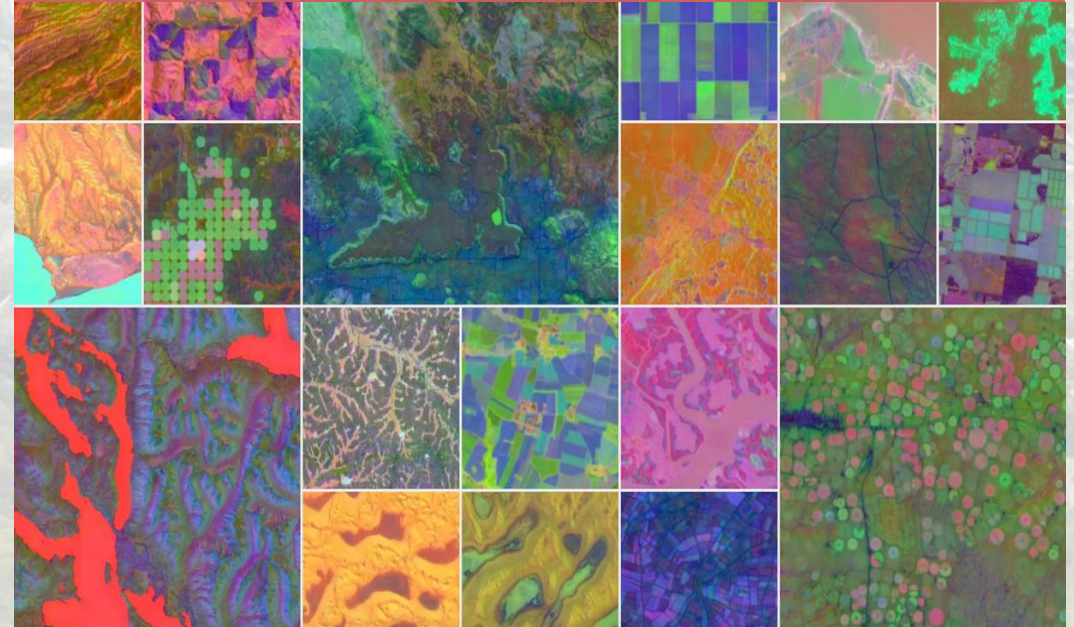
Points d'entraînements dans toutes les Alpes du Nord (forêt, lande, pelouse, sol nu)



AlphaEarth Foundations

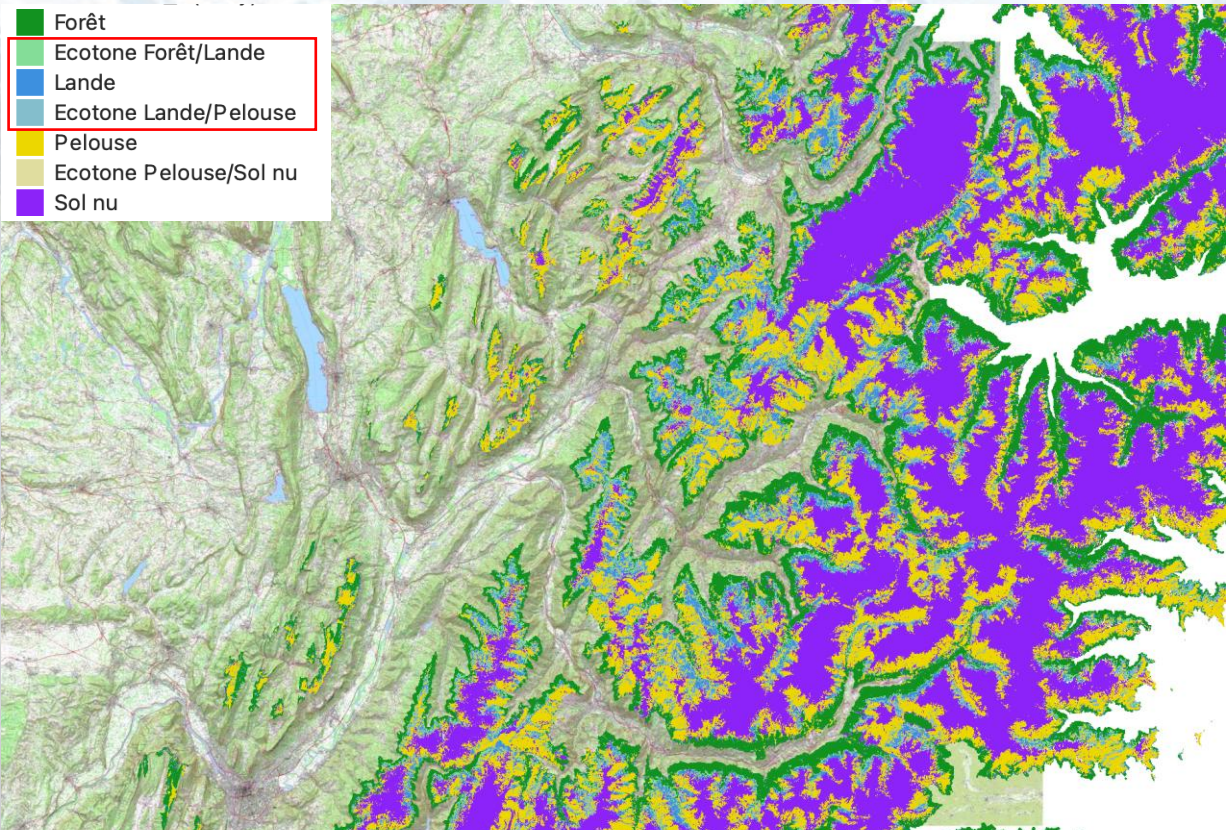
Nouveau modèle d'IA de Google

Variables intégrées ("embeddings") combinant des données issues de LiDAR, Sentinel-2, Modis, Landsat, modèles climatiques,...



Marjorie Bison et al.

HERBILAND : TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLE ALPHAEARTH POUR CARTOGRAPHIER LE COUVERT VÉGÉTAL



	Référence		
Prediction	Forêt	Lande	Pelouse
Forêt	200	2	4
Lande	0	252	98
Pelouse	0	24	625
Sol nu	0	0	5

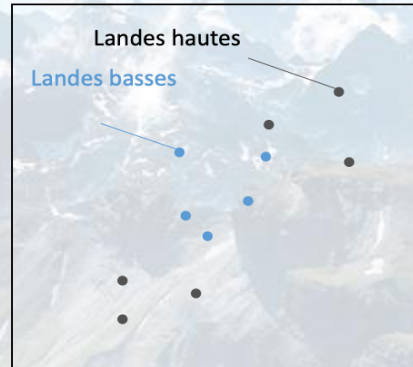
HERBILAND : TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLE ALPHAEARTH POUR CARTOGRAPHIER LE COUVERT VÉGÉTAL

Carte de probabilité d'appartenance à chaque classe (forêt, lande, pelouse, sol nu) transformée en présence/absence après définition d'un seuil

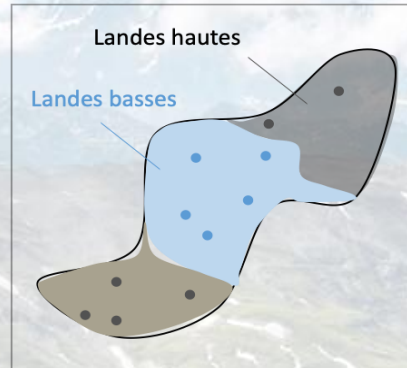


+ Validation du modèle sur les 25% des points de référence restants

Relevés de végétation classés en 2 ou 3 catégories de landes utilisés comme points d'entraînements pour le focus sur la zone de landes

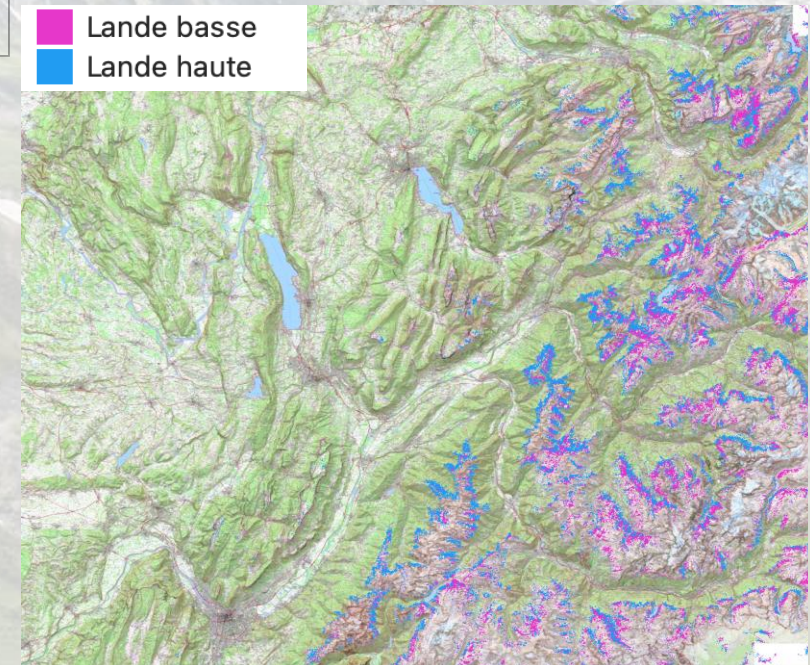


Carte de probabilité d'appartenance à chaque classe de lande transformée en présence/absence après définition d'un seuil



+ Validation du modèle sur les 30% des points restants

Base de données **AlphaEarth Foundation** : variables intégrées (« embeddings ») combinant des données issues des satellites, LiDAR, Modis, Landsat,...



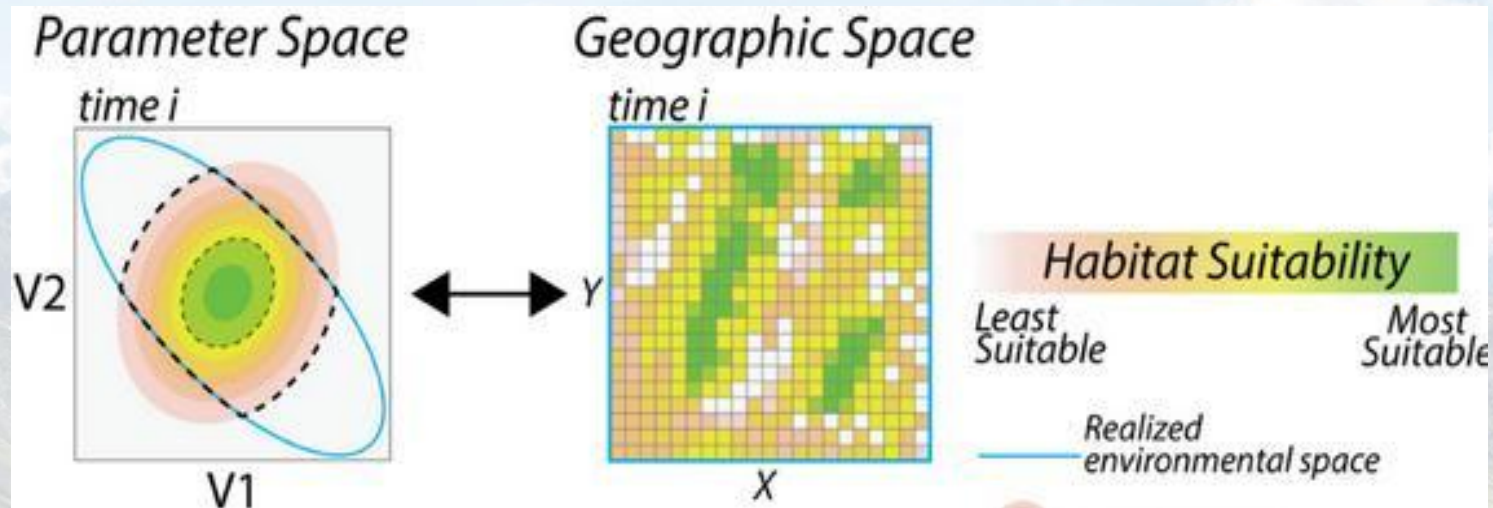
1 - TÉLÉDÉTECTION ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES ONGULÉS DE MONTAGNE

2 – CHANGEMENT CLIMATIQUE : LA TÉLÉDÉTECTION POUR SUIVRE L'ENNEIGEMENT ET LE VERDISSEMENT DES ALPES

3 - HERBILAND : TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLE ALPHAEARTH POUR CARTOGRAPHIER LE COUVERT VÉGÉTAL

4 - DÉVELOPPEMENT MÉTHODOLOGIQUE EN MACHINE LEARNING POUR L'ÉCOLOGIE PRÉDICTIVE

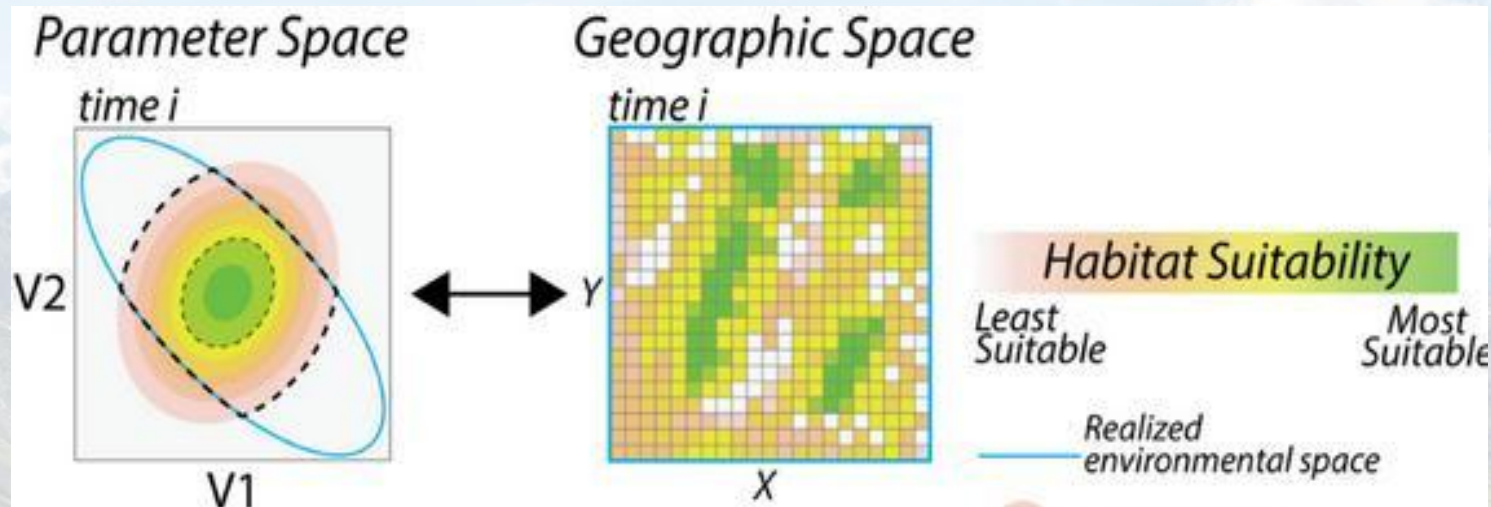
UTILISATION DES MODÈLES EOF EN ÉCOLOGIE PRÉDICTIVE



Vincent Miele

IR LECA

UTILISATION DES MODÈLES EOF EN ÉCOLOGIE PRÉDICTIVE



Vincent Miele

IR LECA

Google DeepMind

AlphaEarth Foundations: An embedding field model for accurate and efficient global mapping from sparse label data

Johannes Jakobik^{1,2}, Sujit Roy^{3,4,5}, C. E. Phillips^{3,4}, Paolo Fraccaro^{1,2}, Denis Gorwin⁴, Bianca Zadrozny¹, Daniela Szwarcman¹, Carlos Gomes¹

TerraMind: Large-Scale Generative Multimodality for Earth Observation

Johannes Jakobik^{1,2*}, Felix Yang^{1,2*}, Benedikt Blumenstiel^{1,2*}, Erik Scheurer³, Stefano Maurogiovanni^{3,6}, Jente Bosmans⁴, Nikolaos Dionelis⁴, Niklas Kopp¹, Rahul Ramachandran⁵, Paolo Fraccaro^{1,2}, Gabriele Cavallaro^{3,6,†}, Juan Bernabe-Moreno^{1,2}, Nicolas Longé^{1,2}

Foundation Models for Generalist Geospatial Artificial Intelligence

Johannes Jakobik^{1,2}, Sujit Roy^{3,4,5}, C. E. Phillips^{3,4}, Paolo Fraccaro^{1,2}, Denis Gorwin⁴, Bianca Zadrozny¹, Daniela Szwarcman¹, Carlos Gomes¹

TorchGeo: Deep Learning With Geospatial Data

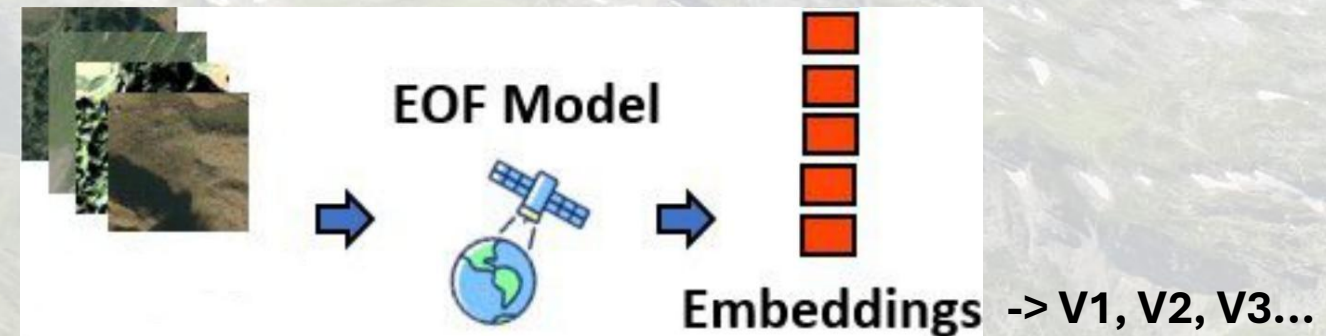
Adam J. Stewart, Caleb Robinson, Isaac A. Corley

University of Illinois at Urbana-Champaign, Microsoft AI for Good Research Lab, Department of Electrical Engineering, Department of Computer Science, Urbana, IL, USA, San Antonio, TX, USA

AnySat: An Earth Observation Model for Any Resolutions, Scales, and Modalities

Guillaume Astruc^{1,3,4}, Nicolas Gonthier^{1,2}, Clement Mallet¹, Loic Landrieu^{1,4}

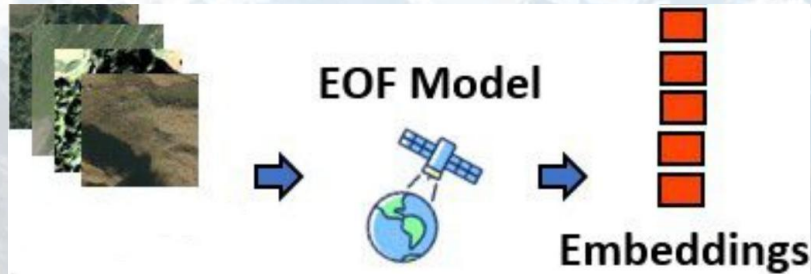
¹ LASTIG, Univ Gustave Eiffel, IGN, ENSG, France ² IGN, France ³ CNES, France ⁴ LIGM, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, IP Paris, Univ Gustave Eiffel, CNRS, France



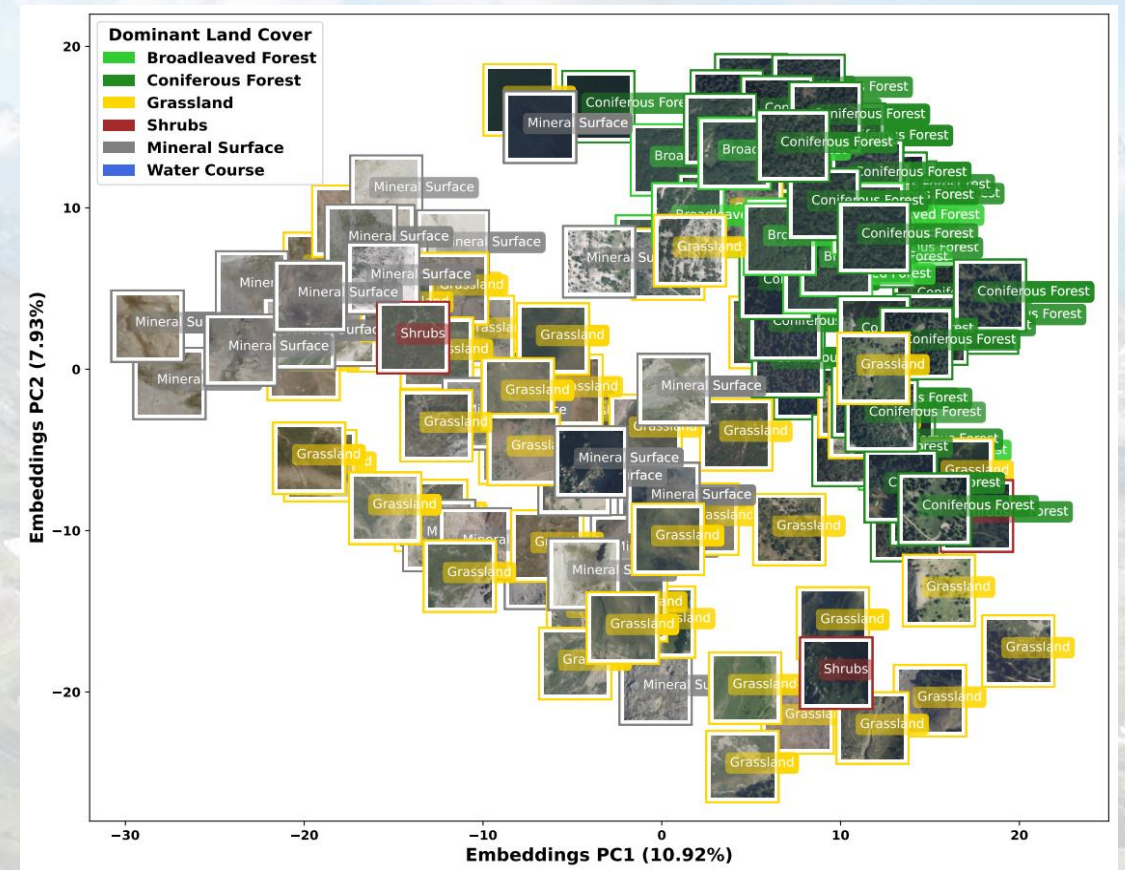
EOF = Earth Observation Foundation model (un encodeur)

UTILISATION DES MODÈLES EOF EN ÉCOLOGIE PRÉDICTIVE

Les embeddings, quelle signification écologique ?



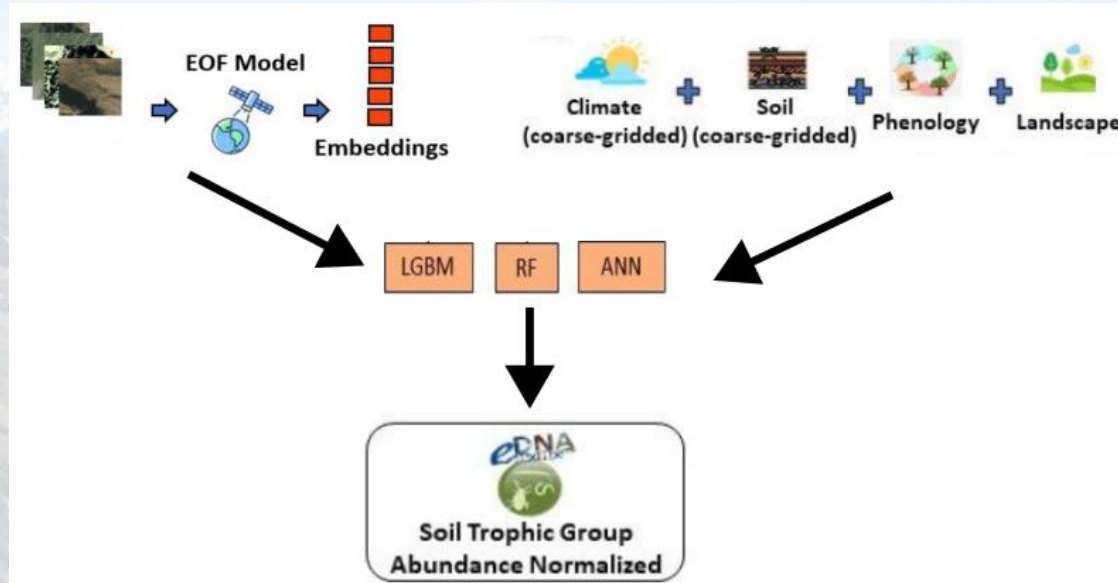
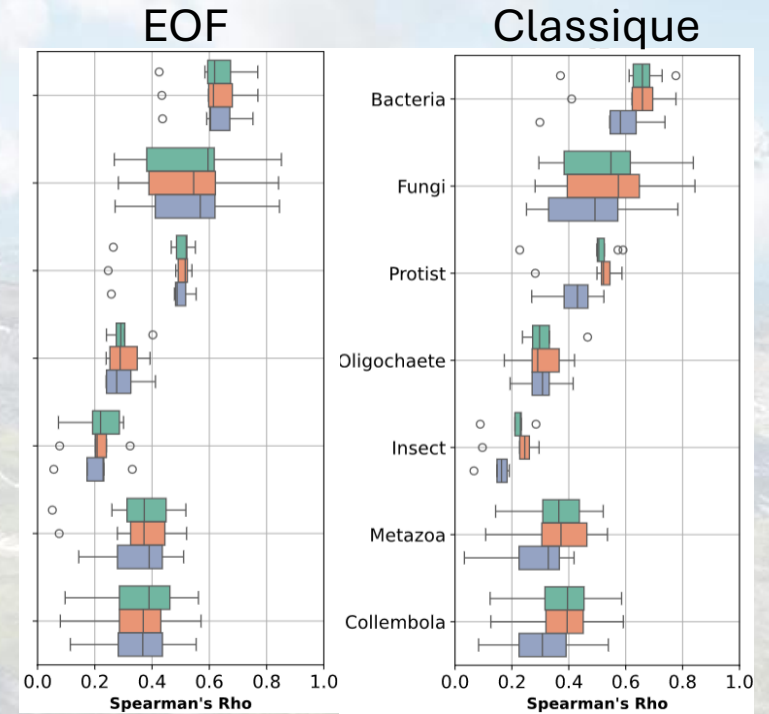
Placettes ORCHAMP
Orthophotos IGN + satDINO model
(Tolan et al, Rem. Sens. Env. 2024)



(Cerna et al, Eco. Adv. 2025)

UTILISATION DES MODÈLES EOF EN ÉCOLOGIE PRÉDICTIVE

Modèle EOF vs modèle classique pour prédire l'abondance des organismes du sol



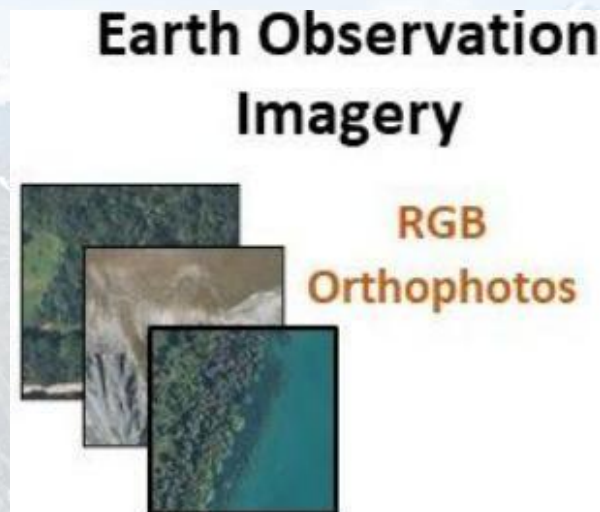
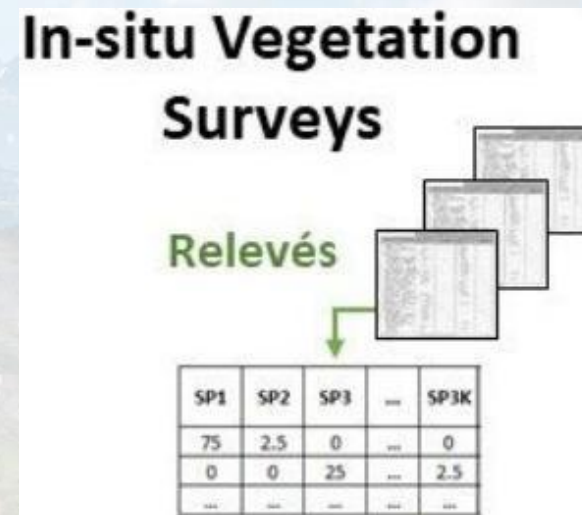
NB: landscape variables from THEIA OSO Land Cover map
Les EOF permettent de prédire au moins aussi bien l'abondance des groupes trophiques du sol

(Cerna et al, Eco. Adv. 2025)

VERS UN MODÈLE EOF INFORMÉ PAR LA VÉGÉTATION

Développement d'un modèle combinant imagerie satellitaire et relevés de végétation in situ

➤ Apprentissage basé sur image et texte



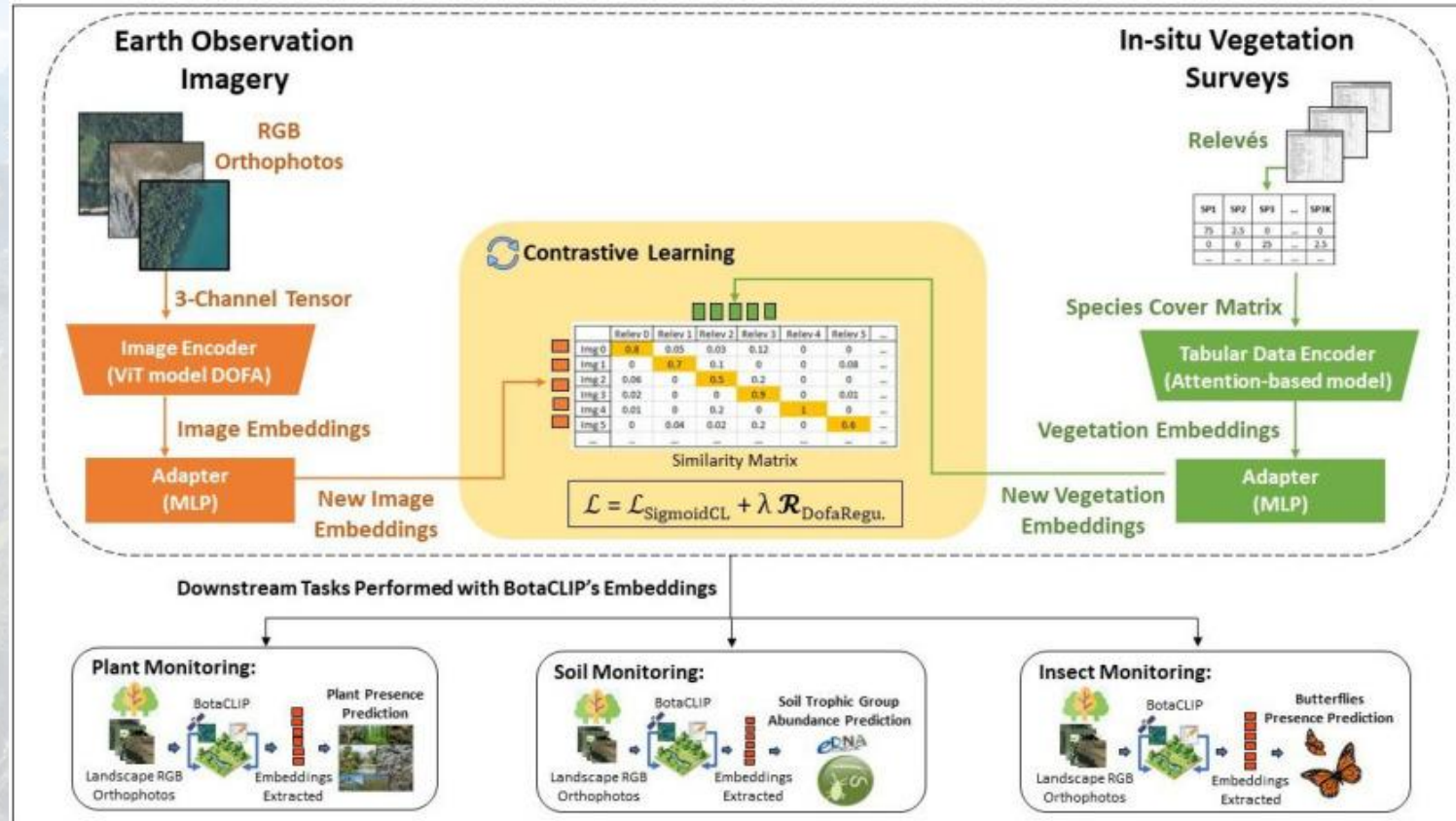
(aerial orthophoto IGN, vegetation survey) x 28,418 locations in the french Alps

NB: more a proof of concept than a “foundation” model

VERS UN MODÈLE EOF INFORMÉ PAR LA VÉGÉTATION

Développement d'un modèle combinant imagerie satellitaire et relevés de végétation in situ

➤ Apprentissage basé sur image et texte



Using the EOF model DOFA (Xiong et al, 2024) as image encoder

(Cerna et al, arxiv 2026)

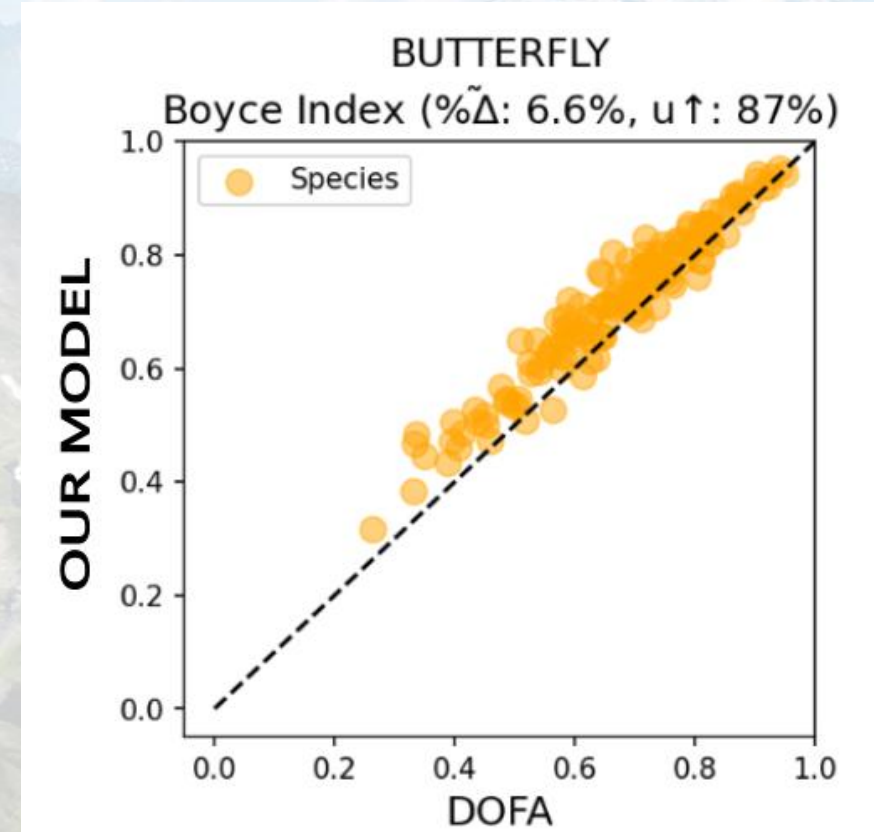
VERS UN MODÈLE EOF INFORMÉ PAR LA VÉGÉTATION

Développement d'un modèle combinant imagerie satellitaire et relevés de végétation in situ

➤ Apprentissage basé sur image et texte



Prédiction présence/absence
135 espèces



Meilleure prédiction pour 87% des
espèces avec modèle image + texte

VERS UN MODÈLE EOF INFORMÉ PAR LA VÉGÉTATION

Développement d'un modèle combinant imagerie satellitaire et relevés de végétation in situ

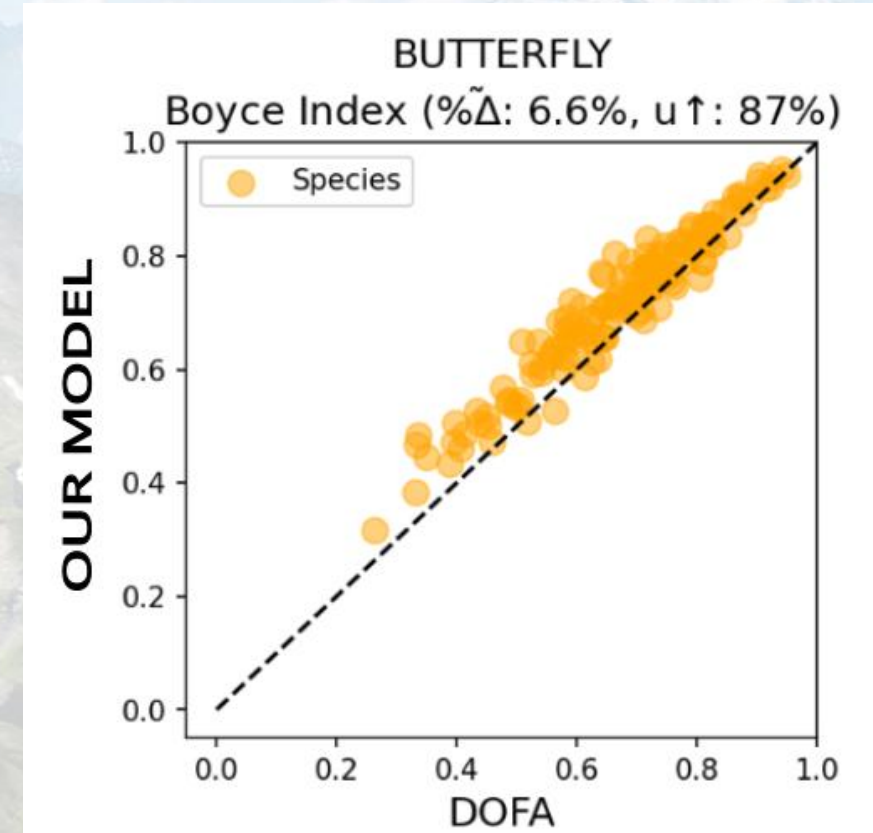
➤ Apprentissage basé sur image et texte



Prédiction présence/absence
135 espèces



**Couplage machine learning et imagerie
satellitaire pour l'écologie predictive, un
savoir faire LECA/USMB !**



Meilleure prédiction pour 87% des
espèces avec modèle image + texte

MERCI !

**CARACTÉRISATION DU PAYSAGE PAR
TÉLÉDÉTECTION POUR L'ÉTUDE DU
COMPORTEMENT ET LA DISTRIBUTION
DES ESPÈCES ALPINES**

Atelier Télédéc@USMB 2026

22 et 23 juin 2026

Victor CHAUVEAU, Vincent Miele
Et...

Laboratoire d'Ecologie Alpine,
Office Français de la Biodiversité,
CREA Mont-Blanc

