

CARTOGRAPHIE DES HABITATS SEMI-NATURELS LITTORAUX



Julie Chaurand
Bastien Nguyen duy-Bardakji
Vincent Delbar

Après divers tests et échanges entre les partenaires, c'est l'ensemble des Étangs du Narbonnais (hors Mateille) qui a été retenu pour ce premier travail de cartographie des habitats semi-naturels.

Il s'est agi d'étudier en particulier les habitats littoraux dits « sentinelles » de l'évolution de l'environnement et qui se composent d'espèces végétales halophiles (i.e. se développant sur des sols salés). En effet, comme noté dans la Charte du PNR,, : « *En Narbonnaise, de grandes surfaces de zones humides halophiles occupent les espaces littoraux marins ou lagunaires. Selon la topographie et la nature du sol, mais aussi et surtout en fonction de la salinité et du temps de submersion/humidité du sol, les espèces végétales présentes ne sont pas les mêmes. Ces cortèges floristiques constituent des milieux naturels qui donnent donc des indications précieuses sur des paramètres invisibles à l'œil nu (sel et humidité) et difficiles à mesurer en continu sur le temps long.*

Parmi les habitats naturels les plus répandus le long des rives des lagunes ou de la mer, les sansouïres (milieux composés essentiellement de salicornes) supportent les salinités et submersion les plus fortes, suivis plus haut, de différents faciès de prés salés (composés de joncs, saladelles, ...) ».

Un des effets attendus de l'élévation du niveau de la mer est l'augmentation de la salinité des sols et des nappes du littoral et des lagunes, ce qui devrait conduire à une évolution des habitats (i.e. une progression des sansouïres au détriment des prés salés). Le PNR pilote s'intéresse en particulier à ces habitats « sentinelles » dans le cadre de sa participation au programme « La mer monte »¹ mais également dans le cadre de ses missions pour le suivi et/ou la gestion d'habitats d'intérêt communautaire.

Notre objectif a été de développer une méthode permettant de cartographier et de suivre l'évolution des habitats (en particulier ceux « sentinelles »), sur un pas de temps de l'ordre de 5 à 10 ans et sur un territoire d'étude « test » qui pourrait être étendu par la suite à l'ensemble du PNR pilote.

La première étape consiste donc à produire une cartographie des habitats ayant un critère de confiance suffisamment élevé pour pouvoir ensuite les comparer suivant les années. Le PNRNM a réalisé une cartographie d'habitats sur le terrain en 2016 qui a servi comme base de données d'apprentissage.

Le consortium THEIA CES OSO met à disposition une chaîne de traitement open-source appelée MORINGA^{2,3} développée par le CIRAD.

Présentation de l'expérimentation réalisée

Celle-ci approche repose sur l'utilisation de données à très haute résolution, ici Pléiades (50 cm) combinées à des données Sentinel 2 (10 m) et Landsat 8 (30 m), ces dernières apportant des informations sur les cycles annuels. Cette chaîne de classification orientée objet, initialement développée pour cartographier l'occupation des sols agricoles à l'échelle des parcelles dans les Pays du Sud, combine des techniques d'apprentissage

¹<https://www.parc-naturel-narbonnaise.fr/actions-parc/environnement/climat-et-energie/la-mer-monte>

² <https://agritrop.cirad.fr/591341/>

³ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340919312892>

machine « Random Forest » à partir de la segmentation d'images satellites très haute résolution.

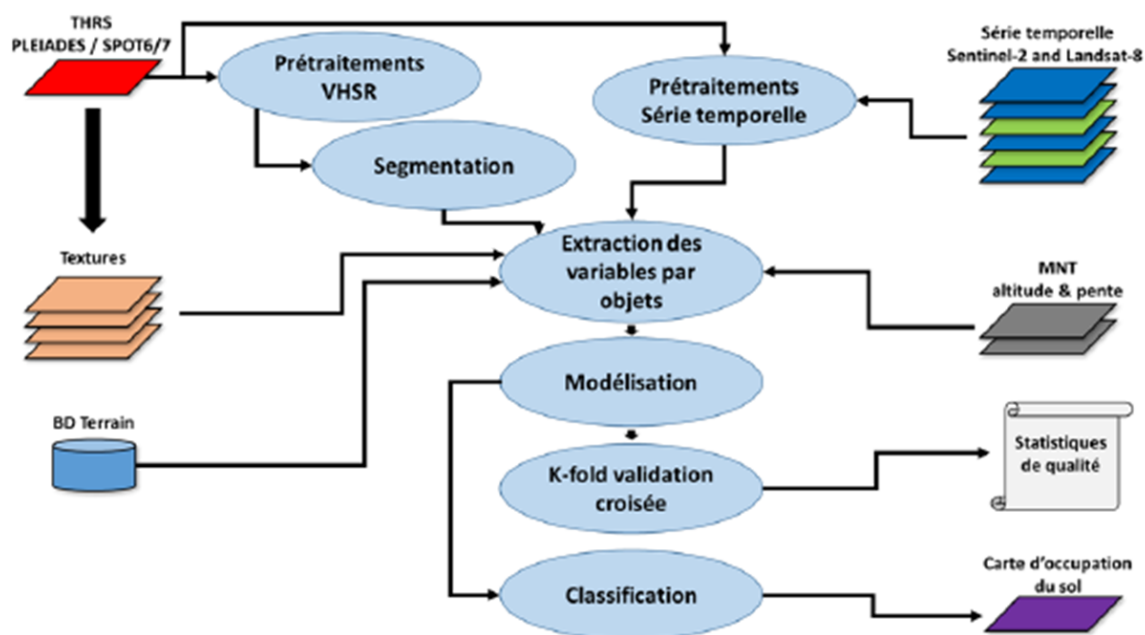
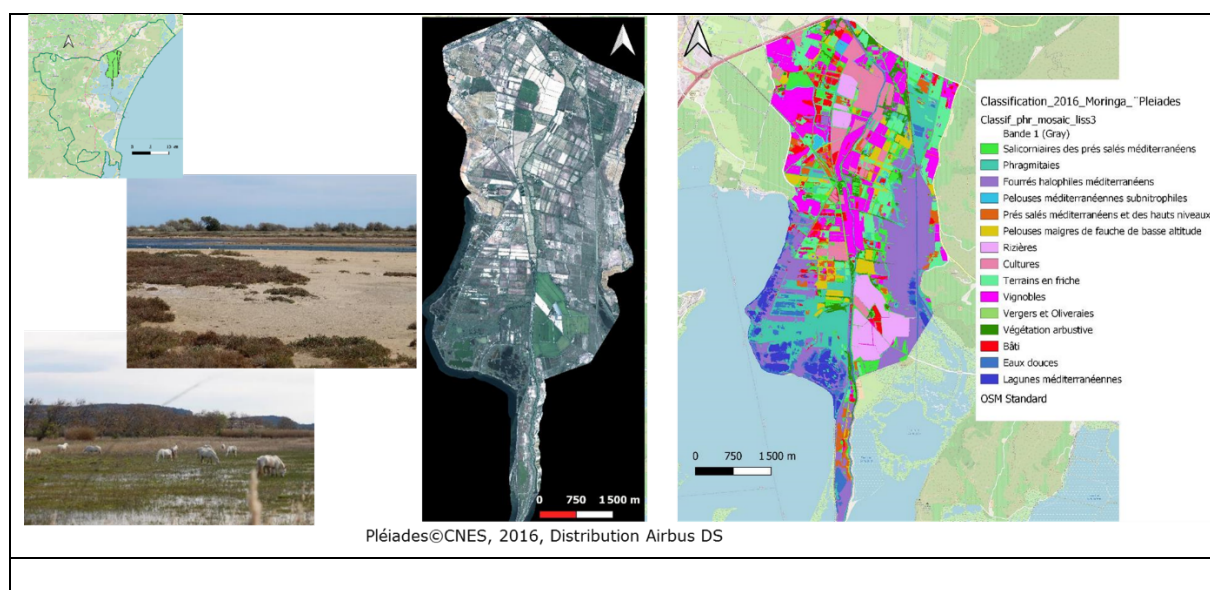
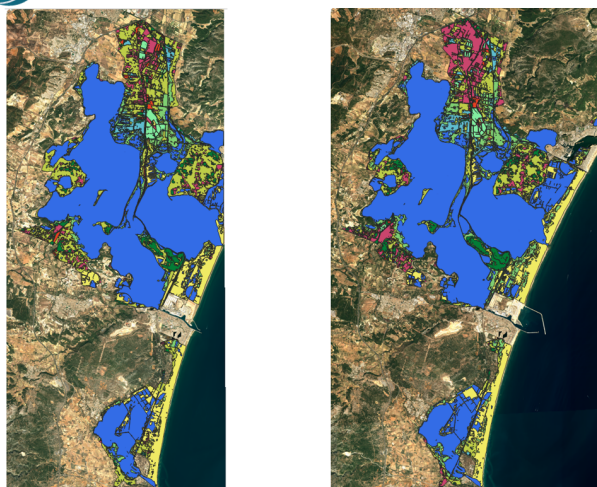


Figure : Schéma de la chaîne de traitement MORINGA (source : R. Gaetano – UMR TETIS - CIRAD).

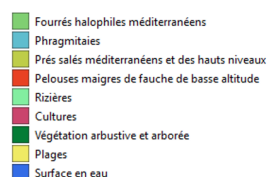
- Base de Données Terrain

Un important travail, mené en étroite collaboration avec les agents du PNR gestionnaires du territoire d'étude, a permis d'homogénéiser les bases de données terrain de 2016 fournies par le PNR pilote ainsi que de regrouper les habitats afin de constituer une nomenclature à neuf classes. Ainsi, une première carte des habitats a été réalisée pour l'année 2016 sur les Étangs du Narbonnais puis une seconde carte a été réalisée pour l'année 2022.





Plusieurs itérations ont été réalisées pour avoir le meilleur score.



Pléiades © CNES 2016 et 2022, Distribution AIRBUS DS (DINAMIS)

Figure : Cartes produites avec la chaîne de traitement MORINGA sur les Étangs du Narbonnais (hors Mateille), respectivement en 2016 à gauche et 2022 à droite (source : La TeleScop).

Numéro classe	Nom classe retenue	Surface classe retenue (ha)	Nombre entités échantillonnées	F-SCORE 2016	F-SCORE 2022
1	Fourrés halophiles méditerranéens	1222,792	200	82,44%	80,32%
2	Phragmitaies	302,858	160	83,17%	79,93%
3	Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux	124,654	130	74,37%	73,40%
5	Pelouses maigres de fauche de basse altitude	26,324	30	68,31%	58,78%
6	Rizières	132,339	150	99,85%	98,85%
7	Cultures	147,184	100	96,72%	87,82%
11	Végétation arbustive et arborée	131,291	60	88,05%	80,34%
12	Plages	464,098	80	97,30%	97,42%
14	Surfaces en eau	7194,728	120	99,92%	99,80%

Tableau : Résultats des classes sur les meilleures itérations des cartographies 2016 et 2022 (source : La TeleScop).

Les résultats, appréciés via le F-score (corrélations entre les données terrain fournies en échantillon pour l'apprentissage et les cartes finalement produites) et via des vérifications réalisées sur le terrain par les agents du PNR au printemps 2023, montrent que des confusions importantes persistent entre les classes d'habitats même si cela apparaît très correct statistiquement pour certaines classes. Cela s'explique notamment du fait :

- du faible nombre d'échantillons et d'hectares disponibles sur la zone d'étude,
- de la trop grande finesse de certains habitats par rapport à la résolution des séries temporelles (10-30m) où seule l'image Pléiades est considérée dans les statistiques de décisions,
- des habitats qui peuvent être en mélange entre eux, avec des recouvrements qui sont souvent à moins de 100 %,
- de périodes manquantes dans les séries temporelles en fin d'année (notamment entre septembre et décembre pour 2022).

Ainsi, l'imprécision actuelle de MORINGA ne permet pas une bonne évaluation des changements des habitats « sentinelles » d'autant que travailler sur des années antérieures n'est pas optimal puisque cela nous oblige à composer avec des données d'archive THRS qui peuvent manquer avec, en plus, un seul satellite Sentinel 2 en orbite en 2016

Etant donné la finesse des habitats, le cas idéal serait de travailler avec une image Pléiades et une série temporelle Sentinel2 renforcée par une série temporelle SPOT6/7 (1,5m) (a minima sur les périodes septembre à décembre). Il est possible d'exprimer une telle programmation auprès de DINAMIS (avec une gratuité et/ou des tarifs préférentiels au public si le volume de données est trop important). Il serait également intéressant de pouvoir mobiliser les données payantes Pléiades NEO 30cm et des séries temporelles hebdomadaires Planetscope (3m) mais celles-ci ne sont actuellement pas disponibles à coût préférentiel auprès de DINAMIS.

Néanmoins, un des avantages de MORINGA, notamment avec sa version améliorée et plus facile d'utilisation (en cours de déploiement par Raffaele Gaetano - CIRAD), est que cette chaîne de traitement est *open-source* et peut être utilisée sur d'autres territoires et d'autres habitats (cf. expérimentation sur le PNRCQ).

La société ISEA a développé l'outil BIOCOAST qui a été utilisé pour la cartographie fine des Habitats sur Leucate. L'approche globale est similaire avec quelques différences (classification orientée objet par segmentation pour MORINGA et classification par pixel pour BIOCOAST). Les résultats sont très intéressants. Le projet a pu bénéficier d'une série temporelle Pléiades (10 images ; 1 par mois) avec un relevé terrain réalisé pendant les acquisitions venant consolider la base de donnée d'apprentissage. De plus, un gros travail de zonage a été réalisé en amont pour spécifier les habitats possibles par secteur (ce qui permet d'éviter des faux positifs). Enfin, un travail à dire d'expert reste essentiel pour obtenir une cartographie fine.

Il est donc actuellement difficile d'automatiser une cartographie suffisamment fine pour ensuite procéder à des comparaisons annuelles. Cependant, les résultats peuvent être améliorés sur des cartographies futures en prenant soin de demander des programmations spécifiques avec DINAMIS. L'outil MORINGA pourrait permettre aux agents du PNR d'apprécier l'évolution de certains habitats sur leur territoire à titre de support mais rien ne supplantera le constat terrain pour qualifier l'impact du changement climatique (et donc de la salinisation des sols).