

Cartographie Nationale des milieux humides

Hexagone • Phase 2



SÉMINAIRE DE RESTITUTION

ACTES

Volet gestion

- 1 Introduction _____ p. 3
- 2 Panorama des résultats du projet _____ p. 4
- 3 Etat d'avancement de la cartographie des habitats _____ p. 7
- 4 Séries temporelles à très haute résolution pour la cartographie des habitats _____ p. 11

Volet recherche

- 5 Indicateurs fonctionnels _____ p. 14
- 6 Amélioration des cartes de pré-localisation _____ p. 17
- 7 Perspectives et diffusion _____ p. 20

Le séminaire de clôture de la phase 2 du projet de cartographie nationale des milieux humides s'est tenu le 26 mars 2026 en ligne. Il a rassemblé plus de 250 participants et participantes.
Les vidéos des interventions et les supports de présentation peuvent être retrouvés [en ligne](#).



1

Introduction

Mot d'ouverture du Ministère de la transition écologique

Ghislaine FERRERE

Responsable milieux humides
(DGALN/DEB/EARM3)

Nous parlons aujourd'hui des milieux humides : des écosystèmes complexes, porteurs d'enjeux majeurs dans le contexte actuel de crise de la biodiversité, de la ressource en eau et du changement climatique. Ce sont pourtant des milieux souvent dégradés, voire détruits, et c'est pourquoi nous œuvrons à les protéger.

Cette protection passe notamment par une meilleure connaissance de leur fonctionnement, mais également par leur localisation, ce qui représente un défi majeur. Deux niveaux d'approche permettent de faciliter cette localisation : un niveau terrain, par l'inventaire des zones humides effectives, et un niveau macro, à l'échelle du territoire, grâce aux données hydro-géomorphologiques.

Une première carte de prélocalisation avait été produite en 2014 : un premier pas qui a depuis été utilisé par différents acteurs. Dans le cadre du 4^{ème} Plan national milieux humides, nous avons souhaité améliorer et affiner cette carte, en tirant parti des avancées et de la disponibilité croissante des données satellitaires. L'objectif est également de fournir des outils pour approfondir l'analyse, et de les mettre à disposition des acteurs souhaitant les utiliser.

L'ensemble de ces travaux illustrent ce qu'attend le ministère de ses opérateurs et partenaires scientifiques : un travail de construction partagé, répondant au mieux aux besoins opérationnels et notamment celui de mieux localiser les milieux humides, afin de faciliter leur restauration.

REMERCIEMENTS



... et bien d'autres



2 Panorama des résultats du projet

Hugo POTIER

Chargé d'étude Cartographie Nationale des Milieux Humides dans l'Hexagone
UAR PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)

CONTEXTE DU PROJET

- Les milieux et zones humides sont des environnements complexes, riches et dynamiques qui assurent des fonctions et portent des services écosystémiques essentiels. Leur diversité rend indispensable le développement et le partage de connaissances.
- Le projet de cartographie s'inscrit dans l'axe 3 « Connaître » du 4^{ème} Plan National des Milieux Humides (PNMH4), dont l'objectif est de développer la connaissance globale sur la localisation de ces milieux et leurs caractéristiques.
- Les enjeux liés aux milieux humides concernent des acteurs aux besoins variés : gestionnaires, aménageurs, services de l'État, acteurs du territoire, et s'expriment à toutes les échelles spatiales, du local à l'international.
- PatriNat pilote un ensemble d'actions complémentaires sur les milieux et zones humides : identification, prélocalisation et évaluation fonctionnelle, afin de fournir des outils opérationnels à l'ensemble des acteurs concernés.

APPROCHE



PANORAMA PHASE 1

Le projet a abouti en 2023 à la publication de deux cartes de prélocalisation pour les milieux humides et zones humides. Ces cartes possèdent 2 versions : l'une de prélocalisation probabiliste, et l'autre seuillée.

Sur le volet habitats, des cartes de probabilités de présence (échelle de 10m) ont été produites sur le croisement de données d'habitat et de variables environnementales/spectrales (selon la nomenclature EUNIS, 2012).

Des cartes d'indicateurs de fonctions des milieux humides ont été produites à l'échelle de bassins versants pilotes à partir de l'indice de végétation NDVI calculé sur les images SENTINEL.

Des ateliers consultatifs ont été menés en parallèle pour recueillir l'avis des acteurs locaux sur ces volets et discuter de leurs utilisations.



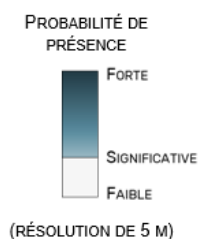
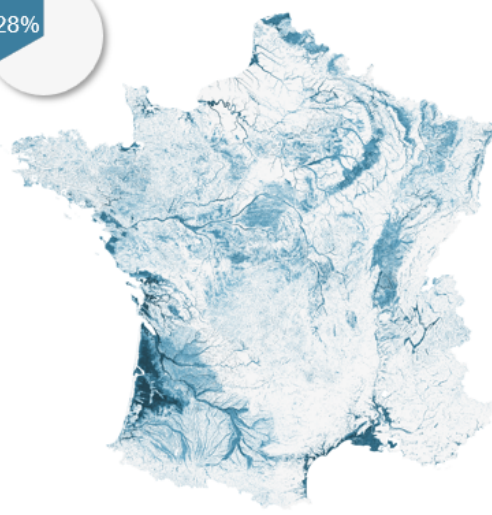
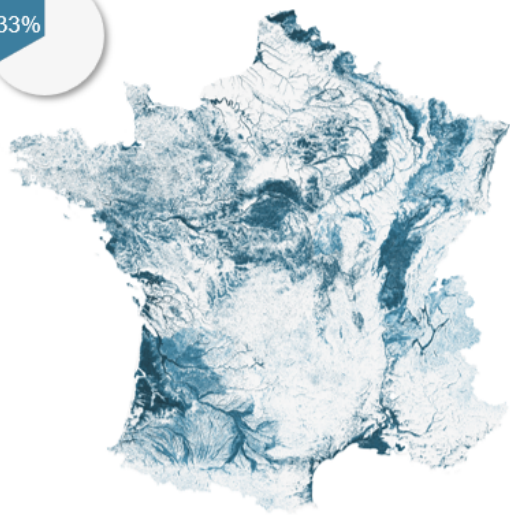
2 Panorama des résultats du projet

Hugo POTIER

Chargé d'étude Cartographie Nationale des Milieux Humides dans l'Hexagone UAR PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)

Carte de prélocalisation des milieux humides (probabiliste ou seuillée)

Carte de prélocalisation des zones humides (probabiliste ou seuillée)



PANORAMA PHASE 2

Questions directrices	Objectif	Sous-objectifs et échelles	Méthodes
<i>Où sont/étaient les milieux et zones humides ?</i>	Prélocaliser les milieux et zones humides.	Améliorer la détection de certains types de zones et milieux humides sur des zones pilotes.	Variables thermiques, radar et optique.
<i>Quels sont les habitats en milieux humides ?</i>	Cartographier les habitats des milieux humides.	Déployer la cartographie des habitats sur l'Hexagone et la Corse.	Données archives et variables environnementales et spectrales.
		Améliorer la cartographie des habitats sur des zones pilotes.	Séries temporelles à très haute résolution.
<i>Quelles sont les fonctions réalisées par les milieux humides ?</i>	Cartographier les fonctions des zones humides.	Déployer la cartographie des fonctions sur l'Hexagone et la Corse.	NDVI-I, RREL et MMAX.
		Développer de nouveaux indicateurs fonctionnels sur des zones pilotes.	Déploiement ou développement de nouvelles méthodes en fonction des indicateurs.

UNE V2 DES CARTES DES MILIEUX ET ZONES HUMIDES SEUILLÉES : QUELS CHANGEMENTS ?

- Correction de petits secteurs non couverts par la modélisation dans la première phase.
- Correction du masque des surfaces urbanisées, manquant pour endroits, sur la carte des milieux humides seuillée.
- Ajout des milieux humides marins selon la définition Ramsar, jusque 6m de profondeur sous le niveau des plus basses marées, à partir du MNT bathymétrique du SHOM et du RGE Alti IGN ©. Inclusion de ces milieux au-delà de la limite terre mer (SHOM).
- Caractérisation du type de substrat de l'estran à partir de la couche « zones d'estran » de la BD TOPO ©.

Questions et échanges

2 PANORAMA DES RÉSULTATS DU PROJET

La diffusion de la donnée est elle en raster ou vecteur ?

Tous les produits cartographiques sont au format raster, des pistes sont en cours de discussion pour les vectoriser afin de les rendre plus opérables.

Est-ce que les données locales de type la carte GéoIDE de la DREAL normandie ont été également utilisées comme référentiel ?

La carte de prelocalisation Normandie a été comparée avec la carte nationale dans le rapport méthodologique de la phase 1.

Est-il prévu ou possible au niveau DEB d'objectiver ce travail au travers de la SNB ? Notamment pour intégrer des zones du territoires qui ne sont pas en protection forte.

Beaucoup d'utilisations sont possibles des résultats de ces cartes, cet usage est utile au niveau territorial. Au niveau national, nous pourrons en discuter avec le SNB et PNA.

CONTACTS

Hugo POTIER

Chargé d'étude Cartographie Nationale
des Milieux Humides dans l'Hexagone
UAR PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)
hugo.potier@mnhn.fr



3 Etat d'avancement de la cartographie des habitats

Anis GUELMAMI, Nina BÈGUE

Coordinateur de l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, Ingénieure en télédétection
Tour du Valat

NOUVEAUX ÉLÉMENTS

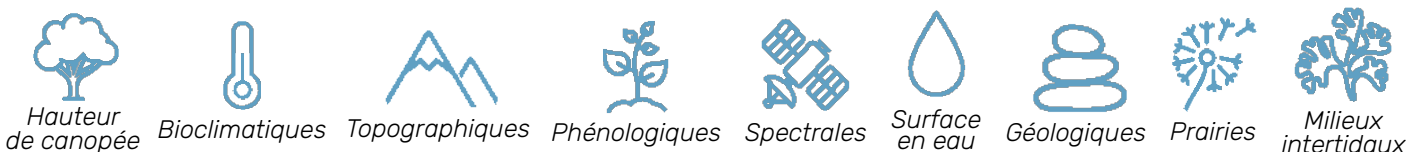
La phase 1 de la cartographie des habitats en milieux humides a permis de développer une méthode de cartographie des habitats des milieux humides à partir de variables spectrales, hydrologiques et topographiques à l'échelle de bassins versants tests. Cette nouvelle phase apporte de nouveaux éléments et précisions :

- **Passage à une couverture nationale**
- **Variables prédictives enrichies et/ou modifiées**
 - Surface en eau*
 - Intertidal*
 - Prairie*
- **Ajustements bioclimatiques méthodologiques**
 - Passage de R vers Python*
 - Tuilage national*
 - Adaptation de la typologie des habitats*
 - Cloud computing : Google Earth Engine*
 - Nettoyage optimisé des données de référence*
 - Séparation entraînement/validation*
 - Automatisation des étapes de traitement*

Ce travail permet d'identifier et d'estimer l'étendue nationale des habitats humides, et pourra servir à appuyer leur gestion et le diagnostic de leur état, ainsi qu'à répondre aux obligations de rapportage et à suivre les fonctions écologiques et prioriser les actions de restauration de ces milieux.

MÉTHODE

Pour ce travail, 42 variables prédictives ont été sélectionnées pour définir un habitat : une composition floristique et environnementale (hydrologie, topographie, substrat et climat). Ces 42 variables représentent les réalités écologiques suivantes :



Les données d'habitats utilisées en entraînement du modèle de classification doivent pouvoir représenter la diversité des milieux naturels français. Elles sont issues des sources de l'INPN et de l'IFN pour les habitats naturels, des données du RPG pour les milieux agricoles et prairiaux et de la BD Topo pour les vignes et vergers.

L'objectif est de couvrir au mieux le spectre des milieux humides et des habitats naturels à l'échelle nationale, tout en incluant des milieux non humides nécessaires pour que l'algorithme sache les distinguer. À noter : les zones urbaines sont masquées et ne font pas partie du domaine de classification. Ces données ont été harmonisées et formatées sous le format EUNIS2012, et nettoyées via la détection des anomalies et des retours d'experts sur des zones connues. La typologie a été simplifiée pour les rendre plus concrètes à l'aide de la nomenclature CLC-Ramsar (~ 40 classes).



3 Etat d'avancement de la cartographie des habitats

Anis GUELMAMI, Nina BÈGUE

Coordinateur de l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, Ingénieure en télédétection Tour du Valat

RÉSULTATS ET FEUILLE DE ROUTE

	Baseline nationale	Contrôle local (Camargue)	V3 A venir
Statut au 26/03/26	Réalisé	Réalisé	En cours
Échantillons	Traitement et nettoyage automatique, toute la France	Vérifiées par des experts, zone locale	Échantillons existants + intégration de nouvelles sources BDD sur les zones lacunaires (INPe)
Nomenclature	EUNIS2012 vers CLC-Ramsar	CLC-Ramsar	CLC Ramsar vers EUNIS2012
Contrôle qualité des échantillons	Correction par région hydrogéographique	Contrôle expert	Correction par régions hydrographique + contrôles d'experts
F1-score moyen	~ 0,61	~0,77	Calcul à venir
Limites	Classes rares effondrées, confusion inter-classes	Sur-apprentissage	Qualité dépendante des BDD sources
Apport	Baseline, diagnostic des faiblesses	Démonstration du potentiel	Réduction des lacunes d'échantillonnage

QU'EST CE QUE LE F1 SCORE ?

Le F1-score mesure à quel point le modèle est à la fois précis et exhaustif.

- Précis : est-ce que les détections des milieux humides du modèle sont justes? Repère-t-il les milieux humides déjà identifié sur le terrain?
- Exhaustif : est-ce que le modèle détecte tous les milieux humides qui existent?

Le F1 est la moyenne équilibrée des deux.

Ce produit est une estimation de l'étendue des habitats en milieux humides à l'échelle nationale: une carte de probabilité d'occurrence des habitats humides. Ce n'est pas un inventaire national, ni une cartographie des habitats terrestres.

La cartographie d'habitat en milieu humide oriente, mais ne détermine pas.

Questions et échanges

3

Comment identifier les MH dégradées avec les résultats intermédiaires ?

Sur la cartographie d'habitats, il n'y a pas de logique ou de variables concernant les milieux humides dégradés. Cela peut faire l'objet d'analyses complémentaires sur certaines variables notamment hydrologiques. Ces proxies peuvent être regardés dans le détails mais n'ont pas été intégré dans la cartographie des milieux humides (plus d'information dans le volet 3 «Indicateurs fonctionnels»).

Est-ce que les produits intermédiaires seront disponibles ?

Au vu du poids des données, ce n'est pas encore certains qu'elles soient disponibles sur les plateformes. Nous pourrons les partager au besoin.

Quels sont les habitats humides qui sont les plus difficiles à détecter avec cette méthode ?

Les habitats les plus difficiles à détecter sont les prairies humides au sens large. Les composantes floristiques et les dynamiques saisonnières varient beaucoup d'un pixel à l'autre. Cela dépend aussi des classes utilisées en entraînement, c'est pourquoi nous avons travaillé sur un crosswalk de EUNIS vers une typologie simplifiée. La télédétection des prairies humides vis à vis des autres classes (humides ou non) est un challenge important.

Concernant l'exhaustivité, quel est le niveau de rigueur dans l'acceptation des résultats du modèle, surtout pour ce qui concerne les petits milieux humides ? Jusqu'à combien de faux négatifs pouvez-vous accepter du modèle ?

L'évaluation reste qualitative (F1 score). Dans le détail, il y a des F1 score par habitats. Au vu de l'échelle, la prise en compte des faux négatifs ne sera pas faite. La mise à disposition des cartographies de probabilité d'occurrence peut aider à orienter les prospections terrains.

Entre 2017 et 2022, il y a eu des années particulièrement chaudes et sèches. Cela a-t-il eu un impact sur le calcul des variables correspondantes ?

C'est pour cela que 5 années ont été pris en compte, afin de lisser ces évènements. Cela nous permet d'avoir la moyenne entre le très chaud et très sec.

Questions et échanges

Pour la fréquence d'inondation, les 4 dates sont-elles réparties de manière homogène sur toute l'année ?

Ces 4 dates sont à titre illustratif. Dans la pratique, la variable «surface en eau» va prendre en compte tous les pixels qui sont valides durant la période (l'année), afin de lisser l'information et de limiter les événements extrêmes.

Avez-vous pris en compte l'enneigement ?

L'approche avec la «pseudo-année» permet justement de pallier légèrement à ce problème lié à l'enneigement. Notamment pour les pixels qui ne sont pas tout le temps sous la neige, qui peuvent être repérés et intégrés à l'analyse. Lors d'un enneigement permanent, il n'est pas possible de caractériser l'habitat.

Une cartographie c'est à l'instant T. Quelle approche envisagez-vous pour suivre l'évolution des milieux humides dans le temps ?

L'algorithme reste le même, il est possible de l'appliquer pour d'autres années. Certaines des variables sont d'ailleurs calculées sur des temps longs avec des données d'archives.

Quelle est la probabilité de détection des milieux humides dans les milieux forestiers ?

Nous n'avons pas encore un chiffre national. Cela dit, sur les tuiles que nous avons testées, les ripisylves sont assez bien détectées (précision 72% à 78%).

Des applications réglementaires sont prévues pour cette cartographie ?

Cette carte a vocation à apporter de nouvelles connaissances nationales avec une approche scientifique ouverte et reproductible afin d'enrichir la compréhension de ces milieux. Il n'est pas question d'en dériver une application réglementaire pour le moment.

Est-ce que vous parvenez à détecter les mares temporaires méditerranéennes ?

On peut détecter les mares et marais (>10m) de manière générale. Grâce à la variable hydrologique «durée/fréquence d'inondation», il sera possible de discriminer les temporaires des permanents.

CONTACTS

Anis GUELMAMI

Coordinateur de l'Observatoire
des Zones Humides Méditerranéennes
guelmami@tourduvalat.org

Nina BÈGUE

Ingénieure en télédétection
begue@tourduvalat.org



4 Séries temporelles à très haute résolution pour la cartographie des habitats

Sébastien Rapinel, Léa Panhelleux,
Liam Loizeau-Woolgar & Laurence
Hubert-Moy

Université Rennes 2 – UMR LETG

CONTEXTE

La cartographie des habitats par télédétection fait face à différents challenges : le nombre d'habitats parfois très élevé (induisant des problèmes de classification), la présence de *continuums* écologiques, la qualité et quantité des échantillons terrains, et le volume de données à traiter.

La phase 1 de l'étude a permis de tirer des enseignements et de proposer des pistes d'amélioration, notamment en ce qui concerne la précision des données altimétriques et la résolution spatiale des images utilisées pour la cartographie. Dans cette nouvelle phase, les nouvelles données topographiques utilisées sont le LiDAR HD et le MNS corrélés (IGN (r)), et les nouvelles données de télédétection utilisées sont les séries temporelles d'images satellitaires à très haute résolution spatiale PlanetScope (Planet), et SPOT-6/7 (CNES/Airbus Defense).

Avec ces nouvelles données, l'objectif est d'évaluer l'apport des images à très haute résolution spatiale pour cartographier les habitats naturels en utilisant des images satellitaires PlanetScope, des images SPOT 6/7 et des données altimétriques LIDAR HD et MNS.

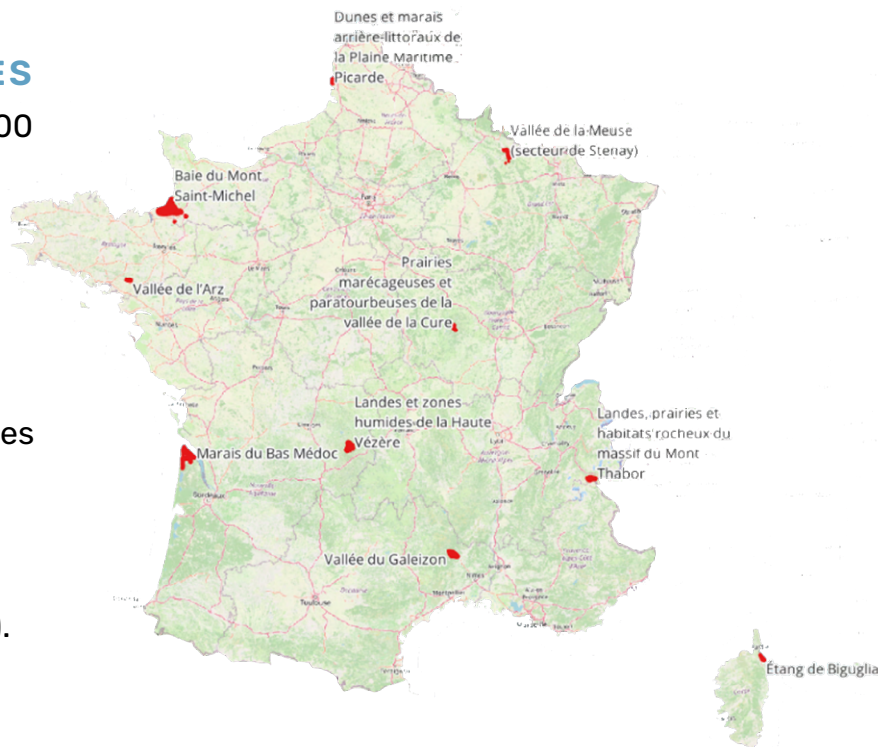
SITES D'ÉTUDES ET DONNÉES

L'étude a porté sur 10 sites Natura2000 à prédominance humide.

Les images satellitaires PlanetScope ont été utilisées sur quatre sites, les six autres sites étant traités avec les données SPOT 6/7.

En plus des nouvelles données satellitaires, des variables altimétriques et géologiques ont été utilisées en entrée du modèle.

Les relevés terrains ont permis de calibrer et de valider le modèle (INPN).



MÉTHODE

Etape 1.

Réduction de dimension

Etape 2.

Suppression des *outliers*

Etape 3.

Ajustement de la typologie

Etape 4.

Classification hiérarchique



4 Séries temporelles à très haute résolution pour la cartographie des habitats

Sébastien Rapinel, Léa Panhelleux,
Liam Loizeau-Woollgar & Laurence
Hubert-Moy

Université Rennes 2 – UMR LETG

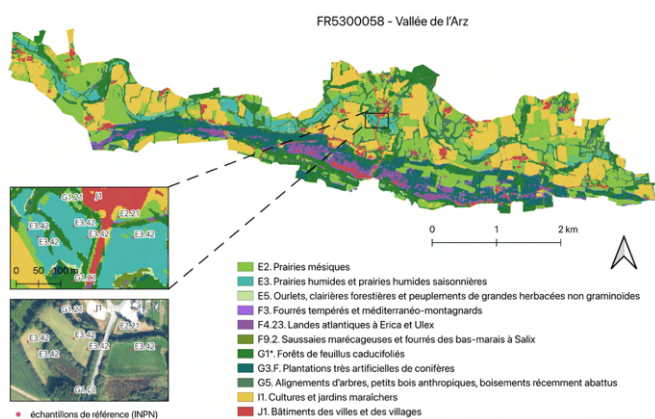
LES VARIABLES PRÉDICTIVES UTILISÉES

Type de variable	Intérêt présumé pour la discrimination des habitats
Bandes spectrales	Composition floristique
Variables phénologiques	Phénologie
Hauteur de végétation (CHM)	Structure verticale de la végétation
Variables Topographiques	Gradients d'humidité
Géologique	Paramètres édaphiques

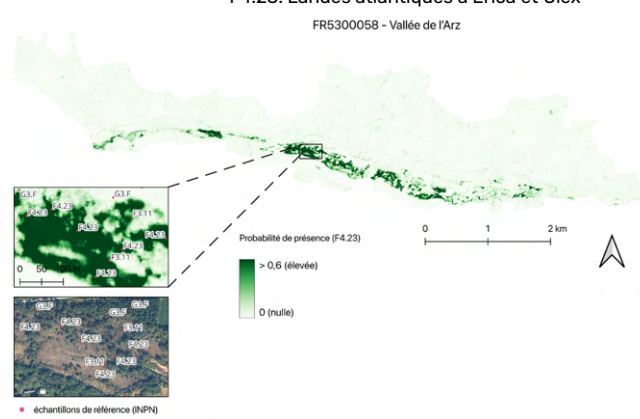
RÉSULTATS

Exemple du site de la vallée d'Arz

Carte multi-niveaux



Carte de probabilité de présence
F4.23. Landes atlantiques à Erica et Ulex



USAGES

L'étude démontre la faisabilité d'une cartographie fine des habitats à 3 m de résolution selon la typologie EUNIS 2012, en utilisant des données ouvertes. La hauteur de canopée et les variables phénologiques ressortent comme les variables clés. La précision de modélisation reste variable selon les habitats.

APPORTS

Les cartes de probabilité par habitat sont exploitables à grande échelle (1:5 000^{ème}) et constituent un support à l'évaluation de l'état de conservation (surfaces, fragmentation) et des services écosystémiques des milieux humides.

RECOMMANDATIONS

En l'absence de données PlanetScope ou LiDAR HD, les données SPOT-6 (1,5 m) et le MNS constituent de bonnes alternatives. L'intégration de variables phénologiques est fortement conseillée, tout comme l'extension de l'approche à l'échelle nationale.

Questions et échanges

4

Séries temporelles à très haute résolution pour la cartographie des habitats

Qu'est ce que ça représente en terme de volume de données haute résolution ?

Les données LiDAR HD et PlanetScope représentent un gros volume de données de plusieurs téraoctets. Toutefois, des outils de traitements automatiques en ligne (cloud-computing) sont mis à disposition des utilisateurs directement sur les plateformes des distributeurs de données.

Est-ce que les indices intermédiaires seront disponibles ?

Au vu du poids des données, ces indices intermédiaires seront disponibles à la demande.

CONTACTS

Sébastien Rapinel
sebastien.rapinel@univ-rennes2.fr

Laurence Hubert-Moy
laurence.hubert@univ-rennes2.fr



5 Indicateurs fonctionnels

Sébastien Rapinel, Liam Loizeau-Woolgar,
Léa Pouyez & Laurence Hubert-Moy

Université Rennes 2 – UMR LETG

CONTEXTE

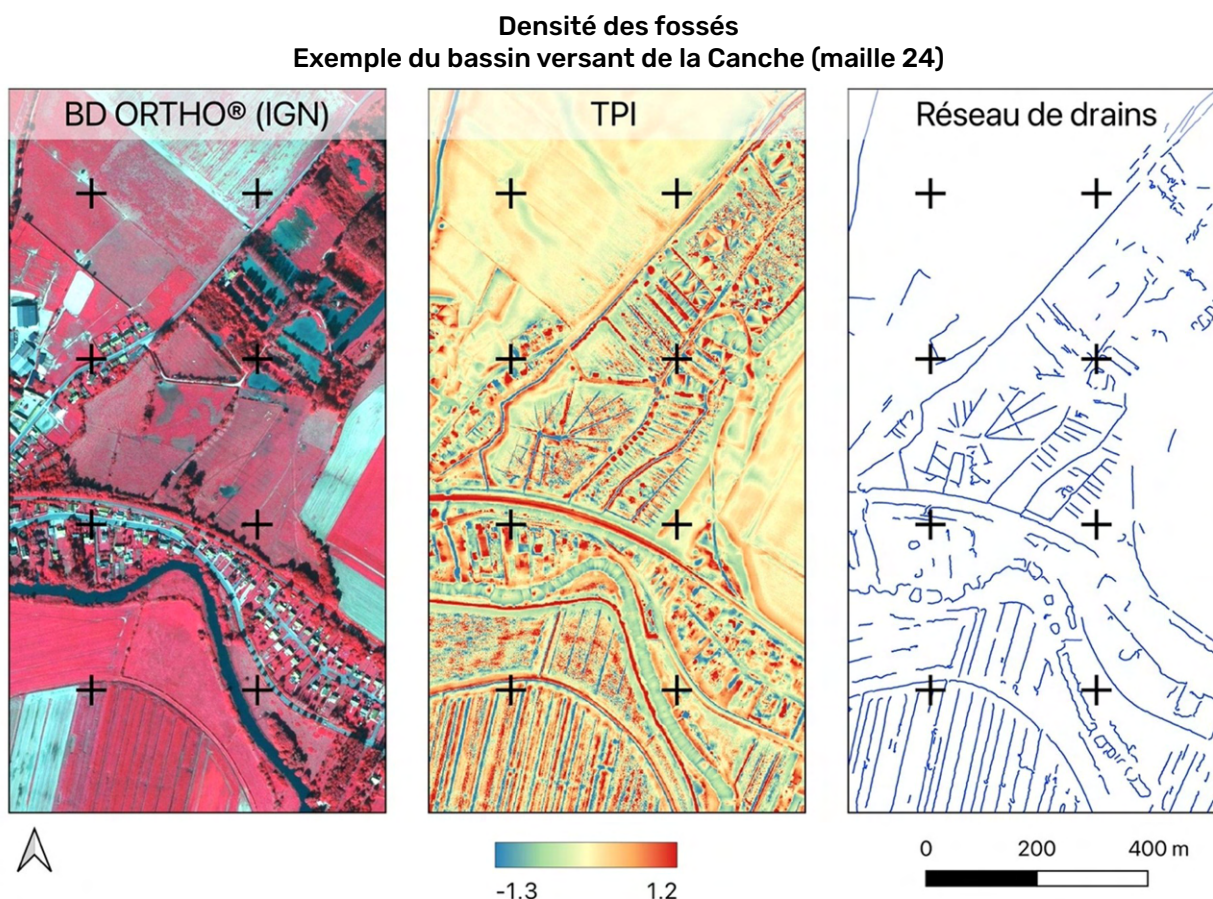
L'évaluation des fonctions des zones humides est généralement réalisée à partir d'indicateurs collectés sur le terrain (sol, flore, faune). Les données de télédétection ont un rôle complémentaire car ils permettent de générer des indicateurs spatialisés et d'effectuer un suivi temporel des fonctions des milieux humides. Dans la phase 1 du projet, deux indicateurs ont été produits:

- Productivité primaire annuelle nette (NDVI-I)
- Saisonnalité des flux de carbone (RREL)

Ces deux indicateurs sont en cours d'extrapolation à l'ensemble de la France métropolitaine (Tour du Valat), et de nouveaux indicateurs dérivés de données satellitaires ont été développés dans cette nouvelle phase, afin de compléter l'évaluation et le suivi des fonctions de ces milieux.

Les résultats de la phase 1 ont montré une variation spatiale et temporelle des fonctions, par exemple de la séquestration du carbone, qui peut s'expliquer par la variabilité des modes de gestion des milieux et du climat.

Cinq indicateurs ont été sélectionnés parmi ceux les plus attendus par les gestionnaires des zones humides (identifiés lors des ateliers de consultation), et selon la faisabilité du calcul de l'indicateur à partir des données de télédétection.





5 Indicateurs fonctionnels

Sébastien Rapinel, Liam Loizeau-Woollgar,
Léa Pouyez & Laurence Hubert-Moy

Université Rennes 2 – UMR LETG

INDICATEURS

INDICATEUR 1 DENSITÉ DE FOSSÉS

Données utilisées

LiDAR HD (IGN (r)).

Méthode

Analyse orientée objet basée sur l'indice de position topographique (TPI).

Points d'attention

- Détection de petits cours d'eau et talus encaissés.
- Non détection des drains souterrains.

INDICATEUR 2 FRÉQUENCE D'INONDATION

Données utilisées

Série temporelle SAR Sentinel-1.

Méthode

Seuillage des produits Copernicus Global Flood Monitoring (GFM).

Points d'attention

- Sensibilité au choix de la valeur de seuillage.
- Fonctionne uniquement sur les milieux ouverts en fond de vallée.

INDICATEUR 3 HUMIDITÉ DES SOLS

Données utilisées

Image Sentinel-2 acquise en été.

Méthode

Calcul de l'indice NDMI (Normalized Difference Moisture Index).

Points d'attention

- Le NDMI reflète l'eau contenue dans la végétation.
- Analyse à faire par type d'occupation des sols.

INDICATEUR 4 MODE DE GESTIONS DES PRAIRIES

Données utilisées

Série temporelle Sentinel-2.

Méthode

Identification des fauches par une chute brutale du NDVI (seuillage).

Points d'attention

- Qualité liée notamment au seuil retenu, et au nombre d'images Sentinel-2 claires disponibles.

INDICATEUR 5 DIVERSITÉ FLORISTIQUE

Données utilisées

Une image Sentinel-2 (ESA/Copernicus) acquise en période d'optimum phénologique.

Méthode

Calcul de la diversité locale (alpha) paysagère (beta) par de l'outil R biodivmapr.

Points d'attention

- Qualité liée à la date d'acquisition, au masque des zones non végétalisées, aux classes spectrales et à la fenêtre d'analyse.

USAGES

Ces indicateurs répondent à une forte attente des acteurs locaux pour évaluer les fonctions des zones humides et soutenir l'élaboration des plans de gestion et DOCOB.

APPORTS

L'approche produit des indicateurs spatialisés à fine échelle, révélant de fortes variabilités spatiales et interannuelles, générés automatiquement et sans données de référence.

RECOMMANDATIONS

Les indicateurs devront être expertisés et ajustés avec les acteurs locaux, validés par des mesures *in situ* (Mhéo), puis pourraient être extrapolés à l'échelle nationale sur plusieurs années.

Questions et échanges

5 Indicateurs fonctionnels

Concernant les drains souterrains, quid de la BD Drainage? Avons nous des nouvelles sur sa mise à disposition ?

Des tests ont été effectués pour détecter indirectement les réseaux de drainages souterrains via la rugosité du sol. Cela demande encore certaines confirmations. Plus d'information sur Zone Humides Infos [n°108](#) et [Eau France \(BD drainage\)](#).

Quelles sont les perspectives pour le développement de nouveaux indicateurs?

Une dizaine d'indicateurs ont été présentés lors des ateliers consultatifs, le challenge résidant principalement dans l'expertise locale pour valider les indicateurs. Par exemple, la teneur en matière organique est difficilement quantifiable avec la résolution actuelles des données de télédétection.

Ces indicateurs sont ils adaptables sur de grands territoires ?

Cela dépend des indicateurs et des méthodes et données utilisées. La richesse floristique peut être estimée sur l'ensemble de la France. Au contraire, l'indicateur de la densité de drains est calculée maille par maille à plus petite échelle.

La fréquence d'inondation pourrait-elle intégrer des données météo pour affiner la réaction d'un milieu ?

Dans ce projet, l'indicateur de fréquence d'inondation a été généré à partir de données d'observation de la Terre. Une approche alternative pourrait être de cartographier les surfaces inondées à partir d'un modèle hydrologique basé sur des données météo et topographiques afin d'identifier les événements rapides (crues éclair...).

Existe-t-il un indicateur permettant de suivre le développement algal en milieu marin ?

Oui, il existe des indicateurs de suivi de développement des algues, mais dans le cadre de cet étude il n'a pas été identifié par les gestionnaires des zones humides.

CONTACTS

Sébastien Rapinel
sebastien.rapinel@univ-rennes2.fr

Laurence Hubert-Moy
laurence.hubert@univ-rennes2.fr



6 Amélioration des cartes de pré-localisation

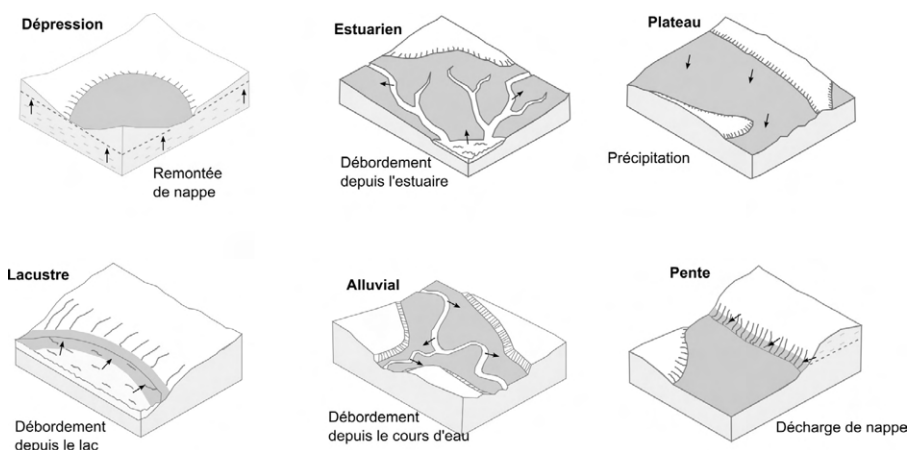
Laurence Hubert-Moy,
Liam Loizeau-Woollgar &
Sébastien Rapinel

Université Rennes 2 – UMR LETG

CONTEXTE

Lors de la phase 1, les cartographies de prélocalisation des milieux humides et des zones humides ont été produites avec une bonne précision globale. Ces modèles reposaient notamment sur l'utilisation de variables topographiques (RGE Alti, IGN) et géologiques (BD CHARM, BRGM) et l'originalité de cette approche portait sur la résolution de 5m et sa calibration à partir des relevés de terrain floristiques, pédologiques et d'habitats. Néanmoins, dans le détail certains types de milieux humides étaient soit sous-détectés (milieux de pente ou de plateau), soit sur-détectés (dépression).

La typologie hydrogéomorphologique des milieux humides (HGM) comprend six catégories:



Cette typologie est utilisée dans le cadre de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Ces catégories s'inscrivent dans un *continuum* écologique.

L'hypothèse émise pour cette étude est que la fusion de données spectrales provenant d'images satellitaires optiques, radar et thermiques, avec des données environnementales, améliore la précision des cartes de pré-localisation des milieux humides.

Depuis 2018, des images satellites thermiques ECOSTRESS sont disponibles. Dans une phase de test, ces nouvelles données ont été croisées avec des données topographiques, géologiques, optiques, et radar. Pour détecter avec un niveau de précision élevé les landes humides sur les monts d'Arrée (Bretagne).

DONNÉES ET VARIABLES

Après ce premier test, 20 sites Natura 2000 ont été sélectionnés pour tester la reproductibilité de cette approche à l'échelle de l'hexagone. Concernant les données terrains, des échantillons à la fois sur des milieux humides et des milieux non-humides ont été utilisés.

Echantillons humides

- Cartes habitats (INPN)
- Inventaires locaux de zones humides

Echantillons non humides

- DoneSol (GIS Sol ®)
- IFN (IGN ®)



6 Amélioration des cartes de pré-localisation

Laurence Hubert-Moy,
Liam Loizeau-Woollgar &
Sébastien Rapinel

Université Rennes 2 – UMR LETG

VARIABLES ENVIRONNEMENTALES

Données topographiques (TWI, VDCNI, MTPCC) et géologiques (BD Charm, BRGM (r)) | images thermiques ECOSTRESS (NASA) | images SAR Sentinel-1 et optiques Sentinel-2 (ESA/Copernicus)

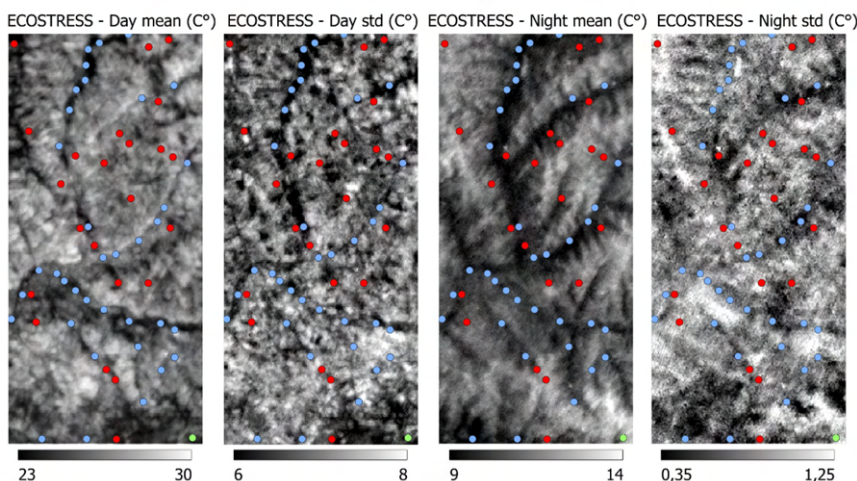
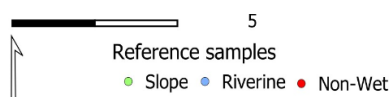
VARIABLES THERMIQUES

Quatre variables thermiques dérivées des données ECOSTRESS ont été utilisées (environ 1080 images chargées, représentant 4 années entières) : Moyenne température de jour / de nuit | Ecart-type température de jour / de nuit.

VARIABLES RADAR ET OPTIQUES

Au sein des variables spectrales sont inclus les images radar (dérivé de Sentinel-1) et optique (dérivés de Sentinel-2).

Extrait sur le bassin versant
de la Nizonne (24)
- site test K



RÉSULTATS

Le scénario fusion présente non seulement les meilleures performances moyennes, mais aussi une variabilité plus faible entre sites. De plus, ce scénario améliore la précision de classification des HGM isolés hydrologiquement. Certains HGM restent néanmoins difficiles à discriminer (zones humides lacustres). Au niveau de la carte, chaque HGM est discriminé avec une couleur spécifique, avec des intensités reflétant la probabilité de présence («carte floue»).

USAGES

Les cartes des types de milieux humides (HGM) pourront être utilisées pour évaluer leurs fonctions et services écosystémiques. Les variables prédictives pourront être utilisées pour cartographier les habitats naturels.

APPORTS

La fusion des données environnementales avec les données spectrales améliore la précision de cartographie des MH déconnectés du réseau hydrographique et permet d'accéder à une nomenclature plus détaillée (passage de deux types dans la phase 1 à sept types dans la phase 2).

RECOMMANDATIONS

Il serait pertinent d'extrapoler cette approche à l'échelle nationale (hexagone) : une deuxième version de la carte de pré-localisation des milieux humides qui les identifierait avec une plus grande précision et distinguerait les différents types d'HGM.

Questions et échanges

De nombreuses mares, ou autres petits plans d'eau d'origine humaine, sont également déconnectées du réseau hydrographique, donc ne sont pas détectées par la carte de prélocalisation.

*Est-ce que ces améliorations pourraient aider à leur détection ?
Est-ce que ça rentre dans la catégorie HGM «Depressional» ?*

Les petites mares ne sont pas détectées en raison de la résolution spatiale encore trop grossière des images thermiques ECOSTRESS (70 m). Par contre, on pourrait les détecter avec des séries temporelles de données PlanetScope (3m).

Il y a 3 types d'HGM qui n'ont pas été modélisés : péri-lagunaire, côtier & panne dunaire.

Est-ce qu'on restera à 6 classes d'HGM pour la France entière ?

Les trois types d'HGM cités sont une adaptation française de la classification des HGM définie à l'origine par Brinson et al. Dans le cadre de cette étude, les HGM péri-lagunaires correspondent à la classe lacustre, les HGM côtiers à la classe estuarien, et les HGM pannes dunaires aux dépressions.

Est-ce que la forme «creux sur versant» peut être utilisée pour améliorer le modèle ?

Cette forme a été indirectement prise en compte avec le TPI à plusieurs échelles. Cela met en évidence les pentes en creux, qui sont très corrélées aux «creux sur versant».

CONTACTS

Sébastien Rapinel
sebastien.rapinel@univ-rennes2.fr

Laurence Hubert-Moy
laurence.hubert@univ-rennes2.fr

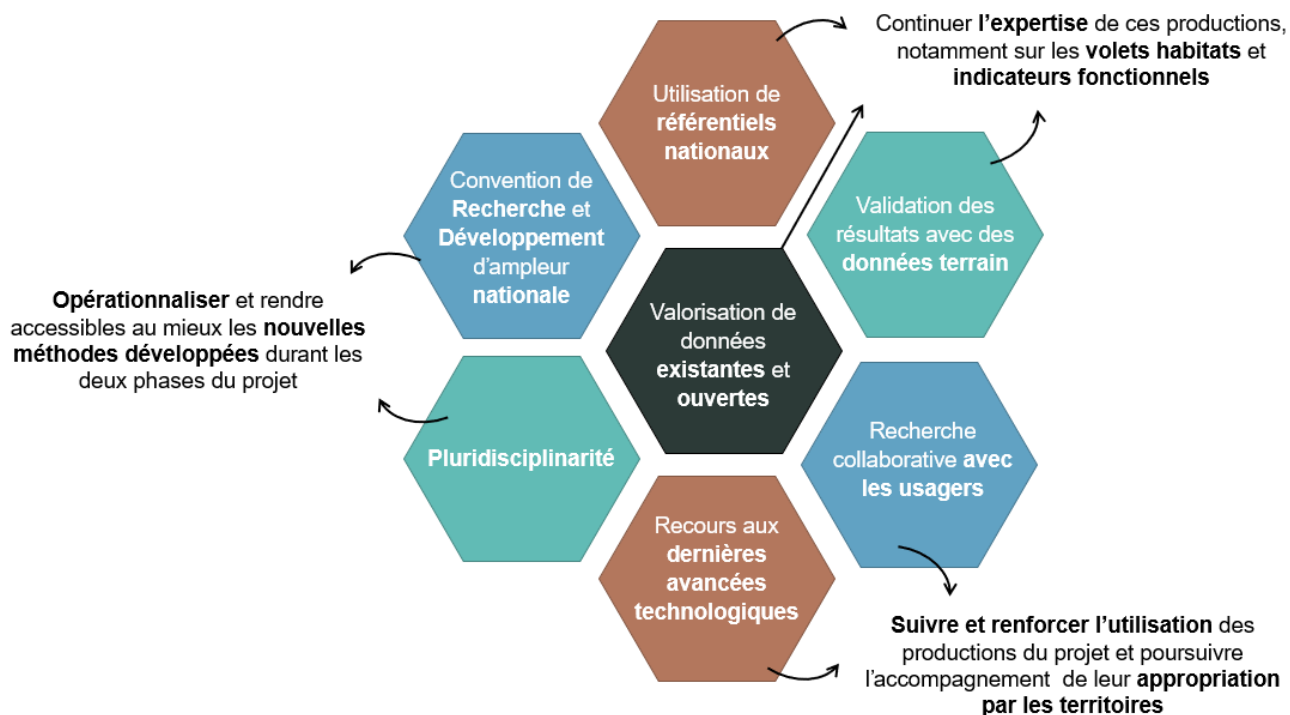


7 Perspectives et diffusion

Hugo POTIER

Chargé d'étude Cartographie Nationale des Milieux Humides dans l'Hexagone UAR PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)

PERSPECTIVES TECHNIQUES ET OPÉRATIONNELLES



DIFFUSIONS ET DATES PROVISOIRES

Retrouvez les résultats de la phase 1 :

- Cartes téléchargeables et visualisables sur l'INPN et le RPDZH
- Rapports disponibles sur HAL et publications dans des revues scientifiques à comité de lecture
- Rapports des ateliers consultatifs territoriaux (à venir)

Produits de la phase 2:

- Mise à disposition des données et visualisation sur l'INPN et le RPDZH
- Mise à disposition des méthodes et des scripts
- Rapports et publications
- Guide des usages à venir en fin d'année 2026 (S2)
- Chiffres clefs territoriaux sur les recouvrements entre prélocalisations MH/ZH et des données :
 - D'inventaire de zones humides effectives
 - D'occupation du sol (forêt, agriculture, espaces, etc.)
 - Le tout par communes et zones hydrographiques (S2)

PREMIER SEMESTRE 2026

Cartes V2 des MH et ZH avec MH marins
 Cartes des NDVI-I, RREL, MMAX
 Cartes des habitats de MH

DEUXIÈME SEMESTRE 2026

Indicateurs fonctionnels
 Cartes améliorées des HGM
 Cartes améliorées des habitats



SÉMINAIRE DE RESTITUTION

ACTES

Le projet de cartographie nationale des milieux humides, phase 2, a été réalisé par PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD), l'Université Rennes 2 et la fondation Tour du Valat, avec un financement du Ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité et des Négociations internationales sur le climat et la nature, de 2023 à 2026.

Séminaire de clôture du 26 mars 2026.

Organisation et animation : M. Fouillet, Office international de l'eau.

Rédaction des Actes : E. Bézier, Office international de l'eau.

Relecture : H. Potier, PatriNat | M. Fouillet, Office international de l'eau | A. Guelmami, Tour du Valat | N. Bègue, Tour du Valat | S. Rapinel, Université de Rennes 2 | L. Hubert-Moy, Université de Rennes 2

REMERCIEMENTS



... et bien d'autres