

## Le projet SCO ADOPT : bilan et perspectives à l'attention des directeurs des PNR d'Occitanie

ADOPT : Applications des Données d'Observation de la Terre pour les Parcs Naturels Régionaux et leurs Territoires

### 1 RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET ADOPT

Le projet ADOPT a été sélectionné par le programme « Space for Climate Observatory (SCO<sup>1</sup>) » en février 2021. Il a débuté en novembre 2021 pour une durée de deux ans. ADOPT<sup>2,3</sup> est financé par le CNES, l'OFB et la région Occitanie.

L'ambition du projet ADOPT est de contribuer aux actions des PNR pour faire face au changement climatique :

#### Une ambition

**Sociétale** au regard des missions singulières des PNR

- Etre en mesure de formuler des hypothèses d'impacts du climat sur leurs territoires et d'utiliser une source nouvelle d'informations pour contribuer à définir des politiques d'adaptation.

**Un objectif d'Innovation recherche** pour produire des indicateurs mobilisant les techniques satellitaires d'observation de la terre

- Co concevoir, **prototyper et tester la production et l'analyse d'indicateurs de l'évolution des écosystèmes et de leur vulnérabilité** aux changements globaux ( climat, anthropisation, ...), en exploitant des données de satellites d'observation de la Terre.

#### Des partis pris sur la méthode de travail

- **Démarche Living – lab** (Coconstruire avec les professionnels des parcs ces indicateurs et les outils pour les utiliser dans le cadre des missions des PNR)
- **Formation** à la télédétection et aux principaux outils mobilisables, avec un premier accompagnement à leur manipulation pratique.
- **Recherche des données et informations les plus adaptées aux problématiques et avec une profondeur historique aussi longue que possible** (données SPOT, Landsat, Sentinel, données à moyenne résolution, données IGN, ...), et premiers tests en allers-retours avec les équipes des PNR.

<sup>1</sup> <https://www.spaceclimateobservatory.org/fr/sco-en-france>

<sup>2</sup> <https://www.spaceclimateobservatory.org/fr/adopt>

<sup>3</sup> <https://adopt.e2l-coop.eu/>

## 2 RAPPEL DES PROBLEMATIQUES DES 3 PNR PILOTES

Trois thématiques de travail ont émergé et ont fait l'objet des travaux d'ADOPT à travers l'investissement particulier de trois PNR Pilotes :

### Problématique 1 :

**Quels impacts de l'évolution du climat sur la production fourragère nécessaire à l'élevage ovin et sur la préservation de la biodiversité des milieux agropastoraux ?**

- Quels constats ?
- Comment révéler des pistes d'adaptation ?

**Sujet traité par l'observation de la Terre (OT) dans ADOPT :**

Le [PNR des Causses du Quercy](#) concentre son effort sur la ressource fourragère produite par les différents types de prairies, les [pelouses sèches](#) et les prés-bois (pelouses parsemées d'arbres ou d'arbustes).

Deux axes de travail ont été identifiés :

**Axe 1 :** Caractériser les parcelles de prairies faisant l'objet d'un contrat MAEC (Mesures agroenvironnementales et Climatiques), notamment pour identifier et suivre les dates de fauches. L'objectif est également d'identifier de nouvelles parcelles propices à une contractualisation et de documenter les impacts du retard de fauche en termes de biodiversité, de production, de résilience aux aléas météorologiques, et à plus long terme de documenter d'éventuelles tendances des dates de fauche voire de moduler ces dernières selon la situation géographique ou météorologique.

**Axe 2 :** Créer une capacité à observer les évolutions des habitats qui constituent les systèmes pastoraux (pelouses, landes et prébois) et apprécier des impacts du changement climatique.

Cette problématique intéresse l'ensemble des PNR d'Occitanie.

### Problématique 2 :

**Quels impacts de l'évolution du climat sur la disponibilité en eau des territoires ?**

- Comment suivre l'état quantitatif des réserves hydriques, son évolution au regard du climat, et anticiper ses conséquences pour les territoires ?
- Comment disposer d'informations qui orienteraient l'action des PNR dès maintenant ?

**Sujet traité par l'OT dans ADOPT :**

Le [PNR Pyrénées Catalanes](#) s'est d'abord intéressé au stockage de l'eau par le manteau neigeux en cherchant à valoriser les produits dédiés à ce suivi sur la plateforme THEIA. Les premières investigations ont révélé des limites de ces produits pour estimer un volume d'eau, et c'est pourquoi les travaux se sont réorientés vers **l'observation de l'évolution des tourbières** qui présentent un intérêt fort en raison de leur sensibilité au bilan hydrique, de leur rôle de stockage d'eau et de carbone et de leur biodiversité spécifique.

La problématique liée à la gestion de l'eau intéresse l'ensemble des PNR d'Occitanie, et les zones humides – bien qu'abordées uniquement via les tourbières – constituent un enjeu de préservation de la biodiversité d'intérêt général et partagé par les PNR.

### Problématique 3 :

**Comment objectiver les impacts du climat sur quelques habitats « sentinelles » pour inciter à l'action ?**

- Est-ce que le suivi d'habitats « sentinelles du climat » pourrait appuyer une stratégie pédagogique et de communication des PNR vers les différents acteurs des territoires ? Quels seraient alors les habitats à suivre ?
- Comment révéler des pistes d'adaptation ?

**Sujet traité par l'OT dans ADOPT :**

La thématique phare du [PNR Narbonnaise en Méditerranée](#) concerne la sensibilisation à l'élévation du niveau de la mer consécutive au changement climatique et ses conséquences pour le territoire et ses écosystèmes.

C'est dans ce cadre que le PNR a proposé de suivre l'évolution d'habitats lagunaires « sentinelles » correspondant à des gradients de salinité (sansouïres, roselières, prés salés).

Le travail a été élargi par la suite à l'observation de l'évolution des pelouses sèches et de plusieurs îlots en gestion hydraulique, en tant qu'habitats « sentinelles » soumis aux pressions météorologiques et climatiques.

Cette problématique des habitats sentinelles intéresse également l'ensemble des PNR.

## 3 CE QUI A ÉTÉ RÉALISÉ DANS ADOPT

Les pistes suivantes ont été explorées avec les 3 PNR Pilotes

### Suivi des prairies sous contrat MAEC ou non

Les données Sentinel 2 acquises entre début mars et fin juillet de chaque année et produites par le pôle Theia ont été utilisées afin d'évaluer les dates de fauches des prairies sous contrat et hors contrat MAEC.

La proposition d'une méthode pour apprécier la période dans laquelle la prairie a été effectivement fauchée a été imaginée et expérimentée. Cette information permet de situer la fauche par rapport au seuil administratif de retard de fauche et de le comparer au seuil de fauche tardive défini en « Sommes de températures. » L'approche a été appliquée à 7 années de données Sentinel 2, de 2017 à 2023, et pour l'ensemble des 16000 parcelles du PNR Causses du Quercy déclarées en prairies permanentes. Pour chaque parcelle et chaque année des indicateurs de confiance simples ont été proposés, comme par exemple le critère de précision qui qualifie l'intervalle de dates dans lequel se situe la fauche. Des échanges réguliers avec le PNR Pilote ont été organisés afin d'échanger sur les différents produits intermédiaires testés.

ADOPT permet d'améliorer la connaissance sur les prairies et sur l'impact des MAEC et intéresse également le PNRCQ pour une extension raisonnée de ces mesures à davantage de parcelles. L'hypothèse du PNR Causse de Quercy suggère que l'utilisation des [sommés de températures](#) pourrait constituer une alternative qui permettrait d'ajuster annuellement le seuil de fauche tardive en fonction de la réalité météorologique et constituerait une proposition d'ajustement locale de la MAEC. Ces premiers travaux pourraient être élargis pour documenter les impacts du retard de fauche en termes de biodiversité, de production, de résilience aux aléas météorologiques, et à plus long terme de documenter d'éventuelles tendances des dates de fauche.

### Suivi des pelouses sèches, landes et prébois

Dans un premier temps nous nous sommes focalisés sur l'exploitation des données LIDAR HD récemment acquises et distribuées par l'IGN. Le modèle numérique de hauteur (MNH) nous a permis de déterminer un taux de couvert arboré pour chaque parcelle et de l'ajouter aux attributs des parcelles dans les fichiers géospatiaux. Ce taux de couvert peut être déterminé pour différentes classes de hauteur de la canopée, et pour différents types de segmentation de l'espace (parcelles du RPG, cadastre, ...) **Ces données permettent de compléter les cartes d'occupation des sols par des attributs qui enrichissent la description des habitats ce qui constitue un socle observable pour suivre des évolutions.**

Ces travaux exploratoires ouvrent une perspective de travail pour caractériser et suivre ces habitats en transition qui se révèlent constituer un enjeu majeur pour l'élevage. Ce chantier pourrait constituer le socle de la synergie entre PNR et chambre d'agriculture et IDELE.

### Suivi du manteau neigeux : des produits issus de l'OT pour apprécier, voire anticiper annuellement la disponibilité de l'eau dans les bassins versants

Simon Gascoin (Chercheur au CNRS/Cesbio) a contribué à une séance de travail avec les parties prenantes du PNR des Pyrénées Catalanes. Lors de son intervention, il a précisé les limites actuelles des travaux pour évaluer les variations annuelles d'eau disponibles à l'échelle des bassins versants. Néanmoins, ses récentes productions sur le suivi du manteau neigeux des Pyrénées Orientales contribuent à objectiver des modifications importantes du comportement du manteau neigeux qui pourraient être corrélées à des évolutions météorologiques significatives.

Le [projet SCO ORION](#) montre que le suivi du manteau neigeux peut être utilisé pour apprécier le déplacement des habitats et les tensions entre faune sauvage et pastoralisme, ainsi que l'impact sur l'évolution des activités. Les PNR de Montagne pourraient s'appuyer sur ces travaux. ADOPT a permis d'informer et de mettre à disposition du PNR le taux annuel de couverture neigeuse et l'altitude minimale annuelle de la neige, donnant ainsi des premiers éléments de réflexion.

## Suivi des tourbières : une autre façon d'objectiver l'impact du climat.

Il s'est agi d'identifier et d'analyser les possibles anomalies saisonnières et/ou tendances d'évolution des tourbières prioritaires et des phénomènes météorologiques, en croisant divers indices météorologiques (précipitations, températures) et d'état de la végétation (NDVI, NDWI(2)). Des échanges avec le PNR pilote ont été organisés sur la base des indices représentés graphiquement pour les tourbières afin de repérer des années atypiques ainsi que distinguer des tourbières dégradées et stables.

Les analyses ont été limitées, notamment du fait de l'incertitude liée à la base de données de référence (géométries peu précises et datées de 2006). L'exploration des différents indices produits mais aussi de la distribution des tourbières prioritaires en termes de surface, pente et altitude, a surtout permis de mettre en évidence une grande hétérogénéité de ces habitats dans leur répartition géographique, mais aussi en termes de composition végétale et de régime hydrologique.

ADOPT a permis de souligner l'importance d'une mise à jour plus fréquente des données d'inventaire à intégrer dans la nouvelle Charte, et d'un suivi continu de l'évolution de ces habitats grâce, entre autres, à la télédétection satellitaire. L'intérêt d'un suivi multi-sources a également été souligné : Sentinel-2 pour la haute répétitivité couplée avec de la très haute résolution spatiale comme fournie par les satellites Pléiades, indispensable pour qualifier l'état des tourbières linéaires ou de petite surface, comme c'est le cas pour une grande partie de l'inventaire en question.

## Suivi de l'impact du climat sur des « habitats sentinelles » du PNR de la Narbonnaise en Méditerranée

Le travail s'est organisé en deux temps principaux :

- D'une part, la production d'une carte des habitats semi-naturels littoraux des étangs du Narbonnais à l'aide de la chaîne de traitement MORINGA (classification orientée objet semi-automatique des habitats utilisant des données à très haute résolution Pléiades, Sentinel-2 et Landsat-8). Les tests ont révélé que des confusions importantes persistaient entre les classes d'habitats ciblés et notamment sur ceux « sentinelles ».

ADOPT a permis de tester la chaîne open-source MORINGA qui peut être utilisée sur d'autres territoires et d'autres habitats (cf. expérimentations sur le PNR Causses du Quercy également) et d'identifier des pistes d'amélioration (i.e. anticipation de l'échantillonnage terrain, travail avec des séries temporelles très haute résolution. Une comparaison avec la chaîne de traitement (payante) utilisée sur Leucate a permis de révéler des axes d'amélioration significatifs afin d'atteindre des résultats équivalents.

- D'autre part, le suivi de la dynamique du couvert végétal (pour les pelouses sèches et des îlots en gestion hydraulique) en croisant divers indices météorologiques (précipitations, températures) et d'état de la végétation (NDVI, NDWI(2)). Des échanges avec le PNR pilote ont été organisés sur la base des indices représentés graphiquement pour les différents habitats afin d'identifier des perturbations dans les dynamiques des végétations (ex. incendies, envahissement pin d'Alep, pâturage, sécheresse...) ou encore un impact de la gestion hydraulique.
- Concernant l'identification des perturbations dans les dynamiques des végétations :
  - Les perturbations importantes telles que des incendies sont visibles, notamment avec MODIS sur des grandes parcelles et cela intéresse le PNR d'un point de vue historique sur les objets d'étude.
  - Les évolutions de certains types de végétations pourraient être visibles tel que par exemple pour les roselières mais cela apparaît complexe pour les végétations en mosaïque.
  - L'impact de la gestion hydraulique semble visible et intéresse le PNR pour adapter au mieux sa stratégie de gestion.
  - L'impact du pâturage serait à analyser plus finement en lien avec les données de terrain dont dispose le PNR pilote afin de tenter d'expliquer des différences observées entre parcelles de pelouses.
- Concernant le lien avec les données météorologiques : l'impact des années sèches est observable, et de possibles effets microclimatiques seraient à vérifier.

Le travail réalisé reste à approfondir au regard des premières observations faites à partir d'indices gratuits et reproductibles et de nombreuses perspectives ont été identifiées.

L'indice NDVI avec Sentinel-2 fournirait un indicateur macro au niveau du PNR pour identifier et analyser les années de stress et les réponses de la végétation. Cet indicateur pourrait être intégré dans le processus de suivi et d'évaluation de la Charte (car la profondeur historique est trop réduite pour des tendances en lien avec le climat).

L'indice NDVI avec MODIS est intéressant pour retracer l'historique de grandes parcelles pour lesquelles la mémoire des événements et évolutions peut être oubliée.