



# OCS GE2 : Exploitation automatique et massive de Séries Temporelles d'Images Satellitaires (SITS)

## *Prairies*

*Par Aline Déprez - A2S*

23 mai 2024



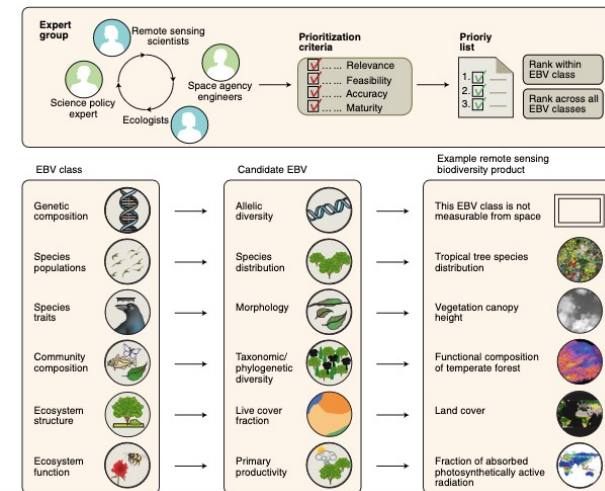
- Les prairies, 1/3 des espaces agricoles et pastoraux en France et une part importante dans le GE
- Exploiter le potentiel de la haute fréquence temporelle de l'imagerie satellitaire
- des **variables climatiques essentielles**, issues de l'imagerie spatiale, pour documenter la biodiversité d'un milieu et son évolution

Poste 2 : Surfaces enherbées (prairies)

**Définition du dictionnaire OCS-GE :** ce poste regroupe les surfaces enherbées composées majoritairement de graminées. Il s'agit des **prairies** temporaires mais également **permanentes**, qui n'ont pas été retournées (conversion en terre arable ou culture permanente) depuis plus de 6 ans.



Source : Didier Protin



Source : Skidmore et al. 2021





**Vos prairies sont-elles remarquables ?**

PRAIRIE SECHE		PRAIRIE HUMIDE	
			
Gaillardet jaune mai - septembre	Colchique d'automne août - octobre	Cardamine des prés avril - juin	Myosotis des marais mai - septembre

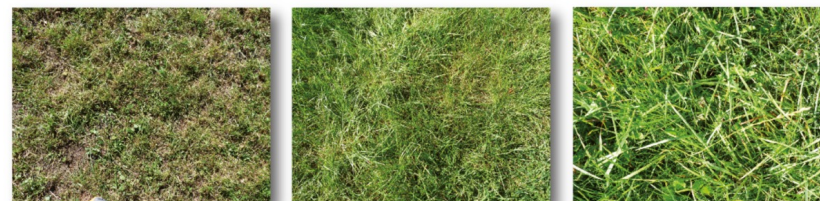
Indicateurs avancés de biodiversité (richesse, etc)



**Retournement de prairies ?**

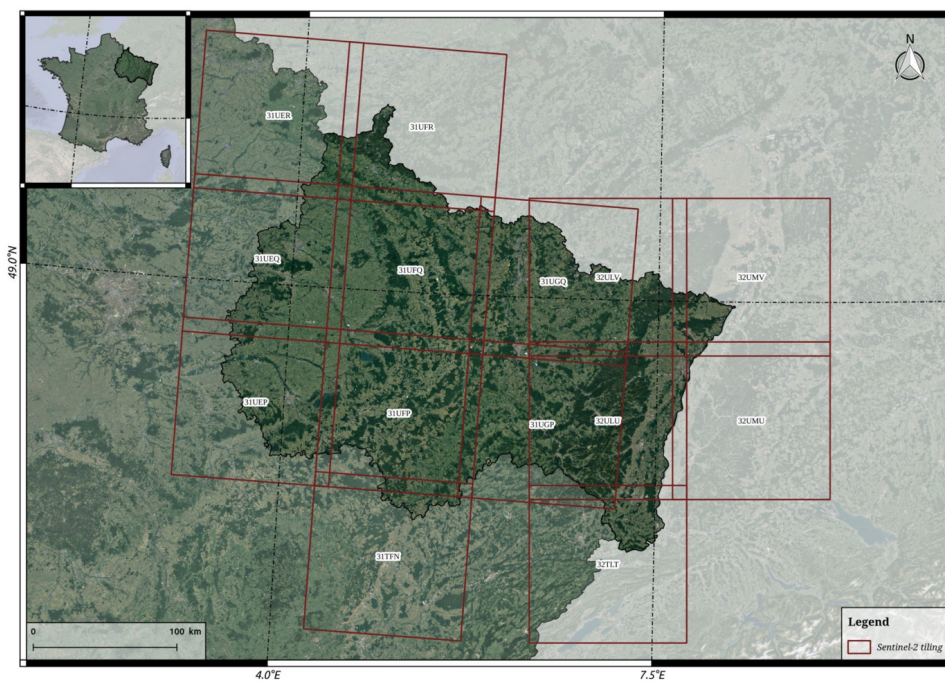
Indicateurs de changement

Indicateurs de verdissement et d'états de surface



**Vos prairies et leur verdissement ?**





CEN LORRAINE, étude des dates de fauches et de la biodiversité des prairies

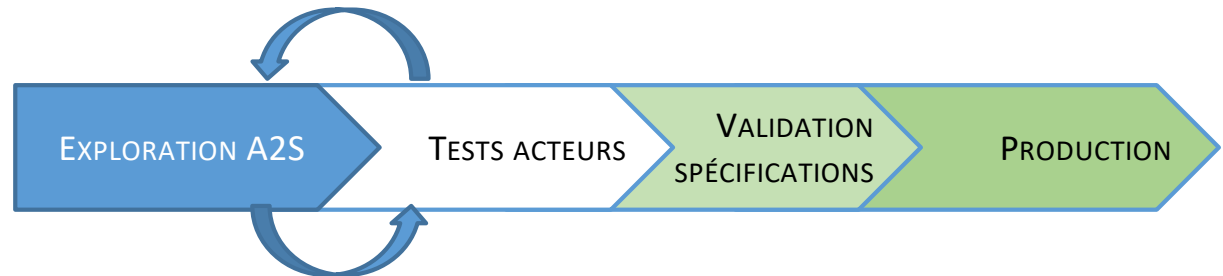


DRAAF GE, tests préliminaires sur l'utilisation du NDVI dans le cadre de la détection de friches agricoles

## PHASES DE TRAITEMENT EN DEUX ÉTAPES



- UNE PHASE EXPLORATOIRE
- UNE PHASE DE PRODUCTION



Deux thématiques d'intérêts :

(1) La détection des prairies retournées ==> **changements abrupts**

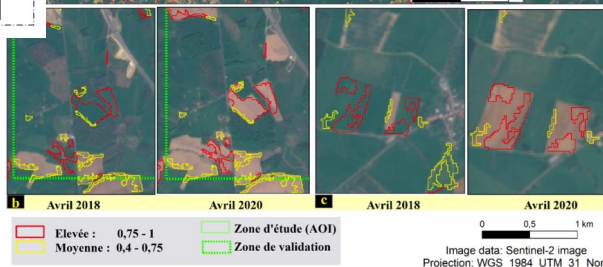
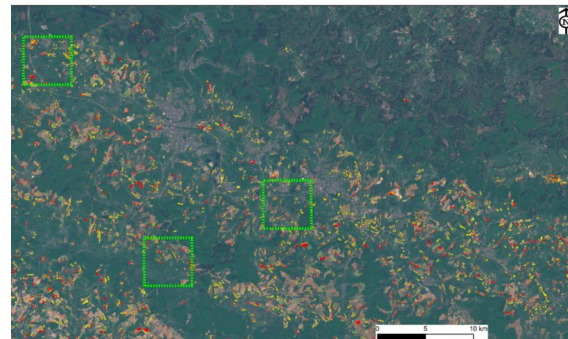
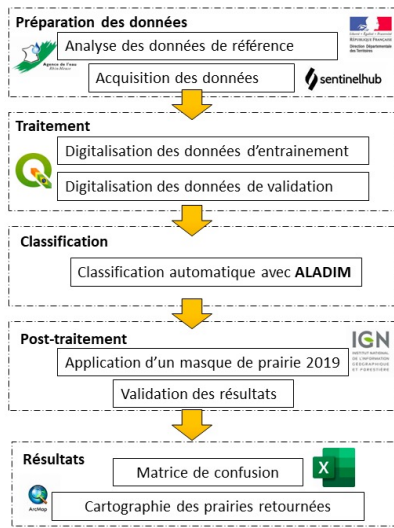
→ Identification de zones d'intérêts et appel à des jeux de données exemples pour les retournements :  
Agence de l'eau Rhin-Meuse, DDT08, DDT67, Dreal

(2) L'identification des prairies qui ont une probabilité élevée d'être des prairies semi-naturelles (=infrastructures écologiques) afin de les pérenniser par de l'animation territoriale (CENL, PNR, Comcom...) avec le soutien de politiques incitative

→ Secteurs d'intérêt définis par le CEN Lorraine ==> **indicateurs spectraux comme proxy et données d'entrée dans des modèles de prédiction**



## #1 : Méthode par apprentissage supervisé

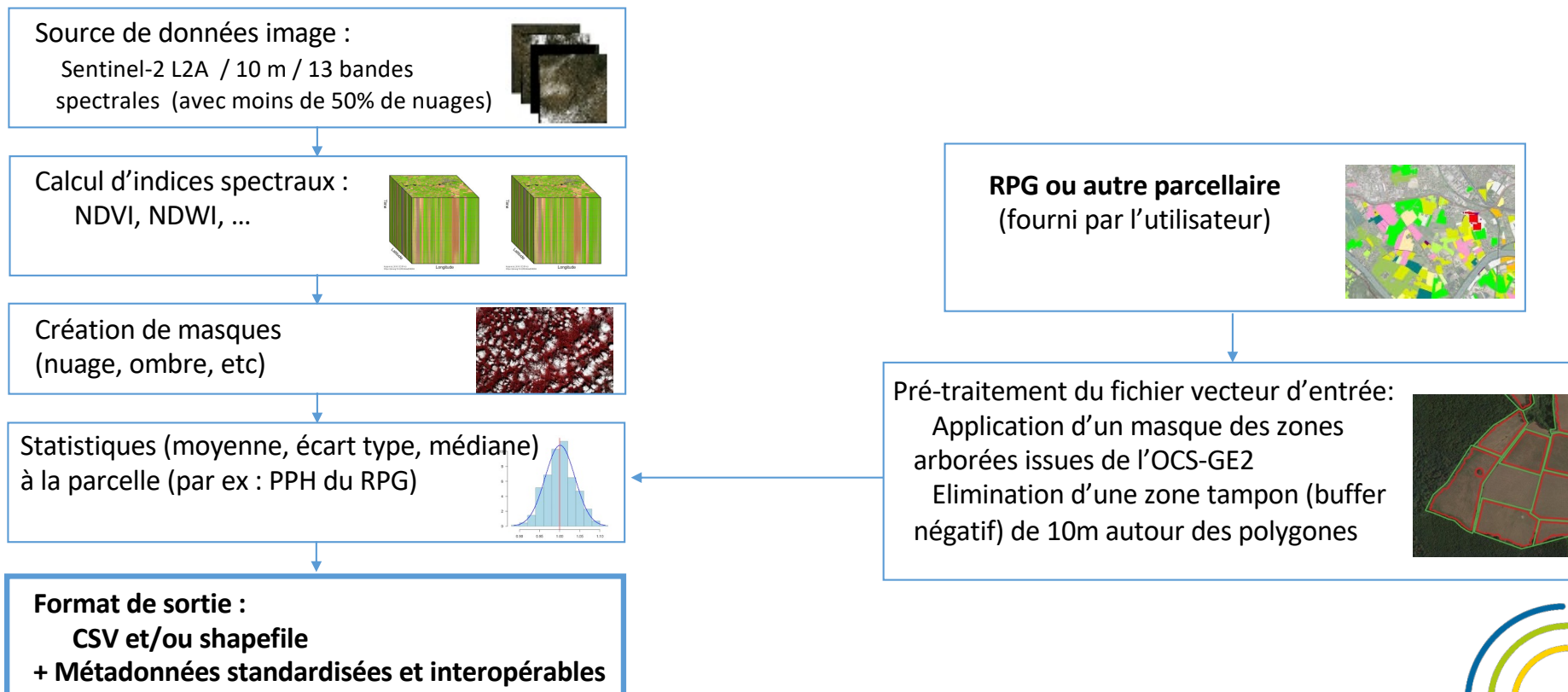


- Choix des **images** au cas par cas (pour le cas test le mois d'avril semble le plus propice à l'observation des retournement)
- **Qualité** et diversité des **échantillons** d'entraînement déterminante
- **Spécifique** à un type de processus (ici le retournement)



- Résultats concluant sur les zones test ...
- Mais :
  - Méthode **non adaptée pour une généralisation** d'une cartographie des retournements à l'échelle du GE
  - Dépendante des données d'entrée et de leur qualité
  - Intervention humaine / analyse visuelle trop importantes
  - Limitation due à l'analyse bi-date notamment pour l'étude du retournement, phénomène complexe en terme de **trajectoire temporelle**.

## #2 : Production de séries temporelles d'indicateurs (indices spectraux)



## #2 : Production de séries temporelles d'indicateurs (indices spectraux)

Végétation	
Activité végétale et chlorophyllienne	
RVI	Ratio Vegetation Index
DVI	Difference Vegetation Index
<b>NDVI</b>	<b>Normalized Difference Vegetation Index</b>
mNDVI	modified Normalized Difference Vegetation Index
kNDVI	kernel Normalized Difference Vegetation Index
GNDVI	Green Normalized Difference Vegetation Index
VARIGreen	Visible Atmospherically Resistant Index Green
TVI	Transformed Vegetation Index
WDRVI	Wide Dynamic Range Vegetation Index
SLAVI	Specific Leaf Area Vegetation Index
EVI	Enhanced Vegetation Index
EVI2	Enhanced Vegetation Index 2
SARVI	Soil Adjusted and Atmospherically Resistant Vegetation Index
ARVI	Atmospherically Resistant Vegetation Index
GEMI	Global Environment Monitoring Index
GSAVI	Green Soil Adjusted Vegetation Index
TSAVI	transformed Soil Adjusted Vegetation Index
MSAVI1	Modified Soil Adjusted Vegetation Index
MSAVI2	Modified Soil Adjusted Vegetation Index 2
TDVI	Transformed Difference Vegetation Index
SAVI	Soil Adjusted Vegetation Index
OSAVI	Optimized Soil Adjusted Vegetation Index
CARI	Chlorophyll Absorption Ratio Index
TCARI	Transformed Chlorophyll Absorption Ratio Index
MCARI	Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index
GARI	Green Atmospherically Resistant Vegetation Index
CIgreen/GCI	Chlorophyll Index Green
CIrededge/RECI	Chlorophyll Index Red Edge
TCI	Triangular Chlorophyll Index
NDREI	Normalized Difference Red Edge Index
S2REP	Sentinel 2 Red Edge Position
REIP	Red Edge Inflection Point

Activité pigmentaire	
SIPI	Structure Insensitive Pigment Index
PSRI	Plant Senescence Reflectance Index
SRPI	Simple Ratio Pigment Index
CRI550	Carotenoid Reflectance Index 550
CRI700	Carotenoid Reflectance Index 700
LCaroc	Leaf Carotenoid Content
LAnthoC	Leaf Anthocyanin Content
ARI	Anthocyanin Reflectance Index
RGRI	Red Green Ratio index
NDPI	Normalized Difference Phenology Index

Activité hydrique	
<b>NDWI</b>	<b>Normalized Difference Water Index</b>
MSI	Moisture Stress Index
NDII ou NDMI	Normalized Difference Infrared Index
GVMi	Global Vegetation Moisture Index

Autres indices de végétation	
AVI	Advanced Vegetation Index
NGRDI	Normalized Green Red Difference Index
CCCI	Canopy Chlorophyll Content Index
SBL	Soil Background Line
GLI	Green Leaf Area Index
BRI	Browning Reflectance Index
MTCI	MERIS Terrestrial Chlorophyll Index
IRECI	Inverted Red Edge Chlorophyll Index
NDI45	Normalized Difference Index 45

NDVI : Indice de végétation par différence normalisée

$$NDVI = \frac{(nir - red)}{(nir + red)}$$

NDWI : indice de teneur en eau par différence normalisée

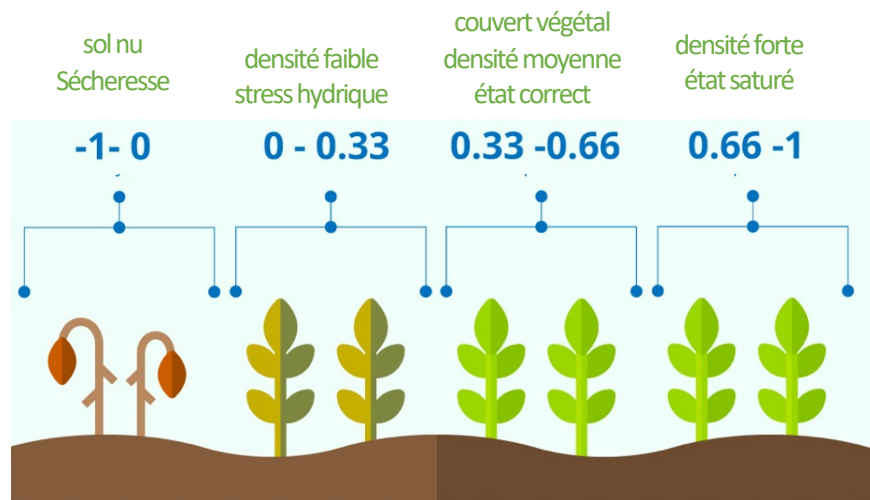
$$NDWI = \frac{(green - nir)}{(green + nir)}$$



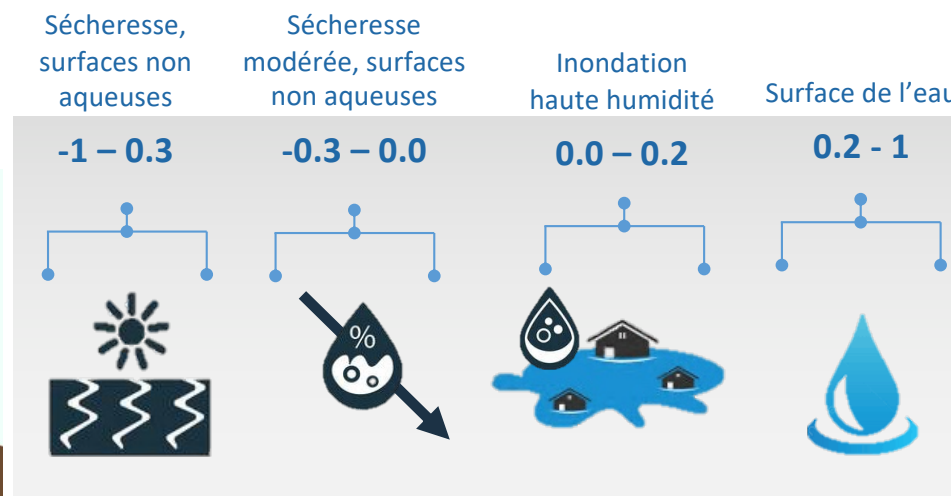


## #2 : Production de séries temporelles d'indicateurs (indices spectraux)

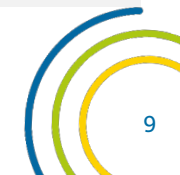
→ Le **NDVI** : l'indice de végétation par différence normalisée



→ Le **NDWI** : l'indice d'eau par différence normalisée



<https://eos.com/fr/make-an-analysis/ndwi/>



## #2 : Production de séries temporelles d'indicateurs (indices spectraux)

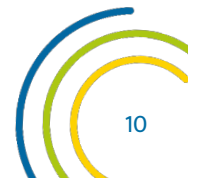
→ Pour rappel, service disponible en ligne

Indice calculé à la volée par unité spatiale :

The screenshot shows the Sentinel Hub EO Browser interface. On the left, a list of indices is displayed: True color, False color, Highlight Optimized Natural Color, NDVI, False color (urban), and Moisture index. The NDVI index is selected. On the right, a histogram titled 'Sentinel-2 L2A - NDVI' shows the frequency distribution of NDVI values, with the x-axis labeled 'Value' ranging from -1.00 to 1.00 and the y-axis labeled 'Frequency' ranging from 0 to 1500. A blue arrow points from the histogram towards the text on the right.

- NDVI
- NDWI
- SWIR
- NDSI
- Moisture index
- False color
- RGB

+ option de téléchargement d'une image (png)  
(pas d'accès aux données)



## #2 : Production de séries temporelles d'indicateurs (indices spectraux)

→ Les avantages de la proposition de service A2S :

- **Traitement de données massives :**
  - sur l'emprise de la zone d'intérêt de l'utilisateur
  - avec son shapefile de parcelles
  - sur la période 2018 – 2023 (6 ans)
- Production d'un shapefile qui permet à l'utilisateur un accès direct aux données sur sa zone et sa période d'intérêt → « **demassification** » des données côté l'utilisateur

Pour rappel : une image S2 (100kx100km) disponible tous les 5 jours (2 satellites), soit un maximum de 73 images / an, mais toutes les images ne sont pas exploitables du fait de la couverture nuageuse.

- = ~1/3 des images avec – de 50% de nuages sur le GE
- = soit env. 300 images/an et par tuile
- = 1 image S2 (13 bandes spectrales / 10 et 20m ) – env. 1Go
- = 14 tuiles S2 pour le GE



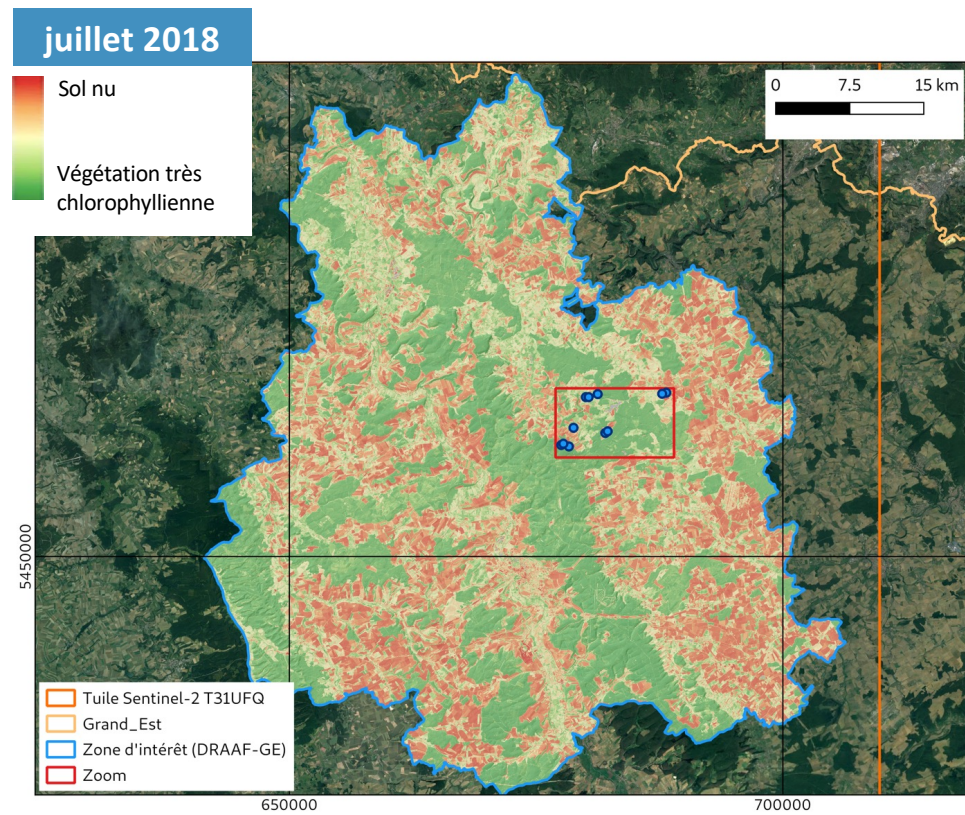
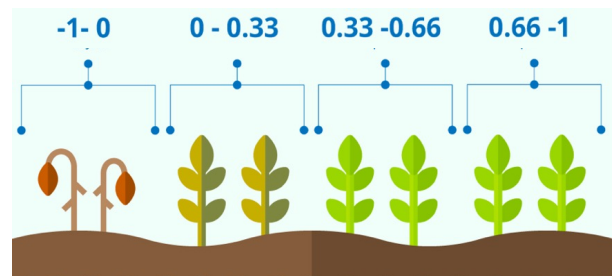
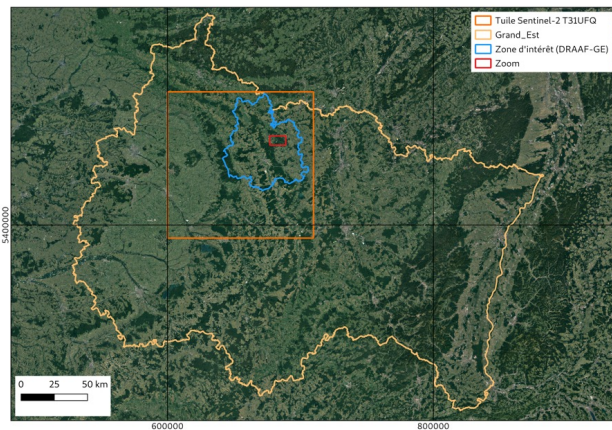
### #2 : Production de séries temporelles d'indicateurs (indices spectraux)

→ Une prise en main nécessaire, côté utilisateur :

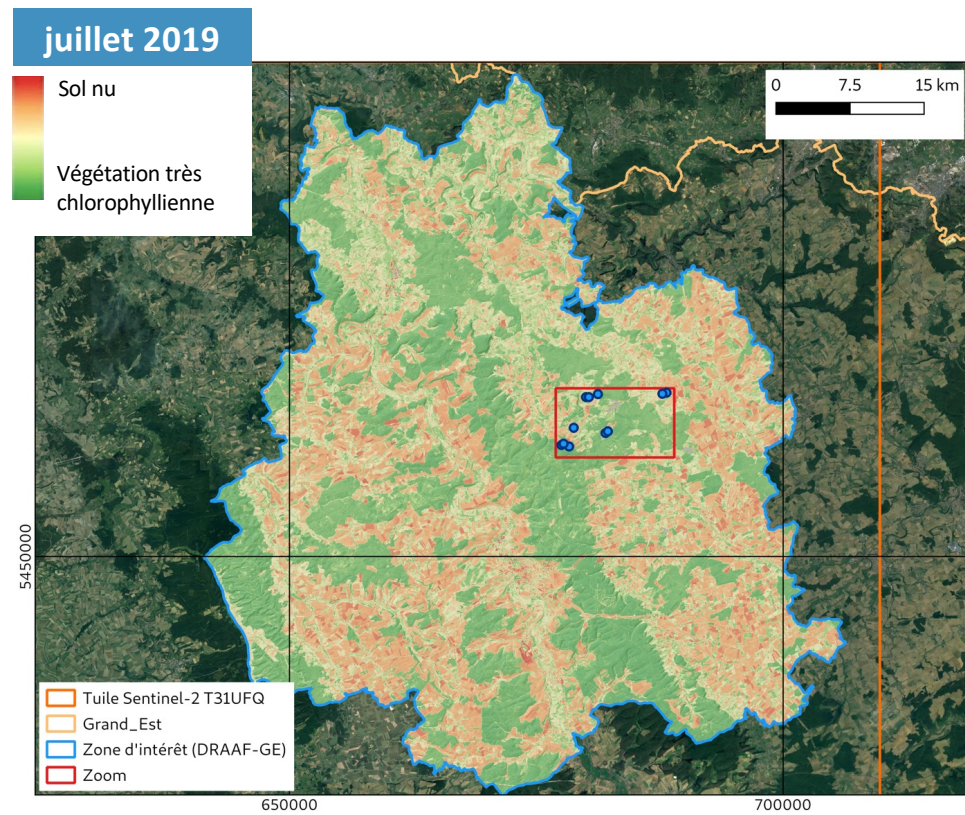
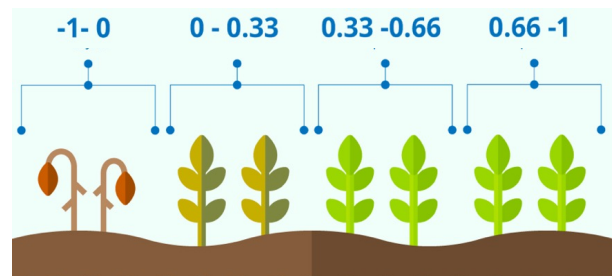
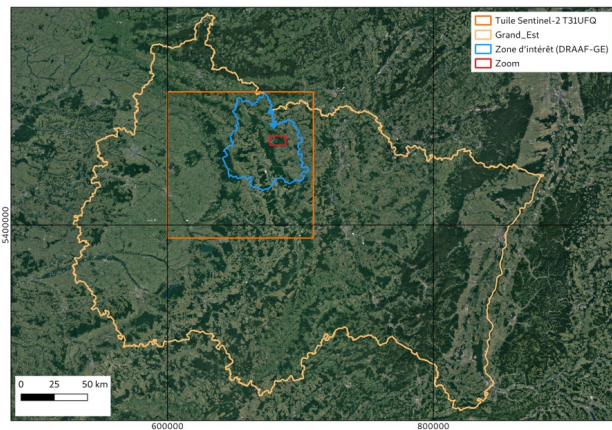
- La prise en main de ce type de résultat nécessite une exploitation (statistique) qui dépend des objectifs et de l'expertise de l'utilisateur final.
- Les échanges ont montré que ce type d'information est intéressant pour :
  - Créer des graphiques qui montrent la trajectoire temporelle d'une parcelle au cours du temps (intra-annuelle et inter-annuelle)
  - Vérifier si certaines prairies ont subi un changement d'occupation des sols (retournement ou autre) par l'identification d'un changement brusque dans la trajectoire
  - Aider à l'identification des friches agricoles
  - Constituer un jeu de données complémentaires dans les études qui étudient l'effet des pratiques agricoles sur la biodiversité des prairies et constituer des jeux de données en entrée de modèle de prédiction
  - ...



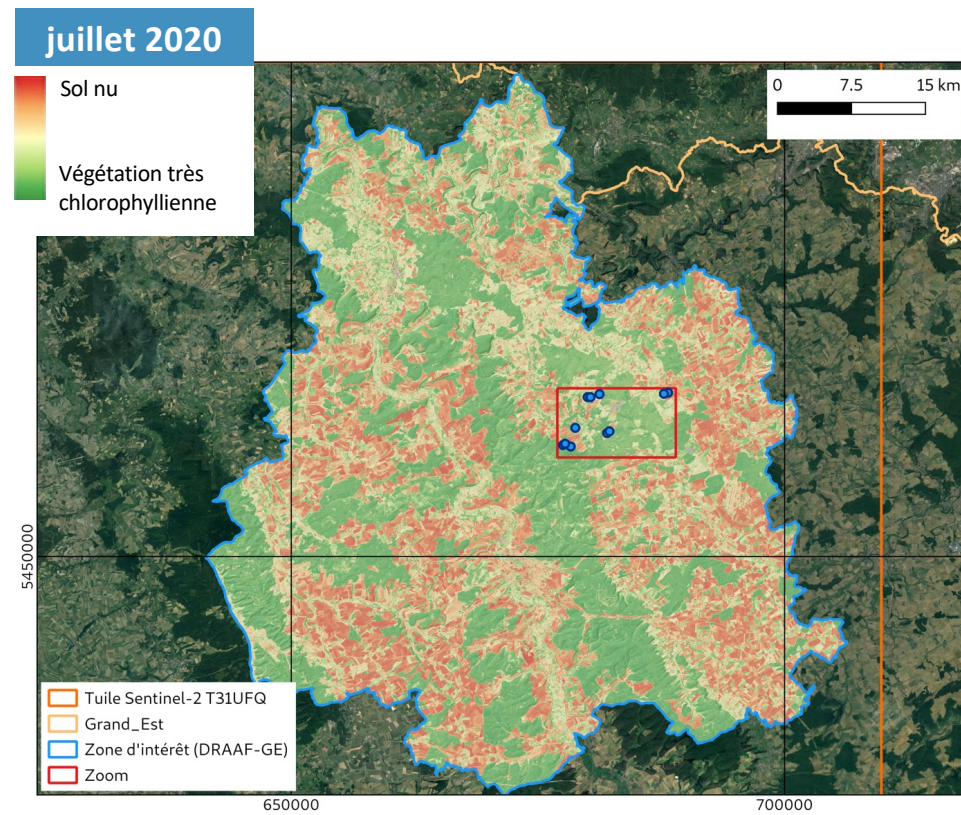
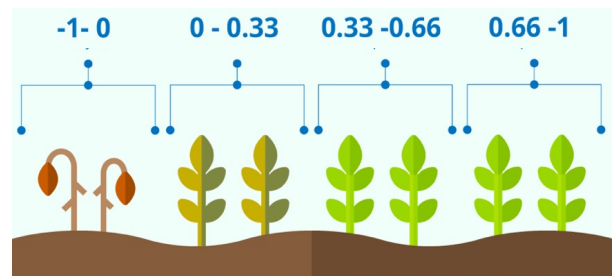
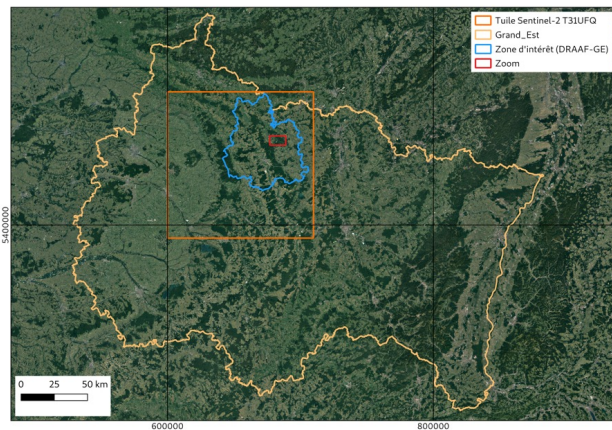
**#2 : Série temporelle de NDVI**



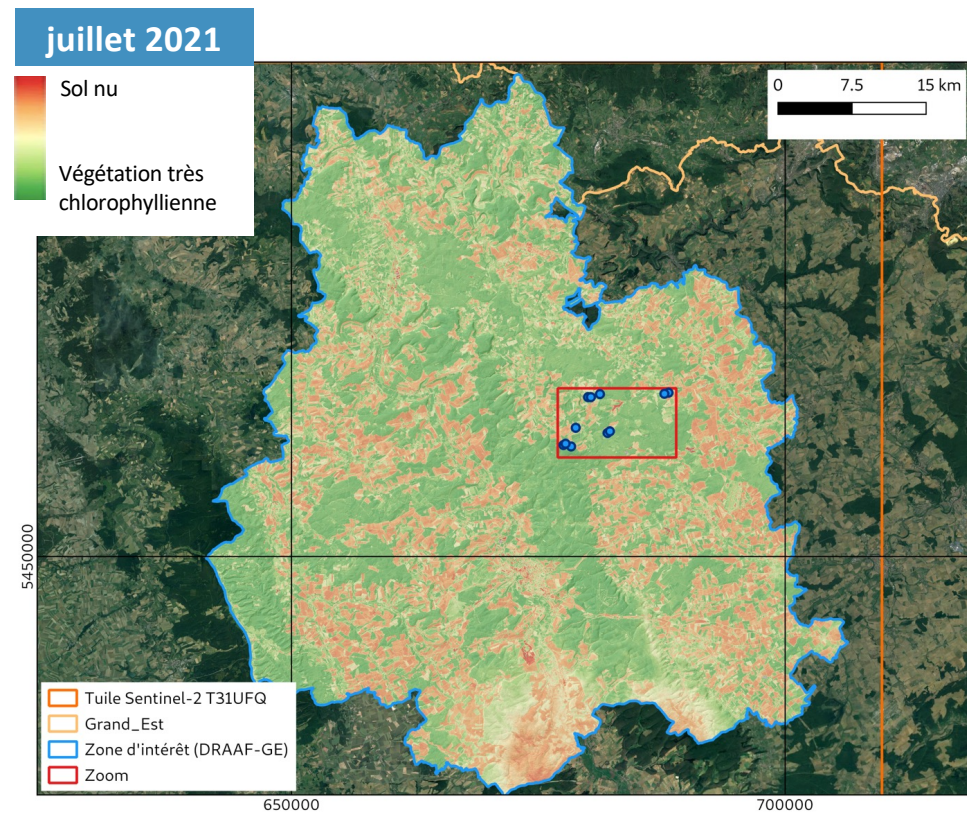
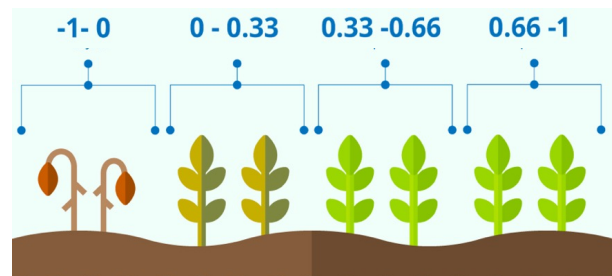
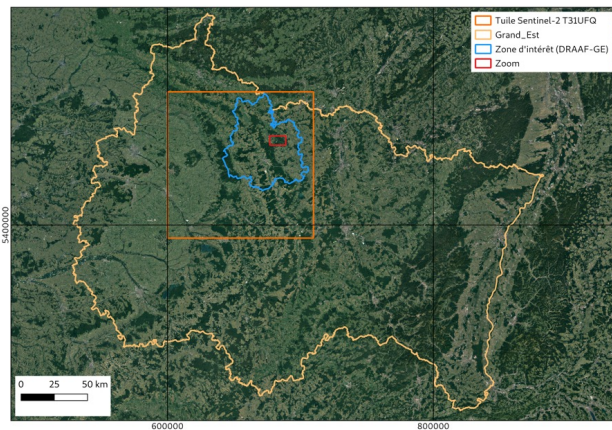
**#2 : Série temporelle de NDVI**



## #2 : Série temporelle de NDVI

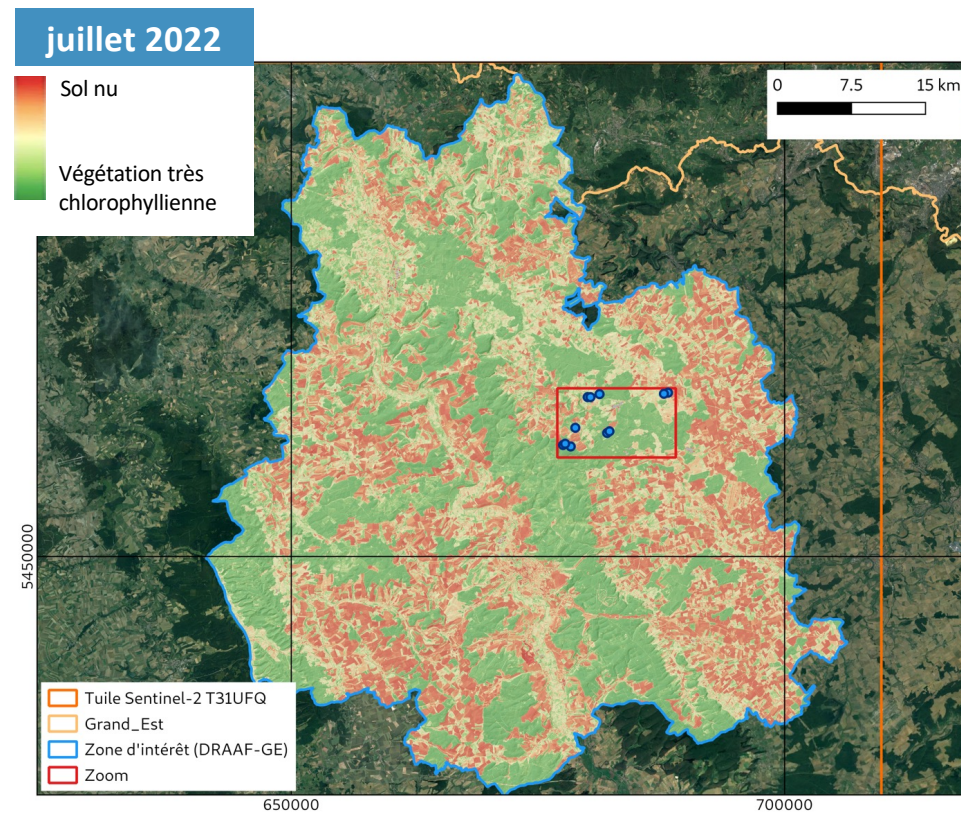
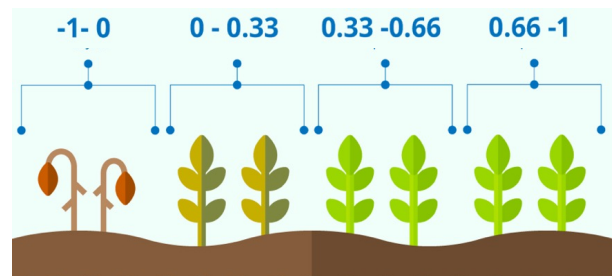
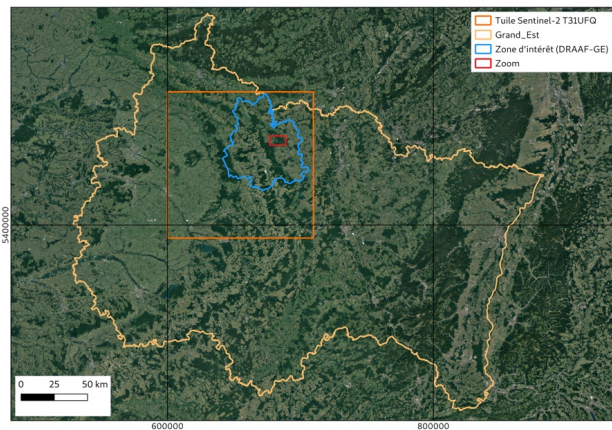


**#2 : Série temporelle de NDVI**



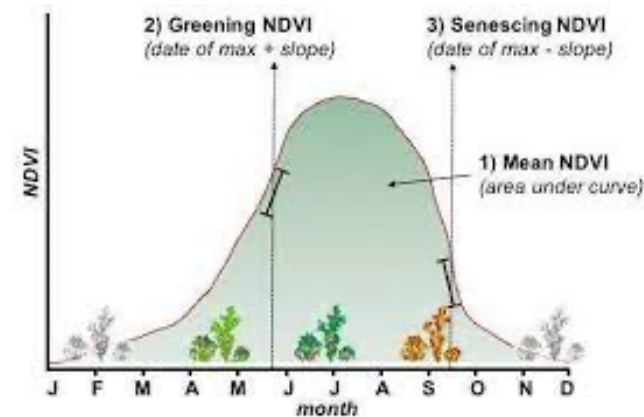


## #2 : Série temporelle de NDVI

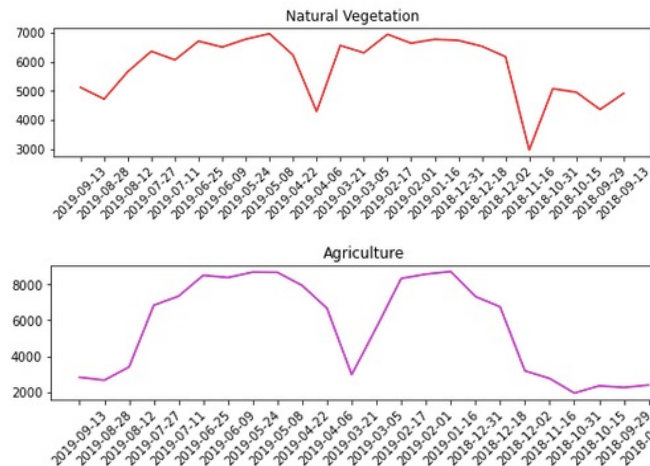


## #2 : Série temporelle de NDVI

- Exemple : Analyse de la trajectoire temporelle par parcelle de l'indice de végétation, **NDVI**
- **Suivi de la phénologie** – métriques phénologiques



- Analyse des terres au cours du temps :
  - en termes d'affectation (culture VS surface enherbée)
  - Proxy pour des indicateurs de biodiversité



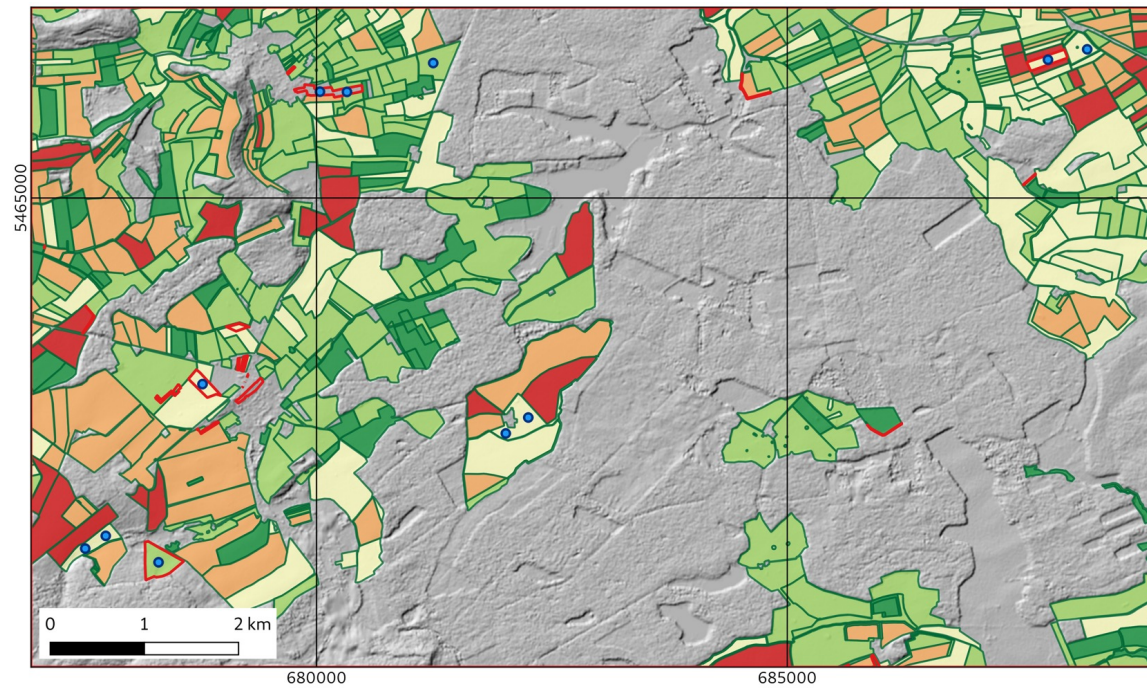
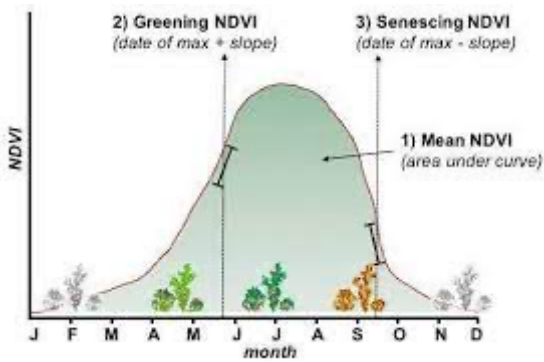
## #2 : Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG

juillet 2018

Sol nu (NDVI = -1)  
 Végétation très chlorophyllienne (NDVI = 1)

D055\_RPG2021

PPH  
 Retournements 18-19



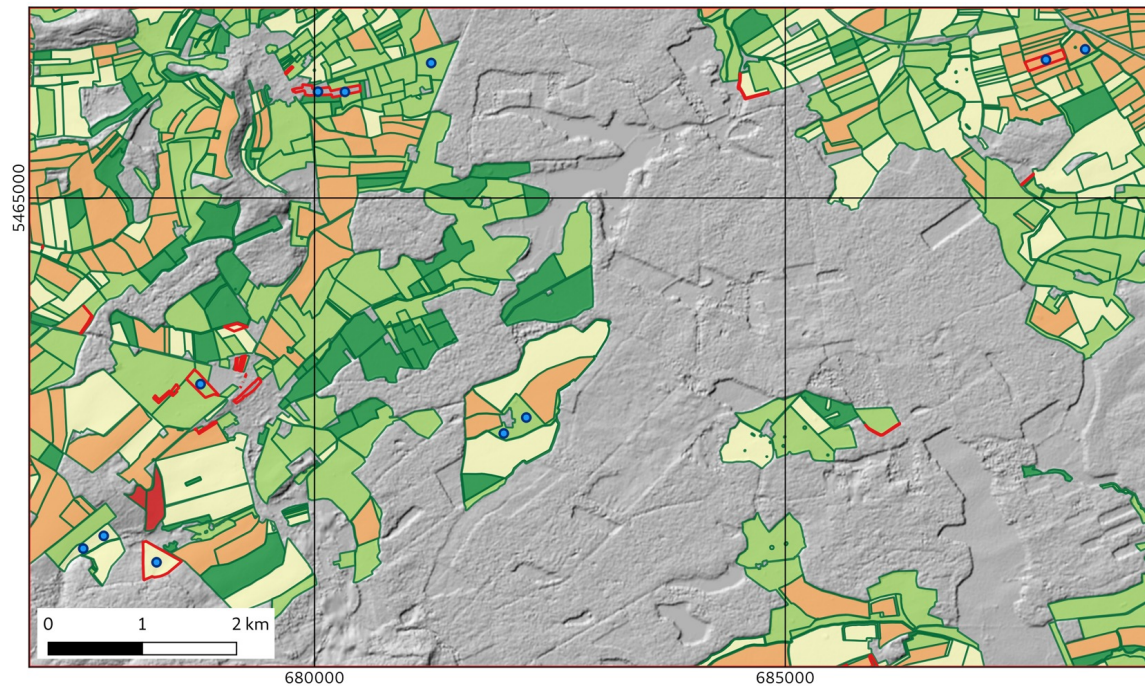
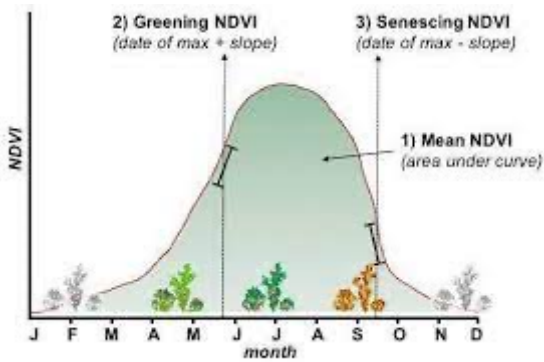
## #2 : Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG

juillet 2019

Sol nu (NDVI = -1)  
 Végétation très chlorophyllienne (NDVI = 1)

D055\_RPG2021

PPH  
 Retournements 18-19



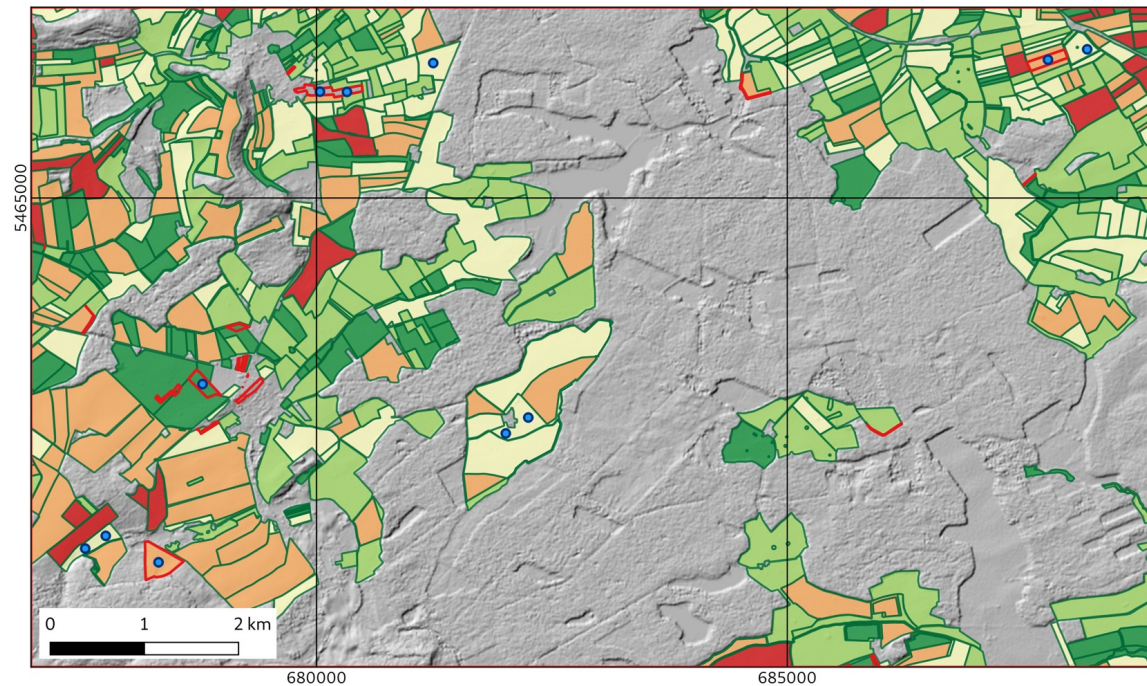
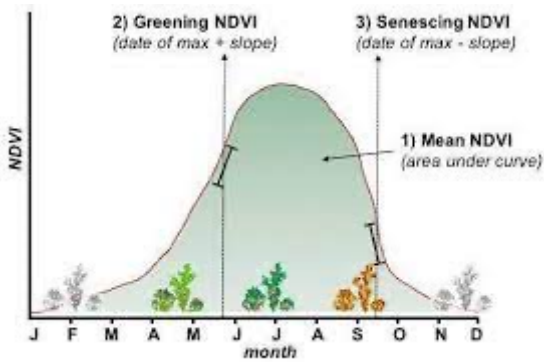
## #2 : Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG

juillet 2020

Sol nu (NDVI = -1)  
 Végétation très chlorophyllienne (NDVI = 1)

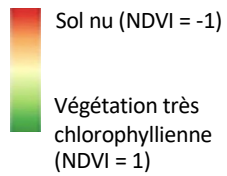
D055\_RPG2021

PPH  
 Retournements 18-19

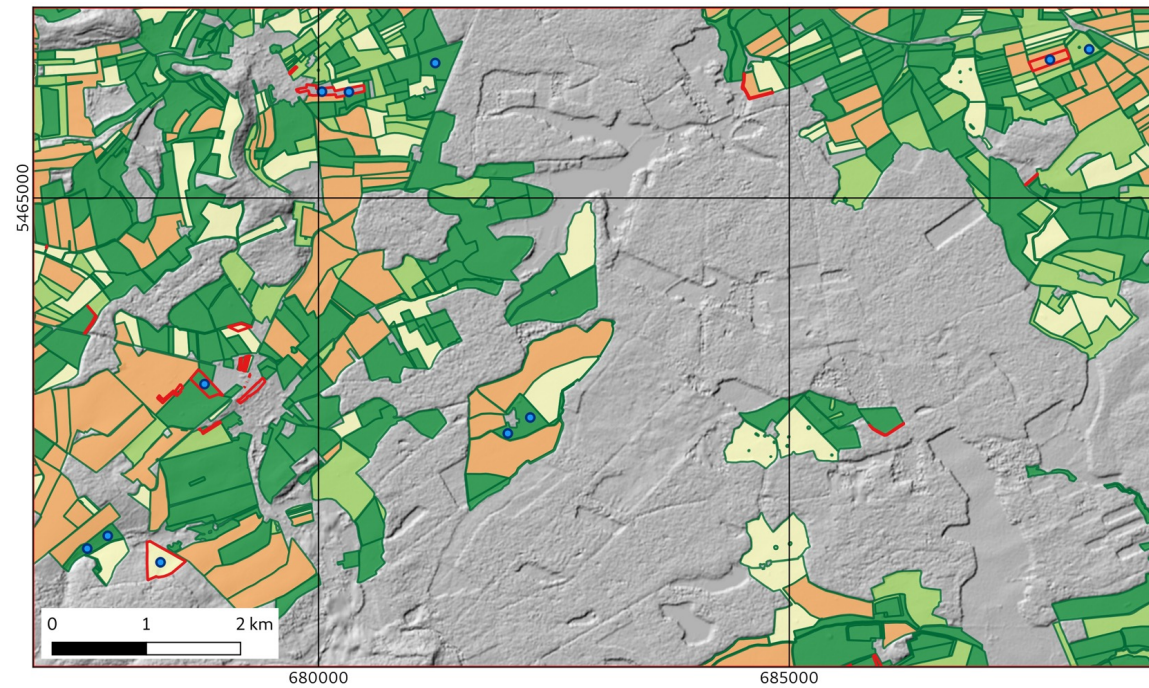
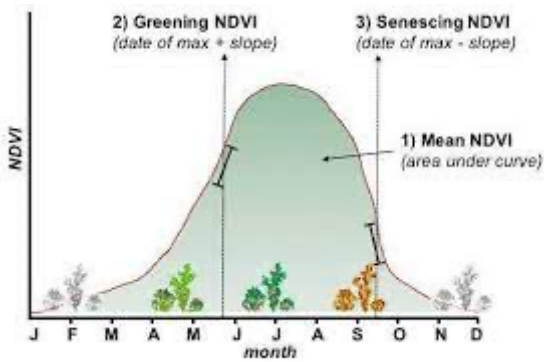


## #2 : Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG

juillet 2021





D055\_RPG2021



## #2 : Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG

juillet 2022

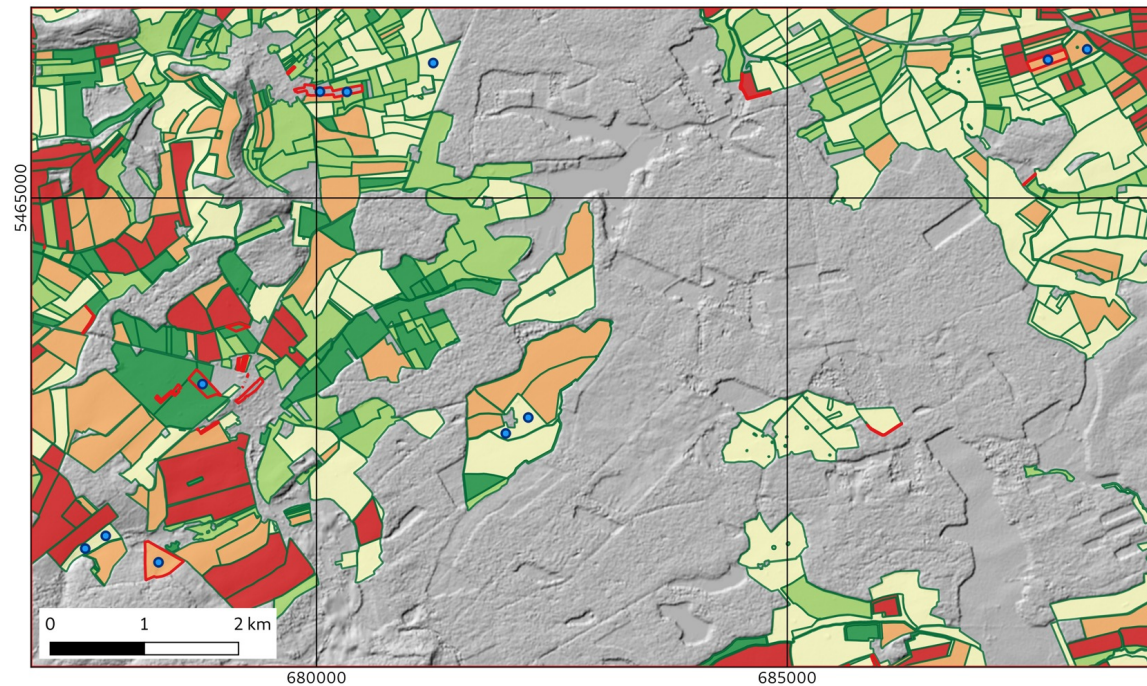
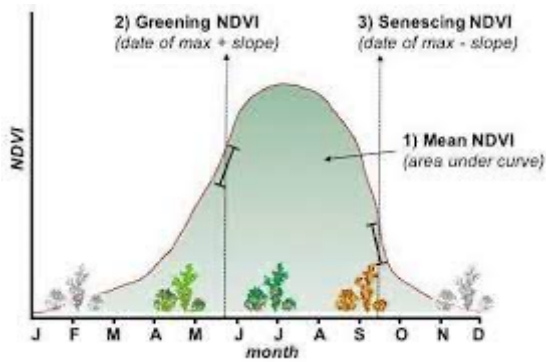
 Sol nu (NDVI = -1)

 Végétation très chlorophyllienne (NDVI = 1)

D055\_RPG2021

 PPH

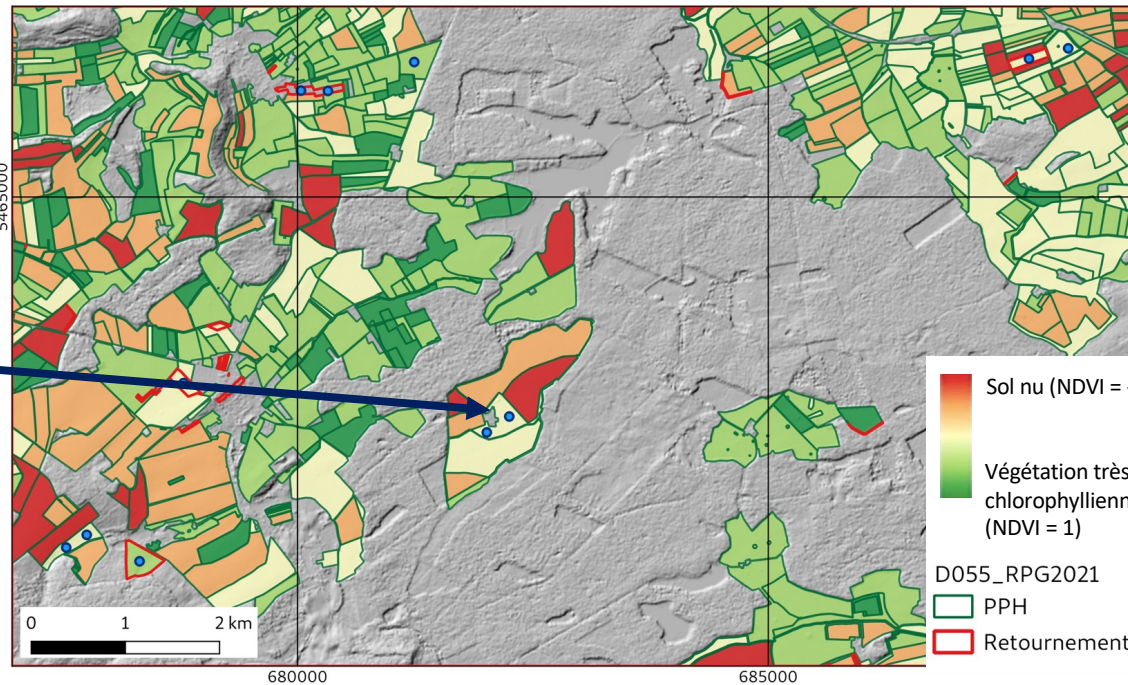
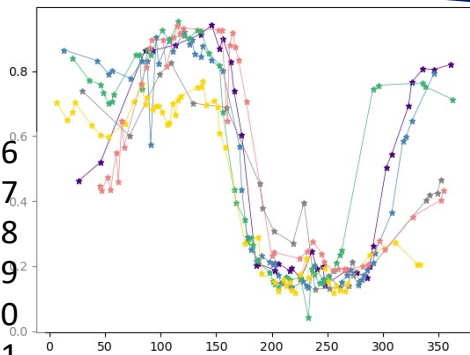
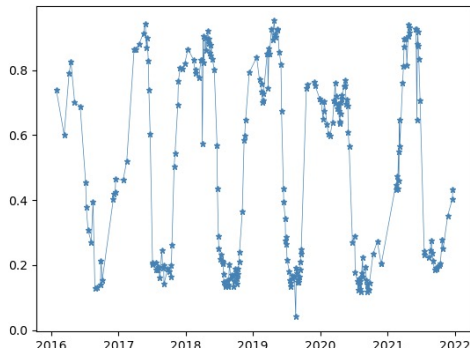
 Retournements 18-19



## Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG / détection des retournements

juillet 2018

Prairie non-retournée



- Sol nu (NDVI = -1)
- Végétation très chlorophyllienne (NDVI = 1)
- D055\_RPG2021
- PPH
- Retournements 18-19

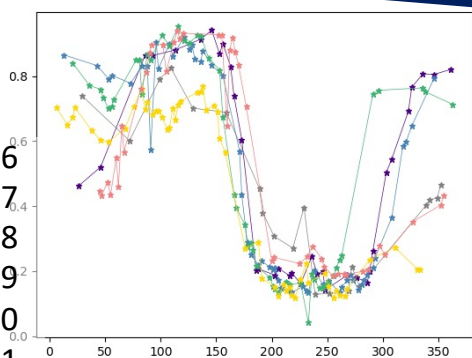
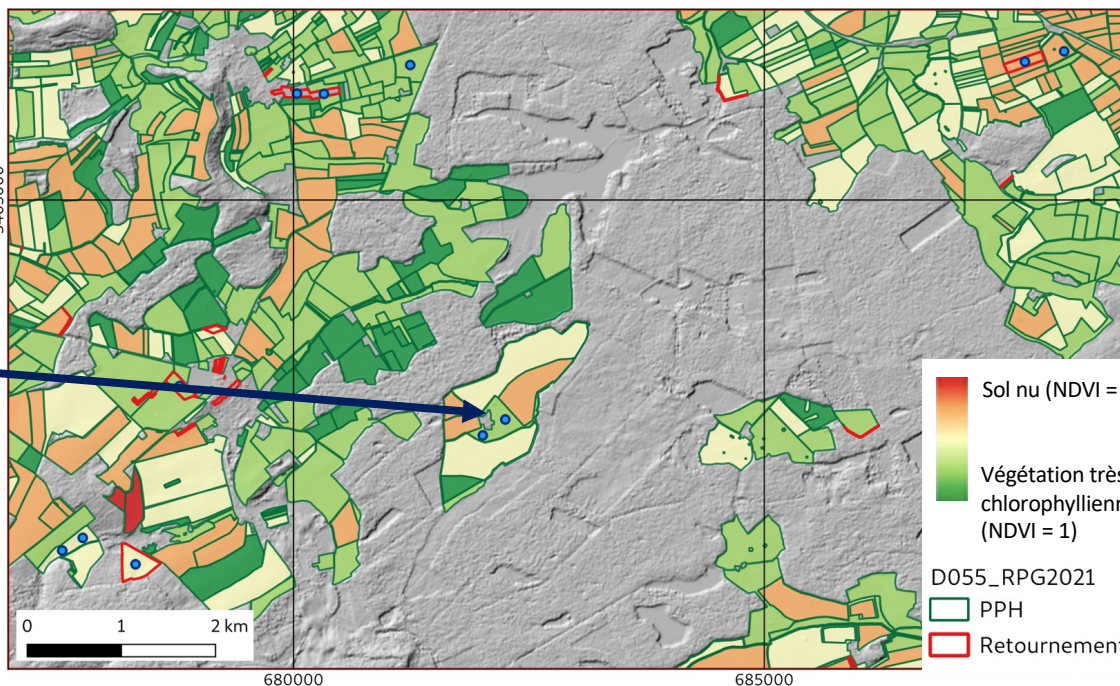
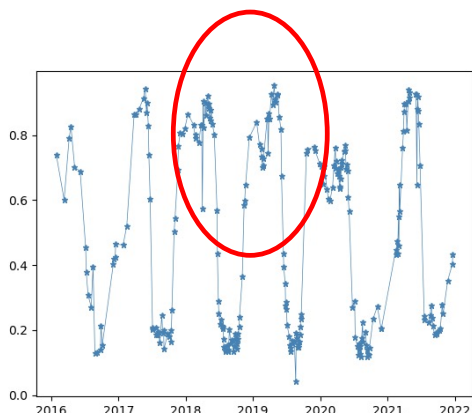




**Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG / détection des retournements**

juillet 2019

Prairie non-retournée



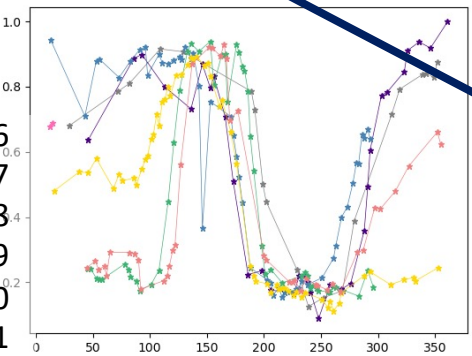
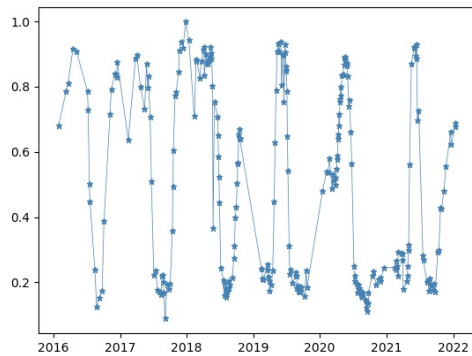
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022



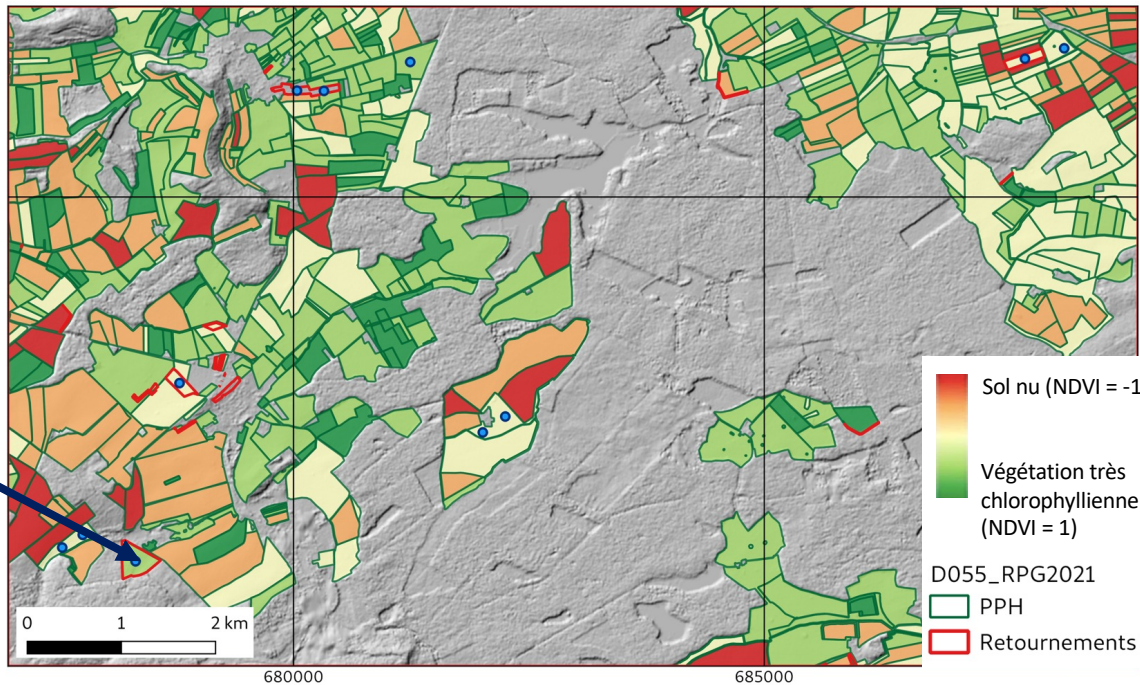
**Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG / détection des retournements**

juillet 2018

Prairie retournée entre 2018 et 2019

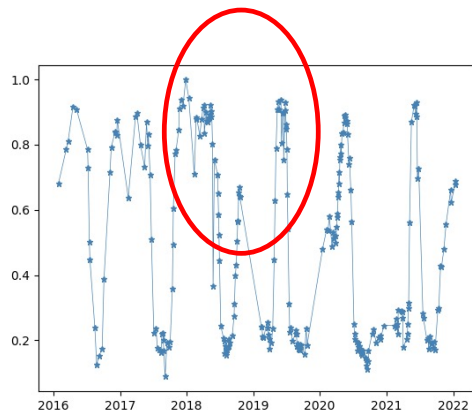


- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022

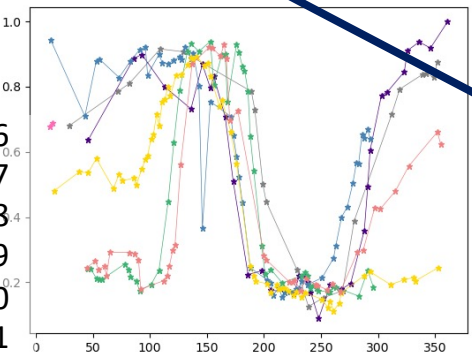
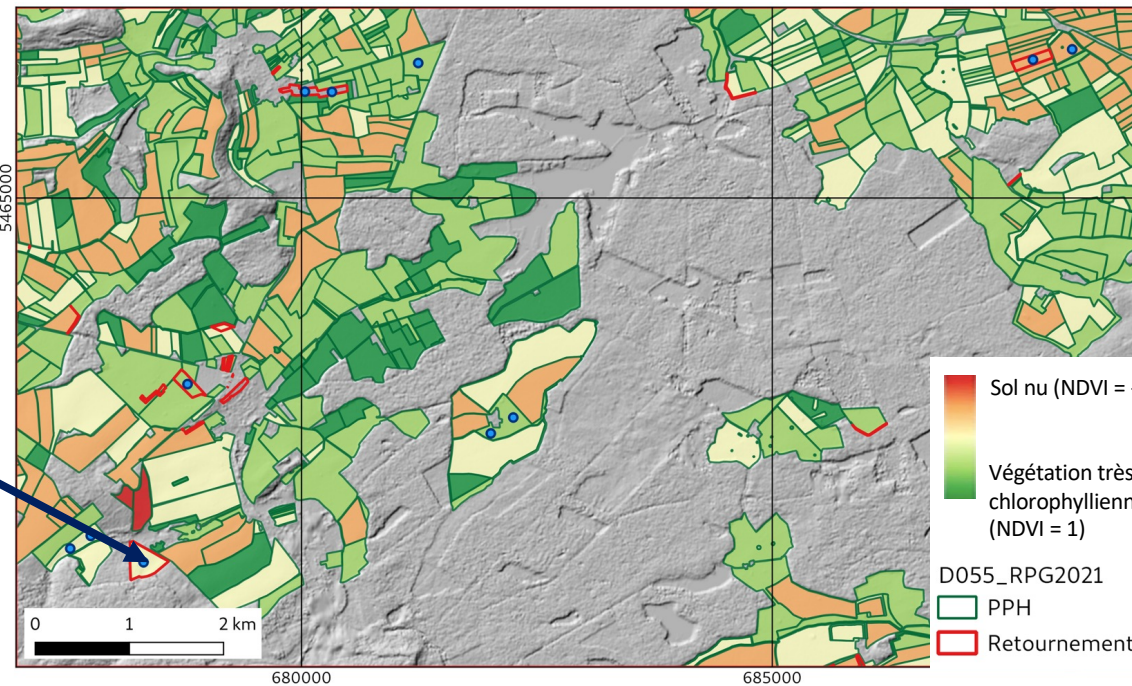


**Série temporelle du NDVI sur parcelles RPG / détection des retournements**

juillet 2019



Prairie retournée entre 2018 et 2019



- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022



## Service de production à la demande d'indicateurs

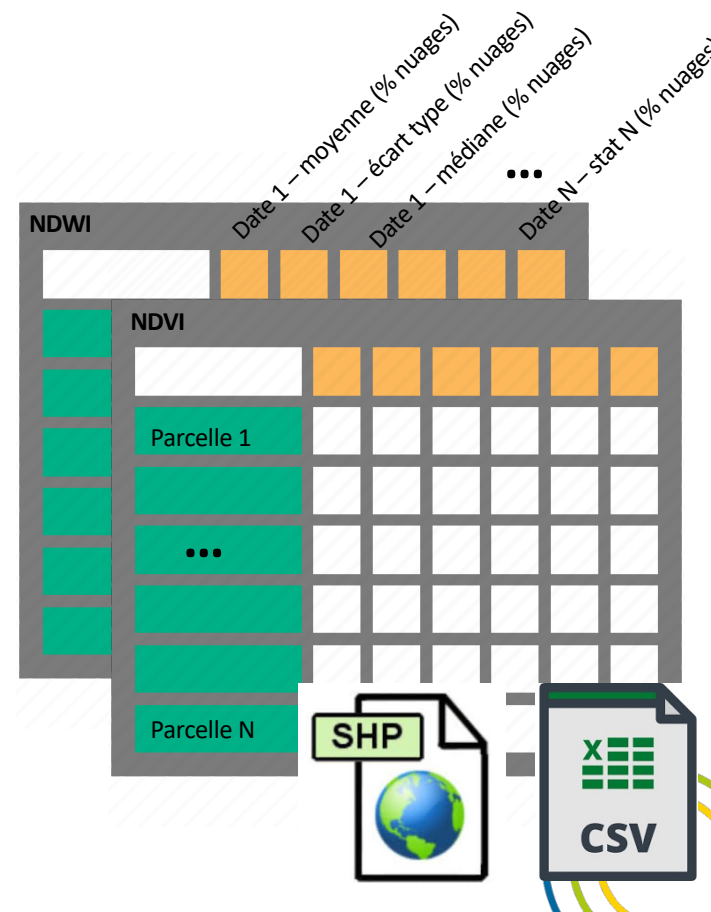
### Identification de porteurs de projet

- shapefile avec parcelles
- intervalle de temps entre 2018 et 2023



Data Processing

Optimisé en temps de calcul  
Efficient en énergie et bilan carbone  
Pas de stockage des produits (mieux vaut recalculer)



### Envoi d'un lien FTP pour le téléchargement des résultats

- shapefile avec parcelles
- CSV (statistiques + % nuages)
- .xml de métadonnées selon format GE

# Merci de votre attention



Contact : [plateforme-a2s@unistra.fr](mailto:plateforme-a2s@unistra.fr)  
[a2s-earthobservation.eu](http://a2s-earthobservation.eu)



Travaux réalisés dans le cadre de LIVE-A2S avec les contributions de : A. Puissant – PR LIVE-A2S/Unistra, A. Déprez – IR A2S, CNRS, Unistra, D. Michéa – IR A2S, Unistra

