

Moringa

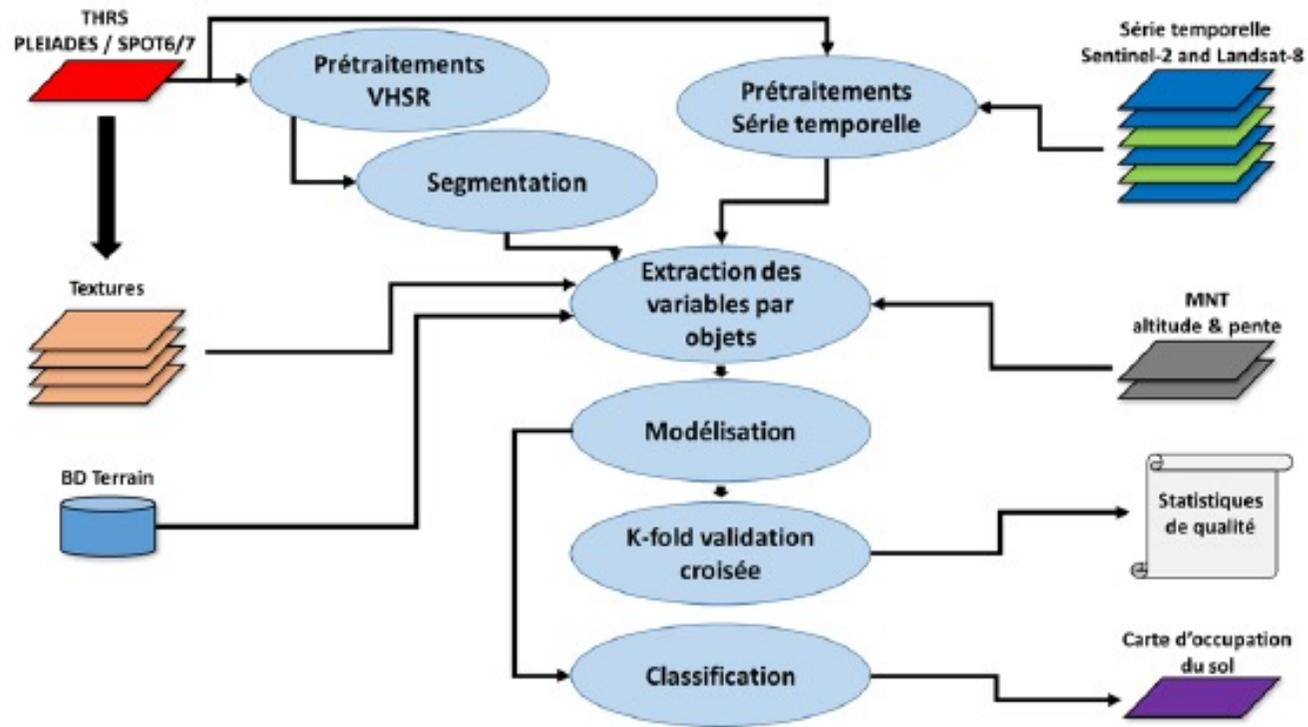
Principe de fonctionnement
Application sur le PNRNM

Moringa est chaîne de traitement open source développée par le chercheur CIRAD Raffaele Gaetano de l'Unité de Recherche TETIS.

Initialement, cette chaîne cartographie l'occupation des sols agricoles à l'échelle des parcelles dans les Pays du Sud. Elle combine des techniques d'apprentissage machine avec la segmentation d'images satellites très haute résolution.

L'apprentissage machine de Moringa est du « Random Forest ». A partir de données terrains réels et des données satellitaires en entrée, Moringa constitue un ensemble d'arbre de décision.

Par exemple : Lors de l'apprentissage et pour une classe (habitat) A, il va statistiquement déterminer ce qui caractérise A. Ensuite, lorsque qu'on lui demande de cartographier l'ensemble de la zone, il va prendre des décisions parmi les classes qu'on lui a donné en apprentissage.



Source : R. GAETANO UMR TETIS - CIRAD



Après plusieurs tests et échanges sur une zone test et le Grand Castelou, le périmètre final de l'étude concerne l'ensemble des Etangs du Narbonnais (hors Mateille).

Cette première étape de test était essentielle pour préparer le jeu de données d'apprentissage au regard aussi des données satellitaires disponibles via DINAMIS.

2 bases de données terrain de 2016 ont été fusionnées :

- Habitats-MdN-2016_epsg2154.gpkg (en rouge)
- habitats_EtangsNarbonnais_32631.gpkg (en jaune)

Les données satellitaires disponibles via DINAMIS :

- Pléiades (50cm) 22 septembre 2016
- 2 Pléiades (50cm) 24 aout et 20 septembre 2022 (pour couvrir la zone)

Le MNT RGE Alti 1m de l'IGN a aussi été utilisé pour enrichir les données.



Fond Google Satellite

Après un travail d'homogénéisation des 2 bases de données terrain, le choix s'est porté de ne conserver que les habitats présentant un recouvrement de 100%.

Il a fallu ensuite regrouper certains habitats sur les 134 afin d'obtenir une nomenclature finale de 9 classes.

Par ex : pour Fourrés halophiles méditerranées

Bosquets à *Arthrocnemum glaucum* (enganes)

Bosquets d'arbrisseaux à *Arthrocnemum* (enganes)

Bosquets d'arbrisseaux à *Suaeda*

Fourrés à *Limoniastrum*

Fourrés des marais salés méditerranéens

Fourrés des prés salés (hygro-halophiles)

Fourrés méditerranéens à pourpier marin et *Arthrocnemum fruticosi*

Tapis d'*Arthrocnemum perennis*

Gazons à salicorne des hautes côtes méditerranéennes

Gazons à Salicorne et *Suaeda*

Gazons méditerranéens à salicorne

Numéro de la classe retenue	Nom de la classe retenue
1	Fourrés halophiles méditerranéens
2	Phragmitaies
3	Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux
5	Pelouses maigres de fauché de basse altitude
6	Rizières
7	Cultures
11	Végétation arbustive et arborée
12	Plages
14	Surfaces en eau

* Initialement nous sommes partis sur 14 classes et pour relancer rapidement nous avons gardé le numéro (cela n'influe aucunement Moringa)

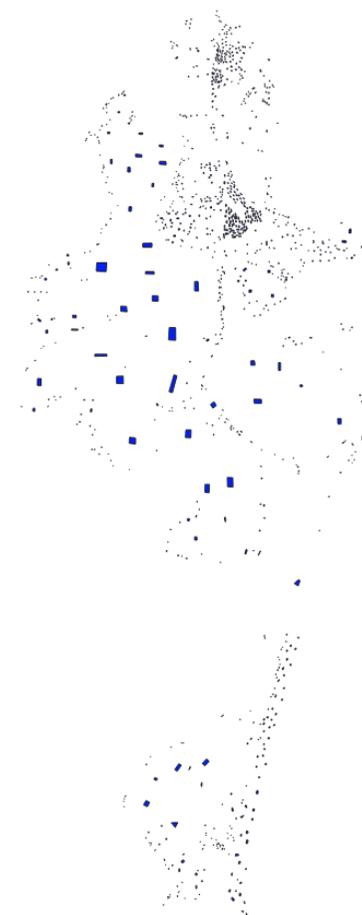
Ce travail en amont est important car certains habitats sont spatialement peu représentés (quelques ha) sur la totalité de la zone.

Car l'objectif est de pouvoir extraire suffisamment d'échantillons (1030).

Numéro_classe	Nom_classe_retenue	Surface_classe_retenue (ha)	Nombre_entités_échantillonnées
1	Fourrés halophiles méditerranéens	1222,792	200
2	Phragmitaies	302,858	160
3	Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux	124,654	130
5	Pelouses maigres de fauche de basse altitude	26,324	30
6	Rizières	132,339	150
7	Cultures	147,184	100
11	Végétation arbustive et arborée	131,291	60
12	Plages	464,098	80
14	Surfaces en eau	7194,728	120

Moringa va conserver séparément une partie des échantillons pour l'apprentissage et pour les statistiques de qualité (score).

Comme il y a peu d'échantillons, il va « apprendre » 5 fois et conserver la meilleure stratégie de décisions.



Les données Pléiades (50cm) sont utilisées pour segmenter l'image.
Moringa va créer des objets vectoriels en essayant de les rassembler suivant différents paramètres.

Pour les séries temporelles Sentinel-2 (10m) :

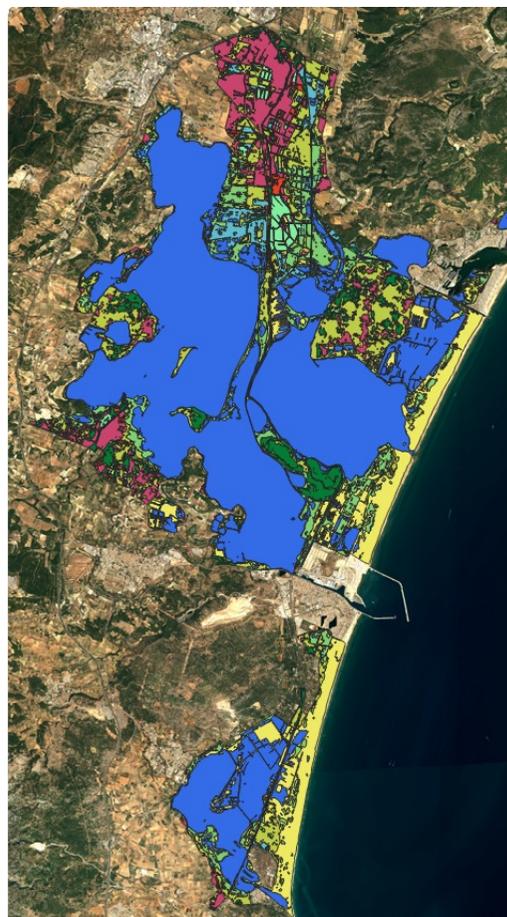
En 2016, il n'y avait qu'un seul satellite au lieu de 2. Au maximum 1 image tous les 10 jours.
Nous avons retenu 13 images sans nuages sur l'année 2016 au lieu de 36 théoriquement.
Avec des trous entre janvier-mars et novembre-décembre.

En 2022, nous avons retenu 19 images sans nuages au lieu de 72 théoriquement.
Avec un trou entre septembre et décembre.

Pour enrichir les séries temporelles, nous avons complété avec du LANDSAT 8 (30m).

Pour Pléiades et les séries temporelles, différents indices comme le NDVI sont produits.





Plusieurs itérations ont été réalisées pour avoir le meilleur score.

- Fourrés halophiles méditerranéens
- Phragmitaies
- Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux
- Pelouses maigres de fauche de basse altitude
- Rizières
- Cultures
- Végétation arbustive et arborée
- Plages
- Surface en eau

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



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%

La qualité des scores varie selon plusieurs facteurs :

- Le nombre d'échantillons et ha disponibles sur la zone globale.
- Certains habitats trop fins par rapport à la résolution des séries temporelles (10-30m) où seule l'image Pléiades est considérée dans ces statistiques de décisions.
- Les périodes manquantes sur la période de Novembre-Décembre (surtout en 2022 de sept-dec)

Vérification terrain 30 et 31 mars sur Grand Castélou

- Classification_2022
- Fourrés halophiles méditerranéens
 - Phragmitaies
 - Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux
 - Pelouses maigres de fauche de basse altitude



Numéro de zone	Image satellite 2022	Vérification terrain	Carto Habitats naturels 2016	Image Satellite 2016
1	Fourrés halophiles	Vrai : fourrés halophiles bien présents	Fourrés halophiles	Mélange prés salés et fourrés halophiles et zones nues
2	Prés salés	Mélange de prés salés et fourrés halophiles, l'analyse satellite ne distingue pas les 2 habitats	Parcelle divisée en 2 avec prés salés au Nord et fourrés halophiles au Sud	Zone nue
3	Roselières	Vrai : il s'agit bien d'une roselière majoritaire	Roselières	Zone nue majoritaire et qq roselières
4	Mixte Prés salés / Praires de fauche / Roselières	Essentiellement prairie de fauche avec en bordure présence du roseau	Prairie de fauche	Mélange prés salés et prairie de fauche
5	Prés salés	Il s'agit en réalité d'une parcelle de roseaux avec faciès de prés salés	Phragmitaies et prés salés en 50/50	Phragmitaies
6	Roselières	Faux : il s'agit de fourrés halophiles	Fourrés halophiles essentiellement avec bordure de roseaux	Mélange fourrés halophiles roselières

pôle Biodiversité du Parc (Angélique MASVIDAL) sur l'étang de la Palme

« A première vue, sur 3 secteurs à La Palme où on a du prés salés et fourrés halophiles (dont celui avec les transects de Juliette), de grosses aberrations

- en 2016 :

- une grosse partie est indiquée en friche
- Des fourrés halophiles en plages voir culture
- En dehors des prés salés/fourrés halophiles, des secteurs identifiés en cultures (au lieu de lagunes ou friche)
- Roselière identifiée en végétation arbustive ou arborée

- en 2022 c'est beaucoup mieux (moins de friches), néanmoins :

- Identification en fourrés halophiles sur des secteur de pins d'Alep...
- Identification de rizières....
- Identification de vignobles sur des secteurs en prés salés/fourrés halophiles
- Les prés salés englobent pas mal d'habitats différents sur les Coussoules
- Encore un peu de roselière identifiée en végétation arbustive ou arborée

→ analyse « à première vue », qui sera complétée en comparant aux images satellites des années 2016 et 2022 (images trop longues à charger en télétravail) et sur le terrain pour 2022.

Mais quand même de grosses aberrations qui pour l'instant indiquerais que le modèle n'est pas suffisamment calibré pour analyser finement l'évolution des milieux de types prés salés/fourrés halophiles/roselières – en tout cas sur le secteur de La Palme. »

Secteur nord de Bages :



- Classification_2022
- Fourrés halophiles méditerranéens
- Phragmitaies
- Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux
- Pelouses méditerranéennes subnitrophiles
- Pelouses maigres de fauche de basse altitude
- Rizières

Secteur Campagnol :



- Classification_2022
- Fourrés halophiles méditerranéens
- Phragmitaies
- Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux
- Pelouses méditerranéennes subnitrophiles
- Pelouses maigres de fauche de basse altitude
- Rizières



- Classification_2022
- Fourrés halophiles méditerranéens
 - Phragmitaies
 - Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux
 - Pelouses méditerranéennes subnitrophiles
 - Pelouses maigres de fauche de basse altitude
 - Rizières

Numéro de point	Image sat 2022	Verif terrain	Image sat 2016
1	Fourrés halophiles méditerranéens	Principalement prés salés à jonc	Prés salés
2	Phragmitaie	Phragmitaie, prés salés à jonc et fourrés halophiles en mélange	Phragmitaie
3	Fourrés halophiles méditerranéens	Principalement prés salés à jonc	Prés salés + fourrés halophiles
4a, 4b, 4c	Vignoble	Divers mais absolument pas de vigne sur ces points Plutôt roselières dans les canaux des rizières	Vignoble
5	Fourrés halophiles méditerranéens	Prés salés et Fourrés halophiles méditerranéens en mélange mais majoritairement prés salés à jonc	Fourrés halophiles méditerranéens

Superficies en m²

La Palme	2016	2022	Différence 2016 2022	Commentaires Fanchon
1 Fourrés halophiles méditerranéens	41781,1	124952	83170,9	Difficile de valider ce résultat car pas de différence identifiable sur les images. À priori peu identifiés
2 Phragmitaies				
3 Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux	114677	64154,7	-50522,3	Difficile de valider ce résultat car pas de différence identifiable sur les images. À priori assez mal identifiés.
5 Pelouses maigres de fauche de basse altitude				
6 Rizières		4306,41	4306,41	il n'y a pas de rizière
7 Cultures	18658,2	732,75	-17925,45	il n'y a pas de culture?
11 Végétation arbustive et arborée	8626,75		-8626,75	il n'y a pas eu de déboisement. Boisements sous-estimés, surestimation avec toutes les surfaces comprenant du sol nu (au détriment des prés salés par exemple)
12 Plages	103405	82542,8	-20862,2	
14 Surfaces en eau	70739,2	81199,2	10460	
total	357887,25	357887,86		

Bages	2016	2022	Différence 2016 2022	
1 Fourrés halophiles méditerranéens	167576	176616	9040	
2 Phragmitaies	84994,8	184505	99510,2	
3 Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux	275227	143655	-131572	
5 Pelouses maigres de fauche de basse altitude	11746,9	12175,5	428,6	terrain de foot
6 Rizières				
7 Cultures	3647,42	59026	55378,58	pas toujours bien localisée
11 Végétation arbustive et arborée	66440,3	40686,5	-25753,8	sous évalué
12 Plages	972,86		-972,86	
14 Surfaces en eau	235017	228960	-6057	
total	845622,28	845624		



Gruissan		2016	2022	Différence 2016 2022
1	Fourrés halophiles méditerranéens	96198,9	113620	17421,1
2	Phragmitaies	14059,7	15941,9	1882,2
3	Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux	29865,8	16953,6	-12912,2
5	Pelouses maigres de fauche de basse altitude			
6	Rizières			
7	Cultures	595,73	1945,34	1349,61
11	Végétation arbustive et arborée	404,5	885,5	481
12	Plages	57,59	1240,25	1182,66
14	Surfaces en eau	60649,5	51243,7	-9405,8
	total	201831,72	201830,29	

Saint-Martin		2016	2022	Différence 2016 2022
1	Fourrés halophiles méditerranéens	17767,3	128016	110248,7
2	Phragmitaies		7635,25	7635,25
3	Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux	395345	331558	-63787
5	Pelouses maigres de fauche de basse altitude		596,5	596,5
6	Rizières		50986,8	50986,8
7	Cultures	155066	112408	-42658
11	Végétation arbustive et arborée	12019,9	5075,84	-6944,06
12	Plages	174262	125065	-49197
14	Surfaces en eau	287007	280125	-6882
	total	1041467,2	1041466,39	

semble erroné dans certains secteurs (dont ancienne décharge à l'extrême nord-est de la zone)

il n'y a pas de rizière

sous évalué



Castélou		2016	2022	Différence 2016 2022
1	Fourrés halophiles méditerranéens	2765810,00	3056370,00	290560,00
2	Phragmitaies	2160870,00	2837450,00	676580,00
3	Prés salés méditerranéens et des hauts niveaux	8702650,00	6188670,00	-2513980,00
5	Pelouses maigres de fauche de basse altitude	1237740,00	1122110,00	-115630,00
6	Rizières	1262720,00	1547700,00	284980,00
7	Cultures	2969610,00	5136630,00	-2104474,00
11	Végétation arbustive et arborée	1605080,00	865136,00	-1526577,40
12	Plages	197331,00	78502,60	-118828,40
14	Surfaces en eau	1716580,00	1785820,00	69240,00
	total	22618391	22618388,6	



Conclusion :

L'imprécision actuelle de Moringa ne permet pas une bonne évaluation de changement des habitats sentinelles. Malgré un score statistique élevé, les enquêtes terrain démontrent encore de grosses confusions. Dans la réalité, il y a des mélanges. De plus, lorsque Moringa ne connaît pas la classe (ex. terrain de foot) il va mettre celui qu'il estime le plus statistiquement proche.

Au vue de 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 sept-dec). Il est possible d'exprimer une telle programmation auprès de DINAMIS (gratuité + tarif préférentiel public si volume trop important).

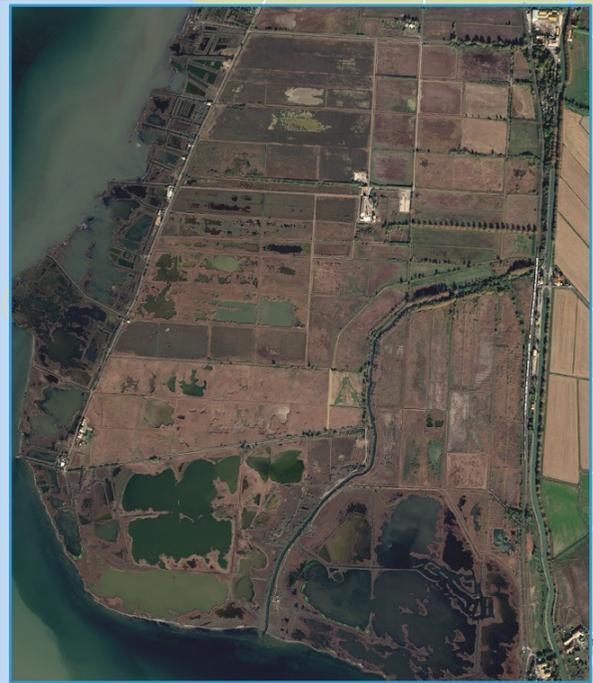
Il existe aussi des données payantes Pléiades NEO 30cm et des séries temporelles hebdomadaires PlanetScope (3m) mais ils ne sont actuellement pas disponibles à coût préférentiel auprès de DINAMIS.

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 (ex. expérimentation PNRCQ).

La bonne pratique serait d'utiliser MORINGA comme outil de support lorsqu'une étude complète terrain n'est pas prévue.

- Demander les programmations en amont (année N-1)
- Synchroniser un terrain par rapport à la période d'acquisition Pléiades pour produire des échantillons (ou a partir de photo-interprétation sur l'image acquise - sûrement plus réalisable sur Pléiades NEO).
- En fin d'année, récupérer les séries temporelles pour lancer la cartographie.

Image PNEO 30cm 20 novembre 2022 © Distribution AIRBUS DS (La TeleScop)



Des discussions sont en cours à DINAMIS mais pas avant 2024 à minima.

