



➤ Apport de la télédétection satellitaire dans la construction d'indicateurs forestiers : Application à la gestion de l'équilibre sylvo-cynégétique

Journée de restitution du projet RSEOM
le 13 septembre 2022 – Florac-Trois-Rivières

Jean-Pierre Hamard

INRAE, UR Ecosystèmes Forestiers
Domaine des Barres
45290 Nogent-sur-Vernisson



« Recherche et suivi de l'équilibre entre les ongulés sauvages et les forêts anciennes / milieux ouverts herbacés » (RSEOM)

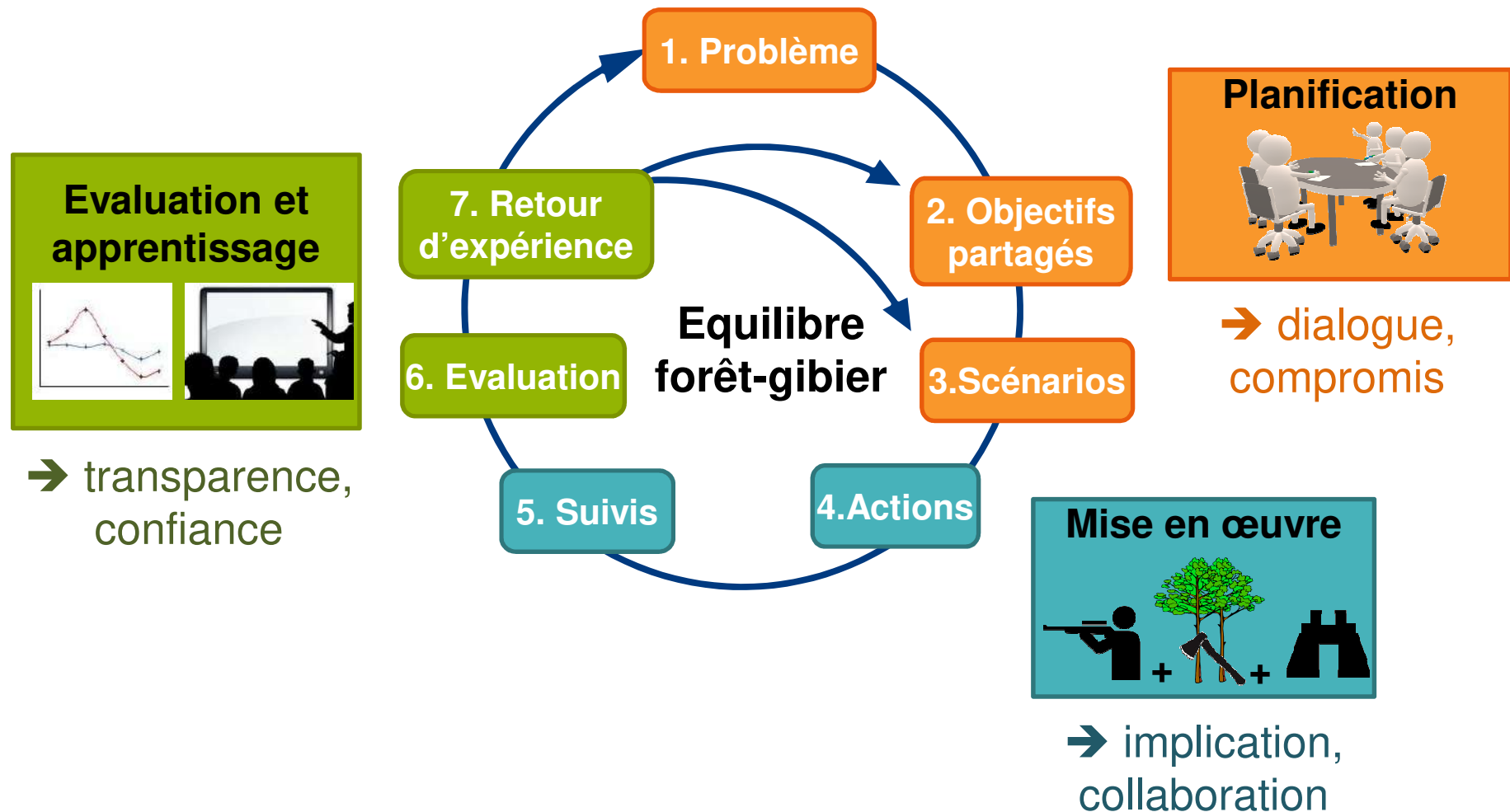
2

Les objectifs de l'étude :

- Tester l'applicabilité de la méthode développée par EFNO en région Centre-Val de Loire (projet ReForest) à l'échelle des territoires du Parc national des Cévennes et du PNR de l'Aubrac
- Enrichir l'approche méthodologique de télédétection optique (Sentinel-2) par utilisation et analyse d'images Radar (Sentinel-1)
- Proposer des indicateurs liés à l'identification et à la quantification de peuplements forestiers potentiellement dégradables par les cervidés
- Produire des cartographies des peuplements sensibles à l'abrutissement en vue d'analyses synchroniques et diachroniques à l'échelle de l'EP PNC et du PNR Aubrac

Le fil rouge de la démarche :

⇒ Alimenter les réflexions menées dans le cadre d'une promotion de la gestion adaptative de l'équilibre sylvo-cynégétique (ESC)



Quelques constats en termes de suivi de l'équilibre sylvo-cynégétique (ESC) ⁴

- Prééminence de l'analyse des données du plan de chasse pour gérer les populations de cervidés
- Partialité des parties prenantes
- Indicateurs de Changement Écologique (ICE) = approches pertinentes, mais qui ne couvrent pas le champs d'investigation des indicateurs sylvicoles, en particulier l'impact des cervidés sur le renouvellement des essences "objectif"
- Outils de suivi ou de diagnostic sylvicole existants pas adaptés aux suivis diachroniques des effets ou de l'impact des cervidés, et qui ne répondent pas à toutes les pratiques sylvicoles en usage

 **Lacunes sur le volet « sylvicole » préjudiciables à l'appréciation de l'ESC et à la pertinence des constats formulés**

« Recherche et suivi de l'équilibre entre les ongulés sauvages et les forêts anciennes / milieux ouverts herbacés » (RSEOM)

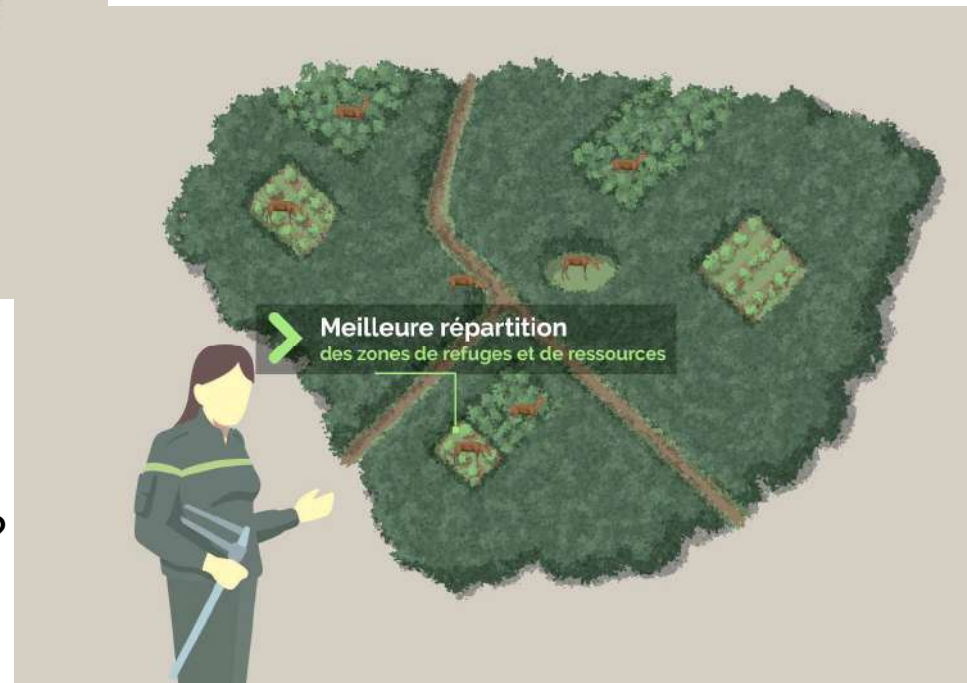
5



Quelle est la dynamique de renouvellement de la forêt ?

Où se situent annuellement les zones de renouvellement ?

Quelles en sont leurs caractéristiques ?



Identification des peuplements forestiers sensibles à la pression des cervidés⁶

- Les inventaires et les cartographies des peuplements forestiers en cours de renouvellement s'appuient, jusqu'à présent, sur la réalisation d'enquêtes
- Ces démarches sont imprécises, non exhaustives et onéreuses, donc difficilement reproductibles et, par ailleurs, rapidement obsolètes
- Intérêt de la détection et de la cartographie des coupes rases par télédétection satellitaire (Ose & Deshayes, 2015 ; Ose & Cresson, 2019)

⇒ **Élargir le domaine de détection de la méthode "coupe rase"**
<https://coupesrases.irstea.fr/>)

⇒ **Proposer des indicateurs sylvicoles associés à des cartographiques**
pour apprécier le degré de sensibilité de la forêt au risque de dommages



Mise à profit de la télédétection satellitaire pour combler les manques relatifs à l'évaluation spatiale et temporelle des peuplements forestiers en cours de renouvellement

« Recherche et suivi de l'équilibre entre les ongulés sauvages et les forêts anciennes / milieux ouverts herbacés » (RSEOM)

7

Echéancier de l'étude :

Actions	2019				2020				2021				2022			
Acquisition d'images satellitaires "optique" (S2)				images 2017-2019			images 2020				images 2021				images 2022	
Analyse des images "optique" (S2)							2017, 2018, 2019 et 2020				2021				2022	
Identification et sélection des sites de validation des détections																
Collecte et traitement de l'historique sylvicole des sites de validation																
Mise en oeuvre des contrôles de terrain																
Analyses des images satellitaires "radar" (S1)																
Définition d'indicateurs sylvicoles																
Production des livrables Restitution																



PNRA : Noémie GONTARD / Master 2 - BEEGE - UGA
EP-PNC : Julie BRACONNIER DE OLIVERA / AgroParisTech Nancy - FIF
INRAE : Romain DOUS / Master 2 - Géoïdes - UGA
INRAE : Romain DOUS / CDD IE en géomatique et télédétection

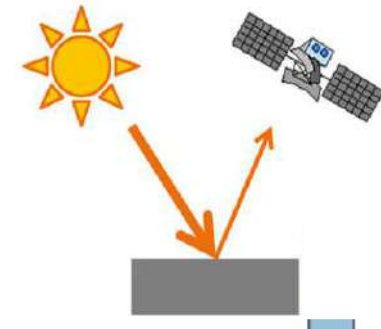
Les méthodes d'investigation déployées dans le cadre du projet RSEOM

Analyses d'images satellitaires « optique » (Sentinel-2*)

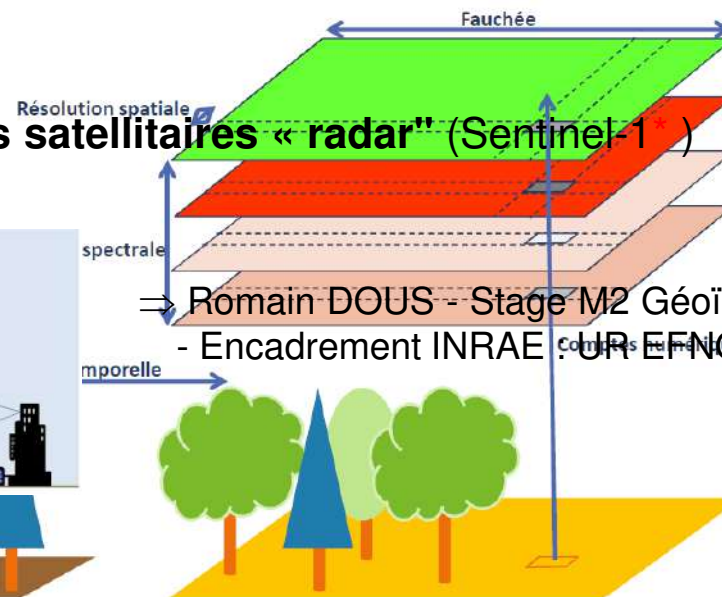
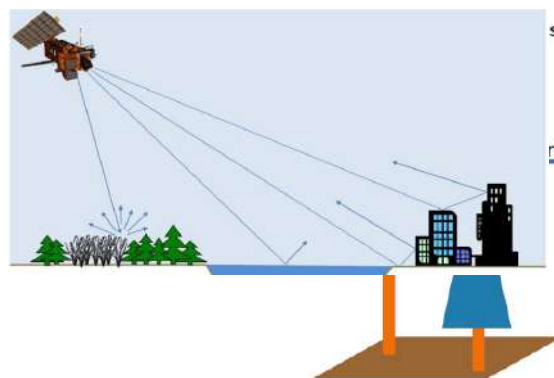
Un approche fondée sur la mesure de la **réflectance** de la végétation (énergie réfléchi / énergie solaire incidente)

⇒ Evaluation des variations d'activités chlorophylliennes de la forêt

⇒ Utilisation d'indices spectraux mesurés à différentes périodes



Analyses d'images satellitaires « radar » (Sentinel-1*)



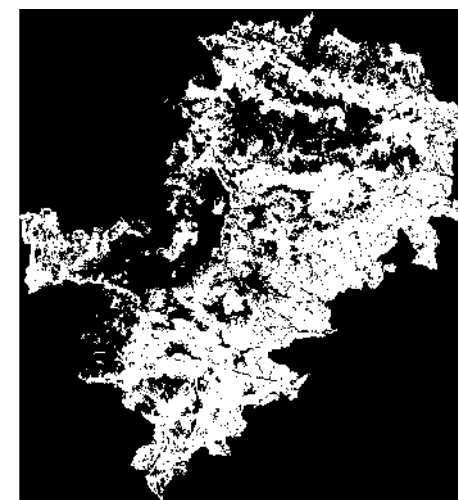
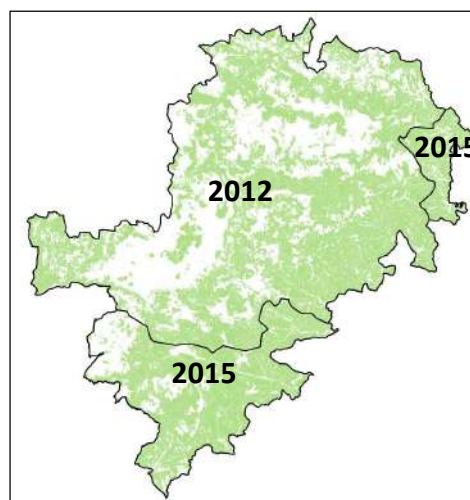
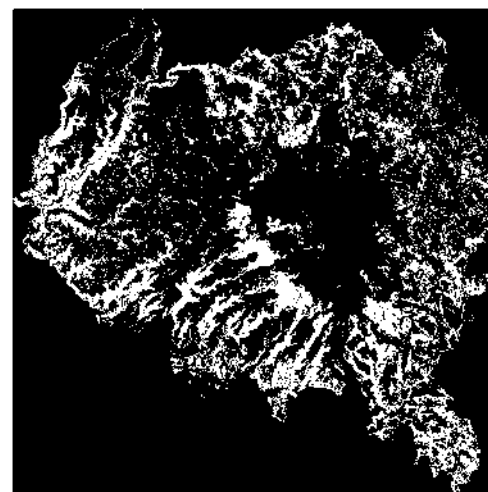
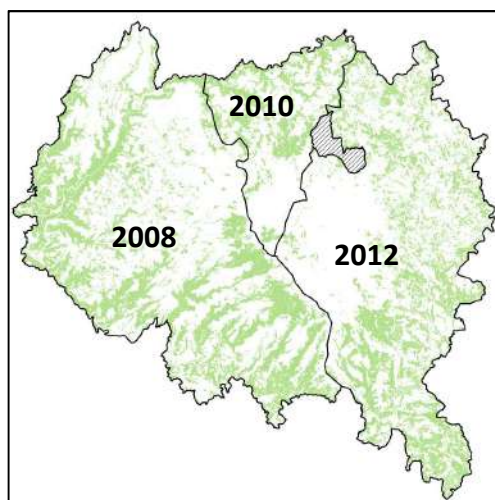
⇒ Romain DOUS - Stage M2 Géoïdes (UGA) puis CDD de 5 mois
- Encadrement INRAE : UR EFNO & UMR TETIS

* Satellites rattachés au programme **Copernicus** piloté par l'**Agence spatiale européenne** (ESA)

Création d'un masque « forêt » étalonné à l'emprise spatiale des 2 parcs

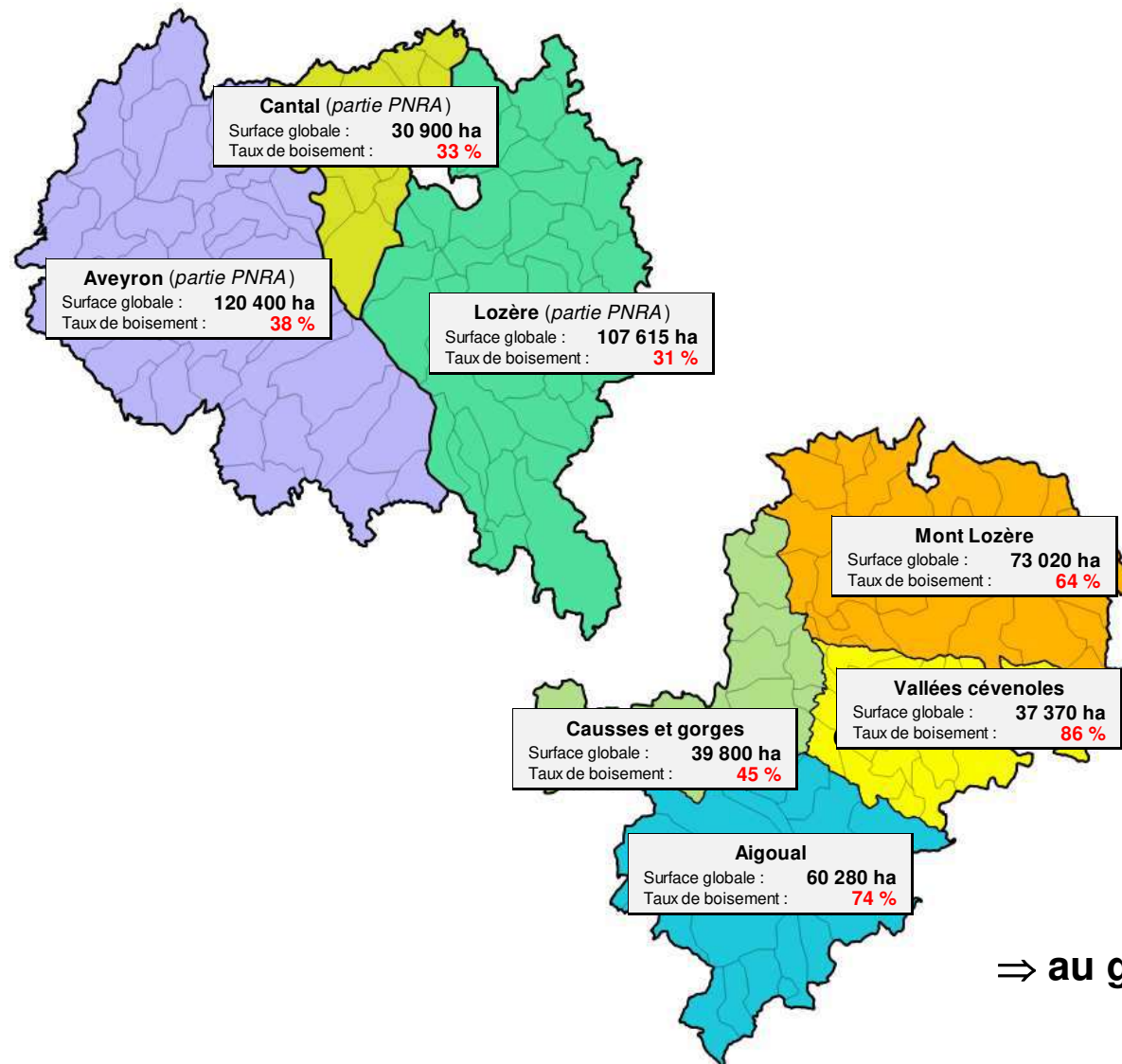
9

⇒ Recours à la BD Forêt ® version 2 de l'IGN



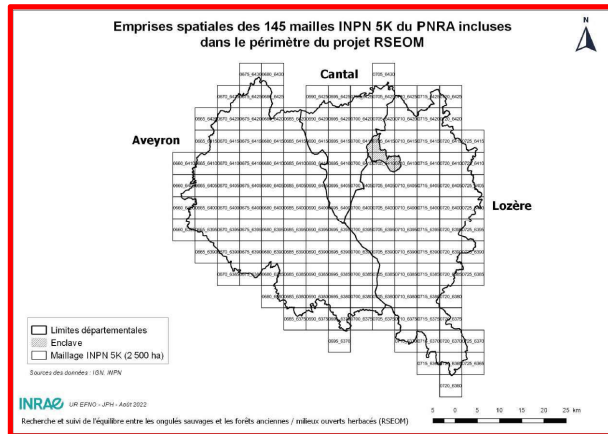
Données étalées entre 2008 et 2015

Unités spatiales de gestion des populations de Cerf

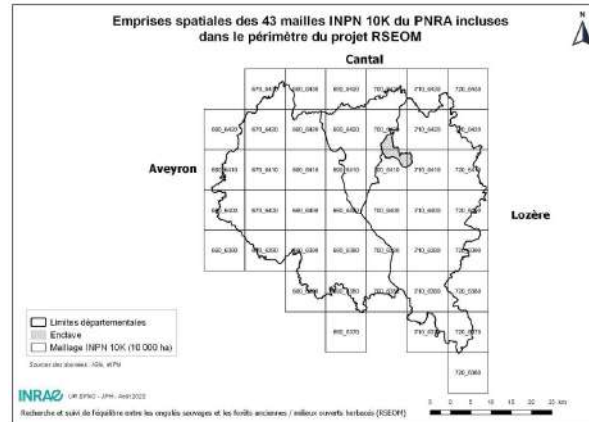


⇒ au global 7 entités spatiales

Définition d'unités d'analyse spatiale complémentaires



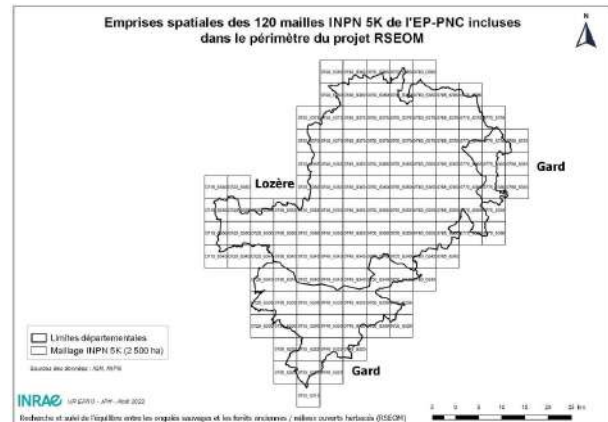
145 mailles INPN 5K



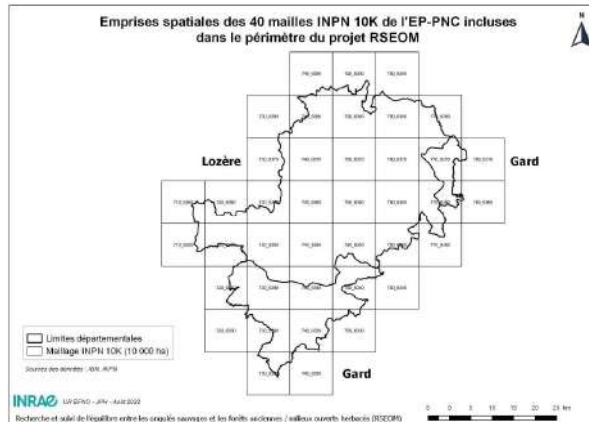
43 mailles INPN 10K



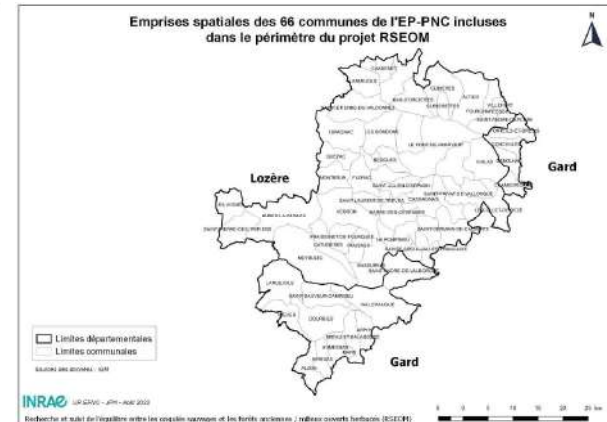
92 communes



120 mailles INPN 5K

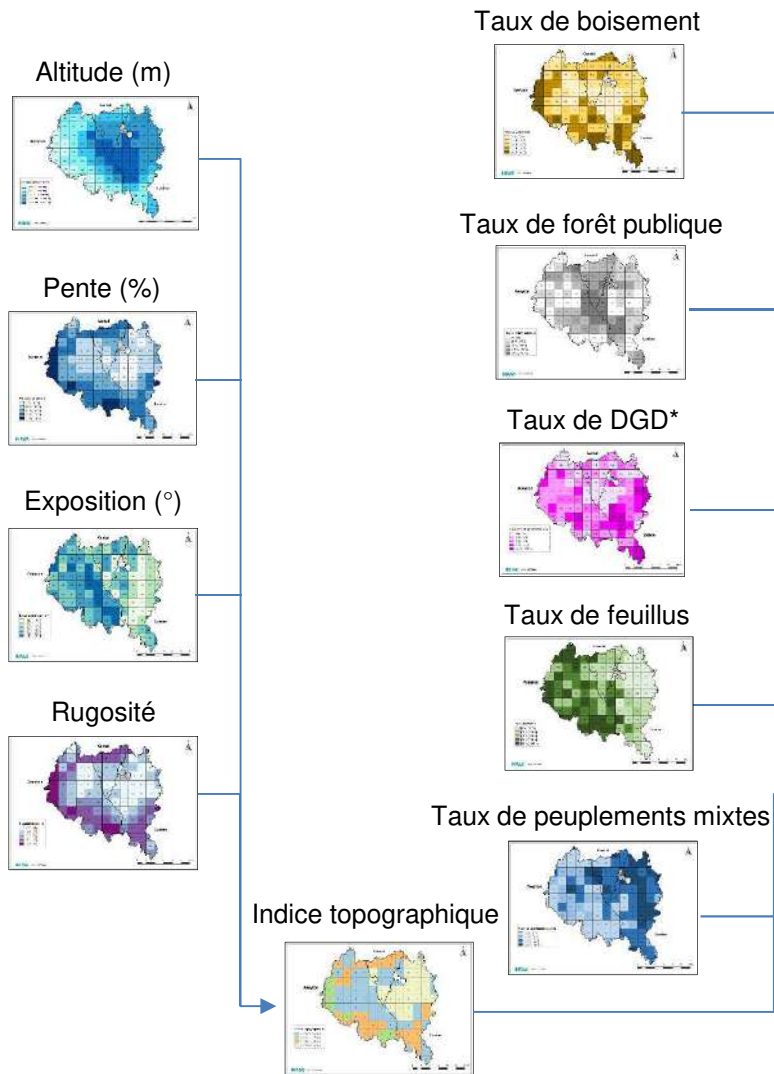


40 mailles INPN 10K



66 communes

Classification des unités d'analyse spatiale (eg. des 145 mailles INPN 5K du PNRA)



Variables topographiques de la surface du sol :

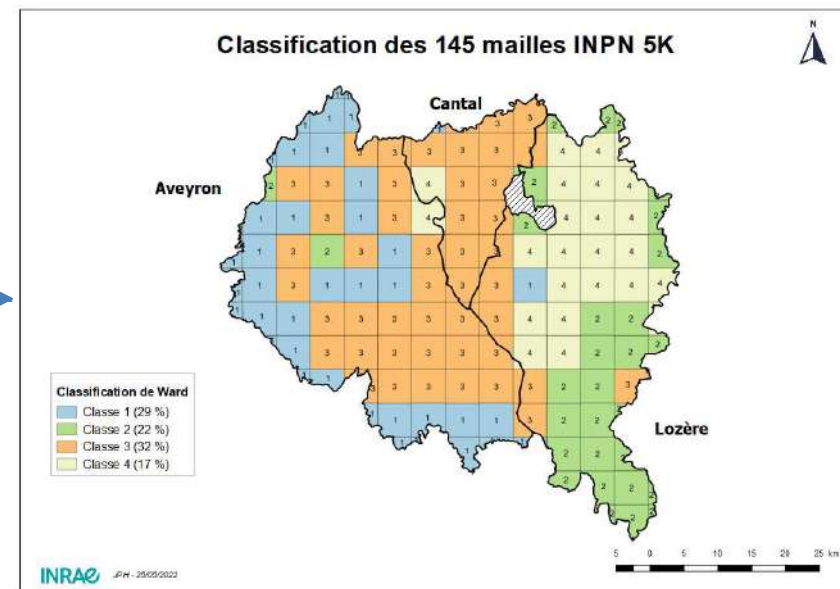
- Altitude (m)
- Pente (%)
- Exposition (°)
- Rugosité

Variables forestières :

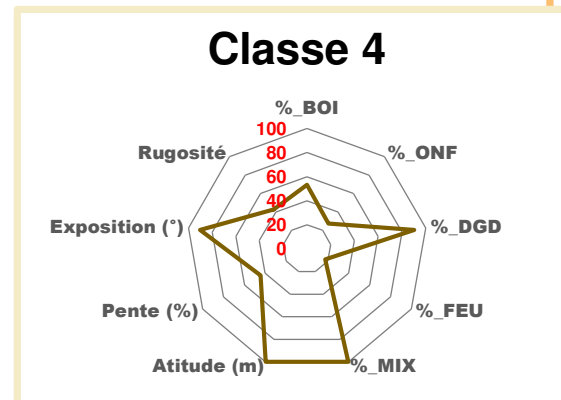
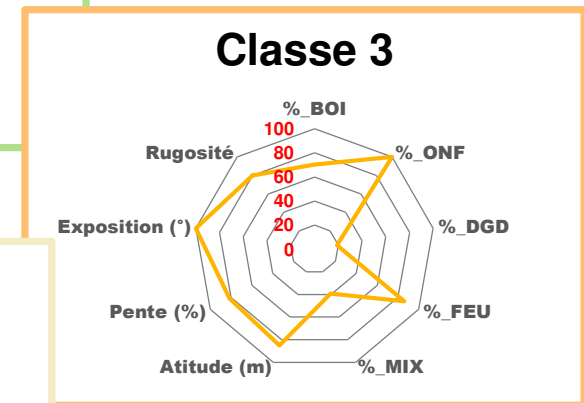
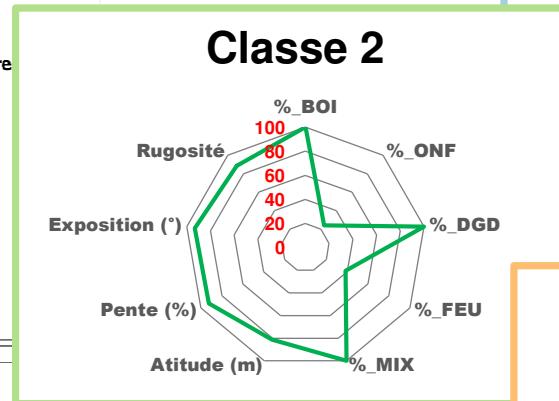
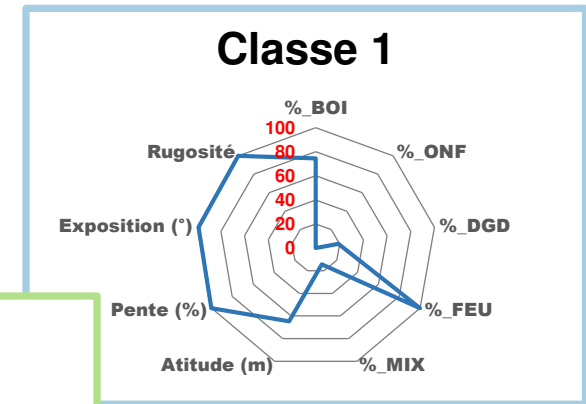
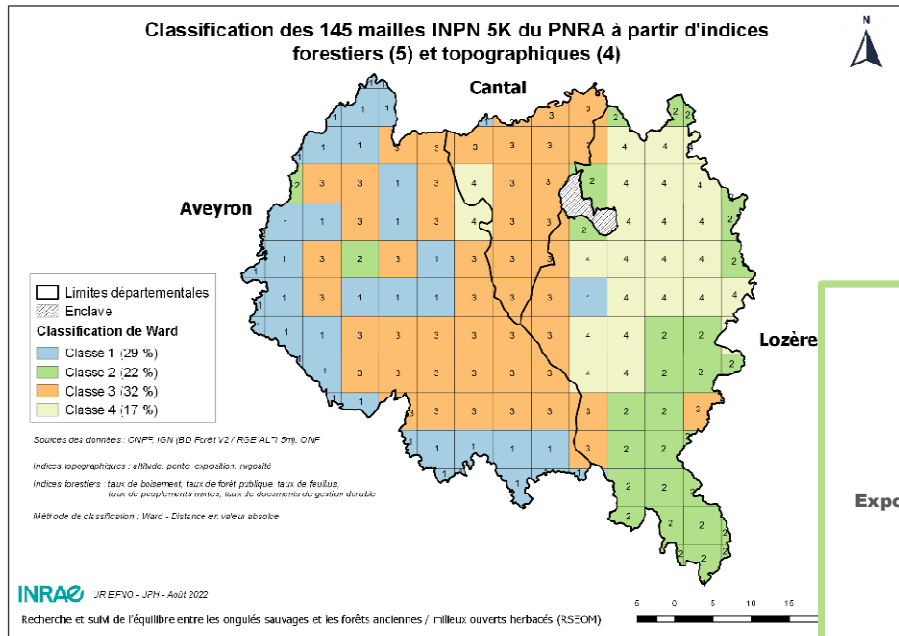
- Taux de surface boisée
- Taux de surface forestière publique
- Taux de surface de forêt privée dotée d'un DGD*
- Taux de surface de feuillus
- Taux de surface de peuplements mixtes

Sources des données : CNPF, IGN (BD Forêt® V2, RGE ALTI® 5m) ONF

* DGD : Document de gestion durable

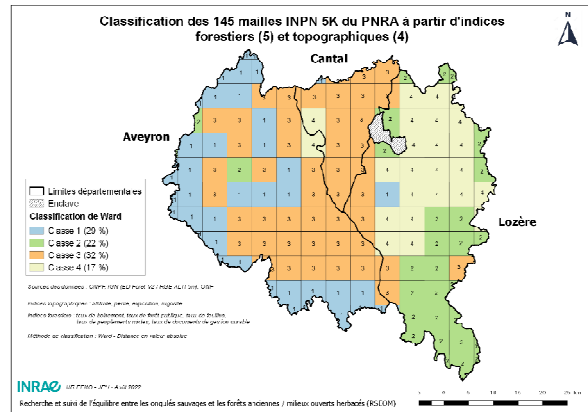


Classifications des d'unités d'analyse spatiale (eg. des 145 mailles INPN 5K du PNRA)

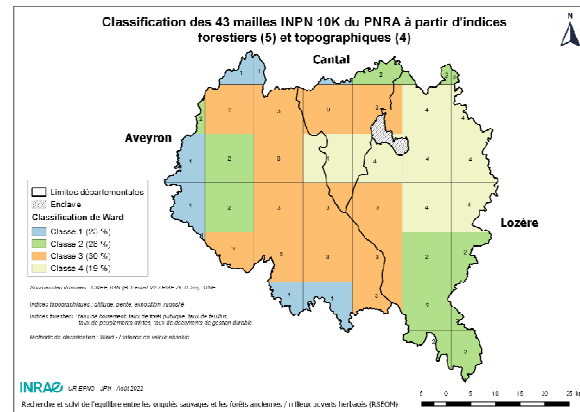


%_BOI : Taux de surface boisée
%_ONF : Taux de surface forestière publique
%_DGD : Taux de surface de forêt privée soumise à un DGD
%_FEU : Taux de surface de feuillus
%_MIX : Taux de surface de peuplements mixtes

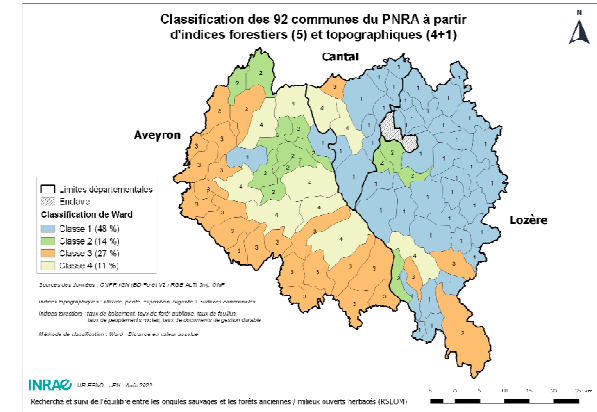
Synthèse des classifications des d'unités d'analyse spatiale



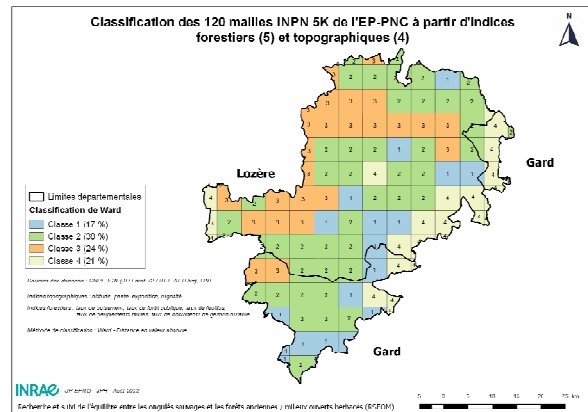
145 mailles INPN 5K



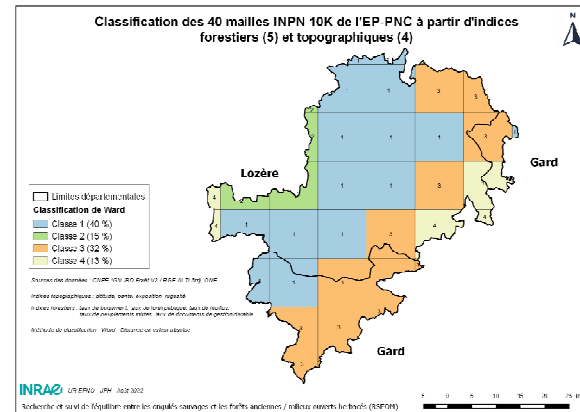
43 mailles INPN 10K



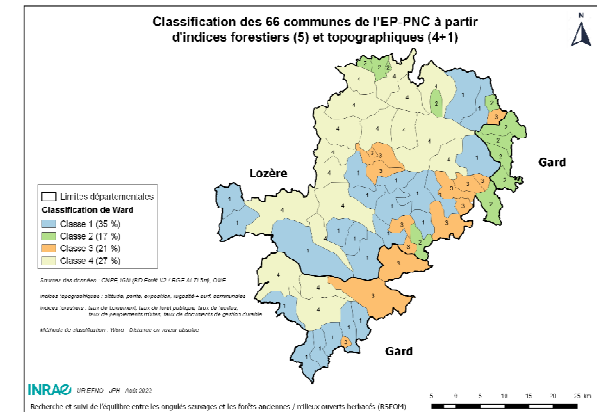
92 communes



120 mailles INPN 5K



40 mailles INPN 10K



66 communes

Indices de végétation calculés à partir des données satellitaires Sentinel-2

Deux indices spectraux retenus :

- Le **NDVI** = indice de végétation par différence normalisée

Calculé à partir des bandes spectrales "Rouge" et "Proche Infra-Rouge" à la résolution de 10 m

- Le **NDII** = indice infra-rouge par différence normalisée

Calculé à partir des bandes spectrales "Proche Infra-Rouge" et "Moyen Infra-Rouge" à la résolution de 10 m

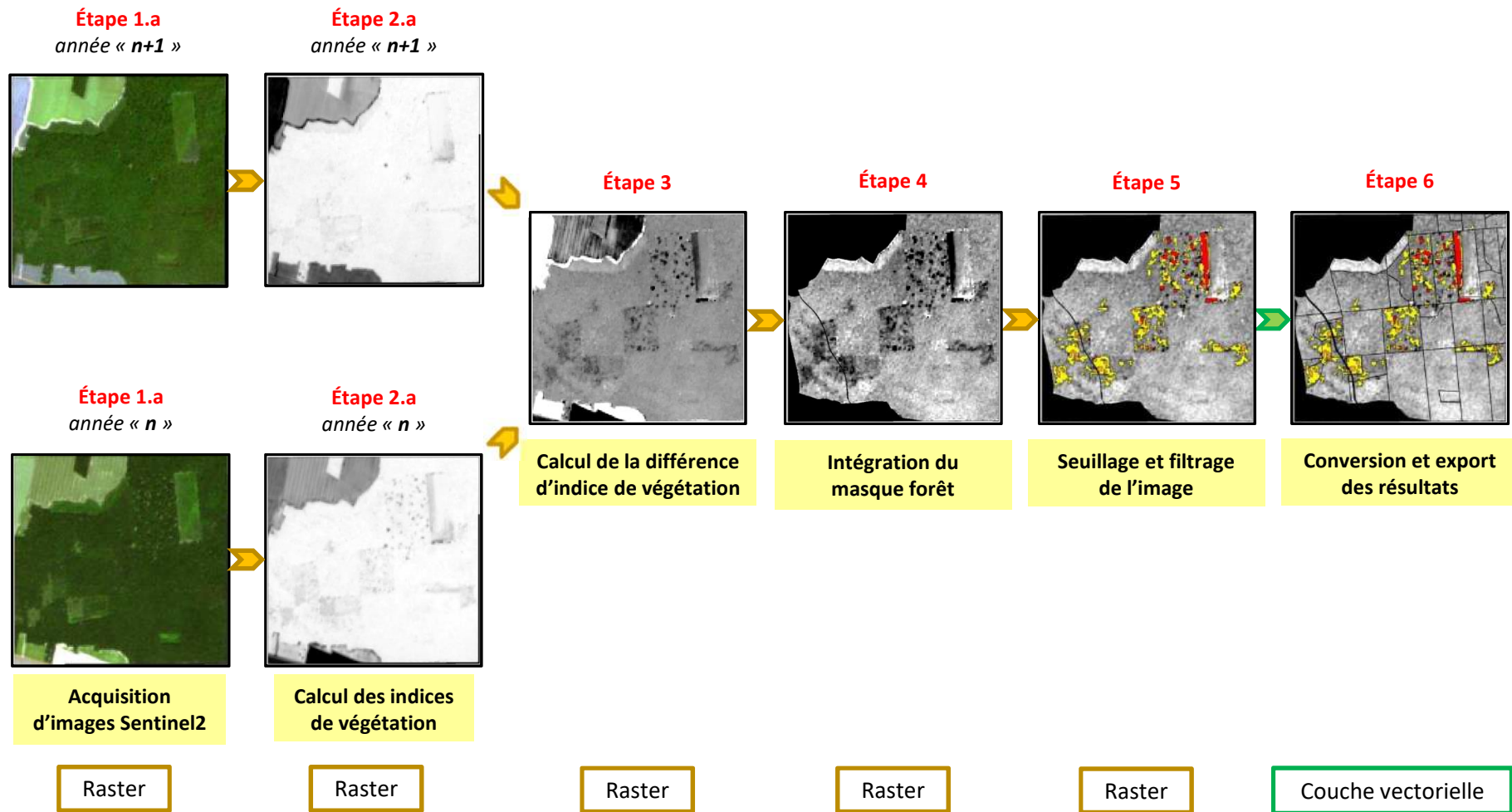
⇒ Indices normalisés (plage de variation [-1 ; 1])

⇒ Indices adaptés au suivi de l'activité chlorophyllienne de la végétation

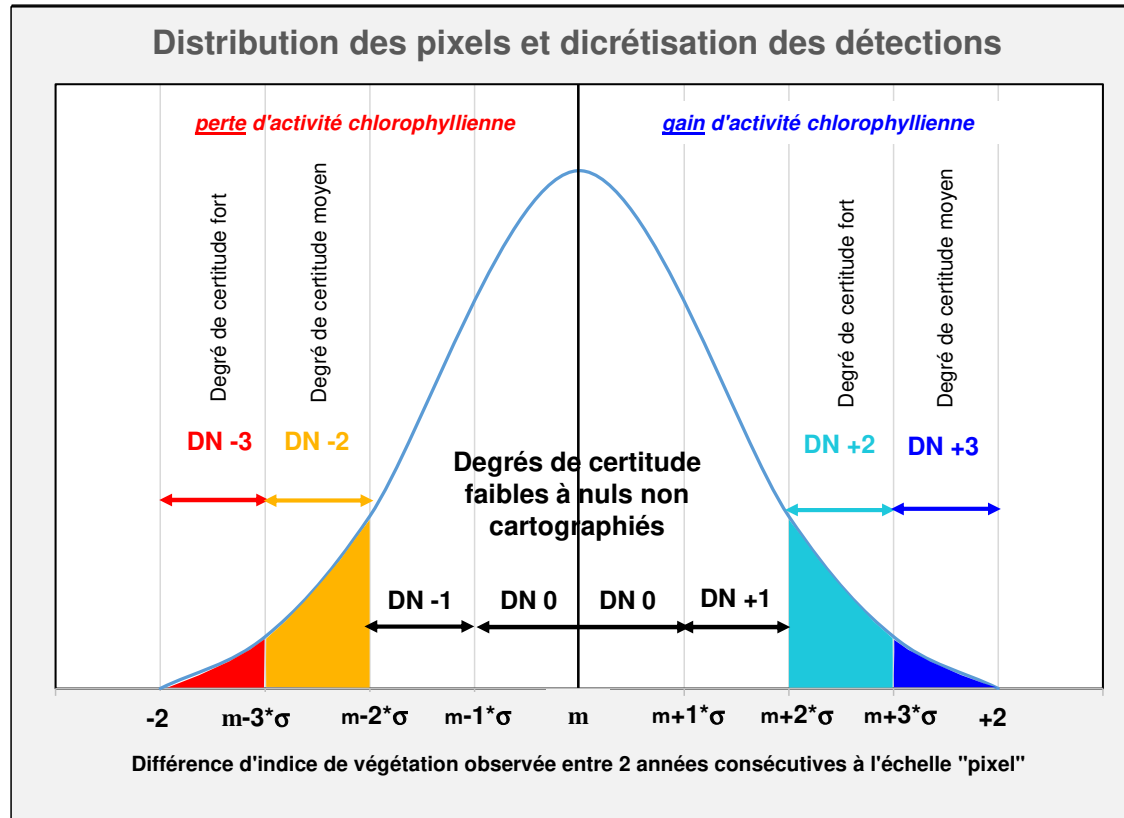
⇒ NDVI et NDII : 2 indices aux réponses complémentaires

Changements d'états de la forêt : une approche en 6 étapes

Principe d'analyse pour une période "x" (année "n" - année "n+1") :



Seuillage des différences indiciaires observées par période

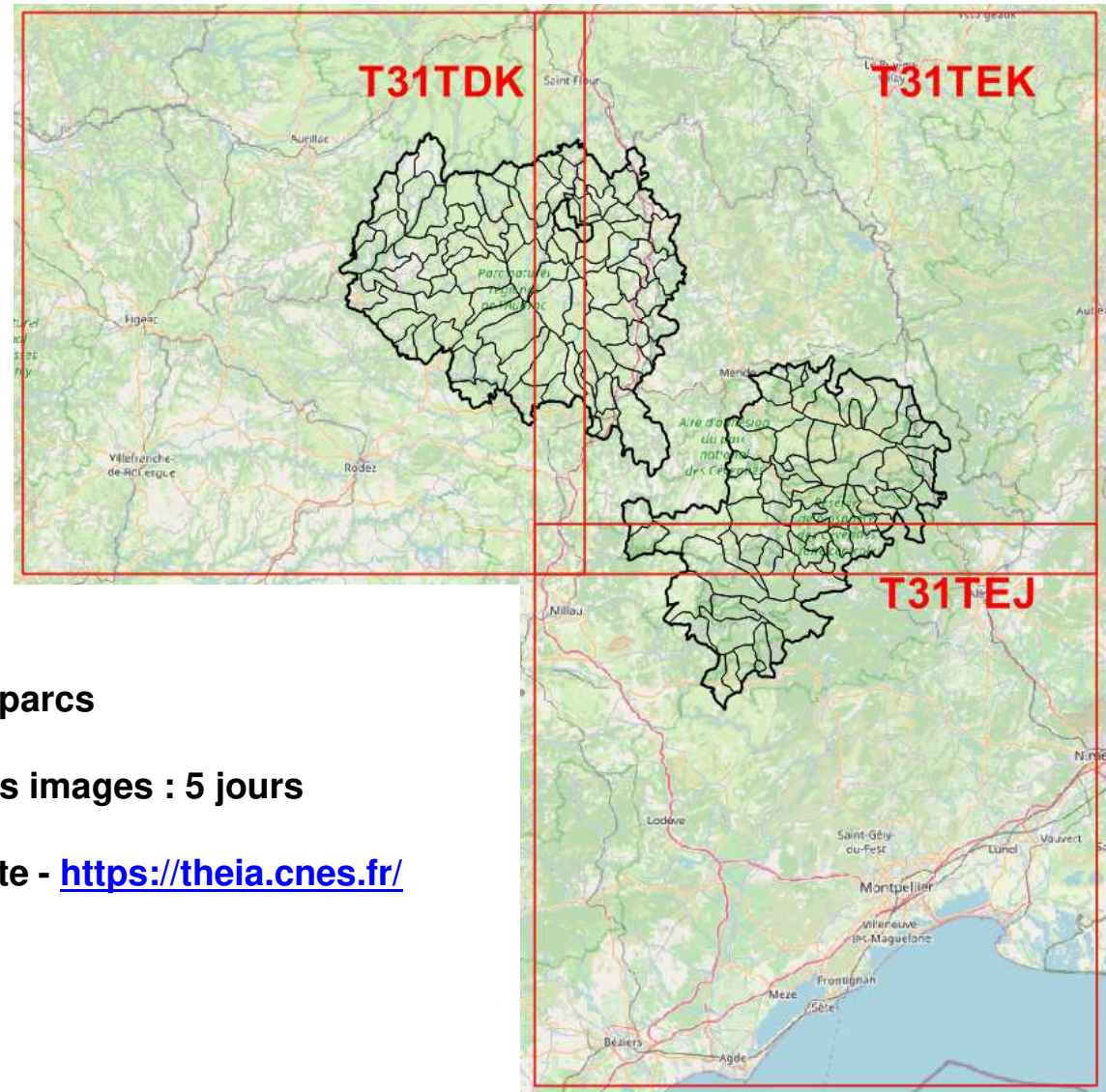


Seuillage en 7 classes :

- DN = -3** : $-2 \leq \Delta_{\text{Indice}} < (m-3\sigma)$
- DN = -2** : $(m-3\sigma) \leq \Delta_{\text{Indice}} < (m-2\sigma)$
- DN = -1** : $(m-2\sigma) \leq \Delta_{\text{Indice}} < (m-1\sigma)$
- DN = 0** : $(m-1\sigma) \leq \Delta_{\text{Indice}} \leq (m+1\sigma)$
- DN = +1** : $(m+1\sigma) < \Delta_{\text{Indice}} \leq (m+2\sigma)$
- DN = +2** : $(m+2\sigma) < \Delta_{\text{Indice}} \leq (m+3\sigma)$
- DN = +3** : $(m+3\sigma) < \Delta_{\text{Indice}} \leq +2$

Degré de certitude fort
Degré de certitude moyen
Degré de certitude faible
Degré de certitude nul
Degré de certitude faible
Degré de certitude moyen
Degré de certitude fort

Sélection et acquisition des images Sentinel-2



3 tuiles pour couvrir l'emprise des 2 parcs

Fréquence théorique d'acquisition des images : 5 jours

Plateforme de téléchargement Muscate - <https://theia.cnes.fr/>

Sélection et dates d'acquisition des images Sentinel-2

5 périodes étudiées :

- **P1** : 2017-2018
- **P2** : 2018-2019
- **P3** : 2019-2020
- **P4** : 2020-2021
- **P5** : 2021-2022

Années	Parc naturel régional de l'Aubrac	
	T31TDK	T31TEK
2017	07 juillet / Nuage : 0 %	07 juillet / Nuage : 0 %
2018	25 juin / Nuage : 0 %	27 juin (nord) / Nuage : 0 %
		27 juin (sud) / Nuage : 0 %
2019	27 juin / Nuage : 0 %	27 juin / Nuage : 0 %
2020	27 juin / Nuage : 1 %	21 juin / Nuage : 9 %
		24 juin / Nuage : 18 %
		26 juin / Nuage : 30 %
2021	11 juillet / Nuage : 0 %	11 juillet / Nuage : 1 %
2022	11 juillet / Nuage : 0 %	11 juin / Nuage : 0 %

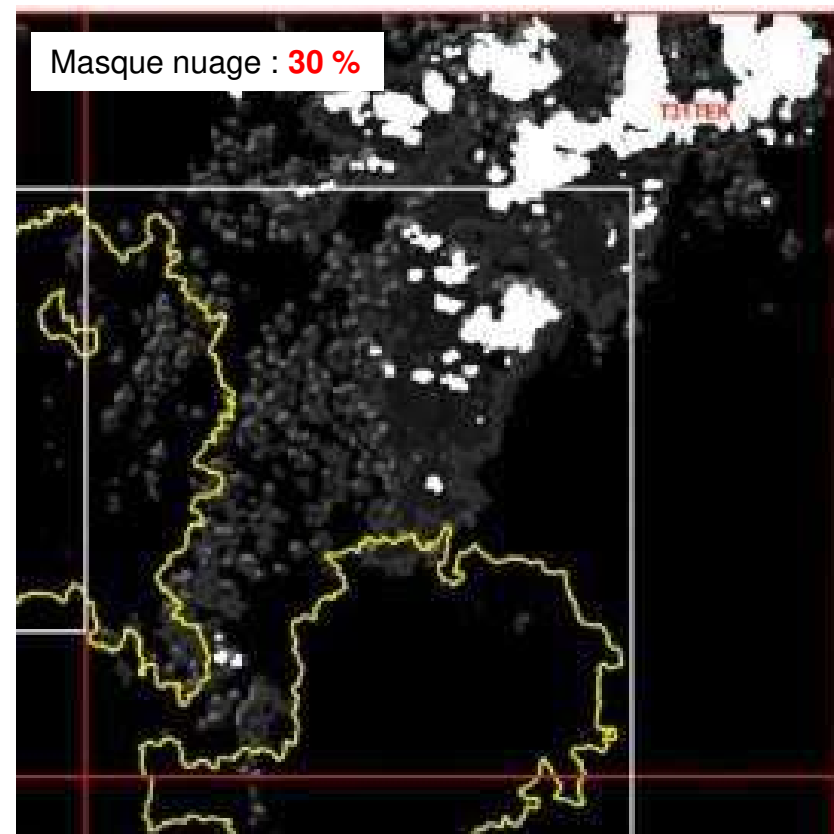
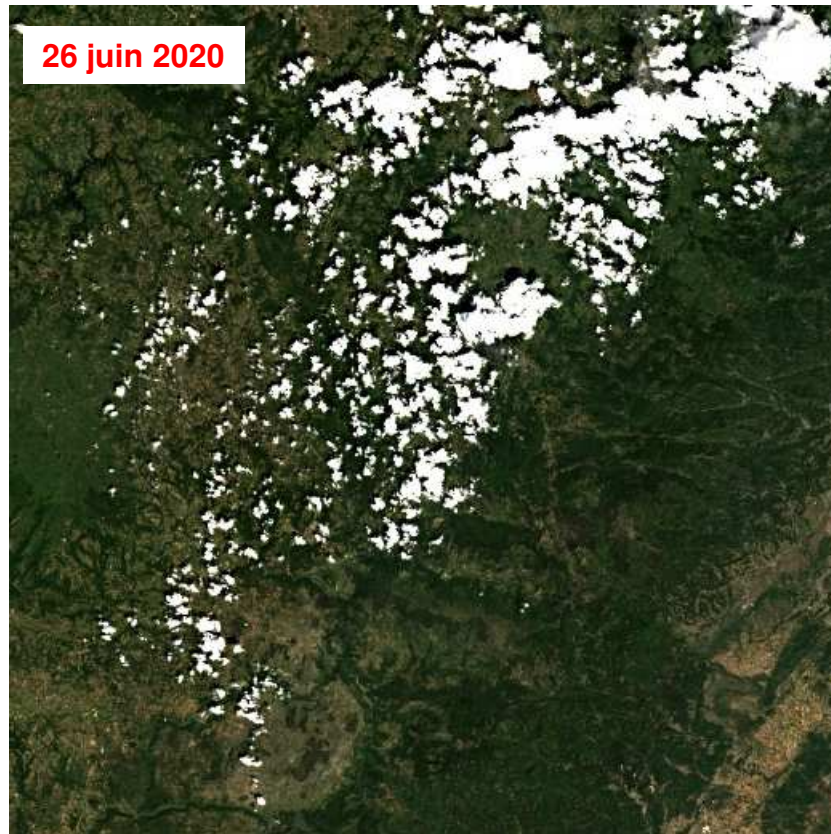
Années	Parc national des Cévennes	
	T31TEK	T31TEJ
2017	07 juillet / Nuage : 0 %	07 juillet / Nuage : 0 %
2018	27 juin (nord) / Nuage : 0 %	27 juin / Nuage : 0 %
	27 juin (sud) / Nuage : 0 %	
2019	27 juin / Nuage : 0 %	27 juin / Nuage : 0 %
2020	21 juin / Nuage : 9 %	26 juin / Nuage : 24 %
	26 juin / Nuage : 30 %	
2021	11 juillet / Nuage : 1 %	11 juillet / Nuage : 0 %
2022	11 juin / Nuage : 0 %	11 juillet / Nuage : 0 %

PNRA : 15 images analysées

EP PNC : 14 images analysées

Dates comprises entre le 11 juin et le 11 juillet

Sélection et acquisition des images Sentinel-2 (eg. image T31TEK du 26/06/2020)



⇒ La photographie reste exploitable sur l'emprise spatiale de l'EP-PNC

Mise en œuvre des contrôles de terrain (acquisition de la vérité terrain)

Assurer une vérification pertinente des détections satellitaires ; l'historique des interventions sylvicoles doit être connu avec précision

⇒ Sélection de territoires "pilotes" en accord avec leurs gestionnaires
(sélection sur la base des détections réalisées entre 2017 et 2020)

Acquérir en amont des vérifications, les éléments d'informations pour caractériser chacune des interventions sylvicoles réalisées sur les territoires "pilotes"

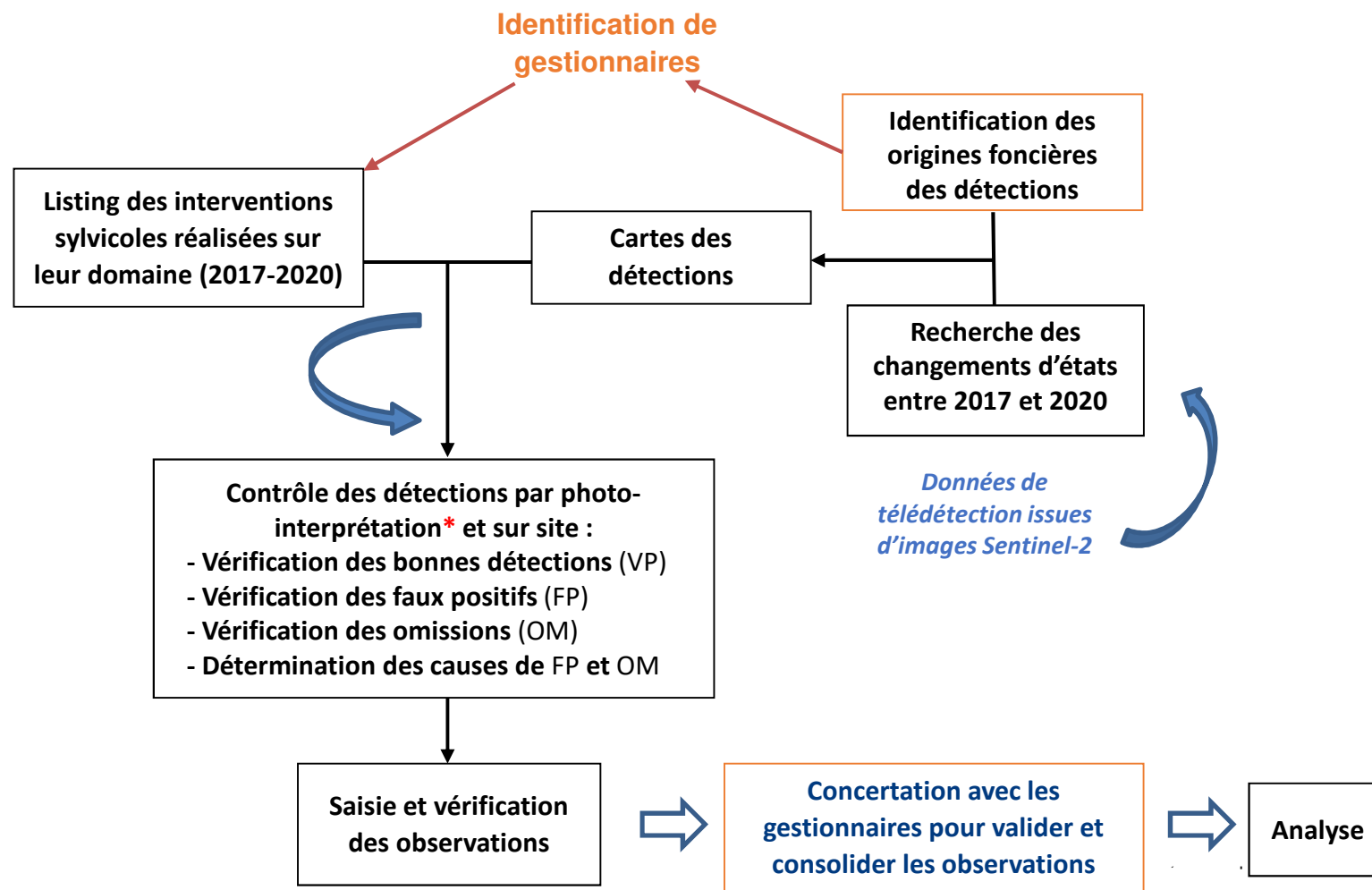
Mettre en œuvre un contrôle des détections sur les territoires pilotes (visites de terrain et photo-interprétation d'images spot 6/7)

⇒ Planification et encadrement de 2 stagiaires en 2021 :

EP PNC : Julie BRACONNIER DE OLIVERA / AgroParisTech Nancy - FIF

PNRA : Noémie GONTARD / Master 2 - BEEGE - UGA

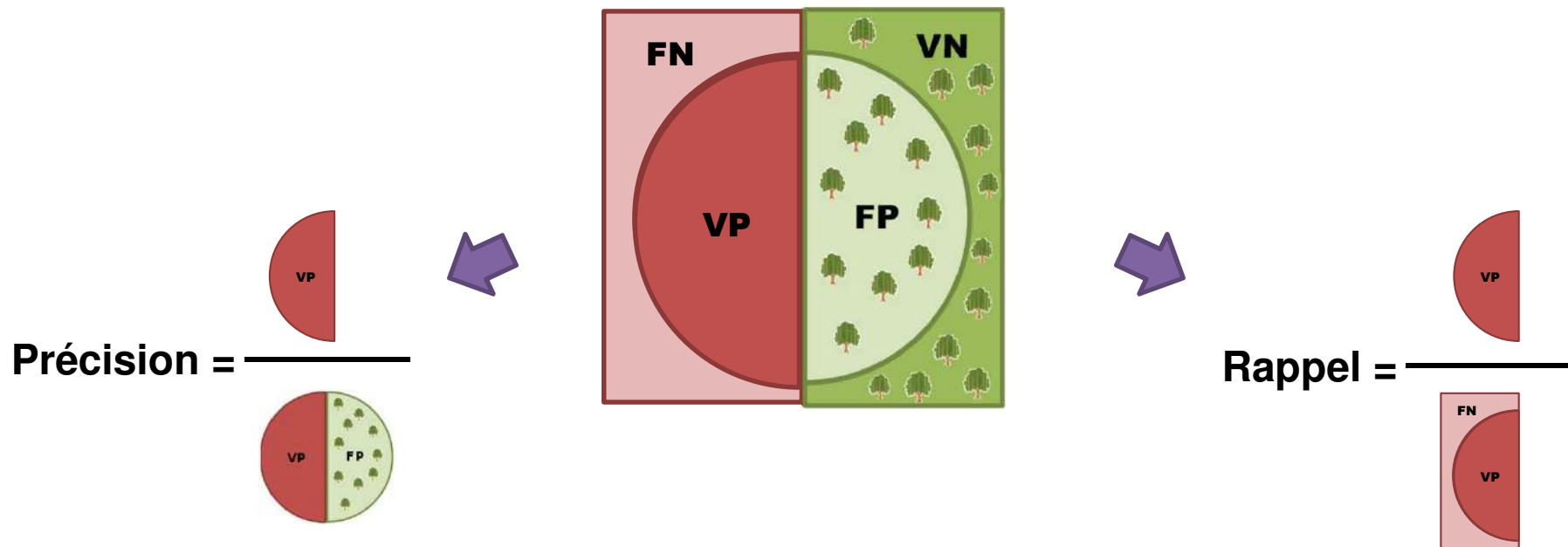
Mise en œuvre des contrôles de terrain (acquisition de la vérité terrain)



Principe de validation des détections satellitaires

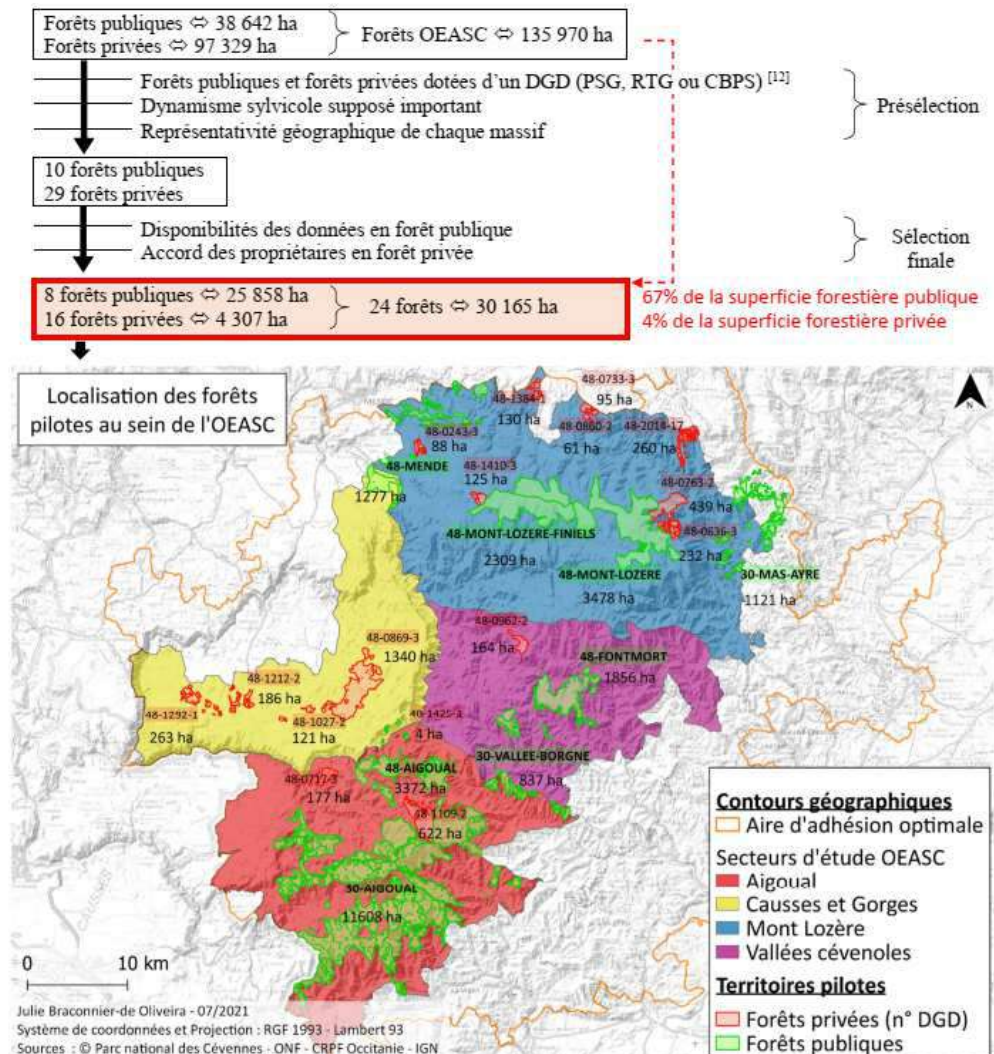
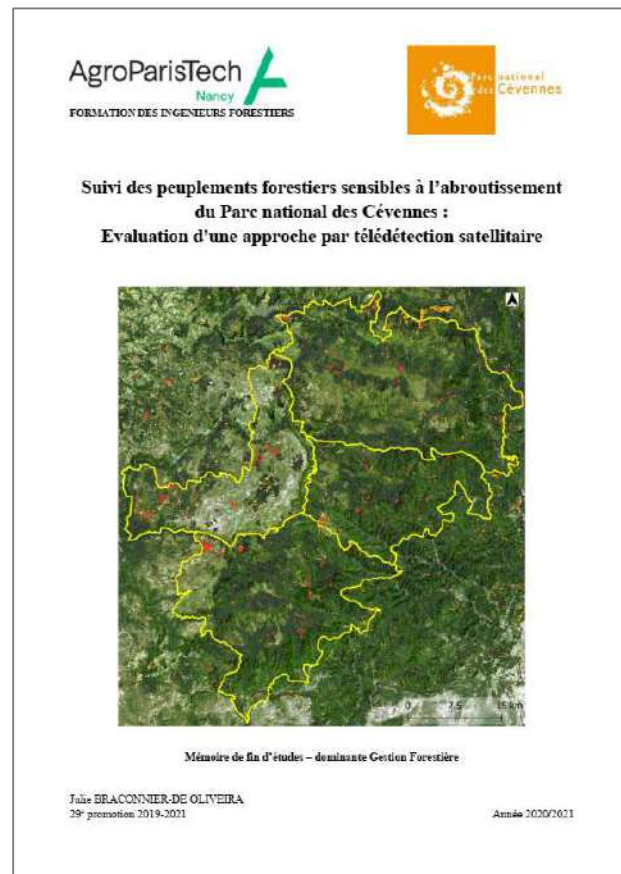
⇒ Quatre types de situation à contrôler :

- Les interventions sylvicoles bien détectées (vrai positif : **VP**)
- Les mauvaises détections (faux positif : **FP**)
- Les interventions sylvicoles non détectées (faux négatif : **FN**)
- Les absences d'interventions sylvicoles confirmées (vrai négatif : **VN**)



La démarche dans le Parc national des Cévennes

- Stage de Julie BRACONNIER-DE OLIVEIRA (formation des ingénieurs forestiers – AgroParisTech) – mars/août 2021



La démarche dans le Parc national des Cévennes

• Récolte des données historiques des interventions sylvicoles

Id	Type_I	Intensite_I	Surf_I	Nature_I	Mois_D	Annee_D	Mois_F	Annee_F	Id_Par	Surf_Par	Origine_Ppt	Traitement_Ppt	Nature_Ppt	Essence_D1	Essence_D2	Essence_SE	Vegetation	Commentaire
1																		
...																		

Type_I	Intensite_I	Surf_I	Nature_I	Mois_D/F	Annee_D/F	Id_Par	Surf_Par	Origine_Ppt	Traitement_Ppt	Nature_Ppt	Essences	Vegetation	Commentaire
Coupe rase unique	Maximale (100 %)	Numérique	En plein	Janvier	2017	Alpha-numérique	Numérique	Régénération naturelle	Taillis	Feuillus	Alisier blanc	Molinie	Alphabétique
Plantation				Février	2018			Plantation	TSF	Résineux	Châtaignier	Fougère	
Coupe d'ensemencement	Forte [50 ; 100 %]		Par bande	Mars	2019			Taillis	Futaie régulière	Mélange	Chêne pubescent	Callune/	
Coupe secondaire	Modérée [15 ; 50 %]		Par trouée	Avril	2020			Mixte	Futaie irrégulière		Chêne sessile	Bruyère	
Coupe définitive				Mai					Conversion en irrégulier		Erable(s)	Myrtille	
Ouverture de cloisonnements	Ponctuelle (< 15 %)			Juin					Conversion en régulier		Frêne	Luzule	
Coupe jardinatoire				Juillet							Hêtre		
Eclaircie de taillis / furetage / balivage				Août							Merisier		
Coupe de taillis				Septembre							Autres feuillus		
Coupe de TSF				Octobre							Cèdre		
Coupe sanitaire / récolte de chablis				Novembre							Douglas		
Broyage				Décembre							Epicea		
Travail du sol											Mélèze		
Dégagement (hauteur < 3 m)											Pin à crochet		
Dépressage (hauteur > 3 m)											Pin cembro		
Coupe d'amélioration / éclaircie											Pin d'Alep		
Accident climatique (chablis)											Pin laricio		
Incendie											Pin maritime		
Dépérissement / problèmes sanitaires											Pin noir		
Autre (à préciser en commentaire)											Pin sylvestre		
											Pin (autres)		
											Sapin(s)		
											Autres résineux		

Projet « Recherche et suivi de l'équilibre entre les ongués sauvages et les forêts anciennes / milieux ouverts herbacés » (RSEOM)

INRAE

Notice – Renseignement du tableau des données historiques des interventions sylvicoles

Préambule

Dans le cadre du projet RSEOM, l'aménagement public du Parc national des Cévennes (EP-PNC), le Parc national régional (PNR) de l'Audoubert et l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) travaillent en partenariat à l'expérimentation d'une méthode de cartographie et de suivi des peuplements sensibles à l'abandonnement par l'abandonnement sylvicole. Il s'agit de construire une méthode, basée sur des nouveaux outils, visant à définir et à suivre des indicateurs forestiers utiles au pilotage de l'équilibre agro-sylvo-pastoral.

Il est pour cela nécessaire de disposer de données historiques d'interventions sylvicoles, qui permettent de valider les changements d'états de la canopée d'échelle par analyse des images satellitaires, et d'estimer les erreurs de détection (erreurs de commission – « faux positif » – et erreurs d'omission – non-détection d'interventions produites réelles).

La présente notice précise les modalités de renseignement du fichier (feuille) nommé TAG_interv_sylvicoles.xlsx. Ce modèle de fichier « vierge » pour l'usage de référence des interventions sylvicoles réelles (depuis le 1^{er} juillet 2017 à l'exception de la forêt (propriété privée) couverte par un plan d'ordre de gestion ou massif forestier public couvert par l'aménagement forestier).

Un fichier spécifique doit être créé pour chaque forêt. Le fichier devra être renommé TAG_interv_sylvicoles_nom_de_la_forêt.xlsx.

L'analyse des images satellitaires s'appuie sur le calcul d'indices de végétation dépendant de l'activité anthropique. Par conséquent, sous le terme générique « intervention sylvicole » ont été regroupées toutes les opérations sylvicoles ou événements involontaires (incendie, inondation, dépérissement, etc.) qui ont modifié l'intégrité de la couverture végétale (canopée du peuplement forestier, en général, mais il peut également s'agir de la végétation en sous-étage).

Caractéristiques du fichier

Le fichier est constitué de 3 feuilles :

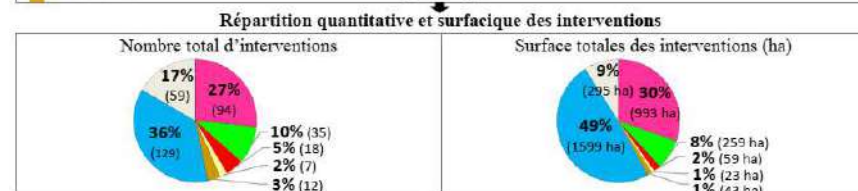
- Informations générales : Cette feuille permet de lister les éléments indispensables pour identifier la forêt concernée et la personne référente ayant renseigné le fichier.
- Tableau d'intervention : Cette feuille est constituée de 10 colonnes correspondant chacune à une variable à renseigner. Des bulles d'aide précisent le nom complet de la variable et les principales modalités de renseignement, lorsque le contenu de la source est porté sur la cellule concernée.

REPUBLIQUE FRANÇAISE **AGENCE NATIONALE DES FORÊTS** **LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE, DE LA PÊCHE ET DE LA MER** **LE MINISTRE DE LA FORÊT**

Le projet « Recherche et suivi de l'équilibre entre les ongués sauvages et les forêts anciennes / milieux ouverts herbacés » est cofinancé par l'Union européenne, l'Agence nationale des forêts et le Parc national des Cévennes.

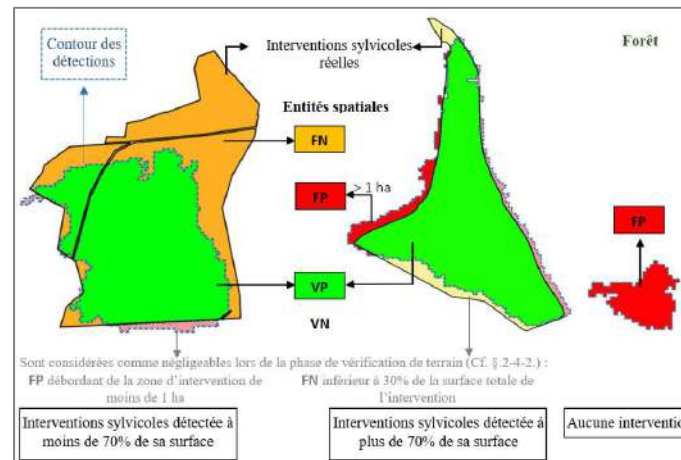
Interventions sensibles : Coupes de futaie irrégulière Coupes progressives de futaie régulière Coupes uniques Coupes sanitaires Travail du sol	Interventions non sensibles : Autres (dégagement, dépressage, aléas déclarés, desserte, broyage) Eclaircies (coupe d'amélioration, ouverture de cloisonnements, éclaircie de taillis, balivage, furetage)
--	--

➔ 354 interventions (sur 3 271 ha)



La démarche dans le Parc national des Cévennes

- Spatialisation et « croisement » avec les détections satellitaires

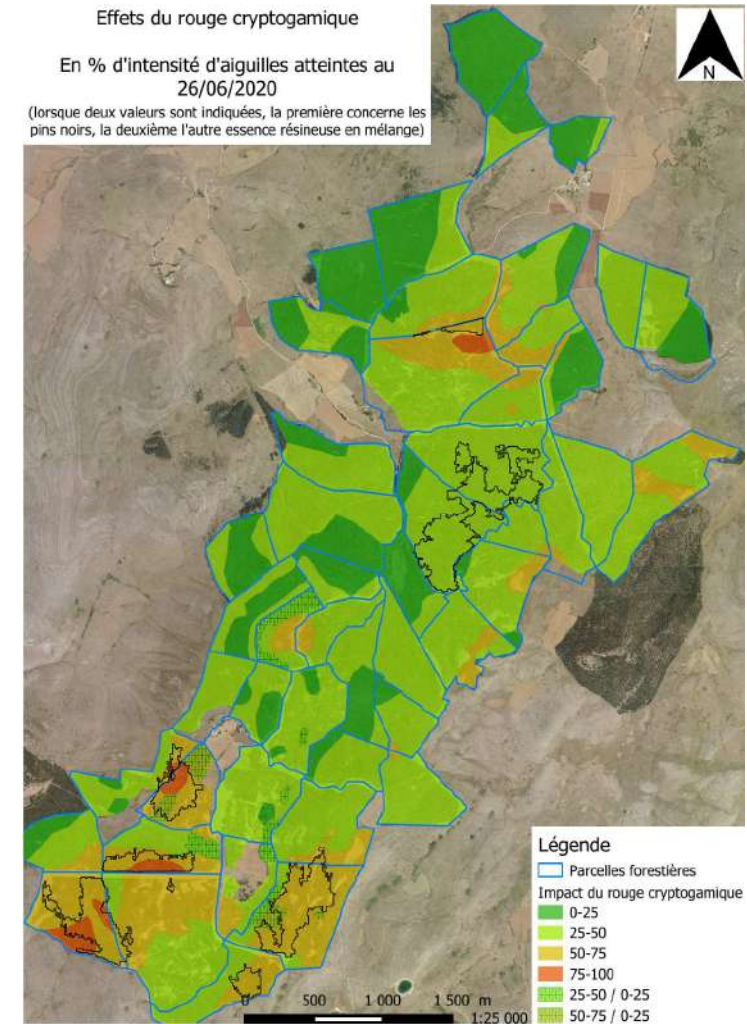
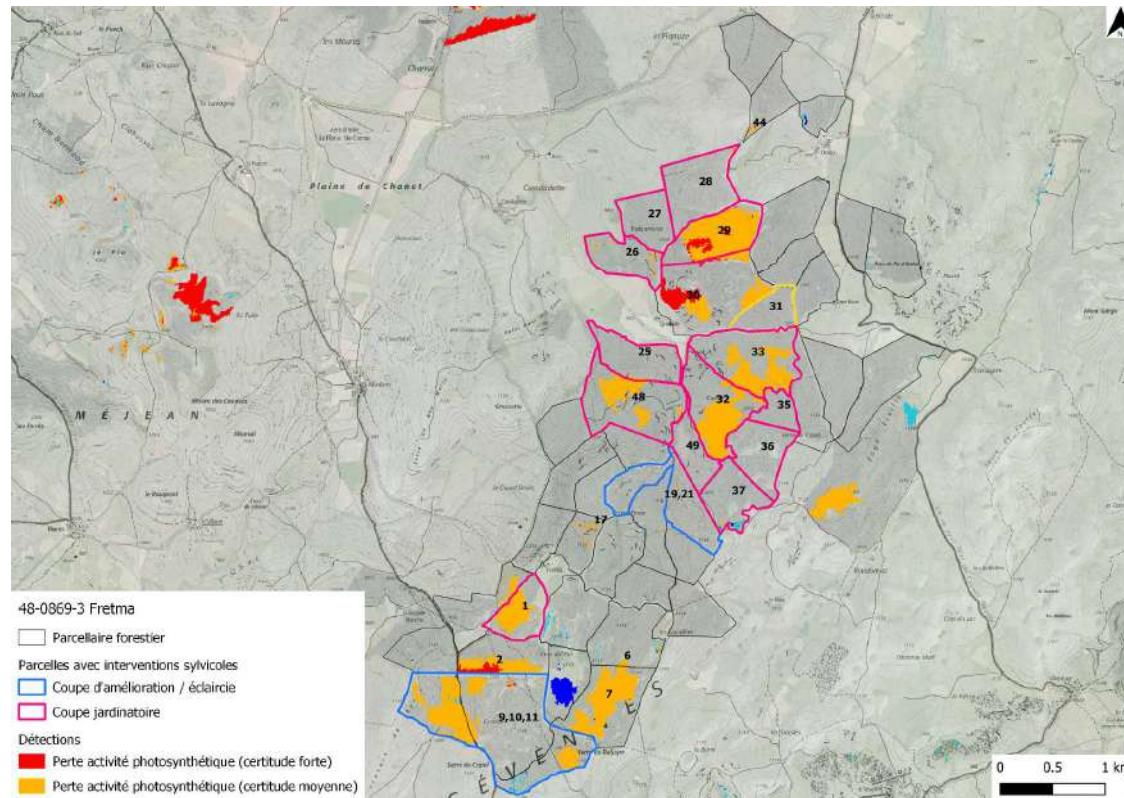


- Consolidation par photo-interprétation (+ classification en 4 « degrés d'ouverture »)



La démarche dans le Parc national des Cévennes

Forêt de Fretma



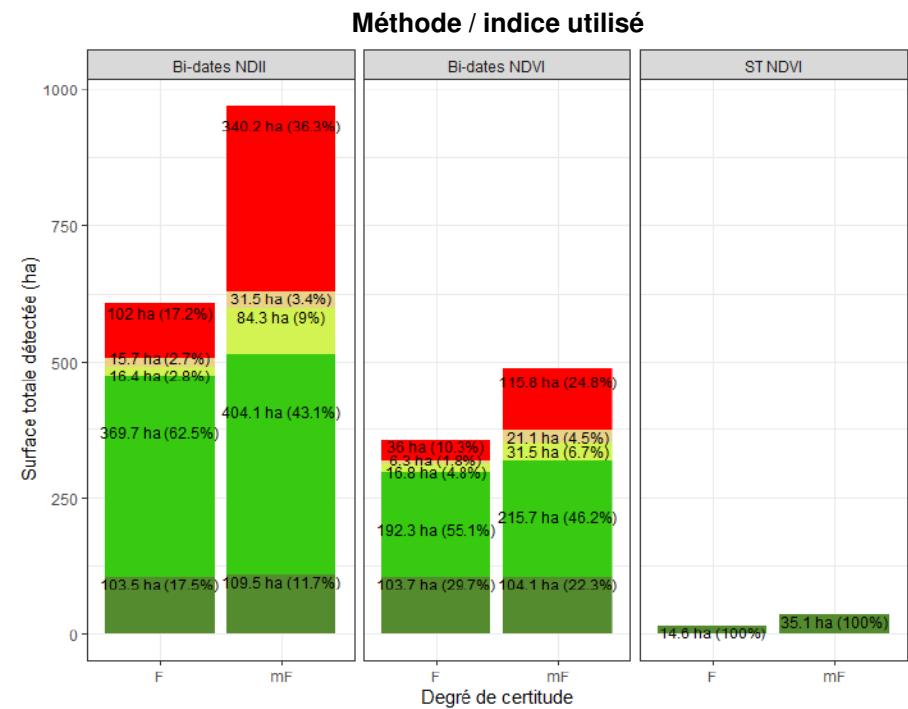
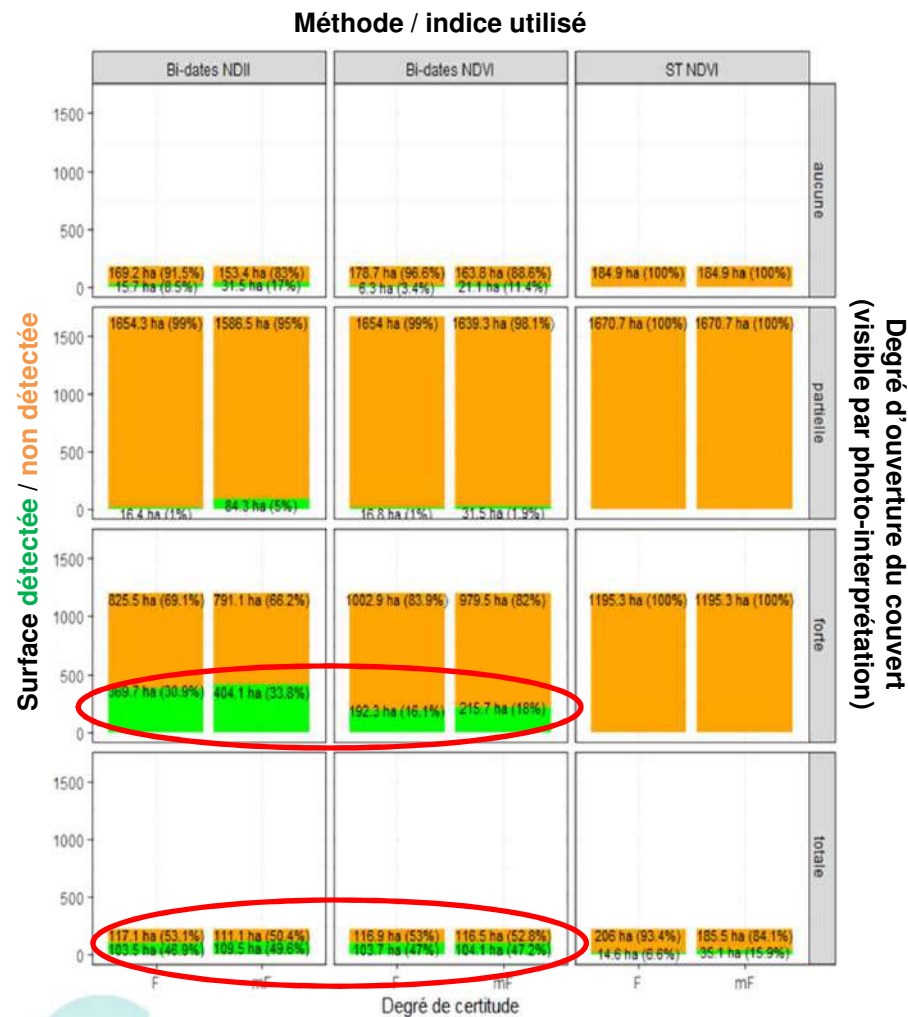
La démarche dans le Parc national des Cévennes

- Vérifications de terrain (systématiques pour les FP, FN et détections « partielles »)



La démarche dans le Parc national des Cévennes

- Quelques résultats



VP ouverture forte
VP ouverture totale

VP broyage
VP ouverture partielle

FP

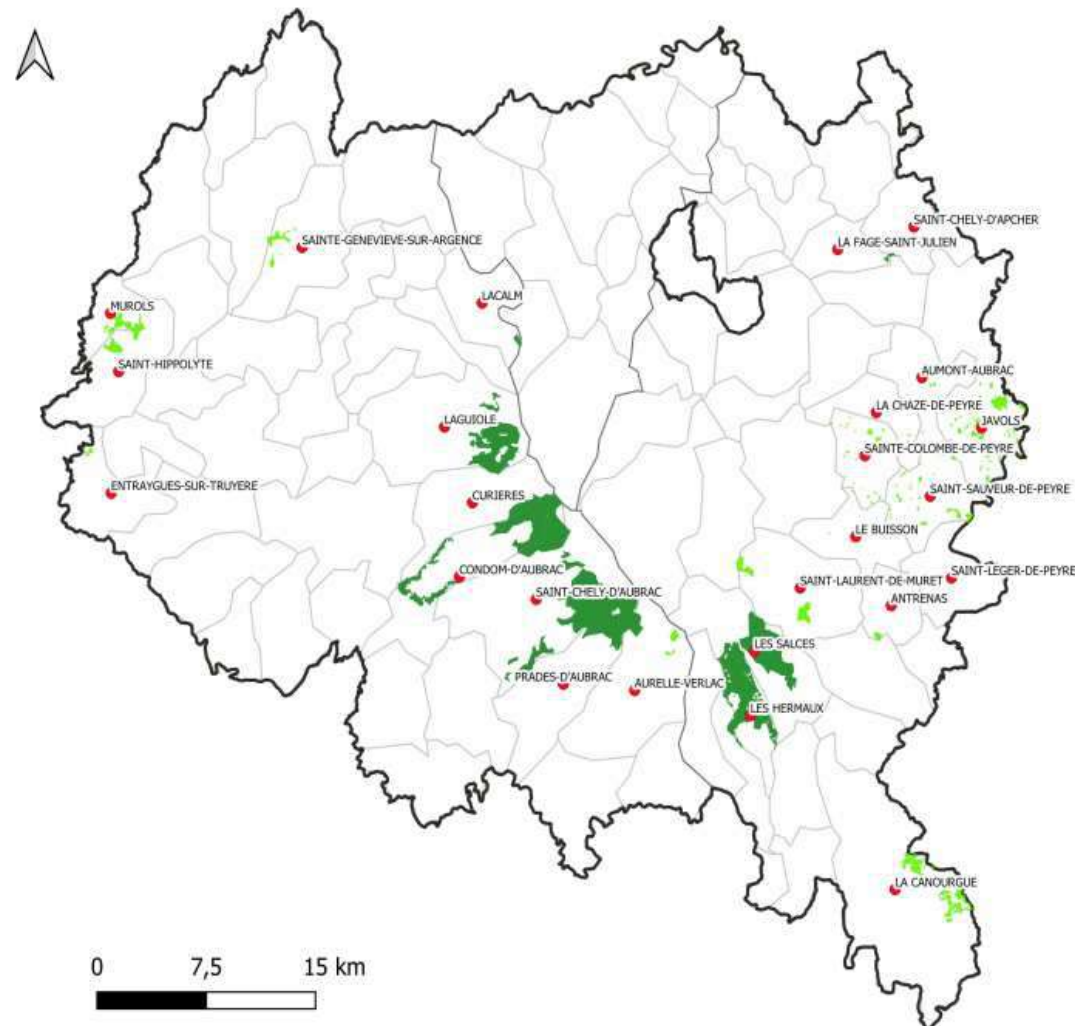
La démarche dans le Parc national des Cévennes

En résumé :

- Travail et investissement importants
- De nombreuses difficultés : diversité des forêts cévenoles (et des sylvicultures), nombreux facteurs pouvant être à l'origine d'une perte d'activité chlorophyllienne, distinction des différents types de coupe, etc.
- Résultats « sensiblement décevants »...
- ... mais qui restent intéressants !
- ... et une approche qui reste prometteuse...

La démarche dans le PNR de l'Aubrac

Identification des forêts pilotes



Périmètres des forêts pilotes :

- Forêts publiques
- Forêts privées

Caractérisation des forêts pilotes :

	Nombre	Surface (ha)
Forêts publiques	7	6157
Forêts privées	12	1351
Total	19	7509

Limites administratives :

- Périmètre PNRA
- Départements
- Communes

Réalisation : Noémie GONTARD

La démarche dans le PNR de l'Aubrac

Sollicitation des propriétaires et gestionnaires



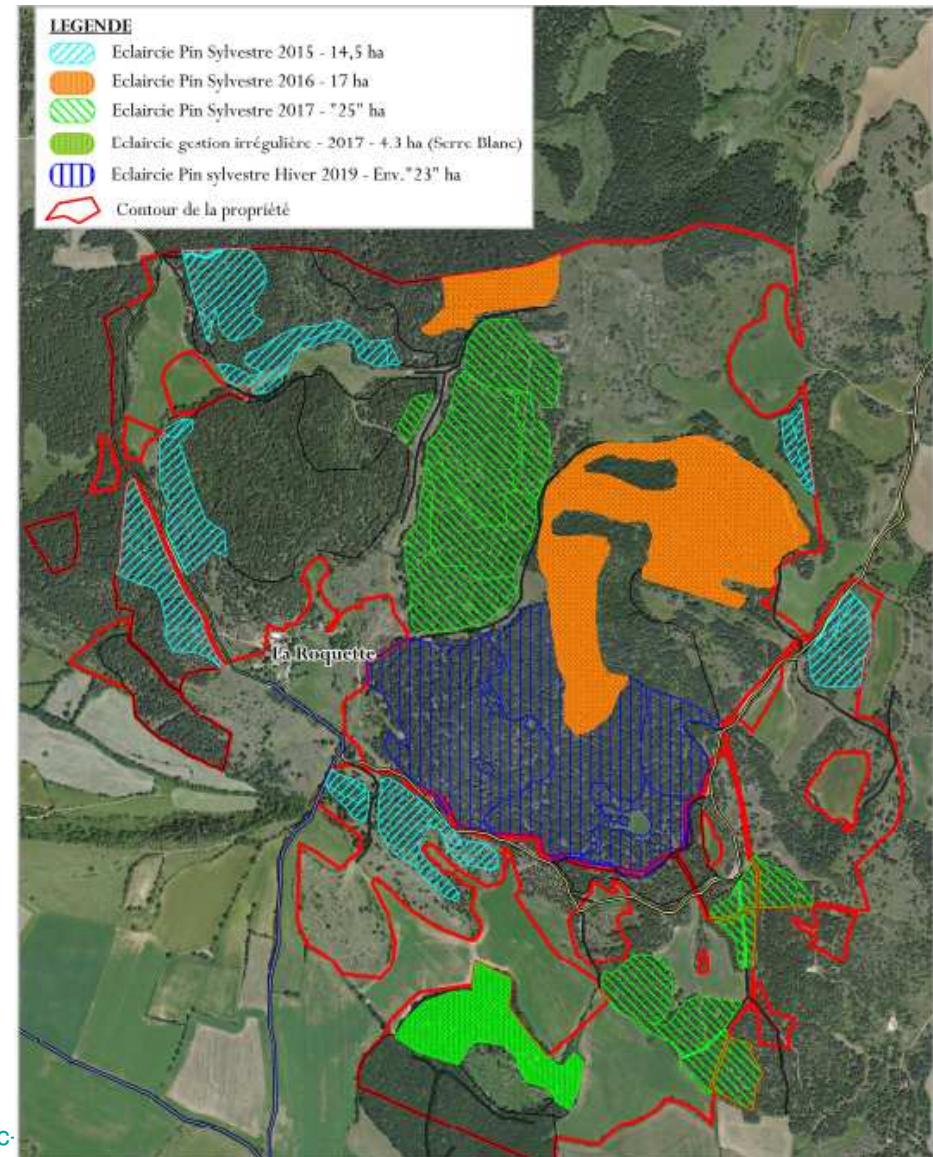
Notice – Renseignement du tableau des données historiques des interventions sylvicoles

1. Préambule

Dans le cadre du projet RSEOM, l'établissement public du Parc national des Cévennes (EP PNC), le Parc national régional (PNR) de l'Aubrac et l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) travaillent en partenariat à l'expérimentation d'une méthode de cartographie et de suivi des peuplements sensibles à l'abroustement par télédétection satellitaire. Il s'agit de construire une méthode, basée sur ces nouveaux outils, visant à définir et à suivre des indicateurs forestiers utiles au pilotage de l'équilibre agro-sylvo-cynégétique.

Il est pour cela nécessaire de disposer de données historiques d'interventions sylvicoles fiables, qui permettront de valider les changements d'états de la canopée détectés par analyse des images satellitaires, et de détecter les erreurs de détection (erreurs de commissions – « faux positifs » – et erreurs d'omission – non-détection d'interventions pourtant réalisées).

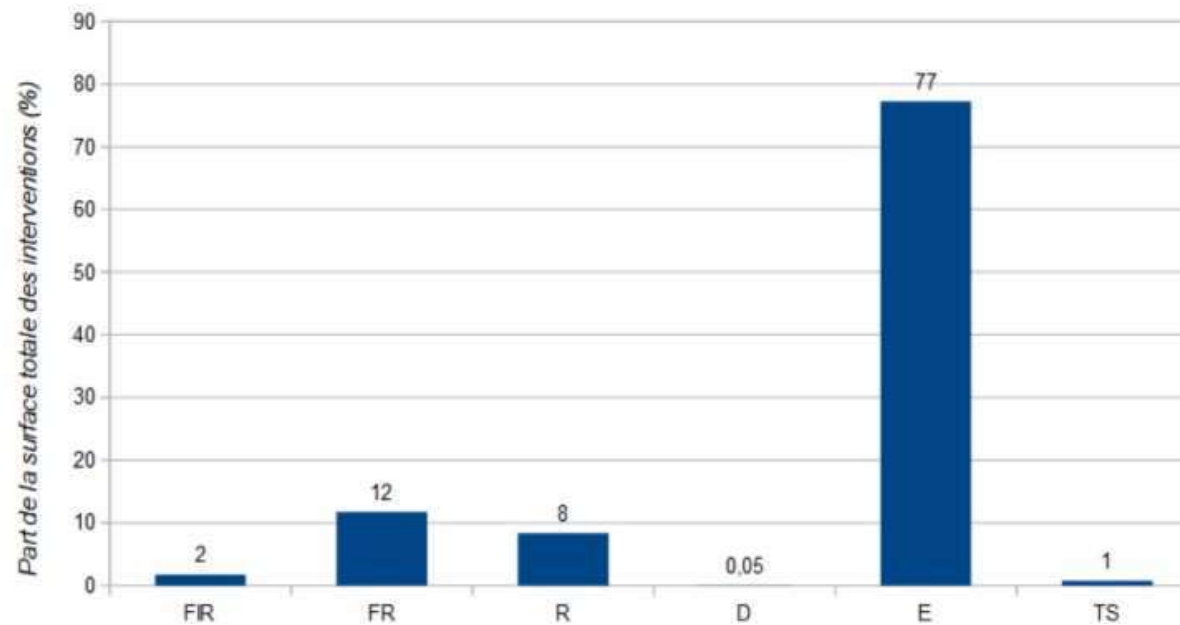
Bonne participation des acteurs du territoire !



La démarche dans le PNR de l'Aubrac

	Nombre de forêts pilotes identifiées	Nombre de forêts pilotes conservées	Nombre d'interventions renseignées	Nombre d'interventions retenues
Forêts privées	17	12	37	27
Forêts publiques	14	7	111	90

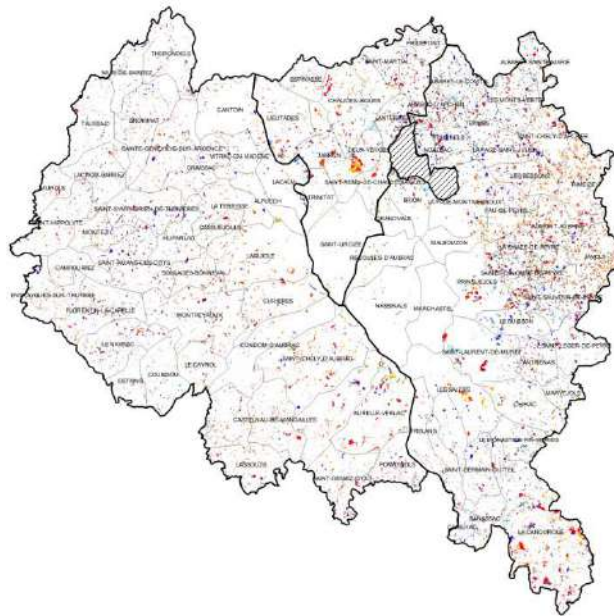
117 interventions répertoriées entre 2017 et 2020 → 16% de la surface des forêts pilotes



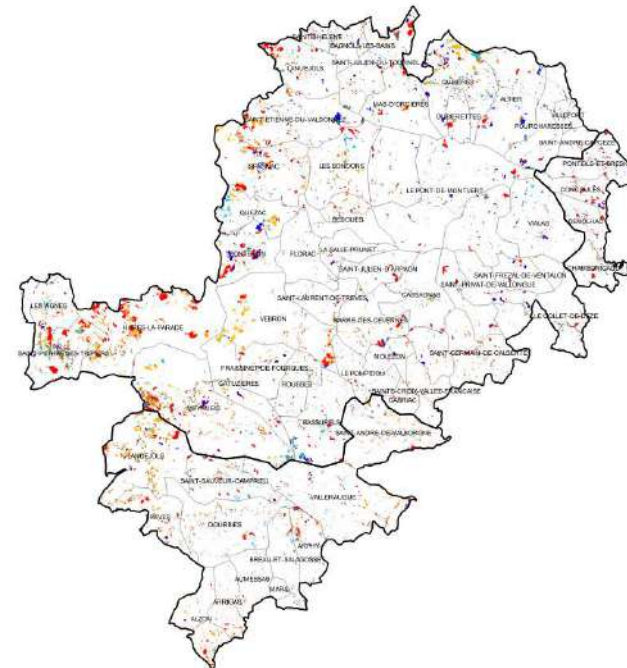
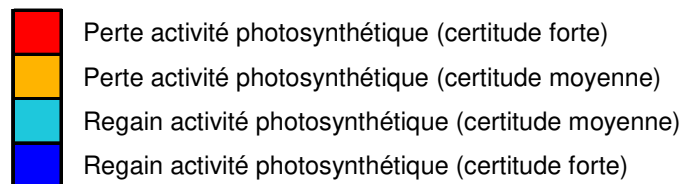
Représentations cartographiques des résultats

Premier type de cartographie :

Représentation spatiale des polygones de détection par indice de végétation (NDVI et NDII) et par période (P1 à P5)



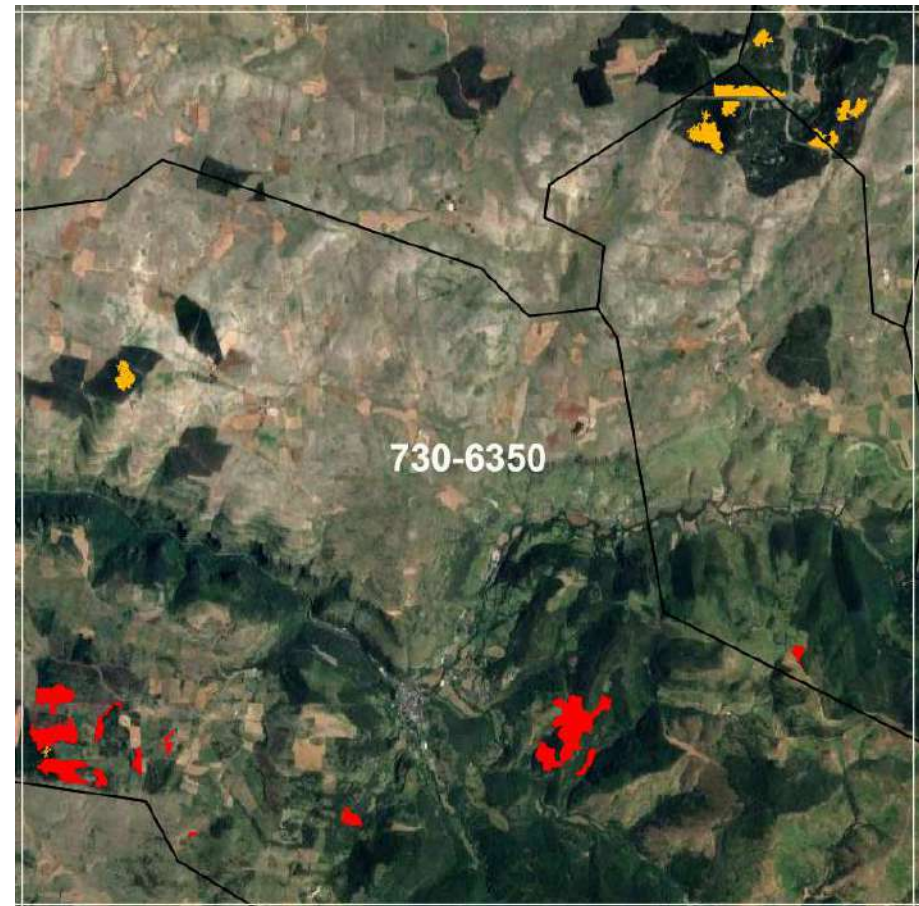
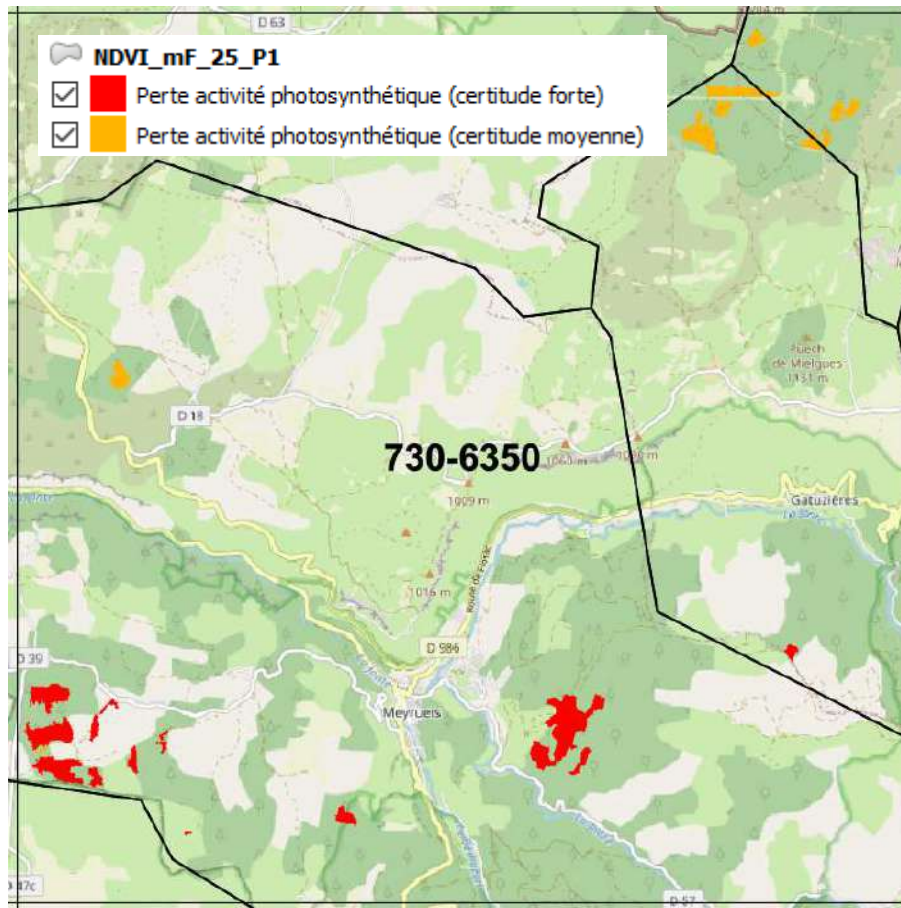
Changement d'état (4 classes)



⇒ 2 x 5 cartes par parc

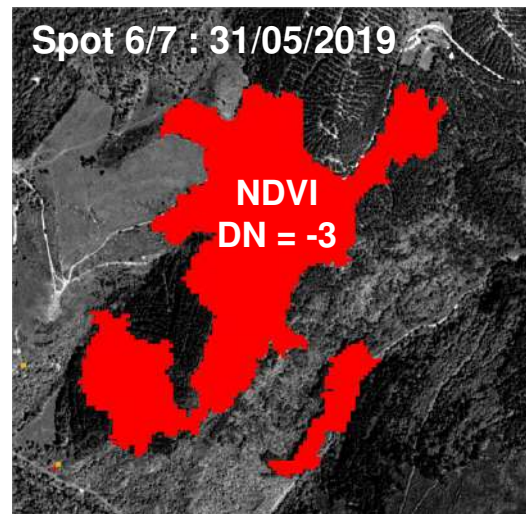
Exemple de représentations cartographiques (mode bi-dates)



⇒ Extraction de la couche vectorielle [RSEOM_EP-PNC_NDVI_mF_P3.shp](#) avec zoom sur la commune de Meyrueis (48) / Maille INPN 10K : 730-6350 / Période 2019-2020 (P3)

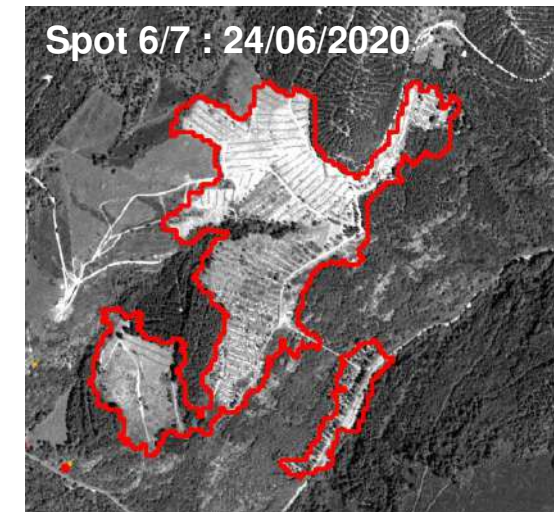
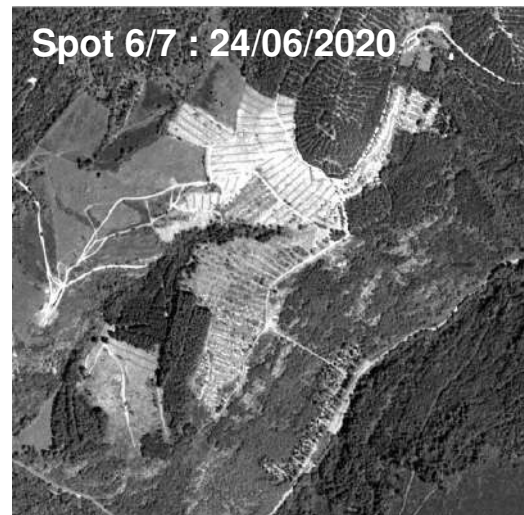


Exemple de représentations cartographiques (mode bi-dates)

⇒ Extraction de la couche vectorielle [RSEOM_EP-PNC_NDVI_mF_P3.shp](#) avec zoom sur la commune de Meyrueis (48) / Maille INPN 10K : 730-6350 / Période 2019-2020 (P3)



- ☒  Perte activité photosynthétique (certitude forte)
- ☒  Perte activité photosynthétique (certitude moyenne)



Représentations cartographiques des résultats

Deuxième type de cartographie :

Représentation spatiale d'un indice synthétique des changements d'états par indice de végétation (NDVI et NDII), par période (P1 à P5) et par unité d'analyse spatiale

- Cet indice s'apparente à un "**score**" de changements d'états (SCE)
- Il permet d'évaluer la situation respective et relative des entités d'une unité d'analyse spatiale

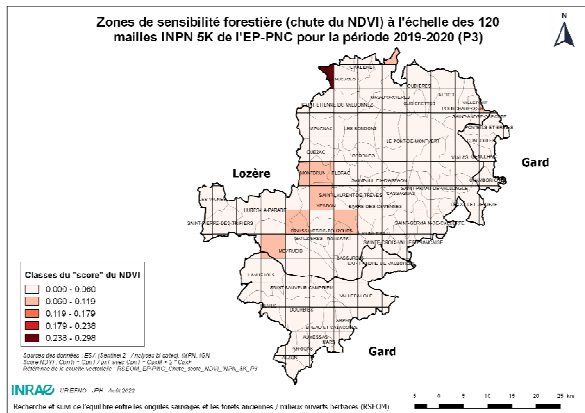
$$\text{SCE} = (\text{n}^{\text{bre}} \text{ de pixels "moyens"} + 2 \times \text{n}^{\text{bre}} \text{ de pixels "forts"}) / \text{n}^{\text{bre}} \text{ total de pixels forestiers}$$

⇒ **2 indices de végétation x 2 états x 3 unités d'analyse x 5 périodes = 60 cartes par parc**

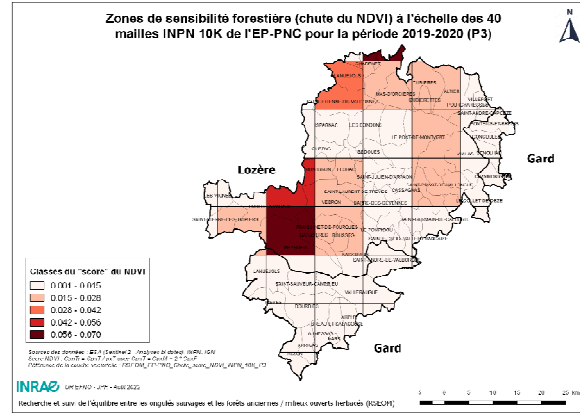
Représentations cartographiques associées à l'indice de changements d'états

eg. Bilan "NDVI" en P3 (2019-2020) pour l'EP-PNC

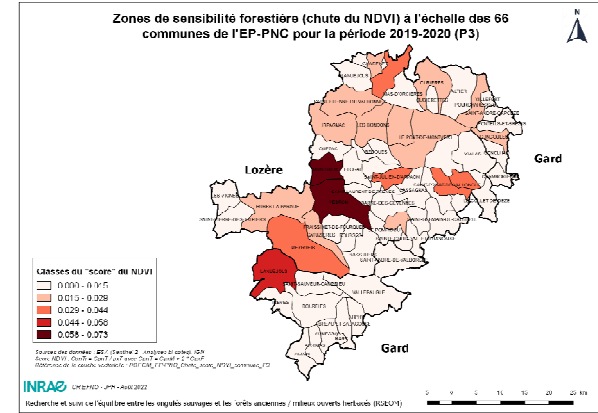
Perte d'activité chlorophyllienne



120 mailles INPN 5K

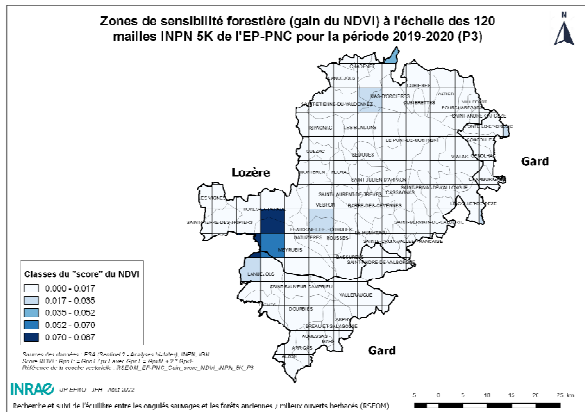


40 mailles INPN 10K

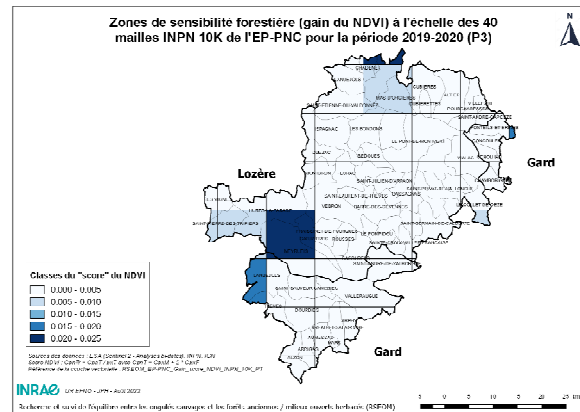


66 communes

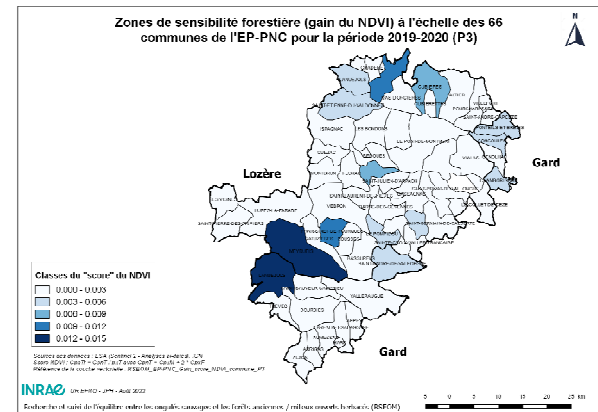
Gain d'activité chlorophyllienne



120 mailles INPN 5K



40 mailles INPN 10K

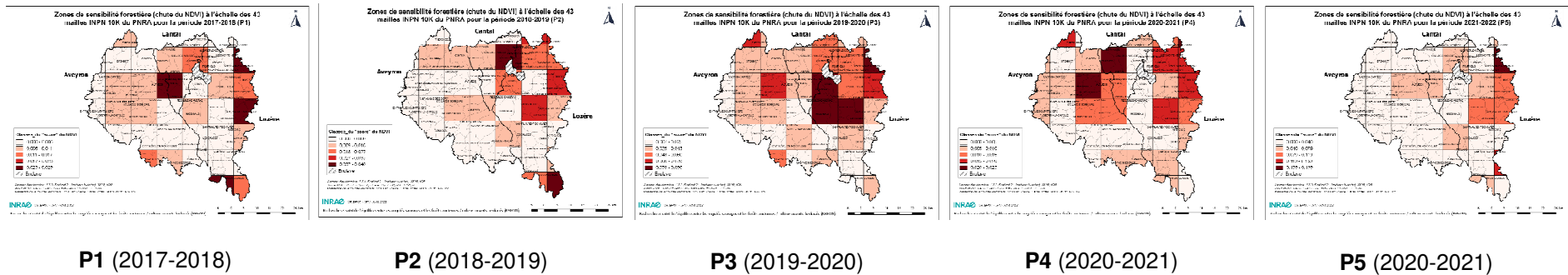


66 communes

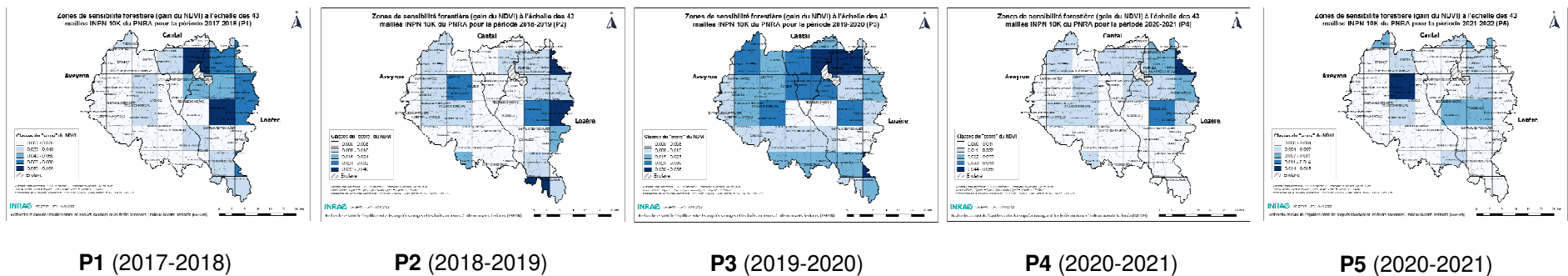
Représentations cartographiques associées à l'indice de changements d'états

eg. Bilan "NDVI" par mailles INPN 10K pour le PNRA

Perte d'activité chlorophyllienne



Gain d'activité chlorophyllienne



Bilan des points positifs des approches déployées

Par rapport à la télédétection satellitaire "optique" :

- Donnée de base gratuite et prétraitée
- Détection d'un grand panel d'interventions sylvicoles
- Homogénéité spatiale des résultats
- Précision mesurable
- Investissement humain "limité" et réduction des effets opérateurs
- Méthode reproductible à différentes échelles spatiales (études synchroniques)
- Déploiement annuel envisageable (études diachroniques)
- Approche à coupler avec la photo-interprétation (spot 6/7)

Par rapport à la télédétection satellitaire "radar" :

- Des pistes de recherches encourageantes (données de cohérence)

Limites des approches déployées

Par rapport à la télédétection satellitaire "optique" :

- Méthode subordonnée à la disponibilité d'images exploitables (ennuagelement)
- Imprécision dans la discrimination des types d'interventions sylvicoles
- Inadéquation à l'égard du traitement irrégulier (omissions ou faux négatifs)
- Méthode sensible aux accidents climatiques (faux positifs)
- Méthode sensible aux insectes ravageurs et aux maladies (faux positifs)
- Maîtrise de la méthode et moyens de mise en œuvre
- Nécessité de couplage avec des sources d'informations complémentaires

Par rapport à la télédétection satellitaire « radar" :

- Méthode complexe, non validée : non transférable en l'état (⇒ domaine de la recherche)

Perspectives / propositions

- Intérêt de poursuivre les suivis Sentinel-2 au pas annuel
- Adapter la démarche à des unités de gestion "biologiques" des populations de cervidés plus pertinentes que les mailles INPN ou les limites communales
- Mise à jour du masque forêt à partir de la carte d'occupation des sols du Cesbio
- Pour améliorer la pertinence des détections satellitaires Sentinel-2:
 - Constituer d'un référentiel d'interventions sylvicoles (CNPf, DRAAF-DDT, DSF, EP-PNC, INRAE, ONF, PNRA, Propriétaires sylviculteurs, TETIS/Cesbio, ...)
 - Favoriser les approches multicritères (sylviculture, attaques parasitaires, dépérissement, ...)
- Acquisition d'un jeu de données qui nécessite une valorisation par des analyses complémentaires (interprétation et exploitation des présentations cartographiques)
- Elargissement du domaine d'application pour une meilleure connaissance de l'écosystème forestier
- Recours à d'autres indices

Merci pour votre attention

