



**HAL**  
open science

## **Projet de cartographie nationale des milieux humides - Rapport de restitution de la campagne de terrain 2021-2022**

Guillaume Gayet, Blandine Lemercier, François Botcazou, Jean-Manuel Gibeault-Rousseau, François Chambaud, Anis Guelmami, Laurence Hubert-Moy, Bertrand Laroche, Léa Panhelleux, Sebastien Rapinel, et al.

► **To cite this version:**

Guillaume Gayet, Blandine Lemercier, François Botcazou, Jean-Manuel Gibeault-Rousseau, François Chambaud, et al.. Projet de cartographie nationale des milieux humides - Rapport de restitution de la campagne de terrain 2021-2022. Patrimoine (OFB-MNHN-CNRS-IRD). 2023, 135 p. mnhn-04292513

**HAL Id: mnhn-04292513**

**<https://mnhn.hal.science/mnhn-04292513v1>**

Submitted on 17 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Cartographie Nationale des Milieux Humides

## Restitution de la campagne de terrain 2021-2022

Gayet G.  
Lemercier B.  
Botcazou F.  
Gibeault-Rousseau J-M.  
Chambaud F.  
Guelmami A.  
Hubert-Moy L.  
Laroche B.  
Panhelleux L.  
Rapinel S.  
Vanacker R.

Février 2023



# PATRINAT

## Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel

Un service commun  
de l'Office français de la biodiversité,  
du Muséum national d'Histoire naturelle,  
du Centre national de la recherche scientifique  
et de l'Institut pour la recherche et le développement



Nom du Programme/Projet : Cartographie nationale des milieux humides – version 1

Convention et financeurs : n° 21003207973 - Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires

Chef de projet : Guillaume Gayet – agent OFB à PatriNat OFB – CNRS – MNHN

Responsables de l'étude : Guillaume Gayet (agent OFB à PatriNat) et Rachel Vanacker (agent MNHN à PatriNat)

Chef de l'équipe en charge du programme : Stanislas Wroza

Contributeurs et experts mobilisés : Blandine Lemerrier (Institut Agro Rennes-Angers), François Botcazou (Institut Agro Rennes-Angers - MNHN), Jean-Manuel Gibeault-Rousseau (Institut Agro Rennes-Angers - MNHN), François Chambaud (Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse), Anis Guelmami (Tour du Valat), Laurence Hubert-Moy (Université Rennes 2), Bertrand Laroche (Inrae), Léa Panhelleux (Université Rennes 2), Sébastien Rapinel (Université Rennes 2)

Référence du rapport conseillé : Gayet G., Lemerrier B., Botcazou F., Gibeault-Rousseau J.-M., Chambaud F., Guelmami A., Hubert-Moy L., Laroche B., Panhelleux L., Rapinel S., Vanacker R. 2023. Projet de cartographie nationale des milieux humides – Rapport de restitution de la campagne de terrain 2021-2022.

## PatriNat

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel



Dans une unité scientifique associant des ingénieurs, des experts et des spécialistes de la donnée, PatriNat rapproche les compétences et les moyens de ses quatre tutelles que sont l'OFB, le MNHN, le CNRS et l'IRD.

PatriNat coordonne des programmes nationaux d'acquisition de connaissance pour cartographier les écosystèmes, les espèces et les aires protégées, surveiller les tendances de la biodiversité terrestre et marine, répertorier les zones clés pour la conservation de la nature (Znieff), et produire des référentiels scientifiques et techniques (TaxRef, HabRef, etc.). Ces programmes associent de nombreux partenaires et fédèrent les citoyens à travers des observatoires de sciences participatives (tels que Vigie-Nature, INPN espèces ou Vigie-terre).

PatriNat développe des systèmes d'information permettant de standardiser, partager, découvrir, synthétiser et archiver les données aussi bien pour les politiques publiques (SIB, SINP) que pour la recherche (PNDB) en assurant le lien avec les systèmes internationaux (GBIF, CDDA, etc.)

PatriNat apporte son expertise dans l'interprétation des données pour accompagner les acteurs et aider les décideurs à orienter leurs politiques : production d'indicateurs, notamment pour l'[Observatoire national de la biodiversité](#) (ONB) et des livrets de chiffres clés, élaboration des Listes rouges des espèces et écosystèmes menacés, revues systématiques, préparation des rapportages pour les directives européennes, élaboration d'outils de diagnostic de la biodiversité pour les acteurs des territoires, ou encore évaluation de l'efficacité des mesures de restauration. PatriNat organise également l'autorité scientifique CITES pour la France.

L'ensemble des informations (de la donnée brute à la donnée de synthèse) est rendu publique dans les portails NatureFrance, INPN et Compteur BIOM.

En savoir plus : [www.patrinat.fr](http://www.patrinat.fr)

Direction : Laurent PONCET et Julien TOUROULT

---

## Naturefrance

Le service public d'information sur la biodiversité



Naturefrance représente le service public d'information sur les politiques publiques de biodiversité en France. Il se décline dans plusieurs portails d'information, dont le portail général [naturefrance.fr](http://naturefrance.fr). Destiné à un public aussi large que possible, il propose des clés de lecture des grands enjeux liés à la biodiversité et à son évolution, aux pressions qu'elle subit, et aux réponses de la société. Naturefrance présente des chiffres clés, des indicateurs développés dans le cadre de l'ONB (Observatoire national de la biodiversité), des articles et des publications, issus de l'analyse scientifique des données provenant des politiques publiques de conservation ou d'activités socio-économiques favorables ou défavorables à la biodiversité.

Dans le cadre de cette mission confiée par l'OFB, PatriNat gère ce portail et participe au traitement, à l'analyse et à l'interprétation d'une partie des données versées sur Naturefrance : par exemple, celles provenant du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) ou encore du Système d'information de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (SI CITES).

En savoir plus : [naturefrance.fr](http://naturefrance.fr)

## Inventaire national du patrimoine naturel

Le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer



Dans le cadre de Naturefrance, l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) est le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer ([www.inpn.fr](http://www.inpn.fr)). Il regroupe et diffuse les informations sur l'état et les tendances du patrimoine naturel français terrestre et marin (espèces animales, végétales, fongiques et microbiennes actuelles et anciennes, habitats naturels, espaces protégés et géologie) en France métropolitaine et ultramarine.

Les données proviennent du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) et de l'ensemble des réseaux associés. PatriNat organise au niveau national la gestion, la validation, la centralisation et la diffusion de ces informations. L'inventaire consolidé qui en résulte est l'aboutissement d'un travail associant scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature, en vue d'établir une synthèse régulièrement mise à jour du patrimoine naturel en France.

L'INPN est un dispositif de référence français pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel. L'ensemble de ces informations sont mises à la disposition de tous, professionnels, amateurs et citoyens.

En savoir plus : [www.inpn.fr](http://www.inpn.fr)

---

## Compteur Biodiversité Outre-mer

Le portail des indicateurs, des enjeux et des initiatives sur la biodiversité en outre-mer



Dans le cadre de Naturefrance, le Compteur de la biodiversité Outre-mer (BiOM) développe une entrée dédiée aux territoires ultramarins français qui abritent une part importante de la biodiversité mondiale. Portail accessible, actualisé et pérenne, il favorise la rencontre des citoyens et des acteurs de la biodiversité, autour de trois objectifs : partager la connaissance scientifique, valoriser les actions des territoires ultramarins, et encourager chacun à agir. Cette démarche vise à relater les contextes culturels et mettre en avant des enjeux spécifiques de chaque territoire, pour répondre à un engagement du Livre bleu des Outre-mer.

Des études auprès des citoyens viennent compléter l'initiative : par exemple le premier panorama des programmes de sciences participatives dans les territoires, et une enquête sur la perception de la nature et l'utilisation des outils numériques.

PatriNat assure la mise en œuvre du projet et avec la participation des acteurs des outre-mer, suivant trois axes : production d'indicateurs de biodiversité (connaissances, espèces menacées, espaces protégés, etc.), relai des actions de mobilisation et de sciences participatives (écogestes, inventaires participatifs, etc.) et gestion technique du portail

En savoir plus : [biodiversite-outre-mer.fr](http://biodiversite-outre-mer.fr)

## Table des matières

<b>Remerciements</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Localisation des relevés</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1. Étape 1 : Identifier les ensembles physiques d'un territoire</b> .....	<b>12</b>
2.1.1. Hypothèse .....	12
2.1.2. Sources d'informations utilisées .....	13
2.1.3. Application pratique pour l'échantillonnage .....	13
<b>2.2. Étape 2 : Identifier les contextes favorables à la présence de milieux humides par ensemble physique</b> <b>13</b>	
2.2.1. Hypothèse .....	13
2.2.2. Sources d'informations utilisées .....	13
2.2.3. Application pratique pour l'échantillonnage .....	15
<b>2.3. Étape 3 : Identifier des sites pour y relever des informations</b> .....	<b>15</b>
2.3.1. Hypothèse .....	15
2.3.2. Considérations pratiques pour l'échantillonnage .....	15
2.3.3. Objectif pratique pour l'échantillonnage .....	16
<b>3. Protocoles de collecte des données « sol » et « habitat » sur le terrain</b> .....	<b>17</b>
<b>4. Remontée des données et processus de validation des données</b> .....	<b>40</b>
<b>5. Tableur de données</b> .....	<b>41</b>
<b>6. Commentaires sur les relevés à l'issue de la campagne de terrain</b> .....	<b>47</b>
6.1. Identification du système hydrogéomorphologique .....	47
6.2. Relevé des coordonnées .....	48
6.3. Identification des habitats .....	48
6.4. Identification du rayon avec un habitat homogène autour du point de relevé .....	50
6.5. Profondeur des profils de sol .....	50
6.6. Identification et mesure de la profondeur des traits d'hydromorphie rédoxiques .....	50
6.7. Identification et mesure de la profondeur des traits d'hydromorphie réductiques .....	52
6.8. Identification et mesure de la profondeur des traits d'hydromorphie histiques .....	52
6.9. Identification de la classe d'hydromorphie GEPPA .....	53
6.10. Mesure de l'épaisseur des horizons organo-minéraux .....	53
6.11. Évaluation de l'état d'humidité au moment de l'observation .....	54
6.12. Identification des espèces végétales .....	54
6.13. Commentaire .....	54
6.14. Présence ou absence de zone humide .....	54
6.15. Commentaire sur la qualification comme zone humide .....	55

6.16.	Présence ou absence de milieu humide .....	56
6.17.	Besoins opérationnels identifiés sur le terrain .....	56
<b>7.</b>	<b>Exploration de la structure et de la composition des relevés .....</b>	<b>57</b>
7.1.	Implication des services territoriaux de l'OFB, de l'OFB et du MNHN à PatriNat et de l'Institut Agro Rennes-Angers .....	57
7.2.	Nombre et répartition spatiale des sites et des relevés .....	58
7.3.	Répartition des relevés par système hydrogéomorphologique .....	62
7.4.	Précision des coordonnées géographiques des relevés .....	63
7.5.	Répartition des relevés par habitat .....	63
7.6.	Répartition des relevés par classe GEPPA .....	64
7.7.	Identification des relevés en milieu humide sans être en zone humide.....	65
7.8.	Identification des relevés en zone humide d'après le « sol » ou l'« habitat » .....	65
7.9.	Identification des relevés en zone humide d'après le « sol » ou l'« habitat » par système hydrogéomorphologique .....	67
<b>8.</b>	<b>Évaluation de la qualité de la prélocalisation des milieux humides et des zones humides d'après les données de terrain.....</b>	<b>70</b>
8.1.	Méthodologie pour prélocaliser les milieux et zones humides.....	71
8.2.	Résultats de la prélocalisation des milieux et zones humides à l'échelle nationale.....	72
8.3.	Résultat de l'évaluation des prélocalisations à partir des jeux de données de terrain de 2021 et de 2022	77
8.3.1.	Convergences avec les données de terrain.....	78
8.3.2.	Erreur de type I - omission .....	83
8.3.3.	Erreur de type II - commission .....	88
8.3.4.	Les artéfacts observés sur les prélocalisations .....	93
8.3.5.	Commentaires sur les résultats localement différents suite aux recours à des modélisations distinctes pour prélocaliser les milieux humides et les zones humides.....	102
8.4.	Commentaire sur le résultat de la prélocalisation à partir de statistiques sommaires .....	103
8.5.	Évaluation statistique de la qualité de la prélocalisation avec les jeux de données de terrain de 2021 et de 2022 .....	108
8.5.1.	Qualité de la prélocalisation des milieux et zones humides à l'échelle nationale.....	108
8.5.2.	Qualité de la prélocalisation des milieux et zones humides à l'échelle des hydro-écorégions de niveau 1	111
8.6.	Comparaison de la prélocalisation des milieux humides aux cartes nationales et internationales préexistantes .....	113
8.7.	Comparaison des prélocalisations avec des prélocalisations et des inventaires locaux .....	116
8.8.	Perspectives .....	117
<b>9.</b>	<b>Valorisation et bancarisation des données collectées sur le terrain .....</b>	<b>118</b>
9.1.	Atlas cartographique et portfolio pour explorer les données collectées et visualiser le résultat du projet	118
9.2.	Bancarisation des données collectées.....	118



9.3.	Valorisation des photos prises sur le terrain .....	118
10.	Mise en garde.....	120
11.	Usages des résultats de la cartographie.....	121
12.	Bibliographie .....	122
13.	Annexes .....	126
13.1.	Annexe 1 - Brochure du projet de cartographie des milieux humides .....	126
13.2.	Annexe 2 - Fréquence relative des relevés sur le terrain en milieux humides en 2021-2022 selon les probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des milieux humides déclinée par type de relief, de matériau parental et de conditions climatiques dominantes.....	130
13.3.	Annexe 3 - Distribution des écarts entre les valeurs de probabilité attribuées au pixel et le seuil fixé par hydroécocorégion de niveau 1 pour identifier la présence-absence probable de milieux ou zones humides avec la carte probabiliste seuillée. ....	133

# Remerciements

Nous remercions Sébastien Abric, Joanie Catrin et Ghislaine Ferrere au Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires pour avoir participé activement à l'élaboration du projet et pour avoir relayé le besoin d'arrêtés préfectoraux, afin de pouvoir réaliser les relevés sur le terrain dans les 10 bassins versants tests du projet. Nous remercions également Sébastien Abric et Ghislaine Ferrere au Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires pour avoir accompagné ce projet.

Nous remercions les Agences de l'eau pour avoir accompagné la démarche, tout comme les collectivités locales en charge de la thématique GEMAPI sur les 10 bassins versants tests du projet de cartographie nationale des milieux humides. Nous remercions le Syndicat mixte Canche et Authie, l'établissement public territorial du bassin de la Vilaine, la communauté d'agglomération Mont Saint-Michel Normandie, l'établissement public pour l'aménagement de la Meuse et de ses affluents, le Syndicat du Bassin du Serein et le Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Armançon, le Syndicat mixte du bassin versant de la Pointe Médoc, le Syndicat mixte des bassins versants centre Médoc-Gargouilh et le syndicat mixte pour le développement durable de l'estuaire de la Gironde, l'établissement public territorial du bassin de la Dordogne et le Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Vézère en Dordogne, l'établissement public territorial de bassin Gardons, le Syndicat du pays de Maurienne.

Nous remercions les services de l'État pour avoir pris les arrêtés préfectoraux nécessaires aux campagnes de terrain. Notez que les sites dans des espaces naturels protégés comme des réserves naturelles, des parcs nationaux... ont fait l'objet de demande d'accès spécifique auprès des gestionnaires de ces sites, en plus des arrêtés préfectoraux pris sur les territoires où ils sont inclus. Nous remercions les gestionnaires d'espaces naturels qui ont pu donner des autorisations complémentaires lorsque cela était requis.

Nous remercions Céline Nowak à l'OFB pour avoir relayé le besoin de journées sur ce projet dans la programmation « connaissance » des services territoriaux de l'OFB. Nous remercions :

- Nicolas Roset, Frédéric Fromager, Mylène Malbrunot (DR Auvergne Rhône-Alpes), Serge Ajoulat, Loïc Tamian (SD Allier), Jean-Michel Poinas (SD Haute-Loire), Philippe Faucon-Mouton (SD Haute-Savoie), Bruno Le Cheviller, Christophe Dyduch, Laurent Desaunois, Michaël Bergogne, Frank Avard, Philippe Puissauve, Michel Taillandier, Luc Chaussin, David Berard, Marc Touzain, Pierre-Emmanuel Daldin, Hubert Asperti (SD Puy de Dôme), Amélie Chantereau, Martin Bolender et Juline Crétet (SD Rhône), Jérôme Bono, Sylvain Bernard, Guillaume Loisy, Michel Richerot, Julien Tremeaud, Thierry Perrin, Héroïse Besson (SD Ain), Sylvain Barry, Jean-Philippe Bernerd, Jérôme Delorme, Hugues Chapellet, Philippe Cotte, Blaindine Parchoux (SD Isère) ;
- Hélène Anquetil, Alexandra Hubert, Olivier Ledouble, Zoé Guillon, Eva Sahores, Denis Robert et Thibault Vigneron (DR Bretagne), Jean-Marie Rellini, Mathieu Derouch, Malcy De Wavrechin, Camille Vié, Frank Ollivier (SD Finistère), Pascal Volpato, Samuel Maudet (SD Ille et Vilaine), Pierre Manzi (SD Morbihan), Stéphane Appert, Jean-Luc Lesaulnier (SD Côtes d'Armor), Gilles Barthelemy, Fouzia Lamrani, Jonathan Mornet, Stéphane Appert, Antony Le Chau, Yann Tracz, Magali Brochu, Christophe Julien (Services départementaux) ;
- Astrid Morel (DR Bourgogne Franche-Comté), Rodolphe Cassard (SD Doubs) et les services départementaux de cette région ;
- Olivia Mercier, Emmanuel Perez (DR Grand Est), Rémi Pillard, Samuel Courtaut, Fabien Klein, Pascal Renard, Julien Aujean, Cédric Moriceau, Pierre Yves Perroi, Thomas Sirot, Quentin Defontaine, Jérôme Esprit, Patrice Brenans, Ludovic Chaffaut, Bruno Mosimann (SD Haute-Marne), Eric Sabot, Daniel Adrian, François Maimbourg, Sébastien Gueugneau, Maxime Boban (SD Meurthe-et-Moselle), Bruno Baltzinger, Valentin Girod, Romain Harnist, Camille Hellio, Sébastien Muttel, Patrick Bohn (SD Haut-Rhin), Eric Bouquet, Noel Serre, Philippe Goument, Mickael Pinguet, Jilali Elarif, Sandrine Froissart, Olivier Matton (SD Aube), Sébastien Adin, Delphine Delorme, Emmanuel Pollet, Flavien Demissy (SD Ardennes), Jean-Pierre Raulin, Cédric Masson, Guillaume Widiez, Alexis Guidou, Jessy Thiebaut, Serge Pierrot (SD Marne), Joël

Klein, Arnaud Pilarski, Ludovic Leib (SD Bas-Rhin), Mathieu Keyser, Suzy Leroy, José Thomas, Fabrice Genesson, Mathieu Dosda, Jean-Louis Grevin (SD Moselle) ;

- Emmanuel Latouche, Guillaume Felzinger (DR Hauts de France), Paul-Emilien Toucry, Jean-Sébastien Fasquelle, Sébastien Crochemore, Sébastien Roy, Sébastien André, Hervé Régniez, Freddy Duchaussoy, Yann Lanciaux, Philippe Rosan (SD Pas de Calais), Jean-Marc Graglia, Frédéric Courtois (SD Somme) ;
- Camille Rivière, Christophe Maugendre (DR Normandie), Denis Hegron, Stéphane Honore (SD Manche), l'animateur du Sage côtiers ouest cotentin Loïc Lecapitaine ainsi que les techniciens du syndicat inter-communal d'entretien de la Sienne à Gavray ;
- Émilie Breugnot, Émilie Dubois (DR Nouvelle Aquitaine), Michael Chenard, Blandine Parchoux, Thomas Ancel, Pierre Laporte, Philippe Clavier et Marc Vichet (SD Gironde), Alexis Lebreton, Alexandre Debien et Sébastien Bernard (SD Haute Vienne), Patrick Hacala, Marion Delaye, Marion Rousset, Gillen Jaury, Laurent Bisquey (SD Pyrénées Atlantiques) ;
- Yvain Benzenet (DR Occitanie), Sandrine Vincelot (SD Lot), Christian Cordelier (SD Aveyron), André Fonteneau, Sébastien Delcamp et Gaëtan Puel (SD Pyrénées orientales) ;
- Laure Elissalde (DR Pays de la Loire), Pierre Chanteloup, François Grangeard, Yvan Rouveure, Olivier Seyeux (SD Maine et Loire), Frantz Storck, Frédéric Portier, Romain Blanchet et Ludovic Anizon, Audrey Lebihan, Franck Renaudeau, Stephan Boutroix, Stéphanie Couprie (SD Vendée), Fabrice Goubin, Olivier Landelle, Alexis Laroche, Sophie Pochet, Laurent Delisee (SD Mayenne) ;
- Guillaume Felzinger (DR Provence Alpes Côte d'Azur et Corse), Manon Bodin (SD Hautes-Alpes), Benoît Fayard, Quentin Audouit (SD Vaucluse) ;
- tous les autres agents de l'OFB qui ont participé à la collecte de données...

Nous remercions les acteurs locaux rencontrés sur le terrain, pour les échanges riches et pour avoir partagé leur connaissance du territoire. Nous remercions également les spécialistes qui nous ont accompagnés sur le terrain.

Nous remercions Déborah Viry et Christophe Ferrier, qui ont permis de référencer, de mettre au propre les photos prises durant les campagnes de terrain et de générer un atlas cartographique et un portfolio en plusieurs volumes. Ces atlas cartographiques et portfolios illustrent les résultats des relevés sur le terrain et des prélocalisations des milieux humides et des zones humides issues des modèles.

Nous remercions Maxime Cammas, Blandine Decherf et Robin Vignaud pour avoir permis la bancarisation des données « habitat » et « flore » dans l'INPN.

Merci à Jean-Marc Allard, Sylvie Chevallier, Mélanie Hubert, Guilène Procida, Stanislas Wroza pour l'aide précieuse apportée durant ce travail.

# 1. Introduction

Le projet de cartographie des milieux humides (Annexe 1) a notamment pour ambition de fournir une information homogène et continue de prélocalisation des (1) milieux humides et des (2) zones humides (Encadré ci-après) à l'échelle du territoire métropolitain. Le résultat de cette prélocalisation est une carte des milieux humides et une carte des zones humides au format raster avec une résolution de 5 m. Ce projet a aussi pour ambition de fournir une cartographie des habitats et des fonctions en milieux humides sur 10 bassins versants tests. Ces informations seront utiles pour des travaux nationaux (par ex. rapportages dans le cadre de directives, Ramsar). À l'échelle locale, elles alimenteront aussi les politiques publiques et permettront d'être vigilants quant à la préservation des milieux humides ; sans se substituer aux inventaires locaux (Encadré ci-après).

*Encadré 1 : Quelques définitions élémentaires issues du Système d'Information sur l'Eau / Sandre (2018) dans le Dictionnaire des données – Acquisition des données de prélocalisation, d'inventaire et de suivi sur le Milieu Humide (Version 1) édité par le Ministère chargé de l'environnement.*

**Prélocalisation** : « Permet de mettre en évidence la présence probable de milieux humides sur le territoire de la zone d'études. Ce premier niveau de connaissance est constitué à partir d'un recueil de données issu de la collecte, du traitement, de l'analyse et de la synthèse des données existantes. Ces prélocalisations peuvent se baser sur plusieurs méthodes, elles sont souvent combinées afin de parvenir à un recensement le plus exhaustif et précis possible. Les emprises géographiques issues de ces prélocalisations représentent des milieux humides probables. Elles pourront faire l'objet de prospection terrain avant d'être inventoriées. »

**Inventaires** : « Permet de confirmer le caractère humide des milieux humides probables (issus de la phase de prélocalisation). Ce second niveau de connaissance de la zone d'étude permet de déterminer la présence de végétation hygrophile et /ou de sols caractéristiques des milieux humides grâce à des méthodes d'identification effectuées sur le terrain. L'objectif étant de cartographier précisément des milieux humides effectifs. »

**Milieux humides** : « Un milieu humide est une portion du territoire, naturelle ou artificielle, caractérisée par la présence de l'eau. Un milieu humide peut être ou avoir été (Par exemple d'après la carte de Cassini ou la carte d'état-major (1820-1866) en couleurs) en eau, inondé ou gorgé d'eau de façon permanente ou temporaire. L'eau peut y être stagnante ou courante, douce, salée ou saumâtre. La notion de milieu humide regroupe 4 grands ensembles :

- les zones humides selon la convention RAMSAR ;
- les zones humides loi sur l'eau ;
- les zones humides loi sur l'eau 1992 avec l'arrêté d'identification et de délimitation du 24 juin 2008 modifié ;
- les marais. »

Dans le cadre du projet de cartographie nationale des milieux humides, les milieux humides incluent les milieux aquatiques, les zones humides selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié et des sols hydromorphes exclus de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié, c'est à dire que tous les sols de la classe IV du GEPPA (1981) sont inclus.

**Zones humides** : « Les zones humides loi sur l'eau 1992 avec l'arrêté d'identification et de délimitation du 24 juin 2008 modifié. »

Dans le cadre du projet de cartographie nationale des milieux humides, les zones humides identifiées répondent aux critères de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié.

Ce rapport présente la contribution en propre des services territoriaux de l'OFB, de l'OFB et du MNHN au sein de PatriNat et de l'Institut Agro Rennes-Angers pour collecter un jeu de données sur le terrain, qui permet de confronter le résultat des cartographies produites à des données de terrain indépendantes. **Ce jeu de données « sol » et « habitat » collectées sur le terrain constitue donc (1) un jeu de données de validation de la prélocalisation des milieux humides (MH) et des zones humides (ZH) à l'échelle de la métropole.** Il constitue aussi (2) un jeu de données d'apprentissage pour la cartographie des habitats en milieux humides dans 10 bassins versants tests (Figure ci-après), même si ce dernier point n'est pas développé davantage dans la suite de ce rapport (pour en savoir plus voir Rapinel *et al.* 2023a).

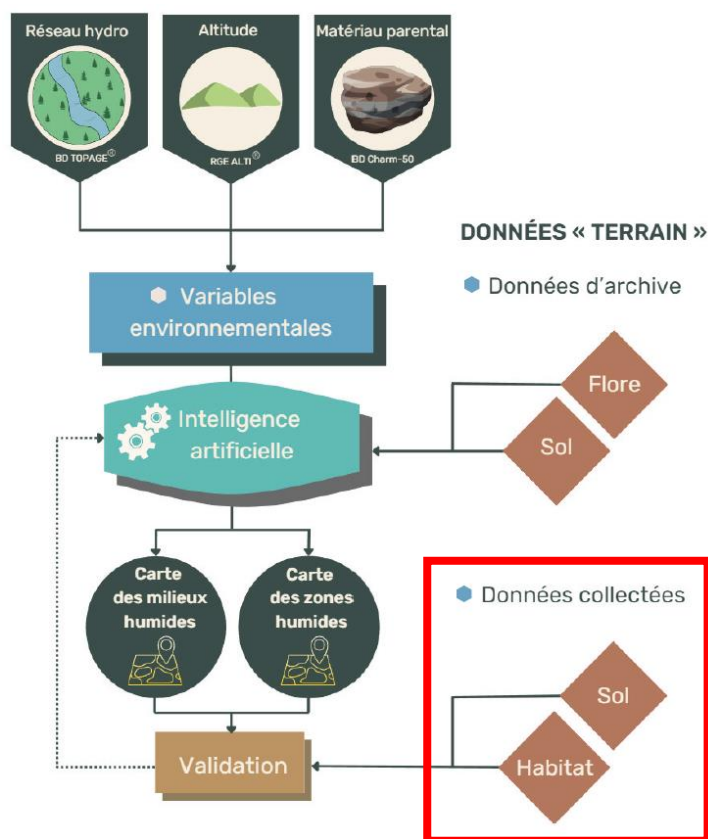


Figure 1. Intervention du jeu de « données collectées » sur le terrain (indiqué par un polygone au contour rouge) durant le projet de cartographie nationale des milieux humides pour valider la prélocalisation des MH et des ZH (volet 1) et la cartographie des habitats en milieu humide (volet 2). Pour en savoir plus sur la méthode voir Rapinel *et al.* (2023a, b).

**Les données de PatriNat OFB – MNHN ont été relevées en priorité dans les 10 bassins versants tests sur lesquels le projet de cartographie nationale a fait l'objet d'un effort particulier (Figure ci-après).** Ces bassins versants représentent des contextes écologiques hétéroclites assez représentatifs de ceux qu'il est possible de rencontrer sur le territoire national. Ils ont été identifiés avec l'appui des Agences de l'eau en veillant à :

- représenter des contextes écologiques variés ;
- ne pas représenter plus de 10 % du territoire métropolitain ;
- ne pas inclure de bassins versants d'une superficie nettement 15 000 km<sup>2</sup> ;
- mettre en synergie la réalisation du projet de cartographie avec celles des collectivités locales en charge de la thématique « Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations » (GEMAPI) localement... En effet, les résultats du projet de cartographie ont vocation à constituer une connaissance complémentaire aux cartographies locales existantes, en particulier les inventaires ZH locaux, sans s'y substituer.

**Les données des services territoriaux de l'OFB et l'institut Agro Rennes-Angers ont été relevées sur l'ensemble du territoire métropolitain. Calupeyre**

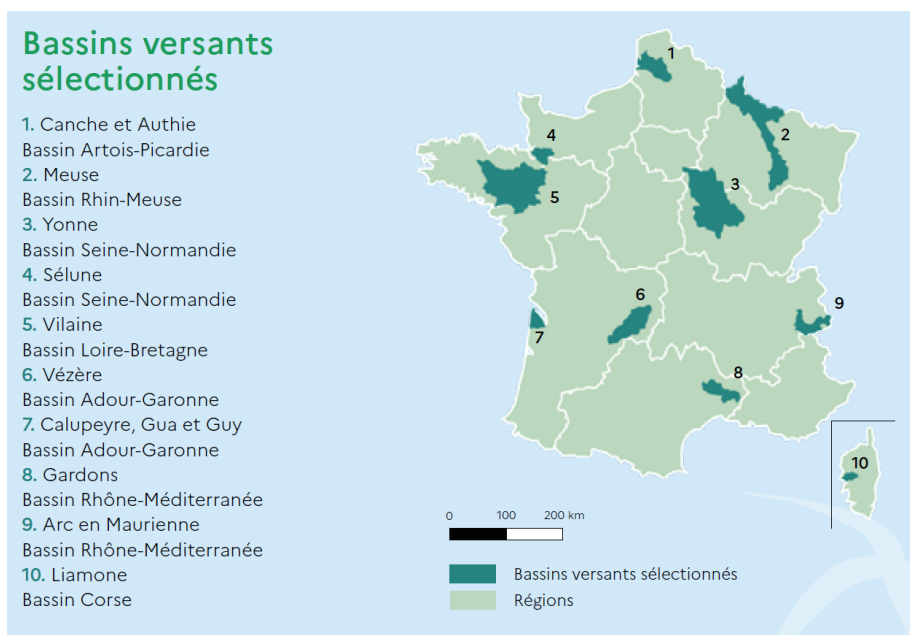


Figure 2. Les 10 bassins versants sur lequel le projet de cartographie des milieux humides a fait l'objet d'un effort plus important (cartographie des habitats et évaluation des fonctions, en plus de la prélocalisation réalisée sur l'ensemble du territoire métropolitain).

Dans le présent document, il s'agit d'abord de présenter l'approche employée pour échantillonner des sites, puis les protocoles mis en œuvre pour collecter des données sur le terrain. Deux protocoles élaborés ont permis de collecter des données localisées précisément, et suffisamment détaillées dans la description du sol ou des habitats pour identifier la présence de milieux et de zones humides :

1. Protocole 1 en 2021 : il consiste à identifier la limite des zones humides dans l'espace et les habitats.
2. Protocole 2 en 2022 : il consiste à identifier la présence de zones humides principalement sur les plateaux<sup>1</sup> selon les matériaux parentaux et substrats géologiques. En effet, un développement méthodologique particulier a été mis en œuvre durant le projet pour améliorer leur prélocalisation (encodage binaire d'après la BD Charm-50, pour en savoir plus voir Rapinel *et al.* 2023a, b).

Comparer les résultats de ces relevés avec les résultats de la prélocalisation des milieux et des zones humides permet de répondre à la question suivante :

### **À quel point la prélocalisation des milieux et des zones humides est-elle juste ?**

Des commentaires sont produits suite à la réalisation de la campagne de terrain. Les besoins opérationnels identifiés durant cette campagne de terrain sont listés et une mise en garde est fournie quant à l'utilisation des données collectées et à l'interprétation du résultat. Les commentaires produits permettent de comprendre la composition et la structure des relevés. La représentativité des relevés vis-à-vis des différents contextes écologiques du territoire métropolitain est analysée (relief, climat, matériaux parentaux).

<sup>1</sup> Les zones humides de plateau sont courantes sur les interfluvies, dans le fond d'anciens lacs qui ont disparu ou sur les grandes terrasses des plaines d'inondation où la principale source d'alimentation en eau est liée aux précipitations. Ces zones humides ne reçoivent a priori pas d'eau souterraine, ce qui les distingue des zones humides de dépression et de source et suintement. Les fluctuations verticales sont les principaux flux hydrodynamiques. Elles perdent leur eau par évapotranspiration, ruissellement de surface, par saturation et suintements souterrains. Les sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques de plateau ont le plus souvent des zones contributives de petite superficie étant donné que la principale source d'alimentation en eau est constituée par les précipitations (voir Gayet *et al.* 2022a, traduit et adapté de Smith *et al.* 1995 et Brinson, 2009).

Les résultats de prélocalisation des milieux humides et des zones humides sont ensuite analysés à partir des données collectées sur le terrain. Des commentaires et des analyses statistiques sont réalisés à cette fin, avant de comparer le résultat de la prélocalisation avec des cartes internationales, nationales ou locales pré-existantes. Des perspectives d'amélioration sont également proposées.

Finalement, la façon dont sont valorisées et bancarisées les données collectées sur le terrain est présentée.

Un atlas cartographique combiné à un portfolio restitué bassin versant par bassin versant, site par site, les résultats de la campagne de terrain pour les 10 bassins versants tests. Dans cet atlas cartographique, il est alors possible de visualiser les relevés de terrain et de les confronter avec les résultats du projet (prélocalisation des milieux et des zones humides). Il est également possible de les confronter avec d'autres informations comme les inventaires locaux de zones humides. **Cet atlas cartographique combiné à un portfolio sont publiés dans 11 volumes (1 par bassin versant), en complément de ce rapport (Gayet et al. 2023a, b, c, d, e, f, g, h, i, j et k).**

## 2. Localisation des relevés

Les relevés réalisés par les services territoriaux de l'OFB et l'institut Agro Rennes-Angers ont été répartis surtout en veillant à représenter différents systèmes hydrogéomorphologiques (Encadré ci-après). Les sites ont été sélectionnés en priorité dans les propriétés des personnes morales publiques. Différentes couches d'information ont pu être utilisées pour identifier les sites où les relevés allaient être effectués, c'est-à-dire les limites pressenties (par ex. BD ORTHO® à 20 cm, BD ORTHO® ancienne, SCAN 25®, BD ORTHO® en infrarouge fausses couleurs, inventaires locaux).

*Encadré 2 : Description du concept de système hydrogéomorphologique.*

L'approche hydrogéomorphologique proposée par Smith *et al.* (1995) est basée sur le postulat que les fonctions dépendent d'abord de l'hydrologie, de l'hydrogéologie et de la géomorphologie de la zone humide. Elle fait appel au système de classification hydrogéomorphologique de Brinson (1993a, b). La méthode mobilise le système de classification développé dans cette approche. Elle reconnaît en amont de l'évaluation des fonctions, que les zones humides sont régies par différents types de fonctionnements hydrologiques, hydrogéologiques et hydrogéomorphologiques. La classification hydrogéomorphologique des zones humides est basée sur la description de trois aspects fondamentaux (Smith *et al.* 1995), à savoir :

- La configuration géomorphologique : la topographie de la zone humide (dépression, vallée...), la géologie, l'emplacement dans le paysage (de la tête de bassin jusqu'à la basse vallée) ;
- La source d'alimentation en eau : la principale origine de l'eau alimentant la zone humide (par ex. précipitations, apports de surface et subsurface, apports d'eau souterraine) ;
- L'hydrodynamique : la direction et l'importance des flux d'eau de surface et de subsurface dans la zone humide.

Concernant les relevés réalisés par PatriNat OFB – MNHN, l'approche proposée pour identifier des sites où collecter les données tests a reposé sur une séquence en trois étapes par bassin versant test :

1. identifier les ensembles physiques d'un bassin versant ;
2. identifier les contextes favorables à la présence d'un milieu humide ;
3. identifier les sites où réaliser les relevés.

L'approche proposée ici comporte des analogies avec les travaux de Oberti *et al.* (2003) ou encore de Chambaud *et al.* (2012).

### 2.1. Étape 1 : Identifier les ensembles physiques d'un territoire

#### 2.1.1. Hypothèse

Le relief (par ex. accumulation des écoulements), les matériaux parentaux (par ex. leur perméabilité plus ou moins importante) et les conditions climatiques (par ex. précipitations plus ou moins intenses ou abondantes) influencent la répartition spatiale des milieux humides dans un bassin versant.

→ Dans un bassin versant, l'ensemble physique est un espace où les conditions topographiques, géologiques et climatiques sont relativement homogènes. La répartition spatiale des milieux humides est différente d'un ensemble physique à l'autre. Par exemple, une prépondérance de milieux humides alluviaux et de sources et suintements pourrait être observée dans un ensemble karstique, alors qu'une prépondérance de milieux humides de plateaux et alluviaux pourrait être détectée dans un fossé sédimentaire adjacent. Il s'avère donc pertinent



de répartir les relevés dans différents ensembles physiques afin d'étudier la qualité de la prélocalisation des MH et des ZH dans des contextes écologiques très différents.

### 2.1.2. Sources d'informations utilisées

Les hydro-écorégions (Wasson *et al.* 2004) de niveau 2 – délimitées à l'échelle nationale selon les conditions topographiques, géologiques et climatiques ont été utilisées pour identifier les ensembles physiques. De plus, quand des cartographies plus précises existent (par ex. cartes des petites régions écologiques), elles peuvent être utilisées en complément, de même que les Unités Cartographiques de Sols issues des référentiels régionaux pédologiques (<https://www.gissol.fr/publications/fiche-referentiel-regional-pedologique-rrp-2192>).

En complément, les cartes géologiques du BRGM au 1/1 000 000 et les cartes géologiques départementales de la BD Charm-50 vectorisées et harmonisées au 1/50 000 peuvent être utilisées pour identifier les matériaux parentaux. Les modèles numériques de terrain du RGE ALTI® peuvent aussi fournir une information sur la topographie, et les cartes des sols (quand elles existent) à différentes échelles sont des données qui peuvent s'avérer très utiles.

### 2.1.3. Application pratique pour l'échantillonnage

- Sélectionner des sites à échantillonner par ensemble physique ;
- Répartir les journées terrain par ensemble physique.

## 2.2. Étape 2 : Identifier les contextes favorables à la présence de milieux humides par ensemble physique

### 2.2.1. Hypothèse

Dans un ensemble physique, les milieux humides peuvent être regroupés selon leur fonctionnement hydrogéomorphologique. En effet, chaque type de milieu humide résulte de la combinaison de processus géomorphologiques, hydrogéologiques et hydrologiques (par ex. concentration d'écoulements en talwegs, perméabilité variable des sols et matériaux parentaux, déclivité et distance par rapport au réseau hydrographique de surface, affleurement de flux d'eau souterrains sous forme de sources) qui explique des fonctionnements spécifiques.

→ Le système hydrogéomorphologique est une classification qui regroupe des milieux humides avec une configuration géomorphologique (topographie de la zone humide, matériau parental, emplacement dans le paysage), une source d'alimentation en eau et un hydrodynamisme (direction et importance des flux d'eau de surface et de sub-surface) similaires. La classification de Brinson (1993a, b), réadaptée en France (voir Gayet *et al.* 2022a), et simplifiée ici aboutit à 5 systèmes : (1) alluvial ou estuarien, (2) riverain de plan d'eau – péri lagunaire, (3) dépression ou panne dunaire, (4) source et suintement, (5) plateau. Notez que les MH et les ZH de versants peuvent souvent être associés aux sources et suintements, mais pas seulement (par ex. source en système alluvial).

### 2.2.2. Sources d'informations utilisées

**Les sources d'information pouvant être utilisées pour détecter les contextes favorables à la présence de différents types de milieux humides dans un ensemble physique sont listées ci-après de manière non exhaustive et quelques intérêts et limites sont évoqués :**

- **pour appréhender le relief** : modèle numérique de terrain du RGE ALTI® à 5 m de résolution de l'IGN ou plus simplement les SCAN 25® ;
- **pour appréhender le matériau parental** : cartes géologiques départementales de la BD Charm-50 vectorisées et harmonisées au 1/50 000 du BRGM. Il convient d'être vigilant sur le manque d'harmonisation qui persiste entre certaines cartes ;
- **pour appréhender le sol** :
  - carte nationale des sols du Groupement d'Intérêt Scientifique Sol et du Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires disponible sur [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr). Examiner les « sols soumis à l'excès d'eau » d'après la légende de cette carte permet de détecter les contextes favorables aux MH. Cette information est également intéressante pour détecter les contextes pour lesquels le critère sol ne suffit pas à l'identification des milieux humides uniquement (par ex. Fluviosol, Podzosol). Attention, cette information agrège différents types de sols par unité cartographique. Le type de sol dominant est représenté et conditionne la légende de la carte. Ainsi, des Réductisols peuvent se trouver dans des unités cartographiques dont le sol dominant est d'un autre type, et les unités cartographiques de Réductisols peuvent comprendre également d'autres types de sols<sup>2</sup>,
  - recherche d'études pédologiques avec l'outil Refersols, développé dans le cadre des programmes du GISSol : <https://webapps.gissol.fr/georefersols/>,
- **pour appréhender le réseau hydrographique** :
  - tronçons de cours d'eau de la BD Carthage® avec l'ordination de Strahler réalisée par Bureau de recherches géologiques et minières (disponible sur [www.data.gouv.fr](http://www.data.gouv.fr)). La BD TOPAGE® peut également être utilisée,
  - sources indiquées sur la BD Charm-50 vectorisées et harmonisées au 1/50 000,
  - sources indiquées sur le SCAN 25®,
- **pour appréhender la flore et l'habitat** : diverses bases de données nationales (par ex. INPN via <https://openobs.mnhn.fr/>), locales (par ex. provenant de certains CBN) ou thématiques (par ex. ECOPLANT, Gégout *et al.* 2005)... donnent une indication sur la présence de tous types de milieux humides avec une flore hygrophile ou l'absence vraisemblable de milieux humides (xérophiles). Attention, les données précises d'espèces (coordonnées X et Y avec une précision  $\leq 10$  m) sont parfois difficiles à distinguer (par ex. point représentant le centre d'une parcelle où différentes observations sont réalisées). De plus, la flore ne suffit pas à identifier les milieux humides (par ex. communauté végétale mésique pas en zone humide selon la réglementation en vigueur d'après le critère flore ou habitat mais parfois avec un sol correspondant à une zone humide d'après la réglementation en vigueur d'après le critère sol – par ex. exemple des prairies mésophiles inondables sur Fluviosol voire Fluviosol brunifié).

Des cartes thématiques peuvent aussi être utilisées en complément (les intérêts et limites sont cités ci-après de manière non exhaustive) :

- **la carte de l'état-major (1820-1866) disponible sur [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr)**. Cette information comporte dans son « tableau des teintes conventionnelles, des routes et des divisions territoriales » des objets identifiés comme les « marais et eaux », « marais salants », « tourbières » ... L'information est imprécise spatialement (contours flous) et thématiquement (pas d'identification des zones humides avec une déclinaison par milieux) mais elle donne une indication sur des espaces perçus comme étant à l'évidence « humides » quand la carte a été produite. Tout type de milieu humide peut avoir été détecté avec cette carte. Son intérêt réside notamment dans le fait qu'elle ait été produite quand les pratiques

---

<sup>2</sup> L'information est présente dans les fiches, ce qui nécessite d'ouvrir chaque site ou d'aller consulter les données via le lien contact en bas de chaque fiche.

étaient, pour certaines, moins soutenues qu'aujourd'hui sur certains espaces (par ex. les communautés hygrophiles pouvaient parfois mieux apparaître sur des zones fauchées moins fréquemment et/ou plus tard, certaines zones n'étaient pas drainées), alors qu'elles pouvaient à l'inverse être plus soutenues sur d'autres espaces, permettant parfois aux milieux humides d'apparaître de manière plus flagrante dans le paysage (par ex. coupe forestière plus fréquente ou emprise moindre des milieux forestiers qu'aujourd'hui, des zones humides de sources et suintements pouvaient être plus flagrantes) ;

- **l'enveloppe des milieux humides d'Agrocampus Ouest et d'INRAE (InfoSol) de 2014**<sup>3</sup>. Cette carte constitue la première version d'une cartographie produite à l'échelle du territoire métropolitain. Elle est en quelque sorte la première version qui a précédé les cartes de prélocalisation des MH et des ZH produites dans le cadre du présent projet de cartographie nationale des MH. Elle donne une indication sur les espaces de talweg et avec une faible pente adjacente au réseau hydrographique propice à l'accumulation d'eau. C'est une indication de la présence de milieux alluviaux ou estuariens, riverains des plans d'eau ou péri-lagunaires. Les auteurs avancent clairement les limites de cette enveloppe qui appelle un travail complémentaire pour mieux appréhender d'autres milieux humides (par ex. milieux humides sur les plateaux, qui dépendent surtout de l'alimentation en eau par les précipitations) ;
- **les inventaires locaux des zones humides.** Ils donnent une information non exhaustive sur la présence de zones humides voire de milieux humides. En théorie, c'est une indication intéressante pour identifier la présence de tous types de milieux humides. En pratique, même si l'intérêt de cette donnée est évident, son utilisation doit faire l'objet d'une vigilance particulière puisqu'elle serait souvent le résultat d'un consensus politique sur « ce qu'on met dans l'inventaire » et puisque les prestataires réalisant ces inventaires ont souvent du mal à appréhender tous les critères permettant d'identifier les milieux humides (par ex. sol, habitat, flore et nappe). De plus, même si ces données sont compilées à l'échelle nationale par le Forum des marais atlantiques via le Système d'Information sur l'Eau, les compilations diffusées ne sont pas exhaustives ;
- **la compilation des données sur les tourbières par le pôle-relais tourbières et l'université de Franche-Comté en 2020.** Ces données sont intéressantes pour avoir une indication sur la présence de tous milieux tourbeux, mais elle reste imprécise spatialement et thématiquement ;
- ...

### 2.2.3. Application pratique pour l'échantillonnage

- Identifier sommairement les secteurs propices à la présence de différents types de milieux humides dans chaque ensemble physique.

## 2.3. Étape 3 : Identifier des sites pour y relever des informations

### 2.3.1. Hypothèse

Dans un ensemble physique, l'étendue et la répartition spatiale de chaque type de MH ou ZH dépendent de facteurs locaux et les outils de modélisation pourraient contribuer à les prélocaliser.

→ Des données de terrain seront récoltées par système hydrogéomorphologique pour évaluer *in fine* la qualité des prélocalisations des MH et ZH réalisées par modélisation.

### 2.3.2. Considérations pratiques pour l'échantillonnage

**Dans un ensemble physique, les sites sélectionnés sont répartis proportionnellement à la représentation des milieux humides par système hydrogéomorphologique.** Par exemple, si dans un ensemble physique, il y a essentiellement des milieux humides alluviaux ou estuariens et dans une moindre mesure de sources et

---

<sup>3</sup> <http://geowww.agrocampus-ouest.fr/portails/?portail=mph>

suintements, alors les sites sélectionnés seront essentiellement répartis en milieux humides alluviaux ou estuariens et dans une moindre proportion en source et suintement.

**Les milieux humides dont la délimitation nécessite d'autres critères que le sol et l'habitat font l'objet d'une représentation bien moindre dans l'échantillonnage.** Typiquement, il peut s'agir de milieux humides avec des Fluvisols, des Podzols... où les communautés végétales et le sol ne permettent souvent pas à eux seuls de caractériser ces milieux comme étant MH ou ZH (par ex. besoin parfois de recourir à des données piézométriques). Il s'agit donc de ne pas trop investir ces milieux particuliers en faisant des identifications qui risqueraient d'être hasardeuses.

**Au contraire, des milieux humides souvent absents des inventaires et dont la délimitation dans l'espace est souvent peu évidente font l'objet d'une représentation plus importante dans l'échantillonnage,** comme les milieux humides de têtes de bassins versants, de sources et suintements ou de plateau.

**Pour réduire le temps de déplacement entre sites durant une journée, plusieurs sites proches les uns des autres ont été choisis.**

**L'accès au terrain des 10 bassins versants tests a été permis grâce à des arrêtés préfectoraux dédiés. En plus des 10 bassins versants tests, un arrêté préfectoral a été pris pour les bassins versants de l'Ain – la Reyssouze – la Veyle... afin de compléter les contextes écologiques échantillonnés avec des sites à proximité de l'implantation géographique des agents de PatriNat en charge du projet.**

### 2.3.3. Objectif pratique pour l'échantillonnage

- Répartir les sites sélectionnés dans un ensemble physique par système hydrogéomorphologique.

### 3. Protocoles de collecte des données « sol » et « habitat » sur le terrain

Les deux protocoles mis en œuvre pour collecter des données sur le terrain sont présentés ci-après sous la forme de fac-similés, reproduisant donc exactement les supports utilisés sur le terrain sur le fond et la forme.

Pour rappel, le protocole 1 en 2021 a surtout permis d'identifier la limite des zones humides dans l'espace.

→ Voir fac-similés ci-après.

## COLLECTE DE DONNÉES « TERRAIN » POUR LA CARTOGRAPHIE NATIONALE DES MILIEUX HUMIDES

### Informations élémentaires et protocole

#### Une contribution pour quel projet ?

La contribution des services territoriaux de l'OFB est proposée en vertu de la directive des milieux humides à l'échelle nationale par modélisation (voir la note officielle [ici à ajouter une fois dispo](#)). L'OFB par l'intermédiaire de l'UMS PatriNat OFB – CNRS – MNHN est un des principaux partenaires de ce projet.

Ce projet fournira une information homogène à l'échelle nationale pour pré-localiser les milieux humides (échelle de restitution envisagée au 1/10 000). Cette information sera le support de travaux nationaux (par ex. rapportages dans le cadre de directives, Ramsar). À l'échelle locale, elle alimentera l'élaboration des politiques publiques locales et la vigilance sur les enjeux de préservation des milieux humides ; sans se substituer aux inventaires locaux.

#### Données à collecter

Des données *in situ* sur le milieu physique (par ex. géologie, climat, sol) et biophysique (par ex. sol, flore, habitat) bancarisées dans des bases de données nationales seront mobilisées pour calibrer des modèles.

En complément de ces données bancarisées, de nouvelles observations ponctuelles des sols et des habitats, sont nécessaires pour valider la précision des modèles. Ces nouvelles observations seront effectuées de part et d'autre de la limite des zones humides ([Planche 1 ci-après](#)). **Il est proposé aux agents de l'OFB de participer à la collecte de ces données jusqu'à fin juin 2021. Leur participation étant proposée uniquement sur les zones humides (et non les milieux humides dans leur ensemble, les milieux aquatiques n'étant pas pris en compte dans ce protocole), le terme « zone humide » est exclusivement utilisé par la suite.**

#### Qui peut contribuer ?

Tout agent maîtrisant les critères de l'arrêté d'identification et de délimitation des zones humides du 24 juin 2008 modifié<sup>1</sup>) peut contribuer à cette collecte de données ; c'est-à-dire un agent sachant :

- réaliser un sondage pédologique ;
- identifier les traces d'hydromorphie dans le sol ;
- identifier les habitats à un niveau élémentaire avec un guide EUNIS<sup>2</sup>.

#### Avant d'aller sur le terrain

**Étape 1 : identifiez un secteur d'étude** (par ex. un ou plusieurs bassins versants, une vallée, des communes).

Pour réduire le temps de déplacements entre sites durant une journée, **choisissez plusieurs sites proches les uns des autres**. La sélection de sites se fait sans condition de superficie minimale, néanmoins évitez de prendre des secteurs trop vastes.

Attention : évitez les marais<sup>3</sup> et les mares !

Attention : en terre récemment labourée, la lecture de traits d'hydromorphie peut être compliquée par le remaniement du sol. Inspectez les mottes à la surface en les ouvrant pour accéder aux zones non remaniées.

**Étape 2 : sélectionnez 15 zones humides réparties équitablement au sein des cinq systèmes hydrogéomorphologiques ci-dessous.** Réduisez le nombre de systèmes échantillonnés si c'est impossible ou trop chronophage de réaliser les relevés sur chacun dans votre secteur d'étude.



alluvial ou  
estuarien



riverain de plan  
d'eau, péri-lagunaire



dépression ou  
panne dunaire



source et  
suintement



plateau<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Art. L.211-1 du Code de l'environnement précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié

<sup>2</sup> Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS : [bit.ly/2PgWfQ](http://bit.ly/2PgWfQ)

<sup>3</sup> Milieu humide d'origine anthropique avec la gestion des niveaux d'eau, l'entretien régulier de digues et chenaux, qui maintiennent leur caractère humide et leur qualité ; dont le périmètre est défini par un statut juridique.

<sup>4</sup> Sur les interfluviaux, lignes de falte, grandes terrasses des plaines d'inondation... surtout alimentées par les précipitations.

Pour repérer ces zones humides, utilisez :

- les inventaires de zones humides et cartes disponibles (comme la carte des milieux potentiellement humides de 2014). Voir sur <http://sig.reseau-zones-humides.org/> ;
- et/ou vos connaissances du terrain. **Vous êtes encouragé à repérer des zones humides qui ne sont pas dans les inventaires existants, comme les zones humides de plateau qui n'y sont souvent pas !**

→ Pour un gain de temps, privilégiez les sites avec des facilités d'accès.

→ Si besoin, indiquez-nous le(s) secteur(s) où vous souhaitez réaliser vos relevés (étape 1) ; nous vous proposerons alors une pré-sélection de sites (étape 2) et vous choisirez les sites où aller faire les relevés.

#### Matériels sur le terrain

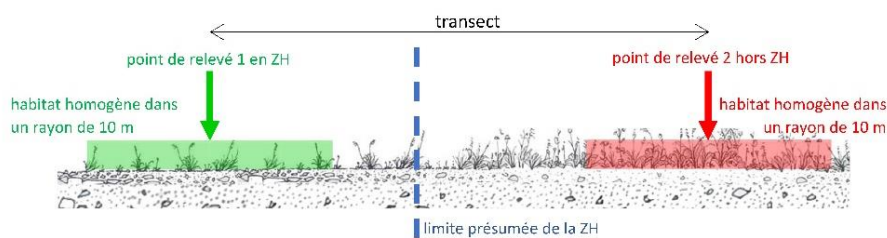


\* matériel fourni

#### Sur le terrain

**Étape A :** par site, répartissez 3 transects intersectant la limite de la zone humide, espacés de 100 à 200 m et si possible en contextes écologiques variés (Planche 1 ci-après). Évitez les sites « non naturels » (talus routiers, remblais...) qui ont perdu les caractéristiques de zone humide selon l'arrêt.

**Étape B :** sur chaque transect, localisez au moins 2 points de relevés. Chaque point de relevé devra disposer d'un habitat homogène dans un rayon de 10 m, l'un est en zone humide (vert ci-dessous) et l'autre en dehors de la zone humide (rouge ci-dessous) selon les critères « sol » **OU** « habitat »<sup>5</sup>. La distance entre deux relevés devra être de 30 à 100 m (adaptables selon les contraintes sur le terrain). Si plus de deux points de relevés/transect sont effectués (par ex. pour rechercher l'extérieur de la zone humide - cas c et d sur la Planche 1 ci-après), renseignez tous les relevés dans le tableur.



<sup>5</sup> Art. L.211-1 et R211-108 du Code de l'environnement précisés par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié. Les habitats souvent caractéristiques de zone humide selon l'arrêt sont indiqués par des pastilles bleu dans l'annexe qui débute p. 186 du guide EUNIS [bit.ly/2PgtWFO](http://bit.ly/2PgtWFO).

### Étape C : sur chaque point de relevé :

- attribuez-lui un identifiant sous la forme d'un numéro unique ;
- identifiez le système hydrogéomorphologique (voir p. 1 l'[Étape 2 ci-avant](#)). Exceptionnellement, quand plusieurs systèmes sont confondus (par ex. comme sur les rives d'un lac aussi alimenté par des sources), indiquez-en plusieurs (par ex. source et suintement + riverain) ;
- avec un GPS ou une application de téléphone, indiquez le système de coordonnées utilisé, **vérifiez que la localisation est conforme à la réalité et précise (précision d'au moins 5 m) puis identifiez les coordonnées géographiques du relevé en notant toutes les décimales de la coordonnée ;**
- **pour l'habitat :** identifiez l'habitat au niveau 3 de la typologie EUNIS à l'aide des clefs du guide dédié (par ex. D5.1 Roselières normalement sans eau libre) et réalisez une photo de l'habitat (pas une photo du paysage avec plusieurs habitats). Exceptionnellement, si vous ne parvenez pas à identifier l'habitat répondez « je ne sais pas ». En cas de mosaïque d'habitats naturels, reportez l'habitat dominant et indiquez les autres en commentaire ;
- **pour le sol :**
  - réalisez un sondage pédologique à l'aide d'une tarière (rappel sur la [Planche 2 ci-après](#)) :
    - si aucun trait d'hydromorphie n'apparaît avant 50 cm, le sondage est terminé. Arrêtez-vous à 50 cm de profondeur ou dans la limite de l'épaisseur du sol ;
    - si des traits d'hydromorphie apparaissent avant 25 cm, poursuivez l'observation au moins jusqu'à 80 cm de profondeur ou dans la limite de l'épaisseur du sol,
    - si des traits d'hydromorphie n'apparaissent qu'après 25 cm inclus, prolongez le sondage jusqu'à 120 cm de profondeur ou dans la limite de l'épaisseur du sol,
  - mesurez la profondeur totale du sondage et indiquez d'éventuelles causes d'interruption du sondage (par ex. charge en cailloux, compacité du sol). Si votre relevé est directement sur un substrat rocheux, notez 0 cm pour la profondeur du sondage ;
  - **avant de manipuler le sondage, prenez une photo** dans la gouttière graduée avec l'ardoise sur laquelle est notée l'identifiant du point (numéro unique) (Figure ci-contre) ;
  - ouvrez les échantillons de sol en deux dans la hauteur (surtout si les prélèvements sont compacts) pour observer les traits d'hydromorphie ;
  - identifiez la profondeur d'apparition des traits d'hydromorphie rédoxiques, réductiques ou histiques et leur épaisseur (rappel sur la [Planche 3 ci-après](#)) ;
  - notez le degré d'humidité du sol à [0 – 50] cm et ]50 – 120] cm :
    - sec,
    - frais (sensation de fraîcheur au toucher),
    - humide (trace d'humidité sur les doigts après avoir touché l'échantillon),
    - saturé (toute la porosité est occupée par de l'eau),
    - noyé (eau libre circule dans le sol),
  - identifiez la classe GEPPA observable sur le sondage (rappel sur la [planche 5 ci-après](#)) ;
  - mesurez l'épaisseur de l'horizon organo-minéral (sans l'humus et la litière en surface) sur votre sondage (voir [Planche 6 ci-après](#)) : horizons près de la surface avec suffisamment de matière organique pour avoir une couleur plus sombre que les horizons plus profonds. **Attention, les horizons histiques (quasi composés que de matière organique, « tourbe ») ne sont pas des horizons organo-minéraux.**



Blandine Lemercier © Inrae.



Finalement, reportez ces informations sur le formulaire papier. Ces données seront à saisir sur le tableur de retour au bureau.

Si le résultat d'un sondage est douteux (par ex. incompréhension sur les traits d'hydromorphie), réalisez un autre sondage à quelques mètres pour comparer les résultats et comprendre la nature du problème.

En cas de rencontre avec un obstacle (cailloux, roche, racine...) durant le sondage, arrêtez-vous à cet obstacle, et recommencez l'observation une ou deux fois à quelques mètres pour retenir le plus profond.

Si nécessaire, des commentaires et remarques peuvent être ajoutés à chaque relevé.

#### **Nombre de relevés escomptés**

---

Environ 8 jours de terrain sont prévus/région mobilisée, auquel il convient de retirer un temps de travail au bureau (pré-repérage et saisie des données).

Avec au moins 3 transects envisagés par demi-journée, il est suggéré de récolter des relevés sur environ 40 transects/régions. Cet ordre de grandeur varie selon les facilités ou difficultés rencontrées.

#### **Restitution des relevés**

---

Les relevés doivent être saisis dans le tableur fourni, utilisable sur Alfresco avec un lien personnalisé.

Le tableur et les photos (avec l'identifiant du relevé correspondant dans le nom du fichier) doivent être envoyés à [ggayet@mnhn.fr](mailto:ggayet@mnhn.fr) ou [guillaume.gayet@ofb.gouv.fr](mailto:guillaume.gayet@ofb.gouv.fr). Mettez en copie de l'envoi votre référent régional OFB.

**Les données doivent préférentiellement parvenir avant début juillet 2021.**

#### **Diffusion des données collectées**

---

Aucune restitution permettant d'identifier la localisation d'un relevé ne sera réalisée. **La confidentialité des données est donc garantie.** Les données seront bancarisées à PatriNat OFB – CNRS - MNHN.

#### **Restitution du résultat de l'étude**

---

La restitution de l'étude sera nationale. Votre contribution sera citée. Des rendus intermédiaires seront produits, avec un premier rendu exploitant vos relevés en fin d'année 2021. Vous pourrez donner votre retour critique sur le résultat produit dans votre secteur d'étude. Vous serez tenus informés du résultat de cette étude et cités dans les remerciements. **Par avance, merci pour votre contribution !**

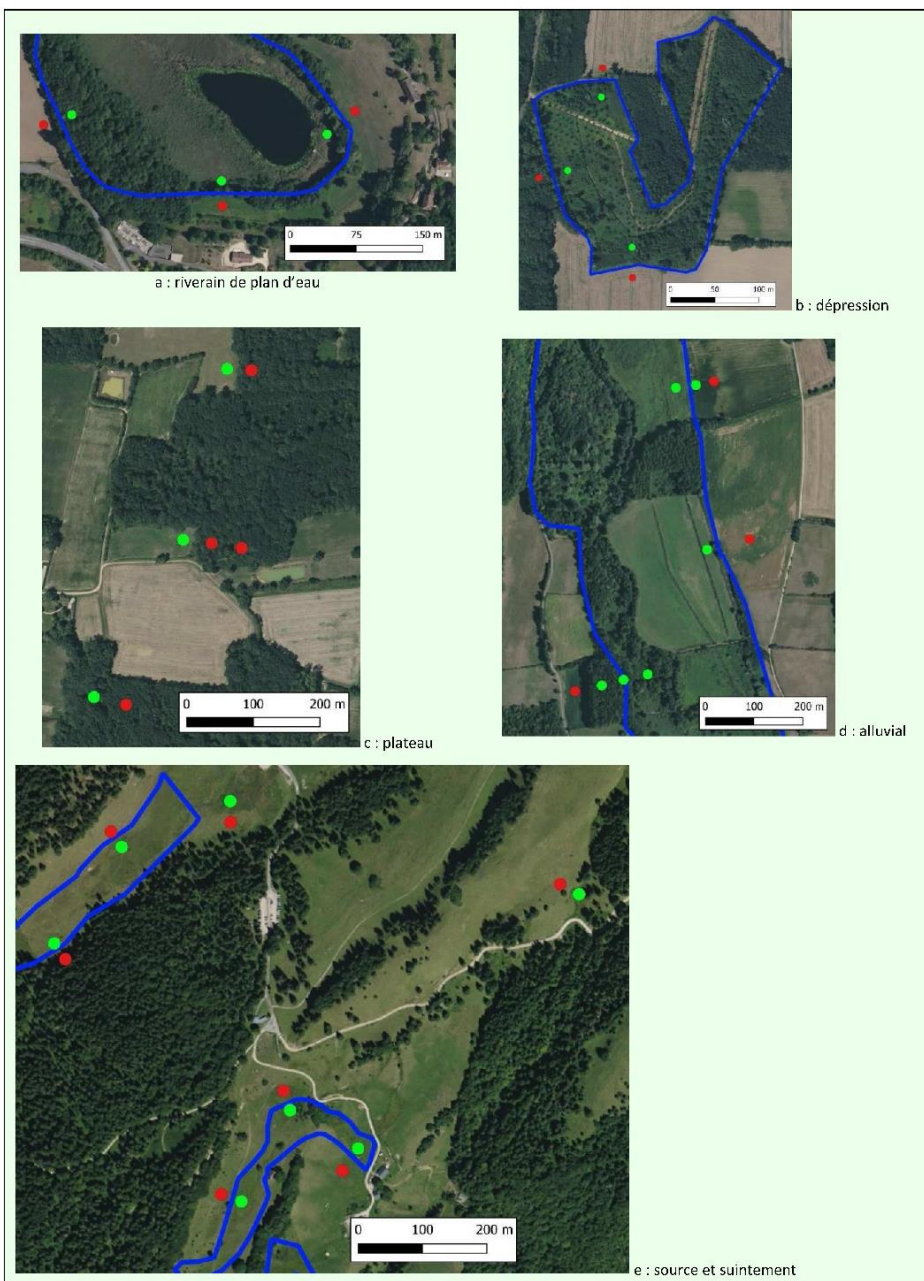
#### **Qui contacter pour toute question**

---

**Guillaume GAYET** Chef de projet milieux humides DSUED à l'UMS PatriNat OFB - CNRS – MNHN.

Mél : [ggayet@mnhn.fr](mailto:ggayet@mnhn.fr) ou [guillaume.gayet@ofb.gouv.fr](mailto:guillaume.gayet@ofb.gouv.fr)

Tél : 07 77 69 26 20



**Planche 1** : exemples fictifs de relevés « sol » et « habitat » avec ce protocole dans cinq contextes écologiques. Les polygones au **contour bleu** sont des zones humides inventoriées (sur une carte préexistante). Les **points verts** sont les relevés de l'agent avec au moins un critère « sol » ou « habitat » en zone humide et les **points rouges** sont les relevés de l'agent sans aucun critère « sol » ou « habitat » témoignant de la présence de zone humide. Notez qu'en c et e, des relevés attestant de la présence de zone humide ont aussi été réalisés sur des zones humides non inventoriées (Fond : BD ORTHO®).

*Les sites en illustration sont utilisés à des fins de communication uniquement, sans statuer sur leur caractère humide et sans que des visites aient nécessairement eu lieu sur ceux-ci.*



A. Après avoir dégagé la surface du sol si nécessaire (en retirant la litière éventuellement présente à la surface), prélever l'intégralité de la première carotte dans la tête de la tarière.

B. Lorsque la tête de la tarière est remplie, cela correspond à un avancement de 20 cm.



C. Nettoyer la surface de la carotte pour éliminer les éventuels salissures.

D. Déposer ces 20 premiers centimètres dans la gouttière aux graduations correspondantes.




E. Les 20 premiers centimètres de sol sont prélevés !

F. Recommencer les étapes A à C. À partir de là, on ne conserve que les 10 cm dans la partie inférieure de la tête de tarière. En effet, le reste est du matériau remanié lors de la réalisation du sondage.



G. Déposer de nouveau la carotte dans la gouttière.

H. Répéter les opérations A à C puis F et G. Un fois le sondage réalisé, nous disposons, dans la gouttière, d'une vision d'ensemble du profil reconstitué.

 Rebouchez le trou de sondage après avoir réalisé votre prélèvement, pour éviter tout accident pour la faune.

**Planche 2 :** rappel sur les recommandations pour réaliser un sondage pédologique (extrait et modifié de <http://sols-de-bretagne.fr/donnees-et-outils/caracterisation-des-sols/methode-tariere-massif-armoricain/r%c3%a9alisation-dun-sondage-%c3%a0-la-tari%c3%a8re/>).

**Traits rédoxiques.** Ils sont souvent associés à une nappe temporaire (par ex. défaut d'infiltration des eaux de pluie dû à des horizons peu perméables). Ils se reconnaissent à la présence de taches ou accumulations de couleur rouille, ou nodules ou films bruns ou noirs, ou taches de couleur blanchâtre pâle qui couvrent au total plus de 5 % de la surface de l'horizon observé sur une coupe verticale, cette dernière couleur pouvant représenter jusqu'à 100% de l'horizon.



G. Gayet© (PatriNat OFB-CNRS-MNHN) et pour la dernière photo Blandine Lemerrier© (Inrae)

Exemples d'accumulations de couleur rouille, de traces grises de décoloration, de concrétions noires considérées comme des traits d'hydromorphie rédoxiques sur des sondages.

**Traits réductiques.** Ils sont souvent associés à une nappe permanente (par ex. accumulations des écoulements en contexte alluvial ou de bas-fonds). Ils se reconnaissent à leur couleur uniforme verdâtre ou bleuâtre sur 95 % à 100 % de la surface de l'horizon. Exposée à l'air, cette couleur peut disparaître.



Exceptionnellement, en cas de doute sur la présence de véritables traits réductiques, voir le test fer, sur la [planche 4 ci-après](#).

G. Gayet© (PatriNat OFB-CNRS-MNHN)

Exemples d'horizons de couleur bleuâtre relativement uniforme considérés comme des traits d'hydromorphie réductiques sur des sondages.

**Traits histiques.** Ils se reconnaissent souvent à leur couleur noirâtre-brune mais surtout à la présence quasiment exclusive de matière organique sur un horizon superficiel d'au moins 0,1 m d'épaisseur.



G. Gayet© (PatriNat OFB-CNRS-MNHN)

Exemples d'accumulations de matière organique considérées comme des traits d'hydromorphie histiques sur des sondages.

**Planche 3 :** rappel sur la description des traits d'hydromorphie rédoxiques, réductiques et histiques (extrait et modifié de Gayet *et al.* 2016).

Dans des écosystèmes où l'excès d'eau est quasi-permanent (zone de fonds de vallée par exemple), on peut parfois observer des sols gris bleuâtres ou gris verdâtres. Cette couleur peut être héritée du matériau parental (qui a donné naissance au sol) ou elle peut être liée à la présence de la forme réduite du fer (fer ferreux  $Fe^{2+}$ ).

Un test rapide et simple nous permet de déterminer si la couleur de l'horizon est liée ou non à la réduction du fer. Cela permet de distinguer si des traits réductiques sont présents. Ce test, appelé « test fer », nécessite d'utiliser un réactif qui est une solution d'ortho-phénantroline à 2 % dans de l'éthanol pur.

**Ce réactif étant toxique, réservez son utilisation aux cas où vous avez des doutes sur la présence véritable de traits réductiques.**

Procédez de la manière suivante avec des gants étanches :

1 - Versez quelques gouttes de réactif sur le sol.

2 - L'apparition instantanée ou quasi instantanée d'une coloration rougeâtre, plus ou moins vive, indique la présence de fer ferreux (voir illustration ci-dessous) → dans ce cas, indiquez qu'il y a bien présence de traits réductiques.



G. Gayet© (PatriNat OFB-CNRS-MNHN)

Coloration après mise en contact avec le test fer sur 6 échantillons de sol prélevés le long d'un sondage pédologique. En partant de la droite, le premier échantillon est négatif (pas de fer ferreux et trait réductique absent). Les autres échantillons sont positifs : une coloration rouge clair apparaît sur le second échantillon et une coloration rouge foncé apparaît sur les suivants (fer ferreux présent et traits réductiques présents).

**⚠ ATTENTION : rapportez avec vous vos prélèvements exposés à la phénanthroline dans des sacs en plastique étanches pour les jeter en déchetterie car ce composé est toxique.**

**Planche 4** : recommandations générales pour réaliser le test fer en cas de doute sur la présence de fer ferreux et donc de traits réductiques (extrait et modifié de <http://sols-de-bretagne.fr/donnees-et-outils/caracterisation-des-sols/methode-tariere-massif-armoricain/r%c3%a9alisation-dun-sondage-%c3%a0-la-tar%c3%a8re/>).

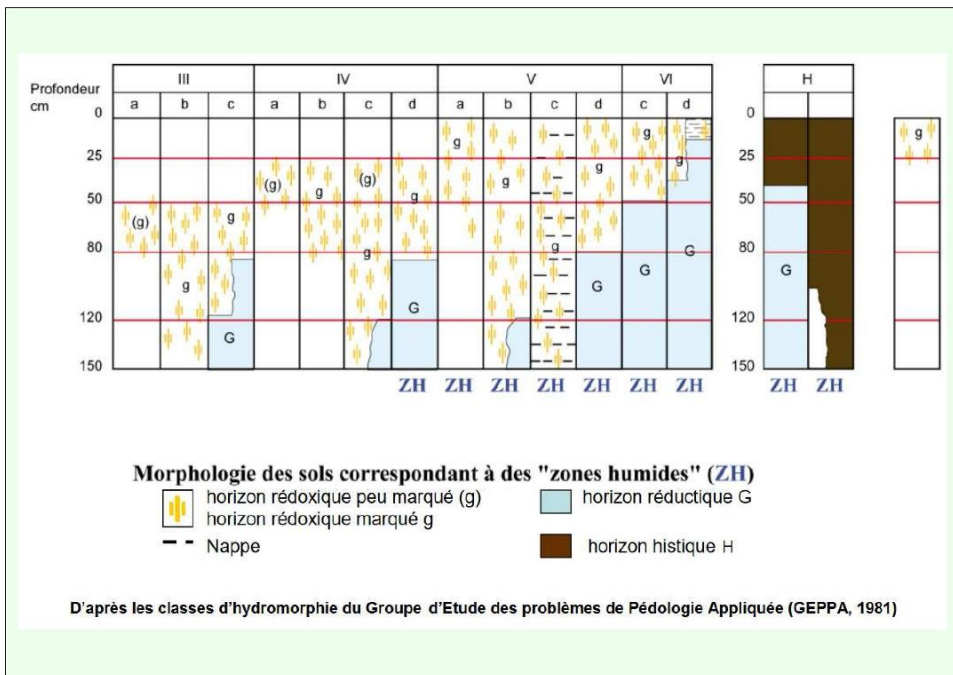
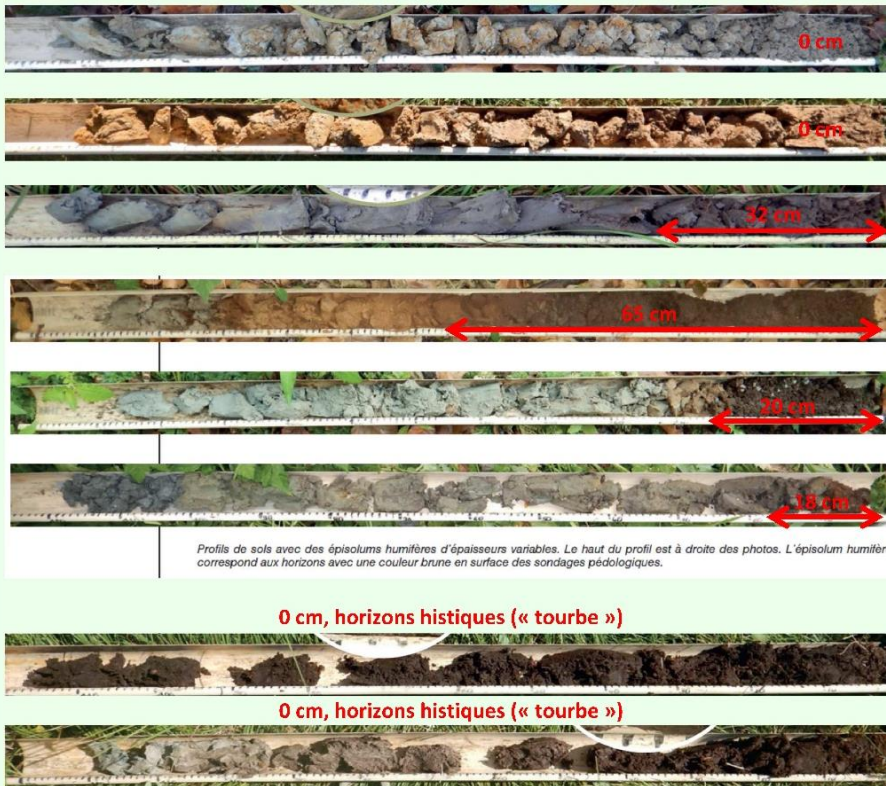


Planche 5 : rappel des classes GEPPA.

Pour identifier l'horizon organo-minéral (sans l'humus et la litière en surface), repérez les horizons près de la surface avec suffisamment de matière organique pour avoir une couleur plus sombre que les horizons plus profonds. Voyez quelques exemples de mesures variables de l'épaisseur des horizons organo-minéraux sur les différents profils ci-dessous (doubles flèches rouges).



**Planche 6** : méthode simplifiée pour déterminer l'épaisseur de l'horizon organo-minéral (extrait et modifié de Gayet *et al.* 2016) (crédit photo G. Gayet – MNHN©).

Pour rappel, le protocole 2 appliqué en 2022 a surtout permis d'identifier la présence de zones humides sur les plateaux<sup>4</sup> selon les matériaux parentaux et substrats géologiques. En effet, un développement méthodologique particulier a été mis en œuvre durant le projet pour améliorer leur prélocalisation (encodage binaire d'après la BD Charm-50).

→ **Voir fac-similés ci-après.**

La méthode développée pour générer la variable géologique utilisée sur le terrain comprend cinq étapes :

1. le nom du matériau parental pour chaque polygone a été décrit à partir du nom des deux matériaux principaux (le cas échéant, sinon à partir du seul matériau parental présent) extrait automatiquement dans leur ordre d'apparition (dans la BD Charm-50, les matériaux les plus fréquents étant mentionnés en premiers) ;
2. la forme du relief associée à chaque polygone a été affectée à trois classes (« vallée », « plateau » et « pente ») à partir de la couche « geomorphon » dérivée de la BD ALTI® à 75 m, puis les polygones localisés en « vallée » ont été écartés de l'analyse ;
3. les polygones de la BD Charm-50 ont été croisés avec les données d'archives (assignés aux deux classes « humide » et « non humide ») sous SIG, et le pourcentage de relevés « humide » par type de matériau parental et de forme du relief a été calculé ;
4. les valeurs de pourcentage (0 - 100%) ont été normalisées entre -1 et 1, une valeur de 0 correspondant à 50 %. Les valeurs négatives expriment une probabilité faible de présence de milieu humide, à l'inverse, des valeurs positives expriment une probabilité forte de présence de milieu humide ;
5. les polygones de la BD Charm-50 ont été rastérisés à 75 m, la valeur de chaque pixel correspondant à la valeur normalisée du pourcentage de relevés assignés à la classe « humide ».

Attention : la variable géologique utilisée sur le terrain est différente de celle utilisée dans le processus de modélisation pour cartographier les milieux et les zones humides (voir Rapinel *et al.* 2023a, b). En effet, la BD Charm-50 comprend plusieurs milliers de classes géologiques sur l'ensemble de la France métropolitaine. Afin de pouvoir l'intégrer comme variable prédictive dans le modèle de cartographie des milieux et zones humides, un encodage binaire a été effectué (Seger, 2018), aboutissant à la génération de 15 pseudo-variables géologiques.

---

<sup>4</sup> Les zones humides de plateau sont courantes sur les interfluves, dans le fond d'anciens lacs qui ont disparu ou sur les grandes terrasses des plaines d'inondation ou la principale source d'alimentation en eau est liée aux précipitations. Ces zones humides ne reçoivent a priori pas d'eau souterraine, ce qui les distingue des zones humides de dépression et de source et suintement. Les fluctuations verticales sont les principaux flux hydrodynamiques. Elles perdent leur eau par évapotranspiration, ruissellement de surface par saturation et suintements souterrains. Les sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques de plateau ont le plus souvent des zones contributives de petite superficie étant donné que la principale source d'alimentation en eau est constituée par les précipitations (voir Gayet *et al.* 2022a, traduit et adapté de Smith *et al.* 1995 et Brinson, 2009).



**COLLECTE DE DONNÉES « TERRAIN » POUR LA CARTOGRAPHIE NATIONALE DES MILIEUX HUMIDES**  
**Informations élémentaires et protocole**  
**pour relever des informations selon les substrats géologiques et matériaux parentaux**

**Une contribution pour quel projet ?**

La contribution des services territoriaux de l'OFB est proposée durant la cartographie nationale des milieux humides (plus d'infos [ici](#)). L'OFB par l'intermédiaire de PatriNat OFB – CNRS - MNHN est un partenaire de ce projet qui fournira une information homogène pour pré-localiser les milieux humides à l'échelle nationale. Cette information sera le support de travaux nationaux (par ex. rapportages pour des directives, Ramsar). Elle alimentera aussi les politiques publiques locales et la vigilance sur les enjeux de préservation ; sans se substituer aux inventaires.

**Données à collecter**

Des données *in situ* sur le milieu physique (par ex. matériau parental, climat, sol) et biophysique (par ex. sol, flore, habitat) dans des bases de données nationales ont été mobilisées pour calibrer des modèles. En 2021, les données des services territoriaux de l'OFB, du MNHN et d'Agrocampus Ouest ont permis d'étudier la précision des modèles (par ex. justesse des pré localisations). **Encore merci aux services territoriaux de l'OFB pour leur collaboration !**

En plus, pour bien identifier les zones humides alimentées surtout par les précipitations, il est nécessaire de confirmer que les substrats géologiques ou matériaux parentaux que nous avons identifiés comme étant favorables des conditions d'engorgement temporaire ou permanente sont bien propices à la présence de zones humides. Ces substrats géologiques ou matériaux ont été pré-identifiés par la Tour du Valat, l'Inrae, l'Institut Agro Rennes, l'Univ. Rennes 2, PatriNat OFB-CNRS-MNHN durant le projet. **En 2022, les agents de l'OFB peuvent donc collecter de nouvelles données :**

- en dehors des secteurs alluviaux-estuariens et riverains d'étendues d'eau ;
- à la fois sur des espaces qui sont propices ET non propices à la présence de zones humides.

**Cette collecte est possible de janvier jusqu'à fin juin 2022.**

**Qui peut contribuer ?**

Tout agent maîtrisant les critères de l'arrêté d'identification et de délimitation des zones humides du 24 juin 2008 modifié<sup>1</sup> peut contribuer à cette collecte de données ; c'est-à-dire un agent sachant :

- réaliser un sondage pédologique ;
- identifier les traces d'hydromorphie dans le sol ;
- identifier les habitats à un niveau élémentaire avec un guide EUNIS<sup>2</sup>.

**Avant d'aller sur le terrain**

**Étape 1 :** indiquez le secteur où vous préférez réaliser des relevés (par ex. un ou plusieurs bassins versants, un groupement de communes, un département) aux agents de l'OFB et du Muséum à PatriNat (voir contact en dernière page). Vous pouvez utiliser la carte régionale transmise pour choisir votre secteur. Sans secteur préférentiel, alors les agents de l'OFB et du Muséum à PatriNat proposeront le secteur le plus intéressant pour le projet sur votre territoire d'affectation.

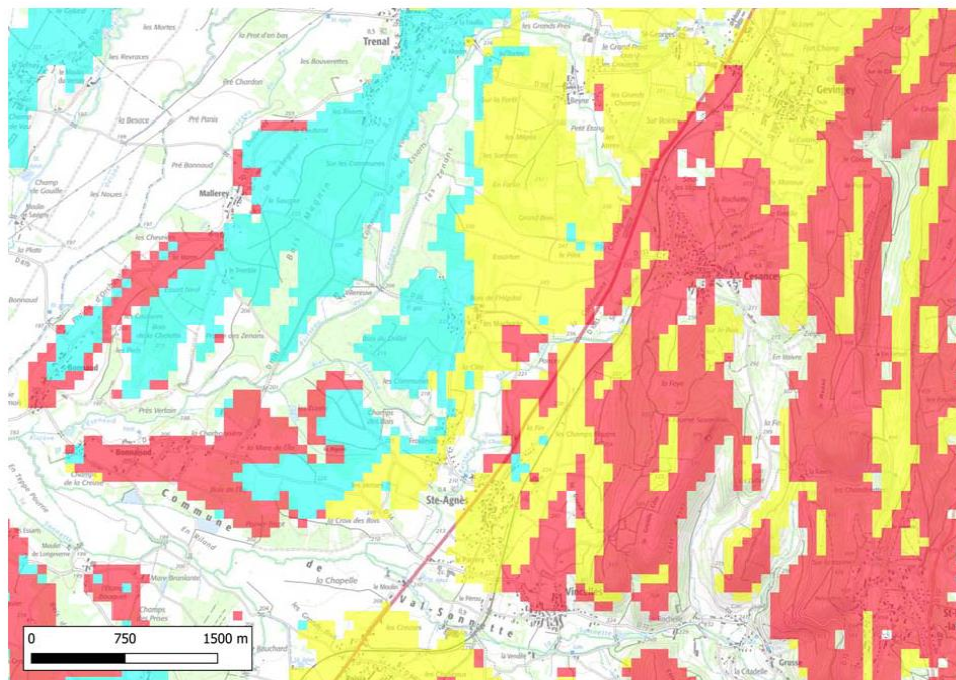
*Vous pouvez par ex. privilégier des secteurs avec de nombreuses propriétés publiques pour faciliter l'accès (plus le secteur est grand, plus il est facile de choisir des sites faciles d'accès). Pour réduire le temps de déplacement, indiquez des secteurs qui ne sont pas trop vastes. Vous pouvez indiquer des secteurs disjoints.*

<sup>1</sup> Art. L.211-1 du Code de l'environnement précisé par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié

<sup>2</sup> Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS : [bit.ly/2PgtWFO](http://bit.ly/2PgtWFO)

**Étape 2 :** les agents de l'OFB et du Muséum à PatriNat vous transmettent une carte de ce secteur (SCAN 25® en format pdf). Les espaces avec un substrat géologique ou un matériau parental qui serait (1) très favorable<sup>3</sup>, (2) peu favorable et (3) pas favorable à des conditions d'engorgement temporaire ou permanente sont indiqués sur cette carte ; hors secteurs alluviaux-estuariens et riverains d'étendues d'eau (Figure ci-après).

⚠ Attention la carte de ces espaces ne correspond pas à une carte des zones humides, car il convient de tenir compte en plus du relief, des modes d'alimentation en eau... sur un site pour qu'il soit par ex. pré localisé en zone humide.



**Figure 1 :** Aperçu d'un secteur où réaliser des relevés. Les emprises avec un substrat géologique ou un matériau parental qui serait très favorable (bleu), peu favorable (jaune) et pas favorable (rouge) à des conditions d'engorgement temporaire ou permanente sont indiquées. Les emprises où il convient de ne pas réaliser des relevés (secteur alluvial-estuarien ou riverain d'étendues d'eau) **ne sont pas colorées**. Fond de carte : SCAN 25®.

**Étape 3 :** sélectionnez 15 sites répartis équitablement dans les trois types d'espaces (c'est-à-dire 5 sites/type d'espace). S'il est impossible de trouver des sites dans un type d'espace, répartissez vos relevés parmi les autres types d'espace (par ex. s'il n'y a pas d'espace 2 : peu favorables, alors répartissez les sites parmi les espaces : 1 – très favorables et 3 – pas favorables).

*Attention : évitez les marais<sup>4</sup> et les mares ! En terre récemment labourée, la lecture de traits d'hydromorphie peut être compliquée par le remaniement du sol. Évitez-les, ou alors inspectez les mottes à la surface en les ouvrant pour accéder aux zones non remaniées.*

*Évitez de sélectionner des sites qui sont de toutes petites entités (par ex. quelques « pixels » jaunes, roses ou bleus plus ou moins agglutinés sur la Figure ci-dessus).*

<sup>3</sup> Les toponymes dérivés de langues locales indiquent souvent la présence de zones humides : aunaie, blache, gouille, gour, lèchère, marchois, mouillère, saigne... (voir A. Pégurier : les noms de lieux en France. Glossaire des termes dialectaux. 2006. IGN).

<sup>4</sup> Milieu humide d'origine anthropique avec la gestion des niveaux d'eau, l'entretien régulier de digues et chenaux, qui maintiennent leur caractère humide et leur qualité ; dont le périmètre est défini par un statut juridique.

## Matériels sur le terrain

	GPS		Appareil photo numérique
Utilisables avec des applications gratuites sur téléphone (par ex. application Ma position GPS)			
	Tarière graduée tous les 10 cm (avec du scotch)		Gouttière graduée
	Décimètre		Guide des habitats EUNIS <a href="http://bit.ly/2PgtWFO">bit.ly/2PgtWFO</a>
	Couteau (par ex. opinel n°12) ou une petite truelle		Quelques sacs plastique étanches
	Fiole de test « fer » <b>À manipuler avec précaution</b>		Une paire de gants étanches ou de laboratoire
	Une ardoise et un feutre effaçable		

\* matériel fourni

## Sur le terrain

**Étape A :** dans chaque site, identifiez 5 points de relevé espacés d'au moins 100 m et si possible dans des habitats EUNIS différents ([planche 1 ci-après](#)). Parmi ces 5 points de relevé, l'objectif est d'identifier les points en zone humide et ceux hors zone humide. Il n'est pas recherché d'avoir une proportion équitable entre les deux. Ainsi, si vous avez des zones humides dans ces secteurs, ne cherchez ni à les privilégier, ni à les éviter !

Évitez :

- les relevés sur la « limite » entre des espaces très favorables, peu favorables et pas favorables !
- les relevés agglutinés, privilégiez par ex. leur répartition le long d'un transect ;
- les sites « non naturels » (talus routiers, remblais...) qui ont perdu les caractéristiques de zone humide selon l'arrêté ;
- les sites trop petits, où il est impossible de réaliser plus de 2 relevés espacés d'au moins 100 m.

**Étape B :** sur chaque point de relevé :

- attribuez-lui un identifiant sous la forme d'un numéro unique ;
- identifiez le système hydrogéomorphologique ;



dépression ou panne dunaire



source et suintement



plateau<sup>5</sup>

Rappel : les zones humides en systèmes alluviaux-estuariens ou riverains de plan d'eau et péri-lagunaire ne sont pas prospectées durant ces relevés.

- avec un GPS ou une application de téléphone, indiquez le système de coordonnées utilisé, **vérifiez que la localisation est conforme à la réalité et précise (précision d'au moins 5 m) puis identifiez les coordonnées géographiques du relevé en notant toutes les décimales de la coordonnée ;**

<sup>5</sup> Sur les interfluves, lignes de faite, grandes terrasses des plaines d'inondation... surtout alimentées par les précipitations.

- **notez la précision du point GPS au moment du relevé (par ex. 3 m).**

- **pour l'habitat :** identifiez l'habitat au niveau 3 de la typologie EUNIS à l'aide des clefs du guide dédié (par ex. D5.1 Roselières normalement sans eau libre) et **réalisez une photo de l'habitat**. Ne faites pas une photo du paysage avec plusieurs habitats, et le ciel ne doit jamais occuper plus d'un tiers de la photo. Exceptionnellement, si vous ne parvenez pas à identifier l'habitat répondez « je ne sais pas ». En cas de mosaïque d'habitats naturels, reportez l'habitat dominant et indiquez les autres en commentaire ;



G. Gayet © PatriNat OFB-CNRS-MNH.

- **pour le sol :**

- réalisez un sondage pédologique à l'aide d'une tarière (rappel sur la [planche 2 ci-après](#)) :
  - si aucun trait d'hydromorphie n'apparaît avant 50 cm, le sondage est terminé. Arrêtez-vous à 50 cm de profondeur ou dans la limite de l'épaisseur du sol ;
  - si des traits d'hydromorphie apparaissent avant 25 cm, poursuivez l'observation au moins jusqu'à 80 cm de profondeur ou dans la limite de l'épaisseur du sol,
  - si des traits d'hydromorphie n'apparaissent qu'après 25 cm inclus, prolongez le sondage jusqu'à 120 cm de profondeur ou dans la limite de l'épaisseur du sol,
- mesurez la profondeur totale du sondage et indiquez d'éventuelles causes d'interruption du sondage (par ex. charge en cailloux, compacité du sol). Si votre relevé est directement sur un substrat rocheux, notez 0 cm pour la profondeur du sondage ;
- **avant de manipuler le sondage, prenez une photo** dans la gouttière graduée avec l'ardoise sur laquelle est notée l'identifiant du point (numéro unique) (Figure ci-contre) ;
- ouvrez les échantillons de sol en deux dans la hauteur (surtout si les prélèvements sont compacts) pour observer les traits d'hydromorphie ;
- identifiez la profondeur d'apparition des traits d'hydromorphie rédoxiques<sup>6</sup>, réductiques ou histiques et leur épaisseur (rappel sur la [planche 3 ci-après](#)) ;
- notez le degré d'humidité du sol à [0 – 50] cm et ]50 – 120] cm :
  - sec,
  - frais (sensation de fraîcheur au toucher),
  - humide (trace d'humidité sur les doigts après avoir touché l'échantillon),
  - saturé (toute la porosité est occupée par de l'eau),
  - noyé (eau libre circule dans le sol),
- identifiez la classe GEPPA observable sur le sondage (rappel sur la [planche 5 ci-après](#)) ;
- mesurez l'épaisseur de l'horizon organo-minéral (sans l'humus et la litière en surface) sur votre sondage (voir [planche 6 ci-après](#)) : horizons près de la surface avec suffisamment de matière organique pour avoir une couleur plus sombre que les horizons plus profonds. **Attention, les horizons histiques (quasi composés que de matière organique, « tourbe ») ne sont pas des horizons organo-minéraux.**



Blandine Lemerrier © Inrae.

Finalement, reportez ces informations sur le formulaire papier. Ces données seront à saisir sur le tableur de retour au bureau.

<sup>6</sup> Attention à la présence de carbonate dans les Réductisols-Calcosols et Rédoxisols-Calacosols (testé avec de l'acide chlorhydrique) car il peut masquer les traces d'hydromorphie et nécessite une attention particulière pour l'observation.

Si le résultat d'un sondage est douteux (par ex. incompréhension sur les traits d'hydromorphie), réalisez un autre sondage à quelques mètres pour comparer les résultats et comprendre la nature du problème.

En cas de rencontre avec un obstacle (cailloux, roche, racine...) durant le sondage, arrêtez-vous à cet obstacle, et recommencez l'observation une ou deux fois à quelques mètres pour retenir le plus profond.

Si nécessaire, des commentaires et remarques peuvent être ajoutés à chaque relevé.

#### **Restitution des relevés**

---

Les relevés doivent être saisis dans le tableur fourni.

Le tableur et les photos (avec l'identifiant du relevé correspondant dans le nom du fichier) doivent être envoyés à [ggayet@mnhn.fr](mailto:ggayet@mnhn.fr) ou [guillaume.gayet@ofb.gouv.fr](mailto:guillaume.gayet@ofb.gouv.fr). Mettez en copie de l'envoi votre référent régional OFB.

**Les données doivent préférentiellement parvenir avant début juillet 2022.**

#### **Diffusion des données collectées**

---

Aucune restitution permettant d'identifier la localisation d'un relevé ne sera réalisée. **La confidentialité des données est donc garantie.** Les données seront bancarisées à PatriNat OFB – CNRS - MNHN.

#### **Restitution du résultat de l'étude**

---

La restitution de l'étude sera nationale. Votre contribution sera citée. Des rendus intermédiaires seront produits, avec un premier rendu exploitant vos relevés en fin d'année 2022. Vous serez tenus informés du résultat de cette étude et cités dans les remerciements. **Par avance, merci pour votre contribution !**

#### **Qui contacter pour toute question**

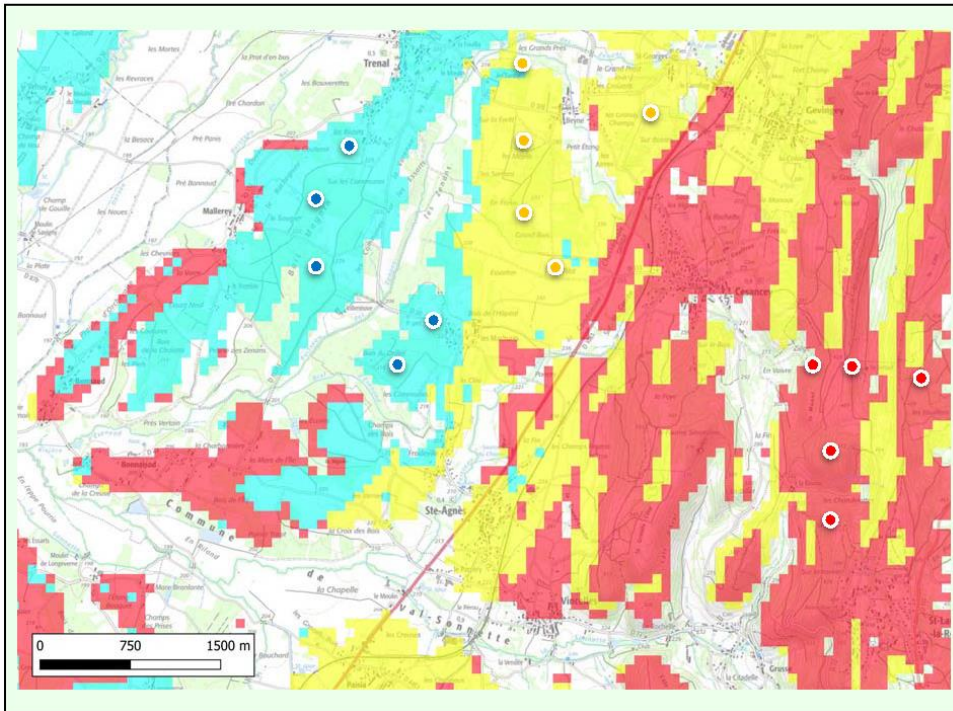
---

Guillaume GAYET Chef de projet milieux humides DSUED à PatriNat OFB - CNRS – MNHN.

Mél : [ggayet@mnhn.fr](mailto:ggayet@mnhn.fr) ou [guillaume.gayet@ofb.gouv.fr](mailto:guillaume.gayet@ofb.gouv.fr)

Tél : 07 77 69 26 20

*Citation du document : Gayet G., Rapinel S., Hubert-Moy L., Chambaud F. 2021. Collecte de données terrain pour la cartographie nationale des milieux humides - Informations élémentaires et protocole pour relever des informations selon les substrats géologiques et matériaux parentaux. 11 p.*



**Planche 1** : exemples fictifs de la répartition des points de relevé pour trois sites à l'intérieur d'un secteur. Les emprises avec un substrat géologique ou un matériau parental que nous avons identifiés comme étant plus ou moins favorables des conditions d'engorgement temporaire ou permanente sont indiquées (très favorable : **bleu**, peu favorable : **jaune** et pas favorable : **rouge**). Les points bleus, les points jaunes et les points rouges sont les relevés de l'agent dans trois sites. Les emprises où il convient de ne pas réaliser des relevés (secteur alluvial-estuarien ou riverain d'étendues d'eau) **ne sont pas colorées**. Fond de carte : SCAN 25®.

*Les sites en illustration sont utilisés à des fins de communication uniquement, sans statuer sur leur caractère humide et sans que des visites aient nécessairement eu lieu sur ceux-ci.*



A. Après avoir dégagé la surface du sol si nécessaire (en retirant la litière éventuellement présente à la surface), prélever l'intégralité de la première carotte dans la tête de la tarière.

B. Lorsque la tête de la tarière est remplie, cela correspond à un avancement de 20 cm.



C. Nettoyer la surface de la carotte pour éliminer les éventuels salissures.

D. Déposer ces 20 premiers centimètres dans la gouttière aux graduations correspondantes.



E. Les 20 premiers centimètres de sol sont prélevés !

F. Recommencer les étapes A à C. À partir de là, on ne conserve que les 10 cm dans la partie inférieure de la tête de tarière. En effet, le reste est du matériau remanié lors de la réalisation du sondage.

G. Déposer de nouveau la carotte dans la gouttière.



H. Répéter les opérations A à C puis F et G. Un fois le sondage réalisé, nous disposons, dans la gouttière, d'une vision d'ensemble du profil reconstitué.

⚠ Rebouchez le trou de sondage après avoir réalisé votre prélèvement, pour éviter tout accident pour la faune.

**Planche 2** : rappel sur les recommandations pour réaliser un sondage pédologique (extrait et modifié de <http://sols-de-bretagne.fr/donnees-et-outils/caracterisation-des-sols/methode-tariere-massif-armoricain/r%c3%a9alisation-dun-sondage-%c3%a0-la-tari%c3%a8re/>).

**Traits rédoxiques.** Ils sont souvent associés à une nappe temporaire (par ex. défaut d'infiltration des eaux de pluie dû à des horizons peu perméables). Ils se reconnaissent à la présence de taches ou accumulations de couleur rouille, ou nodules ou films bruns ou noirs, ou taches de couleur blanchâtre pâle qui couvrent au total **plus de 5 % de la surface de l'horizon observé sur une coupe verticale**, cette dernière couleur pouvant représenter jusqu'à 100% de l'horizon.



G. Gayet© (PatriNat OFB-CNRS-MNH) et pour la dernière photo Blandine Lemerder© (Inrae)

Exemples d'accumulations de couleur rouille, de traces grises de décoloration, de concrétions noires considérées comme des traits d'hydromorphie rédoxiques sur des sondages.

**Traits réductiques.** Ils sont souvent associés à une nappe permanente (par ex. accumulations des écoulements en contexte alluvial ou de bas-fonds). Ils se reconnaissent à leur couleur uniforme verdâtre ou bleuâtre **sur 95 % à 100 % de la surface de l'horizon**. Exposée à l'air, cette couleur peut disparaître.



Exceptionnellement, en cas de doute sur la présence de véritables traits réductiques, voir le test fer, sur la [planche 4 ci-après](#).

G. Gayet© (PatriNat OFB-CNRS-MNH)

Exemples d'horizons de couleur bleuâtre relativement uniforme considérés comme des traits d'hydromorphie réductiques sur des sondages.

**Traits histiques.** Ils se reconnaissent souvent à leur couleur noirâtre-brune mais surtout à la présence quasiment exclusive de matière organique sur un horizon superficiel d'au moins 0,1 m d'épaisseur.



G. Gayet© (PatriNat OFB-CNRS-MNH)

Exemples d'accumulations de matière organique considérées comme des traits d'hydromorphie histiques sur des sondages.

**Planche 3 :** rappel sur la description des traits d'hydromorphie rédoxiques, réductiques et histiques (extrait et modifié de Gayet *et al.* 2016).



Dans des écosystèmes où l'excès d'eau est quasi-permanent (zone de fonds de vallée par exemple), on peut parfois observer des sols gris bleuâtres ou gris verdâtres. Cette couleur peut être héritée du matériau parental (qui a donné naissance au sol) ou elle peut être liée à la présence de la forme réduite du fer (fer ferreux  $Fe^{2+}$ ).

Un test rapide et simple nous permet de déterminer si la couleur de l'horizon est liée ou non à la réduction du fer. Cela permet de distinguer si des traits réductiques sont présents. Ce test, appelé « test fer », nécessite d'utiliser un réactif qui est une solution d'ortho-phénantroline à 2 % dans de l'éthanol pur.

**Ce réactif étant toxique, réservez son utilisation aux cas où vous avez des doutes sur la présence véritable de traits réductiques ; c'est-à-dire sur des horizons bleuâtres ou gris verdâtres.**

Procédez de la manière suivante avec des gants étanches :

- 1 - Versez quelques gouttes de réactif sur le sol.
- 2 - L'apparition instantanée ou quasi instantanée d'une coloration rougeâtre, plus ou moins vive, indique la présence de fer ferreux (voir illustration ci-dessous) → dans ce cas, indiquez qu'il y a bien présence de traits réductiques.



G. Gayet© (PatriNat OFB-CNRS-MNHN)

Coloration après mise en contact avec le test fer sur 6 échantillons de sol prélevés le long d'un sondage pédologique. En partant de la droite, le premier échantillon est négatif (pas de fer ferreux et trait réductique absent). Les autres échantillons sont positifs : une coloration rouge clair apparaît sur le second échantillon et une coloration rouge foncé apparaît sur les suivants (fer ferreux présent et traits réductiques présents).

**Une réaction sur un horizon qui n'est pas bleuâtre ou verdâtre ne peut pas être considérée comme indicatrice d'un horizon réductique !**

**⚠ ATTENTION : rapportez avec vous vos prélèvements exposés à la phénanthroline dans des sacs en plastique étanches pour les jeter en déchetterie car ce composé est toxique.**

**Planche 4** : recommandations générales pour réaliser le test fer en cas de doute sur la présence de fer ferreux et donc de traits réductiques (extrait et modifié de <http://sols-de-bretagne.fr/donnees-et-outils/caracterisation-des-sols/methode-tarriere-massif-armoricain/r%c3%a9alisation-dun-sondage-%c3%a0-la-taric3%a8re/>).

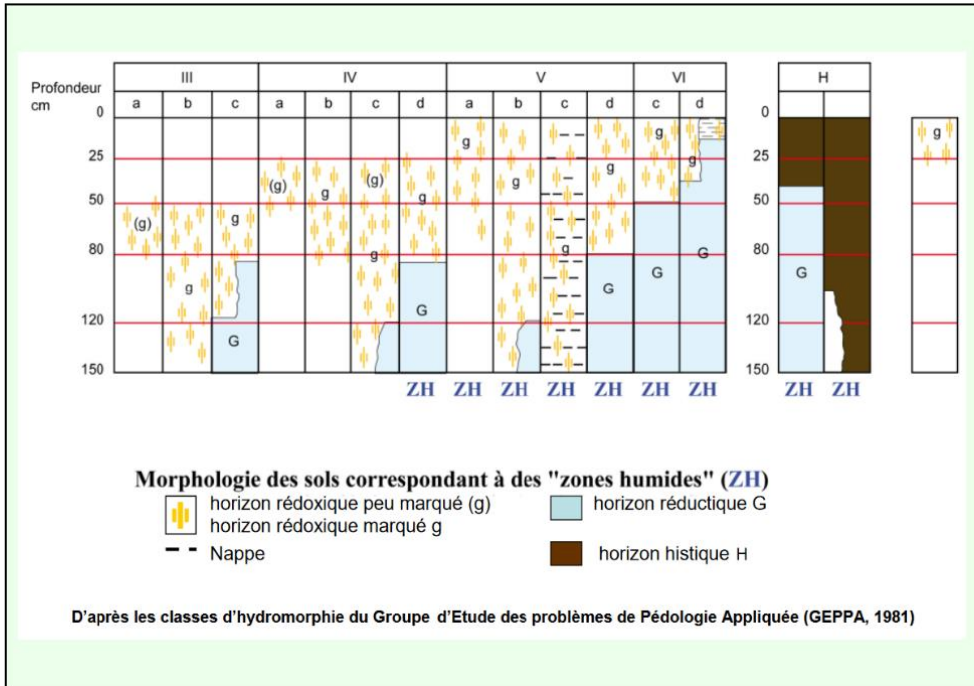
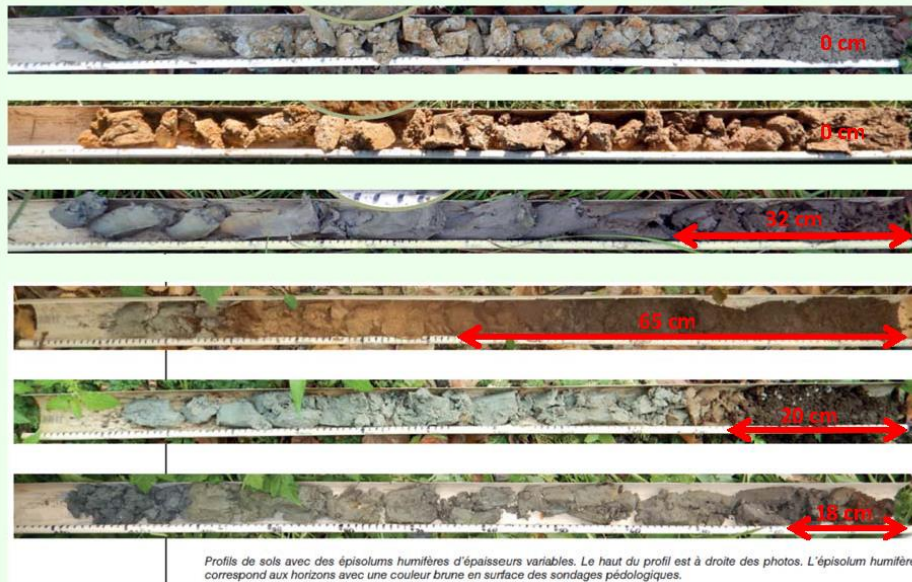


Planche 5 : rappel des classes GEPPA.

Pour identifier l'horizon organo-minéral (sans l'humus et la litière en surface), repérez les horizons près de la surface avec suffisamment de matière organique pour avoir une couleur plus sombre que les horizons plus profonds. Voyez quelques exemples de mesures variables de l'épaisseur des horizons organo-minéraux sur les différents profils ci-dessous (doubles flèches rouges).



**0 cm, horizons histiques (« tourbe »)**



**0 cm, horizons histiques (« tourbe »)**



**Planche 6** : méthode simplifiée pour déterminer l'épaisseur de l'horizon organo-minéral (extrait et modifié de Gayet *et al.* 2016) (crédit photo G. Gayet – MNHN©).

## 4. Remontée des données et processus de validation des données

Toutes les données collectées ont fait l'objet d'un examen par un agent de l'OFB à PatriNat (GG) qui a coordonné la collecte des données à l'échelle nationale. Ainsi, chaque donnée collectée a subi un examen puis une validation (par ex. après envoi d'interrogations éventuelles aux observateurs) avant d'entrer dans le jeu de données final. Marginalement, des données ont pu être rejetées en raison d'un doute significatif sur la qualité de la donnée (par ex. erreur de localisation GPS, doute sur l'identification de l'habitat, mauvaise application du protocole) (Figure ci-après).

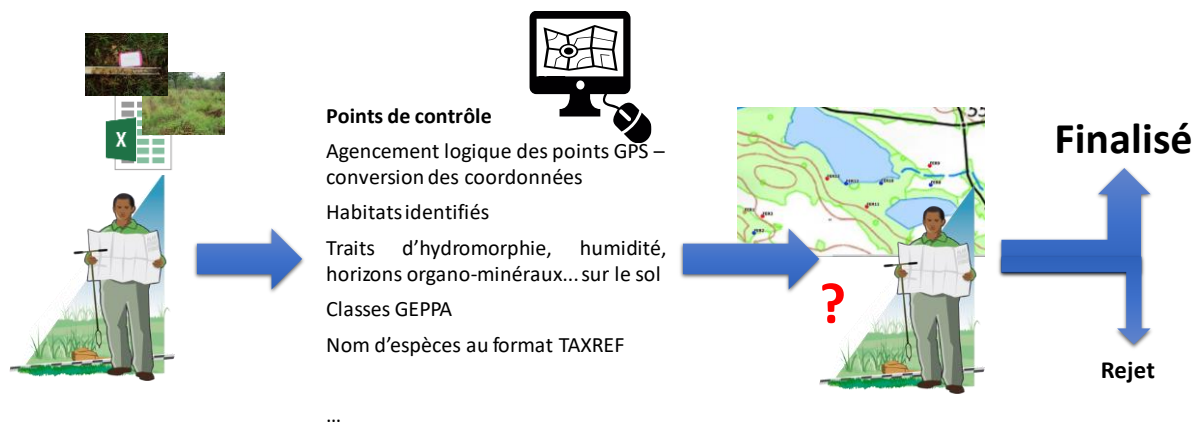


Figure 3. Schéma de validation des données collectées avant de les inclure dans le tableur de données final.

## 5. Tableur de données

Le tableau suivant présente les champs du tableur qui compilent toutes les données collectées en propre dans le cadre du projet de cartographie des milieux humides. Chaque champ est décrit.

Tableau 1. Présentation de la structure du tableur incluant les données collectées en propre dans le cadre du projet.

Champs	Description
id	identifiant : numéro automatique unique
date	le jour du relevé de terrain
observateur	le nom de l'observateur et de son organisme d'appartenance
territoire	le nom du secteur géographique étudié au format texte Le nom du secteur précédé de la mention « admin » indique que c'est dans un périmètre administratif que le relevé a été réalisé (par ex. un département). Le nom du secteur précédé de la mention « bv » indique que c'est dans un des 10 bassins versants tests du projet + le bassin versant de l'Ain, de la Reyssouze et de la Veyle... que le relevé a été réalisé
site	le nom du site Chaque site a un nom unique
numero_transect	le numéro du transect pour lequel un ou plusieurs relevés sont réalisés sur un site
numero_point	le numéro du point de relevé à l'intérieur d'un transect et d'un site
nom_releve	concaténation du champ site, numero_transect, numero_point, avec un « _ » entre les champs concaténés
systeme_hydrogeomorphologique	le premier système hydrogéomorphologique du site (pas nécessairement le dominant). Le système hydrogéomorphologique est une simplification de la typologie de Brinson (1993). Ici, il peut être : « alluvial ou estuarien », « dépression ou panne dunaire », « source et suintement », « riverain de plan d'eau » ou « plateau » La mention « je ne sais pas » indique qu'il n'a pas été possible de proposer un système HGM avec assurance
systeme_hydrogeomorphologique_complementaire	le système hydrogéomorphologique du site, quand il y en a au moins deux qui sont présents et évidents. La mention « ras » indique qu'il n'y a pas de deuxième système HGM
x_l93	la coordonnée géographique X en Lambert 93 encodage UTF8. Le séparateur de décimal est un point et un seul chiffre est permis après la décimale
y_l93	la coordonnée géographique Y en Lambert 93 encodage UTF8. Le séparateur de décimal est un point et un seul chiffre est permis après la décimale

Champs	Description
<a href="#">precision_gps_m</a>	<p>la précision en m des coordonnées géographiques relevées au format texte</p> <p>La mention « na » indique que l'information n'a pas été acquise</p> <p>La mention « dep » indique que l'information n'a pas été acquise, et que les coordonnées géographiques du point ont été relevées sur SIG avec la BD ORTHO® comme support ; en raison de problèmes d'accessibilité pratique sur le terrain (par ex. corniche, terrain engorgé inaccessible)</p>
<a href="#">habitat_eunis_code</a>	<p>le code EUNIS de l'habitat, au format HABREF, le plus souvent au niveau 3, voire à un niveau plus précis quand c'est possible</p> <p>La mention « je ne sais pas » indique que l'observateur n'a pas été capable d'identifier l'habitat avec assurance</p>
<a href="#">habitat_eunis_nom</a>	<p>le nom de l'habitat EUNIS, selon HABREF</p> <p>La mention « EEE » indique que la formation végétale observée sur le terrain correspond à une emprise composée exclusivement ou quasiment, par des espèces végétales associées à des invasions biologiques (le plus souvent ces formations ne sont pas des postes typologiques dans EUNIS)</p> <p>La mention « je ne sais pas » indique que l'observateur n'a pas été capable d'identifier l'habitat avec assurance</p>
<a href="#">habitat_eunis_commentaire</a>	<p>Dans ce champ la mention « <u>habitat avec habitats aux niveaux inférieurs zh mais différents de l'habitat observe</u> » indique que l'observateur s'est arrêté au niveau 3 d'EUNIS pour identifier l'habitat, que cet habitat contient un ou des habitats caractéristiques de ZH à un niveau plus précis qu'EUNIS niveau 3 au sens de la réglementation en vigueur, mais que ceux-ci n'étaient pas présents sur le point de relevé</p> <p>La mention « ras » indique que l'habitat ne contient pas un ou des habitats caractéristiques de ZH à un niveau plus précis que celui renseigné au sens de la réglementation en vigueur</p>
<a href="#">habitat_largeur_min_m</a>	<p>la largeur minimale de l'habitat estimée par l'observateur autour du point de relevé (c'est-à-dire dans un rayon minimal autour de l'observateur)</p> <p>La mention « je ne sais pas » indique que l'observateur n'a pas été capable d'identifier la largeur de l'habitat avec assurance</p> <p>La mention « na » indique que l'information n'a pas été acquise</p>
<a href="#">sol_profondeur_sondage_cm</a>	<p>la profondeur du sondage pédologique en cm</p>
<a href="#">sol_cause_arret_sondage</a>	<p>la cause de l'arrêt de la réalisation du sondage en profondeur</p> <p>Les causes d'arrêt du sondage pédologique sont les suivantes : « compacité du sol », « roche mère ou matériau parental », « cailloux », « autres »</p> <p>La mention « na » indique que l'observateur n'a pas renseigné la cause de l'arrêt du sondage pédologique en profondeur</p> <p>La mention « ras » indique qu'aucun obstacle n'a causé l'arrêt du sondage pédologique en profondeur</p>

Champs	Description
<a href="#">traits_redox_profondeur_apparition_cm</a>	<p>la profondeur à laquelle des traits d'hydromorphie rédoxiques dont la représentation est d'au moins 5 % apparaissent sur le profil pédologique</p> <p>La mention « na » indique que les traits d'hydromorphie n'ont pas pu être observés (absence de sondage pédologique, impossibilité pratique de lire le sondage par ex.)</p> <p>La mention « ras » indique qu'aucune trace d'hydromorphie n'était observable</p>
<a href="#">traits_redox_epaisseur_cm</a>	<p>l'épaisseur sur laquelle des traits d'hydromorphie rédoxiques dont la représentation est d'au moins 5 % sont prolongés sur le profil pédologique</p> <p>La mention « na » indique que les traits d'hydromorphie n'ont pas pu être observés (absence de sondage pédologique, impossibilité pratique de lire le sondage par ex.)</p> <p>La mention « ras » indique qu'aucune trace d'hydromorphie n'était observable</p>
<a href="#">traits_reduc_profondeur_apparition_cm</a>	<p>la profondeur à laquelle des traits d'hydromorphie réductiques dont la représentation est d'au moins 95 % apparaissent sur le profil pédologique</p> <p>La mention « na » indique que les traits d'hydromorphie n'ont pas pu être observés (absence de sondage pédologique, impossibilité pratique de lire le sondage par ex.)</p> <p>La mention « ras » indique qu'aucune trace d'hydromorphie n'était observable</p>
<a href="#">traits_reduc_epaisseur_cm</a>	<p>l'épaisseur sur laquelle des traits d'hydromorphie réductiques dont la représentation est d'au moins 95 % sont prolongés sur le profil pédologique</p> <p>La mention « na » indique que les traits d'hydromorphie n'ont pas pu être observés (absence de sondage pédologique, impossibilité pratique de lire le sondage par ex.)</p> <p>La mention « ras » indique qu'aucune trace d'hydromorphie n'était observable</p>
<a href="#">traits_hist_profondeur_apparition_cm</a>	<p>la profondeur à laquelle des traits d'hydromorphie histiques apparaissent sur le profil pédologique</p> <p>La mention « na » indique que les traits d'hydromorphie n'ont pas pu être observés (absence de sondage pédologique, impossibilité pratique de lire le sondage par ex.)</p> <p>La mention « ras » indique qu'aucune trace d'hydromorphie n'était observable</p>
<a href="#">traits_hist_epaisseur_cm</a>	<p>l'épaisseur sur laquelle des traits d'hydromorphie histiques sont présents sur le profil pédologique</p> <p>La mention « na » indique que les traits d'hydromorphie n'ont pas pu être observés (absence de sondage pédologique, impossibilité pratique de lire le sondage par ex.)</p> <p>La mention « ras » indique qu'aucune trace d'hydromorphie n'était observable</p>

Champs	Description
<a href="#">geppa</a>	<p>la classe GEPPA (d'après le Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée, 1981) à laquelle appartient un sondage d'après les traits d'hydromorphie relevés et l'engorgement. Dans certains cas, quand plusieurs classes sont possibles, toutes ces classes possibles sont indiquées</p> <p>La mention « ras » indique qu'il n'y a pas de traits d'hydromorphie observés qui permettent d'assigner au moins une classe GEPPA entre la classe III et la classe H</p> <p>La mention « na » indique qu'il n'y a pas de relevé sur le sol sur ce site, car le point est déporté ou il n'est pas possible de réaliser un sondage à cause de la nature du sol (par ex. roche affleurante)</p> <p>La mention « je ne sais pas » indique qu'il n'a pas été possible d'attribuer une classe GEPPA avec assurance d'après les traits d'hydromorphie</p>
<a href="#">epaisseur_horizon_organo_mineral_cm</a>	<p>l'épaisseur de l'horizon organo-minéral sur le profil de sol</p> <p>La mention « na » indique que l'épaisseur de l'horizon organo-minéral n'a pas pu être observée (absence de sondage pédologique)</p> <p>La mention « je ne sais pas » indique que l'épaisseur de l'horizon organo-minéral n'a pas pu être observée (impossibilité pratique de lire l'épaisseur de l'horizon)</p>
<a href="#">humidite_sol_0_a_50_cm</a>	<p>l'humidité du sol entre [0-50] cm</p> <p>Par ordre croissant d'humidité dans le sol, il peut être renseigné qu'il est « 1_sec », « 2_frais », « 3_humide », « 4_sature » ou « 5_noye »</p> <p>La mention « na » indique que l'humidité n'a pas pu être observée (absence de sondage pédologique) ou que l'information n'a pas été acquise (par ex. oubli)</p> <p>La mention « je ne sais pas » indique que l'humidité n'a pas pu être observée</p>
<a href="#">humidite_sol_50_120_cm</a>	<p>l'humidité du sol entre ]50-120] cm</p> <p>Par ordre croissant d'humidité dans le sol, il peut être renseigné qu'il est « 1_sec », « 2_frais », « 3_humide », « 4_sature » ou « 5_noye »</p> <p>La mention « na » indique que l'humidité n'a pas pu être observée (absence de sondage pédologique) ou que l'information n'a pas été acquise (par ex. oubli)</p> <p>La mention « je ne sais pas » indique que l'humidité n'a pas pu être observée</p>
<a href="#">veg_sp1_taxref14</a>	le nom d'une première espèce dominante d'après TAXREF ou indicatrice dans le rayon <a href="#">habitat_largeur_min_m</a> autour du point de relevé
<a href="#">veg_sp2_taxref14</a>	le nom d'une seconde espèce dominante d'après TAXREF ou indicatrice dans le rayon <a href="#">habitat_largeur_min_m</a> autour du point de relevé
<a href="#">veg_sp3_taxref14</a>	le nom d'une troisième espèce dominante d'après TAXREF ou indicatrice dans le rayon <a href="#">habitat_largeur_min_m</a> autour du point de relevé
<a href="#">veg_sp4_taxref14</a>	le nom d'une quatrième espèce dominante d'après TAXREF ou indicatrice dans le rayon <a href="#">habitat_largeur_min_m</a> autour du point de relevé
<a href="#">commentaire</a>	tout commentaire pertinent de l'observateur sur le relevé



Champs	Description
zh_reg_geppa	<p>présence de zone humide d'après le critère « sol » de la réglementation en vigueur</p> <p>0 : pas de zone humide détectée avec le critère « sol » seul</p> <p>1 : zone humide détectée avec le critère « sol » seul</p> <p>na : impossible de statuer d'après le relevé sur le sol (par ex. doute de l'observateur, pas de relevé sol réalisé)</p>
zh_reg_EUNIS	<p>présence de zone humide d'après le critère « habitat » de la réglementation en vigueur</p> <p>0 : pas de zone humide détectée avec le critère « habitat » seul</p> <p>1 : zone humide détectée avec le critère « habitat » seul</p> <p>na : impossible de statuer d'après le relevé sur l'habitat (par ex. doute de l'observateur, habitat non identifié)</p>
zh_reg_geppa_ou_EUNIS	<p>présence de zone humide d'après le critère « sol » ou le critère « habitat » de la réglementation en vigueur</p> <p>0 : pas de zone humide détectée avec le critère « sol » ou le critère « habitat » de la réglementation en vigueur</p> <p>1 : zone humide détectée avec le critère « sol » ou le critère « habitat » de la réglementation en vigueur</p> <p>na : impossible de statuer d'après le relevé sur le sol (par ex. doute de l'observateur, pas de relevé sol réalisé) ou l'habitat</p>
zh_avis_observateur_conclusion	<p><b>présence de zone humide d'après l'avis de l'observateur</b></p> <p><b>0 : pas de zone humide d'après tous les critères « habitat », « sol » ou tout autre critère pertinent d'après la réglementation en vigueur (par ex. pas de flore hygrophile, pas d'affleurement de la nappe)</b></p> <p><b>1 : zone humide d'après au moins un critère « habitat », « sol » ou tout autre critère pertinent d'après la réglementation en vigueur (par ex. flore hygrophile, affleurement de la nappe en Fluviosol)</b></p> <p><b>2 : vraisemblablement zone humide d'après la réglementation en vigueur, mais sans certitude. Une information complémentaire serait requise pour conclure avec assurance (par ex. constat d'affleurement de la nappe à moins de 50 cm du sol dans un Fluviosol)</b></p>
zh_commentaire_standardise	<p>commentaire sur la qualification comme ZH. Ce commentaire peut occasionnellement détailler les raisons pour lesquelles une zone humide est identifiée comme présente ou vraisemblablement présente, bien que les observations standardisées sur le sol ou l'habitat seules ne suffisent pas à l'identifier (par ex. communauté herbacée hygrophile, sans traits d'hydromorphie dans le sol et avec un habitat forestier qui n'est pas hygrophile). Ce commentaire n'est toutefois pas exhaustif pour restituer en détails les observations sur le terrain.</p>

Champs	Description
mh_avis_observateur	<p>présence de milieu humide d'après l'avis de l'observateur</p> <p><b>0</b> : pas de milieu humide d'après tous les critères « habitat », « sol » ou tout autre critère pertinent (par ex. pas de flore hygrophile, pas d'affleurement de la nappe)</p> <p><b>1</b> : milieu humide d'après au moins un critère « habitat », « sol » ou tout autre critère pertinent (par ex. flore hygrophile, affleurement de la nappe en Fluviosol)</p> <p><b>2</b> : vraisemblablement milieu humide d'après l'interprétation de la convention de Ramsar, mais sans certitude. Une information complémentaire serait requise pour conclure avec assurance</p>
protocole	<p>Information sur le protocole associé à la donnée</p> <p>protocole 2021 : pour identifier la limite des zones humides dans l'espace et les habitats présents</p> <p>protocole 2022 : pour identifier la présence de milieux et zones humides principalement sur les plateaux selon les matériaux parentaux et substrats géologiques</p>

Notez qu'en complément de ce tableur, un second tableur contient un commentaire/site, pour tous les sites parcourus par les agents de l'OFB et du MNHN à PatriNat. Les commentaires sont donc réalisés à l'échelle du site et non pas du relevé, c'est la raison pour laquelle un deuxième tableur est produit. Ces commentaires permettent de rendre compte d'observations sur le terrain, qui peuvent être pertinentes, pour comprendre l'application du protocole ou pour souligner des particularités écologiques propres à chaque site.

## 6. Commentaires sur les relevés à l'issue de la campagne de terrain

Des commentaires sont rapportés ci-après à l'issue de la campagne de terrain. Ils peuvent aider à identifier et comprendre les questionnements qui se sont posés durant celle-ci. Les commentaires sont réalisés d'après les champs du tableur de données (voir section précédente).

### 6.1. Identification du système hydrogéomorphologique

champs : [systeme\\_hydrogeomorphologique](#) et [systeme\\_hydrogeomorphologique\\_complementaire](#)

Les systèmes hydrogéomorphologiques ont été identifiés sur le terrain, principalement selon le(s) mode(s) d'alimentation en eau principal (principaux) présumé(s) de la zone humide et le relief. Les doutes les plus importants pour les systèmes hydrogéomorphologiques identifiés portent sur :

- les zones humides en têtes de bassins versants<sup>5</sup> avec des sources, des résurgences, des suintements... qui alimentent des cours d'eau. Quand des relevés sont réalisés dans ces secteurs, avec des transects répartis de l'amont vers l'aval, il est souvent peu évident de distinguer les relevés en système de « source et suintement » et ceux plutôt « alluvial ou estuarien », sauf dans la partie la plus amont directement associée à une source. Il a alors été préféré de mentionner :
  - « source et suintement » pour les relevés avec des sources, résurgences, suintements... évidents à proximité immédiate du relevé (l'évaluation de cette proximité pouvant être assez subjective),
  - « alluvial ou estuarien » pour les relevés le long d'un cours d'eau en aval d'une source, résurgence, suintement,
  - « source et suintement » et « alluvial ou estuarien » pour les relevés dans des secteurs avec des doutes sur la prépondérance de l'un ou de l'autre et où les deux modes d'alimentation en eau semblaient coexister,
- les zones humides de « source et suintement » sur des versants où à l'intérieur de talwegs où la manifestation d'un écoulement provenant des profondeurs vers la surface n'est pas manifeste, mais suspectée. Il a alors été préféré de mentionner « source et suintement » pour les relevés où cette relation avec les eaux souterraines pourrait exister ;
- les zones humides adjacentes à des plaines alluviales ou des fonds de talweg, qui peuvent résulter de la convergence des ruissellements de subsurface dans un contexte topographique favorable et à une altitude légèrement plus élevée que celle de la plaine alluviale elle-même (par ex. en forme d'entonnoir à proximité des secteurs alluviaux). Dans ce cas, le relevé est préférentiellement identifié comme appartenant au système hydrogéomorphologique « alluvial ou estuarien » ;
- les zones humides adjacentes à des plaines alluviales ou des fonds de talwegs, qui résulteraient de l'affleurement proche de la surface d'un matériau parental peu, très peu ou non perméable, et d'un sol assez superficiel, favorisant l'affleurement des ruissellements de subsurface à proximité de la surface. Ces zones humides forment souvent des cordons humides adjacents aux fonds alluviaux. Dans ce cas, le relevé est préférentiellement identifié comme appartenant au système hydrogéomorphologique « alluvial ou estuarien ».

---

<sup>5</sup> C'est-à-dire avec en aval immédiat de celles-ci, souvent des cours d'eau avec un ordre de Strahler très faible (0 ou 1 souvent).

## 6.2. Relevé des coordonnées

champs : [x\\_I93](#), [y\\_I93](#) et [precision\\_gps\\_m](#)

Sur tous les sites, les coordonnées géographiques ont été relevées avec un GPS. La précision maximale a été recherchée pour chaque relevé (par ex. attendre que la précision soit au plus haut). En général, la précision était plus importante dans les milieux ouverts que fermés. La précision de chaque relevé (par ex. 3 mètres), lue sur le GPS, a été indiquée pour chaque point relevé par les agents de l'OFB et du MNHN à PatriNat. Sans GPS de terrain très précis, il importe de noter que cette information sur la précision est une indication, mais pas une information très précise sur la précision du relevé.

Sur un ensemble de sites où le GPS et une tablette de terrain, équipée d'un GPS étaient tous les deux disponibles, les points ont été relevés avec les deux outils. Dans ce cas, le point avec la coordonnée la plus précise a été conservée. Si la précision était équivalente entre les deux outils, alors la coordonnée du GPS a été utilisée.

Pour quelques dizaines de relevés, les coordonnées des points n'ont pas été relevées avec un GPS. Les points ont été donc positionnés à partir d'une lecture sur BD ORTHO® car ils étaient inaccessibles, mais la présence ou l'absence de zone humide ne faisait alors pas l'objet de doutes significatifs.

Les coordonnées géographiques relevées sur le terrain en WGS84 degrés décimaux ont été converties au bureau en Lambert 93 encodage UTF8. Les coordonnées dans le tableur résultent donc de la conversion de données du GPS en WGS 84 le plus souvent.

## 6.3. Identification des habitats

champs : [habitat\\_eunis\\_code](#)

Concernant les habitats, les identifications sur la typologie EUNIS sont réalisées au moins au niveau 3, avec un guide d'identification des habitats en support (Gayet *et al.* 2018). Ces identifications sont souvent satisfaisantes pour statuer sur la présence d'un habitat caractéristique de zone humide au sens de la réglementation en vigueur ou non. En revanche, pour approfondir ces identifications, ou pour d'autres questions relatives à la préservation des zones humides, il est recommandé de mobiliser des spécialistes en botanique.

Les observateurs ont identifié les habitats au moins au niveau 3. L'identification a pu être plus précise (par ex. au niveau 4 d'EUNIS) lorsque :

- cela était facile d'identifier un poste typologique plus précis ;
- un habitat EUNIS niveau 3 n'était pas lui-même caractéristique de zone humide, mais un poste typologie plus précis à l'intérieur de celui-ci était bien caractéristique de zone humide et il a été observé au moment du relevé.

*Par ex. l'habitat E2.6 Prairies améliorées [...] n'est pas lui-même caractéristique de zone humide au niveau 3. Si l'habitat E2.6 est renseigné tel quel, l'habitat observé n'a pas été considéré comme caractéristique de zone humide par l'observateur. Mais l'observateur a dû indiquer un habitat plus précis s'il a observé un habitat qui était caractéristique de zone humide, comme E2.62 Prairies améliorées humides [...].*

Par ailleurs, il est apparu dans la pratique qu'il pouvait être complexe d'identifier un habitat sur le terrain ; en particulier quand celui-ci est identifiable dans la typologie EUNIS sur des gradients écologiques ou de perturbations anthropiques. Ces difficultés ont été rencontrées en particulier pour les caractères écologiques suivants :

- trophie : la distinction des habitats oligotrophes, avec ceux qui sont un peu plus riches d'un point de vue trophique a pu poser question sur certains relevés. Les distinctions les moins évidentes ont été celles

entre les habitats *E3.4 Prairies eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses* et *E3.5 Prairies oligotrophes humides ou mouilleuses* ou entre les habitats *G1.8 Boisements acidophiles dominés par Quercus* et *G1.A Boisements mésotrophes et eutrophes à Quercus, Carpinus, Fraxinus, Acer, Tilia, Ulmus et boisements associés*. Pour ces deux derniers habitats, étant donné que le premier a des affinités plus acidophiles que le second, l'identification du matériau parental dominant, les caractères indicateurs des espèces végétales et/ou le résultat d'un test avec un réactif pH sur le sol à 15 cm de profondeur a souvent pu être une indication qui a aidé à statuer sur le terrain ;

- engorgement : la distinction entre des habitats hygrophiles et plus mésophiles a pu poser question, comme entre *E2 Prairies mésiques* et *E3 Prairies humides et prairies humides saisonnières*. Cela fut en particulier problématique sur les prairies qui venaient d'être exploitées, par ex. fauchées ou pâturées. Souvent, quand ces problèmes se sont posés, l'identification des caractères indicateurs des espèces végétales et/ou le fait d'avoir en plus une donnée sur les traits d'hydromorphie observables sur le sol au moment du relevé a pu aider à conclure sur le terrain ;
- richesse des formations végétales : la distinction entre les formations avec une diversité spécifique forte et plus faible a pu poser question, comme par ex. entre *C3.1 Formations à héliophytes riches en espèces* et *C3.2 Roselières et formations de bordure à grands héliophytes autres que les roseaux*. S'appuyer sur la description de chaque habitat avec les espèces mentionnées dans chacune a pu aider à conclure sur l'appartenance à l'un de ces habitats ;
- pH : la distinction entre les habitats acidophiles et alcalins a pu poser question, notamment lorsqu'à l'intérieur d'un même site, il y avait des habitats avec des conditions écologiques très différentes ; comme entre des habitats appartenant à *D2 Tourbière de vallée, bas-marais acides et tourbières de transition* et *D4 Bas-marais riches en bases et tourbières des sources calcaires* ;
- niveau d'anthropisation : il fut parfois complexe de distinguer les habitats *E2.1 Pâturages permanents mésotrophes et prairies de postpâturage*, *E2.2 Prairies de fauche de basse et moyenne altitude*, *E2.3 Prairies de fauche montagnardes* et l'habitat *E2.6 Prairies améliorées, réensemencées et fortement fertilisées, y compris les terrains de sport et les pelouses ornementales* quand les prairies font l'objet de fertilisations assez importantes et/ou fréquentes. Cela fut également complexe de distinguer l'habitat *G1.C Plantations forestières très artificielles de feuillus caducifoliés* et d'autres habitats appartenant à *G1 Forêts de feuillus caducifoliés* quand des forêts plantées (G1.C) font l'objet d'une « déprise » sylvicole évidente et ancienne. Dans ces cas, l'identification a été réalisée sur l'habitat qui paraissait le plus vraisemblable pour l'observateur ;
- modalité de gestion des prairies mésiques : concernant les habitats appartenant à *E2 Prairies mésiques*, il a pu être parfois complexe de déterminer si le mode de gestion était la pâture, la fauche, la pâture et éventuellement la fauche ou l'abandon de gestion. En effet, la question du mode de gestion de ces habitats est déterminante pour identifier l'habitat EUNIS niveau 3. À partir d'indices sur le terrain (par ex. présence de clôture, d'abreuvoir, refus de pâture, structure du couvert végétal, abondance d'espèces basales, présence de ligneux ou de ronces *Rubus* sp.), les observateurs ont identifié l'habitat ;
- ...

Si des doutes flagrants subsistaient sur l'identification de l'habitat, l'observateur a pu renseigner « je ne sais pas » ou alors renseigner un habitat et inscrire les doutes éventuels dans le champ [commentaire](#). Notez que pour certains habitats appartenant au milieu *D Tourbières hautes et bas-marais*, il fut parfois complexe de déterminer au niveau 3 l'habitat en question. Là aussi, la réponse « je ne sais pas » a pu être donnée ; ceci ayant peu d'importance pour l'identification en zone humide, car dans ces cas-là, l'information sur le sol seule, permet quasiment toujours d'identifier formellement les relevés comme étant en zone humide.

## 6.4. Identification du rayon avec un habitat homogène autour du point de relevé

champs : [habitat\\_largeur\\_min\\_m](#)

Le rayon autour duquel l'habitat observé sur le point de relevé est homogène est déterminé en mètre en excluant les écotones et lisières, de telle sorte qu'un seul habitat homogène soit représenté dans ledit rayon. Dans la plupart des cas, l'estimation a plutôt été ramenée à une valeur inférieure à ce qui est perçu par l'observateur (par ex. s'il estime que la largeur est de 12 m, il a plutôt indiqué 10 m) pour s'assurer que l'emprise renseignée d'un habitat est homogène autour du point du relevé. Cette information a été indiquée pour chaque point relevé par les agents de l'OFB et du MNHN à PatriNat.

## 6.5. Profondeur des profils de sol

champs : [sol\\_profondeur\\_sondage\\_cm](#)

L'obtention de profils de sol profond (c'est-à-dire à une profondeur de 50, 80 ou 120 cm comme requis par le protocole) a pu être compromise par différentes raisons déjà mentionnées dans le protocole associé au projet. En plus, la présence de sols à la texture particulièrement sableuse, ou de sols particulièrement engorgés ou caillouteux ; ont pu compromettre la réalisation des profils de sol souhaités.

Il a parfois été difficile de réaliser des profils pédologiques à la profondeur souhaitée en remplissant la gouttière graduée sur les sols argileux avec un engorgement permanent. Dans ces cas, la lecture des traces d'hydromorphie sur les intervalles « vides » dans le profil pédologique est compromise. En général, il a été admis que les prélèvements de sol entre ces intervalles représentaient vraisemblablement fidèlement l'intervalle dit « vide ».

## 6.6. Identification et mesure de la profondeur des traits d'hydromorphie rédoxiques

champs : [traits\\_redox\\_profondeur\\_apparition\\_cm](#) et [traits\\_redox\\_epaisseur\\_cm](#)

Concernant les traits d'hydromorphie rédoxiques, des doutes ont pu apparaître sur le terrain pour les identifier et mesurer leur profondeur d'apparition. Ces principaux doutes résidaient sur les points suivants :

- identification sur les profils de sol avec des horizons organo-minéraux profonds et marqués (apparence brun foncé). Cela a pu compromettre l'identification de ces traits d'hydromorphie rédoxiques. Ce problème s'illustre bien pour des profils de sol sur lesquels la profondeur à laquelle les horizons organo-minéraux disparaissent (de manière assez nette) est la même que celle où apparaissent les traits d'hydromorphie rédoxiques. Dans ces cas, il a pu être conclu qu'il n'était pas possible de déterminer avec assurance la présence ou l'absence de MH ou ZH avec le critère « sol », selon la profondeur à laquelle apparaissait les traits d'hydromorphie ;
- évaluation de la proportion d'un horizon avec une représentation des traits rédoxiques 5 %. Cette évaluation est assez difficile quand la part des traits rédoxiques est très proche de 5 %. En général, utiliser un damier avec des classes de recouvrement ou alors évaluer si les traits d'hydromorphie sont suffisamment flagrants (il s'agit alors de savoir si on voit avec évidence les traits d'hydromorphie ou si on doit les chercher) a permis de conclure ;
- évaluation des concrétions ferro-manganiques (traits d'hydromorphie rédoxiques sous forme de nodules noirs) et confusions avec les charbons ou d'autres matériaux sombres. La distinction entre des traits d'hydromorphie et les éléments suscités n'a pas toujours été évidente. Il est possible sur le terrain de distinguer facilement les concrétions ferro-manganiques et par ex. les charbons en les écrasant entre les doigts : le charbon s'écrase facilement, peut avoir un aspect un peu fibreux visible et laisse un dépôt sur les doigts, son aspect est moins granuleux. On observe généralement un halo

ocre autour des concrétions ferro-manganiques. De plus, l'application d'eau oxygénée sur les concrétions ferro-manganiques produit une effervescence ;

- identification des traits d'hydromorphie rédoxiques proches de la surface qui se prolongent en profondeur, qui peuvent se confondre avec des traces résultant de l'activité racinaire dans les premiers cm du sol proches de la surface. Dans ce cas, il est possible de distinguer les deux par le fait que les traces résultant de l'activité racinaire ont souvent un aspect fibreux dans le sol ;
- évaluation des traits d'hydromorphie rédoxiques en conditions pluvieuses. Seules quelques journées de terrain ont été pluvieuses et globalement les conditions météo ont été très propices aux relevés durant les sessions sur le terrain, en particulier en 2021. Abriter le profil de sol avec un parapluie peut faciliter la lecture du relevé ;
- distinction des traits d'hydromorphie rédoxiques dans les sols à la couleur ocre, orange, rouge, avec des teintes ocre ou des traces rouge brique d'une autre nature. Il est alors complexe de discerner ces traits d'hydromorphie dans ces sols et ce qui est hérité du sol. Souvent, une observation patiente et minutieuse semble permettre de les distinguer mais des doutes demeurent dans certaines situations. Il semble qu'avec l'expérience, il devienne progressivement de plus en plus facile de conclure sur les situations les moins problématiques. De plus, il a été utile de se renseigner sur le contexte pédologique et géologique local, en amont du terrain ;
- distinction entre les traits d'hydromorphie rédoxiques actifs et fossiles. C'est certainement un point qui a été le plus difficile à appréhender sur le terrain. Dans la pratique les traces ont des limites diffuses quand l'hydromorphie est active et les traces sont avec des limites très nettes quand l'hydromorphie est « fossile ». Des traits d'hydromorphie rédoxiques fossiles n'ont pas été identifiés durant les sessions de terrain et de tels traits sont très rares en réalité et se trouvent essentiellement dans des zones drainées artificiellement ;
- distinction des traits d'hydromorphie rédoxiques dans des sols sableux. L'identification de ces traits après un prélèvement à la tarière peut être complexe (malaxage des traces dans le sol durant le relevé et plus faible abondance de fer dans la majorité des sols sableux). Souvent, ouvrir délicatement le profil en écartant les bords de la gouttière graduée à l'intérieur duquel il est stocké permet d'identifier efficacement ces traits d'hydromorphie ;
- distinction des traits d'hydromorphie rédoxiques dans des sols très engorgés et très argileux pas facilement lisibles. Il est alors difficile de casser les mottes en deux dans un horizon argileux engorgé. Le fait d'araser les bords de l'échantillon alors qu'il est encore dans la tarière puis d'ouvrir les mottes en deux avec la truelle a aidé à mieux distinguer les traits d'hydromorphie rédoxiques ;
- observation de traits d'hydromorphie rédoxiques dans les Fluviosols, Podzosols et Colluviosols. Souvent ces sols ne sont pas propices à l'observation de traits d'hydromorphie, quand bien même ils seraient engorgés de manière prolongée. Concernant les Fluviosols et les Podzosols, la réglementation peut requérir l'emploi de piézomètre pour évaluer si l'engorgement est suffisant au moins une partie de l'année pour conclure sur le fait que ce soit ou non une zone humide. Les Colluviosols-Rédoxisols sont des sols pro-parte dans la réglementation en vigueur, car ils ne sont pas tous hydromorphes à moins d'une certaine profondeur. Dans le cadre de ce projet, les relevés réalisés ont cherché à éviter ces sols, en raison de la difficulté de conclure avec une session de terrain aussi rapide sur chaque site avec le seul critère « sol ». Quand des relevés ont été réalisés sur ces sols, leur caractère de zone humide a pu être apprécié étant donné l'état d'humidité du sol, la texture du sol et le contraste avec des relevés sur des sols en bas de versant adjacents à ceux-ci (par ex. forte différence sur l'humidité, profondeur de sol très différente). Souvent, sans signe d'hydromorphie mais avec une humidité importante du sol, des doutes ont tout de même pu persister, et aucune conclusion finale n'a été fournie sur le fait que ce soit ou non un relevé en zone humide, d'autant plus qu'un sol humide n'est pas nécessairement hydromorphe ou en zone humide ;
- distinction difficile dans les Rédoxisols Calcosols dans lesquels les carbonates masquent ou atténuent les traces d'oxydoréduction en raison d'une moindre disponibilité du fer ;
- ...

À noter, que quand deux traits d'hydromorphie rédoxiques disjoints sont observés (par ex. entre [15-60] cm puis entre [80-120] cm de profondeur), l'épaisseur a été considérée comme rédoxique sur la totalité (c'est-à-dire entre [15-120] cm de profondeur dans l'exemple qui précède) et un commentaire a été ajouté. Cette situation s'est toutefois rarement produite. Ce commentaire vaut également pour les traits d'hydromorphie réductiques et histiques. À ce sujet, pour associer les relevés à une classe GEPPA, rappelons que le diagramme du GEPPA est théorique et ne s'applique pas à tous les cas rencontrés sur le terrain.

## 6.7. Identification et mesure de la profondeur des traits d'hydromorphie réductiques

champs : [traits\\_reduc\\_profondeur\\_apparition\\_cm](#) et [traits\\_reduc\\_epaisseur\\_cm](#)

Concernant les traits d'hydromorphie réductiques, des doutes ont pu apparaître sur le terrain pour les identifier et mesurer leur profondeur d'apparition. Ces principaux doutes résidaient sur les points suivants :

- la distinction de couleurs bleuâtres ou verdâtres caractéristiques d'horizons réductiques. Certains sols avaient des horizons avec des couleurs naturellement bleutées, ardoisées scintillantes, très sombres... peu propices à l'observation de ces traits d'hydromorphie. Dans de tels cas, quand le sol était engorgé ou parfois saturé et/ou quand des traits de coloration verdâtre ou bleuâtre apparaissaient, la réduction du fer était suspectée et alors l'utilisation de l'orthophéнантроline a permis d'identifier les horizons réductiques. À noter que dans les relevés de PatriNat OFB – MNHN, un problème de dilution du réactif a été détectée durant les sessions de terrain. Les relevés concernés ont été réexaminés et qualifiés. Notez enfin, que l'orthophéнантроline peut comporter des limites, par ex. elle peut ne pas indiquer de fer réduit sur des horizons réductiques peu après des pluies importantes, sans ressuyage significatif qui a précédé le relevé ;
- la distinction d'horizons réductiques sur des sols pauvres en fer et donc peu propices à la présence de fer réduit (par ex. contextes calcaires, tufs). En général, l'habitat sur ce sol est souvent caractéristique de zone humide étant donné l'engorgement du sol. Il n'était donc souvent pas problématique d'identifier une zone humide par des critères liés à l'habitat ;
- il s'est parfois avéré complexe de distinguer la représentation en pourcentage des traits rédoxiques ou réductiques sur des sols très argileux et noyés. En effet, il est alors difficile de casser une motte du profil pour estimer leur représentation respective et déterminer avec assurance si des traits rédoxiques ou réductiques sont observés. Dans ce cas, il a été préférable de couper une carotte de façon nette au couteau ou à la truelle. Un point de vigilance est donc émis quant au fait que l'observation à la tarière peut biaiser légèrement l'identification des profondeurs d'apparition, surtout si elles apparaissent proche des valeurs de profondeur seuils pour identifier une zone humide par ex. ;
- ...

## 6.8. Identification et mesure de la profondeur des traits d'hydromorphie histiques

champs : [traits\\_hist\\_profondeur\\_apparition\\_cm](#) et [traits\\_hist\\_epaisseur\\_cm](#)

Concernant les traits d'hydromorphie histiques, des doutes ont pu apparaître sur le terrain pour les identifier et mesurer leur profondeur d'apparition. Le principal doute résidait sur la distinction d'un horizon véritablement histique (c'est à dire composé quasiment exclusivement de matière organique) avec un horizon organo-minéral, voire s'il correspond à un horizon histique dont la matière organique serait dégradée (par ex. horizon saprique ou KTH - voir la fiche sur le KTH sur le site internet du pôle-relais tourbières<sup>6</sup>). Enfin, des horizons histiques sont parfois apparus sous des horizons rédoxiques. Cette observation vaut aussi pour des séquences sur un profil de sol avec des horizons rédoxiques qui pouvaient être en-dessous d'horizons réductiques.

---

<sup>6</sup> <https://www.pole-tourbieres.org/documentation/les-fiches-retours-d-experiences/article/les-fiches-outils-pour-la-gestion>



Cela peut être lié à la composition ou à la structure des horizons et/ou à la circulation de la nappe ou des nappes d'eau dans le sol.

## 6.9. Identification de la classe d'hydromorphie GEPPA

champs : [geppa](#)

Dans une certaine mesure, les classes d'hydromorphie GEPPA (Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée, 1981) peuvent être l'objet d'interprétation assez diverses. Nous précisons ici comment les classes GEPPA ont été attribuées aux relevés pour plus de clarté.

Bien que les conditions météorologiques aient été particulièrement propices en 2021 à une longue session de terrain (année très pluvieuse) en comparaison de 2022 (année avec une sécheresse précoce et intense), il fut parfois difficile, dans la pratique, de réaliser des sondages de sol, pour obtenir des profils allant jusqu'à 120 cm de profondeur, alors que cela pouvait être requis par le protocole. Ce fut en particulier problématique sur des sols caillouteux, avec un matériau parental rocheux proche de la surface, ou encore sur des sols argileux particulièrement compacts.

Sur les sols, où des traits d'hydromorphie rédoxiques ont été observés après 25 cm de profondeur et se prolongeaient plus en profondeur sur le profil, et sur lesquels la compacité du sol a compromis la réalisation d'un sondage jusqu'à 120 cm de profondeur (pour éventuellement observer des traits d'hydromorphie réductiques et identifier une classe IVd qui est ZH d'après la réglementation en vigueur), la classe IVb / IVc / IVd a été renseignée. Notez que souvent, bien qu'il ait été compliqué en termes pratiques de parvenir jusqu'à 120 cm de profondeur sur ces sols assez compacts, un effort par site a le plus souvent été réalisé pour pousser au moins un sondage jusqu'à 120 cm de profondeur, afin de vérifier sur au moins un profil qu'il n'y avait pas de traits d'hydromorphie réductiques entre 80 et 120 cm de profondeur. Notez enfin, que quand la compacité du sol est le motif pour lequel un profil n'est pas relevé jusqu'à 120 cm de profondeur alors que le protocole le requérait, la présence d'horizons réductiques en profondeur est souvent improbable (souvent les horizons réductiques sont moins compacts que les horizons sus-jacents).

La classe H a été attribuée à tous les relevés avec des horizons histiques dont la profondeur d'apparition était comprise entre [0-50] cm et sans autres traits d'hydromorphie plus proches de la surface.

Avec les difficultés pour parfois trancher sur la profondeur d'apparition de traits d'hydromorphie dont l'abondance est 5 %, l'octroi des classes d'hydromorphie GEPPA a été adapté par rapport à la réglementation en vigueur. La réglementation requiert que les traits d'hydromorphie rédoxiques apparaissent avant 25 cm ou 50 cm, pour attribuer respectivement une classe GEPPA appartenant éventuellement aux classes IVd ou V qui sont caractéristiques de zones humides. Dans notre cas, nous avons considéré que ces traits d'hydromorphie devaient plutôt apparaître avant 26 cm et 51 cm respectivement.

## 6.10. Mesure de l'épaisseur des horizons organo-minéraux

champs : [epaisseur\\_horizon\\_organomineral\\_cm](#)

Le protocole requérait de renseigner l'épaisseur des horizons organo-minéraux dans chaque profil pédologique, ou de renseigner « je ne sais pas » en cas de doute. Sur le terrain, il fut en particulier difficile de mesurer cette épaisseur sur les sols sombres, peu contrastés. Dans le doute, la réponse « je ne sais pas » a donc préférentiellement été renseignée. Cela ne s'avère pas problématique pour l'exploitation des relevés, car il s'agissait surtout de relever cette information pour identifier les contextes où l'observation de traits d'hydromorphie pouvait être compromise par des horizons organo-minéraux particulièrement sombres.

Il fut parfois complexe de ne pas confondre des traits d'hydromorphie histiques dégradés secs (mésiques ou sapriques) avec des horizons organo-minéraux.

### 6.11. Évaluation de l'état d'humidité au moment de l'observation

champs : [humidite\\_sol\\_0\\_a\\_50\\_cm](#) et [humidite\\_sol\\_50\\_120\\_cm](#)

Il fut parfois difficile de qualifier l'humidité sur les sols qui étaient dans des situations d'entre deux (par ex. un sol sur lequel il était parfois difficile de trancher sur le fait qu'il soit « humide » ou « saturé » entre [0-50] cm de profondeur, ou un sol entre ]50-120] cm qui était saturé entre ]50-80] cm de profondeur et noyé entre ]80-120] cm de profondeur).

Souvent, quand la nappe était visible dans l'orifice du sondage, sa présence, voire sa profondeur approximative, a été notée dans le commentaire qui accompagne l'évaluation.

Notez qu'en 2021, les conditions météorologiques ont été exceptionnellement favorables à une session de terrain très étendue du mois d'avril jusqu'au moins de septembre. Très peu de sols en zone humide, véritablement secs, ont été rencontrés. Cependant, beaucoup de sols peuvent être caractéristiques de zone humide tout en étant sec durant l'été. En 2022, la sécheresse précoce, intense et prolongée sur le territoire national a compromis la réalisation de relevés sur le terrain durant toute l'année.

### 6.12. Identification des espèces végétales

champs : [veg\\_sp1\\_taxref14](#), [veg\\_sp2\\_taxref14](#), [veg\\_sp3\\_taxref14](#), [veg\\_sp4\\_taxref14](#)

Avec le protocole, il était demandé d'indiquer les espèces dominantes, cette information étant facultative. Dans la pratique, on a constaté une dérive qui a parfois consisté à identifier des espèces perçues comme indicatrices des conditions d'humidité du sol, plutôt que les espèces dominantes au sens strict.

Sur les pâtures et les prairies de fauche (déjà exploitées au moment du relevé), dans les forêts récemment exploitées, il fut parfois complexe, voire impossible, d'identifier des espèces dominantes avec assurance.

### 6.13. Commentaire

champs : [commentaire](#)

L'observateur a formulé tout commentaire qui lui paraissait pertinent au moment du relevé, pour expliquer des informations saisies dans les autres champs, ou alors pour ajouter des informations qui ne pouvaient pas être renseignées dans les champs mais qui permettaient de comprendre le fonctionnement écologique du site ou la façon dont les relevés ont été réalisés.

### 6.14. Présence ou absence de zone humide

champs : [zh\\_reg\\_geppa](#), [zh\\_reg\\_EUNIS](#), [zh\\_avis\\_observateur](#)

Le relevé est qualifié comme zone humide d'après la réglementation en vigueur selon les critères « sol » [zh\\_reg\\_geppa](#) ou « habitat » [zh\\_reg\\_EUNIS](#).

Concernant la qualification comme zone humide d'après le critère sol dans le champ [zh\\_reg\\_geppa](#), notez que la classe « IVb / IVc / IVd » notée dans le champ [geppa](#) n'a pas été considérée comme zone humide ; les classes IVb et IVc n'étant pas zone humide d'après la réglementation en vigueur, mais la classe IVd l'étant bien (voir commentaire dans la section [geppa](#)).

Au final, l'observateur a qualifié le relevé en tenant compte de ces deux critères ou d'autres critères non appréhendables par le sol ou l'habitat. Ces critères complémentaires pouvant notamment porter sur les éléments suivants :

- la composition floristique comme prévu dans la réglementation en vigueur pour les ZH avec le critère floristique (par ex. cas d'un relevé avec un habitat non zone humide, un sol non zone humide ; mais avec une composition floristique qui est bien caractéristique de zone humide d'après la réglementation en vigueur ; comme cela peut être parfois observé en forêt par ex. avec une sous-strate méso-hygrophile) ;
- les doutes éventuels sur la lecture des traits d'hydromorphie ;
- l'humidité du sol en particulier à proximité de la surface ;
- la suspicion d'aménagements qui auraient compromis l'observation de critères permettant l'identification d'une zone humide (par ex. drainage, labour du sol) ou aurait favorisé leur observation de manière non « spontanée » (par ex. zone de piétinement du bétail). Notez que les relevés incluant de vraisemblables remblais ont été supprimés du jeu de données ;
- la suspicion de la présence de Fluviosols, de Colluviosols et Podzosols ; souvent moins propices à l'observation de traits d'hydromorphie alors qu'ils peuvent bien être en zone humide ;
- la présence de la nappe dans l'orifice du sondage ;
- les doutes sur l'identification de l'habitat ;
- ...

Il convient d'être vigilant quant au résultat de l'identification d'un relevé réalisé à un temps t comme étant caractéristique de zone humide ou pas. Exceptionnellement, sur un relevé donné, il est possible qu'aucun signe d'hydromorphie n'ait été observé sur le sol, qu'aucune manifestation d'un engorgement ne soit observée et que le relevé ne soit ni en Fluviosol ni en Podzosol, que l'habitat et la flore ne soient pas caractéristiques de zone humide, mais que le site puisse présenter à un autre moment des critères caractéristiques de zone humide (par ex. une flore méso-hygrophile voire hygrophile peut parfois apparaître à la suite d'une levée des pressions anthropiques qui avaient limité son développement au moment du relevé). Il est également possible qu'un site ne présente plus avec évidence des critères caractéristiques de zone humide, mais qu'il les ait eus par le passé (par ex. cas d'un secteur alluvial avec une incision très importante du cours d'eau qui compromet désormais l'observation de zone humide). Ce même commentaire vaut également pour l'identification d'un milieu humide à un temps t.

**Au final, l'information saisie dans le champ [zh\\_avis\\_observateur](#) est la principale information qui permet de qualifier un relevé comme étant en zone humide. C'est la conclusion sur la présence de ZH d'après le champ [zh\\_reg\\_geppa](#), le champ [zh\\_reg\\_EUNIS](#) et des critères complémentaires tels que prévus dans la réglementation en vigueur.**

## 6.15. Commentaire sur la qualification comme zone humide

champs : [zh\\_commentaire](#)

Ce champ permet de documenter les raisons pour lesquelles il peut y avoir un écart entre la qualification comme zone humide d'après le sol [zh\\_reg\\_geppa](#) ou l'habitat [zh\\_reg\\_EUNIS](#) et celle finalement réalisée par l'observateur [zh\\_avis\\_observateur](#).

## 6.16. Présence ou absence de milieu humide

champs : [mh\\_avis\\_observateur](#)

Le relevé est qualifié comme milieu humide d'après une interprétation de la définition littérale de Ramsar (voir encadré 1), à dire d'expert.

## 6.17. Besoins opérationnels identifiés sur le terrain

À l'issue de cette collecte de données, plusieurs besoins opérationnels apparaissent (par ex. méthode, outils). Ils sont listés ci-après :

- fournir des critères robustes pour :
  - identifier les Podzosols, Fluviosols ou Colluviosols, par l'identification de successions d'horizons typiques notamment,
  - distinguer les traits d'hydromorphie rédoxiques actifs et fossiles, à partir des caractéristiques du contour des taches par exemple,
  - distinguer les horizons organo-minéraux, para-tourbeux et histiques, à partir de la charte de couleurs Munsell® par exemple,
- approfondir des critères dans EUNIS dans une perspective de version 2 du guide de Gayet *et al.* (2018). Cela concerne en particulier les critères pour distinguer les habitats D entre eux, ou les critères 1, Evi, e12, e14, e19, f4, g9 du guide précité ;
- fournir un damier pour appréhender l'abondance relative des traits d'hydromorphie dans le sol, fidèle à la réalité (par ex. avec des tâches couleur rouille sur fond ocre, plutôt que noir sur fond blanc) ;
- développer des systèmes hydrogéomorphologiques complémentaires ou améliorer leur description pour tenir compte des zones humides de fonds de vallée (par ex. zone humide en bas de pente, c'est-à-dire en bas d'un versant, au contact d'un espace alluvial mais sans être alluvial) qui ne sont pas décrites en tant que telles dans les classes existantes ;
- ...

Il apparaît également nécessaire d'accompagner l'interprétation des modalités d'humidité et de fonctionnement hydrologique des zones humides au sens large d'après les informations relevées sur le terrain, pour aider les acteurs techniques à supposer un fonctionnement à partir de leurs observations.

## 7. Exploration de la structure et de la composition des relevés

L'analyse succincte qui suit permet au lecteur et à l'utilisateur du résultat de la cartographie de prélocalisation des MH et des ZH de comprendre la structure et la composition du jeu de données de validation collectées sur le terrain.

### 7.1. Implication des services territoriaux de l'OFB, de l'OFB et du MNHN à PatriNat et de l'Institut Agro Rennes-Angers

Les relevés ont été réalisés par deux agents recrutés pendant 6 mois au MNHN à PatriNat, un agent étant plus spécialisé sur les sujets « flore » et « habitat » (FB) et le second agent étant plus spécialisé sur les sujets en rapport avec le « sol » (JMGR). Les relevés ont également été réalisés et encadrés par un agent de l'OFB à PatriNat spécialisé sur les milieux humides (GG). Les relevés ont aussi été réalisés par deux agents recrutés pendant 3 mois à l'Institut Agro Rennes-Angers (les mêmes agents que ceux recrutés à PatriNat au MNHN, mentionnés ci-avant). Les relevés ont également été réalisés et encadrés par un agent de l'Institut Agro Rennes-Angers spécialisé sur les sols des zones humides (BL).

Les relevés ont été réalisés par des agents dans les services départementaux et régionaux de l'OFB dans le cadre de la programmation des actions de connaissances en 2021 et en 2022. Les agents qui ont réalisé les relevés sont formés à l'identification et de la délimitation des zones humides d'un point de vue réglementaire. Tous les services territoriaux invités à participer au projet ont participé, à l'exception de l'OFB en Centre Val-de-Loire (Figure ci-après).

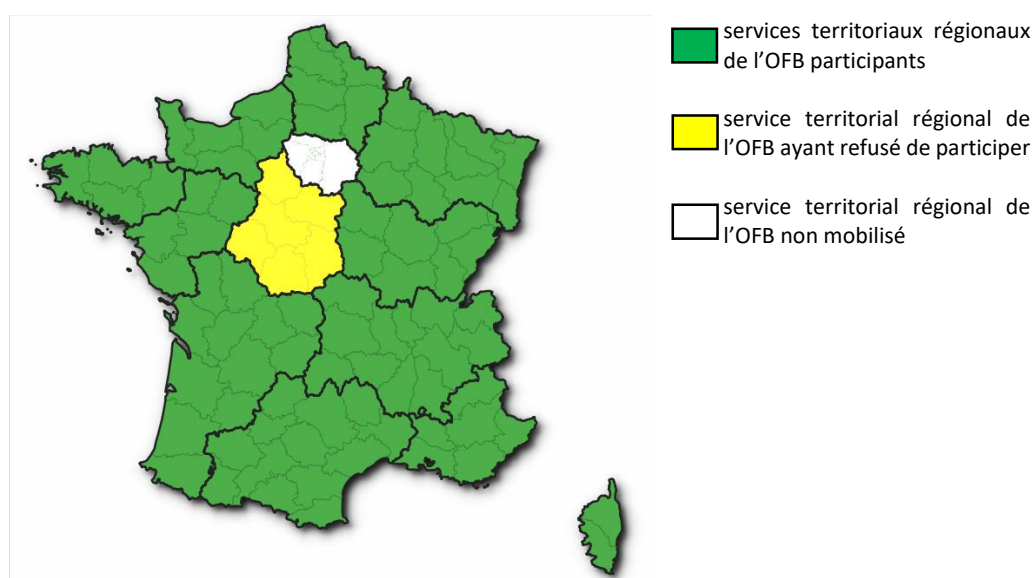


Figure 4. Participation des services territoriaux de l'Office français de la biodiversité à la collecte de données en 2021 et 2022 pour le projet de cartographie nationale des milieux humides.

La répartition des relevés entre les services qui ont contribué aux relevés sur le terrain est indiquée sur la Figure ci-après.

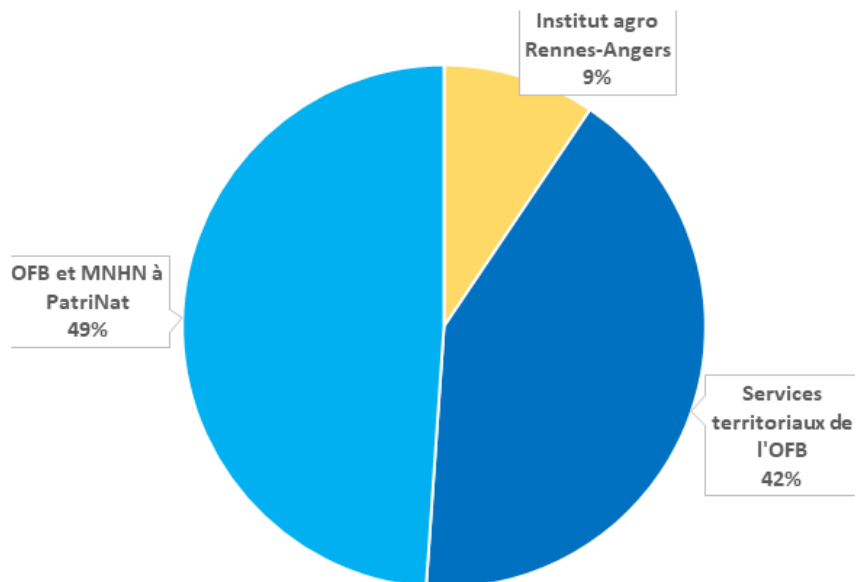


Figure 5. Nombre de relevés par grands services ayant contribué aux relevés terrain du projet de cartographie nationale des milieux humides.

## 7.2. Nombre et répartition spatiale des sites et des relevés

Au total, 4 263 relevés ont été réalisés sur 756 sites (Figure ci-après). Le protocole de 2021 (de part et d'autre de la limite des zones humides) a été appliqué sur 530 sites. Le protocole de 2022 (sur des matériaux parentaux vraisemblablement plus ou moins propices à l'engorgement) a été appliqué sur 228 sites.

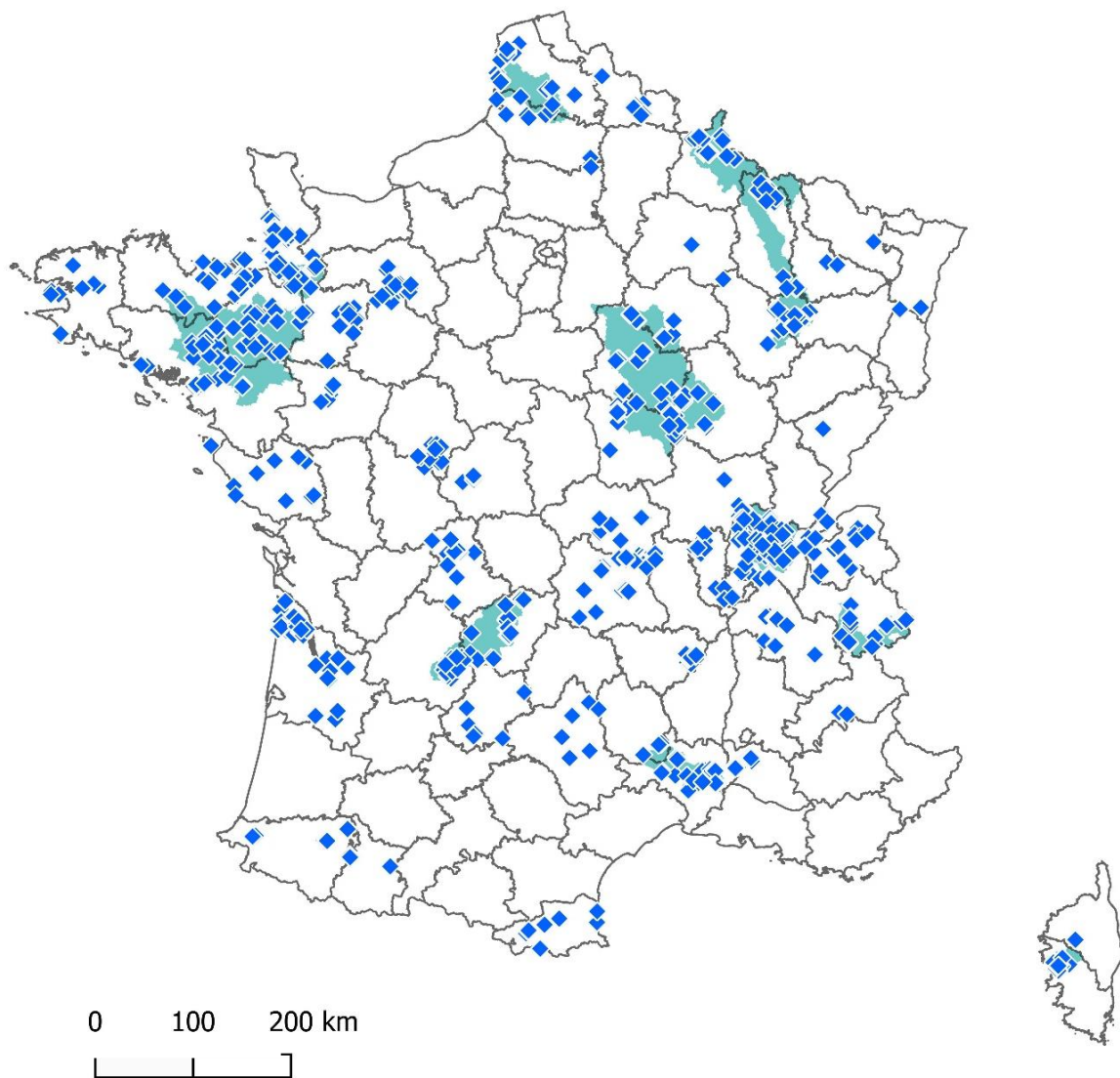


Figure 6. Répartition nationale des relevés (points bleu) sur les départements (polygones avec un contour noir) et dans les bassins versants tests<sup>7</sup> (polygones turquoise) du projet de cartographie nationale des milieux humides.

À l'échelle des 4 régions biogéographiques, 1 854 relevés appartiennent à la région Atlantique, 1 822 à la région Continentale, 318 relevés à la région Alpine et 269 relevés à la région Méditerranéenne.

Les relevés sont globalement assez bien répartis par hydro-écorégion de niveau 1 (Wasson *et al.* 2004) étant donné l'emprise de chacune en métropole, même si la répartition des relevés n'est pas parfaitement conforme à celles-ci et présente des déséquilibres. Notez par ex. la surreprésentation relative de l'hydro-écorégion « armoricaine » et la sous-représentation relative de l'hydro-écorégion « tables calcaires ». Dans l'ensemble la proportion de relevés est très équilibrée selon le type de relief, le matériau parental et le climat associé à chaque hydro-écorégion (Tableaux ci-après).

<sup>7</sup> En plus de 10 bassins versants tests, figure le bassin versant de l'Ain, de la Reyssouze et de la Veyle... sur lesquels des relevés ont également été réalisés de manière privilégiée (voir section II).

Tableau 2. Proportion de relevés par hydroécocorégion de niveau 1.

Hydroécocorégion de niveau 1	Relief	Matériau parental	Climat	Proportion de la métropole occupée par l'hydroécocorégion (%)	Proportion de relevés par hydroécocorégion de niveau 1 (%)
Pyrénées	Hautes montagnes	Granite/roches métamorphiques	Montagnard humide	2,5	0,6
Alpes internes	Hautes montagnes	Granite/roches métamorphiques	Montagnard humide, froid	2,5	5,3
Massif central sud	Montagnes	Granite/roches métamorphiques	Montagnard humide	6,8	9,1
Vosges	Montagnes	Granite/roches métamorphiques	Montagnard humide	1,4	0,1
Jura-Préalpes du nord	Montagnes	Calcaire/roches sédimentaires	Montagnard humide	4,5	8
Méditerranéen	Relief peu marqué	Hétérogène	Méditerranéen	6	3,4
Préalpes du sud	Montagnes	Calcaire/roches sédimentaires	Sud-Méditerranéen	2,2	0,5
Cévennes	Montagnes	Granite/roches métamorphiques	Méditerranéen	1,5	0,4
Tables calcaires	Plaines	Calcaire/roches sédimentaires	Océanique tempéré	25,8	10,1
Cotes calcaires est	Relief peu marqué	Calcaire/roches sédimentaires	Océanique tempéré	8,4	9,9
Causses aquitains	Relief peu marqué	Calcaire/roches sédimentaires	Océanique méridional	2	3,5
Armoricain	Plaines	Granite/roches métamorphiques	Océanique tempéré	11,2	24,5
Landes	Plaines	Détritique	Océanique méridional	2,4	2,2
Coteaux aquitains	Relief peu marqué	Détritique	Océanique méridional	8,1	4,4
Plaine Saône	Plaines	Détritique	Océanique méridional	1,8	7,1
Corse	Montagnes	Granite/roches métamorphiques	Méditerranéen	1,6	1,8
Dépressions sédimentaires	Plaines	Détritique	Océanique méridional	1,4	1
Alsace	Plaines	Détritique	Océanique continental	1,1	0,1
Grands causses	Montagnes	Calcaire/roches sédimentaires	Sud-méditerranéen	0,8	0
Dépôts argilo sableux	Plaines	Détritique	Océanique tempéré	2,3	0,8
Massif central nord	Montagnes	Granite/roches métamorphiques	Océanique tempéré	5,6	5,8
Ardennes	Relief peu marqué	Calcaire/roches sédimentaires	Océanique tempéré	0,3	1,1



Tableau 3. Proportion de relevés par type de relief associé aux hydro-écorégions de niveau 1.

Relief	Proportion de la métropole occupée par l'hydroécorégion (%)	Proportion de relevés par hydroécorégion de niveau 1 (%)
Hautes montagnes	5	5,9
Montagnes	24,4	25,8
Plaines	45,9	45,8
Relief peu marqué	24,7	22,4

Tableau 4. Proportion de relevés par type de matériau parental associé aux hydro-écorégions de niveau 1.

Matériau parental	Proportion de la métropole occupée par l'hydroécorégion (%)	Proportion de relevés par hydroécorégion de niveau 1 (%)
Calcaire/roches sédimentaires	44	33,3
Détritique	17	15,7
Granite/roches métamorphiques	33	47,6
Hétérogène	6	3,4

Tableau 5. Proportion de relevés par type de climat associé aux hydro-écorégions de niveau 1.

Climat	Proportion de la métropole occupée par l'hydroécorégion (%)	Proportion de relevés par hydroécorégion de niveau 1 (%)
Méditerranéen	9,1	5,7
Montagnard humide	15,2	17,8
Montagnard humide, froid	2,5	5,3
Océanique continental	1,1	0,1
Océanique méridional	15,6	18,2
Océanique tempéré	53,6	52,3
Sud-Méditerranéen	3	0,6

### 7.3. Répartition des relevés par système hydrogéomorphologique

Les relevés ont principalement été réalisés, par ordre décroissant de fréquence, sur des sites de plateau, alluviaux ou estuariens, puis en source et suintement (Figure ci-après). Les relevés sont moins fréquents sur les zones humides de dépression ou panne dunaire, souvent plus rares, sauf sur les côtes marines ou dans des secteurs continentaux particuliers (par ex. « lagunes » des Landes) et dans les systèmes riverains de plan d'eau qui peuvent également être plus rares à l'échelle nationale mais concentrés sur certains secteurs géographiques où l'effort de prospection n'a pas été le plus important dans le cadre de ce projet. À notre connaissance, il n'existe pas de données nationales permettant d'évaluer la représentativité de ces relevés compte tenu de la proportion relative des systèmes hydrogéomorphologiques sur le territoire métropolitain.

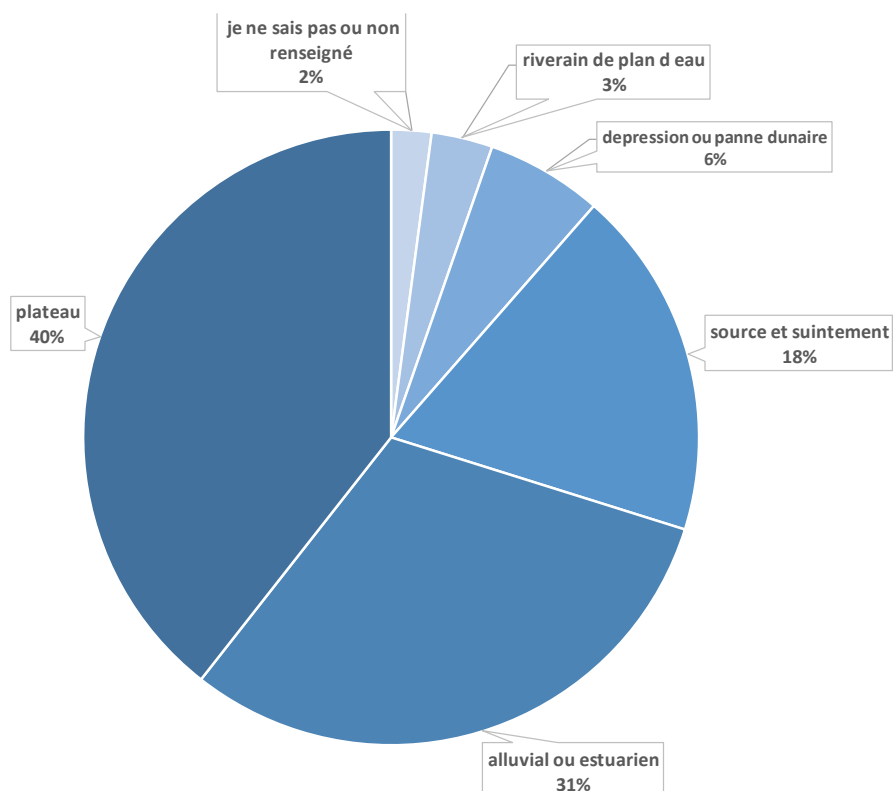


Figure 7. Nombre de relevés par système hydrogéomorphologique. Notez qu'un relevé peut appartenir à plusieurs systèmes hydrogéomorphologiques à la fois (par ex. un relevé peut être alluvial ou estuarien et source et suintement). Ici, seul le premier système hydrogéomorphologique renseigné par l'observateur est pris en compte.

Concernant les données collectées d'après le protocole de 2021, le nombre moyen de relevés par transect était plus important dans les zones humides de plateau, puis dans une moindre mesure dans les zones humides alluviales ou estuariennes, de dépression ou panne dunaire et de source et suintement. Cela souligne l'effort plus important fourni dans les systèmes hydrogéomorphologiques de plateau pour parvenir à identifier à la fois un relevé en zone humide et un relevé hors zone humide dans un même transect et donc des difficultés plus importantes lors de la recherche d'une limite spatiale (Tableau ci-après). Cette même analyse n'est pas réalisée avec les données collectées d'après le protocole de 2022 en raison d'un moindre intérêt (il ne s'agissait pas de réaliser des relevés de part et d'autre de la limite d'une zone humide, mais plutôt de réaliser un nombre de relevé assez standard quel que soit le contexte – voir section II pour plus d'informations sur le protocole).

Tableau 6. Nombre de relevés par transect et par système hydrogéomorphologique avec les données collectées d'après le protocole de 2021. Seuls les transects avec au moins 2 relevés sont pris en compte ici. Seul le premier champ concernant le système hydrogéomorphologique du tableur a été pris en compte. Le deuxième champ concernant le système hydrogéomorphologique (renseigné si par ex. un relevé est dans deux systèmes à la fois) n'est pas inclus dans l'analyse.

Système hydrogéomorphologique	Nombre de transects	Nombre de relevés moyen par transect	Erreur-standard
plateau	263	2,41	0,05
alluvial ou estuarien	510	2,29	0,05
dépression ou panne dunaire	108	2,17	0,05
source et suintement	335	2,11	0,02
riverain de plan d'eau	63	2,08	0,03

En examinant les données, le lecteur notera que les efforts de prospection ne sont parfois pas homogènes sur tous les sites. Par exemple, parfois 2 transects ont été réalisés alors que le protocole en requiert 3, un seul relevé a parfois été réalisé pour un transect alors que le protocole requiert au moins deux relevés. Différentes raisons peuvent expliquer l'adaptation du protocole à des contraintes rencontrées sur le terrain : impossibilité de réaliser trois transects espacés d'au moins 100 m sur une petite zone humide, problème d'accessibilité dû à des clôtures, bétail en pâture, traitement avec des produits phytosanitaires au moment du relevé sur le site ou dans son environnement immédiat, chasse en cours, obstacles comme des cours d'eau, fossés difficilement franchissables...

#### 7.4. Précision des coordonnées géographiques des relevés

Sur les relevés où la précision des coordonnées géographiques a été renseignée (n=2 977), la précision moyenne des points GPS est de 3,9 m (Err. St. = 0,03). Il convient de rester vigilant sur cette information (voir section VI).

#### 7.5. Répartition des relevés par habitat

La plupart des relevés ont été réalisés dans les prairies mésiques (E2), les boisements acidophiles de *Quercus* (G1.8) et eutrophes à mésotrophes de *Quercus*, *Carpinus*, *Fraxinus*... (G1.A), les prairies fortement anthropisées (E2.6), des prairies hygrophiles (E3.4) et les cultures intensives (I1.1). À noter la présence de 186 relevés où les habitats n'ont pas été identifiés (« je ne sais pas ») soulignant les précautions prises par les observateurs dans l'identification des habitats en cas de doute significatif (Figure ci-après).

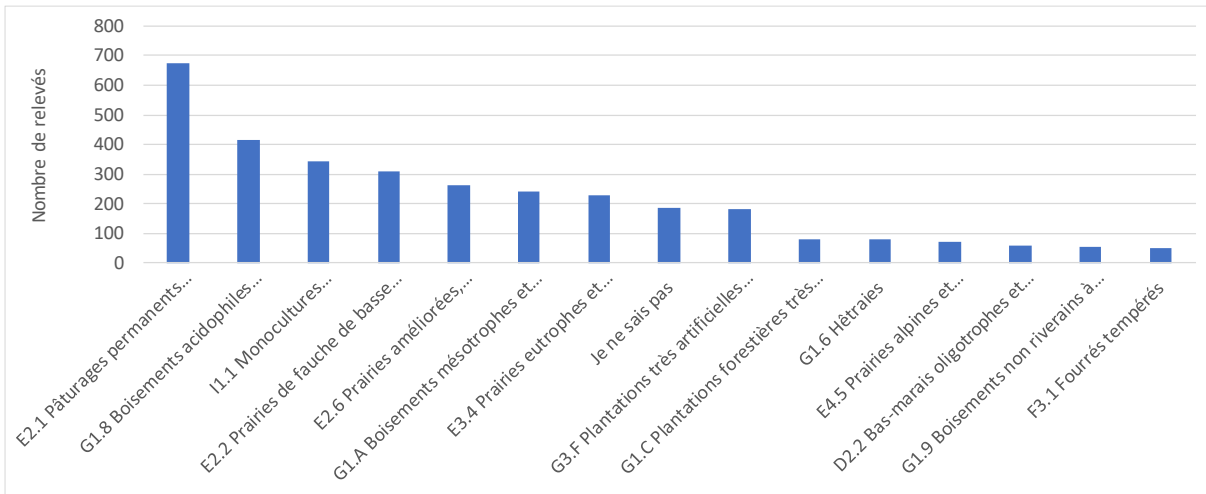


Figure 8. Nombre de relevés par habitats EUNIS niveau 3. Seuls les 15 habitats identifiés le plus fréquemment sont représentés ici.

Au total, 685 relevés, soit 16,1% des relevés, sont identifiés comme étant en milieu humide et en zone humide d'après le critère réglementaire « habitat ». Pour rappel, les critères étaient les mêmes pour identifier les milieux humides et les zones humides d'après l'habitat (Encadré 1).

## 7.6. Répartition des relevés par classe GEPPA

La répartition des classes GEPPA associées aux relevés est indiquée sur la Figure ci-après. Les classes GEPPA Vb, Vd et H étaient les plus fréquemment observées parmi les relevés en zones humides d'après le critère réglementaire « sol ». Parmi les relevés hors zones humides, la très grande majorité n'était pas hydromorphe ou hydromorphe uniquement en profondeur (« Aucune classe GEPPA »). Pour les sols hydromorphes mais pas caractéristiques de ZH, les classes GEPPA IVc et IVd étaient les plus fréquemment observées.

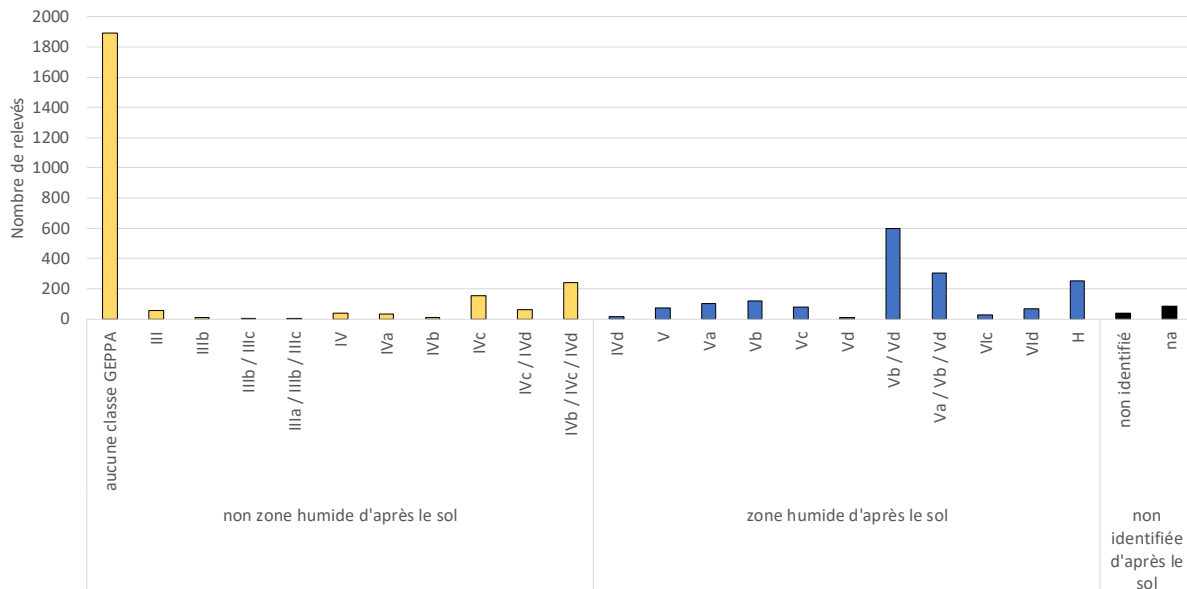


Figure 9. Nombre de relevés par classe GEPPA. « aucune classe GEPPA » indique que les relevés n'appartiennent à aucune des classes GEPPA suivantes : III, IV, V, VI ou H. « na » indique que l'information sur le sol n'a pas été acquise (par ex. sol caillouteux en montagne sans possibilité de réaliser un sondage sur le sol).

Au total, 2 176 relevés, soit 51 % des relevés, sont identifiés comme étant en milieu humide d'après le critère « sol ».

1 635 relevés, soit 38,4 % des relevés, sont identifiés comme étant en zone humide d'après le critère réglementaire « sol ».

Pour rappel, les critères étaient différents pour identifier les milieux humides et les zones humides d'après le sol (voir Encadré 1).

### 7.7. Identification des relevés en milieu humide sans être en zone humide

D'après le Tableau ci-après, il est possible de constater que 11,5 % des relevés sont identifiés comme étant en milieu humide, sans être identifiés comme étant en zone humide.

Tableau 7. Fréquence relative des relevés identifiés en milieu humide et en zone humide.

	Pas zone humide	Zone humide	Doute sur la présence de zone humide	Total général
Pas milieu humide	42,9%	0%	0,1%	43%
Milieu humide	11,5%	40,7%	3,5%	55,6%
Doute sur la présence de milieu humide	0,1%	0%	1,3%	1,4%
Total général	54,5%	40,7%	4,9%	100%

### 7.8. Identification des relevés en zone humide d'après le « sol » ou l'« habitat »

Au final, en combinant les critères « sol » et « habitat » pour identifier un relevé comme étant en zone humide, il apparaît qu'un peu plus de la moitié des relevés sont identifiés comme n'étant pas en zone humide d'après les deux critères (55,7 %). 24,2 % des relevés sont des zones humides d'après le sol, sans que l'information sur l'habitat ne permette de l'attester. 3 % des relevés sont des zones humides d'après l'habitat, sans que l'information sur le sol ne permette de l'attester. Enfin, seulement 11,7 % des relevés sont des zones humides à la fois d'après le sol et d'après l'habitat (Tableau ci-après).

Tableau 8. Fréquence relative des relevés identifiés en zone humide d'après le sol et/ou l'habitat. Notez que certains relevés ont pu être identifiés en zone humide avec d'autres critères en complément (par ex. affleurement de nappe observé dans l'orifice d'un sondage de Fluviosol mais sans habitat ou sol-traits d'hydromorphie présentant les critères permettant de reconnaître avec assurance la présence de zone humide).

	<b>Pas zone humide d'après l'habitat</b>	<b>Zone humide d'après l'habitat</b>	<b>NA</b>	<b>Total général</b>
<b>Pas zone humide d'après le sol</b>	55,7%	3,0%	0,7%	59,5%
<b>Zone humide d'après le sol</b>	24,2%	11,7%	2,5%	38,4%
<b>NA</b>	0,8%	1,3%	0,1%	2,2%
<b>Total général</b>	80,7%	16,1%	3,3%	100,0%

## 7.9. Identification des relevés en zone humide d'après le « sol » ou l'« habitat » par système hydrogéomorphologique

Empiriquement, en examinant l'identification en zone humide, d'après l'habitat et/ou le sol par système hydrogéomorphologique, plusieurs tendances ressortent (Tableau ci-après).

En premier lieu, l'importance majeure du critère « sol » dans les zones humides de plateau apparaît puisque 30,8 % des relevés sont identifiés d'après le critère « sol » seul. L'intensité plus importante et homogène des activités anthropiques (par ex. agricoles, sylvicoles, urbanisme) sur les sites en plateau peut être une hypothèse pour expliquer le fait que des habitats hygrophiles ne témoignent pas sur ces secteurs de la présence de zones humides qui restent seulement identifiables par le sol.

En second lieu, il apparaît une convergence plus importante entre les critères habitat et sol dans les zones humides riveraines de plan d'eau et de source et suintement pour qualifier un relevé comme étant en zone humide (un peu plus de 26 % des relevés dans les deux systèmes hydrogéomorphologiques). Dans ces systèmes, le maintien d'un niveau important de la nappe ou d'une alimentation en eau dans le site, combinée à des activités anthropiques souvent moins intenses (ne compromettant pas l'apparition de communautés végétales hygrophiles) peut être une hypothèse avancée pour expliquer que les deux critères concordent de manière plus évidente que dans les autres systèmes hydrogéomorphologiques.

Enfin, les systèmes alluviaux ou estuariens et de dépressions ou pannes dunaires sont dans une situation intermédiaire entre les deux situations précitées. Cela s'explique probablement en raison de contextes écologiques intermédiaires entre ceux précités.

Tableau 9. Fréquence relative des relevés identifiés en zone humide d'après le sol et/ou l'habitat par système hydrogéomorphologique. Notez que certains relevés ont pu être identifiés comme zone humide avec d'autres critères en complément (par ex. affleurement de nappe observé dans l'orifice d'un sondage de Fluviosol mais sans habitat ou sol avec les critères permettant de reconnaître avec assurance la présence de zone humide).

**Plateau - n=1 680**

	Pas zone humide d'après l'habitat	Zone humide d'après l'habitat	NA
Pas zone humide d'après le sol	61,8%	1,4%	0,2%
Zone humide d'après le sol	30,8%	4,2%	1,3%
NA	0,2%	0,1%	0%

**Alluvial ou estuarien - n=1 311**

	Pas zone humide d'après l'habitat	Zone humide d'après l'habitat	NA
Pas zone humide d'après le sol	52,8%	3,5%	1,3%
Zone humide d'après le sol	25,2%	10,5%	3,2%
NA	1,1%	2,2%	0,2%

**Source et suintement - n=784**

	Pas zone humide d'après l'habitat	Zone humide d'après l'habitat	NA
Pas zone humide d'après le sol	48,5%	3,6%	1,1%
Zone humide d'après le sol	12,6%	27,7%	3,7%
NA	1,3%	1,5%	0%

**Dépression ou panne dunaire - n=261**

	Pas zone humide d'après l'habitat	Zone humide d'après l'habitat	NA
Pas zone humide d'après le sol	53,6%	11,5%	0%
Zone humide d'après le sol	12,6%	13,8%	3,8%
NA	2,3%	2,3%	0%

**Riverain de plan d'eau - n=137**

	Pas zone humide d'après l'habitat	Zone humide d'après l'habitat	NA
Pas zone humide d'après le sol	47,4%	2,2%	0%
Zone humide d'après le sol	15,3%	26,3%	2,9%
NA	0%	5,8%	0%



Ces tendances observées pour les relevés sont une indication, mais elles ne sauraient pas être extrapolées à l'échelle nationale sans précaution (par ex. en l'état, il n'est pas possible de savoir si l'échantillonnage est représentatif des systèmes hydrogéomorphologiques à l'échelle nationale). Des analyses statistiques s'avèreraient intéressantes pour démontrer d'éventuelles corrélations (par ex. tenir compte de l'effet site et transect, les données n'étant pas indépendantes entre elles). Ce commentaire vaut également pour les résultats des sections précédentes.

## 8. Évaluation de la qualité de la prélocalisation des milieux humides et des zones humides d'après les données de terrain

Cette section présente d'abord sommairement la méthodologie pour prélocaliser les milieux et les zones humides, puis le résultat de ces prélocalisations. Un commentaire narratif illustré est ensuite réalisé d'après la comparaison du résultat de la prélocalisation avec les données collectées sur le terrain en 2021 et 2022.

Des analyses statistiques permettent ensuite d'évaluer de manière quantitative et objective la qualité de la prélocalisation des milieux et zones humides à partir des données collectées sur le terrain. Des analyses statistiques sont également réalisées pour évaluer la plus-value de ces prélocalisations comparé à des cartes de prélocalisations internationales et nationale préexistantes.

Une analyse narrative est également réalisée pour comparer les résultats de la prélocalisation des milieux et des zones humides avec des cartes locales préexistantes.

Finalement, des perspectives pour améliorer la carte de prélocalisation sont discutées à la fin de cette section.

## 8.1. Méthodologie pour prélocaliser les milieux et zones humides

La méthodologie utilisée pour prélocaliser les milieux et les zones humides est présentée en détails dans Rapinel *et al.* (2023a, b). Deux modélisations distinctes ont été réalisées, pour prélocaliser les milieux humides d'une part, et les zones humides d'autre part. Le jeu de données collectées sur le terrain en 2021 intervient alors surtout pour analyser la qualité des cartes de prélocalisation des milieux et des zones humides dans la publication de Rapinel *et al.* (2023a, b) (Figure ci-après). En effet, les modèles ont été développés en 2021, et les données de 2022 n'étaient alors pas encore disponibles. Le jeu de données de 2022 a été utilisé plus tard, pour réaliser une analyse complémentaire présentée ci-après.

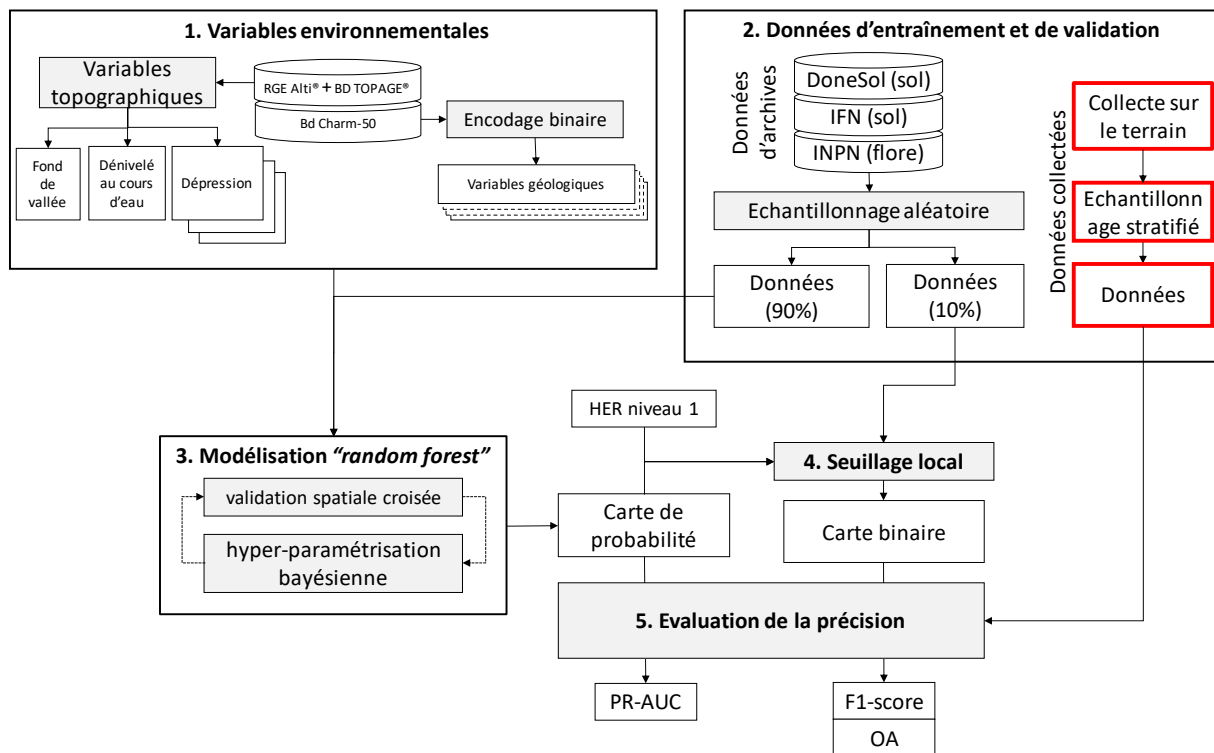


Figure 10. Démarche méthodologique pour parvenir à cartographier les milieux et les zones humides sous forme de cartes (1) de probabilité de présence et de (2) présence-absence probable. L'intervention du jeu de données de terrain collectées pour évaluer la qualité de la prélocalisation est indiquée par des polygones au contour rouge (traduit et adapté de Rapinel *et al.* 2023b).

## 8.2. Résultats de la prélocalisation des milieux et zones humides à l'échelle nationale

Le résultat de la prélocalisation des milieux et des zones humides est un fichier raster à une résolution de 5 m.

Sur le fond, il y a donc deux prélocalisations distinctes :

- une prélocalisation des milieux humides d'une part ;
- une prélocalisation des zones humides d'autre part (voir Encadré 1).

Sur la forme, ces prélocalisations se présentent principalement sous la forme :

- **d'une carte de probabilité de présence (Figure ci-après).** Cette carte indique en tout point du territoire métropolitain, une probabilité de présence de milieux ou de zones humides comprise entre [0-1] ;
- **d'une carte de probabilité de présence seuillée, masquée et lissée** (indiquant une information de probabilité de présence-absence significative, dont peut être dérivée la « carte binaire » citée sur la Figure ci-avant). Cette carte indique donc en tout point du territoire métropolitain, la probabilité de présence de milieux ou de zones humides comprise entre un seuil déterminé par hydro-écorégion de niveau 1. Une valeur de 0 est attribuée là où cette probabilité de présence n'est pas significative (en dessous du seuil précité). Cette carte indique les espaces les plus propices à la présence de milieux ou de zones humides. Des éléments d'interprétation sont fournis dans l'Encadré ci-après pour accompagner l'interprétation du résultat de la carte de probabilité de présence seuillée. Les milieux aquatiques et les zones urbanisées d'après respectivement la BD TOPAGE<sup>8</sup> et la BD TOPO<sup>9</sup> sont ajoutés dans le résultat final (Encadré et Figure ci-après). Le lissage de cette donnée permet notamment de mieux afficher les continuités écologiques entre les milieux et zones humides prélocalisés qui apparaissent parfois discontinues ou avec un effet « pixelisé ».

Les prélocalisations mobilisées dans le cadre de ce rapport correspondent aux cartes de probabilité de présence seuillée avant lissage, c'est-à-dire avant que l'effet « pixelisé » n'ait été corrigé.

---

<sup>8</sup> Avec les couches : « SurfaceElementaire\_FXX », « TronconHydrographique\_FXX », « PlanEau\_FXX ».

<sup>9</sup> Avec les couches : « batiment », « cimetiére », « construction\_surfacique », « reservoir », « terrain\_de\_sport », « aerodrome », « equipement\_de\_transport », « troncon\_de\_route », « troncon\_de\_voie\_ferree ».

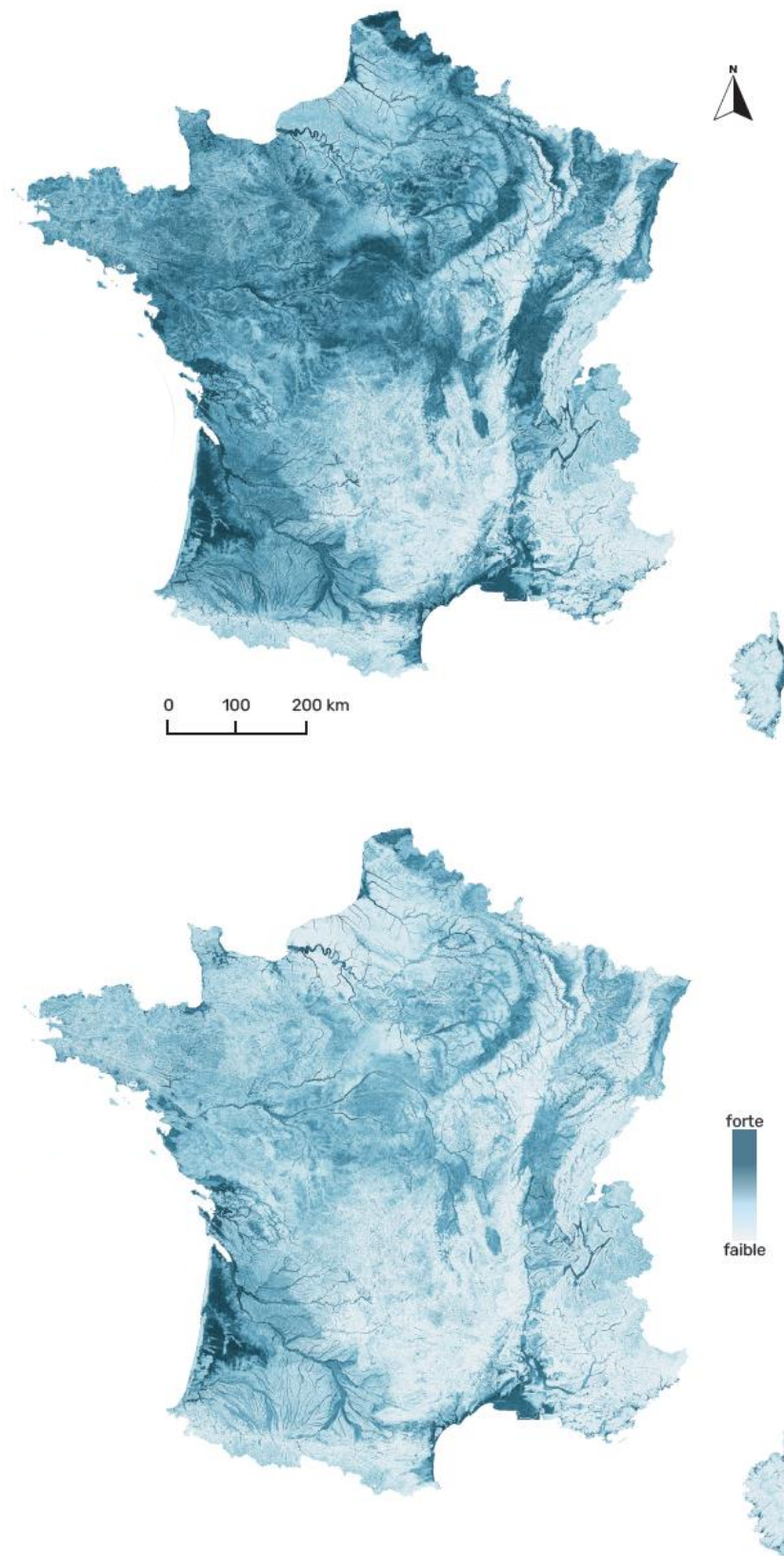


Figure 11. Carte de probabilité de présence des milieux humides (en haut) et des zones humides (en bas) à l'échelle de la métropole.

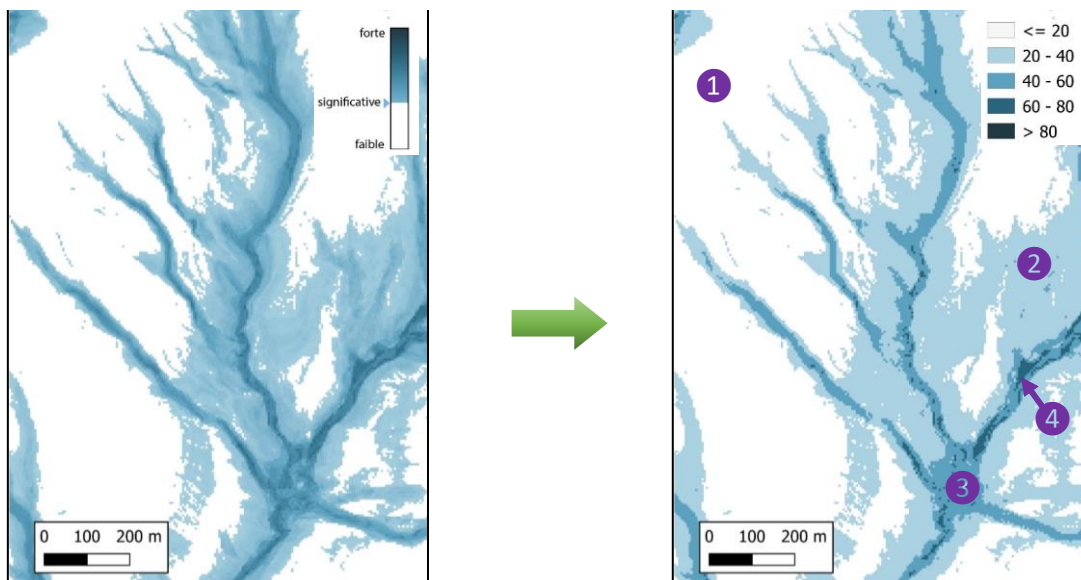
Encadré 3 : Éléments de connaissance pour interpréter la carte de probabilité de présence seuillée.

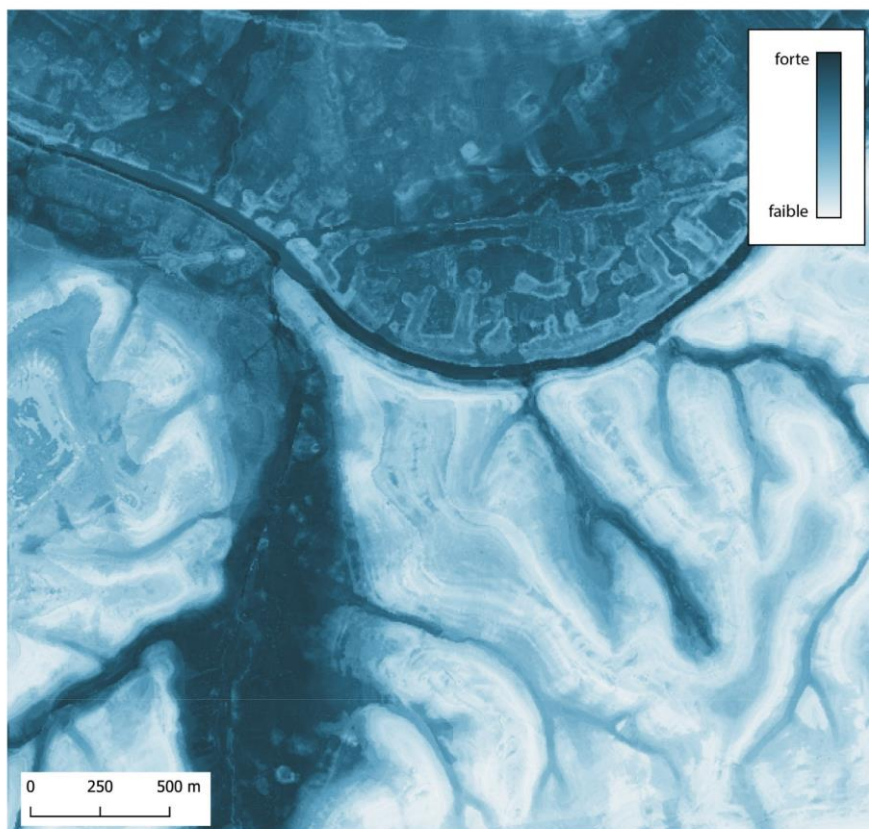
Un seuil de présence significative est identifié sur la carte probabiliste d'après des données « sol » et « flore » sur la présence-absence de milieu humide ou de zone humide. Après une analyse statistique, une lecture graphique permet de déterminer un seuil de présence optimal qui minimise les erreurs de détection de présence et d'absence par hydroécorégions de niveau 1 (par ex. pour une hydroécorégion donnée ce seuil peut être de 0,37). La carte de probabilité de présence seuillée est alors produite.

Une valeur de probabilité d'un pixel au-dessus du seuil de présence significative ne signifie pas que la présence de milieu humide ou de zone humide y est assurée. Par exemple, si un pixel donné a une valeur de 0,4 alors que le seuil de présence significative est de 0,37 pour l'hydroécorégion à laquelle il est associé, cela ne signifie pas qu'on est assuré d'y trouver un milieu ou une zone humide.

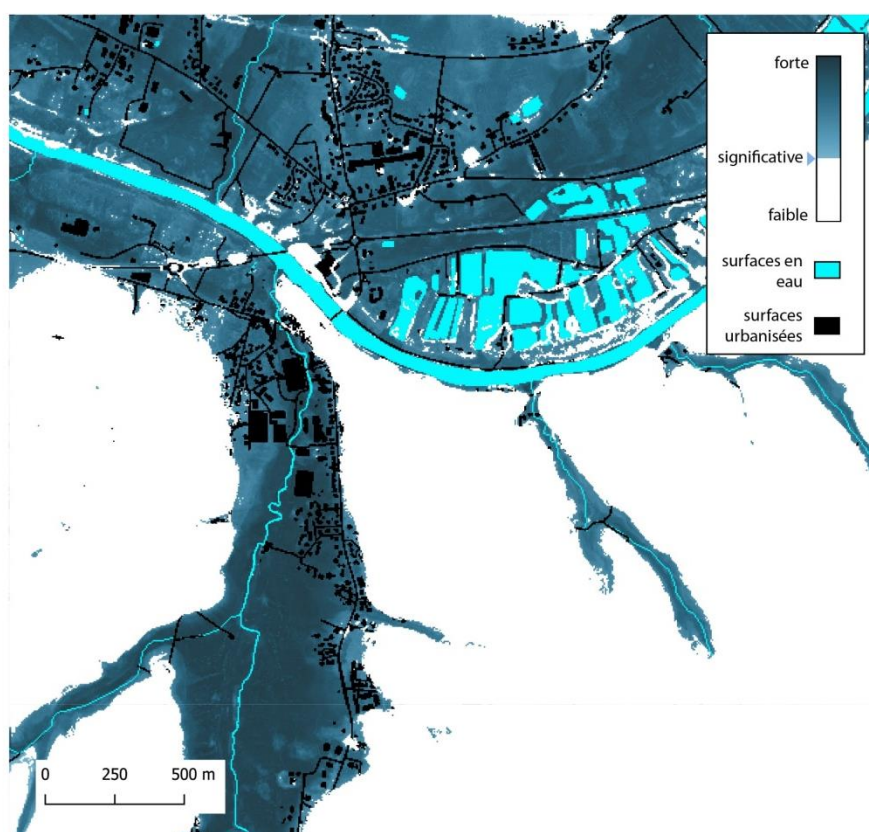
La valeur de probabilité d'un pixel indique plutôt que la présence y est probable, mais avec une probabilité de présence qui dépend de la valeur du pixel. Par ex. sur la Figure ci-après :

- ① : la probabilité de présence de milieu humide est considérée comme non significative : absence de milieu humide probable ;
- ②, ③ et ④ : la probabilité de présence de milieu humide est significative. Cet ensemble est globalement propice à la présence de milieux humides, mais avec des probabilités variables. 20 à 40 % du secteur ②, 40 à 60 % du secteur ③ et 60 à 80 % du secteur ④ seraient en milieu humide.





a)



b)

Figure 13. Carte de probabilité de présence des milieux humides (a) et de probabilité de présence seuillée des milieux humides (b) pour un secteur alluvial du bassin versant de la Vézère.

Des chiffres clefs sur l'emprise des milieux et des zones humides en métropole sont indiqués sur l'encadré ci-après.

Encadré 4 : Quelques chiffres clefs sur les emprises en milieux et zones humides d'après les cartes de prélocalisation.

#### Quelle est l'emprise du territoire propice à la présence de milieux ou zones humides ?

Les cartes de probabilité de présence seuillée indiquent qu'au moins 33,3 % du territoire seraient propices à la présence de milieux humides, alors qu'au moins 29,5 % du territoire seraient propices à la présence de zones humides. La probabilité d'y rencontrer des milieux et zones humides y est donc significative. Ces chiffres sont obtenus en calculant la superficie totale de la métropole au-dessus du seuil significatif de probabilité de présence.

Notez qu'ici les chiffres énoncés, sont précédés de la locution « au moins... » en raison d'artefacts de modélisation. Par ex. il est identifié que beaucoup de milieux et zones humides probables qui ont été aménagés échappent à la prélocalisation (voir section VIII).

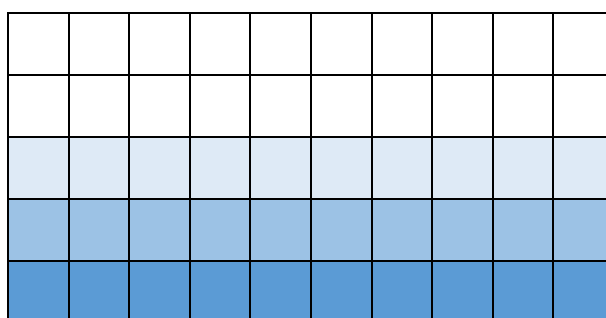
#### Quelle proportion du territoire est vraisemblablement en milieux ou zones humides ?

Pour connaître la proportion du territoire en milieux et zones humides probables, il conviendrait de tenir compte de la probabilité de présence associée aux pixels.

À partir du schéma ci-après, la différence entre « emprise du territoire propice à la présence de milieux ou zones humides » et « proportion du territoire vraisemblablement en milieux ou zones humides » est expliquée.

Parmi 50 pixels de 5 m sur le schéma ci-dessous :

- 20 pixels  sont en dessous du seuil significatif de présence de 50 % ;
- 10 pixels  sont associés à une probabilité de présence de milieux humides de 50 % ;
- 10 pixels  sont associés à une probabilité de présence de milieux humides de 70 % ;
- 10 pixels  sont associés à une probabilité de présence de milieux humides de 80 % .



au total 30 pixels, soit 60 % de l'emprise des 50 pixels, sont propices à la présence de milieux humides (750 m<sup>2</sup>).

au total 5 pixels + 7 pixels + 8 pixels 20 pixels sont vraisemblablement en milieux humides, soit 40 % de l'emprise des 50 pixels (500 m<sup>2</sup>).

Les prélocalisations des milieux humides et des zones humides, sous ces deux formes, sont disponibles en téléchargement sur le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel et en visualisation sur le site du Réseau Partenarial de Données sur les Zones humides.



### 8.3. Résultat de l'évaluation des prélocalisations à partir des jeux de données de terrain de 2021 et de 2022

Il est possible d'explorer le résultat des prélocalisations en le comparant aux données collectées sur le terrain en 2021 et 2022. Le commentaire narratif fourni ci-après permet au lecteur d'avoir un aperçu de bénéfices et de limites concrets de la prélocalisation. Des exemples sont fournis pour illustrer des situations dans lesquelles la prélocalisation a bien fonctionné et d'autres dans lesquelles elle n'a pas bien fonctionné à l'échelle du site ou du relevé. Le commentaire est réalisé uniquement sur la prélocalisation des milieux humides, mais il est transposable aux zones humides. Il appelle ensuite nécessairement une analyse statistique pour évaluer de manière quantitative et objective sur l'ensemble des sites, l'ampleur des bénéfices et des limites du projet (voir section VIII.4).

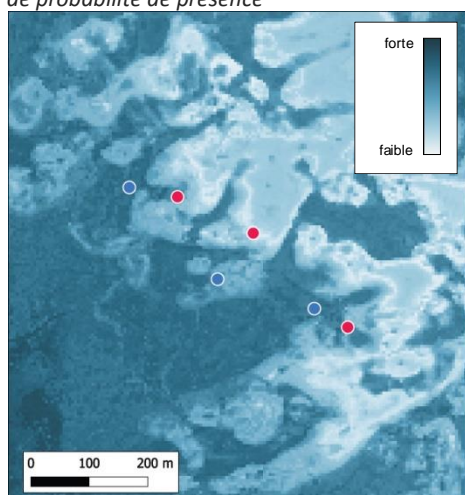
### 8.3.1. Convergences avec les données de terrain

D'après une analyse exploratoire, il est possible d'identifier des sites pour lesquels la convergence entre le résultat de la prélocalisation des milieux humides et les relevés sur le terrain est particulièrement satisfaisante à l'échelle du site. Pour un site donné, tous les relevés ou quasi tous les relevés identifiés sur le terrain comme étant en milieu humide et tous les points ou quasi tous les points relevés identifiés sur le terrain comme n'étant pas en milieu humide apparaissent alors respectivement comme étant en milieu humide et hors milieu humide sur les cartes de probabilité de présence seuillée.

Les 10 Figures ci-après illustrent de telles convergences. Elles sont sélectionnées de manière à ce que chaque bassin versant test soit représenté au moins une fois et de telle sorte que différents contextes hydrogéomorphologiques soient représentés.

Pour aller plus loin, consultez les atlas cartographiques et portfolios (section IX.1).

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

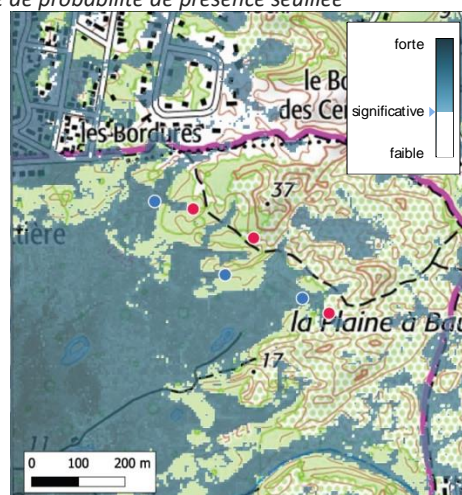
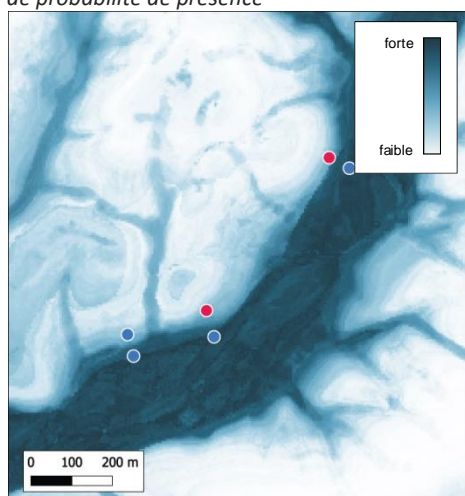


Figure 14. Exemple du site « Bordure », en dépression ou panne dunaire, pour les bassins versants de la Canche et de l'Authie (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

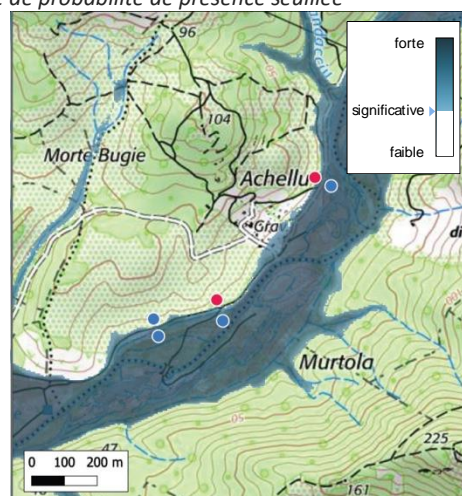
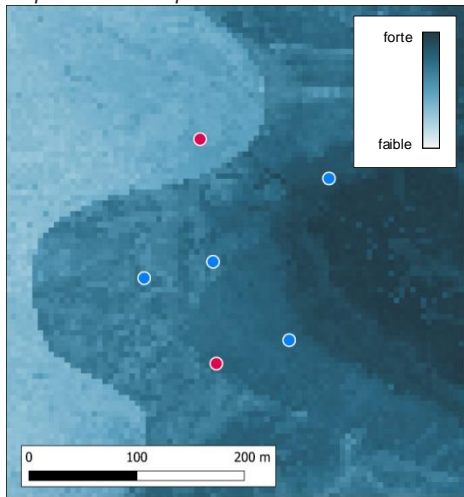


Figure 15. Exemple du site « Vico », alluvial ou estuarien, pour le bassin versant de Liamone (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

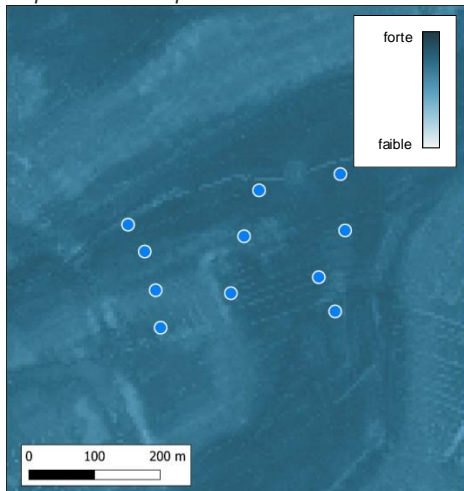


Figure 16. Exemple du site « Plane », riverain de plan d'eau, pour les bassins versants du Gua, de Guy et de la Calupeyre (protocole 2021).

● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

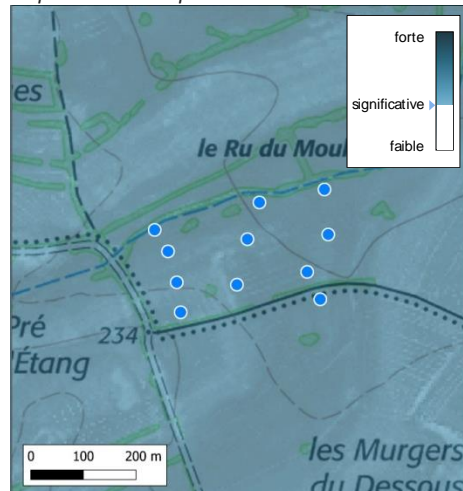
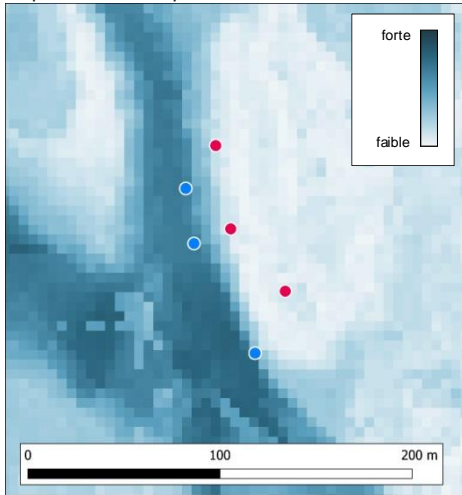


Figure 17. Exemple du site « Pré de l'étang », avec des relevés en secteur alluvial ou estuarien et d'autres en plateau, pour le bassin versant de l'Yonne (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

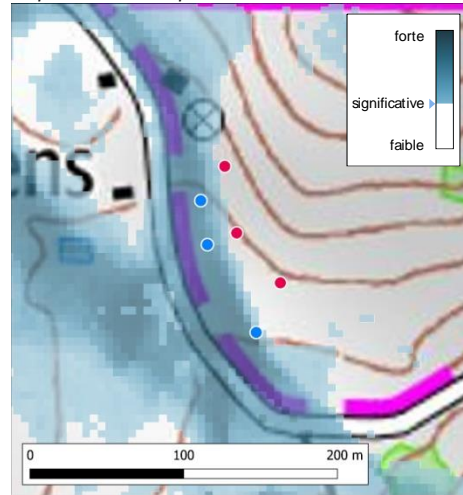
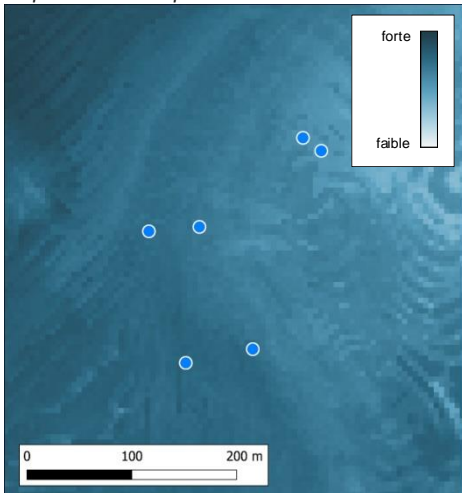


Figure 18. Exemple du site « Ensens », en source et suintement, pour le bassin versant de l'Arc en Maurienne (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

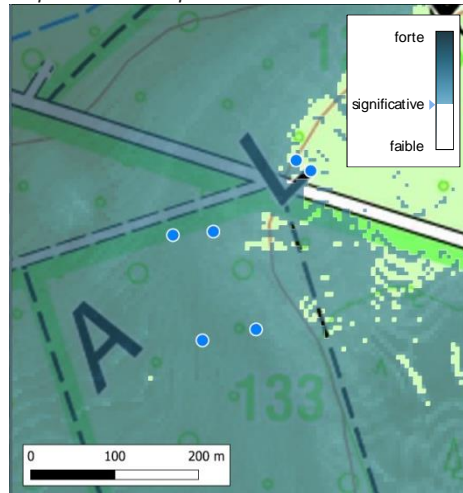
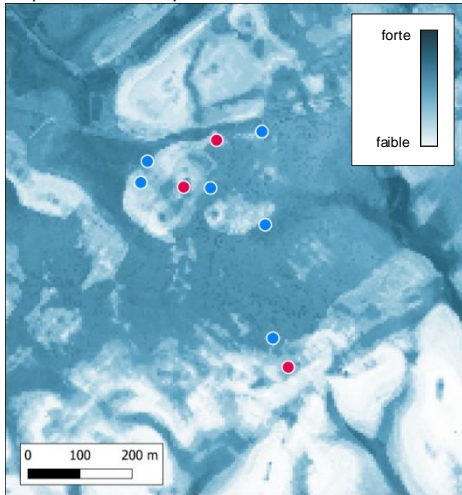


Figure 19. Exemple du site « Gavre2 », en plateau, pour le bassin versant de la Vilaine (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

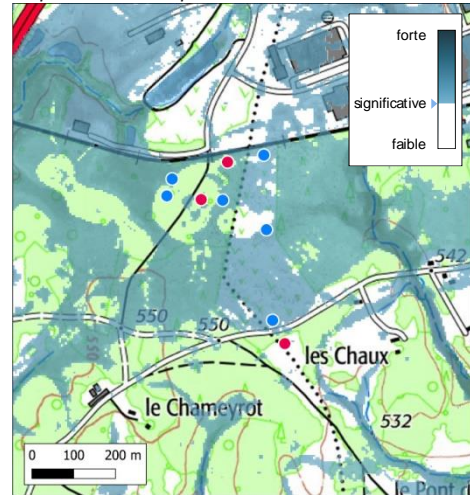
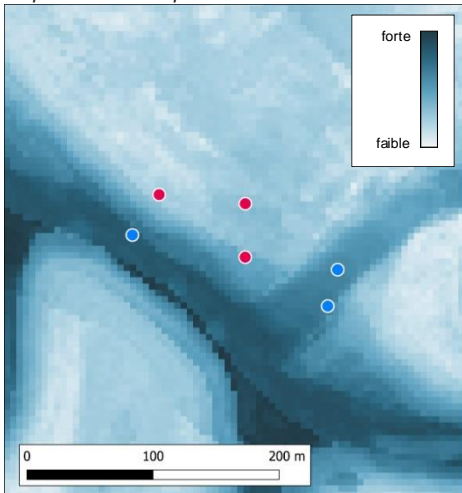


Figure 20. Exemple du site « Rébrières étroites », en plateau, pour le bassin versant de la Vézère (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

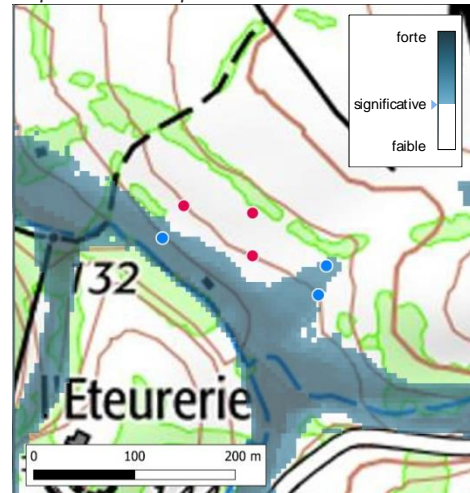
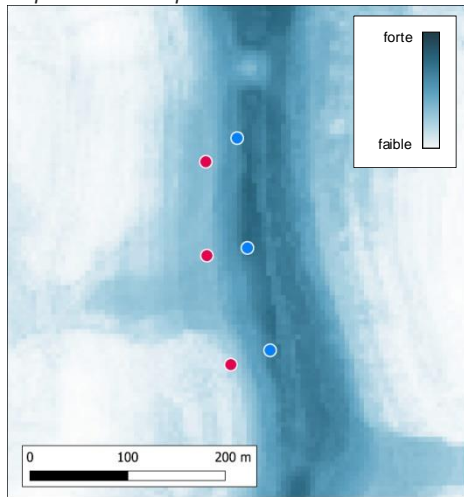


Figure 21. Exemple du site « Rébrières étroites », alluvial ou estuarien, pour le bassin versant de la Sélune (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

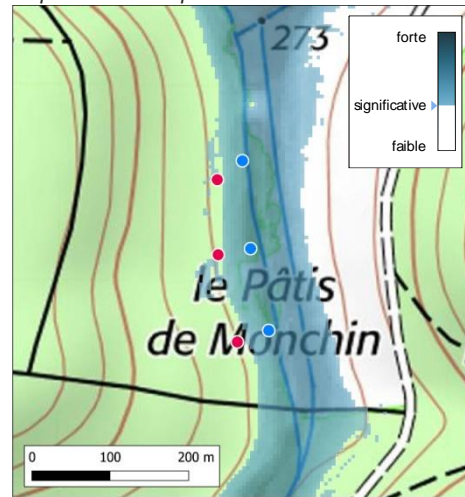
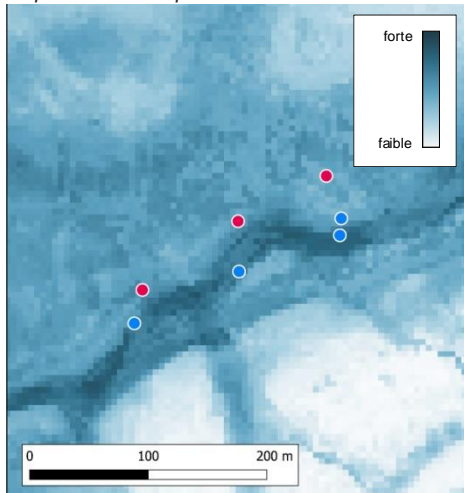


Figure 22. Exemple du site « Rébières étroites », en plateau, pour le bassin versant de la Meuse (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

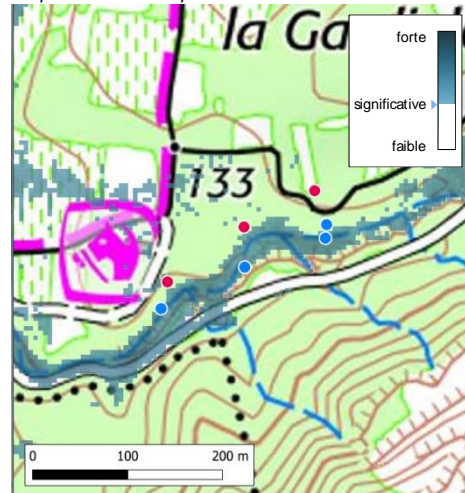


Figure 23. Exemple du site « Gardiole », alluvial ou estuarien, pour le bassin versant des Gardons (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

### 8.3.2. Erreur de type I - omission

Tiner (2016) évoque les erreurs d'omission, soit des milieux humides qui ne sont pas prélocalisés mais qui existent bien sur le terrain. Cette notion a été reprise en métropole par Catteau (2017) pour ses tests méthodologiques pour la prélocalisation des zones humides dans le bassin Rhône-Méditerranée.

D'après une analyse exploratoire il est possible d'identifier des sites pour lesquels la prélocalisation des milieux humides est peu, voire pas, satisfaisante d'après les relevés sur le terrain à l'échelle du site ; des milieux humides existent bien mais ils ne sont pas bien voire pas prélocalisés. Pour un site donné, un nombre significatif de relevés voire tous les relevés sur le terrain sont alors en milieu humide mais ils n'apparaissent pas comme tel sur la carte de probabilité de présence seuillée.

Les Figures ci-après illustrent de telles omissions de façon à les représenter dans différents contextes hydrogéomorphologiques. Il est possible de citer les motifs suivants comme étant parmi les principaux motifs à l'origine d'omissions :

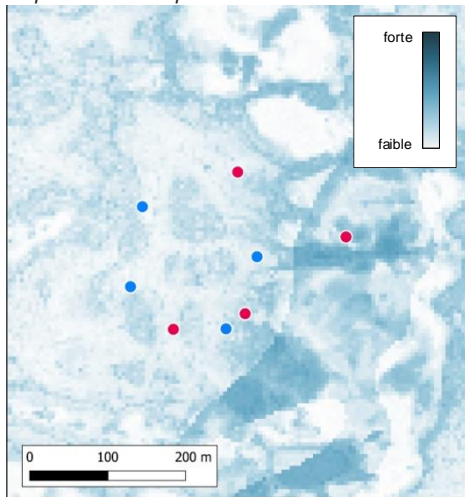
- la combinaison de variables environnementales (RGE Alti®, BD TOPAGE® ...) et de données d'apprentissage (INPN, Donesol, IFN) n'a pas permis d'identifier un contexte propice à la présence de milieux humides alors qu'il l'est bien sur le terrain ;
- le seuillage par hydro-écorégion n'a pas permis d'identifier le milieu humide (sur la carte de probabilité de présence seuillée) bien qu'un gradient d'humidité apparaisse parfois bien (carte de probabilité de présence). Dans ce cas, le seuil était trop haut pour identifier avec plus de justesse les milieux humides d'un site donné.

Pour aller plus loin, consultez les atlas cartographiques et portfolios (section IX.1).



Il est intéressant d'observer les omissions pour un relevé ou pour l'ensemble des relevés d'un site et comprendre les bénéfices et les limites d'une prélocalisation issue de modèle. Notez toutefois que la qualité globale de la prélocalisation ne s'évalue qu'avec une analyse statistique sur l'ensemble des relevés. En effet, les pixels issus de la prélocalisation sont associés à des classes de probabilité. Il est donc normal d'observer des relevés sur le terrain en milieu humide qui ne sont pourtant pas prélocalisés ; même si la méthodologie mise en œuvre vise à minimiser ces erreurs d'omission.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

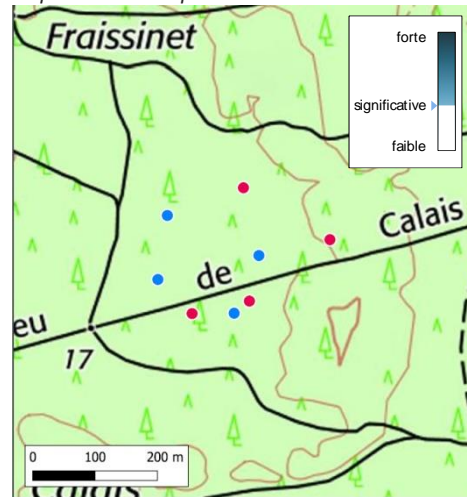
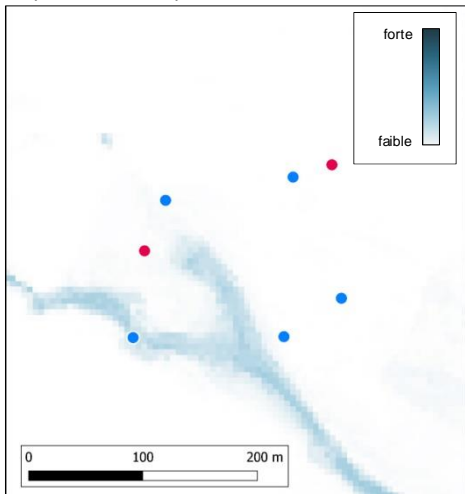


Figure 24. Exemple du site « Calais », en dépression ou panne dunaire, pour les bassins versants du Gua, de Guy et de la Calupeyre (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

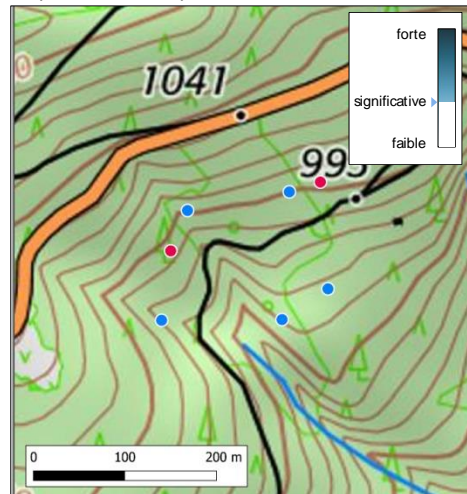
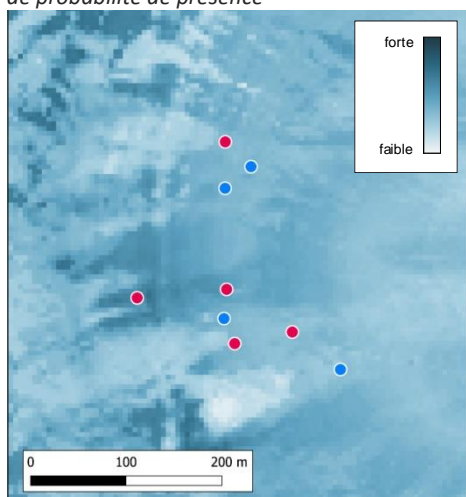


Figure 25. Exemple du site « Le Cheylen », en source et suintement, pour les bassins versants des Gardons (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.



carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

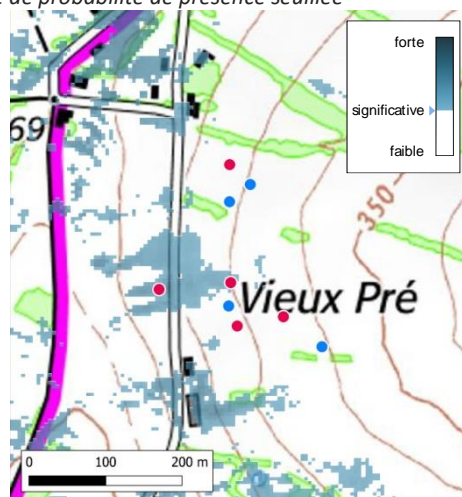
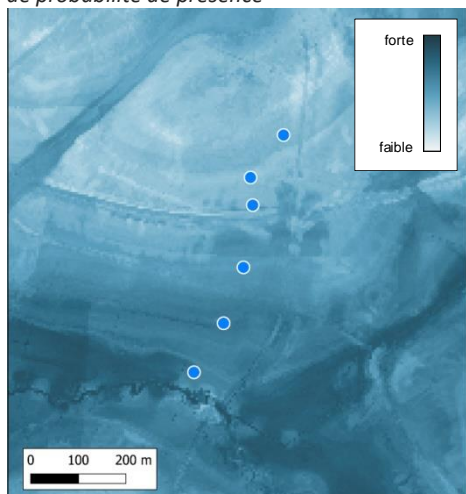


Figure 26. Exemple du site « Clabot », en plateau, pour le bassin versant de la Meuse (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide.  
● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

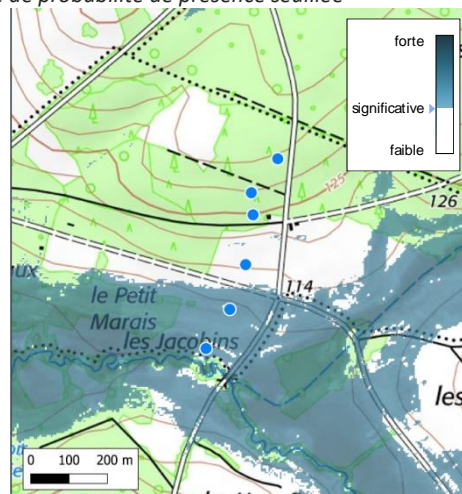
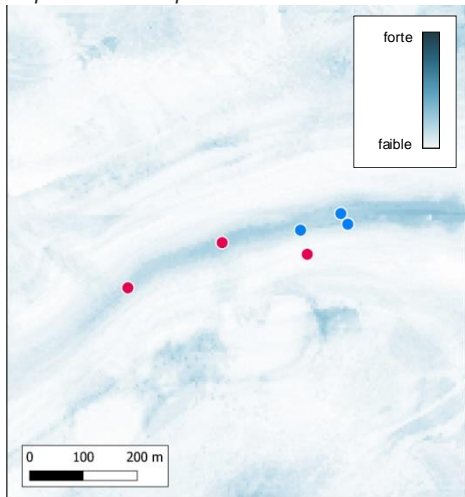


Figure 27. Exemple du site « Jacobins », en secteur alluvial ou estuarien et de plateau, pour le bassin versant de l'Yonne (protocole 2021).  
● : relevé en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

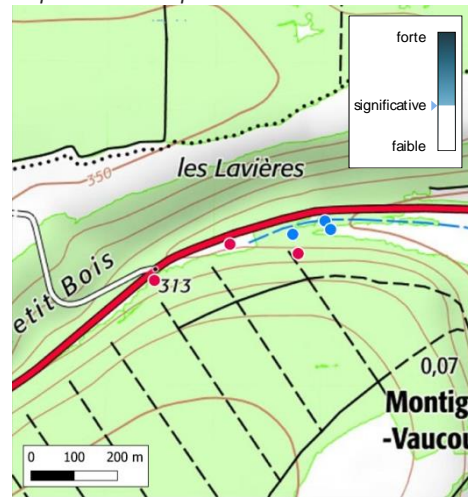
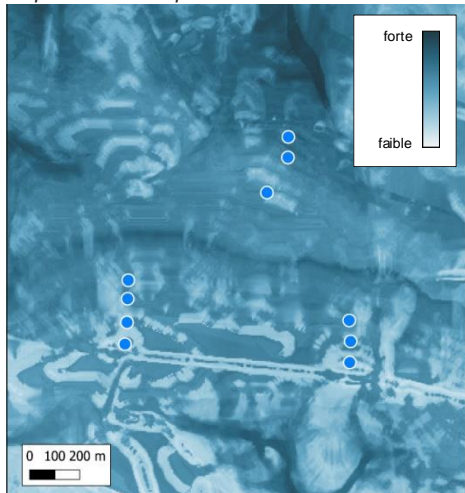


Figure 28. Exemple du site « Lavière », en source et suintement, pour le bassin versant de l'Yonne (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

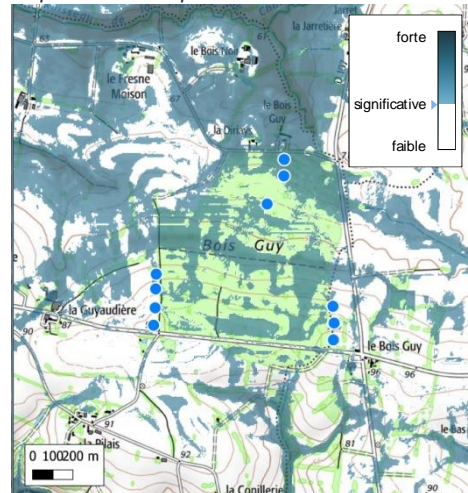
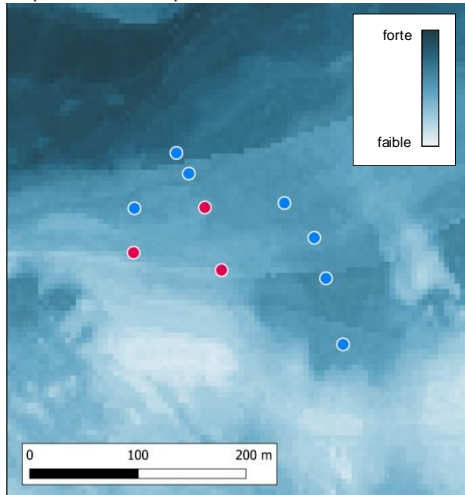


Figure 29. Exemple du site « Bois guy », en plateau, pour le bassin versant de la Vilaine (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

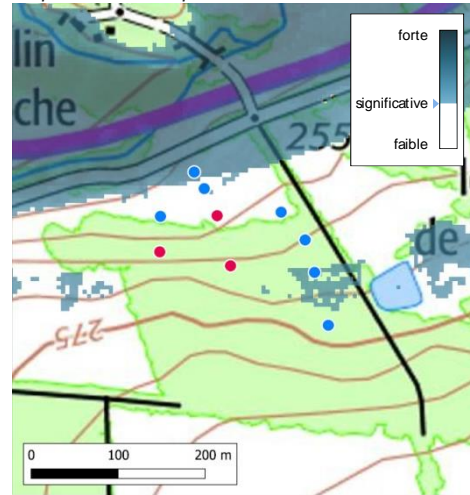


Figure 30. Exemple du site « Breffeland », en plateau et source et suintement, pour le bassin versant de la Sélune (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

### 8.3.3. Erreur de type II - commission

Tiner (2016) évoque les erreurs de commission, soit des milieux humides qui sont prélocalisés mais qui n'existent pas sur le terrain. Cette notion a également été reprise en métropole par Catteau (2017) sur le bassin Rhône-Méditerranée.

D'après une analyse exploratoire il est donc possible d'identifier des sites pour lesquels la prélocalisation des milieux humides est peu, voire pas, satisfaisante d'après les relevés sur le terrain ; des milieux humides n'existent pas mais ils sont prélocalisés. Pour un site donné, un nombre significatif de relevés voire tous les relevés sur le terrain ne sont alors pas en milieu humide mais ils apparaissent comme tel sur la carte de probabilité de présence seuillée.

Les Figures ci-après illustrent de telles commissions de façon à les représenter dans différents contextes hydrogéomorphologiques. Il est possible de citer les motifs suivants comme étant parmi les principaux motifs à l'origine des commissions :

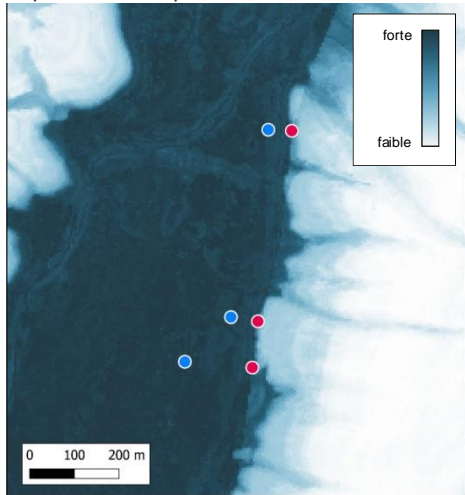
- la combinaison de variables environnementales (RGE ALTI®, BD TOPAGE®...) et de données d'apprentissage (INPN, Donesol, IFN) a permis d'identifier un contexte propice à la présence de milieux humides alors qu'il ne l'est pas sur le terrain ;
- le seuillage par hydro-écorégion a permis d'identifier le milieu humide (sur la carte de probabilité de présence seuillée). Dans ce cas, le seuil était trop bas pour identifier avec plus de justesse les milieux humides d'un site donné.

Pour aller plus loin, consultez les atlas cartographiques et portfolios (section IX.1).



Il est intéressant d'observer les commissions pour un relevé ou pour l'ensemble des relevés d'un site et comprendre les bénéfices et les limites d'une prélocalisation issue de modèle. Notez toutefois que la qualité globale de la prélocalisation ne s'évalue qu'avec une analyse statistique pour l'ensemble des relevés. En effet, les pixels issus de la prélocalisation sont associés à des classes de probabilité. Il est donc normal d'observer des relevés sur le terrain non milieu humide mais qui sont pourtant prélocalisés ; même si la méthodologie mise en œuvre vise à minimiser ces erreurs de commission.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

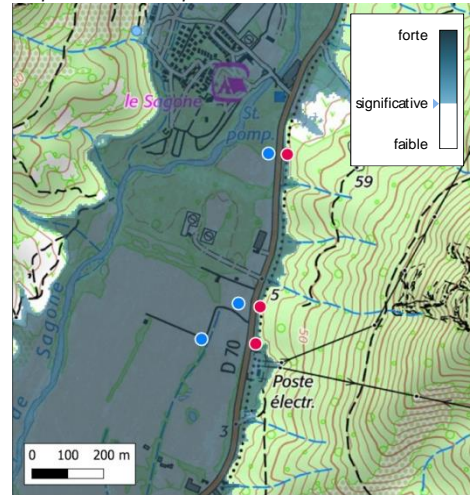
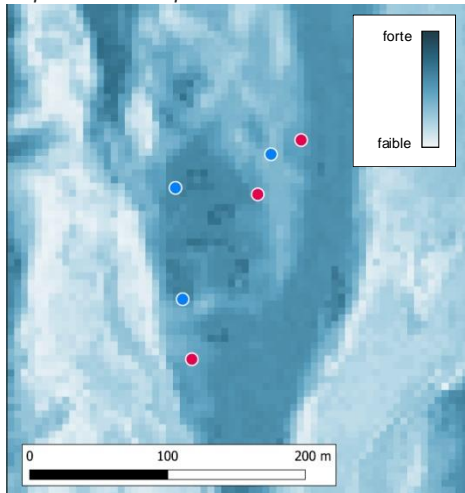


Figure 31. Exemple du site « Spugnolu », alluvial ou estuarien, pour le bassin versant de Liamone (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

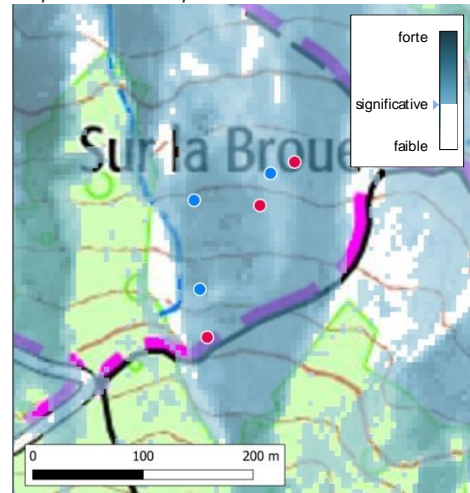
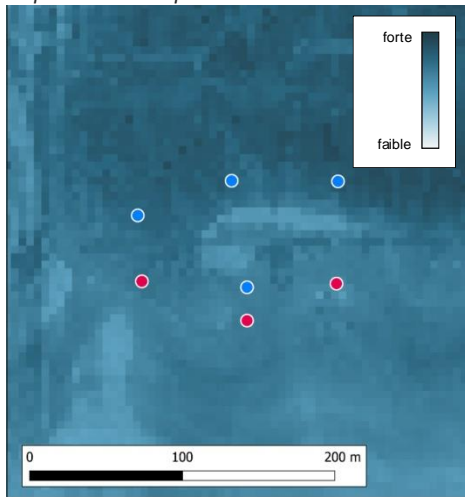


Figure 32. Exemple du site « Broue », en source et suintement, pour le bassin versant de l'Arc en Maurienne (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

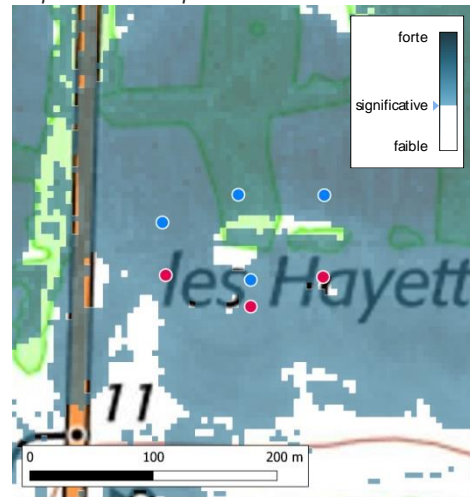
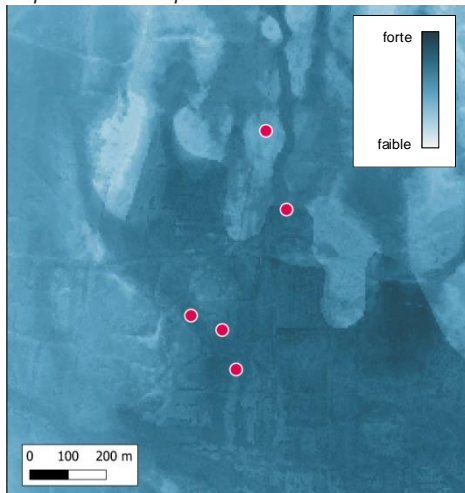


Figure 33. Exemple du site « Hayettes », alluvial ou estuarien, pour les bassins versants de la Canche et de l'Authie (protocole 2021).  
● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

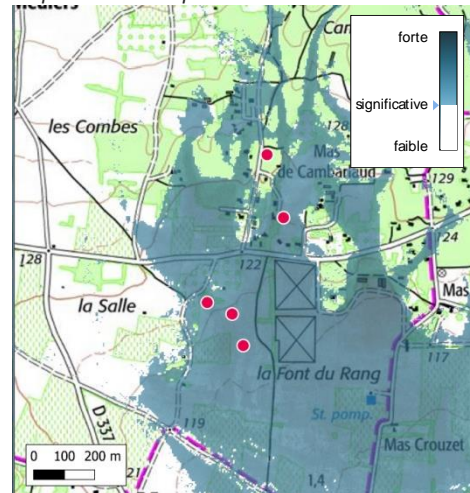
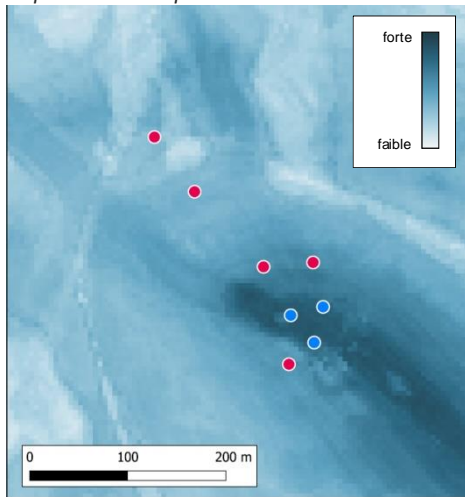


Figure 34. Exemple du site « Montaren », système hydrogéomorphologique non renseigné, pour le bassin versant des Gardons (protocole 2021).  
● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

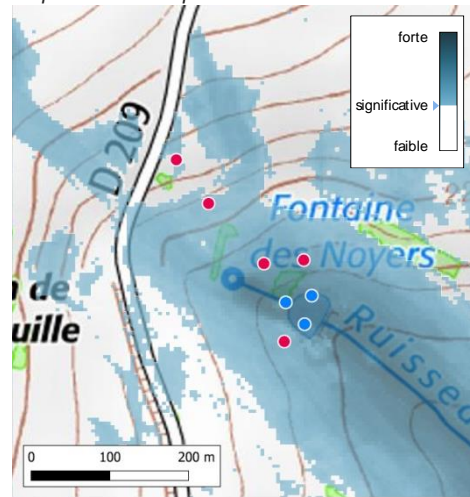
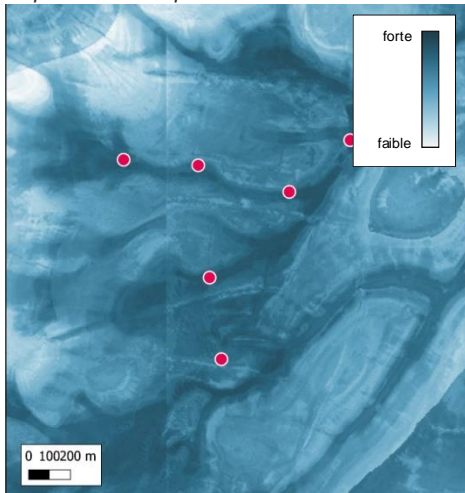


Figure 35. Exemple du site « Dolmen », en source et suintement, pour le bassin versant de la Meuse (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

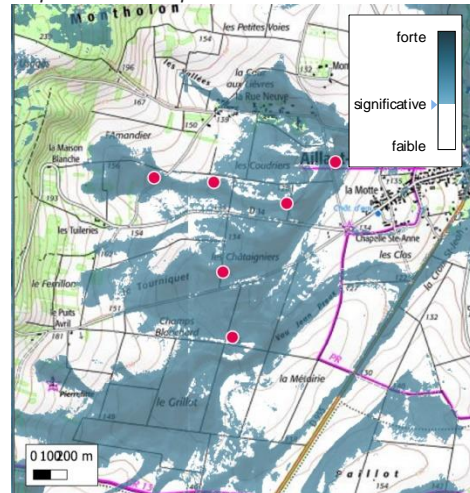
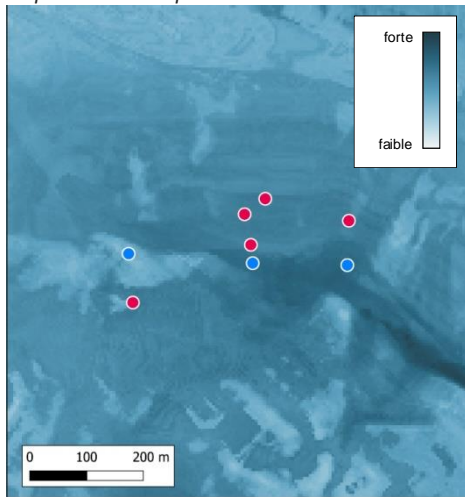


Figure 36. Exemple du site « Amandier », en plateau, pour le bassin versant de l'Yonne (protocole 2021). ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

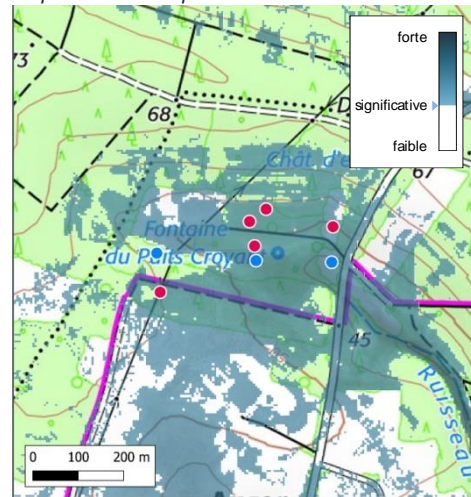


Figure 37. Exemple du site « Puits croyant », en source et suintement, pour le bassin versant de la Vilaine (protocole 2021). ● : relevé en milieu humide. ● : relevé pas en milieu humide.  
Fond de carte : SCAN 25®.



### 8.3.4. Les artéfacts observés sur les prélocalisations

Les artéfacts<sup>10</sup> sont des altérations du résultat de la prélocalisation dus aux méthodes utilisées. Différentes raisons peuvent expliquer la survenance d'artéfacts. Quelques raisons parmi les principales identifiées sont énoncées ci-après à titre non exhaustif. Des pistes d'amélioration concrètes sont discutées pour remédier à ces problèmes dans la section VIII.7 Perspectives.

#### 8.3.4.1. Artéfacts associés à la Bd Charm-50 vectorisé et harmonisée

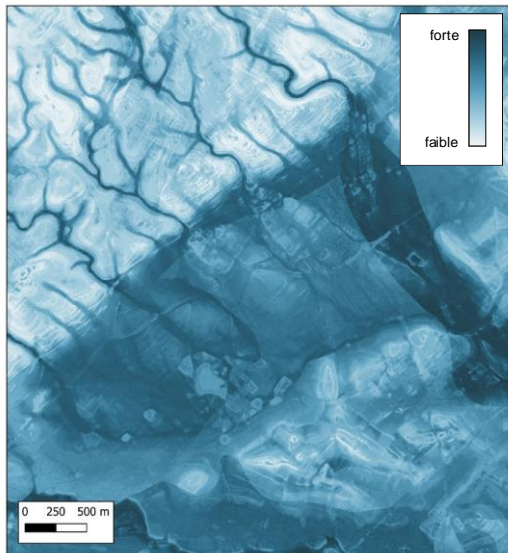
Pour rappel, la Bd Charm-50 est un des référentiels utilisés pour construire des variables environnementales, afin d'identifier les matériaux parentaux favorables à la présence de milieux ou zones humides, avec une procédure d'encodage binaire. Les informations spatiales de la Bd Charm-50 sont sous la forme de polygones, matérialisant donc souvent des limites nettes entre matériaux parentaux ; alors que parfois ces différences peuvent être relativement progressives dans l'espace. De plus, la Bd Charm-50 a été développée à l'échelle de chaque département (avec des énoncés propres à chaque département parfois pour un même matériau parental), soit une unité administrative, qui ne respecte pas nécessairement le prolongement des ensembles géologiques à cheval sur plusieurs unités administratives. Même si cette information apporte une plus-value significative à la prélocalisation des milieux ou des zones humides (voir Rapinel *et al.* 2023a, b), il s'avère qu'elle peut être principalement à l'origine de deux types d'artéfacts (Figures ci-après) :

- des différences de probabilité de présence assez nettes qui correspondent en fait aux limites entre matériaux parentaux identifiés dans les polygones de la Bd Charm-50, alors que parfois les transitions écologiques dans l'espace des milieux ou zones humides vers des milieux ou des zones qui ne sont pas humides sont plus progressives ;
- des différences nettes à la limite entre deux départements, alors que la nature des matériaux parentaux est similaire voire identique de part et d'autre de la limite entre les deux départements, avec des probabilités de présence de milieux ou zones humides qui devraient donc être similaires également.

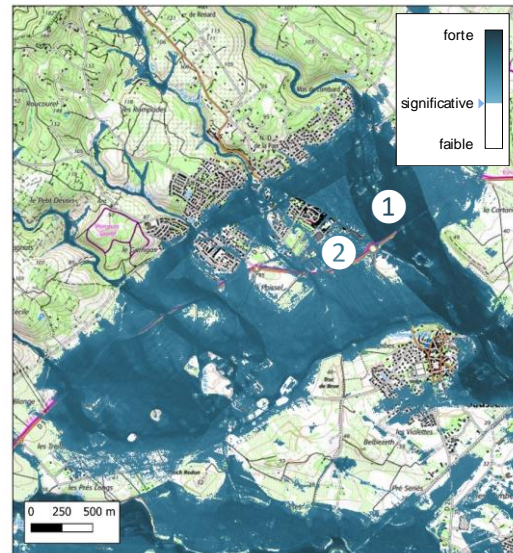
---

<sup>10</sup> « Altération du résultat d'un examen due au procédé technique utilisé » selon [www.larousse.fr](http://www.larousse.fr).

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée



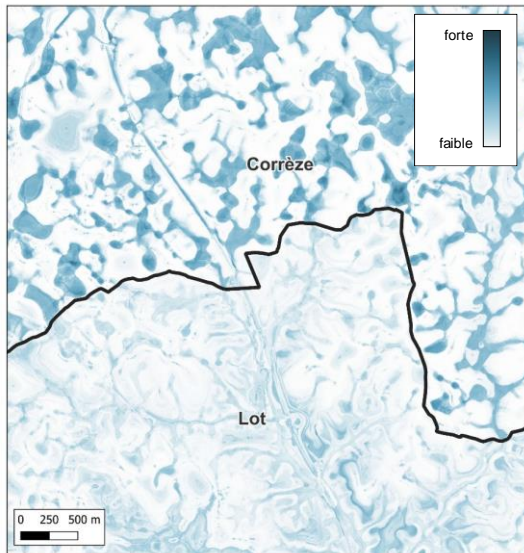
carte géologique 1/50 000 vecteur harmonisée du BRGM



Figure 38. Exemple d'artefacts liés aux limites entre matériaux parentaux identifiés dans les polygones de la Bd Charm-50. Ici des variations brutales apparaissent dans les probabilités de présence alors que les transitions écologiques dans l'espace des milieux ou zones humides vers des milieux ou des zones qui ne sont pas humides sont vraisemblablement plus progressives.

Ici l'illustration est réalisée d'après la carte géologique 1/50 000 vecteur harmonisée du BRGM issu de <https://infoterre.brgm.fr>. En ① : Fz - Alluvions argilo-sableuses à graviers et galets, limons des terrasses holocènes. En ② : m2m - Marnes bleues sableuses et marnes argileuses « Marnes du Château Saint-Martin » (Burdigalien, Miocène inférieur).  
Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

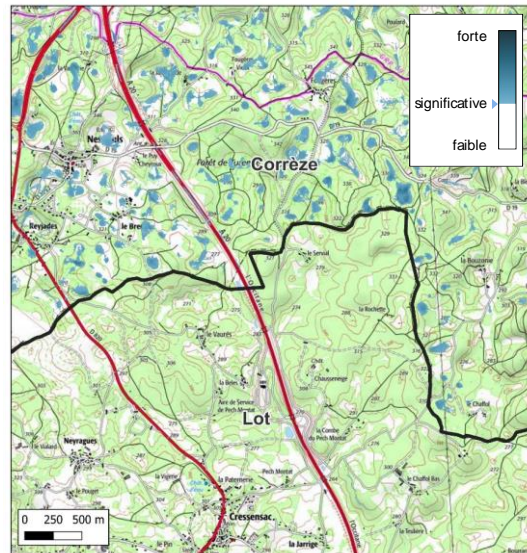


Figure 39. Exemple d'artefacts liés à une dénomination différentes des matériaux parentaux dans la Bd Charm-50 pour deux départements, alors que la nature des matériaux parentaux est similaire et devraient aboutir à des résultats similaires de part et d'autre de la limite entre les départements.

Fond de carte : SCAN 25®.

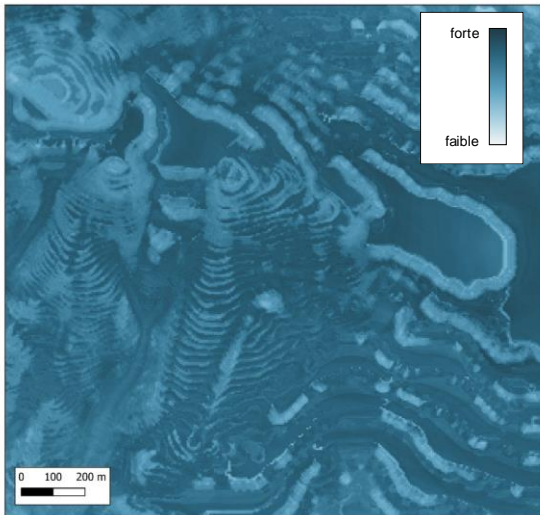
#### 8.3.4.2. Artéfacts associés au RGE ALTI®

Pour rappel, le RGE ALTI® avec une résolution de 5 m est un modèle numérique de terrain maillé qui décrit le relief français, soit la forme et l'altitude de la surface du sol. Il est un des référentiels utilisés pour construire des variables environnementales, afin d'identifier les contextes topographiques favorables à la présence de milieux ou de zones humides (par ex. certains talweg avec une accumulation de flux, certaines zones planes avec une stagnation relative des écoulements favorables à la présence de milieux ou zones humides). Le RGE ALTI® décrit la forme et l'altitude normale de la surface du sol à grande échelle (<https://geoservices.ign.fr/rgealti>), mais il n'est pas toujours strictement conforme à la réalité, surtout dans les zones où les données initiales sont peu denses ou absentes, et dans les zones de surplombs (voir <https://geoservices.ign.fr/>).

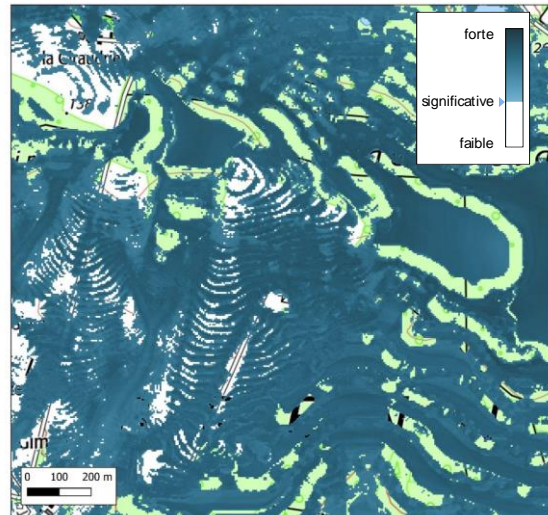
Parfois, les variations d'altitude sont identifiées par « palier » dans le RGE ALTI®, alors qu'elles ne correspondent pas à de tels paliers sur le terrain. Leur évolution est alors progressive sur le terrain (plus douce). Le RGE ALTI® a donc pour effet de générer des zones « zébrées » issues de ces « paliers », indiquant des probabilités de présence de milieux et de zones humides homogènes avec des « zébrures », alors que la probabilité de présence devrait être plus progressive dans l'espace (Figure ci-après). Ces artéfacts sont liés à la nature même du RGE ALTI®.

Une autre explication possible réside dans le fait que la résolution de 5 m est très fine pour les zones planes ou à faible pente, et induit la mise en évidence d'éléments conjoncturels (route, talus...). En revanche cette finesse est très adaptée aux zones de relief (pentes importantes) pour mettre en évidence les formes structurelles du relief (cuvette ou dépression sur versant par ex.).

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée



RGE ALTI® avec une résolution de 5 m

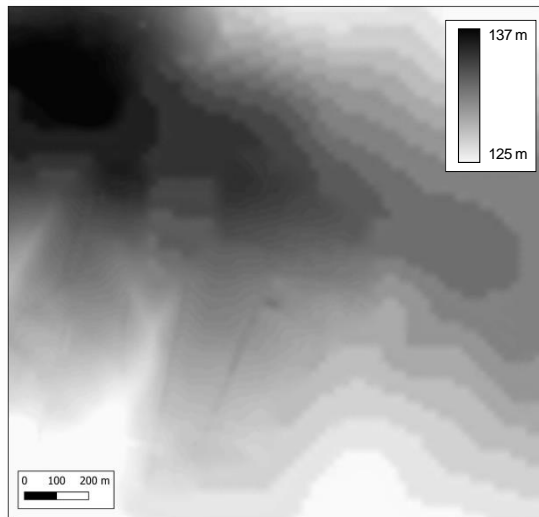
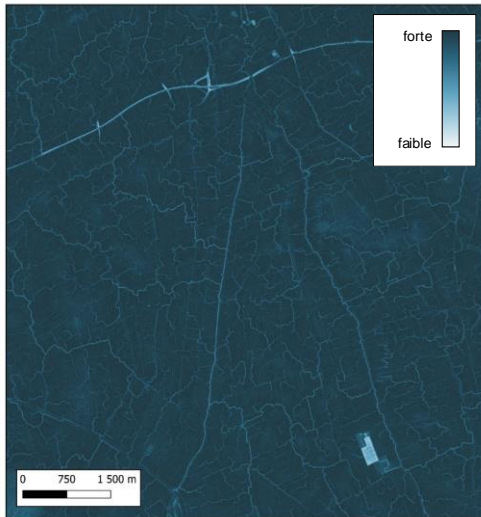


Figure 40. Exemple d'artefacts liés aux altitudes par « palier » dans le RGE ALTI® 5 m générant des probabilités de présence de milieux humides sous la forme de « zébrures ».

Fond de carte : SCAN 25®.

Étant donné que le RGE ALTI® décrit la forme et l'altitude normale de la surface du sol, il n'est pas toujours propice à l'identification des milieux et zones humides probables avant intervention anthropique. Ainsi des surélévations aménagées comme des infrastructures de transport, des remblais, des zones urbaines, des bourrelets de curage en bords de cours d'eau, des digues... en milieux ou zones humides n'apparaissent pas comme étant en milieu ou zone humide probable (Figures ci-après) induisant une sous-estimation de l'emprise des milieux ou zones humides avant aménagement de l'espace dans l'analyse des résultats. Cela peut aussi compromettre l'analyse de continuités écologiques dans l'espace qui existaient avant les aménagements. Ces artefacts sont liés aux aménagements avec des surélévations qui sont retranscrits dans le RGE ALTI®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

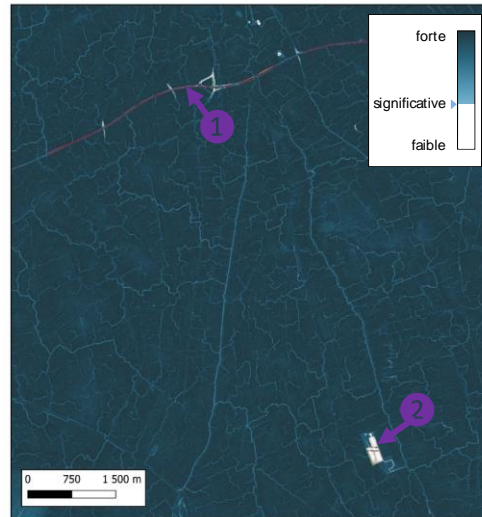
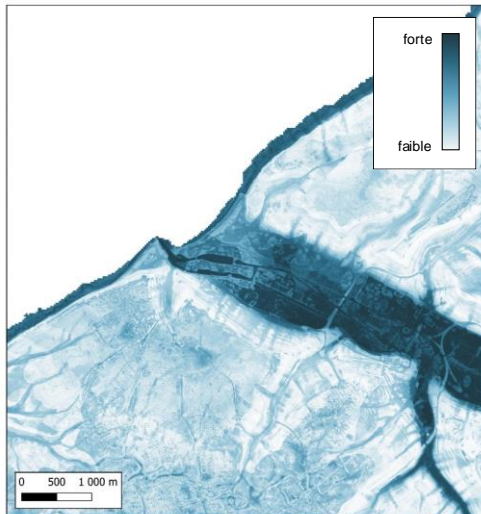


Figure 41. Exemple d'artefacts lié à des surélévations aménagées et qui peuvent compromettre la description continue de l'emprise en milieu ou zone humide probable avant aménagement. Surélévation anthropique dans un milieu humide sur le rivage marin avec 1 une infrastructure de transport et 2 un remblai.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

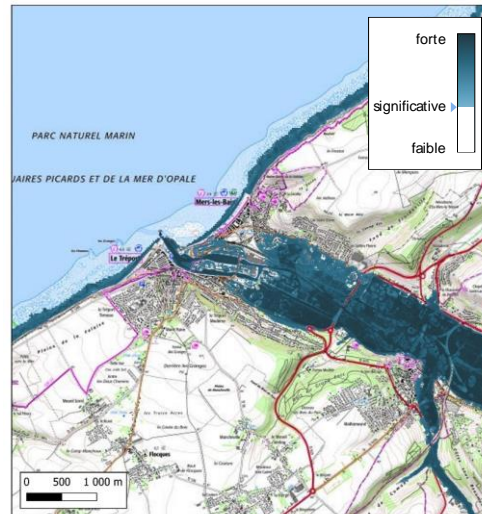
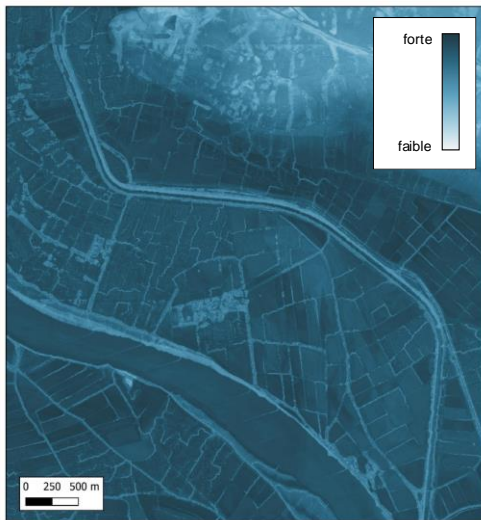


Figure 42. Exemple d'artefacts lié à des aménagements anthropiques à l'embouchure d'un fleuve, ici une urbanisation, et qui peuvent compromettre la description continue de l'emprise en milieu ou zone humide probable avant aménagement.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

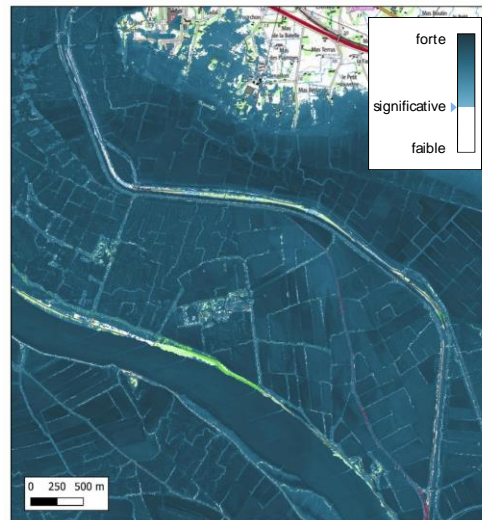
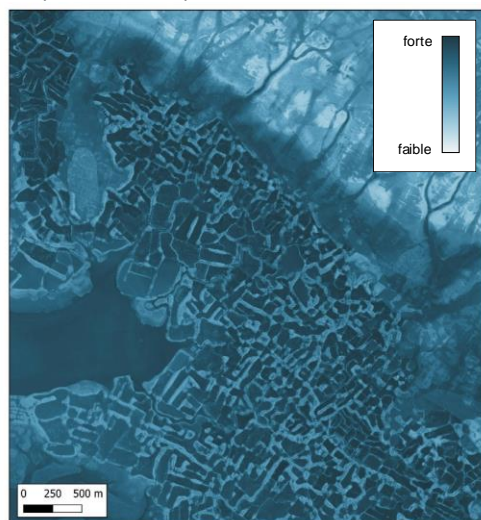


Figure 43. Exemple d'artefacts lié à des aménagements anthropiques à proximité d'un cours d'eau, ici des digues, et qui peuvent compromettre la description continue de l'emprise en milieu ou zone humide probable avant aménagement.

Fond de carte : SCAN 25®.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

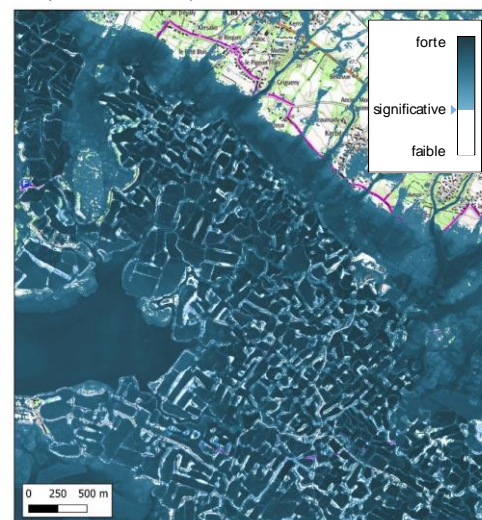
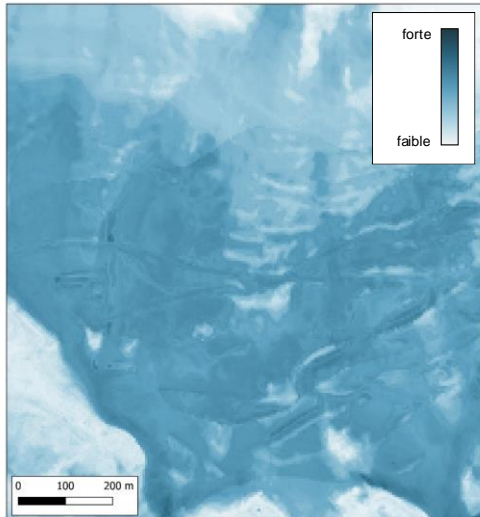


Figure 44. Exemple d'artefacts lié à des aménagements anthropiques dans des marais salants, ici des bourrelets, et qui peuvent compromettre la description continue de l'emprise en milieu ou zone humide probable avant aménagement.

Fond de carte : SCAN 25®.

Enfin des **aménagements en terrasse, ou des excavations dans le sol**,... peuvent parfois apparaître dans le RGE ALTI®, indiquant des zones favorables à des accumulations de flux, et donc des milieux ou zones humides, alors qu'ils ne sont pas propices en réalité à leur présence (Figure ci-après).

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

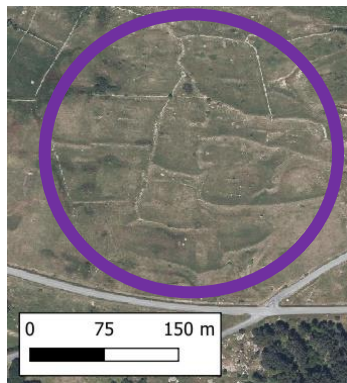
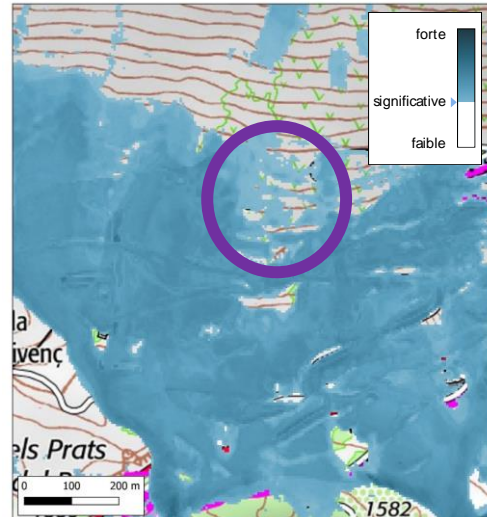


Figure 45. Exemple d'artefacts lié à des aménagements anthropiques sur un versant, avec des bourrelets successifs aménagés en travers du versant, indiquant dans le modèle des zones d'accumulation de flux en amont de chaque bourrelet, bien qu'elles soient vraisemblablement hors milieu humide. Cela peut compromettre la prélocalisation des milieux ou des zones humides.

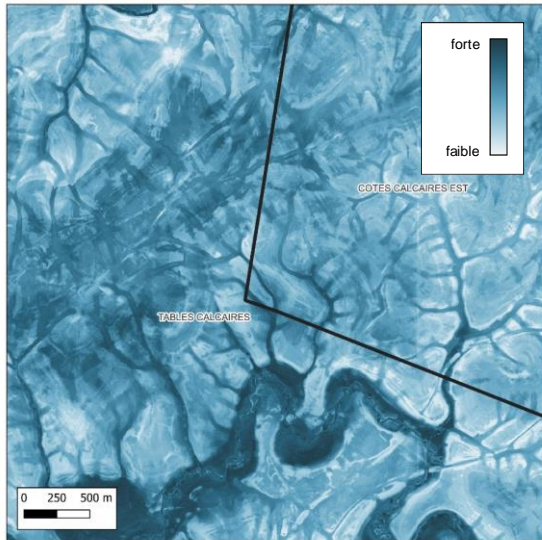
Fond de carte : SCAN 25®.

### 8.3.4.3. Artéfacts associés à seuillage par hydroécocorégion de niveau 1

Pour rappel, les hydro-écocorégions de niveau 1 sont des grands ensembles climatiques, géologiques et topographiques identifiés par Wasson *et al.* (2004). La carte de probabilité de présence seuillée est issue d'un seuil appliqué par hydroécocorégion de niveau 1.

En explorant les relevés sur le terrain et la carte de probabilité de présence seuillée, un artefact apparaît à la limite de certaines hydroécocorégions (voir Bouscary (2020), pour une discussion sur ce sujet et l'analyse selon laquelle cet effet ne génère pas de discontinuité dans les résultats). En effet, les valeurs de seuillage entre certaines hydroécocorégions peuvent être assez différentes et les délimitations entre hydroécocorégions peuvent donc parfois être assez « grossières ». Cela cause parfois une impression assez artificielle au sujet de la différence entre le résultat de la prélocalisation seuillée de part et d'autre de la limite entre hydroécocorégions ; alors que souvent, des différences graduelles, progressives, devraient être observées, plus fidèles aux réalités de terrain. (Figure ci-après).

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

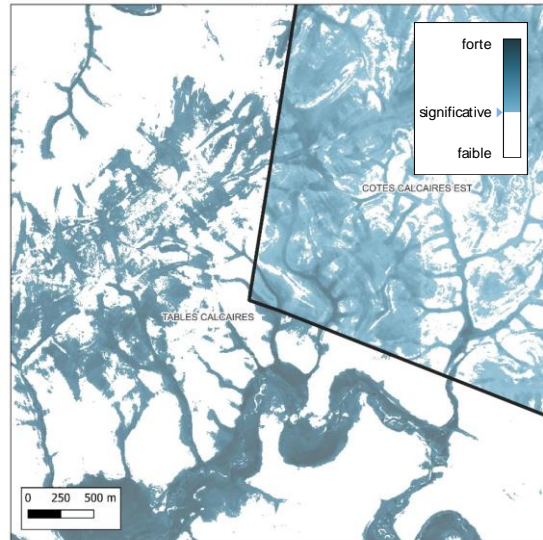
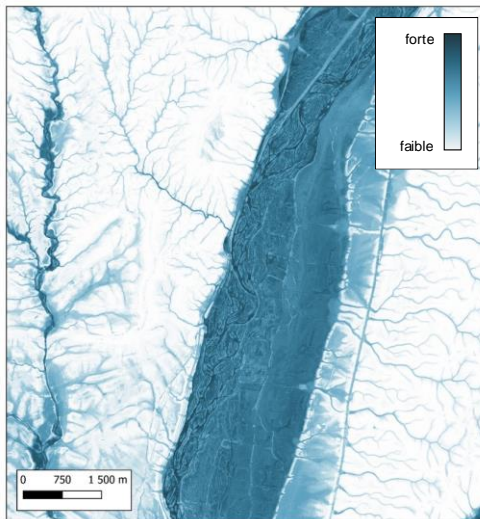


Figure 46. Exemple d'artefacts liés au seuillage par hydro-écorégion. L'artefact est observable sur la carte de probabilité de présence seuillée, de part et d'autre de la limite entre les hydro-écorégions « Tables calcaires » à gauche et « Côtes calcaires Est » à droite.

D'autres formes d'artefacts apparaissent suite au seuillage par hydro-écorégion. Même si les milieux alluviaux de têtes de bassin versant ou de basse vallée apparaissent bien comme étant propices à la présence de milieux ou zones humides sur la carte probabiliste, le seuillage réalisé sur l'ensemble des milieux ou zones humides d'une même hydroécorégion a pour effet parfois de générer des effets « mouchetés » dans les plaines alluviales et des discontinuités le long des cours d'eau en tête de bassin versant, alors qu'une enveloppe plus homogène, plus continue devrait apparaître. Cet effet sur les milieux humides alluviaux est illustré par les Figures ci-après mais il peut aussi concerner d'autres systèmes hydrogéomorphologiques (par ex. milieu ou zone humide de plateau) dont la prélocalisation seuillée est alors discontinue.

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

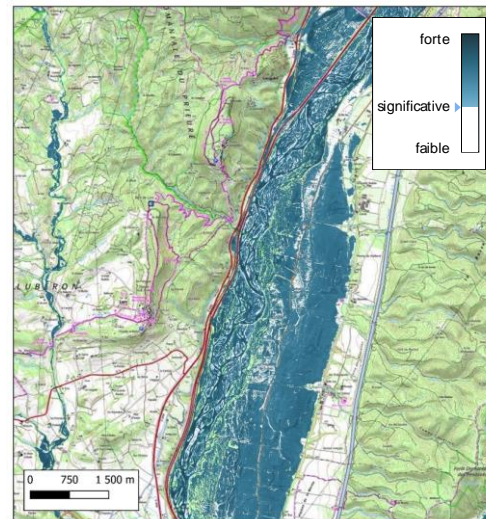
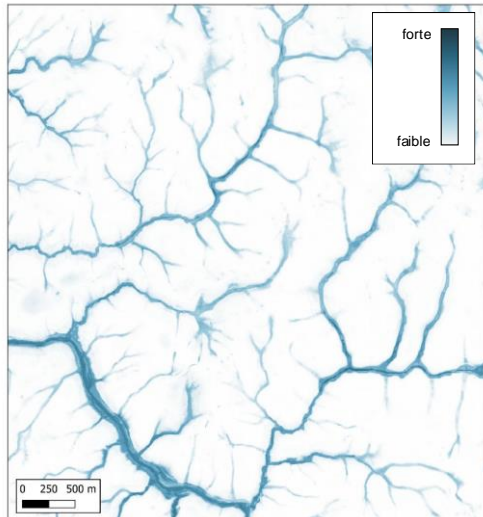


Figure 47. Exemple d'artefacts lié au seuillage par hydro-écorégion qui indique bien une enveloppe favorable à la présence de milieu ou zone humide dans la plaine alluviale, mais qui apparaît sous une forme « mouchetée », discontinue, après seuillage par hydro-écorégion.

Fond de carte : SCAN 25®.



carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

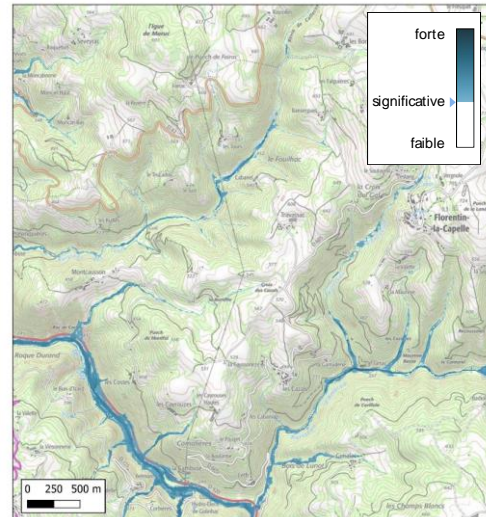


Figure 48. Exemple d'artefacts lié au seuillage par hydro-écorégion qui indique bien une enveloppe favorable à la présence de milieu ou zone humide dans la plaine alluviale, mais qui apparaît sous une forme « mouchetée », discontinue, après seuillage par hydro-écorégion.

Fond de carte : SCAN 25®.

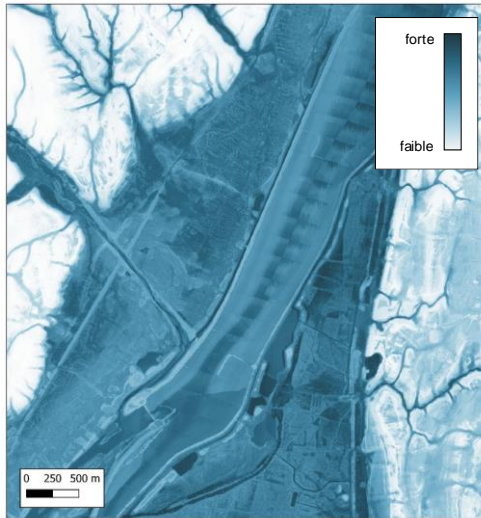
#### 8.3.4.4. Artéfacts sur des milieux aquatiques

Certaines étendues de pleine eau n'apparaissent pas dans la prélocalisation des milieux humides, par ex. certains fleuves, lacs, retenues d'eau artificielles, étangs...

La RGE ALTI® est dérivée soit d'acquisitions photogrammétriques, soit d'acquisitions LiDAR. Dans les deux cas, le relief sous l'eau n'est pas détecté, ce qui engendre des trous dans le nuage de points. Lors de l'interpolation spatiale (qui permet de transformer le semis de points discontinu en une grille raster continue), l'altitude des surfaces en eau correspond à l'altitude de la hauteur d'eau au niveau des berges au moment de l'acquisition aéroportée. Cela explique la sous-détection des surfaces en eau sur la carte de prélocalisation des milieux humides et des zones humides. Notez qu'il est possible de remédier à ce problème en ajoutant les milieux aquatiques de la BD TOPAGE®<sup>11</sup> au résultat du projet.

<sup>11</sup> Avec les couches : « SurfaceElementaire\_FXX », « TronconHydrographique\_FXX », « PlanEau\_FXX ».

carte de probabilité de présence



carte de probabilité de présence seuillée

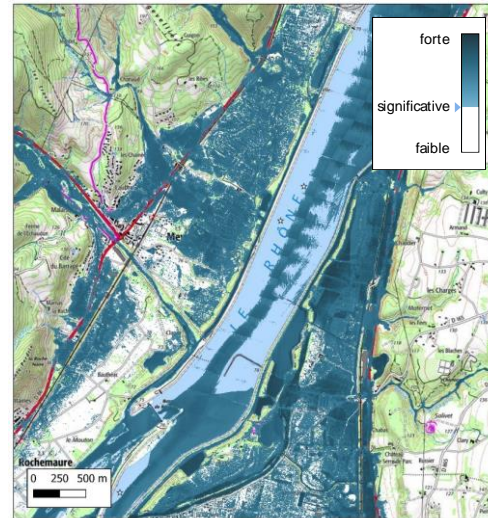


Figure 49. Exemple d'artefacts sur une étendue d'eau qui n'est pas intégralement prélocalisée comme étant en milieu humide dans la carte de probabilité de présence seuillée.

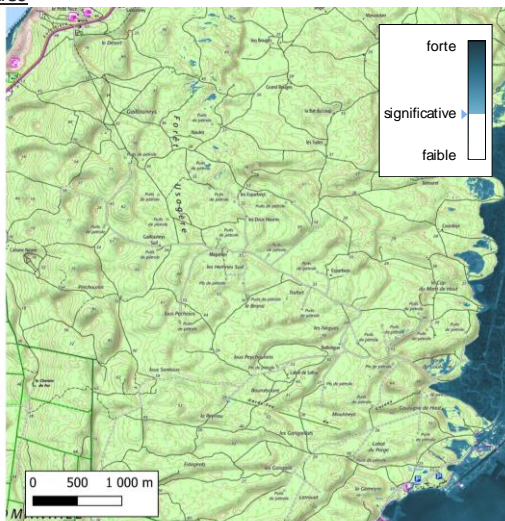
Fond de carte : SCAN 25®.

### 8.3.5. Commentaires sur les résultats localement différents suite aux recours à des modélisations distinctes pour prélocaliser les milieux humides et les zones humides

Deux modèles distincts ont été employés pour prélocaliser les milieux et les zones humides, puisque les définitions des milieux et des zones humides sont emboîtées mais différentes. Dans ces modèles, une même donnée d'archive qui les alimente peut donc être considérée comme une donnée de présence de milieu humide dans un premier modèle, mais pas comme une donnée de présence de zone humide dans le second modèle.

En réalité, toutes les zones humides sont bien des milieux humides. En revanche, localement, il est possible que des zones humides prélocalisées par modélisation ne soient pas prélocalisées en milieux humides (Voir Figure ci-après). Cela tient au fait d'avoir réalisé des modèles distincts qui sont dans l'ensemble cohérents mais qui localement peuvent présenter des différences dans les résultats produits.

carte de probabilité de présence seuillée des milieux hu-  
mides



carte de probabilité de présence seuillée des zones humides

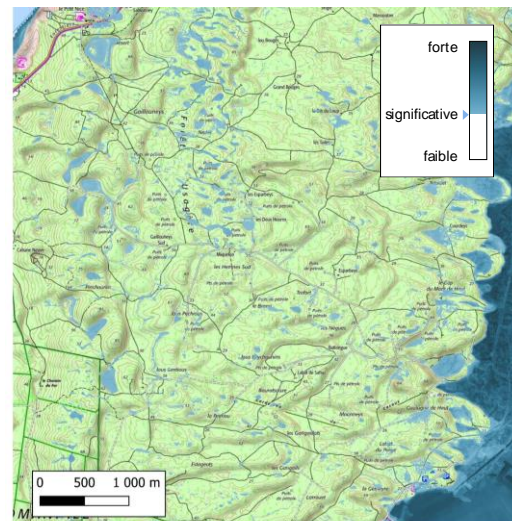


Figure 50. Résultats localement différents suite aux recours à des modélisations distinctes pour prélocaliser les milieux humides et les zones humides.

Fond de carte : SCAN 25®.

## 8.4. Commentaire sur le résultat de la prélocalisation à partir de statistiques sommaires

L'analyse suivante fournit un aperçu de la fréquence des relevés par classes de probabilité de présence en milieux ou en zones humides, à l'issue de la prélocalisation. Cette analyse est d'abord réalisée sur la couche probabiliste de présence des milieux humides et des zones humides. Il est ainsi possible d'effectuer une analyse globale de la relation entre la probabilité de présence en milieux ou zones humides identifiée à l'échelle du pixel et la présence de milieu ou de zones humides sur un relevé « terrain » affecté à ce même pixel. Cela appelle ensuite nécessairement une analyse statistique (voir dans la section suivante, l'indice PR-AUC).

Sur les Figures ci-après, la fréquence relative des relevés en milieux humides suit globalement bien le résultat assigné par la prélocalisation à ces mêmes relevés, en termes de probabilité de présence de milieux humides. Par ex. parmi les quelques 200 relevés sur des pixels avec une valeur de probabilité de présence en milieux humides comprise entre [0-10 %], on peut s'attendre à observer entre 0 et environ 10 % de relevés en milieux humides, et il y a environ 10 % des relevés en milieux humides. De légers écarts sont toutefois observables selon les classes, avec des fréquences de milieux humides parfois plus importantes, ou moins importantes qu'attendu. Un constat similaire peut être réalisé sur les zones humides mais avec des écarts plus flagrants, en particulier sur les classes de probabilité les plus élevées (par ex. entre ]80-90 %] et ]90-100 %] ; indiquant donc des probabilités parfois élevées associés à des relevés sans zone humide observée sur le terrain.

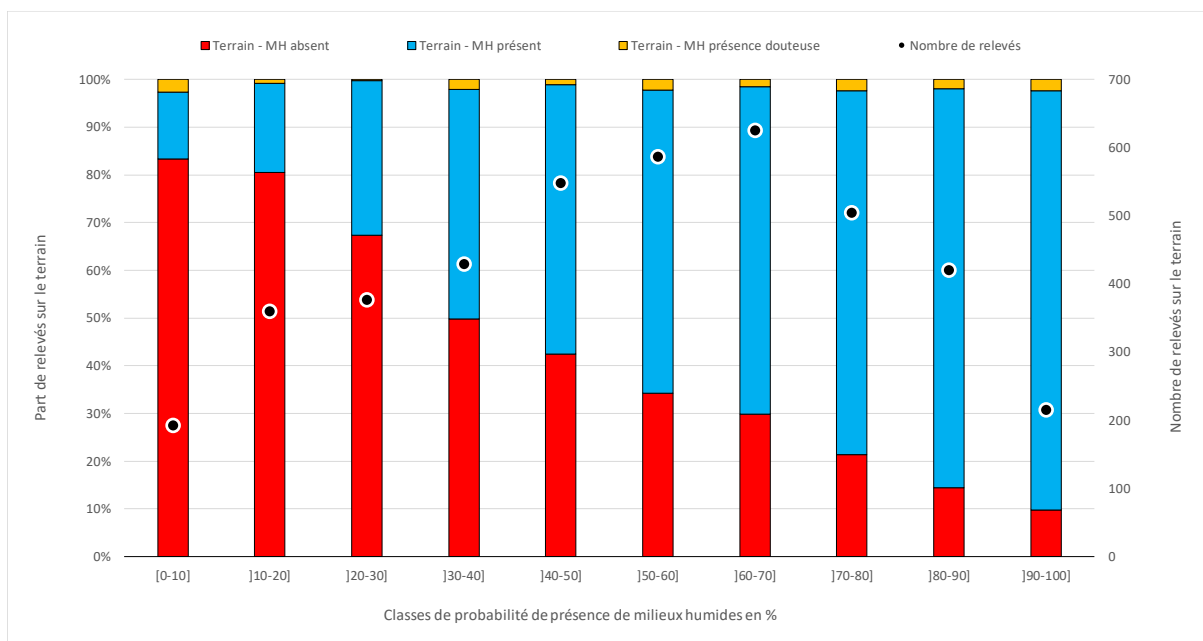


Figure 51. Fréquence relative des relevés sur le terrain en milieux humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des milieux humides (regroupés par classes de probabilité à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés.

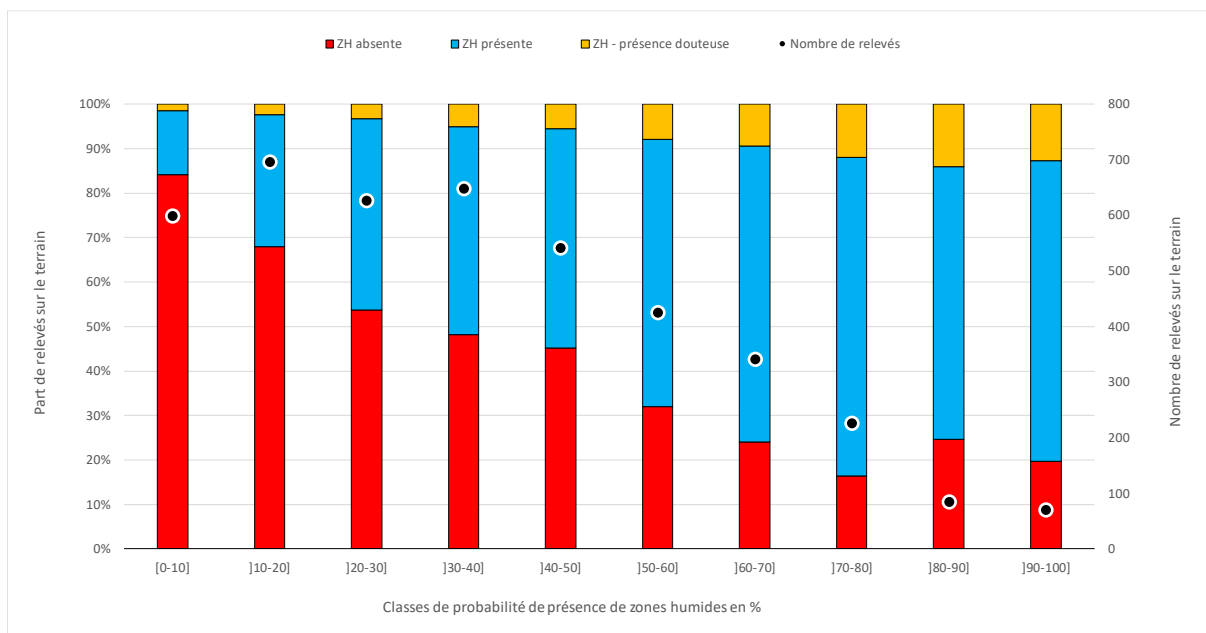


Figure 52. Fréquence relative des relevés sur le terrain en zones humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des zones humides (regroupés par classes de probabilité à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés.

Sur les Figures ci-après, le résultat des deux Figures précédentes est décliné par système hydrogéomorphologique. Il est possible de constater :

- pour les systèmes hydrogéomorphologiques « alluviaux ou estuariens », de « plateau » et « riverain d'étendues d'eau » : la fréquence relative des relevés en milieux humides suit globalement bien le résultat assigné par la prélocalisation à ces mêmes relevés, en termes de probabilité de présence de milieux humides, avec des écarts plus ou moins légers qui sont observables ;
- pour les systèmes hydrogéomorphologiques de « sources et suintements » ou de « dépressions et pannes dunaires » : la fréquence relative des relevés en milieux humides s'écarte parfois de manière assez importante du résultat assigné par la prélocalisation à ces mêmes relevés, en termes de probabilité de présence de milieux humides, avec des écarts plus ou moins forts qui sont observables.



Figure 53. Fréquence relative des relevés sur le terrain en milieux humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des milieux humides (regroupés par classes de probabilité à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés et selon le système hydrogéomorphologique relevé sur le terrain.

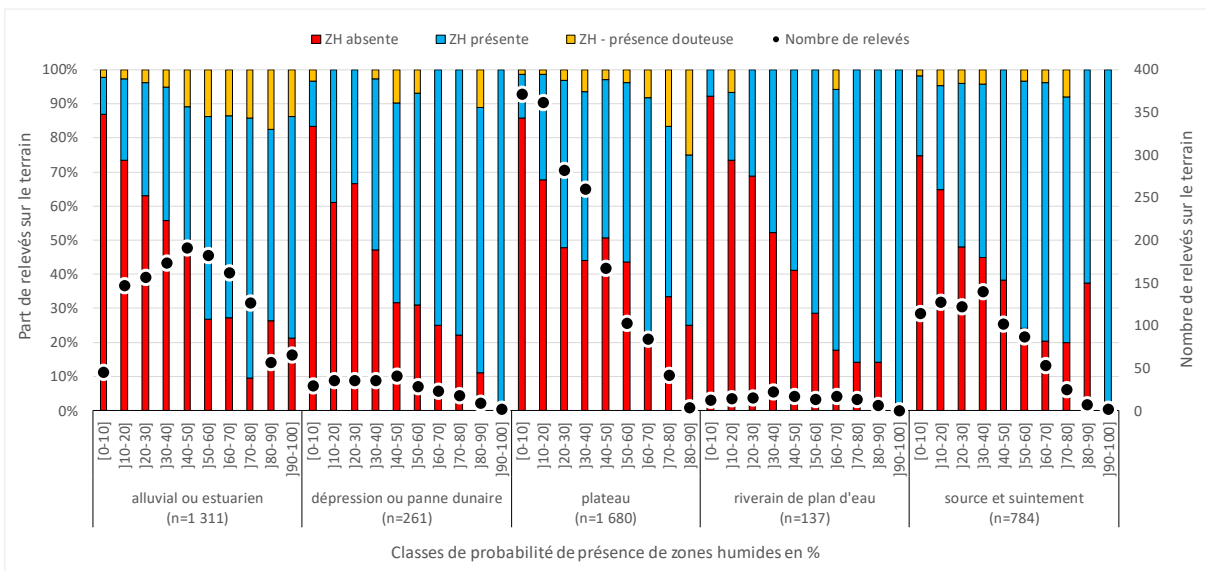


Figure 54. Fréquence relative des relevés sur le terrain en zones humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des zones humides (regroupés par classes de probabilité à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés et selon le système hydrogéomorphologique relevé sur le terrain.

Le lecteur se tournera vers l'Annexe 2, pour poursuivre plus avant cette analyse selon le relief, le matériau parental et les conditions climatiques dominantes.

L'analyse suivante fournit un aperçu de la fréquence des relevés prélocalisés en milieux ou en zones humides et hors milieux humides ou hors zones humides, à l'issue de la prélocalisation. Cette analyse est ici réalisée sur la couche probabiliste seuillée de présence des milieux humides et des zones humides. Il est ainsi possible d'effectuer une analyse globale de la relation entre la présence-absence de milieux ou zones humides identifiée à l'échelle du pixel et la présence de milieux ou de zones humides sur un relevé « terrain » affectée à ce même pixel. Cela appelle ensuite nécessairement une analyse statistique (voir dans la section suivante, les indices F1-score et OA).

L'identification des relevés dans ou hors milieux ou zones humides est « juste » à l'issue du seuillage sur la prélocalisation probabiliste dans 67 % des cas pour les milieux humides et 62 % des cas pour les zones humides. Les erreurs d'omission et de commission sont en fréquence équivalentes pour les milieux humides, alors que la fréquence des erreurs de commission est plus importante que les erreurs d'omission pour les zones humides (Figure ci-après). Voir l'Annexe 3, pour consulter la distribution des écarts entre les valeurs de probabilité attribuées au pixel et le seuil fixé par hydroécocorégion de niveau 1 pour identifier la présence-absence probable de milieux ou zones humides avec la carte probabiliste seuillée.

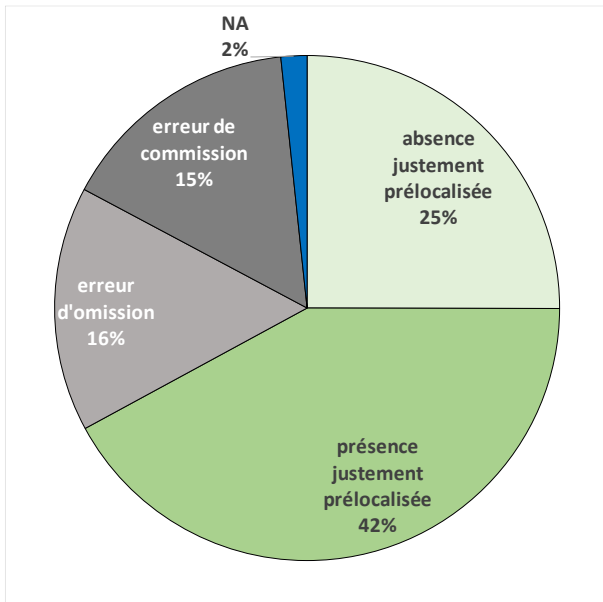


Figure 55. Fréquence relative des relevés sur le terrain « justement » prélocalisés en milieux humides, hors milieux humides et erreurs relatives selon le résultat de la carte de probabilité seuillée des milieux humides.

Erreurs d'omission : milieux humides identifiés sur le terrain mais qui ne sont pas inclus dans la prélocalisation seuillée.

Erreurs de commission : milieux non humides identifiés sur le terrain mais qui sont inclus dans la prélocalisation seuillée.

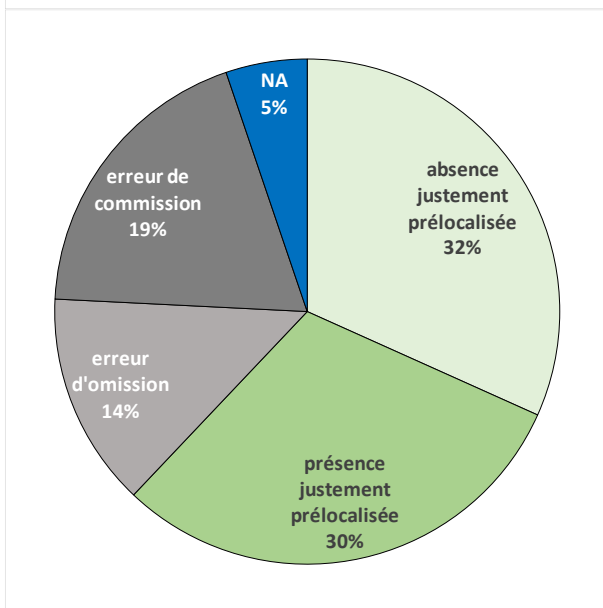


Figure 56. Fréquence relative des relevés sur le terrain « justement » prélocalisés en zones humides, hors zones humides et erreurs relatives selon le résultat de la carte de probabilité seuillée des zones humides.

Erreurs d'omission : zones humides identifiées sur le terrain mais qui ne sont pas incluses dans la prélocalisation seuillée.

Erreurs de commission : zones non humides identifiées sur le terrain mais qui sont incluses dans la prélocalisation seuillée.

Les milieux et les zones humides et non humides sont en général les plus « justement » prélocalisés avec la couche probabiliste seuillée pour les milieux et zones humides riveraines d'étendue d'eau. Concernant les milieux humides, la justesse pour les milieux alluviaux ou estuariens, de dépression ou panne dunaire et de plateau est similaire, alors que la justesse de l'identification des milieux humides de sources et suintements est la moins bonne. Concernant les zones humides, la justesse pour les différents systèmes hydrogéomorphologiques est similaire (il convient de tenir compte du fait que 9 % des relevés en milieux alluviaux ou estuariens n'ont pas été identifiés formellement sur le terrain comme étant ou non en zones humides, par ex. Fluviosol sans traits d'hydromorphie proches de la surface où ils seraient nécessaires d'observer la présence de la nappe pendant une période prolongée de l'année pour identifier la présence de zone humide) (Figures ci-après).

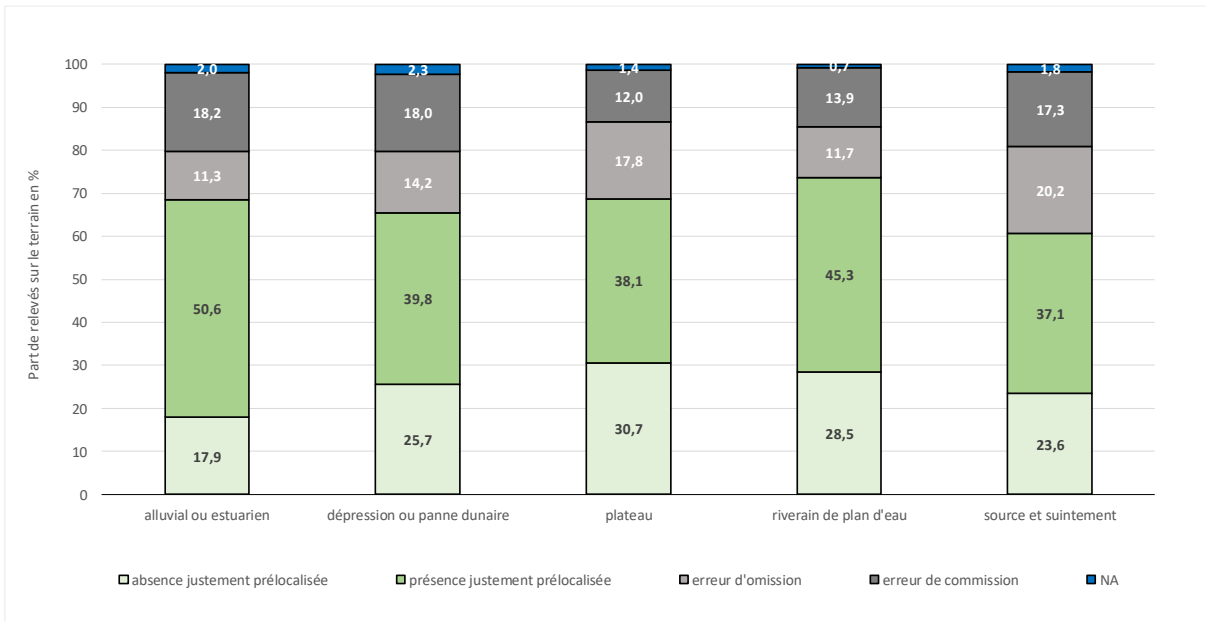


Figure 57. Fréquence relative des relevés sur le terrain justement prélocalisés en milieux humides, hors milieux humides et erreurs relatives par système hydrogéomorphologique selon le résultat de la carte probabiliste seuillée des milieux humides.

Erreurs d'omission : milieux humides identifiés sur le terrain mais qui ne sont pas inclus dans la prélocalisation seuillée.  
 Erreurs de commission : milieux non humides identifiés sur le terrain mais qui sont inclus dans la prélocalisation seuillée.

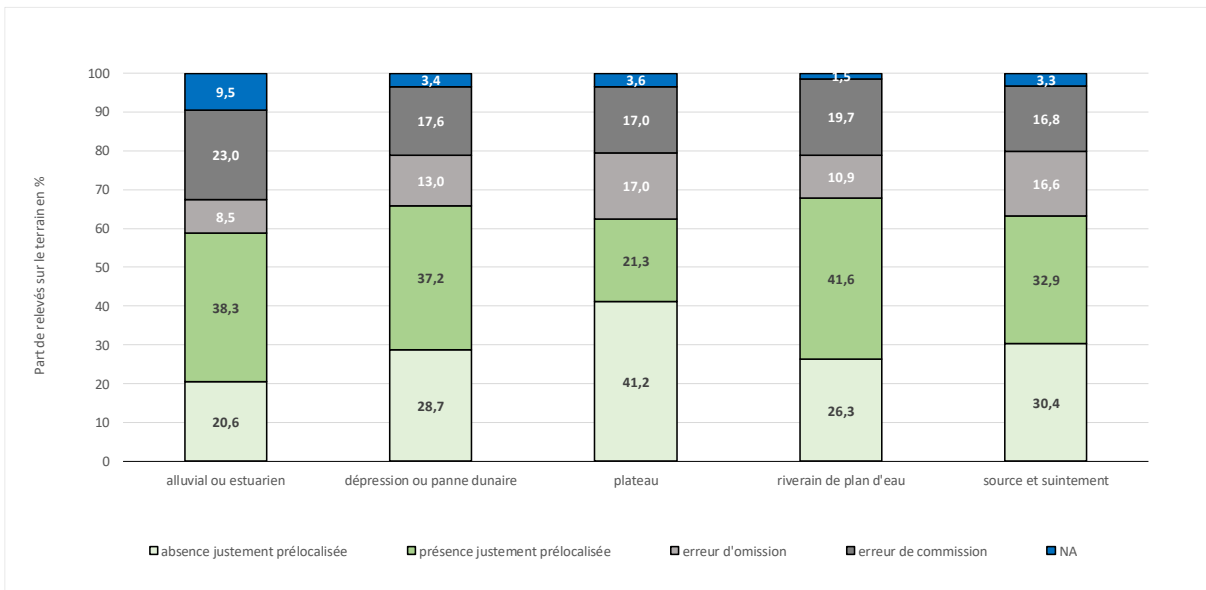


Figure 58. Fréquence relative des relevés sur le terrain justement prélocalisés en zones humides, hors zones humides et erreurs relatives par système hydrogéomorphologique selon le résultat de la carte de probabilité seuillée des zones humides.

Erreurs d'omission : zones humides identifiées sur le terrain mais qui ne sont pas incluses dans la prélocalisation seuillée.  
 Erreurs de commission : zones non humides identifiées sur le terrain mais qui sont incluses dans la prélocalisation seuillée.

## 8.5. Évaluation statistique de la qualité de la prélocalisation avec les jeux de données de terrain de 2021 et de 2022

### 8.5.1. Qualité de la prélocalisation des milieux et zones humides à l'échelle nationale

Le jeu de données collectées sur le terrain a permis de mesurer trois indicateurs de qualité de la prélocalisation (une valeur de 0 indiquant une qualité médiocre et une valeur de 1 indiquant une qualité parfaite) :

- PR-AUC (« *Area Under Precision Recall Curve* »). Cet indicateur permet d'évaluer la qualité des probabilités de présence prédites des milieux humides d'une part et des zones humides d'autre part. **Sur la France entière, la précision statistique du résultat pour les milieux humides est de 0,79. Sur la France entière, la précision statistique du résultat pour les zones humides est de 0,67 ;**
- F1-Score. Il évalue la qualité de la prélocalisation des milieux humides d'une part et des zones humides d'autre part. Il est appliqué sur la carte de probabilité de présence seuillée. **Sur la France entière, sa valeur est de 0,73 pour les milieux humides et de 0,65 pour les zones humides ;**
- OA (« *overall accuracy* » ou précision globale). Il évalue la qualité de la prélocalisation des milieux humides et des milieux non humides d'une part et des zones humides et des zones non humides d'autre part. Il est appliqué sur la carte de probabilité de présence seuillée. **Sur la France entière, sa valeur est de 0,68 pour les milieux humides et de 0,65 pour les zones humides.**

➔ Pour plus d'informations sur le calcul des indicateurs voir Rapinel *et al.* (2023a).

Ces statistiques sont légèrement différentes de celles publiées dans Rapinel *et al.* (2023b), car des corrections ponctuelles ont été réalisées sur la base de retours critiques étayés d'acteurs locaux sur le seuillage local par hydro-écorégion de niveau 1. Cela a conduit les auteurs de la cartographie à réexaminer les seuils. Ainsi, les résultats cartographiques de la prélocalisation présentés dans ce rapport sont légèrement supérieurs (Tableau ci-après).



Tableau 10. Tableau des seuils par hydroécocorégion appliqués aux prélocalisations des milieux et des zones humides.

Hydroécocorégion de niveau 1	Seuil MH initial	Seuil MH révisé - final	Seuil ZH initial	Seuil ZH révisé - final
Pyrénées	0,31	0,31	0,29	0,29
Alpes internes	0,15	0,22	0,22	0,35
Massif central sud	0,39	0,39	0,33	0,33
Vosges	0,27	0,27	0,16	0,16
Jura-Préalpes du nord	0,26	0,26	0,37	0,37
Méditerranéen	0,58	0,58	0,44	0,5
Préalpes du sud	0,40	0,40	0,36	0,36
Cévennes	0,36	0,36	0,46	0,46
Tables calcaires	0,60	0,60	0,33	0,33
Cotes calcaires est	0,35	0,35	0,22	0,22
Causses aquitains	0,36	0,36	0,32	0,38
Armoricain	0,58	0,58	0,31	0,31
Landes	0,54	0,54	0,29	0,29
Coteaux aquitains	0,41	0,41	0,22	0,22
Plaine Saône	0,43	0,43	0,29	0,29
Corse	0,52	0,52	0,33	0,33
Dépressions sédimentaires	0,61	0,65	0,36	0,45
Alsace	0,62	0,65	0,42	0,45
Grands causses	0,36	0,36	0,46	0,46
Dépôts argilo sableux	0,57	0,57	0,28	0,28
Massif central nord	0,56	0,56	0,24	0,24
Ardennes	0,47	0,47	0,51	0,51

Les résultats dans l'ensemble sont bons, mais ils suggèrent aussi que des marges de progrès restent à exploiter à l'avenir. En effet, des erreurs d'omissions et de commissions relevables en comparant de manière empirique le résultat des prélocalisations et les relevés sur le terrain et en explorant plus largement les résultats des prélocalisations indiquent des pistes sur lesquelles il est encore possible de progresser :

- des milieux et zones humides de sources et suintements, à flancs de versants, sur des plateaux, hors talwegs et sans écoulement « chenalisé » en aval (par ex. très fréquents dans certains secteurs des Alpes ou des Pyrénées) n'apparaissent souvent pas dans la prélocalisation → **erreur d'omission** ;
- certaines zones de pleine eau n'apparaissent parfois pas dans la prélocalisation → **erreur d'omission**. Notez qu'il est possible de remédier à ce problème en ajoutant les milieux aquatiques de la BD TOPAGE® au résultat du projet ;
- certains milieux et zones humides de très faible superficie, présents à la faveur de contextes topographique, géologique et/ou hydrologique ne sont parfois pas prélocalisés → **erreur d'omission** ;
- certains milieux et zones humides de têtes de bassins versants ne sont parfois pas prélocalisés dans la carte de probabilité de présence seuillée. Le seuillage par hydroécocorégion n'est pas propice à les révéler, bien que la carte probabiliste montre que ces milieux et zones humides de têtes de bassins versants y sont plus probables que sur les terres adjacentes → **erreur d'omission** ;
- concernant les zones humides alluviales, il n'est pas toujours évident de déterminer s'il faut soustraire certains bancs d'alluvions (ou bourrelets alluviaux) avec une flore xérophile et des sols sans caractéristique de zone humide. Ils ne sont donc pas des zones humides au sens de la

réglementation en vigueur ; mais ils sont parfois tout de même prélocalisés en zones humides mêmes s'ils peuvent à juste titre être prélocalisés en milieux humides ;

- les terres adjacentes aux cours d'eau, avec une faible dénivellation par rapport au cours d'eau, sont souvent prélocalisées en milieu ou zone humide, alors que localement elles ne peuvent ne pas être des milieux ou des zones humides (par ex. présence de sols parfois issus de matériaux calcaires comme des Calcosols) → **erreur de commission ;**
- certains fonds de talweg en bas de zone d'accumulation de flux modélisés sont parfois prélocalisés, alors qu'ils ne sont pas propices à la présence de milieu ou zone humide, en raison d'un matériau parental perméable sous-jacent → **erreur de commission ;**
- des dépressions qui ne sont pas en milieu ou zone humide (par ex. en secteur karstique sans matériau perméable dans certaines dépressions) apparaissent toutefois souvent dans la prélocalisation. Elles sont alors souvent indiquées avec des probabilités juste au-dessus des seuils significatifs de prélocalisation → **erreur de commission ;**
- les contextes alluviaux peuvent être propices à la présence de milieux et de zones humides sur des étendues relativement vastes autour du cours d'eau selon le relief, la nature du matériau parental... La prélocalisation peut parfois être trop généreuse (en s'étendant trop loin autour du réseau hydrographique) ou au contraire être trop réduite (en ne s'étendant pas assez loin du réseau hydrographique) → **erreur d'omission ou de commission selon les contextes ;**
- l'apparition de milieux ou zones humides dans des fonds de talwegs, depuis par ex. l'aval immédiat de l'émergence de sources bien localisées, n'est pas toujours prélocalisée avec une grande justesse (parfois la prélocalisation démarre trop en aval et parfois trop en amont) → **erreur d'omission ou de commission selon les contextes ;**
- ...

Des pistes d'amélioration concrètes sont discutées pour remédier à ces problèmes dans la section VIII.7 Perspectives. **Par ailleurs, il convient de souligner qu'une carte des milieux ou zones humides issues d'une prélocalisation à partir de modèles, ne sera jamais aussi précise que la carte des milieux ou zones humides issues d'un travail d'identification et délimitation, objectif et conséquent, sur le terrain (voir Tiner 2016), qui peut toutefois lui aussi comporter des erreurs qui sont rarement quantifiées pour ces dernières.** En cela, rappelons que les cartes de prélocalisation permettent d'identifier des milieux et zones humides probables, et qu'elles sont une des informations préalables de contextualisation à l'acquisition d'informations sur le terrain, pour identifier les milieux et zones humides effectifs (voir l'Encadré 1).

## 8.5.2. Qualité de la prélocalisation des milieux et zones humides à l'échelle des hydro-écorégions de niveau 1

Les indicateurs de qualité ont également été analysés par hydro-écorégion de niveau 1 (Tableau ci-après). Globalement, les indicateurs prennent tous des valeurs relativement élevées, confortant donc la démarche méthodologique mise en œuvre pour parvenir à prélocaliser avec fiabilité les milieux humides. Notez, que ces indicateurs ont des valeurs particulièrement élevées dans certaines hydro-écorégions comme la « Plaine de la Saône » ou les « Dépôts argilo sableux », puisque quasiment l'intégralité des ces hydro-écorégions est en milieu humide, il est facile d'y prélocaliser les milieux humides. Les milieux cristallins comme les hydro-écorégions : massif Central sud, Armoricaïn, Landes, Ardennes par exemple montrent des indicateurs de qualité légèrement supérieurs aux milieux calcaires et montagneux.

Il convient d'être prudent quant à l'évaluation de la qualité de la prélocalisation sur les hydro-écorégions qui contiennent très peu de relevés comme les Ardennes, les Cévennes ou encore les dépôts argilo-sableux. Les résultats d'hydroécorégions n'ont pas pu être évalués du fait de l'absence ou de la rareté de relevés réalisés dans le cadre du présent projet.

Tableau 11. Qualité de la prélocalisation des milieux humides par hydro-écorégion de niveau 1 d'après les données de terrain de 2021-2022 (n = 4192) (issu de Rapinel et al. 2023a).

Hydroécorégion de niveau 1	Code HER	Nombre de relevés sur le terrain	PR-AUC	F1-score	OA
Pyrénées	1	25	0,36	0,4	0,64
Alpes internes	2	222	0,76	0,72	0,6
Massif central sud	3	366	0,79	0,69	0,72
Vosges	4	5	NA	NA	NA
Jura-Préalpes du nord	5	318	0,73	0,73	0,69
Méditerranéen	6	127	0,72	0,7	0,69
Préalpes du sud	7	22	NA	0	0,82
Cévennes	8	39	0,91	0,76	0,72
Tables calcaires	9	435	0,77	0,66	0,6
Cotes calcaires est	10	404	0,77	0,8	0,71
Causses aquitains	11	147	0,69	0,64	0,65
Armoricaïn	12	1027	0,85	0,72	0,68
Landes	13	151	0,79	0,62	0,61
Coteaux aquitains	14	126	0,74	0,79	0,69
Plaine Saône	15	317	0,95	0,91	0,85
Corse	16	72	0,71	0,66	0,6
Dépressions sédimentaires	17	54	0,57	0,54	0,69
Alsace	18	5	NA	NA	NA
Grands causses	19	0	NA	NA	NA
Dépôts argilo sableux	20	31	0,85	0,81	0,74
Massif central nord	21	243	0,75	0,52	0,63
Ardennes	22	56	0,86	0,73	0,7

Tableau 12. Qualité de la prélocalisation des zones humides par hydro-écorégion d'après les données de terrain de 2021-2022 (n = 4041) (issu de Rapinel et al. 2023a).

Hydroécorégion de niveau 1	Code HER	Nombre de relevés sur le terrain	PR-AUC	F1-score	OA
Pyrénées	1	25	0,42	0,4	0,64
Alpes internes	2	220	0,73	0,72	0,66
Massif central sud	3	363	0,76	0,66	0,71
Vosges	4	5	NA	NA	NA
Jura-Préalpes du nord	5	315	0,67	0,62	0,7
Méditerranéen	6	108	0,61	0,54	0,66
Préalpes du sud	7	22	NA	0,67	0,95
Cévennes	8	30	0,69	0,36	0,53
Tables calcaires	9	418	0,67	0,57	0,57
Cotes calcaires est	10	374	0,58	0,63	0,62
Causses aquitains	11	133	0,64	0,6	0,69
Armoricaïn	12	1018	0,76	0,68	0,66
Landes	13	135	0,71	0,63	0,61
Coteaux aquitains	14	120	0,66	0,67	0,54
Plaine Saône	15	299	0,69	0,75	0,68
Corse	16	72	0,71	0,65	0,58
Dépressions sédimentaires	17	54	0,22	0,16	0,61
Alsace	18	4	NA	0,86	0,75
Grands causses	19	0	NA	NA	NA
Dépôts argilo sableux	20	31	0,83	0,63	0,52
Massif central nord	21	239	0,71	0,68	0,73
Ardennes	22	56	0,89	0,6	0,7

## 8.6. Comparaison de la prélocalisation des milieux humides aux cartes nationales et internationales préexistantes

Les données collectées en 2021-2022 ont été utilisées pour mener une comparaison statistique des cartes produites dans le cadre du présent projet avec autres cartes ayant pour vocation de prélocaliser les milieux humides à l'échelle internationale et nationale en France métropolitaine. Les principales initiatives recensées sont représentées dans le tableau ci-après.

Notez qu'aucune comparaison n'a été faite avec la carte pan-méditerranéenne des zones humides potentielles « *pan-Mediterranean map of Potential Wetland Areas* » à paraître prochainement. Pour plus d'informations voir Weise *et al.* (2020) et Guelmami *et al.* (sous presse).

Tableau 13. Cartes de milieux humides préexistantes à l'échelle internationale (incluant la métropole française) et à l'échelle nationale (traduit de Rapinel *et al.* 2023b).

	Résolution (m)	Modélisation des écoulements	Information sur les zones d' eau libre	Information sur la végétation	Références
<b>Mondiale</b>					
<i>Composite global wetland map (topography-climate wetness index) (CW_TCI)</i>	500	✓	✓		Tootchi <i>et al.</i> (2019)
<i>Composite global wetland map (« water table depth ») (CW_WTD)</i>	500	✓	✓		Tootchi <i>et al.</i> (2019)
<i>Copernicus Global Land Service (classes: « herbaceous wetland ») (GLS)</i>	100		✓	✓	Buchhorn <i>et al.</i> (2020)
<b>Européenne</b>					
<i>« Spatial wetland distribution » (SWEDI)</i>	1 000	✓		✓	Schleupner et Schneider (2012)
<i>Copernicus CORINE Land Cover (classes: "Rice fields", "Inland marshes", "Peat bogs", "Salt marshes", "Salines", "Intertidal flats", "Coastal lagoons", and "Estuaries") (CLC)</i>	100		✓	✓	Büttner <i>et al.</i> (2016)
Copernicus - zones ripariennes (RIP)	25	✓	✓		Weissteiner <i>et al.</i> (2016)
Copernicus Eau & Humidité (« <i>wetland &amp; wetness</i> ») (WW)	10		✓		CLMS and EEA (2020)
Carte européenne « Land cover » (classe : « milieu humide ») (ELC10)	10		✓	✓	Venter et Sydenham (2021)
<b>Métropole française</b>					
Milieux potentiellement humides (MPH)	50	✓			Berthier <i>et al.</i> (2014)

La définition utilisée pour prélocaliser des milieux humides avec ces cartographies préexistantes repose le plus souvent sur une interprétation proche de la définition de Ramsar, à l'exception de la prédiction des MPH qui se rapproche plus d'une définition des zones humides.

D'après les données de terrain collectées en 2021-2022, la qualité de la prélocalisation des milieux humides produite dans le cadre du projet de cartographie nationale des milieux humides est la meilleure que ce soit pour la prélocalisation des milieux humides (F1-score) ou pour la distinction des milieux humides et des milieux non humides (OA) (Tableau ci-après). Les écarts de qualité sont particulièrement flagrants avec toutes les autres cartes à l'exception du MPH avec laquelle l'écart est moins fort.

Tableau 14. Comparaison de la qualité des cartes internationales et nationales préexistantes, avec la présente carte de prélocalisation des milieux humides (issu de Rapinel et al. 2023a).

Compte tenu des variations de définition des ZH/MH utilisés selon les couches, les statistiques ont été calculées à partir des relevés pour lesquels l'assignation aux classes « humides » et « non humides » est identique dans la définition réglementaire (ZH) et Ramsar (MH), soit 3 529 points.

	F1-score	OA
La présente étude	0,73	0,68
MPH	0,57	0,6
CW_TCI	0,41	0,52
CW_WTD	0,41	0,52
SWEDI	0,32	0,53
RIP	0,1	0,49
WW	0,1	0,49
CLC	0,04	0,49
GLS	0,01	0,48
ELC10	0,01	0,48

D'après les données de terrain collectées en 2021-2022, la qualité de la prélocalisation des milieux humides produite dans le cadre du projet de cartographie nationale des milieux et zones humides est également la meilleure quel que soit le système hydrogéomorphologique considéré (Tableau ci-après). Les écarts de qualité avec la carte produite ici sont particulièrement flagrants pour les milieux humides de plateau, où la présente carte apporte le plus de gain. Les milieux humides sur lesquels des progrès substantiels semblent encore possibles avec la présente méthodologie sont les milieux humides de dépressions et panes dunaires et de sources et suintements. Les indicateurs de qualité sont en effet les plus faibles pour ces systèmes hydrogéomorphologiques.

Tableau 15. Comparaison de la qualité des cartes internationales et nationales préexistantes, avec la présente carte de prélocalisation des milieux humides (MH) et zones humides (ZH) selon des systèmes hydrogéomorphologiques (voir le Tableau précédent pour les acronymes - traduit de Rapinel et al. 2023a).

Compte tenu des variations de définition des termes « milieu humide » et « zone humide » utilisés dans ces différentes cartes, seuls les points terrain dont l'assignation à la classe « humide » ou « non humide » est identique quelle que soit la définition retenue dans ces cartes ont été utilisés (n = 3529).

Carte	Alluvial		Dépression et panne dunaire		Source et suintement		Plateau		Estuarienne		Riverain de plan d'eau	
	(n = 1007)		(n = 245)		(n = 709)		(n = 1357)		(n = 81)		(n = 130)	
	F1 -score	OA	F1 -score	OA	F1 -score	OA	F1 -score	OA	F1 -score	OA	F1 -score	OA
<b>MH</b>	<b>0,76</b>	<b>0,68</b>	<b>0,71</b>	<b>0,66</b>	<b>0,68</b>	<b>0,63</b>	<b>0,72</b>	<b>0,72</b>	<b>0,87</b>	<b>0,78</b>	<b>0,77</b>	<b>0,72</b>
<b>ZH</b>	<b>0,73</b>	<b>0,67</b>	<b>0,73</b>	<b>0,69</b>	<b>0,68</b>	<b>0,65</b>	<b>0,63</b>	<b>0,68</b>	<b>0,87</b>	<b>0,77</b>	<b>0,76</b>	<b>0,72</b>
MPH	0,64	0,6	0,57	0,57	0,5	0,56	0,48	0,61	0,75	0,63	0,7	0,68
CW_TCI	0,47	0,5	0,5	0,46	0,26	0,48	0,32	0,56	0,83	0,72	0,48	0,5
CW_WTD	0,47	0,5	0,5	0,46	0,26	0,48	0,32	0,56	0,83	0,72	0,48	0,5
SWEDI	0,3	0,5	0,4	0,53	0,13	0,47	0,4	0,6	0,43	0,33	0,33	0,49
RIP	0,24	0,49	0,04	0,47	0,03	0,45	0	0,52	0,18	0,29	0,1	0,45
WW	0,08	0,46	0,25	0,5	0,1	0,48	0,04	0,53	0,43	0,43	0,21	0,47
CLC	0,01	0,45	0,09	0,48	0,04	0,46	0,01	0,53	0,29	0,32	0,18	0,5
GLS	0	0,45	0,04	0,47	0	0,45	0	0,53	0	0,23	0,08	0,45
ELC 10	0	0,45	0,03	0,47	0	0,45	0	0,53	0	0,23	0,05	0,46

Ces écarts de qualité entre les produits s'expliquent vraisemblablement par la résolution moins importante des cartes préexistantes et les méthodes de cartographie qui mobilisaient surtout des données sur l'observation de végétation hygrophile ou de zones en eau libre qui représentent à elles-seules qu'une petite partie des milieux humides (voir section VII). La mobilisation de référentiels nationaux plus précis (par ex. RGE ALTI® et BD TOPAGE®), l'apport d'information sur le matériau parental (Bd Charm-50) pour élaborer des variables environnementales et distinguer des milieux humides dans différents contextes hydrogéomorphologiques, la mobilisation de données sur le sol et la flore précises (géographiquement et dans leur description) ont contribué à améliorer la prélocalisation des milieux humides par rapport aux cartographies préexistantes.

## 8.7. Comparaison des prélocalisations avec des prélocalisations et des inventaires locaux

Voir Rapinel *et al.* 2023a, pour disposer de résultats statistiques sur les comparaisons entre le résultat des prélocalisations de ce projet, et les prélocalisations d'espaces humides réalisées par les Agences de l'eau. Cette comparaison doit s'accompagner de vigilance par le lecteur, en raison de différences de définitions qui peuvent être utilisés sur ce qui est cartographié entre projets.

Voir les atlas et portfolios en 11 volumes associés à ce projet pour visualiser la différence entre les résultats des prélocalisations et les inventaires locaux sur 11 territoires (Gayet *et al.* 2023a, b, c, d, e, f, g, h, i, j et k). Cette comparaison doit s'accompagner de vigilance par le lecteur, notamment en raison de différences de définitions qui peuvent être utilisées sur ce qui est cartographié, par les ex. les inventaires locaux de zones humides ne se basent pas nécessairement sur l'arrêté de 2008 modifié au sens strict. Voir également les éléments de vigilance dont il faut tenir compte et qui sont mentionnés tout le long de ce présent rapport.



## 8.8. Perspectives

Différentes perspectives peuvent être envisagées pour améliorer le résultat de la prélocalisation dans le futur.

Une plus grande disponibilité de données d'archives pourrait améliorer les résultats en apportant davantage de données pour alimenter les modèles de prélocalisation et le seuillage réalisé par hydroécorégion. Il faut donc poursuivre l'effort d'enrichissement des systèmes d'Information en capitalisant les points d'observation précis pour les remobiliser dans le futur (GISSol ou dans le cadre du SINP). Il sera alors possible d'étudier si un seuillage plus fin serait possible, par ex. en réalisant un seuillage sur les hydro-écorégions de niveau 2 (plus fines que les grandes hydro-écorégions de niveau 1 utilisées dans le cadre du présent projet). Affiner la délimitation des hydro-écorégions, dont les contours sont assez abrupts et parfois pas très fidèles aux délimitations entre contextes écologiques, pourrait permettre d'améliorer le résultat de la prélocalisation.

D'autres variables environnementales pourraient être prises en compte pour améliorer la prélocalisation de milieux et de zones humides. Par ex. les milieux et zones humides de source et suintement hors talweg ne sont pas encore prélocalisés de manière satisfaisante. Des données satellitaires thermiques (température du sol) pourraient améliorer leur prélocalisation à l'avenir. Il pourrait être envisagé de prendre en compte la couche Litto3D® de l'IGN, pour améliorer les prélocalisations sur les rivages marins.

À l'avenir, il pourrait être intéressant de développer une carte de prélocalisation des milieux et zones humides en distinguant les systèmes hydrogéomorphologiques. Il serait alors possible de distinguer les milieux et zones humides alluviaux, estuariens, de plateau, de panne dunaire... pour ensuite évaluer si un seuillage serait meilleur par système hydrogéomorphologique au sein d'une hydroécorégion. D'autres explorations sur le seuillage sont possibles selon par ex. le rang de Strahler des cours d'eau, des classes altitudinales...

En l'état, les aménagements anthropiques (par ex. infrastructures surélevées par rapport au niveau naturel du terrain) compromettent parfois un aperçu plus exhaustif de l'emprise initiale des milieux et zones humides. Il serait intéressant à l'avenir de chercher à « lisser » l'effet de ces aménagements, pour ensuite mieux évaluer l'état des milieux et zones humides.

## 9. Valorisation et bancarisation des données collectées sur le terrain

### 9.1. Atlas cartographique et portfolio pour explorer les données collectées et visualiser le résultat du projet

Pour rappel, un atlas cartographique combiné à un portfolio restitue pour chaque bassin versant, site par site, les résultats de la campagne de terrain sur les bassins versants tests. L'atlas cartographique comprend une page d'informations sur les données « source » utilisées avant les prospections sur le terrain (par ex. carte géologique, carte de l'état-major, inventaire local des zones humides), une illustration des données collectées sur chaque site avec le protocole, et le résultat des modèles développés dans le cadre de ce projet. L'atlas cartographique permet de visualiser les relevés réalisés sur le terrain et de les confronter avec les résultats du projet (prélocalisation des milieux et des zones humides). Il est également possible de les confronter avec d'autres informations comme les inventaires locaux de zones humides. Cet atlas cartographique combiné à un portfolio publiés est composé de 11 volumes, soit un par bassin versant, proposés en complément de ce rapport (Gayet *et al.* 2023a, b, c, d, e, f, g, h, i, j et k).



L'atlas fournit un aperçu du résultat de la cartographie à partir de quelques sites tests dans des bassins versants. Même si la démarche d'échantillonnage a consisté à réaliser des relevés sur des sites représentatifs de chaque bassin versant, il n'est pas assuré que ces résultats permettent d'illustrer au mieux les résultats du projet sur chaque bassin versant. Ainsi, l'aperçu dans ces atlas ne saurait être considéré comme représentatif des résultats du projet sur tout un bassin versant, ou des résultats du projet à l'échelle nationale.

### 9.2. Bancarisation des données collectées

Dans le cadre du présent projet, environ 4 000 données sur les habitats et 8 000 identifications d'espèces floristiques observées sur tout le territoire national ont été bancarisées dans l'Inventaire National du Patrimoine Naturel en 2022.

Les données sur le sol n'ont pas fait l'objet d'une bancarisation dans Donesol en raison d'une description qui n'est pas suffisamment exhaustive.

Les données relevées d'après le protocole de 2021-2022 dans les bassins versants avec des arrêtés préfectoraux ont été publiées dans un article de données anglophone « *data paper* » en 2022 et sont donc en téléchargement simple : voir Gayet *et al.* (2022b).

### 9.3. Valorisation des photos prises sur le terrain

Environ 6 500 photos de sol, 3 500 photos d'habitat, 1 350 photos d'espèce et 1 250 photos de site ont été référencées et mises au propre par deux prestataires durant le projet (Figure ci-après). Une sélection de ces photos d'habitats, d'espèces et de site pourra intégrer la photothèque de l'INPN à l'avenir. De plus, ces photos permettront d'illustrer des supports, comme des outils de formation pour identifier les zones humides d'après les critères de la réglementation en vigueur par exemple.

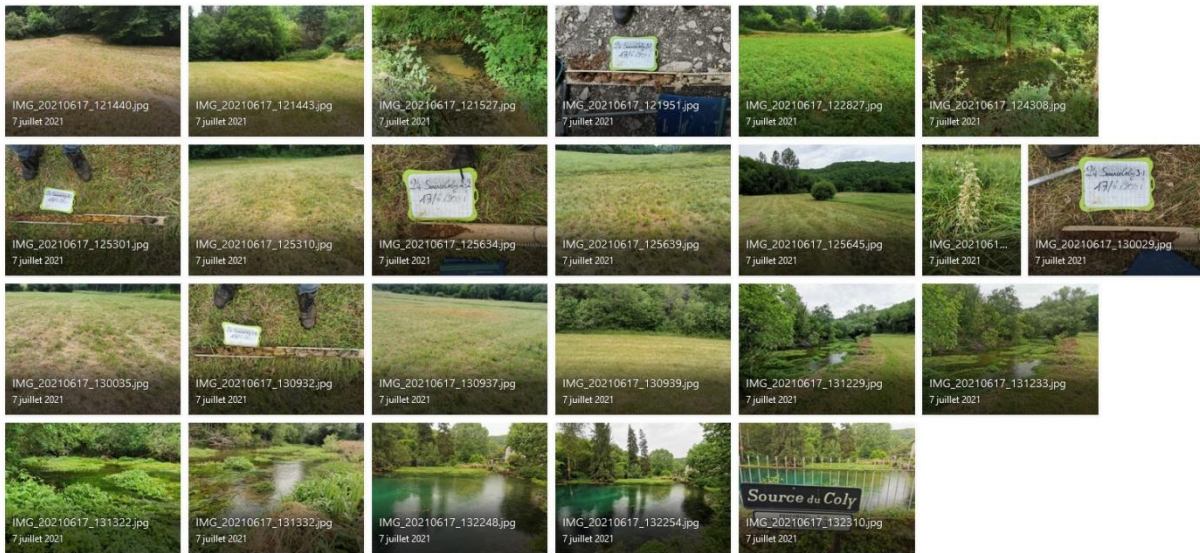


Figure 59. Aperçu des photos de sol, d'habitat, d'espèce et de site sur un site du bassin versant de la Vézère.

## 10. Mise en garde

Ces données ont été relevées dans le cadre d'un projet de Recherche et Développement visant à cartographier les milieux humides. Il ne saurait être considéré que ces données engagent de quelque manière les agents de l'OFB, du MNHN ou des partenaires associés au projet sur la présence ou l'absence de zone humide sur un site comme cela est requis par ex. dans un dossier d'autorisation/déclaration « loi sur l'eau ». Les données ne peuvent donc pas être utilisées directement dans un tel contexte juridique, notamment. Il reste donc impératif de réaliser des relevés sur le terrain en propre pour cet usage sur les sites où des questions réglementaires se posent.

## 11. Usages des résultats de la cartographie

Les usages possibles des résultats de la cartographie font l'objet d'une présentation et d'une analyse détaillée dans Vanacker et Gayet (2023). Les usages possibles sont présentés en détails, qu'ils soient juridiques, pour la gestion du territoire, pour la gestion des zones humides, pour la production de connaissance ou encore à des fins pédagogiques.

## 12. Bibliographie

- Berthier, L., Guzmova, L., Laroche, B., Lehmann, S., Squivalent, H., Martin, M., Chenu, J.-P., Thiry, E., Lemerrier, B., Bardy, M., Mérot, P., Walter, C., 2014. Spatial prediction of potential wetlands at the French national scale based on hydroecoregions stratification and inference modelling. Presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, p. 12780.
- Bouscary, P., 2020. Localisation de l'espace de référence des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée. Rapport de stage de M2 GTDD Université de Bordeaux Montaigne. 94p.
- Brinson, M.M., 1993a. A hydrogeomorphic classification for wetlands. DTIC Document, USACE, Waterways Experiment Station Report WRP-DE-4.
- Brinson, M.M., 1993b. Changes in the functioning of wetlands along environmental gradients. *Wetlands* 13, 65–74.
- Brinson, M. M. 2009. The United States HGM (Hydrogeomorphic) Approach. In : BSc, essor, E. and Ecologist, T. B. Bs. Research (eds), *The Wetlands Handbook*. Wiley-Blackwell, pp. 486–512.
- Buchhorn, M., Smets, B., Bertels, L., Roo, B.D., Lesiv, M., Tsendbazar, N.-E., Herold, M., Fritz, S., 2020. Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: collection 3: epoch 2019: Globe. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3939050>
- Büttner, G., Maucha, G., Kosztra, B., 2016. High-Resolution Layers. *European Landscape Dynamics: CORINE Land Cover Data* 61.
- Catteau, S., 2017. Tests méthodologiques pour la localisation des zones humides dans le bassin Rhône-Méditerranée et la qualification des fonctions et pressions. Rapport de stage M2 Sciences des environnements continentaux et côtiers. Université Rouen Normandie. 55p. + annexes
- Chambaud F., Lucas J., Oberti D. 2012. Guide pour la reconnaissance des zones humides du bassin Rhône méditerranée. Volume 1 : méthode et clés d'identification, 138 p. + annexes. Volume 2 : fiches écorégion et clés d'identification, 264 p. Conseil Aménagement Espace Ingénierie pour l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.
- CLMS, EEA, 2020. High Resolution land cover characteristics - Lot 4: Water & Wetness 2018. Copernicus Land Monitoring Service.
- Oberti, D., Chambaud, F., Simonnot, J.-L., 2003. Formalisation d'une méthode de délimitation des zones humides selon les critères de la loi sur l'eau: application à la région Bourgogne. *Ingénieries Eau-Agric.-Territ.* p-19.
- Gayet G., Baptist F., Maciejewski L., Poncet R., Bensettiti F. 2018. Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS - version 1.0. AFB, collection Guides et protocoles, 230 pages
- Gayet, G., Fossey, M., Baptist, F., Biaunier, J., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Lemot, A., Mesléard, F., Pelegrin, O. 2022a. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Version 2.

- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Hubert-Moy, L., Rapinel, S., Lemerrier, B., 2022b. Field dataset of punctual observations of soil properties and vegetation types distributed along soil moisture gradients in France. *Data Brief* 45, 108632. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108632>
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023a. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 1 : Bassin versant de l'Arc en Maurienne.*
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023b. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 2 : Bassins versants de la Canche et de l'Authie.*
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023c. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 3 : Bassin versant des Gardons.*
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023d. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 4 : Bassins versants des chenaux du Gua, de Guy et de la Calupeyre.*
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023e. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 5 : Bassin versant du Liamone.*
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023f. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 6 : Bassin versant de la Meuse.*
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023g. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 7 : Bassin versant de la Sélune.*
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023h. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 8 : Bassin versant de la Vézère.*
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J.-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023i. *Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 9 : Bassin versant de la Vilaine.*

- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023j. Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 10 : Bassin versant de l'Yonne.
- Gayet, G., Botcazou, F., Gibeault-Rousseau, J-M., Lemerrier, B., Ferrier, C., Guelmami, A., Hubert-Moy, L., Laroche, B., Panhelleux, L., Rapinel, S., Viry, D., Vanacker, R. 2023k. Projet de cartographie nationale des milieux humides – Atlas cartographique des résultats de la prélocalisation et portfolio des données de validation collectées sur le terrain. Volume 11 : Bassins versants de l'Ain de la Reyssouze et de la Veyle...
- Gegout, J.C., Coudun, C., Bailly, G., Jabiol, B., 2005. EcoPlant: A forest site database linking floristic data with soil and climate variables. *Journal of Vegetation Science* 16: 257-260.
- Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée, G.E.P.P.A. 1981. Synthèse des travaux de la commission de cartographie.
- Guelmami, A. *et al.* Sous presse. Large-scale mapping of existing and lost wetlands in the Mediterranean Basin: A new EO-based tool to support restoration.
- Rapinel *et al.* 2023a. Cartographie nationale des milieux humides – Méthodologie : prélocalisation des milieux et des zones humides, cartographie des habitats, évaluation des fonctions.
- Rapinel, S., Panhelleux, L., Gayet, G., Vanacker, R., Lemerrier, B., Laroche, B., Chambaud, F., Guelmami, A., Hubert-Moy, L. 2023b. « National wetland mapping using remote-sensing-derived environmental variables, archive field data, and artificial intelligence ». *Heliyon* 9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13482>.
- Schleupner, C., Schneider, U.A., 2012. GIS-based estimation of wetland conservation potentials in Europe. *Applied Ecology and Environmental Research* 10, 385–403.
- Seger, C. 2018. An investigation of categorical variable encoding techniques in machine learning: binary versus one-hot and feature hashing. Kth royal institute of technology. School of electrical engineering and computer science.
- Smith, R. D. *et al.* 1995. An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classification, reference wetlands, and functional indices.
- Système d'Information sur l'Eau / Sandre. 2018. Dictionnaire des données – Acquisition des données de prélocalisation, d'inventaire et de suivi sur le Milieu Humide (Version 1). Edition : Ministère chargé de l'environnement.
- Tiner, R.W., 2016. *Wetland Indicators: A Guide to Wetland Formation, Identification, Delineation, Classification, and Mapping, Second Edition*. CRC Press.
- Tootchi, A., Jost, A., Ducharne, A., 2019. Multi-source global wetland maps combining surface water imagery and groundwater constraints. *Earth System Science Data* 11, 189–220.
- Vanacker, R., Gayet, G. 2023. Cartographie nationale des milieux humides – Ateliers consultatifs territoriaux.
- Venter, Z.S., Sydenham, M.A.K., 2021. Continental-Scale Land Cover Mapping at 10 m Resolution Over Europe (ELC10). *Remote Sensing* 13, 2301. <https://doi.org/10.3390/rs13122301>



- Wasson, J.-G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2004. Les hydro-écorégions: une approche fonctionnelle de la typologie des rivières pour la Directive cadre européenne sur l'eau. *Ingénieries-EAT* 3–10.
- Weise, K., *et al.*, 2020. Wetland extent tools for SDG 6.6.1 reporting from the Satellite-based Wetland Observation Service (SWOS). *Remote Sensing of Environment*, 247:111892. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2020.111892>
- Weissteiner, C.J., Ickerott, M., Ott, H., Probeck, M., Ramminger, G., Clerici, N., Dufourmont, H., De Sousa, A.M.R., 2016. Europe's green arteries—A continental dataset of riparian zones. *Remote Sensing* 8, 925.

## 13. Annexes

### 13.1. Annexe 1 - Brochure du projet de cartographie des milieux humides



## Un projet ambitieux et multidisciplinaire



Photos : Guillaume Gayet - Photos 801, Blainville Lennestier

### Éditorial



« Une connaissance fiable et homogène des milieux humides à l'échelle nationale. »

Le Ministère de la Transition écologique, accompagné scientifiquement et techniquement de l'UMS PatriNat lance un projet de recherche et de développement sur la période 2021-2022. Celui-ci porte sur la modélisation des milieux humides en France métropolitaine.

Disposer d'une cartographie nationale des milieux humides et d'une évaluation de leurs fonctions est précieux pour élaborer, mettre en œuvre, suivre et évaluer les politiques publiques en matière de préservation et restauration de ces milieux. Le rapport parlementaire « Terres d'eau, Terres d'avenir », et le dernier Plan national d'actions en faveur des milieux humides ont souligné ce besoin d'une connaissance fiable et homogène des milieux humides à

l'échelle nationale. Cette cartographie permettra notamment de mieux suivre les objectifs de la Stratégie « Aires protégées », de la Stratégie nationale de la biodiversité, des Assises nationales de l'eau, et ceux édictés dans de nombreux rapports évaluant les politiques publiques des ministères ou encore le programme FESE sur l'évaluation des services écosystémiques.

**Ce projet vise à pré-localiser les milieux humides et à les caractériser en s'appuyant sur une approche prédictive.** Pour cela, des modèles basés sur des données de télédétection à haute résolution spatiale seront calibrés à partir de relevés de terrain (végétation, sol) disponibles dans différentes bases de données.

**Olivier Thibaut,**  
Directeur de l'eau et de la biodiversité

#### EQUIPE PROJET



Elle est composée d'acteurs scientifiques : Université Rennes 2, l'Institut Agro école interne Agrocampus Ouest, la fondation de la Tour du Valat, l'UMS PatriNat OFB - CNRS - MNHN, l'US InfoSol INRAe et d'acteurs présents dans les territoires comme les agences de l'eau, le forum des marais atlantiques, l'office de l'environnement de Corse...

Cartographie des milieux humides en France 2021 - 2022

2

# LES TROIS VOILETS DU PROJET

## 01

### Pré-localiser les milieux humides à l'échelle nationale



Il s'agira de réviser la carte nationale des milieux potentiellement humides produite en 2014 par l'INRAe InfoSol Orléans et l'Institut Agro école interne Agrocampus Ouest. Cette nouvelle carte nationale sera produite à l'aide de nouvelles données et méthodes de modélisation. **Les milieux humides seront pré-localisés de façon plus pertinente** et à une échelle plus fine qu'en 2014, quel que soit leur type (côtier, fond de vallée, plateau...).

## 02

### Cartographier les habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des milieux humides sur dix bassins versants expérimentaux



Une cartographie des habitats naturels sera produite selon la nomenclature européenne EUNIS (niveau 3 ou 4) **à partir de données satellites** (Sentinel-1/2) sur dix bassins expérimentaux. Cette démarche expérimentale a pour ambition de déterminer les habitats naturels (tourbières, roselières, marais salés...) et d'évaluer leur état (préservés, dégradés, détruits). **Ces cartes pourront être d'un grand intérêt dans le cadre de l'élaboration de programmes d'actions territorialisées** de protection, préservation et restauration des milieux humides. Une extrapolation de cette carte à l'ensemble de la France est envisagée à l'horizon 2024.

## 03

### Produire des indicateurs fonctionnels à partir d'images satellitaires



Ce troisième volet, plus exploratoire, a pour objectif d'extraire annuellement des indicateurs fonctionnels pour caractériser la production primaire nette, la saisonnalité des flux de carbone et la phénologie de la végétation à une échelle intra-parcellaire. Ces indicateurs seront dérivés **d'une série temporelle annuelle Sentinel-2** et permettront de mesurer et de **suivre l'impact des plans de gestion et des aléas climatiques sur les fonctions des milieux humides.**

# 10 BASSINS VERSANTS EXPÉRIMENTAUX

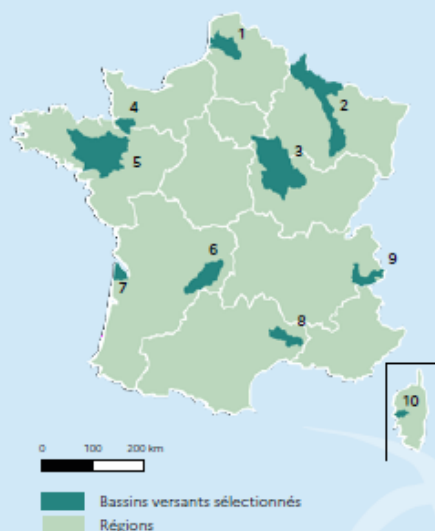
Dix bassins versants, dans des contextes écologiques variés, ont été sélectionnés pour mettre en œuvre ce projet.

La superficie totale des dix bassins sélectionnés représente approximativement 10 % du territoire métropolitain. Pour chaque bassin versant, un référent national (agence de l'eau) et un ou plusieurs référents locaux (collectivité territoriale, association...) ont été ou seront associés. Le référent national est chargé de mettre en relation l'équipe projet avec le référent local et de le tenir informé de la progression du projet.

Les référents locaux émettent des retours critiques sur les résultats. La prise en compte de leurs expertises, connaissances et pratiques, est un élément central du projet pour que ces produits cartographiques soient fiables et que les acteurs des territoires se les approprient. Les référents locaux associés seront informés de l'avancement des travaux expérimentaux conduits tout au long du projet.

## Bassins versants sélectionnés

1. Canche et Authie  
Bassin Artois-Picardie
2. Meuse  
Bassin Rhin-Meuse
3. Yonne  
Bassin Seine-Normandie
4. Sélune  
Bassin Seine-Normandie
5. Vilaine  
Bassin Loire-Bretagne
6. Vézère  
Bassin Adour-Garonne
7. Calupeyre, Gua et Guy  
Bassin Adour-Garonne
8. Gardons  
Bassin Rhône-Méditerranée
9. Arc en Maurienne  
Bassin Rhône-Méditerranée
10. Liamone  
Bassin Corse



L'ensemble des produits cartographiques seront compatibles avec les dictionnaires et scénarios SANDRE « milieux humides » et disponibles - en libres accès - sur la plateforme du réseau partenarial des données sur les zones humides.

Ces produits cartographiques ne se substitueront pas aux portés à connaissance inventaires. Ce projet ouvrira des perspectives

de valorisation internationale, notamment pour les rapportages prévus dans le cadre des engagements internationaux (Convention Ramsar) et européens (Directive Habitat-Faune-Flore, Directive cadre sur l'eau, Directive cadre Stratégie pour le milieu marin, Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques, Politique agricole commune, règlement anguilles d'Europe...).

Ministère de la Transition écologique - DGAUN mars 2021 - Conception : Clément Pissat - Crédits photo : DK, Intook

avec la participation :



13.2. Annexe 2 - Fréquence relative des relevés sur le terrain en milieux humides en 2021-2022 selon les probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des milieux humides déclinée par type de relief, de matériau parental et de conditions climatiques dominantes.

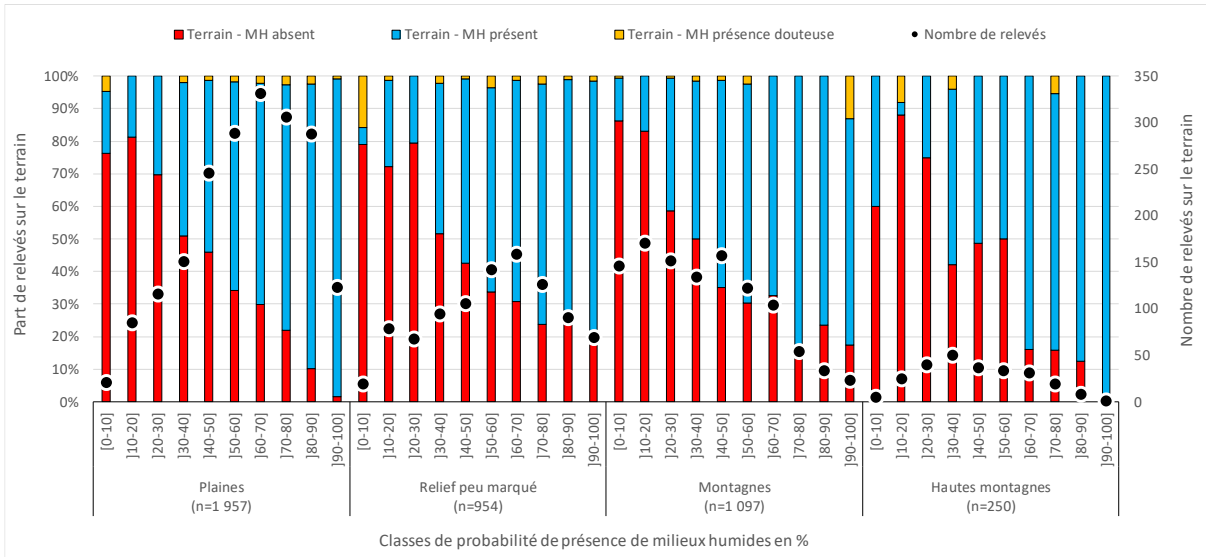


Figure 60. Fréquence relative des relevés sur le terrain en milieux humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des milieux humides (regroupés par classes de probabilité arbitraires à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés et selon les classes de relief identifiées des hydro-écorégions de niveau 1.

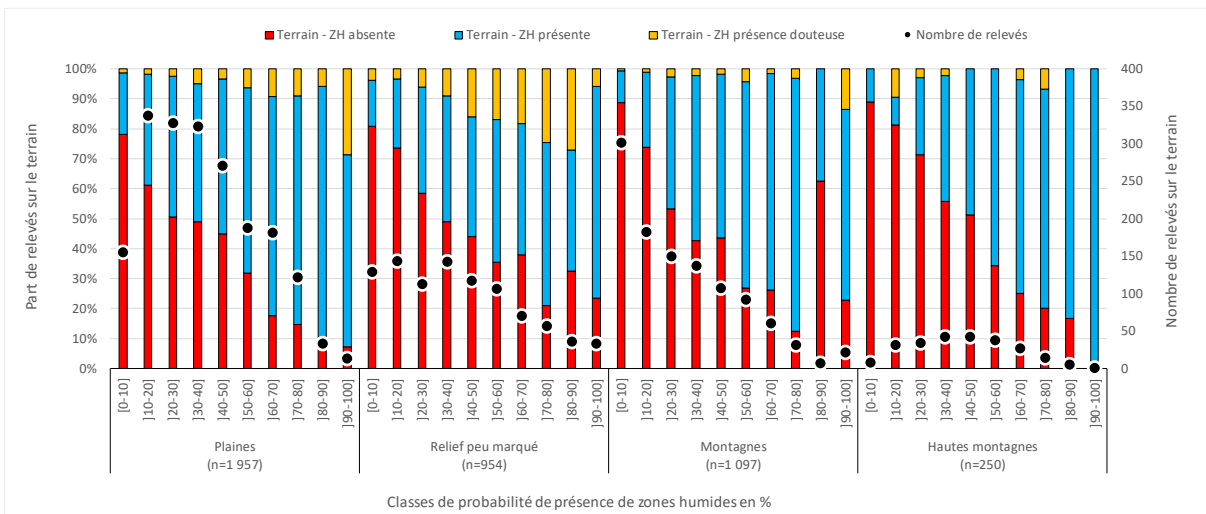


Figure 61. Fréquence relative des relevés sur le terrain en zones humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des zones humides (regroupés par classes de probabilité arbitraires à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés et selon les classes de relief identifiées des hydro-écorégions de niveau 1.

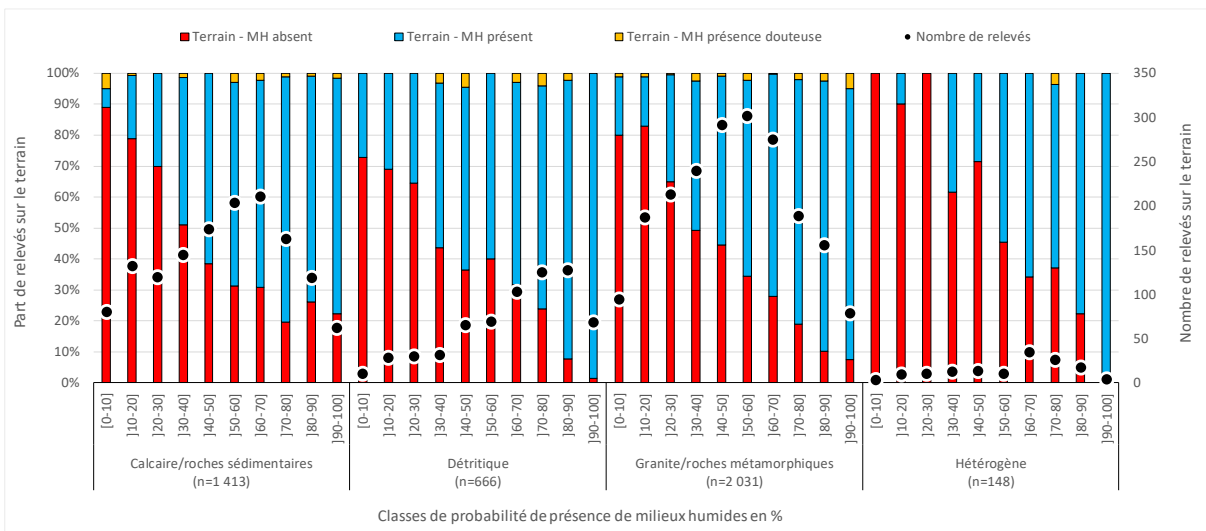


Figure 62. Fréquence relative des relevés sur le terrain en milieux humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des milieux humides (regroupés par classes de probabilité arbitraires à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés et selon les classes de matériaux parentaux des hydro-écorégions de niveau 1.

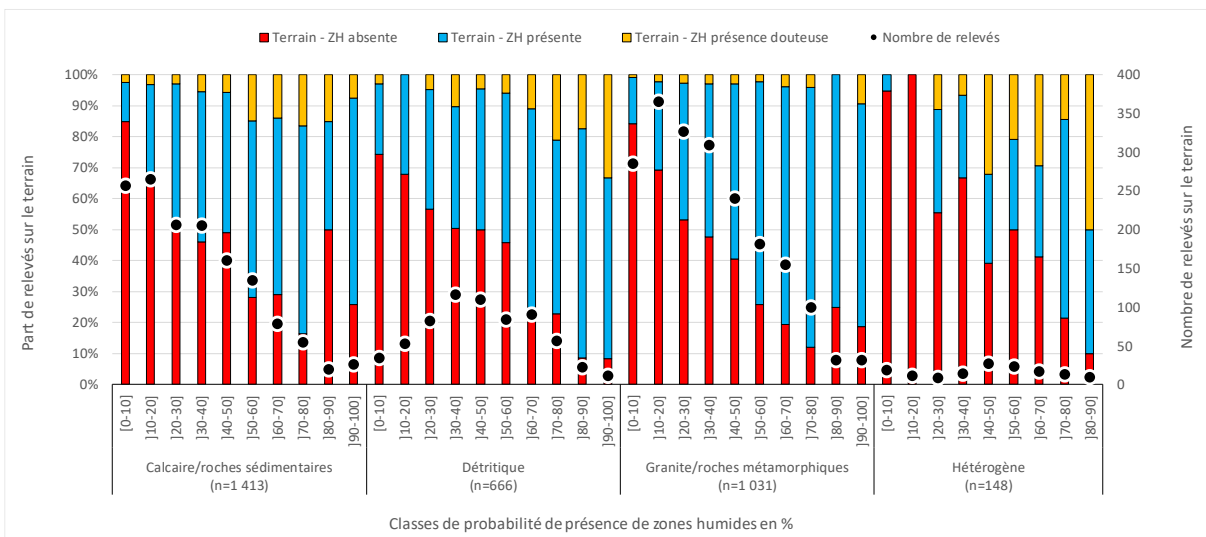


Figure 63. Fréquence relative des relevés sur le terrain en zones humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des zones humides (regroupés par classes de probabilité arbitraires à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés et selon les classes de matériaux parentaux des hydro-écorégions de niveau 1.

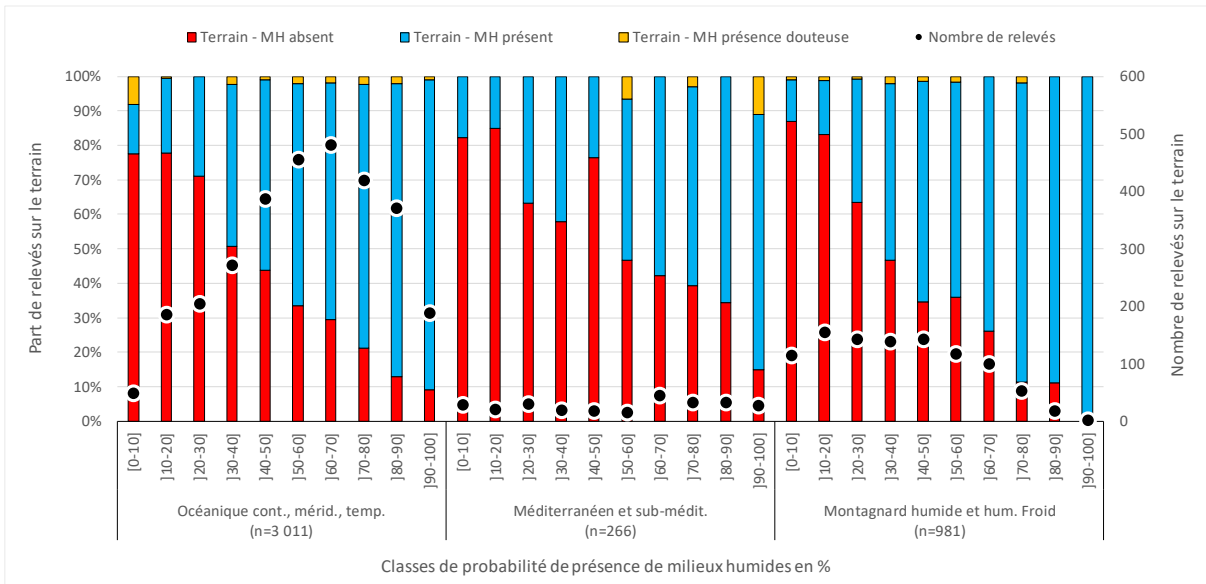


Figure 64. Fréquence relative des relevés sur le terrain en milieux humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des milieux humides (regroupés par classes de probabilité arbitraires à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés et selon les conditions climatiques dominantes dans les hydro-écorégions de niveau 1.

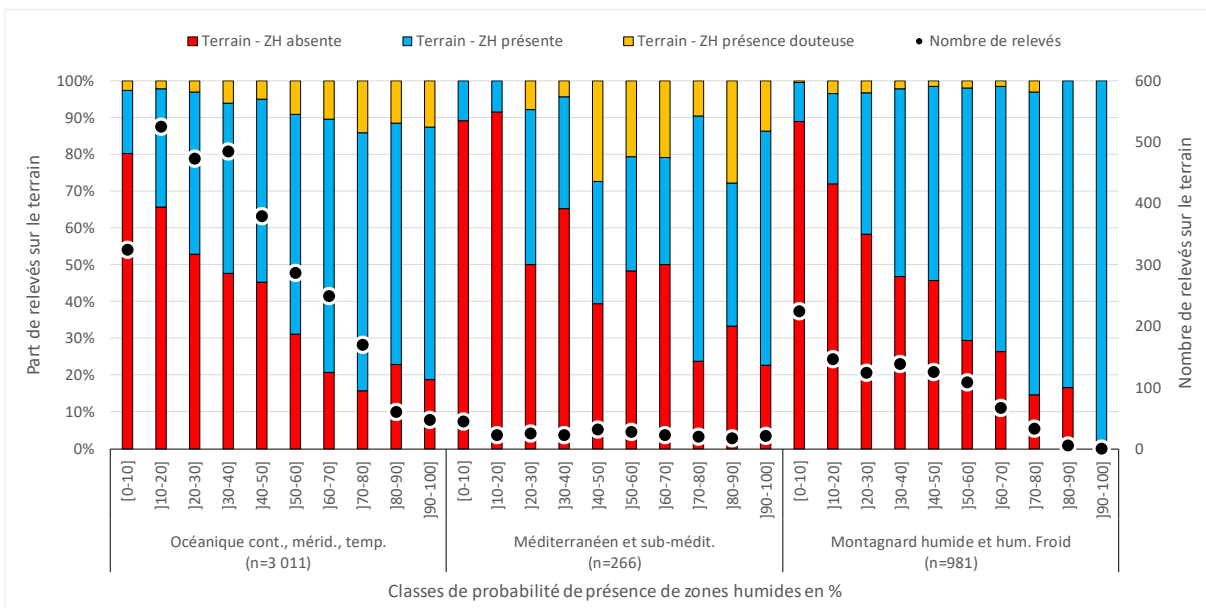


Figure 65. Fréquence relative des relevés sur le terrain en zones humides en 2021-2022 répartis selon le résultat des probabilités identifiées dans la prélocalisation nationale des zones humides (regroupés par classes de probabilité arbitraires à intervalles égaux) sur ces mêmes relevés et selon les conditions climatiques dominantes dans les hydro-écorégions de niveau 1.



13.3. Annexe 3 - Distribution des écarts entre les valeurs de probabilité attribuées au pixel et le seuil fixé par hydroéco-région de niveau 1 pour identifier la présence-absence probable de milieux ou zones humides avec la carte probabiliste seuillée.

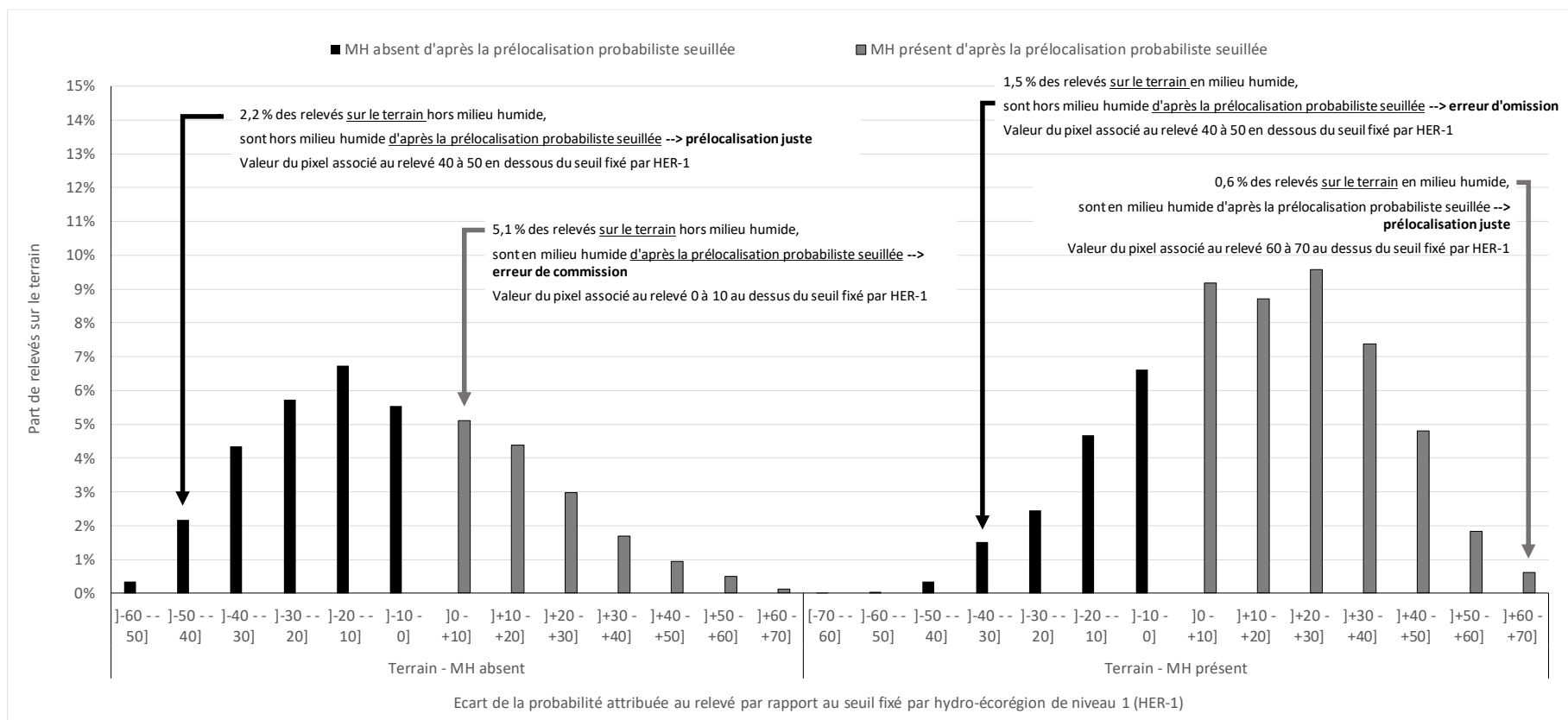


Figure 66. Distribution des écarts entre les valeurs de probabilité attribuées au pixel et le seuil fixé par hydroécorégion de niveau 1 pour identifier la présence-absence probable de milieux humides avec la carte probabiliste seuillée.

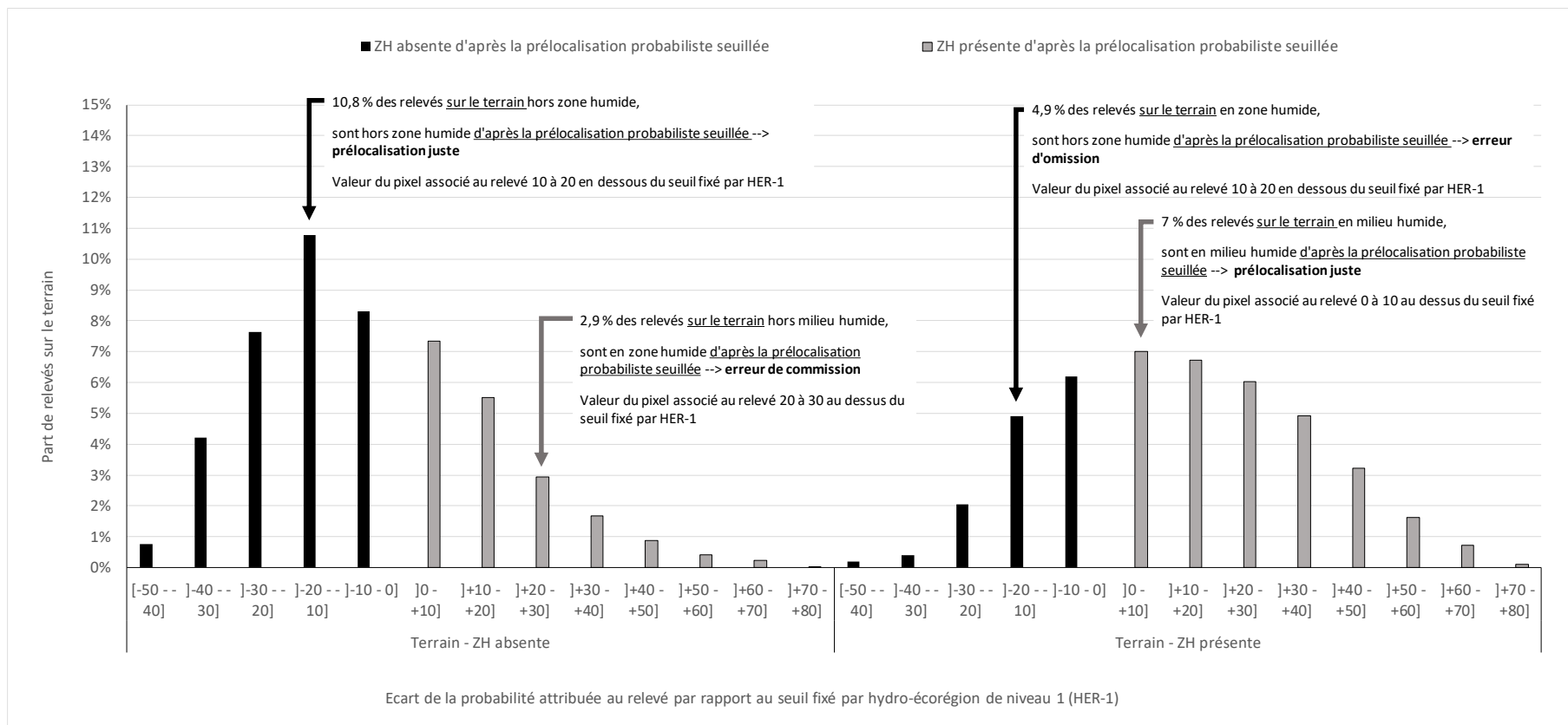


Figure 67. Distribution des écarts entre les valeurs de probabilité attribuées au pixel et le seuil fixé par hydroécorégion de niveau 1 pour identifier la présence-absence probable de zones humides avec la carte probabiliste seuillée

# RÉSUMÉ

Le projet de cartographie nationale des milieux humides fournit une prélocalisation des milieux humides d'après une interprétation de la définition de Ramsar, et une prélocalisation des zones humides d'après la définition réglementaire (arrêté de 2008 modifié). Les dernières avancées dans le domaine de l'intelligence artificielle ont permis d'utiliser des variables environnementales et des données d'archives précises et de qualité, sur la flore et le sol (INPN, IFN, Donesol), afin de prélocaliser les milieux humides et les zones humides. Durant le projet, des données indépendantes collectées sur le terrain, par les services territoriaux de l'OFB, PatriNat OFB-MNHN et l'Institut Agro Rennes-Angers ont permis d'évaluer a posteriori la qualité des prélocalisations produites.

Ce rapport rend compte de la démarche et de la méthode mise en œuvre pour collecter ces données indépendantes sur le terrain. Au total, 4 263 relevés ont été réalisés sur 756 sites, répartis dans divers systèmes hydrogéomorphologiques et dans des contextes écologiques représentatifs de la métropole. Ces données sont utilisées pour analyser la qualité de la prélocalisation. La qualité des résultats de la prélocalisation s'avère meilleure que celle de produits de prélocalisation similaire, à l'échelle internationale et nationale. Les limites des résultats de cette prélocalisation et les artefacts font l'objet d'une discussion détaillée.

Ce rapport est articulé avec des atlas cartographiques et portfolios en 11 volumes produits sur 11 bassins versants où des données indépendantes ont été collectées sur le terrain. Avec ces volumes, il est possible de comparer les résultats de cette campagne de terrain et de la prélocalisation dans des contextes écologiques très différents.

Ces résultats doivent promouvoir une connaissance partagée pour mieux préserver les milieux et les zones humides.

# ABSTRACT

The National Wetlands Mapping Project provides a preliminary delineation of wetland ecosystems based on the Ramsar definition and the national legal definition (amended 2008 decree). Recent advancements in Artificial Intelligence algorithms have enabled the use of precise and high-quality environmental variables and archive data on flora and soils (INPN, IFN, Donesol) for the delineation of areas where wetland ecosystems most likely occur. During the project, independent field data collected by territorial services of OFB, PatriNat OFB-MNHN, and the Institut Agro Rennes-Angers were used to retrospectively evaluate the accuracy of the preliminary delineation map.

This report describes the approach and methodology used to collect this independent field data. A total of 4,263 surveys were conducted on 756 sites, distributed across various hydro-geomorphological systems and ecological contexts in mainland France. These data were used to assess the accuracy of the produced wetland maps and the final results show that it even higher than those of the existing similar products at both international and national levels. The report includes a comprehensive discussion of the limitations of the implemented mapping approach and any associated artifacts.

This report is complemented by cartographic atlases and portfolios in 11 volumes produced for 11 watersheds where independent field data were collected. These volumes can be used to compare the results of the field campaign with the preliminary delineation in various ecological contexts.

These findings should help to improve our knowledge for wetland conservation.

**PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)**

**Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel**

Jardin des Plantes

CP41 – 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire

75005 Paris

[www.patrinat.fr](http://www.patrinat.fr)