



# Exemples d'applications de la télédétection en prairies semi-naturelles.



Mathieu Fauvel



Julien Pottier

- Peut-on prédire la diversité des prairies avec des images satellites ou des images drone?
- Comment évaluer la réponse des prairies à la sécheresse à partir d'images satellite?
- Peut-on prédire les périodes de fauche à large échelle?

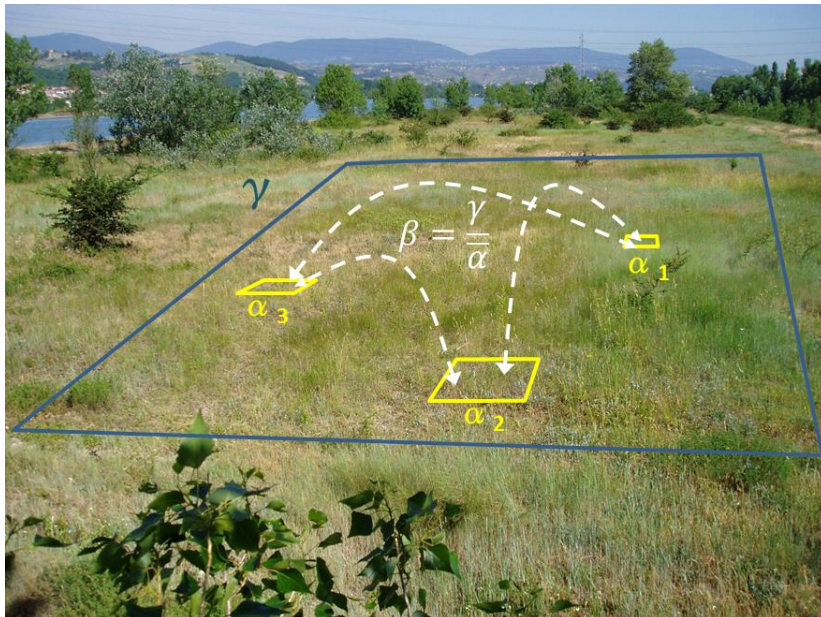
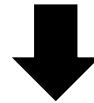
# Diversité végétale et images drone en prairie

Pratiques de gestion

Hétérogénéité du sol

Dispersion limitée

Interactions biotiques



IMPROVING BIODIVERSITY MONITORING  
USING SATELLITE REMOTE SENSING

Methods in Ecology and Evolution  
BRITISH  
ECOLOGICAL  
SOCIETY

## Measuring $\beta$ -diversity by remote sensing: A challenge for biodiversity monitoring

Duccio Rocchini<sup>1,2,3</sup> | Sandra Luque<sup>4</sup> | Nathalie Pettorelli<sup>5</sup> | Lucy Bastin<sup>6</sup> | Daniel Doktor<sup>7</sup> | Nicolò Faedi<sup>3,8</sup> | Hannes Feilhauer<sup>9</sup> | Jean-Baptiste Féret<sup>4</sup> | Giles M. Foody<sup>10</sup> | Yoni Gavish<sup>11</sup> | Sergio Godinho<sup>12</sup> | William E. Kunin<sup>13</sup> | Angela Lausch<sup>7</sup> | Pedro J. Leitão<sup>14,15</sup> | Matteo Marcantonio<sup>16</sup> | Markus Neteler<sup>17</sup> | Carlo Ricotta<sup>18</sup> | Sebastian Schmidlein<sup>19</sup> | Petteri Vihervaara<sup>20</sup> | Martin Wegmann<sup>21</sup> | Harini Nagendra<sup>22</sup>

*A priori* on doit pouvoir évaluer la diversité d'une parcelle ( $\gamma$ ) par modélisation de ses composantes  $\alpha$  et  $\beta$  à partir d'images à haute résolution spatiale

# Diversité végétale et images drone en prairie

Depuis 2005



Dispositif Expérimental en Prairie Permanente

3 ha, 28 parcelles, 7 traitements de gestion :

- Intensité d'utilisation en pâturage (4 T)
- Disponibilité des nutriments en Fauche (3 T)



**Suivi saisonnier de production et de qualité**

# Diversité végétale et images drone en prairie

Depuis 2005



Dispositif Expérimental en Prairie Permanente

3 ha, 28 parcelles, 7 traitements de gestion :

- Intensité d'utilisation en pâturage (4 T)
- Disponibilité des nutriments en Fauche (3 T)

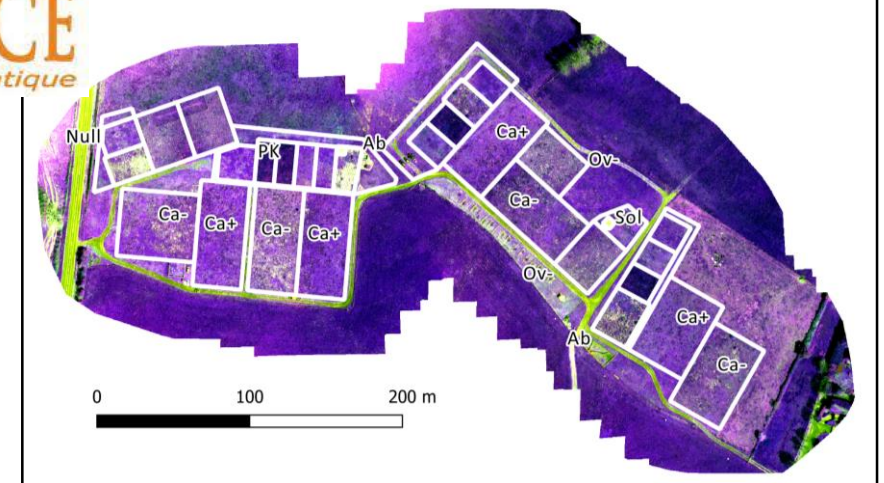


Suivi saisonnier de production et de qualité

En 2019



Image composite fausse-couleur (vert, rouge, NIR)



- 13 vols: images multispectrales + photogrammétrie
- Relevés floristiques coordonnés aux vols
- Mesures de traits fonctionnels

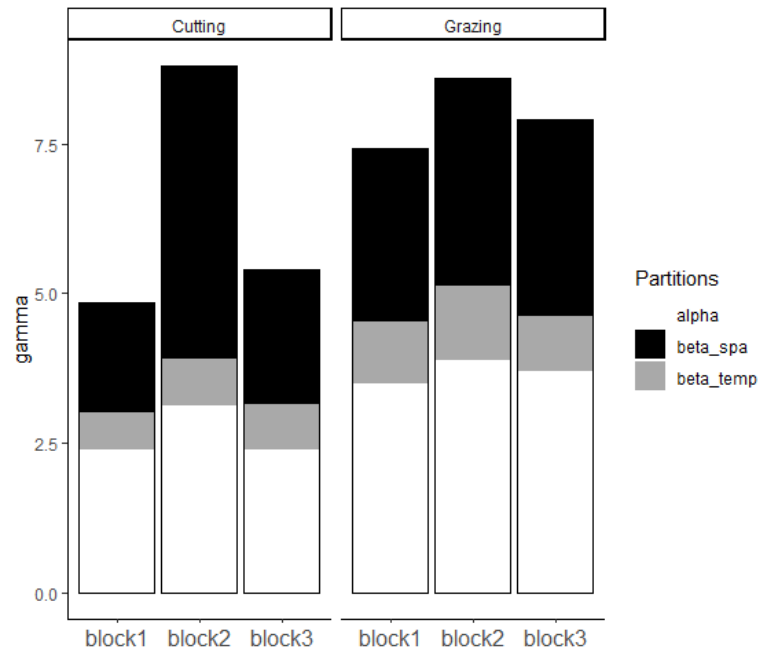
# Diversité végétale et images drone en prairie

RESEARCH ARTICLE

Journal of Vegetation Science 

Fine-scale functional metacommunity dynamics: Analysing the role of disturbance-driven environmental variability in grasslands

Célia Pouget<sup>1</sup>  | Julien Pottier<sup>1</sup>  | Franck Jabot<sup>2</sup>

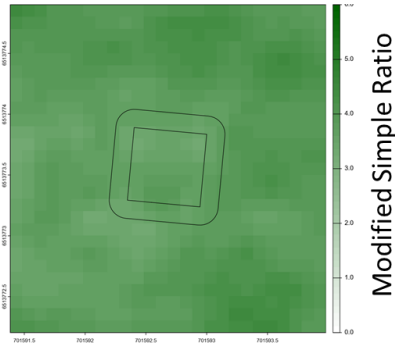


Importante composante  $\beta$  de la diversité végétale...même en fauche!!

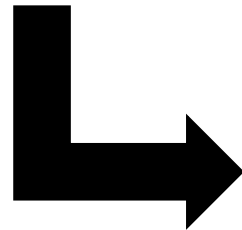
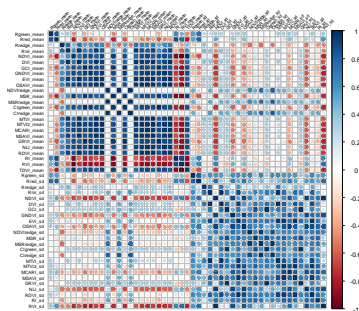
Structurée en pâture par l'hétérogénéité spatiale de la disponibilité en lumière (patchy grazing)

Dans les deux régimes de gestion importance de la dispersion limitée

# Diversité végétale et images drone en prairie



Extraction de **21 indices de végétation** : NDVI, DVI, GCI, GNDVI, EVI, OSAVI, NDVI<sub>rededge</sub>, MSR, MSR<sub>rededge</sub>, CI<sub>green</sub>, CI<sub>rededge</sub>, MTVI, MTVI<sub>2</sub>, MCARI, MSAVI, GRVI, NLI, RDVI, RI, RVI, TDVI  
**+Hauteurs estimées par photogrammétrie**

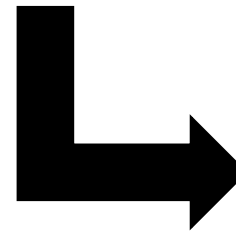
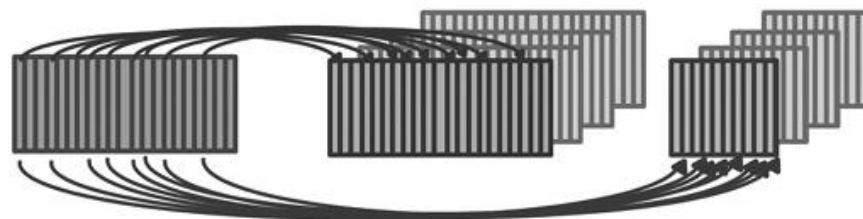


Multi-colinéarité entre prédicteurs + relations non-linéaires  
⇒ **Random Forest**  
⇒ Alpha-div: moyennes et écart-types  
⇒ Beta-pairs: distances

Données disponibles

Calibration

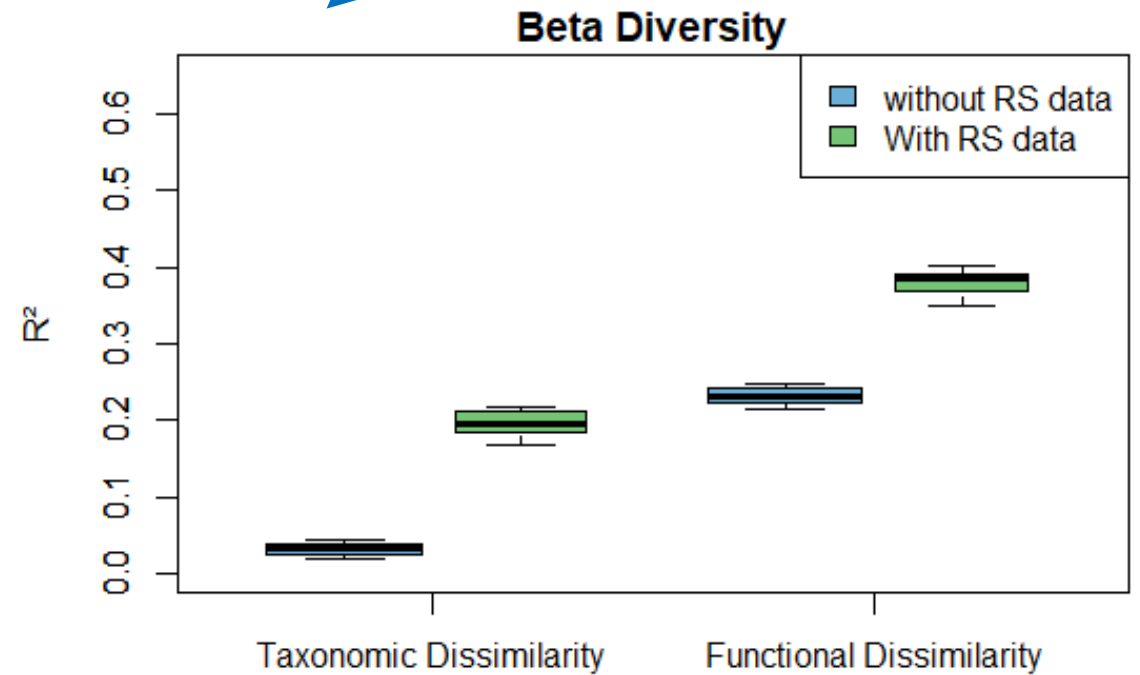
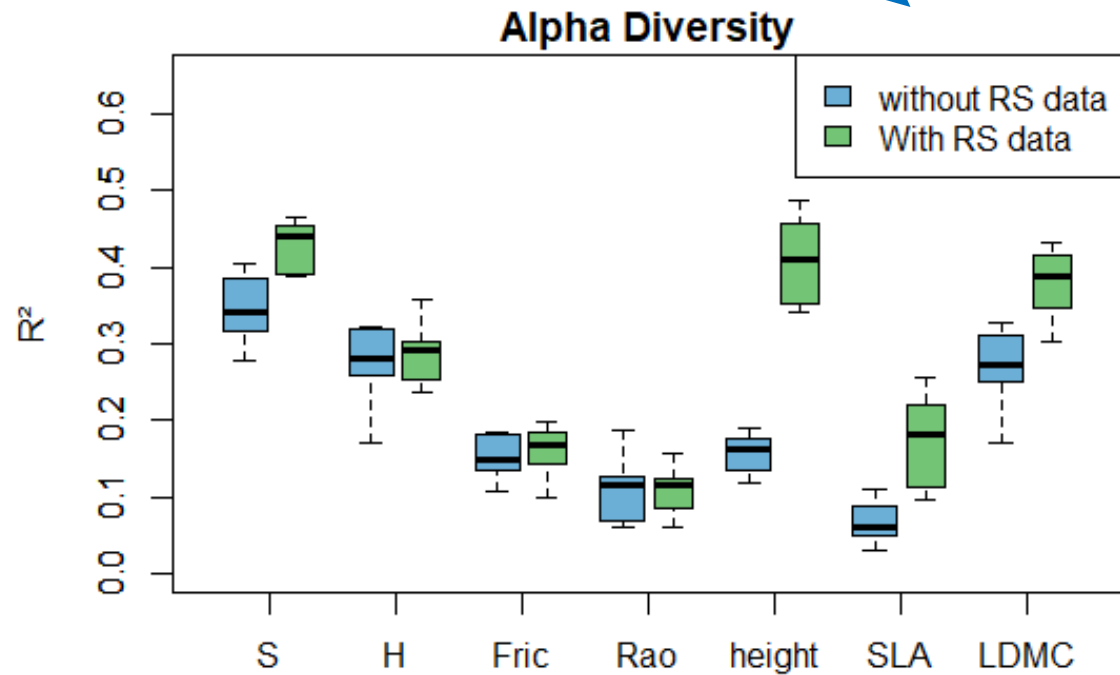
Evaluation



**Validation croisée**  
Métriques d'évaluation  
(observations vs prédictions)

# Diversité végétale et images drone en prairie

$$\gamma = \bar{\alpha} \times \beta$$



**+ pentes largement inférieures à 1!**



# Diversité végétale et images drone en prairie

- Principe validé (encore que... chgt d'échelle et transférabilité non testés)
- Mais performance des modèles médiocre pour  $\alpha$  et  $\beta$  (*≠Sun et al 2022 fpls*)



- Complexité du couvert en prairie permanente ?
- Problèmes de traitement/acquisition des données?
- Résolution/étendue spectrales insuffisantes?

# Réponses des prairies à la sécheresse

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

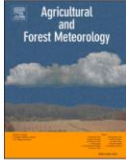
**Agricultural and Forest Meteorology**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agrformet](https://www.elsevier.com/locate/agrformet)

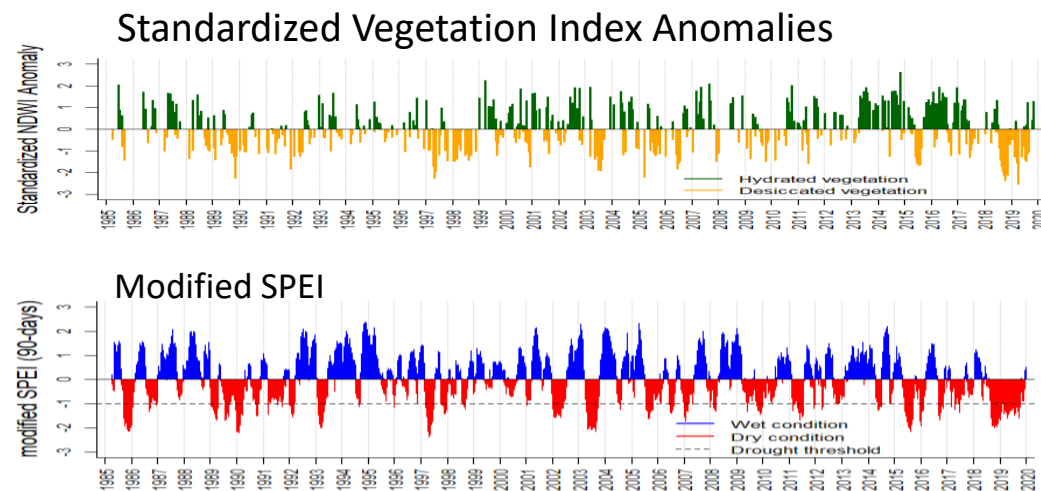
**Variability and drivers of grassland sensitivity to drought at different timescales using satellite image time series**

Donald A. Luna, Julien Pottier\*, Catherine Picon-Cochard

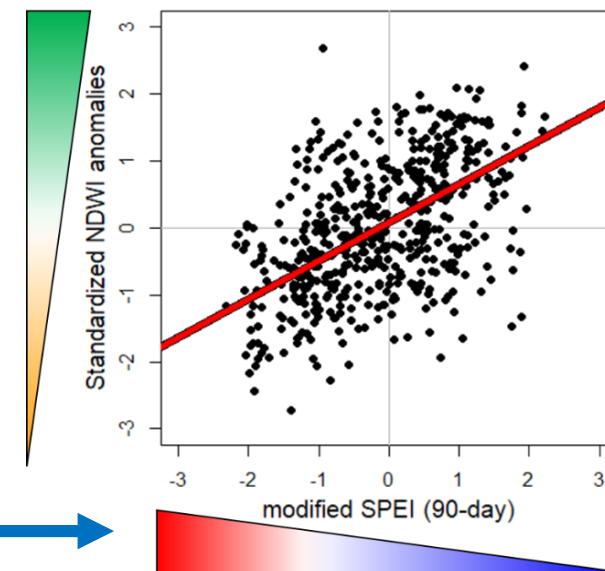
Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UREP, 63000 Clermont-Ferrand, France



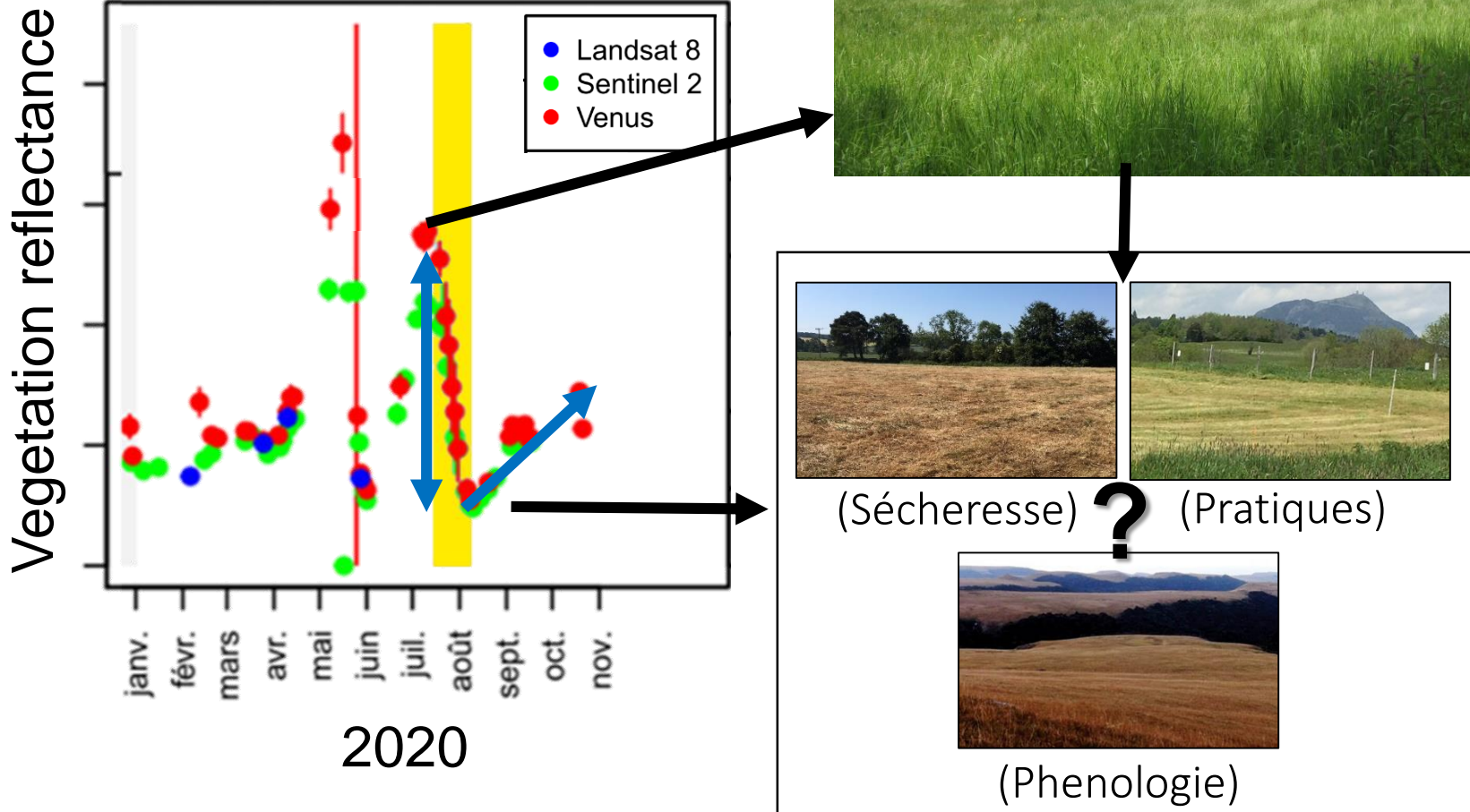
Donald Luna,  
PhD 2023



Sensitivity = slope



# Réponses des prairies à la sécheresse



Limites des approches  
purement statistiques



**Vers l'assimilation de  
données satellitaires  
dans un modèle de  
croissance « simple »!**

# Réponses des prairies à la sécheresse

Meteo:

- T°C
- P
- PET

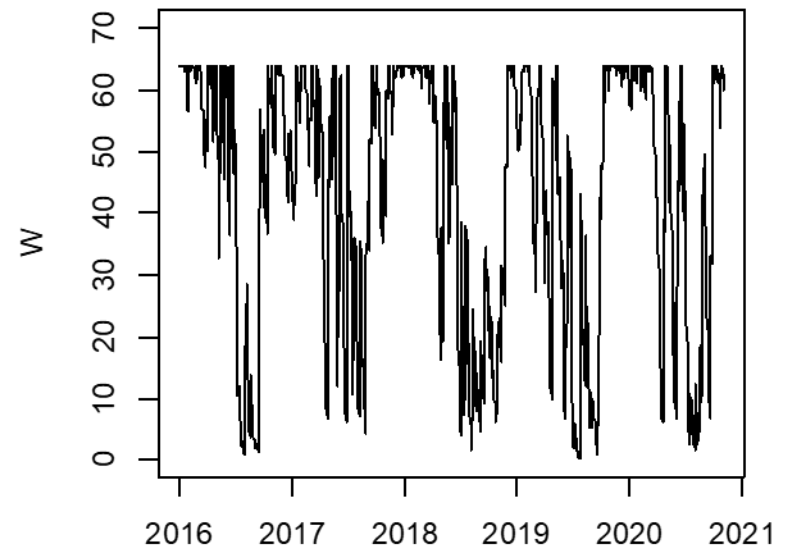
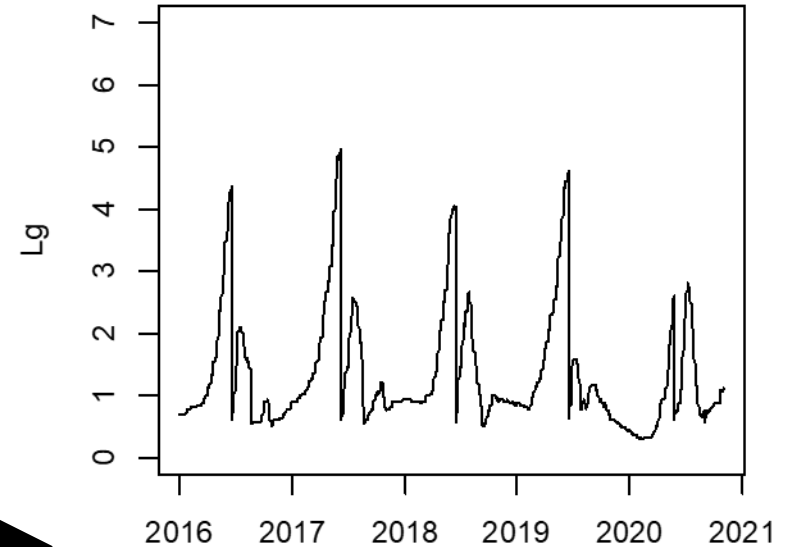
**HERVALO®**

(Delagarde et al., 2018  
Grassl. Sci. In Europe)

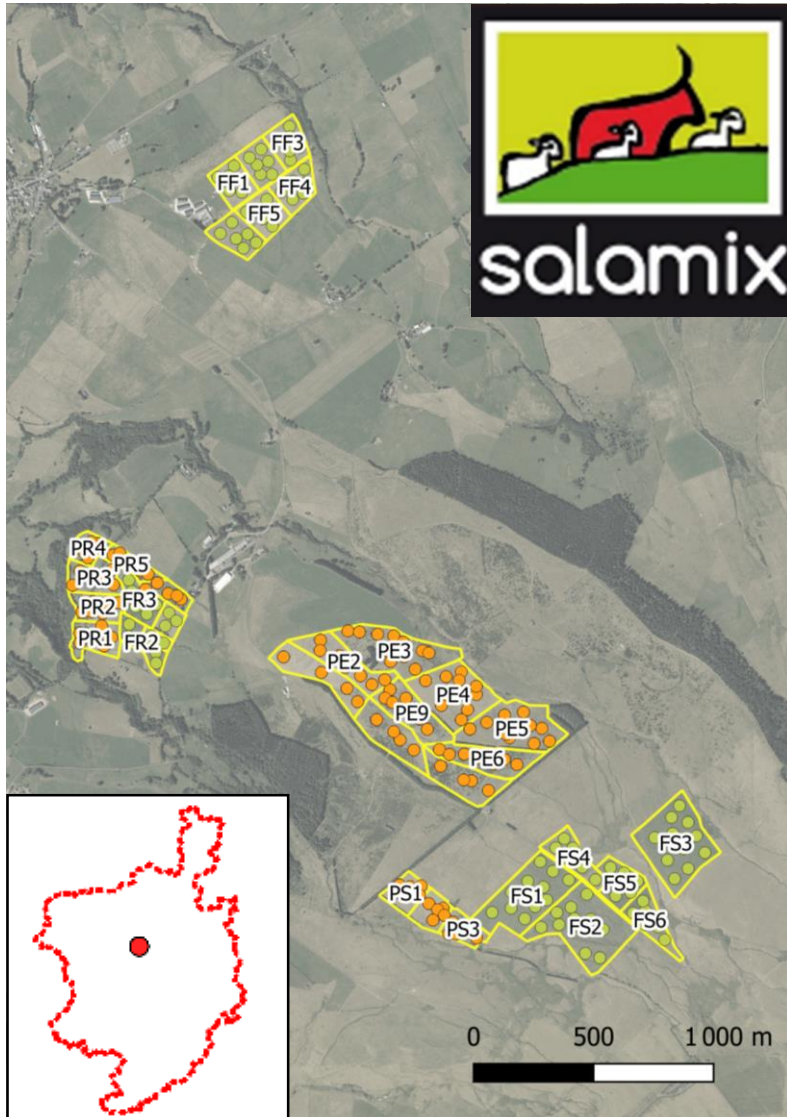
$$L_g(t + 1) = L_g(t) + g(t) - s(t) - d(t)$$

Parameters	Description	Unit
$g_{\max}$	Maximum daily increase in LAI	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$
$W_{\max}$	Maximum available water for plants	mm
$s_{\max}$	Basic rate of LAI decrease	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
Peak	Peak of flowering	$^\circ\text{C} \cdot \text{d}$

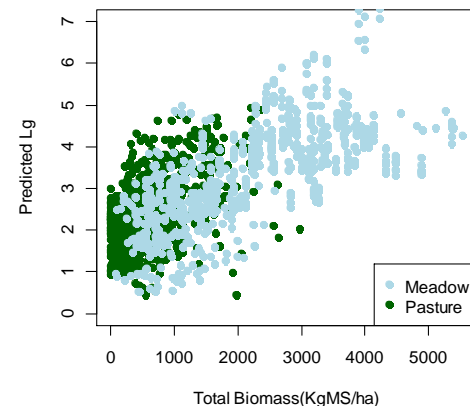
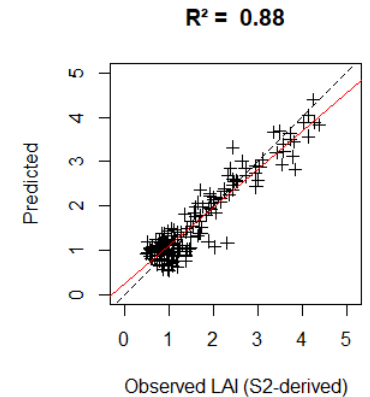
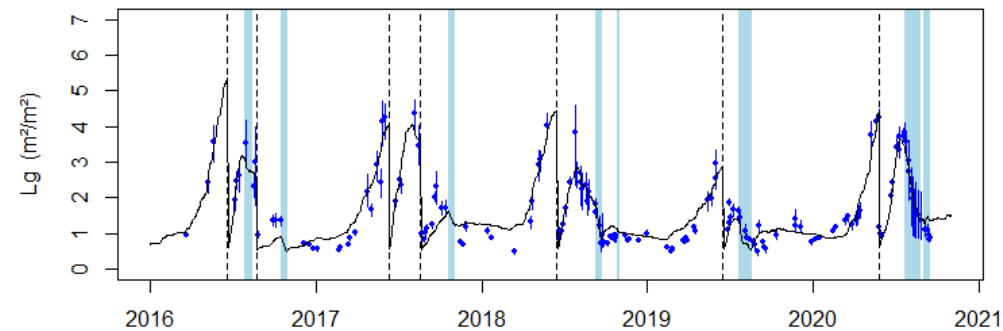
**4 paramètres  
à inférer**



# Réponses des prairies à la sécheresse

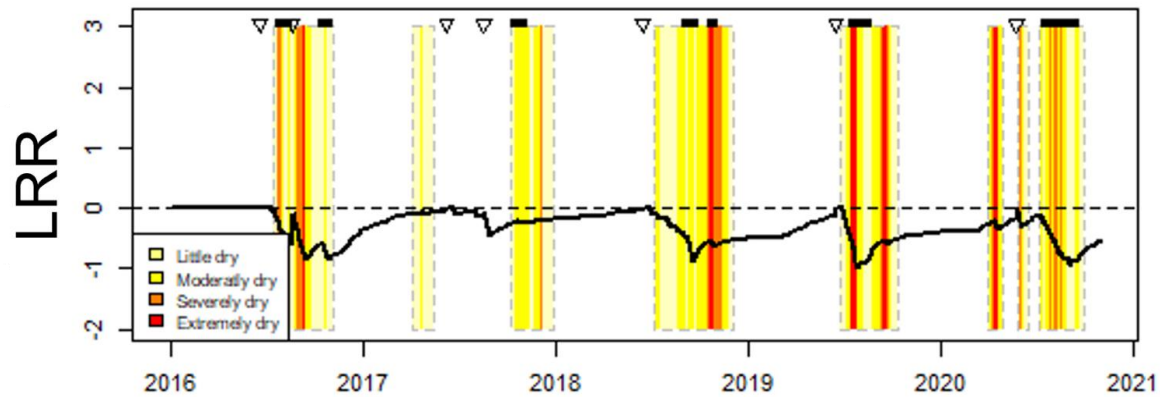
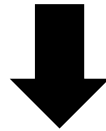
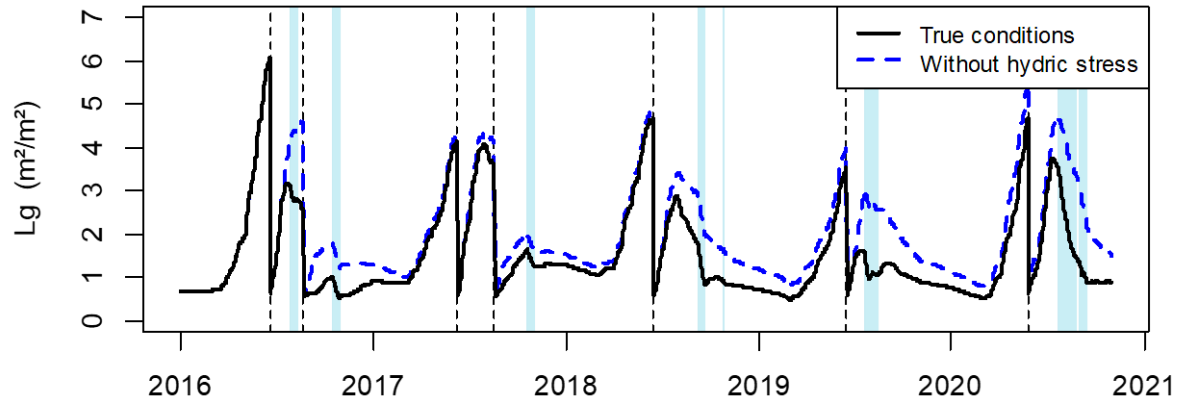


- Données d'entrée du modèle acquises pendant le projet SALAMIX (UE Herbipôle, Laqueuille 63)
- Avant l'étape de calibration: inversion de PROSAIL avec les images **Sentinel 2** => Observations de LAI vert (Lg)
- **Assimilation par calibration** (Dorigo et al 2007)

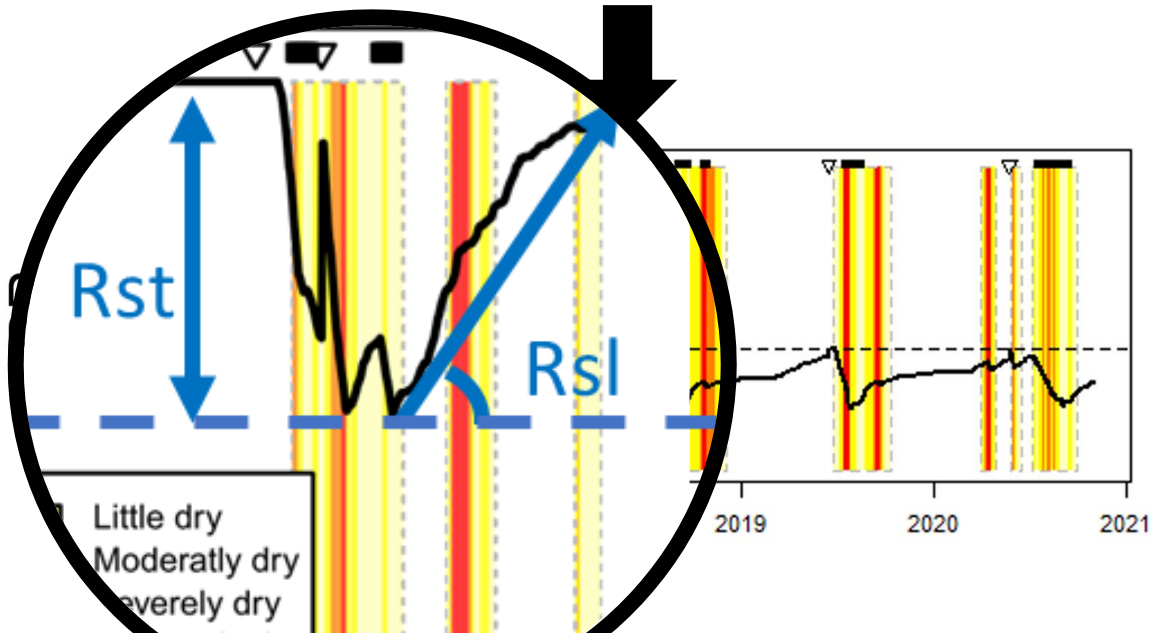
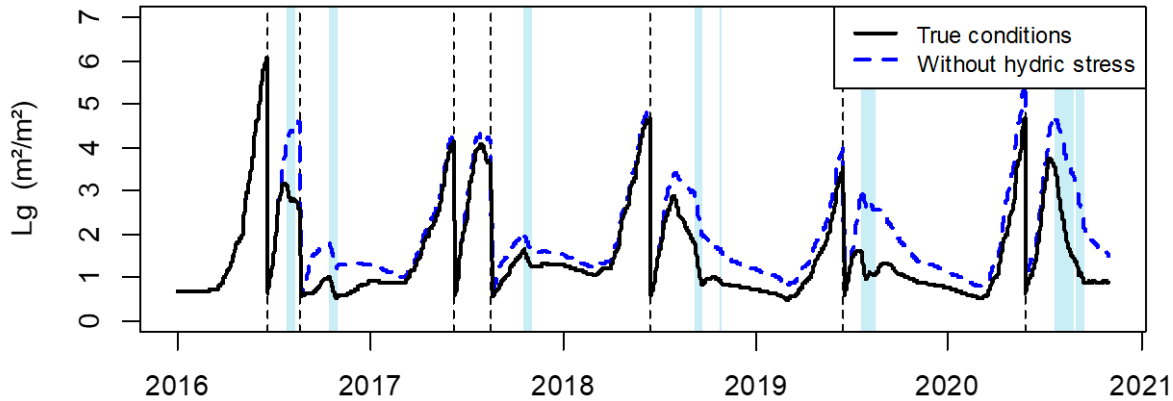


Plutôt bonne capacité du modèle à reproduire la dynamique de végétation

# Réponses des prairies à la sécheresse



# Réponses des prairies à la sécheresse

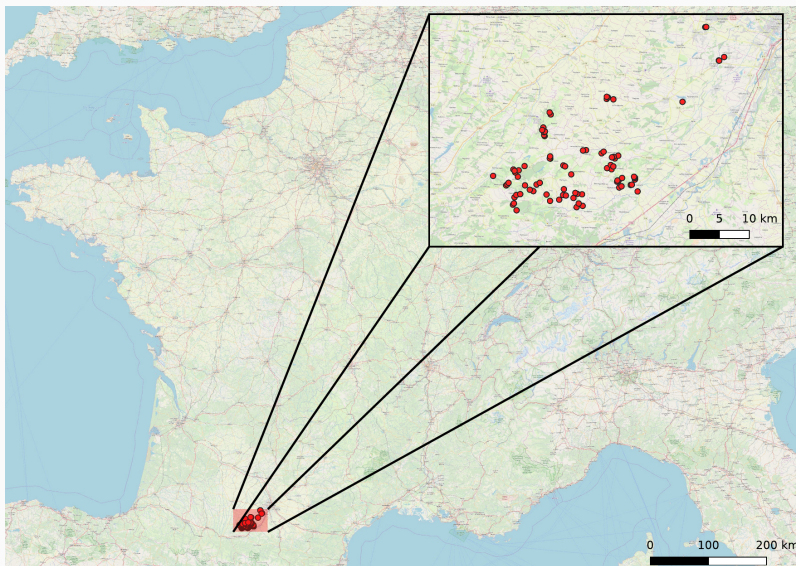


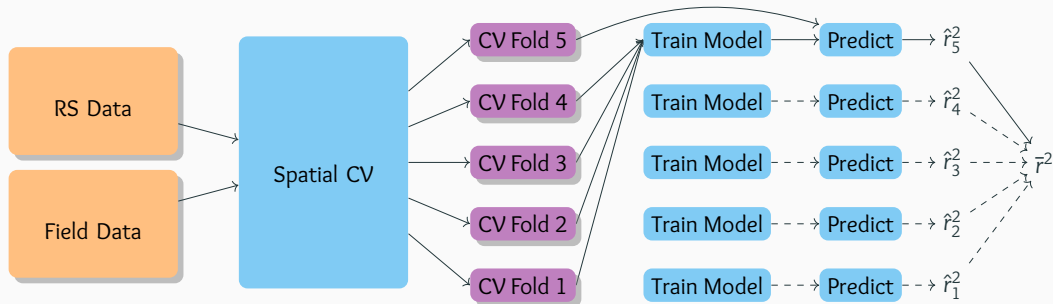
- Comparaison des capacités de résilience et résistance entre modalités de gestion
- Test du rôle de la diversité végétale sur les capacités de résilience et résistance « *in natura* ».
- Impact des sécheresses sur la structure des communautés

## Diversité Taxonomique des prairies



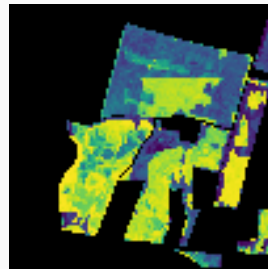
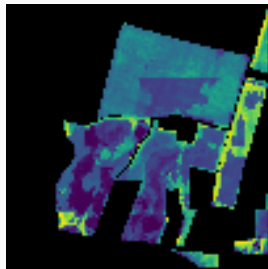
# Zones d'études

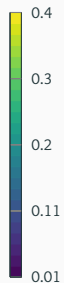
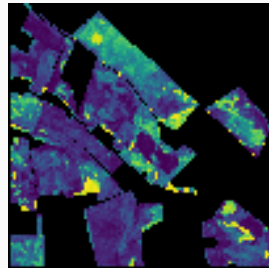
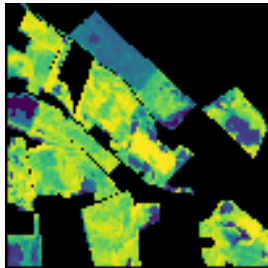


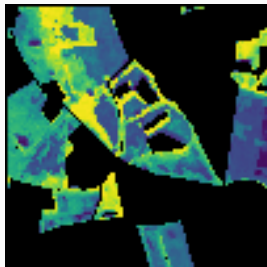


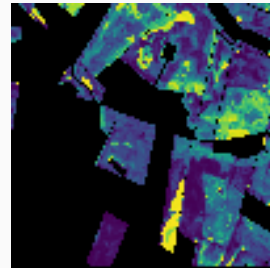
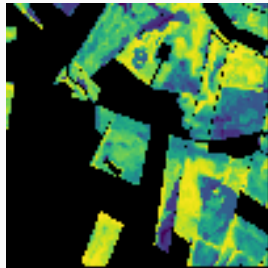
- 415 mesures dans 83 parcelles,
- Toutes dates entre 2017-08-29 et 2018-12-02
- M. Fauvel, M. Lopes, T. Dubo, J. Rivers-Moore, P.-L. Frison, N. Gross, A. Ouin, *Prediction of plant diversity in grasslands using Sentinel-1 and -2 satellite image time series*, **Remote Sensing of Environment**,

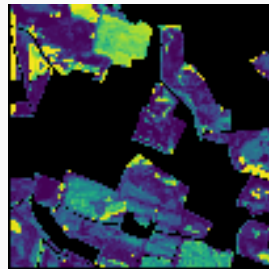
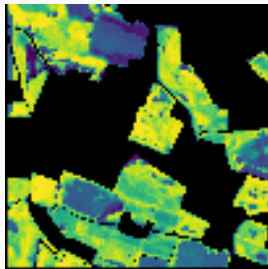
Data	Variable	Method	$\hat{r}^2$	$\hat{\sigma}_{r^2}$
R IR	Simpson	RF	0.45	0.13
R IR	Shannon	RF	0.43	0.13
S2	Color Diversity	RF	0.40	0.08
S1 S2	Richness	KRidge	0.34	0.15
S1 S2	Insect Dependence	KRidge	0.32	0.15
S1 S2	Richness Flowers	KRidge	0.32	0.16
S1 S2	Reward Indice	GP RBF	0.32	0.20



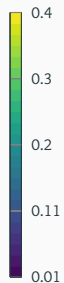
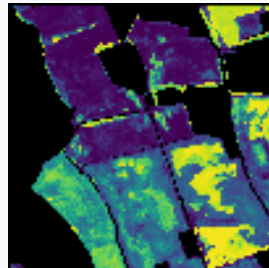
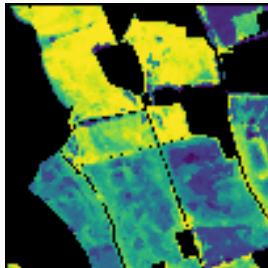


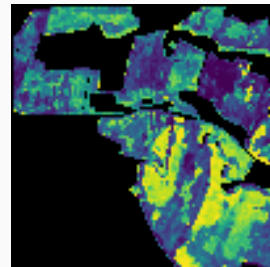
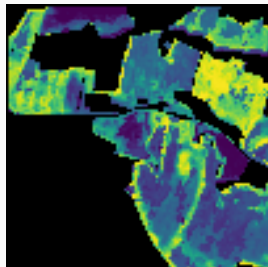


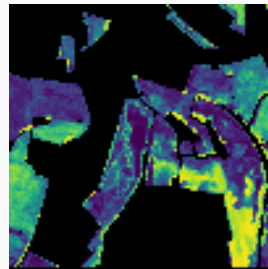
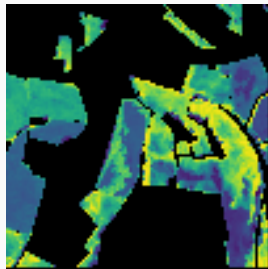




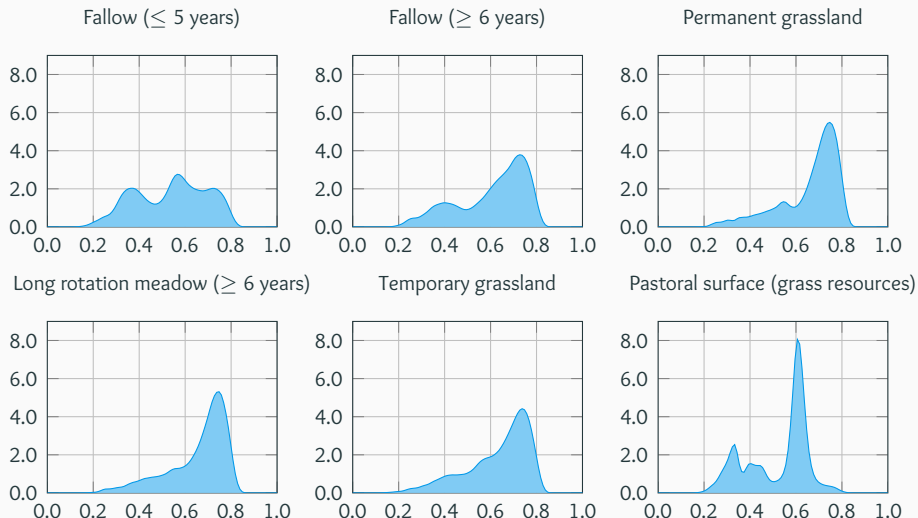




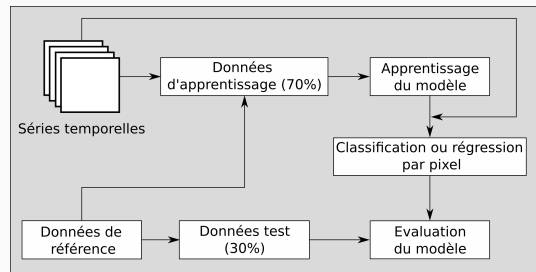
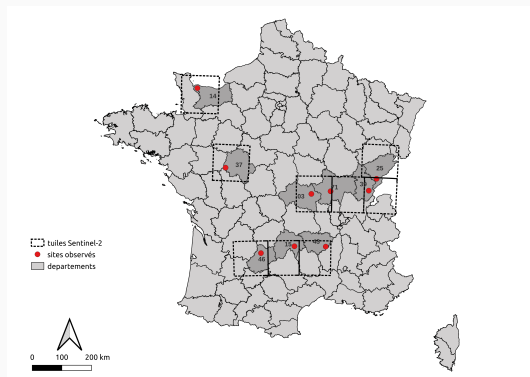




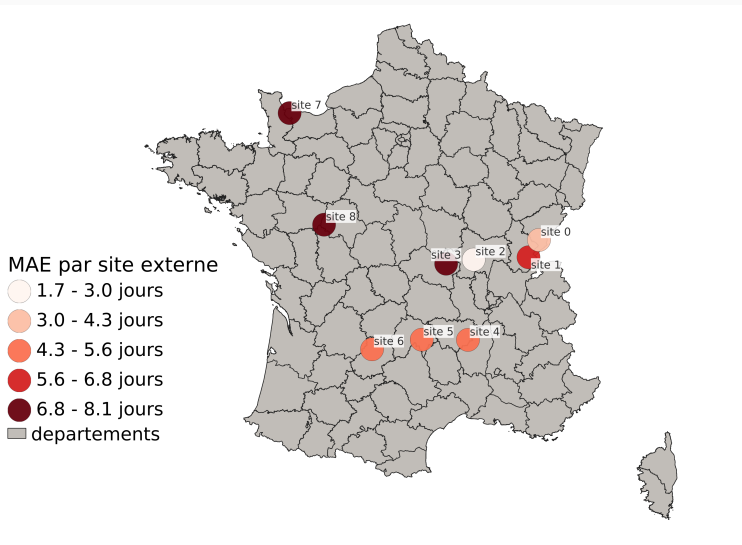
## Distribution of the predicted Simpson index

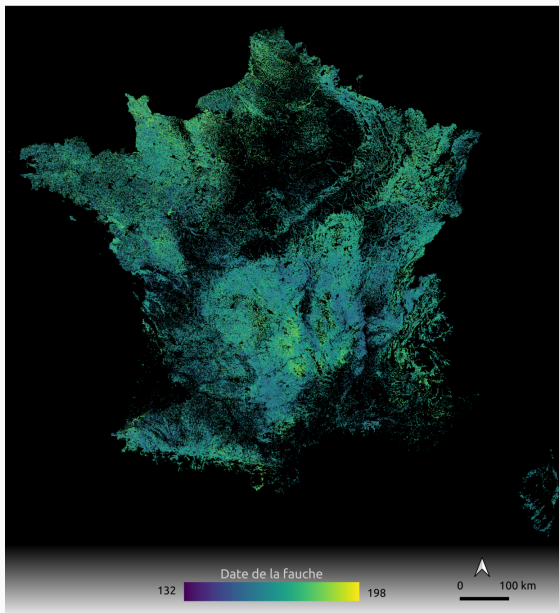


## Estimation de la période potentielle de Fauches

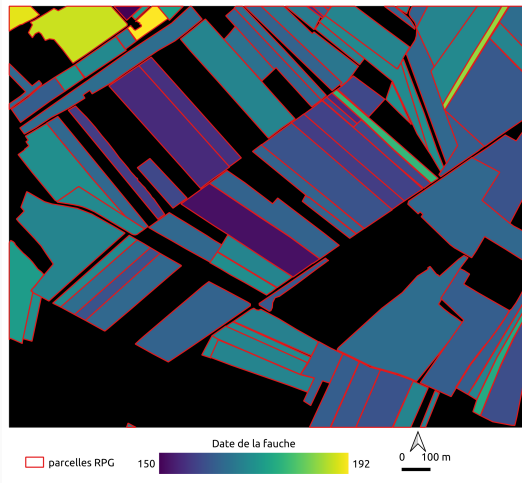
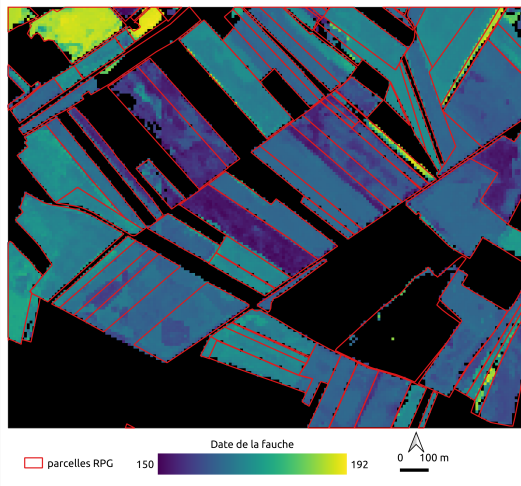


- 8 sites observés (03, 14, 15, 25, 37, 39, 43, 71) : 2265 parcelles
- Passages hebdomadaires : Dates d'observation de la Fauche
- Draft : <https://hal.inrae.fr/hal-04281905>









## Conclusions

- Du travail encore pour *diversité et/ou structure des communautés végétales* que ce soit par satellite ou drone.
- Fort potentiel de sentinelle pour caractériser la phénologie des prairies (utile pour divers objectifs de recherche)
- Besoin de structurer la communauté INRAe (experts, utilisateurs) autour de l'objet prairie.

Réseaux d'animation INRAe

- ★ Prairie : Nicolas Gross & Clélia Sirami
- ★ Télédétection : Mathieu Fauvel & Anne Richer-de-Forges

<https://reseau-teledetection.hub.inrae.fr/>

Ce document est mis à disposition selon les termes de la licence **Creative Commons « Attribution – Partage dans les mêmes conditions 4.0 International »**.

