

Crédit photo : PNR du Marais poitevin, 16/02/2026

Livrable 3 NBRACER

Site démonstrateur du Marais poitevin

Réplication de la renaturation morphologique de cours d'eau dans les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

Une approche expérimentale fondée sur la cartographie des risques et des opportunités

---

Septembre 2026 - Paco LEFRANCOIS

Le Parc naturel régional du Marais poitevin

Funded by the European Union

NBRACER Nature Based Solutions for Atlantic Regional Climate Resilience

Funding acknowledgement

This project has received funding from the European Union's HORIZON-MISS-2022-CLIMA-01 call under grant agreement no. 101112836.

Reconnaissance de financement

Ce projet a reçu des financements de l'Union Européenne dans le cadre du programme HORIZON-MISS-2022-CLIMA-01 et sous *Grant Agreement* n° 101112836.

Disclaimer

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are, however, those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Clause de non-responsabilité

Financé par l'Union européenne. Les points de vue et les opinions exprimés n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'Agence exécutive européenne pour le climat, les infrastructures et l'environnement (CINEA). Ni l'Union européenne ni l'autorité qui accorde la subvention ne peuvent en être tenus pour responsables.

PARTIE 1 : INTRODUCTION 5

1.1 LE PROJET NBRACER DANS LE MARAIS POITEVIN 5
1.2 LA PROBLEMATIQUE ET LES AXES DE RECHERCHE PRINCIPAUX DU PROJET NRACER 6
1.3 OBJECTIFS DU RAPPORT 7

PARTIE 2 : LE CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE ET L'APPROCHE GENERALE 8

2.1 QUELLE SOLUTION REPLIQUER ? 8
2.2 CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE 9
2.3 LES RISQUES A ETUDIER 12
2.3.1 Diagnostic des risques et aléas à l'échelle du territoire 12
2.3.2 Du niveau de risque au niveau de priorité par tronçon hydrographique 13

PARTIE 3 : LES DONNEES DISPONIBLES ET LA CONSTRUCTION DE CHAQUE INDICE DE RISQUE 15

3.1 LE RISQUE INONDATION 15
3.2 LE RISQUE SECHERESSE DES SOLS 17
3.3 LE RISQUE D'ASSEC 20
3.4 LE RISQUE RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES 22
3.5 DISTANCE DES COURS D'EAU A LEUR POINT BAS : UN FACTEUR AGGRAVANT 23
3.6 LES PRELEVEMENTS AGRICOLES : UN FACTEUR LIMITANT 25

PARTIE 4 : L'INTEGRATION DE CES INDICES EN UN SEUL INDICATEUR ET LES LIMITES DE L'ANALYSE 26

4.1 INDICATEUR GLOBAL DE PRIORITE D'ACTION EN COURS D'EAU SUR LES BASSINS VERSANTS GCM 26
4.2 LIMITES DE L'ANALYSE 28

PARTIE 5 : BIBLIOGRAPHIE 29

ANNEXES 30

METADONNEES 30
PRETRAITEMENTS SUR QGIS® 32
Créer la couche tronçons hydrographiques (TH) 32
Caractériser l'aléa inondation 32
Caractériser l'aléa RGA 32
Caractériser l'aléa sécheresse 32
Caractériser l'aléa assec 32
Caractériser l'enjeu bâti 32
Caractériser les enjeux écologiques 32
Croiser les aléas et enjeux pour obtenir un vecteur risque inondation 33
Croiser les aléas et enjeux pour obtenir un vecteur risque RGA 33
Croiser les aléas et enjeux pour obtenir un vecteur risque sécheresse 33
Croiser les aléas et enjeux pour obtenir un vecteur risque assec 33
Distance au point bas des cours d'eau 33
Prélèvements 33
TRAITEMENTS SUR R® 34

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : ETAT ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU - EXTRAIT DU SITE QUALITE RIVIERE (EN BLEU : TRES BON ETAT ; EN VERT : BON ETAT ; EN JAUNE : ETAT MOYEN ; EN ORANGE : ETAT MEDIOCRE ; EN ROUGE : ETAT MAUVAIS) 9
FIGURE 2 : CARTE DES LIMITES ADMINISTRATIVES PRINCIPALES SUR LE BASSIN VERSANT DU MARAIS POITEVIN 9
FIGURE 3 : CARTE DES PERIMETRES DE CONTRATS TERRITORIAUX EAUX MILIEUX AQUATIQUES OU ACCORDS DE TERRITOIRE DANS LE BASSIN VERSANT DU MARAIS POITEVIN (SOURCE : EPMP) 10
FIGURE 4 : CARTE DES TYPES D'ENTITES GEOLOGIQUES AFFLEURANTES SUR LE BASSIN VERSANT DU MARAIS POITEVIN 11
FIGURE 5 : EXTRAIT DU TABLEAU RECAPITULATIF DES ALEAS PRESENTS SUR LE TERRITOIRE D'ETUDE DU PROJET LIFE MARAISILIENCE ..13
FIGURE 6 : CARTE DE L'ALEA INONDATION ET DE L'ENJEU BATI SUR LES BASSINS VERSANTS GCM 16
FIGURE 7 : CARTE DE L'INDICE DE RISQUE INONDATION SUR LES BASSINS VERSANTS GCM 16
FIGURE 8 : CARTE DE L'ALEA SECHERESSE DU SOL DANS LES BASSINS VERSANTS GCM 18
FIGURE 9 : CARTE DE L'ENJEU ECOLOGIQUE DANS LES ZONES HUMIDE DE FOND DE VALLEE ET LES ZONES MARAIS DES BASSINS VERSANTS GCM 18
FIGURE 10 : CARTE DU RISQUE SECHERESSE DANS LES BASSINS VERSANTS GCM 19
FIGURE 11 : CARTE DE L'ALEA ASSEC SUR LES BASSINS VERSANTS GCM 20
FIGURE 12 : CARTE DE L'ENJEU ECOLOGIQUE SUR LES COURS D'EAU DES BASSINS VERSANTS GCM 21
FIGURE 13 : CARTE DE L'INDICE DE RISQUE ASSEC SUR LES COURS D'EAU DES BASSINS VERSANTS GCM 21
FIGURE 14 : CARTE DE L'ALEA RGA ET DE L'ENJEU BATI SUR LES BASSINS VERSANT GCM 22
FIGURE 15 : CARTE DU RISQUE RGA SUR LES BASSINS VERSANTS GCM 23
FIGURE 16 : DISTANCE DES COURS D'EAU A LEUR POINT BAS SUR LES BASSINS VERSANTS GCM 24
FIGURE 17 : PRELEVEMENTS AGRICOLES D'EAU SOUTERRAINE POUR L'IRRIGATION 25
FIGURE 18 : CARTE DES PRIORITES POUR L'IMPLEMENTATION DE TRAVAUX DE RESTAURATION EN COURS D'EAU SUR LES BASSINS VERSANT GCM 27

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CLASSES DE VALEURS POUR L'INDICE NDDI ET NIVEAUX DE CONTRAINTE EN EAU ASSOCIES 17
TABLEAU 2 : CLASSES DE VALEURS POUR L'INDICE DISTANCE AU POINT BAS 24
TABLEAU 3 : DONNEES UTILISEES POUR DETERMINER LES ZONES PRIORITAIRES POUR LA RESTAURATION DE COURS D'EAU (PARTIE 1) ..30
TABLEAU 4 : DONNEES UTILISEES POUR DETERMINER LES ZONES PRIORITAIRES POUR LA RESTAURATION DE COURS D'EAU (PARTIE 2) ..31

Partie 1 : Introduction

1.1 Le projet NBRACER dans le Marais poitevin

En 2019, la région Nouvelle-Aquitaine s'est fixée un cap environnemental et social ambitieux à l'horizon 2030 en adoptant la première feuille de route régionale dédiée à la transition énergétique et écologique (la feuille de route Néo Terra (1)). La préservation des ressources naturelles, et en premier lieu de la ressource en eau, est une des ambitions phares de la feuille de route dont l'un des objectifs est de *« retrouver partout de l'eau en quantité et de bonne qualité »*.

Le Marais poitevin, comme de nombreuses zones humides françaises, a été depuis le 11e siècle, le théâtre de transformations profondes du paysage, qui ont eu pour effets un accroissement du risque d'inondations hivernales et de sécheresses estivales des zones humides. À ces problèmes structurels s'ajoutent des perturbations plus fréquentes, plus intenses et plus incertaines du cycle de l'eau liées au changement climatique, et une forte demande en eau de qualité pour l'agriculture et pour la distribution d'eau potable.

L'émergence récente des Solutions fondées sur la Nature[1], encouragée par la feuille de route Néo Terra[2], invite à rendre de l'espace aux écosystèmes dégradés et pour en faire des alliés dans la préservation de la ressource en eau et dans l'atténuation et l'adaptation au changement climatique.

De nombreuses Solutions fondées sur la Nature existent déjà sur les territoires mais ne sont pas nécessairement intégrées dans une planification régionale à grande échelle et peinent à devenir une norme pour les acteurs concernés.

Le **projet européen NBRACER**[3] (Nature-Based Solutions for Atlantic Regions' Climate Resilience (2023-2027) vise à accompagner les régions de la façade atlantique européenne dans leur adaptation au changement climatique en étudiant et démocratisant les Solutions fondées sur la Nature et en les intégrant à leur planification régionale.

Pour répondre à ces objectifs le projet a choisi une approche par le bas en étudiant finement certains projets de Solutions fondées sur la Nature sélectionnés sur les territoires.

Depuis 2023, le Parc naturel régional du Marais poitevin (PNR MP) est bénéficiaire du projet NBRACER parmi 31 bénéficiaires retenus au sein d'un consortium de partenaires issus de 6 pays[4]. Le Marais poitevin et son bassin versant font partie des territoires d'intérêt et le projet de restauration morphologique du Vendié (Département de Charente-Maritime), porté par le Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Sèvre Niortaise (SMBVSN) a été sélectionné comme l'un des sites démonstrateurs pour la région Nouvelle-Aquitaine au sein du projet NBRACER.

[1] Les Solutions fondées sur la Nature sont d'après la définition de l'Union internationale pour la Conservation de la Nature : "les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité".

[2] Une des recommandations de la feuille de route est de « rallonger le cycle long de l'eau en améliorant le stockage dans les sols, en mobilisant en premier lieu les Solutions fondées sur la Nature »

[3] NBRACER : acronyme anglais pour « Solutions fondées sur la Nature pour la Résilience Climatique des Régions Atlantiques »

[4] Le Danemark, les Pays-Bas, la Belgique, la France, l'Espagne et le Portugal

1.2 La problématique et les axes de recherche principaux du projet NRACER

Une problématique générale a été définie par l'ensemble des partenaires français du projet NBRACER pour le Marais poitevin :
Comment les Solutions fondées sur la Nature, telles que la restauration morphologique de cours d'eau, permettent-elles de retrouver des agroécosystèmes résilients face aux effets du changement climatique, et quelles sont les conditions favorables à leur normalisation à l'échelle du bassin versant du Marais poitevin ?

Le « comment » peut ici se décliner selon divers points de vue :

- Point de vue biophysique : Comment une rivière restaurée peut-elle participer à ralentir le cycle de l'eau, recharger les nappes, limiter le risque inondation, et fournir des habitats favorables à la biodiversité ?
- Point de vue technique : Comment restaurer une rivière aménagée pour qu'elle retrouve ses fonctionnalités ?
- Point de vue gestion et aménagement du territoire : Comment passer de l'échelle d'un tronçon de rivière à l'échelle du paysage, du territoire ? Autrement dit, comment répliquer ?

Pour répondre à une partie de cette problématique, le PNR du Marais poitevin est chargé d'étudier les travaux de restauration morphologique du Vendié.

Le Vendié est un cours d'eau de 8 km de long, affluent du Mignon, un des cours d'eau qui alimentent le Marais poitevin. Le projet de restauration porté par le Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Sèvre Niortaise a permis de reméandrer[5] et de remettre en fond de vallée 1,9 km de rivière.

Les objectifs attendus de ces travaux sont un ralentissement local du cycle de l'eau permettant une meilleure conservation de l'eau en été et une limitation du risque inondation en aval l'hiver.

Le projet NBRACER est donc une occasion singulière de pouvoir étudier en détail les effets réels de ce type de solutions sur le cycle de l'eau.

Les axes de recherches privilégiés sont : la caractérisation et la quantification (si possible) des échanges superficiels entre le cours d'eau et sa nappe d'accompagnement *via* des suivis de niveaux d'eau et des analyses géo-pédologiques ; la cartographie de la structure tridimensionnelle de cette nappe d'accompagnement ; la caractérisation des effets des travaux sur le risque inondation *via* une approche satellitaire ; la réaction biologique de l'écosystème aux travaux de restauration.

[5] Le reméandrage est une technique consistant à allonger le tracé et à réduire la pente d'un cours d'eau ayant été altéré et rectifié (simplification volontaire de sa forme) dans l'objectif de lui restituer son profil en long et sa morphologie sinueuse d'origine pour restaurer ses fonctions hydrologiques. (2)

1.3 Objectifs du rapport

Sur le territoire d'intérêt du Marais poitevin, c'est le projet de renaturation[6] morphologique du cours d'eau du Vendié qui a été identifié comme site démonstrateur. Les premiers résultats de l'étude menée sur le Vendié sont précisés dans le livrable n°2 produit par le Parc naturel régional du Marais poitevin, portant sur le retour d'expériences du projet (ci-après appelé rapport n°2 NBRACER). Ce rapport n°2 porte notamment sur les bénéfices, les effets néfastes non désirés, les limites et les facteurs facilitants des travaux de renaturation du Vendié.

Dans le cadre du programme de recherche NBRACER, il est également requis d'aborder la réplication des Solutions fondées sur la Nature (ci-après désignées SfN) étudiées dans chaque territoire (voir partie 1.2).

Le présent rapport vise donc à proposer les zones prioritaires pour la réplication de ce type de travaux de renaturation de cours d'eau. Il tente de répondre à la problématique initialement identifiée en début de projet : ***Quelle est la place des solutions fondées sur la Nature pour répondre aux risques liés aux perturbations des cycles hydrologiques sur les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon ?***

[6] Les termes renaturation et restauration pourront se substituer dans la suite de ce rapport.

Partie 2 : Le choix de la zone d'étude et l'approche générale

2.1 Quelle solution répliquer ?

La solution étudiée dans le cadre de ce rapport est la renaturation des cours d'eau. Elle englobe tous les travaux de redéfinition active ou passive du lit mineur d'un cours d'eau (reméandrage, création de banquettes, remise en fond de talweg, techniques low-tech, entre autres). D'autres solutions existent à l'échelle des bassins versants pour limiter les risques inondations et sécheresse (voir rapport n°2 NBRACER). Dans le cadre du projet européen, seul le reméandrage et la remise en fond de talweg du Vendié ont été étudiés. Dès lors, c'est cette solution qui est envisagée pour la réplication dans le présent rapport. Pour de futurs projets de restauration en cours d'eau, les acteurs concernés (essentiellement le Syndicat du Bassin Versant de la Sèvre Niortaise, ci-après désigné SMBVSN) pourront donc s'appuyer sur le retour d'expériences du rapport n°2.

Ainsi, le présent livrable vise à identifier les zones prioritaires pour la réplication des travaux de renaturation en cours d'eau.

2.2 L'approche pour la priorisation des zones à restaurer

L'approche choisie est une approche cartographique intégrant les risques, opportunités, et pressions sur le territoire. L'objectif final est d'identifier les cours d'eau sur lesquels il est prioritaire d'agir. Sera considéré prioritaire un cours d'eau ou tronçon de cours d'eau exposé à des risques importants relatifs au cycle de l'eau (sécheresse, inondation, entre autres – voir partie 2.4).

Cette approche est expérimentale, elle implique de nombreuses simplifications et hypothèses qu'il est indispensable de confronter avec des regards d'experts. Aussi, si la carte finale propose des tronçons de cours d'eau prioritaires, il est bon de rappeler que la majorité du bassin versant du Marais poitevin est parcouru par des cours d'eau en état écologique médiocre ou moyen voire mauvais. Dès lors, il est nécessaire de travailler à l'atteinte du bon état écologique de l'ensemble du réseau hydrographique du Marais poitevin.

Enfin, les SfN consacrées à la préservation de la ressource en eau (qualitative et quantitative) sont à envisager comme un portefeuille de solutions se répondant entre elles et à mettre en place de manière intégrée à l'échelle de tout un bassin versant. A titre d'exemple, la renaturation du lit mineur d'un cours d'eau est bien plus efficace si des pratiques agriculturales de préservation de l'eau ont été mises en place dans sa plaine alluviale. C'est pour cette raison que la restauration morphologique telle que réalisée sur le Vendié ne doit pas être la seule SfN envisagée.

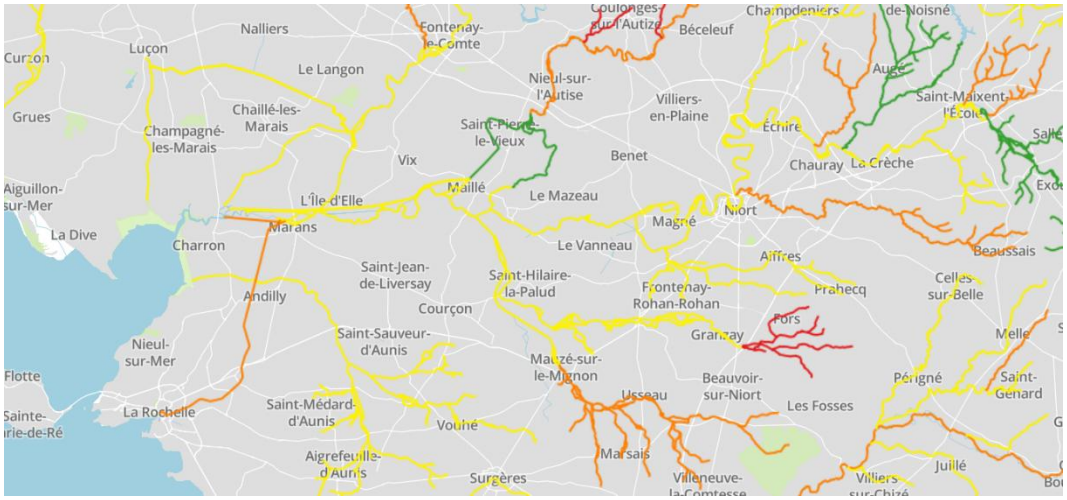


Figure 1 : Etat écologique des cours d'eau - extrait du site Qualité rivière (en bleu : très bon état ; en vert : bon état ; en jaune : état moyen ; en orange : état médiocre ; en rouge : état mauvais)

2.3 Choix de la zone d'étude

L'un des deux territoires démonstrateurs choisis dans le cadre du projet NBRACER en Nouvelle-Aquitaine est le Marais poitevin. Le Marais poitevin est à la fois un bassin versant et un Parc naturel régional. Il est à cheval sur 3 départements et 2 régions, et peut s'étudier selon bien d'autres critères déterminants. Ce rapport traitant de la réplication de travaux de renaturation en cours d'eau, il est logique de considérer le Marais poitevin par le biais de son bassin versant.

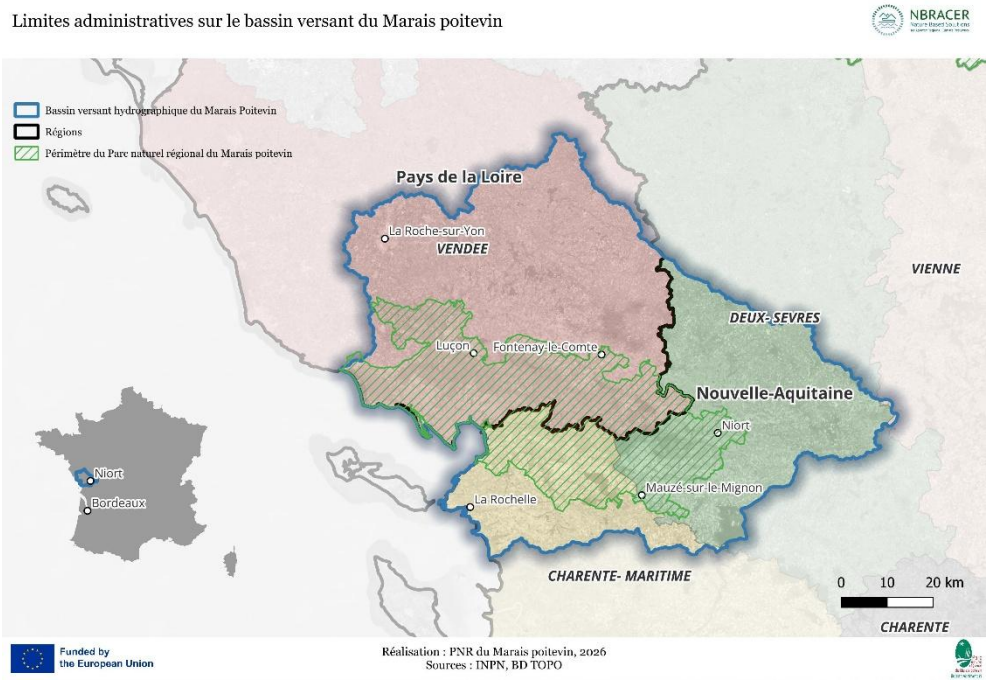
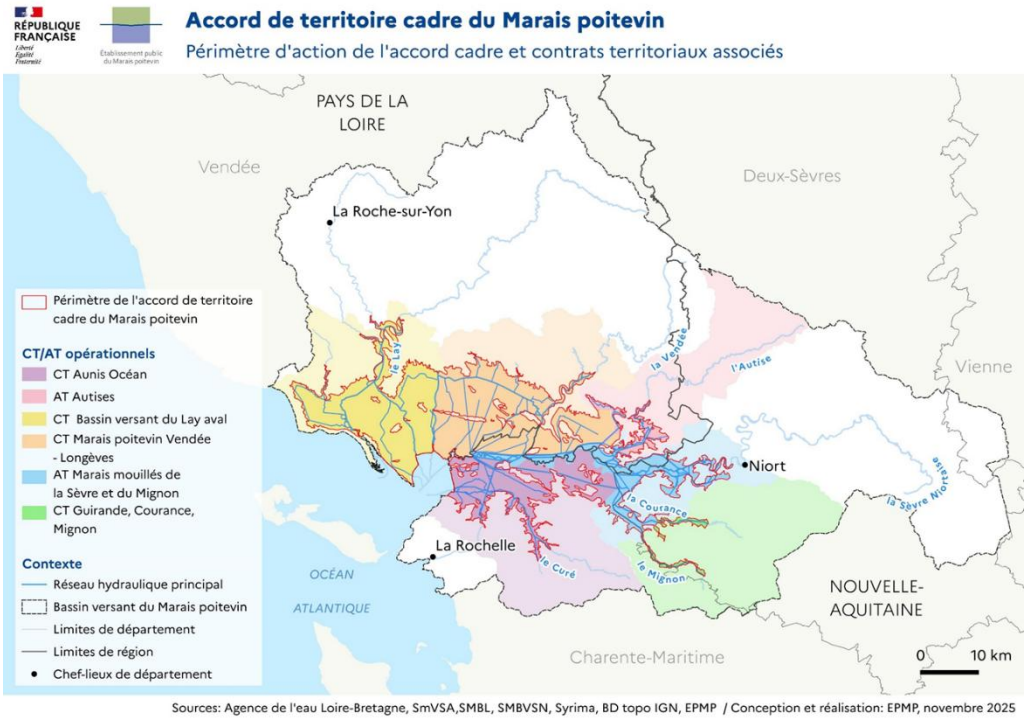


Figure 2 : Carte des limites administratives principales sur le bassin versant du Marais poitevin

L'échelle idéale pour étudier la réplication de ce type de projet de renaturation est donc le bassin versant du Marais poitevin dans sa globalité. Cependant il couvre près de 600 000 ha de terres, avec une exposition à des aléas très différents selon la zone : submersion marine près des côtes,

ou inondations fluviales dans les terres (3).

Par ailleurs les usages sur le territoire et la gestion de la ressource en eau et des milieux aquatique revient à des acteurs variés sur le territoire. L'un des outils opérationnels les plus structurants dans les actions de restauration en cours d'eau est l'Accord de Territoire (anciennement Contrats Territoriaux Eau et Milieux Aquatiques). Ce sont des déclinaisons opérationnelles des SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux) eux-mêmes déclinaisons locales des SDAGE (Schéma Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux) décidé à l'échelle des grands bassins versants hydrographiques français (en l'occurrence le bassin versant Loire Bretagne). Ces Accords de Territoires sont pilotés généralement par des Syndicats mixtes possédant la compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations). Sur la zone humide du du Marais poitevin, il n'existe pas moins de 6 Accords de Territoire.



Sources: Agence de l'eau Loire-Bretagne, SmVSA,SMBL, SMBVSN, Syrima, BD topo IGN, EPMP / Conception et réalisation: EPMP, novembre 2025

Figure 3 : Carte des périmètres de Contrats Territoriaux Eaux Milieux Aquatiques ou Accords de territoire dans le bassin versant du Marais poitevin (source : EPMP)

Enfin le bassin versant du Marais poitevin est éclectique d'un point de vue géologique : les entités affleurantes sont des calcaires du jurassique supérieur dans le Sud du bassin versant et des roches granitiques du socle dans le Nord.
Les contextes hydrogéologique et pédologique dans lequel s'inscrivent les travaux de renaturation du Vendié, dans le Sud du Marais poitevin, sont donc très spécifiques à cette zone du bassin versant (voir livrable n°1 produit dans le cadre du projet NBRACER par le PNR du Marais poitevin et relatif au contexte hydrogéologique et pédologique du Vendié, ci-après désigné rapport n°1 NBRACER).

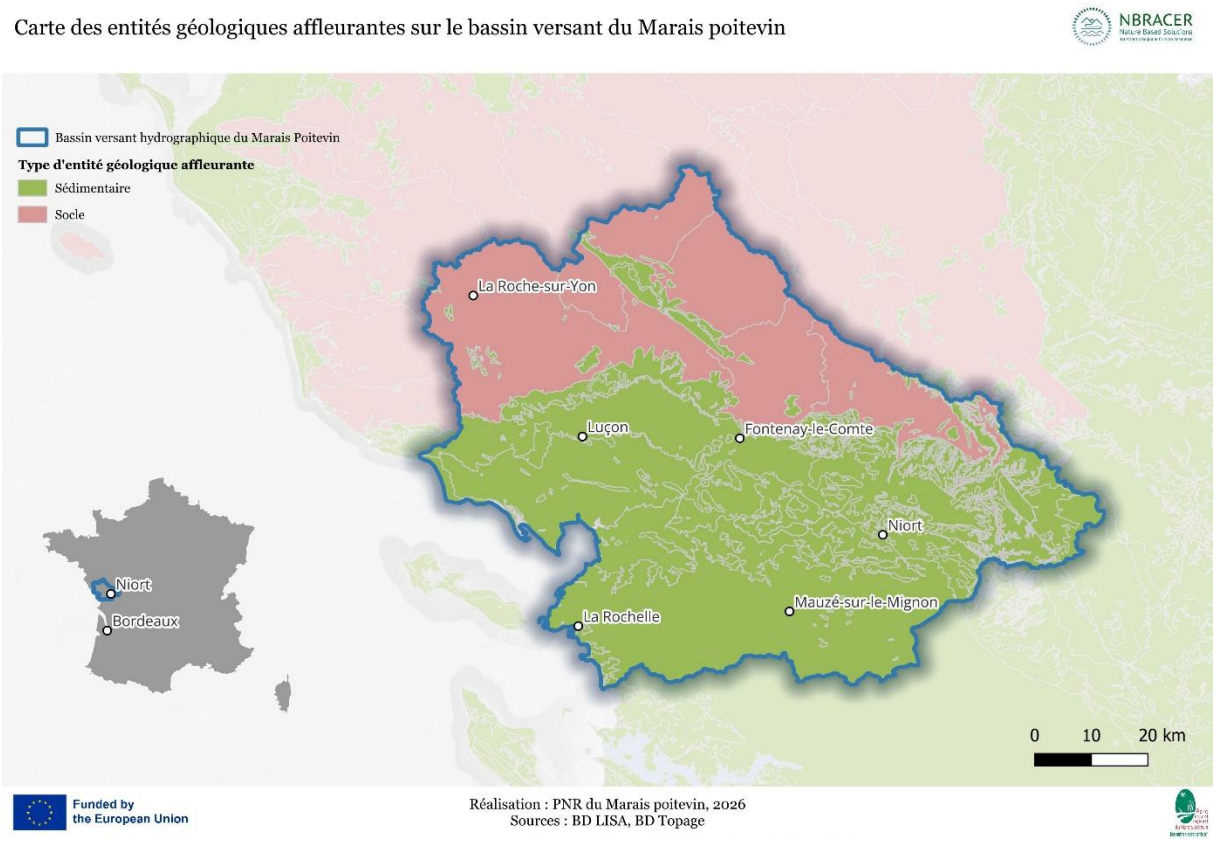


Figure 4 : Carte des types d'entités géologiques affleurantes sur le bassin versant du Marais poitevin

Il s'agit donc de considérer une échelle plus locale pour la réplication : une échelle qui partage à peu près les mêmes caractéristiques géologiques et de gestion.
Les bassins versants du Mignon, de la Courance et de la Guirande (tous affluents de la Sèvre Niortaise dans le Sud-Est du bassin versant du Marais poitevin), forment ensemble le périmètre de l'accord de territoire Guirande-Courance-Mignon, dont le pilotage des actions est porté par le SMBVSN. Ces trois bassins versants (ci-après désignés bassins versant GCM) partagent également une géologie similaire bien que des variations locales soient non négligeables.
C'est donc cette échelle qui est choisie pour l'étude de la réplication des travaux de restauration en cours d'eau.

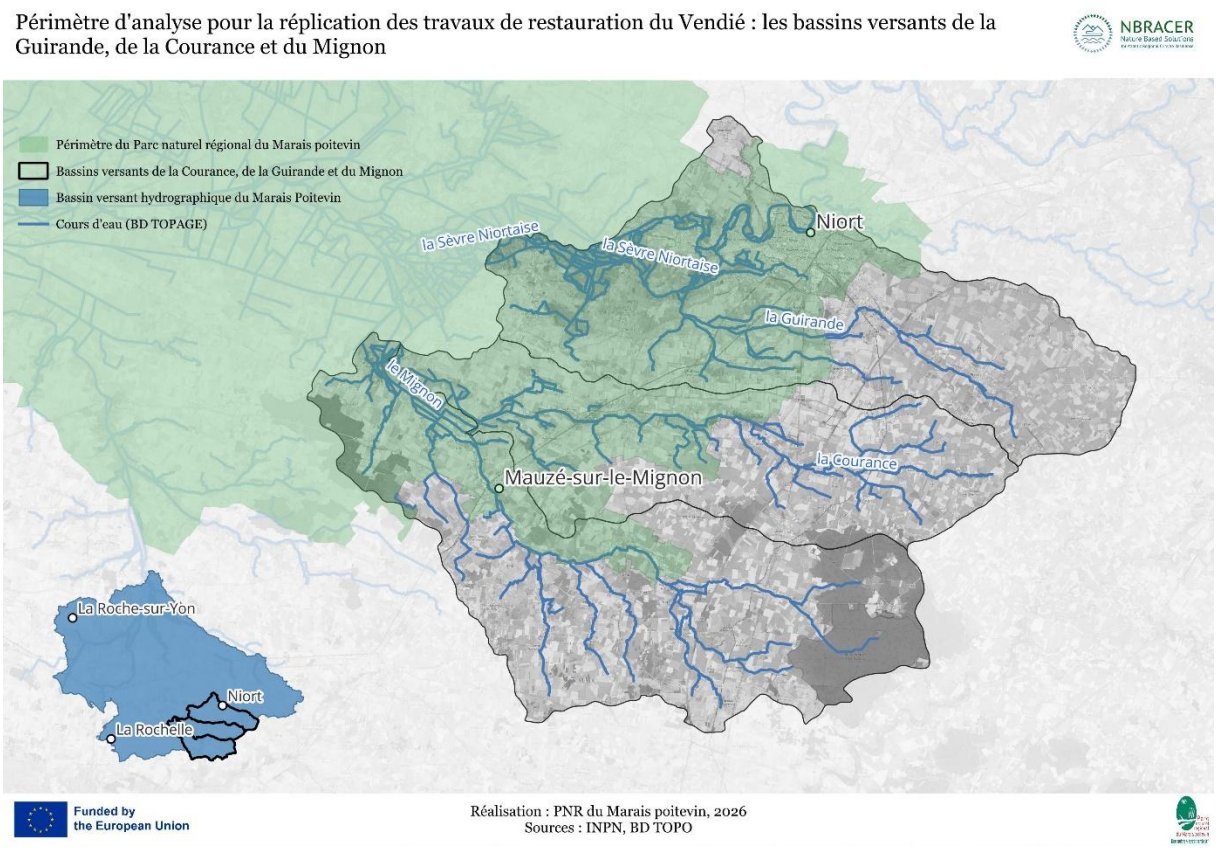


Figure 5 : Carte de localisation des bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

2.4 Les risques à étudier

2.4.1 Diagnostic des risques et aléas à l'échelle du territoire

Le risque inondation est le premier risque naturel à l'échelle nationale sur le territoire français d'après le Commissariat général au développement durable (4).

D'après le diagnostic de vulnérabilité climatique sur le territoire produit par le PNR du Marais poitevin dans le cadre du projet LIFE Maraisilience, les aléas principaux sur l'ensemble du bassin versant du Marais poitevin et des EPCI associés et qui concernent directement l'eau douce sont :

- Les inondations (niveau actuel de l'aléa : 3/3) ;
- La sécheresse agricole, hydrologique et météorologique (niveau actuel de l'aléa : 2/3) ;
- Le retrait et gonflement des argiles (niveau actuel de l'aléa : 2/3).

Aléas du territoire	Niveau actuel de l'aléa		Niveau futur de l'aléa
Température de l'air	3/3	↗	4/4
Canicule/vagues de chaleur	3/3	↗	4/4
Température des mers et des océans	3/3	↗	4/4
Inondations	3/3	↗	4/4
Submersion	2/3	↗	3/4
Elévation du niveau de la mer	2/3	↗	3/4
Erosion	2/3	↗	3/4
Sécheresse agricole	2/3	↗	3/4
Sécheresse hydrologique	2/3	↗	3/4
Retrait gonflement des argiles	2/3	↗	3/4
Sécheresse météorologique	2/3	↗	3/4
Acidification des mers et des océans	2/3	↗	3/4

Figure 6 : extrait du tableau récapitulatif des aléas présents sur le territoire d'étude du projet LIFE Maraisilience

Les risques inondations, sécheresse et retraits-gonflements des argiles sont donc les risques naturels considérés comme prioritaire dans le présent rapport.

2.4.2 Du niveau de risque au niveau de priorité par tronçon hydrographique

Dans le cadre de ce travail, le risque est considéré comme le produit de l'aléa par l'enjeu. Dans un souci de simplification, un seul enjeu a été attribué à chaque aléa. Pour rappel, il est considéré que plus l'indice de risque est élevé, plus il est prioritaire de travailler sur un cours d'eau, ou tronçon de cours d'eau.

Un cours d'eau est découpé selon la BD Topage ®, en tronçons hydrographiques. Un tronçon hydrographique est le découpage le plus fin d'un réseau hydrographique, et correspond à l'espace entre deux nœuds hydrographiques (chaque nœud correspond à une confluence, un début ou une fin de plan d'eau, une embouchure, ou autres objet hydrographique).

C'est l'unité choisie dans le cadre de ce travail : une note est attribuée à chaque tronçon hydrographique pour chaque indice de risque.

Certains aléas ou enjeux correspondent à des zones et non à un linéaire de cours d'eau. Par exemple, l'indice de risque de sécheresse du sol découpe les bassins versant GCM en zones à plus ou moins forte contrainte hydrique. **Afin d'attribuer aux tronçons hydrographiques un indice de risque on considère l'indice de risque de la zone qu'ils traversent.**
Si le tronçon hydrographique est entièrement entouré d'une zone dont la valeur de l'indice est X alors il prendra la valeur X. S'il traverse plusieurs zones de valeur d'indice différentes alors il prendra la valeur pondérée de l'indice tel que :

$$\text{Ind} = \sum_1^n Ind_{STHi} * L_{STHi} \; / \; \sum_1^n L_{STHi}$$

Avec : Ind_{STHi}, la valeur de l'indice pour le sous-tronçon hydrographique i ; L_{STHi}, la longueur du sous-tronçon hydrographique i.

Partie 3 : Les données disponibles et la construction de chaque indice de risque

Une partie des traitements a été réalisée sur le logiciel QGis®, plus performant que le logiciel R® pour de grosses opérations géométriques. Le logiciel R® a été utilisé pour les derniers traitements, car il est idéal pour garder une traçabilité des opérations. Ces traitements ainsi que les métadonnées sont détaillés en annexes.

3.1 Le risque inondation

Le risque inondation est identifié comme le produit de l'aléa inondation par l'enjeu du bâti. Dans le cadre de ce travail, l'aléa inondation correspond à l'emprise maximale de la zone inondée ou inondable sur les bassins versants GCM. L'enjeu bâti correspond à la surface totale du bâti. Le risque inondation se traduit donc par **la surface totale des bâtiments construit en zone inondable.**

Si ce travail se contentait de cartographier les risques, seule serait retenue l'emprise totale du bâti en zone inondable. Cependant, il s'agit *in fine* d'identifier les zones où il est le plus urgent de répliquer les travaux de renaturation en cours d'eau. Dès lors il faut attribuer à chaque cours d'eau un indice de priorité relatif au risque inondation. Or, les travaux de restauration en cours d'eau favorisent des débordements plus réguliers dans le lit majeur du cours d'eau restauré afin de limiter le risque inondation dans les zones bâties à l'aval. **Afin de limiter le risque inondation sur une zone bâtie, il faut donc restaurer les cours d'eau à l'amont. Les travaux de restauration de cours d'eau ont donc un effet sur le risque inondation à l'échelle des bassins versants.** Dans le cadre de ce travail, l'indice attribué à chaque cours d'eau correspond alors à la surface de bâti en zone inondable dans le sous-bassin versant auquel appartient ce cours d'eau. Il y a donc 3 valeurs d'indice : une pour la Guirande, une pour la Courance et une pour le Mignon, comme il s'agit de la plus petite échelle de bassin versant à disposition.

Les inondations sur les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

Carte des aléas (enveloppe maximale inondée) et des enjeux (espaces bâtis)

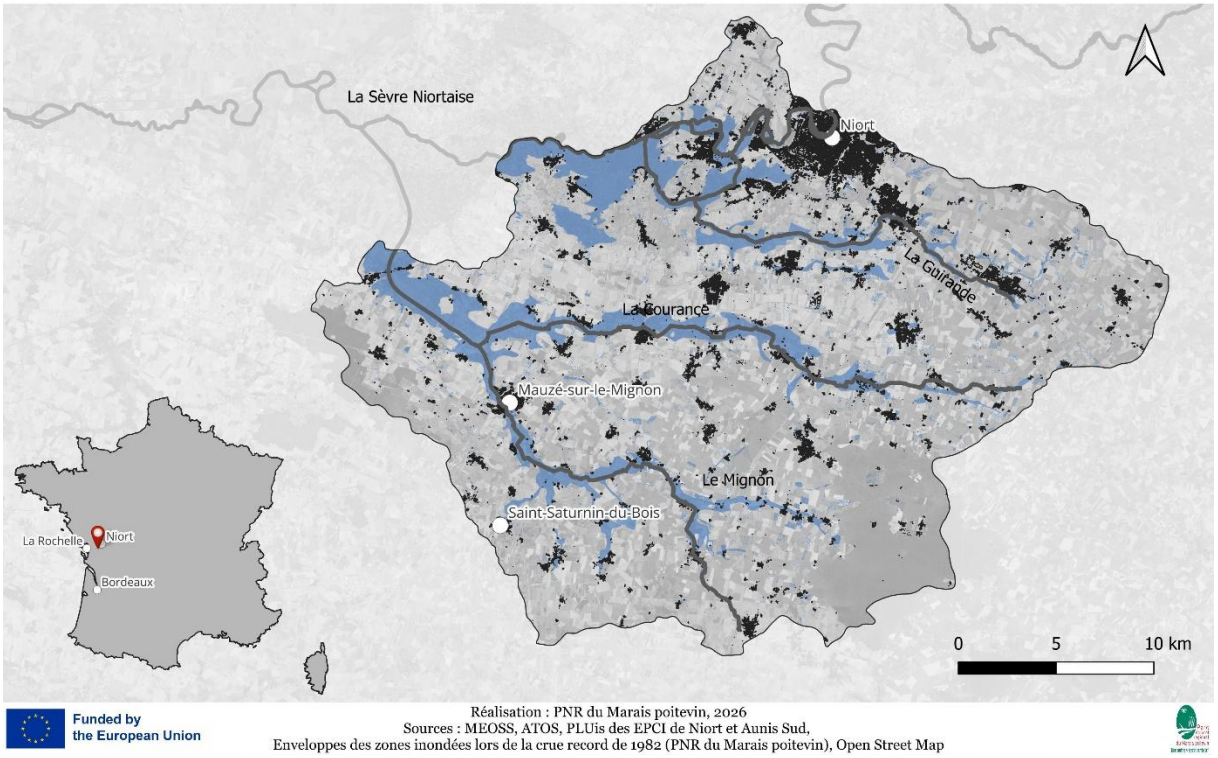


Figure 7 : Carte de l'aléa inondation et de l'enjeu bâti sur les bassins versants GCM

Les inondations sur les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

Carte des risques - Aléas x Enjeux - ramené aux bassins versants

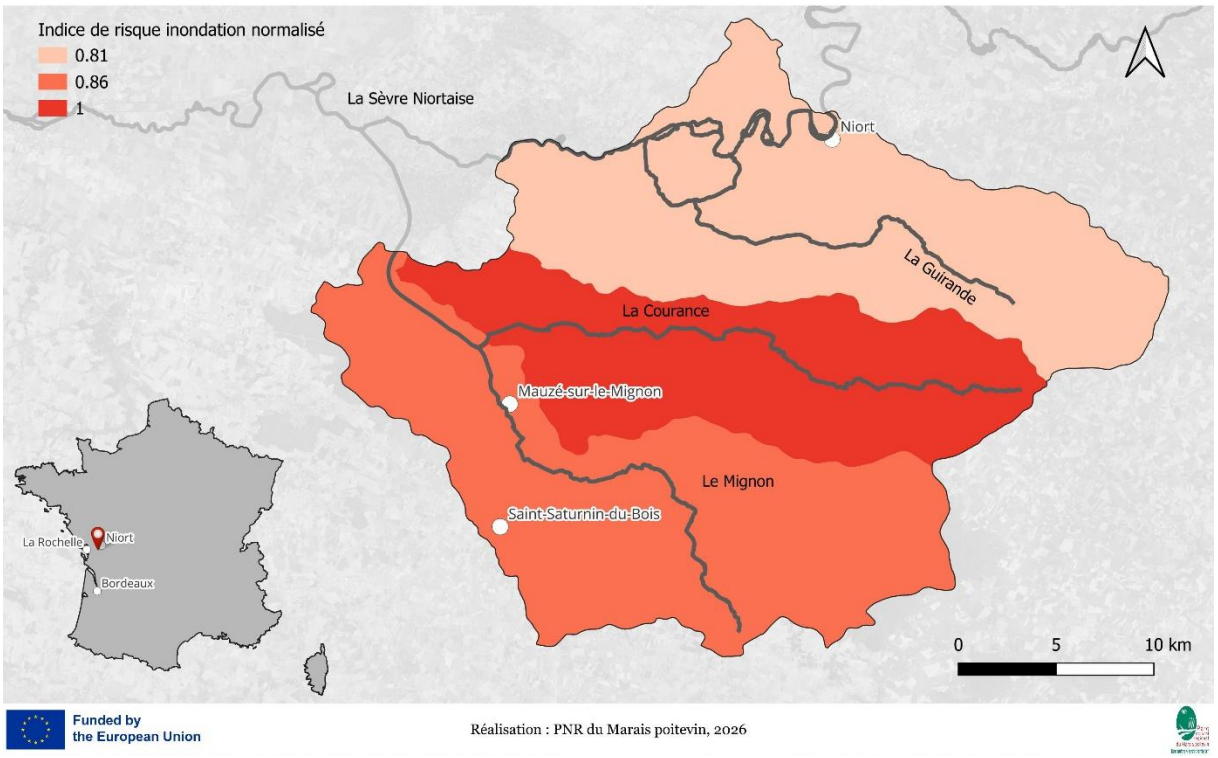


Figure 8 : Carte de l'indice de risque inondation sur les bassins versants GCM

3.2 Le risque sécheresse des sols

L'aléa sécheresse des sols est calculé dans le présent document grâce à l'indice NDDI (*Normalized Difference Drought Index*) obtenu sur la zone GCM grâce au satellite Sentinel-2. L'enjeu associé est un enjeu hydrologique et écologique. Il est calculé par l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise (IIBSN) : *Ground Water Dependant Ecosystems (GWDE)*. Cet indice intègre les enjeux écologiques notamment lié à la présence avérée d'une zone humide ou d'une zone protégée et la relation entre les écosystèmes de zones humides de surface avec la nappe souterraine. Plus il existe une relation directe entre la nappe souterraine et les niveaux d'eau superficiels, plus l'enjeu est fort. Et plus la zone humide présente un intérêt écologique important, plus l'enjeu est fort. Cet enjeu étant évalué uniquement sur les zones humides de fond de vallée, il omet tous les écosystèmes de plaine mais qui présentent pourtant des enjeux de biodiversité mais aussi des enjeux agricoles importants.

Le NDDI est classé selon la valeur de l'indice :

Classes de valeurs	Niveau de contrainte en eau (valeur)	Niveau de contrainte en eau (libelle)
< 0	1	Humide ou sans contrainte en eau
[0 ; 0.7[	2	Neutre à légère contrainte
[0.7 ; 1.25[	3	Contrainte modérée
[1.25 ; 3[	4	Contrainte marquée
>= 3	5	Forte contrainte en eau

Tableau 1 : classes de valeurs pour l'indice NDDI et niveaux de contrainte en eau associés

Ce classement est réalisé par l'entreprise MEOSS qui a fourni les images satellite traitées. MEOSS est un partenaire du PNR du Marais poitevin et est bénéficiaire associé du projet NBRACER.
L'indice de risque sécheresse des sols est donc le produit du niveau de contrainte en eau (1 à 5) par l'indice de vulnérabilité des zones humides défini par l'IIBSN (1 à 3).

La sécheresse du sol sur les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

Carte des aléas - NDDI moyen sur la période juin-octobre des années 2017 à 2025

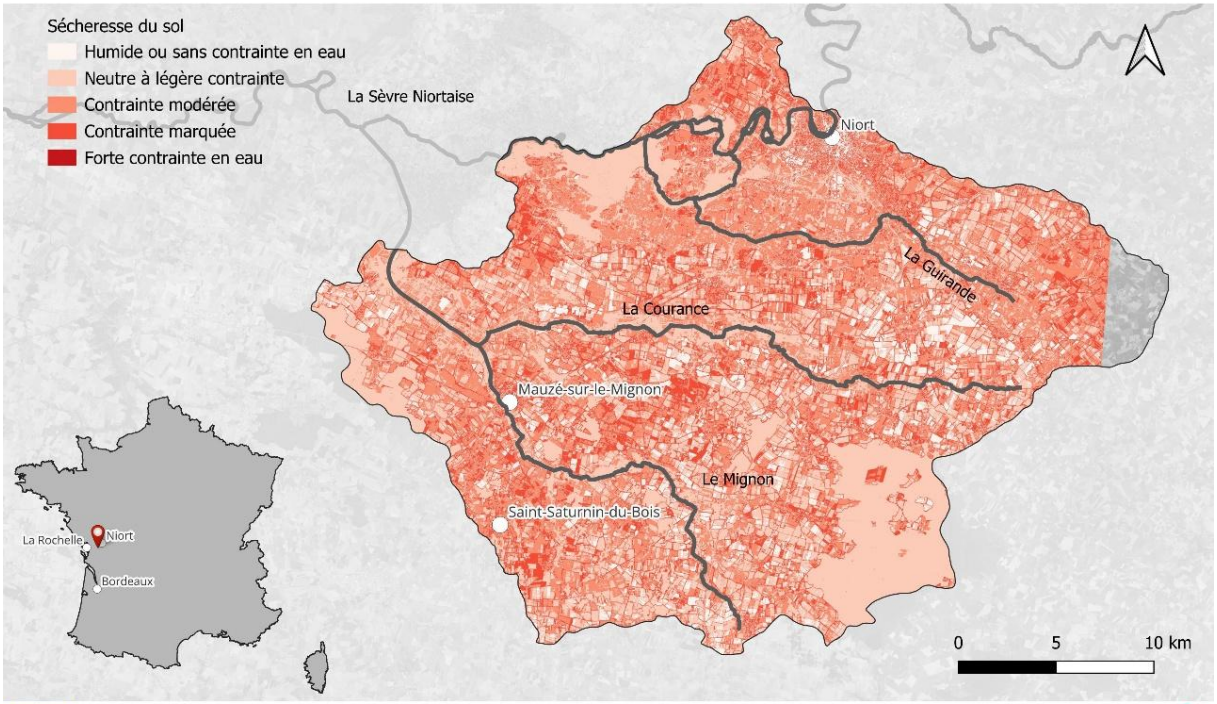


Figure 9 : Carte de l'aléa sécheresse du sol dans les bassins versants GCM

La sécheresse du sol sur les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

Carte des enjeux - vulnérabilité des zones humides et zones Marais vis à vis des enjeux écologiques et de la relations avec la nappe souterraine

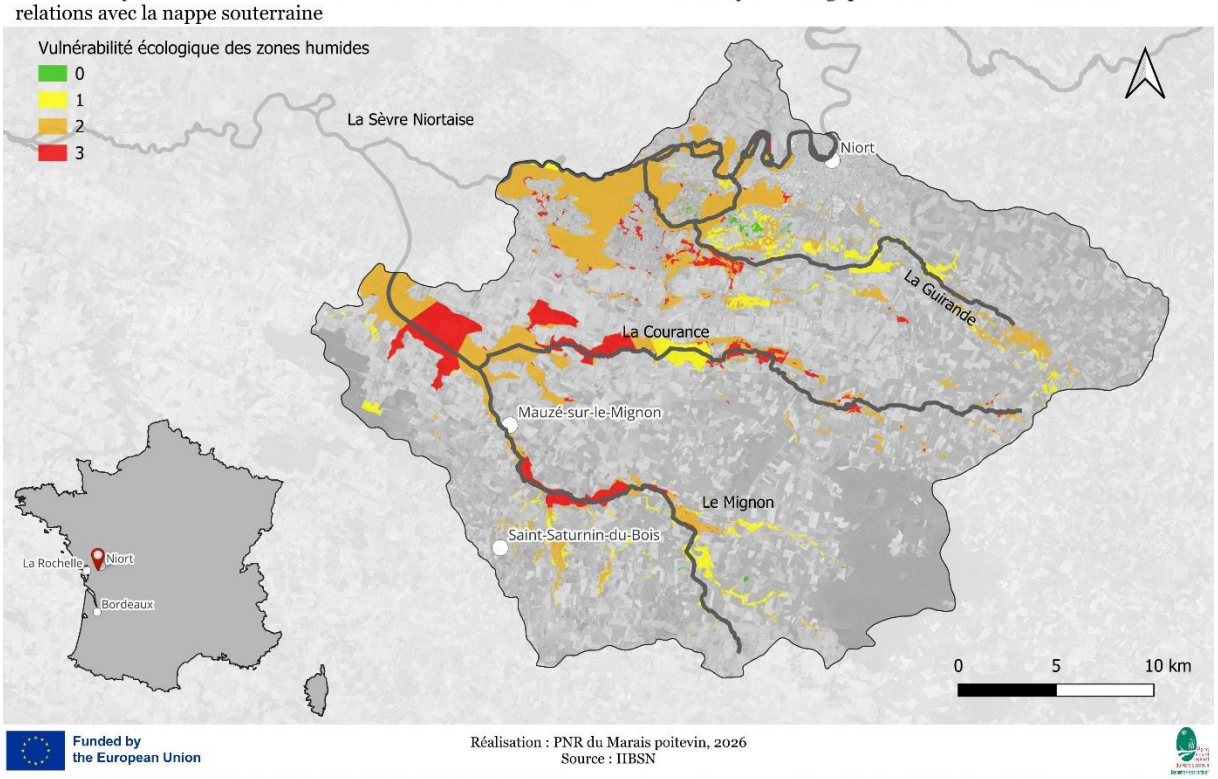


Figure 10 : Carte de l'enjeu écologique dans les zones humide de fond de vallée et les zones Marais des bassins versants GCM

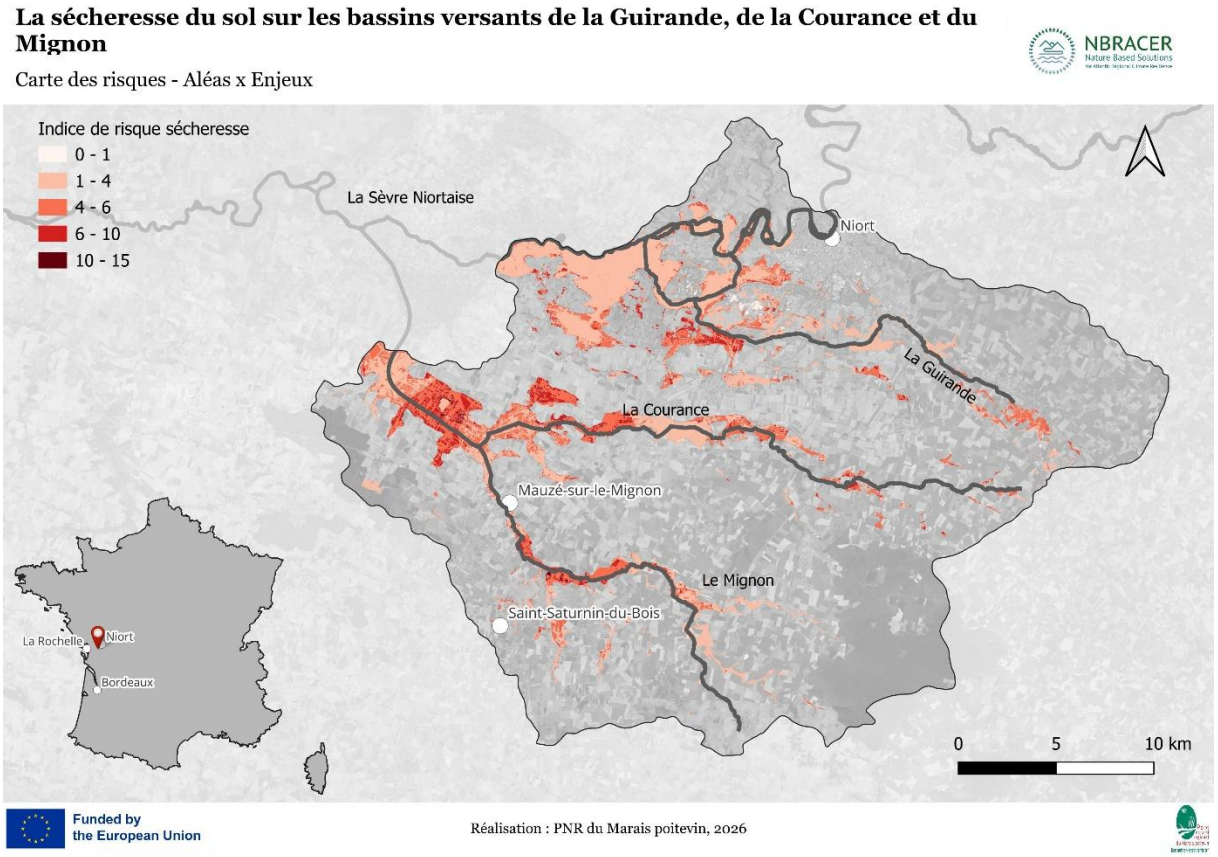


Figure 11 : Carte du risque sécheresse dans les bassins versants GCM

3.3 Le risque d'assec

L'aléa assec correspond pour chaque tronçon hydrographique à la fréquence d'assec du tronçon sur la période du suivi réalisé par la fédération de pêche des Deux-Sèvres à savoir un suivi bimensuel de juin à octobre sur les années 2017 à 2025. L'assec complet advient quand il n'y a plus d'eau sur la majorité du linéaire considéré.
L'enjeu associé est un enjeu écologique. Il correspond au même indice calculé par l'IIBSN pour les zones humides de fond de vallée mais cette fois ci-pour les cours d'eau.
L'indice de risque d'assec est le produit de la fréquence (0 à 1) par l'indice de l'IIBSN (1 à 3).

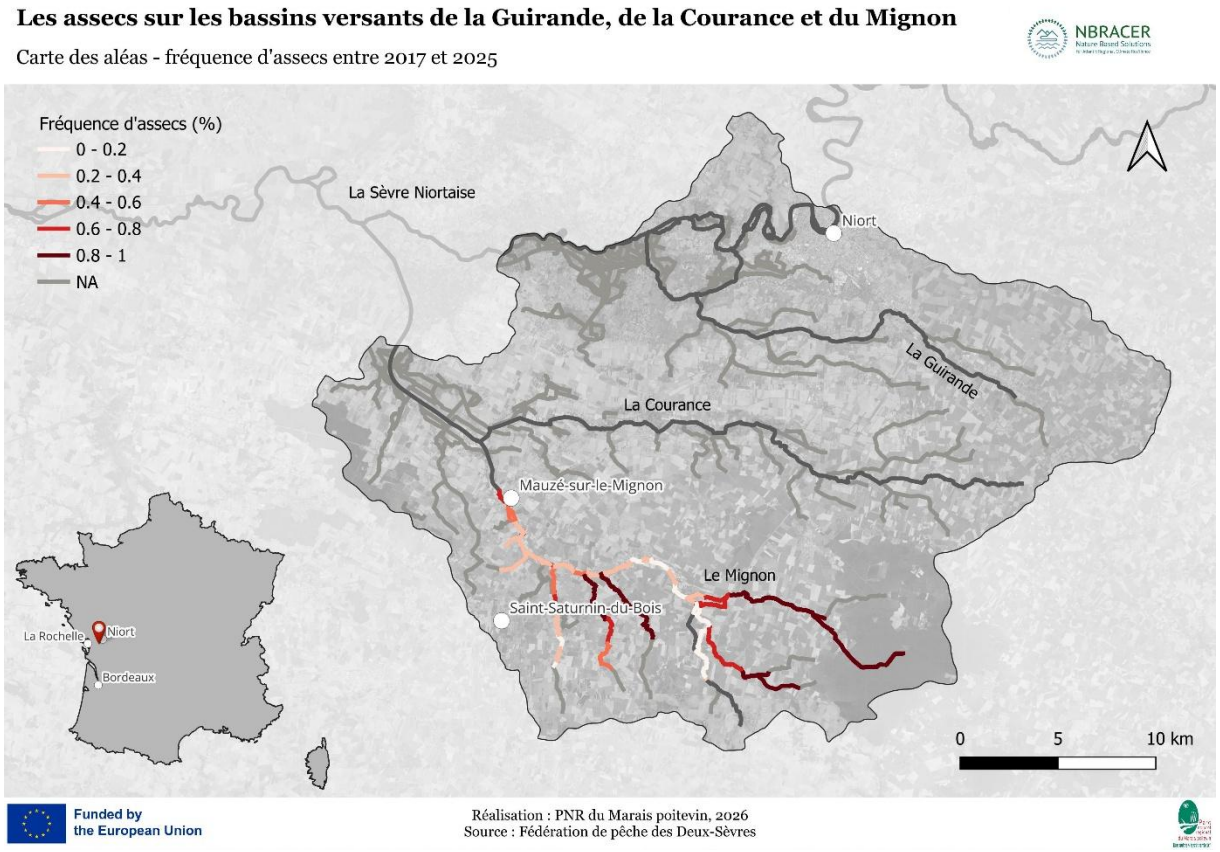


Figure 12 : Carte de l'aléa assec sur les bassins versants GCM

Les assecs sur les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

Carte des enjeux - vulnérabilité des cours d'eau vis à vis des enjeux écologiques et de la relations avec la nappe souterraine

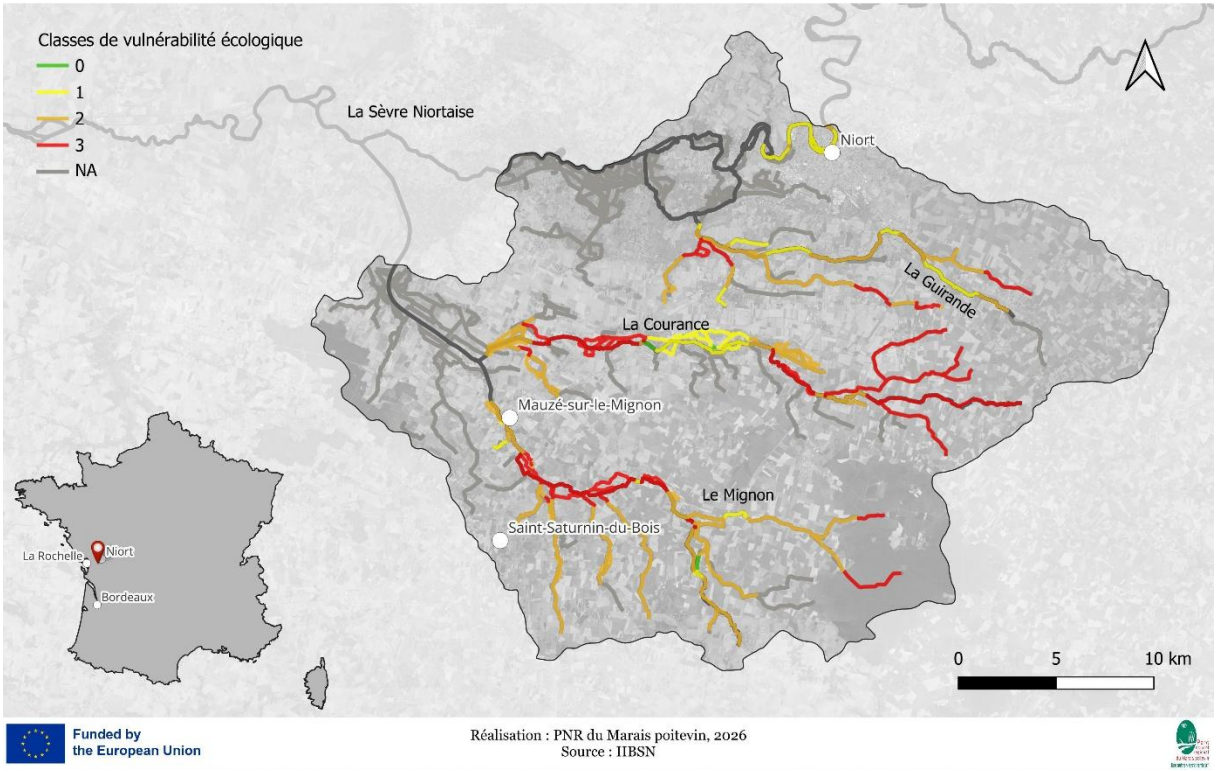


Figure 13 : Carte de l'enjeu écologique sur les cours d'eau des bassins versants GCM

Les assecs sur les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

Carte des risques - Aléas x Enjeux

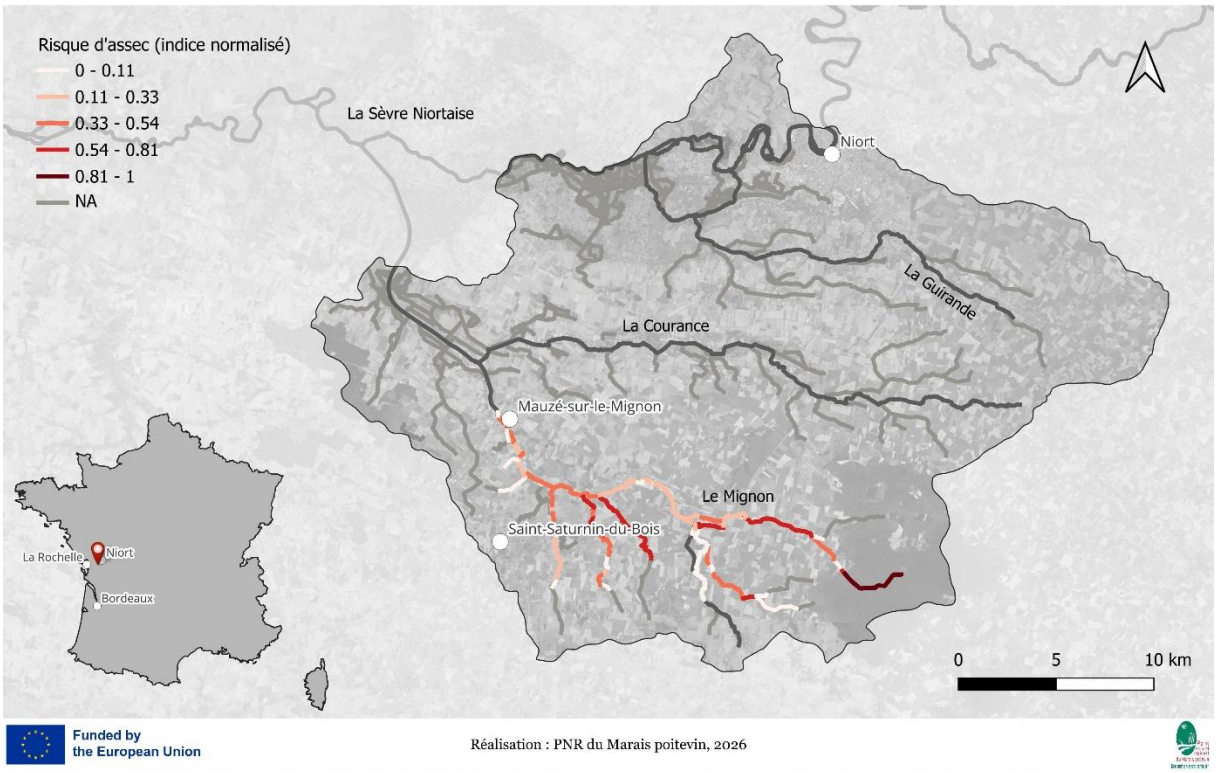


Figure 14 : Carte de l'indice de risque assec sur les cours d'eau des bassins versants GCM

3.4 Le risque retrait gonflement des argiles

L'aléa retrait gonflement des argiles (RGA) est un indice d'exposition proposé par Géorisques. Son score varie de 0 à 3 sur la zone GCM. L'enjeu associé est la surface de bâti. Le risque RGA est le produit de la surface du bâti par le niveau d'aléa pour chaque zone identifiée par Géorisques.

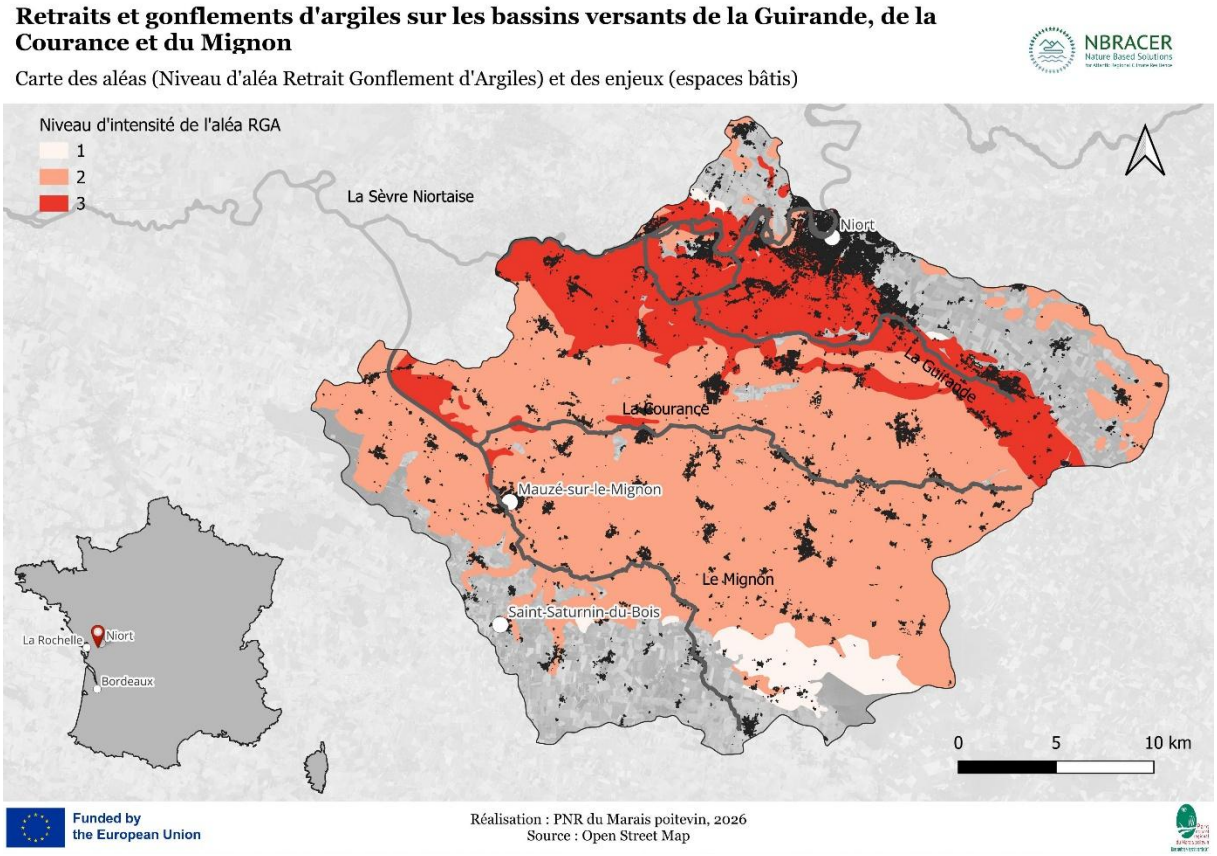


Figure 15 : Carte de l'aléa RGA et de l'enjeu bâti sur les bassins versant GCM

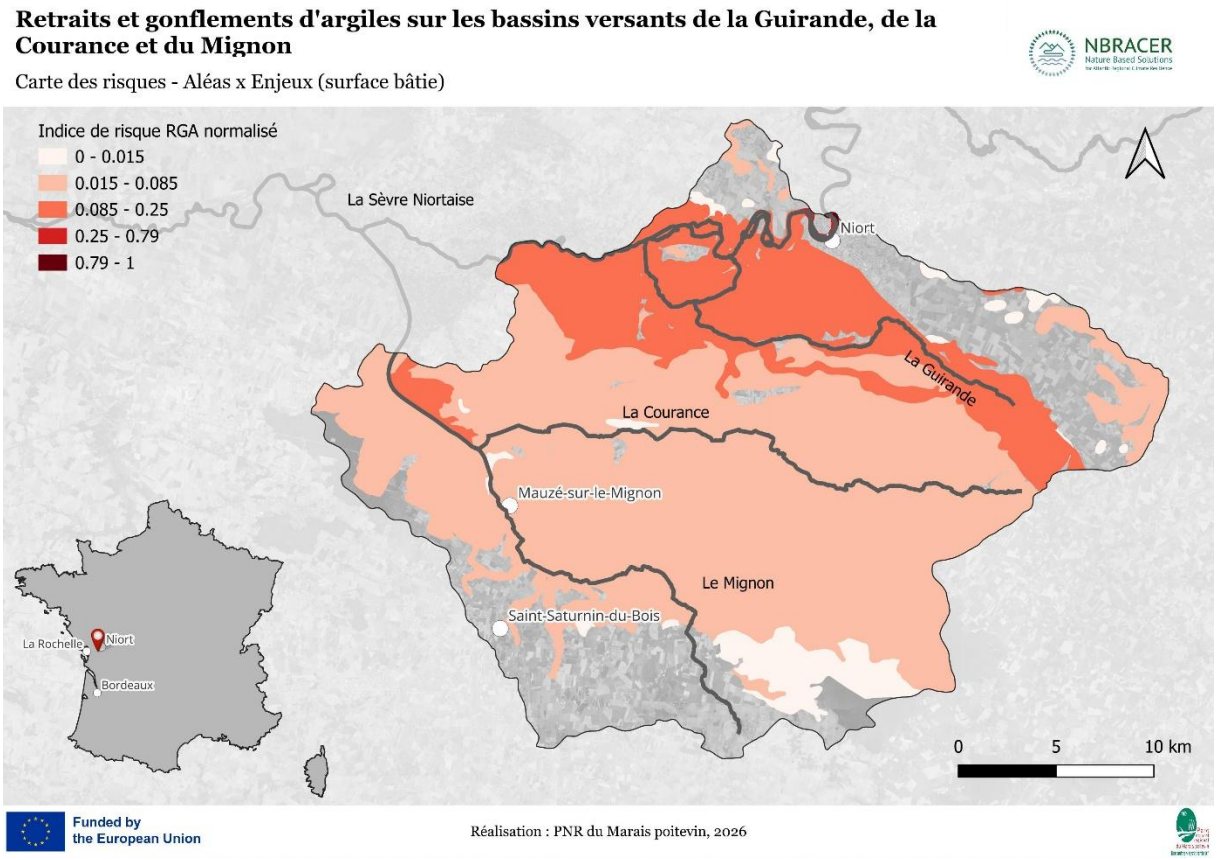


Figure 16 : Carte du risque RGA sur les bassins versants GCM

3.5 Distance des cours d'eau à leur point bas : un facteur aggravant

Le rapport n°2 NBRACER fait état du déplacement important du Vendié par rapport à son point bas sur certains secteurs. Ces déplacements sont liés à des aménagements plus ou moins anciens du cours d'eau. Ils ont tendance à précipiter l'assec et limiter les échanges entre le cours d'eau et sa nappe alluviale. La distance du cours d'eau à son point bas (et plus précisément la différence altimétrique entre le cours d'eau et son point bas) est donc un facteur aggravant l'état hydrologique des cours d'eau. C'est pour cette raison que cet indice est ajouté à l'évaluation des zones prioritaires pour la restauration de cours d'eau.

L'altimétrie est centrale dans ce type d'approche par les risques et *a forciori* pour calculer l'écart d'un cours d'eau à son point bas. Cependant, à date de rédaction du présent rapport, le profil altimétrique à 50 cm de résolution verticale (LIDAR) sur toute la partie Deux Sévrienne des bassins versants GCM n'est pas disponible. Une résolution supérieure à 50 cm est trop incertaine, surtout pour des secteurs comme le Marais poitevin et son bassin versant qui présente une topographie très plane.

Ainsi, l'écart du cours d'eau à son point bas est assimilée à la distance latérale qui sépare le lit mineur du cours d'eau d'après la BD Topage ® à son point bas (le modèle de point bas est calculé par le SMBVSN).

Cette distance est classée selon les valeurs suivantes :

Classes de valeurs	Niveau de contrainte en eau (valeur)
< 50 m	1
[50 ; 100[	2
[100 ; 150[	3
[150 ; 200[	4
[200 ; 250[	5
>= 250 m	NA

Tableau 2 : classes de valeurs pour l'indice distance au point bas

Au-delà de 250 mètres, il est considéré que le point bas identifié ne correspond pas au tronçon du cours d'eau, autrement dit, qu'ils n'appartiennent pas à la même vallée.

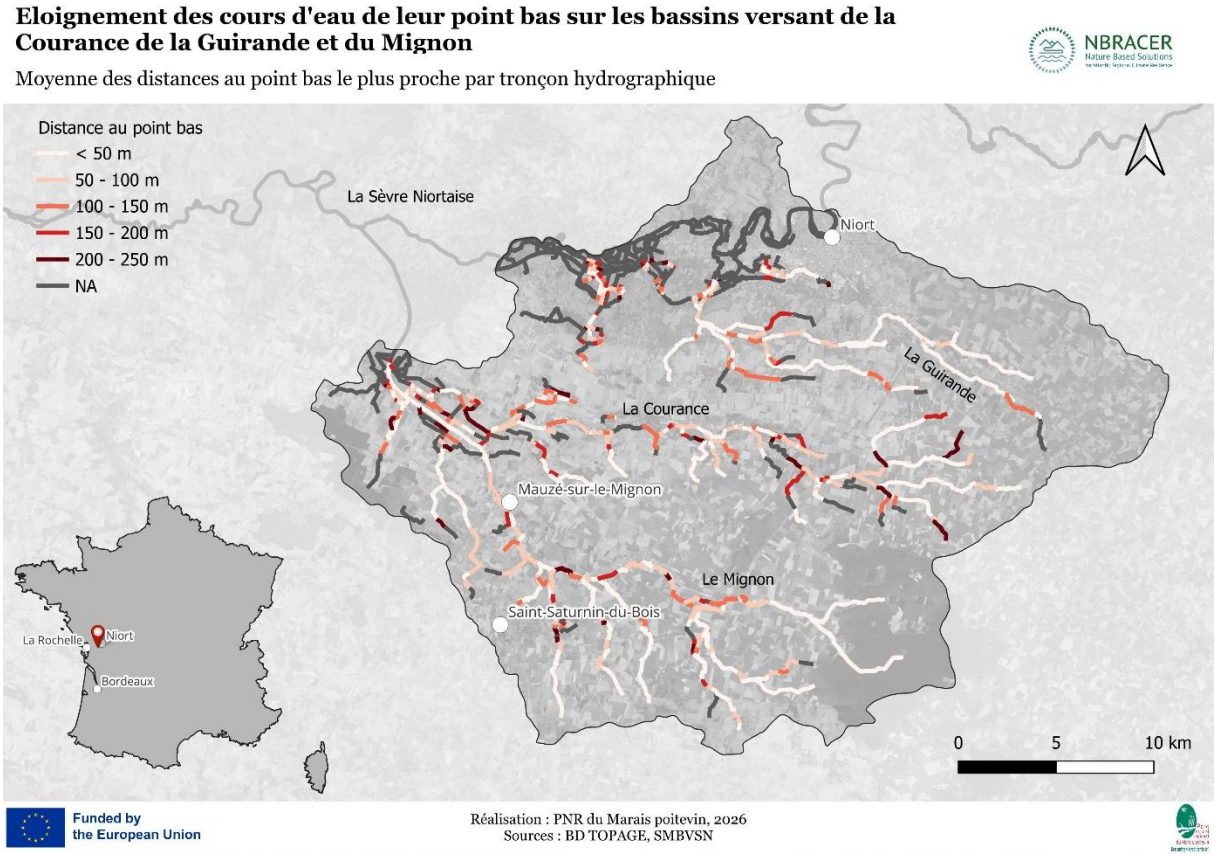


Figure 17 : Distance des cours d'eau à leur point bas sur les bassins versants GCM

3.6 Les prélèvements agricoles : un facteur limitant

D'après le rapport n°2 NBRACER, les prélèvements agricoles limitent l'efficacité des travaux de restauration, en précipitant les assecs estivaux. En effet, **même si la restauration du Vendié l'a rendu moins vulnérable aux assecs précoces (au moins sur le secteur amont), l'assec a fini par advenir du fait de prélèvements agricoles trop importants sur le secteur et à la source du Vendié.** Dès lors il est important d'intégrer ces prélèvements à la présente analyse, comme facteur limitant.

L'indice de prélèvement correspond alors à la somme des volumes prélevés par sous bassin versants. Il y a donc 3 valeurs d'indice : une pour la Guirande, une pour la Courance et une pour le Mignon, comme il s'agit de la plus petite échelle de bassin versant à disposition.

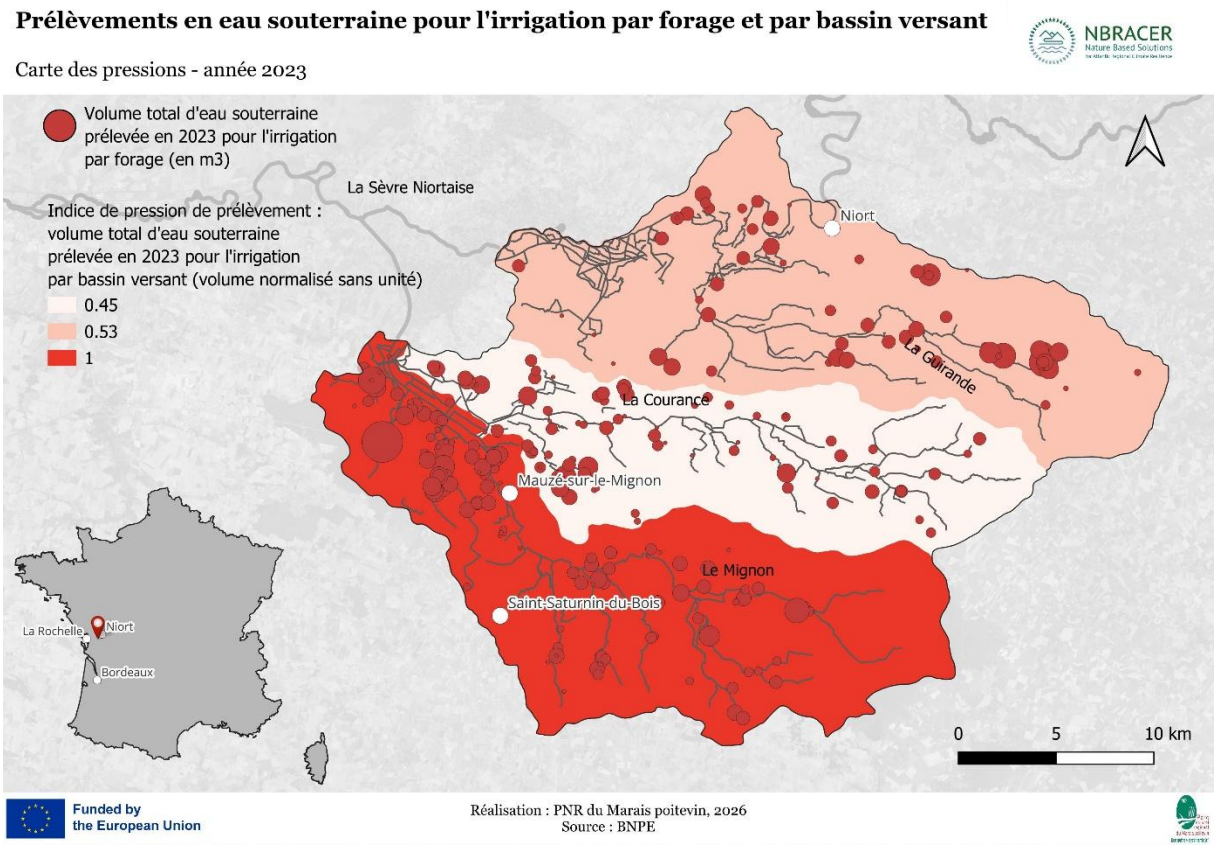


Figure 18 : Prélèvements agricoles d'eau souterraine pour l'irrigation

Partie 4 : L'intégration de ces indices en un seul indicateur et les limites de l'analyse

4.1 Indicateur global de priorité d'action en cours d'eau sur les bassins versants GCM

Les 6 indices détaillés en partie 3 sont tous normalisés pour obtenir une note entre 0 et 1 tel que : IR = IR/IR_max avec IR, l'indice de risque. Puis les indices normalisés sont intégrés en un seul indicateur tel que :

IP = IR_Inondation + IR_Secheresse_sol + IR_assec + IR_RGA + I_Distance_point_bas - I_prelevement

Tous les indices ont le même poids. Le facteur (-1) a été attribué à l'indice de prélèvement car il est considéré comme un facteur limitant les bénéfices de la restauration, quand tous les autres indices sont des facteurs justifiant la restauration d'un cours d'eau. La carte suivante présente les résultats de cette intégration.

Ces indices de priorités sont à mettre au regard des opportunités d'actions en cours d'eau. D'après le rapport n°2 NBRACER, les facteurs facilitant la mise en place de telles SfN sont notamment la maitrise foncière ou la présence de prairies adjacentes au cours d'eau à restaurer, plutôt que des cultures. S'il est important de ne pas uniquement restaurer les cours d'eau qui traversent des prairies, ce paramètre est à prendre en compte dans l'évaluation des actions de restauration mis en place sur un territoire. Les zones en prairies d'après le RPG et les zones en maitrise foncière connue (dans le périmètre du PNR du Marais poitevin uniquement) sont représentées dans la carte suivante.

Carte des priorités pour l'implémentation de Solutions fondées sur la Nature en cours d'eau sur les bassins versants de la Guirande, de la Courance et du Mignon

La maitrise foncière ou la présence de prairies, des facteurs facilitants la mise en place de ces Solutions fondées sur la Nature

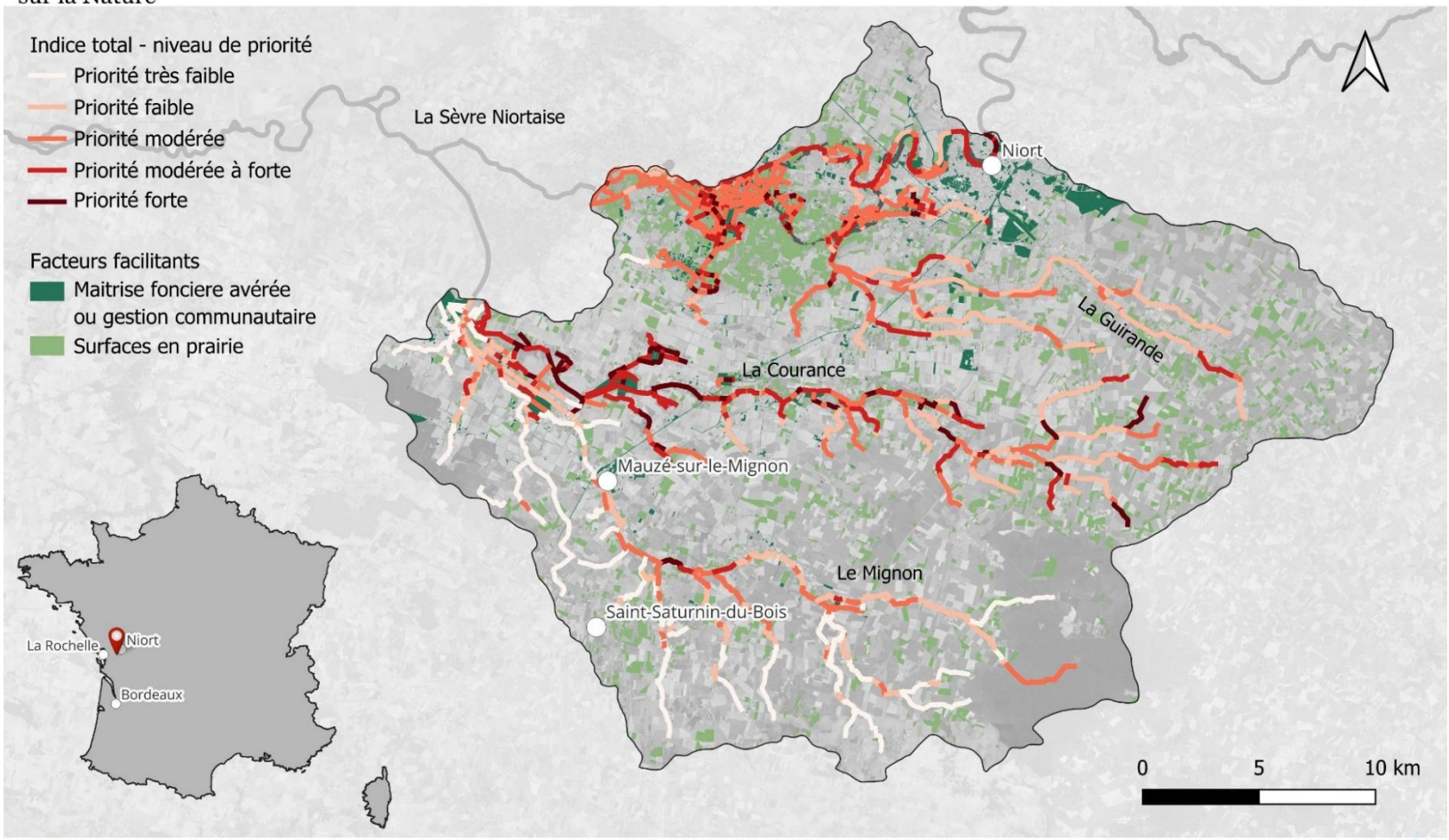


Figure 19 : Carte des priorités pour l'implémentation de travaux de restauration en cours d'eau sur les bassins versant GCM

4.2 Limites de l'analyse

L'indicateur global intègre des indices normalisés mais issus de données radicalement différentes :

- **l'aléa sécheresse est une moyenne** du NDDI par pixel sur la période de juin à octobre des années 2017 à 2025. Une autre agrégation était possible : par exemple la valeur maximale du NDDI par pixel ;
- **l'aléa assec est une fréquence** d'assec sur la période de juin à octobre des années 2017 à 2025 ;
- **l'aléa inondation est une enveloppe maximum inondable ou inondée** intégrant les données satellitaires de 2017 à 2025 mais également l'enveloppe de la crue exceptionnelle de 1982 et l'enveloppe des zones inondables identifiées dans les PLUi ;
- **l'aléa RGA est un état fixe** défini par Géorisques® ;
- **la pression de prélèvement est un volume total par bassin versant** des prélèvements agricoles uniquement pour l'irrigation sur l'année 2023 ;
- **la distance au point bas est un état fixe** calculé à partir d'un modèle topographique de points bas.

L'indicateur met ainsi au même niveau des maxima, des moyennes, des sommes, des états fixes, qui correspondent à des périodes différentes. C'est le principe même d'un indicateur, son objet est de simplifier l'information. Il reste tout même nécessaire de discuter l'agrégation des données qui servent à le construire.

La carte obtenue ci-dessus c'est qu'une première version d'un outil d'aide à la décision. Sa robustesse dépend des discussions qu'elle peut générer. Il est important de confronter les résultats de l'intégration des différents indices avec des experts de la restauration de cours d'eau, des techniciens médiateurs de rivières, des organismes de recherche, les services instructeurs de dossiers, les financeurs, entre autres.
Les discussions peuvent porter entre autres sur :

- L'ajout ou le retrait de certains indices ;
- Les méthodes d'intersections et de croisements des aléas et des enjeux ;
- Les données utilisées pour caractériser les enjeux et les aléas ;
- La pondération des différents indices.

Dans un souci de simplification, les aléas comme les enjeux intègrent le minimum de données de sources distinctes (sauf pour l'aléa inondation qui fait la synthèse de 4 jeux de données distincts). C'est pour cette raison que la couche « enjeux liés à la sécheresse des sols » ne reprend que l'indice calculé par l'IIBSN. Or celui-ci n'est calculé que pour les zones humides de fond de vallée, la zone Marais ou les cours d'eau. Il serait pertinent de considérer les enjeux écologiques sur les coteaux. Il serait également utile de considérer des enjeux variés pour chaque aléa : économique, agronomique, écologique, sociaux, entre autres. La sécheresse des sols a une influence considérable sur la santé des écosystèmes humides, mais aussi sur les rendements agricoles. L'année 2026 en est un triste témoin : une crise agricole de telle ampleur a des conséquences sociales et économiques majeures.

Il s'agit donc plutôt de considérer cet indicateur comme un outil d'aide à la discussion, puis d'aide à la décision, plutôt qu'un outil de diagnostic écologique ou hydrologique.

Partie 5 : Bibliographie

1. Région Nouvelle Aquitaine. Néo Terra - Demain devient possible - La transition énergétique et écologique en Nouvelle-Aquitaine [Internet]. [cité 4 nov 2024]. Néo Terra - Demain devient possible - La transition énergétique et écologique en Nouvelle-Aquitaine. Disponible sur: https://www.neo-terra.fr/
2. Eaufrance [Internet]. [cité 9 mars 2026]. Reméandrage. Disponible sur: https://www.eaufrance.fr/glossaire/remeandrage
3. Avril A. Diagnostic de vulnérabilité climatique sur le territoire du projet LIFE Maraisilience, Rapport de stage de Master 2 [Internet]. 2025 [cité 14 sept 2026]. Disponible sur: https://life-maraisilience.parc-marais-poitevin.fr/wp-content/uploads/2026/04/Maraisilience_diagnostic_vulnerabilite_climatique.pdf
4. notre-environnement. notre-environnement [Internet]. 2026 [cité 14 sept 2026]. Les inondations. Disponible sur: https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/risques/article/les-inondations

Annexes

Métadonnées

Données	Libellé pour la suite du rapport	Type	Source	Période couverte	Date dernière modification	Unité	Intégration
Surfaces inondées – détection par imagerie satellitaire – capteur radar	ZI_radar	Aléa	ATOS	2017-2025	Juillet 2026	m²	Surface maximale inondée sur la période 2017-2025
Surfaces inondées – détection par imagerie satellitaire – capteur optique	ZI_optique	Aléa	MEOSS	2017-2025	Juillet 2026	m²	Surface maximale inondée sur la période 2017-2025
Surfaces inondées en 1982 – issues de l'analyse de photos aériennes	ZI_1982	Aléa	PNR Mp	1982	Juin 2017	m²	Surface totale inondée en 1982
Zones inondables selon les PLUis	ZI_PLUis	Aléa	PLUis de la Communauté d'Agglomération du Niortias et de la Communauté de communes Aunis Sud	Non applicable	Après 2015	m²	Surface potentielle d'inondation
Sécheresse du sol - détection par imagerie satellitaire – capteur optique	NDDI_moyen	Aléa	MEOSS	2017-2025	Juillet 2026	Sans unité	Moyenne sur les dates de juin à octobre sur la période 2017 - 2025
Retrait Gonflement des Argiles	RGA	Aléa	Géorisques	Non applicable	2026	Sans unité	Etat fixe
Fréquence d'assecs sur le Mignon	Assecs	Aléa	Fédération de pêche des Deux-Sèvres	2017-2025	2025	%	Fréquence

Tableau 3 : Données utilisées pour déterminer les zones prioritaires pour la restauration de cours d'eau (partie 1)

Les données issues des organismes ATOS et MEOSS ont été l'objet de traitements détaillés dans le rapport n°2 NBRACER.

Données	Libellé pour la suite du rapport	Type	Source	Période couverte	Date dernière modification	Unité	Intégration
Vulnérabilité des zones humides et zones en Marais vis-à-vis des enjeux écologiques et de la relation avec la nappe souterraine	Vulnérabilité_écologique_ZH_et_MP	Enjeu	IIBSN	Non applicable	2026	Sans unité	Etat
Vulnérabilité des cours d'eau vis-à-vis des enjeux écologiques et de la relation avec la nappe souterraine	Vulnérabilité_écologique_rivière	Enjeu	IIBSN	Non applicable	2026	Sans unité	Etat
Bâtiments	Bâtiments	Enjeu	Open Street Map	Non applicable	Inconnu	m^2	Somme
Distance des cours d'eau à leur point bas	Distance_points_bas	Pression	Modèle de points bas fourni par le SMBVSN			Mètres	Classes de distances
Prélèvements d'eau souterraine pour l'irrigation (volumes prélevés)	Prélèvement_irrigation	Pression	BNPE			m^3	Somme

Tableau 4 : Données utilisées pour déterminer les zones prioritaires pour la restauration de cours d'eau (partie 2)

Prétraitements sur QGis®

Créer la couche tronçons hydrographiques (TH)

1. Sélectionner les entités du fichier TH de BD Topage ® : uniquement les bras principaux ;
2. Couper le vecteur avec l'emprise des bassins versants GCM (BV_GCM) puis exporter en avec le système de coordonnées Lambert 93 (ci-après L93).

Caractériser l'aléa inondation

1. Couper le vecteur avec la couche BV_GCM et exporter en L93 le fichier vecteur ZI_radar ;
2. Polygoniser et exporter en L93 ZI_optique ;
3. Sélectionner uniquement les polygones inondés de ZI_optique polygonisé ;
4. Fichier vecteur ZI_1982 : réparer les géométries puis couper le vecteur avec BV_GCM puis exporter en L93 ;
5. Fusionner Zi_radar ; ZI_optique ; ZI_1982 et ZI_PLUi ;
6. Regrouper les entités ;
7. Exporter le fichier ZI_tot.

Caractériser l'aléa RGA

1. Fusionner l'aléa RGA Charente-Maritime et aléa RGA Deux-Sèvres ;
2. Couper le vecteur selon couche BV_GCM et exporter le fichier ne L93.

Caractériser l'aléa sécheresse

1. Exécution en processus de lot : Extraction > Découper un raster selon une couche de masque (utiliser la couche BV_GCM ; SCR d'arrivée : L93) ;
2. Fonction r.serie sur les raster découpés (agrégation par moyenne) ;
3. Calculatrice raster : classer le raster issu de l'agrégation par moyenne selon les classes proposées par MEOSS (voir rapport n°2 NBRACER) ;
4. Vectorisation du raster classé.

Caractériser l'aléa assec

1. Vecteur > tampon plat de 10 m sur la couche tronçon hydrographique ;
2. Filter les entités du vecteur Assecs de la fédération de pêche 79 pour avoir uniquement les dates entre juin 2017 et octobre 2025 ;
3. Intersection du vecteur Assecs filtré avec le tampon ;
4. Couper l'intersection selon couche BV_GCM.

Caractériser l'enjeu bâti

Couper le vecteur d'*Open Street Map*® selon BV_GCM puis exporter en L93.

Caractériser les enjeux écologiques

1. Fusionner les vecteurs d'enjeux surfacique (échanges_nappe_MP et échanges_nappe_ZH) ;
2. Réparer les géométries ;
3. Couper le vecteur fusionné et réparé selon la couche BV_GCM ;
4. Calculatrice de champs : nouveau champ > indice_enjeux = réunion des colonnes « enjeux écologique » de chaque vecteur avant fusion ;
5. Couper le vecteur d'enjeux linéaires (echange_nappe_riv) selon BV_GCM.

Croiser les aléas et enjeux pour obtenir un vecteur risque inondation

1. Jointure spatiale : bâtiments contenus dans ZI_tot. L'opérateur 'contenu dans' exclut tous les bâtiments qui sont en limite de zone inondable. C'est une approximation nécessaire pour éviter le calcul par intersection extrêmement couteux en temps vu la quantité d'entités du vecteur Bâtiments ;
2. Jointure spatiale du vecteur obtenu par l'opération précédente avec BV_CGM.

Croiser les aléas et enjeux pour obtenir un vecteur risque RGA

Jointure spatiale : couche Bâtiments intersecte le couche RGA. L'opération intersecte est nécessaire ici pour ne pas perdre les bâtiments à cheval entre deux zones à enjeux.

Croiser les aléas et enjeux pour obtenir un vecteur risque sécheresse

Intersection : aléa sécheresse X enjeux surfaciques écologiques.

Croiser les aléas et enjeux pour obtenir un vecteur risque assec

Intersection : aléa assec X enjeux linéaires écologiques.

Distance au point bas des cours d'eau

1. Opération « points le long d'une géométrie » sur la couche TH (interpolation tous les 5 mètres) ;
2. Centroïdes sur le vecteur points_bas fourni par le SMBVSN ;
3. Distance au plus proche : TH_interpolé vers Centroïdes.

Prélèvements

1. Exporter les données brutes en L93 ;
2. Fusionner les prélèvements des Deux-Sèvres et de Charente-Maritime ;
3. Couper selon la couche BV_GCM ;
4. Exporter la couche prélèvements ;
5. Jointure spatiale : BV_GCM contient prélèvements

Traitements sur R®

```
library(sf)
library(tidyverse)
library(janitor)
library(digest)

## 1 - IMPORTER DATA TRAITEE ISSUE DU PROJET QGIS
## LES FICHIERS UTILISES DANS CE SCRIPT SONT ISSU DU PROJET QGIS "PRETRAITEMENTS"
## Les détails des traitements opérés sur Qgis sont présentés dans le rapport associé.

TH <- st_read("data/00_Hydrographie/TH_GCM_bras_principaux.gpkg") %>%
  ## Ramener les lignes à des géométries simples pour éviter de futures erreurs de calcul
  st_cast("LINESTRING") %>%
  distinct() %>%
  # Calculer la longueur des tronçons hydrographiques
  mutate(longueur_tot = as.numeric(st_length(geom)))

# Importer les bassins versant de la Courance de la Guirande et du Mignon
BV_GCM <- st_read("data/00_Hydrographie/Guirande_Courance_Mignon_L93.gpkg")

# Importer le geopackage du risque inondation (prétraitements sur Qgis)
# Il correspond au croisement des enjeux bâti x zone inondable par bassin versant.
risque_inondation <- st_read("data/04_Risques/bâti_x_ZI_x_GCM.gpkg")

# Importer le geopackage du risque retrait gonflement des argiles (prétraitements sur Qgis)
# Il correspond au croisement des enjeux bâti x zones à enjeux de retrait gonflement des argiles.
risque_RGA <- st_read("data/04_Risques/bâti_x_RGA.gpkg")

# Importer le geopackage du risque secheresse (prétraitements sur Qgis)
# Il correspond au croisement des enjeux écologiques tels que définis par l'IIBSN
# multipliés par l'aléa sécheresse du sol (NDDI moyen sur les période de juin à octobre inclus pour les années 2017 à 2025)
# (donnée NDDI issue de l'analyse d'imagerie satellitaire par MEOSS).
risque_secheresse <- st_read("data/04_Risques/enjeux_eco_surf_x_alea_NDDI.gpkg")

# Importer le geopackage du risque assecs (prétraitements sur Qgis)
# Il correspond au croisement des enjeux écologiques tels que définis par l'IIBSN
# multiplié par l'aléa assec (fréquence des assecs observées entre juin et octobre de chaque année entre 2017 et 2025)
# (donnée issue de l'observatoire des assec mené par la fédération de pêche des Deux-Sèvres)
risque_assec <- st_read("data/04_Risques/enjeux_eco_lin_x_alea_assec.gpkg")

# Importer le géopackage prélèvements correspondant à la pression de prélèvements en eau souterraine (tous usage confondus)
# La pression est associée au volume prélevé sur l'année 2023 (données issues de la BNPE)
prelevement <- st_read("data/03_Pressions/prelevements eau/prelevements_par_BV_GCM_L93.gpkg")

# Importer le géopackage correspondant à la distance des cours d'eau par rapport à leur point bas.
# Prétraitements sur Qgis : distance calculée pour chaque tronçon hydrographique par rapport au modèle de points bas fourni par le SMBVSN.
distance_pts_bas <- st_read("data/03_Pressions/aménagements cours d'eau ancien/Distance_au_point_bas_le_plus_proche.gpkg")

## 2 - CALCUL DES INDICES DE RISQUE
# Il s'agit d'associer à chaque tronçon hydrographique, une valeur de risque. On procède dans cette partie à l'intersection entre
# ces tronçons hydrographiques et le vecteur risque, puis à la pondération
# par la longueur si certains tronçons devaient être traversé par différentes catégories de risque.

## Risque inondation
# Calculer la surface du bâti en zone inondable.
risque_inondation <- risque_inondation %>%
  mutate(surface_bâti = st_area(geom)) %>%
  st_drop_geometry() %>%
  group_by(CdOH_2) %>%
  summarise(surface_bâti_tot = sum(surface_bâti),
            surface_bâti_en_ZI = sum(surface_bâti[type_2=="i"],na.rm=T))

# Associer à chaque bassin versant l'indice correspondant à la surface de bâti en zone inondable.
# Pondération par la surface du bassin versant.
```

```
# Puis normalisation de l'indice.
risque_inondation <- BV_GCM %>%
  left_join(risque_inondation, join_by("CdOH" == "CdOH_2")) %>%
  mutate(
    surf_bv = st_area(geom),
    IR_inondation_pond_norm = (surface_bâti_en_ZI/surf_bv)/max((surface_bâti_en_ZI/surf_bv),na.rm=T),
    IR_inondation_norm = surface_bâti_en_ZI/max(surface_bâti_en_ZI,na.rm=T))

# Export pour cartographie
st_write (risque_inondation, "output/risque_inondation_surf.gpkg",  delete_dsn = TRUE)

# Associer à chaque tronçon hydrographique l'indice ci-dessus.
# Si un tronçon est dans le bassin versant pour lequel l'indice de risque est de X, alors ce tronçon prend la valeur X.
risque_inondation_x_riv <- st_intersection(TH,risque_inondation) %>%
  mutate(longueur = st_length(geom)) %>%
  group_by(CdOH) %>%
  summarise(
    # Longueur_tot est la longueur du tronçon hydrographique telle que calculée directement dans la table de tronçons
hydrographiques TH.
    longueur_tot = first(longueur_tot),
    # Dans le cas où un tronçon traverserait plusieurs zones de valeurs de risque distinctes :
    # valeur de l'indice de risque d'un tronçon = moyenne pondérée des valeurs de risque par sous-tronçon
    # (pondération par la longueur des sous-tronçons).
    IR_inondation_norm = as.numeric(sum(IR_inondation_norm * longueur, na.rm = TRUE) / first(longueur_tot)),
    .groups = "drop"
  )

## Retrait Gonflement des Argiles
# Calculer la surface du bâti par zone soumise à l'aléa RGA.
risque_RGA <- risque_RGA %>%
  mutate(surface_bâti = st_area(geom)) %>%
  st_drop_geometry() %>%
  group_by(osm_id, surface_bâti) %>%
  summarise(niveau_risque = first(niveau), # Si un bâti est à cheval sur plusieurs zones d'aléa distinct, prendre la première valeur.
            gid=first(gid))

# Faire la somme de la surface de bâti par zone soumise à aléa RGA.
risque_RGA <- risque_RGA %>%
  group_by(gid) %>%
  summarise(surface_bâti_tot = sum(surface_bâti),
            niveau_risque = first(niveau_risque))

# Pondération par la surface de la zone à enjeu
# Chaque NA prend la valeur 0 car cela signifie que l'aléa RGA n'est pas présent.
risque_RGA <- st_read("data/01_Aléas/02_RGA/RGA_GCM_L93.gpkg") %>%
  left_join(risque_RGA, by = "gid") %>%
  mutate(surface_gid = st_area(geom),
         surface_bâti_tot = ifelse(is.na(surface_bâti_tot),0,surface_bâti_tot),
         IR_RGA = as.numeric(surface_bâti_tot * niveau_risque / surface_gid),
         IR_RGA_norm = IR_RGA/max(IR_RGA,na.rm=T),
         IR_RGA_norm = ifelse(is.na(IR_RGA_norm),0,IR_RGA_norm))

# Export pour cartographie
st_write (risque_RGA, "output/risque_RGA_surf.gpkg",  delete_dsn = TRUE)

# Associer à chaque tronçon hydrographique l'indice ci-dessus.
# Si un tronçon est dans la zone pour lequel l'indice de risque est de X, alors ce tronçon prend la valeur X.
risque_RGA_x_riv <- st_intersection(TH,risque_RGA) %>%
  mutate(longueur = st_length(geom)) %>%
  group_by(CdOH) %>%
  summarise(
    longueur_tot = first(longueur_tot),
    IR_RGA_norm = as.numeric(sum(IR_RGA_norm * longueur, na.rm = TRUE) / first(longueur_tot)),
    .groups = "drop"
  )

## Secheresse
```

```
# Calcul de l'indice : enjeu écologique X aléa sécheresse
risque_secheresse <- risque_secheresse %>%
  mutate(IR_secheresse = Ind_enjeu_eco*DN)

# Export pour cartographie
st_write (risque_secheresse, "output/risque_secheresse_surf.gpkg",  delete_dsn = TRUE)

# Associer à chaque tronçon hydrographique l'indice ci-dessus.
# Si un tronçon est dans la zone pour lequel l'indice de risque est de X, alors ce tronçon prend la valeur X.
risque_secheresse_x_riv <- st_intersection(TH,risque_secheresse) %>%
  mutate(longueur = st_length(geom)) %>%
  group_by(CdOH) %>%
  summarise(
    longueur_tot = first(longueur_tot),
    IR_secheresse = as.numeric(sum(IR_secheresse * longueur, na.rm = TRUE) / first(longueur_tot)),
    .groups = "drop"
  ) %>%
  mutate(IR_secheresse_norm = IR_secheresse/max(IR_secheresse,na.rm=T))


## Assec
# L'intersection entre TH et observatoire d'assec a déjà été faite sur Qgis.
# D'abord donner un identifiant unique par géométrie : chaque sous-tronçon
# de l'observatoire des assecs mené par la fédération de pêche 79 est le même d'une campagne à l'autre.
risque_assec <- risque_assec %>%
  select(datecampagne,etattronco,id_obs,CdOH,cl_enjeu,geom) %>%
  mutate(id_geom = sapply(
    st_as_binary(geom),
    digest,
    algo = "xxhash64"
  ),
  longueur = st_length(geom))

# Calcul du risque : enjeu X fréquence d'assec par sous tronçon hydrographique
risque_assec <- risque_assec %>%
  st_drop_geometry() %>%
  distinct() %>%
  group_by(id_geom, CdOH, longueur) %>%
  summarise(
    cl_enjeu = max(as.numeric(cl_enjeu),na.rm=T),
    nb_dates = n(),
    nb_dates_assec = sum(etattronco == "a"),
    .groups = "drop"
  ) %>%
  mutate(
    freq_assec = nb_dates_assec / nb_dates,
    IR_assec = cl_enjeu * freq_assec / 3
  )

# Les opérations de prétraitement sur Qgis ont mené à des artefacts :
# Il peut arriver que la somme des longueurs des sous-tronçons par tronçon hydrographique soit supérieure à la longueur totale du tronçon hydrographique.
# A l'inverse si la longeur du tronçon est supérieure à la somme des longueurs des sous tronçons, cela signifique qu'une partie du tronçon n'est pas suivi par l'observatoire des assecs.
# D'abord calcul de la somme des longueurs individuelles de chaque sous-tronçon.
risque_assec <- risque_assec %>%
  group_by(CdOH) %>%
  mutate(sum_longueur=sum(longueur,na.rm=T)) %>%
  ungroup() %>%
  left_join(TH %>% select(CdOH, longueur_tot))

# Export pour cartographie
st_write(risque_assec, "output/risque_assec.gpkg", delete_dsn = TRUE)

# Pondération de l'indice en fonction de la longueur de chaque sous tronçon.
# Le dénominateur est tantôt la somme des longueurs individuelles
# si celle-ci est supérieure à la longueur du tronçon hydrographique (à cause d'artefacts de calculs sur Qgis)
```

```
# tantôt la longueur du tronçon hydrogaphique si celle si est supérieur à la somme des longueurs individuelles.
risque_assec_x_riv <- risque_assec %>%
  st_drop_geometry() %>%
  group_by(CdOH) %>%
  summarise(
    longueur_tot = pmax(as.numeric(sum_longueur),longueur_tot),
    IR_assec = as.numeric(sum(IR_assec * longueur, na.rm = TRUE) / first(longueur_tot)),
    .groups = "drop"
  ) %>%
  mutate(IR_assec_norm = IR_assec/max(IR_assec,na.rm=T))

# DISTANCE POINT BAS
# Calcul de la distance moyenne par tronçon hydrographique au point bas le plus proche.
# Puis classification selon cette valeur moyenne. Si la distance est supérieure à 250 mètres,
# on considère que le point bas et le cours d'eau existant ne partagent pas la même vallée et qu'il ne faut pas les associer.
distance_pts_bas <- distance_pts_bas %>%
  st_drop_geometry() %>%
  group_by(CdOH) %>%
  summarise(dist_moy_pt_bas = mean(HubDist,na.rm=T)) %>%
  ungroup() %>%
  mutate(classe_dist = case_when(dist_moy_pt_bas < 50 ~ 1,
                                 dist_moy_pt_bas >= 50 & dist_moy_pt_bas < 100 ~ 2,
                                 dist_moy_pt_bas >= 100 & dist_moy_pt_bas < 150 ~ 3,
                                 dist_moy_pt_bas >= 150 & dist_moy_pt_bas < 200 ~ 4,
                                 dist_moy_pt_bas >= 200 & dist_moy_pt_bas < 250 ~ 5,
                                 TRUE ~ NA),
         IR_dist = classe_dist/5)

# PRELEVEMENT
# Somme des volumes prélevés pour l'irrigation par bassin versant sur l'année 2023.
# L'AEP concerne des nappes généralement plus profondes et ont potentiellement un impact moins direct sur les ressources en eaux superficielles.
# Par ailleurs les prélèvements agricoles sont concentrés sur ce secteur en été, période sensible pour les zones humides.
# Puis normalisation de l'indice de pression de prélèvement.
risque_prelevement <- BV_GCM %>%
  select(CdOH) %>%
  left_join(
    prelevement %>%
      st_drop_geometry() %>%
      filter(year(as.POSIXct(Fin, format = "%d/%m/%Y")) == 2023,
             Code.usage.BNPE == "IRR") %>%
      group_by(CdOH) %>%
      summarise(IR_prelevement = sum(Volume..m3.)) %>%
      ungroup() %>%
      mutate(IR_prelevement_norm = IR_prelevement/max(IR_prelevement,na.rm=T))
  )

st_write(risque_prelevement,"output/risque_prelevement.gpkg",  delete_dsn = TRUE)

# Somme des volumes prélevés pour l'irrigation par forage
prelevement_par_point <- prelevement %>%
  st_drop_geometry() %>%
  filter(year(as.POSIXct(Fin, format = "%d/%m/%Y")) == 2023,
         Code.usage.BNPE == "IRR") %>%
  group_by(Code.Sandre.de.l.ouvrage) %>%
  summarise(
    sum_prelevements_par_forage = sum(Volume..m3., na.rm = TRUE),
    longitude = first(Longitude),
    latitude = first(Latitude)
  ) %>%
  st_as_sf(coords = c("longitude", "latitude"), crs = 4326)

st_write(prelevement_par_point,"output/prelevement_par_point.gpkg", delete_dsn = TRUE)

# Associer à chaque tronçon hydrographique l'indice ci-dessus.
# Si un tronçon est dans le bassin versant pour lequel l'indice de pression de prélèvement est de X, alors ce tronçon prend la valeur X.
```

```
risque_prelevement_x_riv <- st_intersection(TH,risque_prelevement) %>%
  mutate(longueur = st_length(geom)) %>%
  group_by(CdOH) %>%
  summarise(
    longueur_tot = first(longueur_tot),
    IR_prelevement = as.numeric(sum(IR_prelevement * longueur, na.rm = TRUE) / first(longueur_tot)),
    .groups = "drop"
  ) %>%
  # Multiplication par (-1) pour l'indice de pression de prélèvement :
  # on considère que le statut quo sur les prélèvements d'eau souterraine
  # peut être un facteur limitant pour certains bénéfices attendus de la restauration de rivières,
  # à savoir limiter les assecs et les sécheresses.
  mutate(IR_prelevement_norm = - IR_prelevement/max(IR_prelevement,na.rm=T))


## 3 - AGGREGATION DES INDICES PAR TRONCON HYDROGRAPHIQUE
# Chaque indice a le même poids dans le calcul final.
# Cela peut être modifié selon l'objectif final de la démonstration.
Ind_tot <- TH %>%
  select(CdOH) %>%
  left_join(
    distance_pts_bas %>%
      st_drop_geometry() %>%
      select(CdOH, IR_dist),
    by = "CdOH"
  ) %>%
  left_join(
    risque_prelevement_x_riv %>%
      st_drop_geometry() %>%
      select(CdOH, IR_prelevement_norm),
    by = "CdOH"
  ) %>%
  left_join(
    risque_assec_x_riv %>%
      st_drop_geometry() %>%
      select(CdOH, IR_assec_norm),
    by = "CdOH"
  ) %>%
  left_join(
    risque_secheresse_x_riv %>%
      st_drop_geometry() %>%
      select(CdOH, IR_secheresse_norm),
    by = "CdOH"
  ) %>%
  left_join(
    risque_RGA_x_riv %>%
      st_drop_geometry() %>%
      select(CdOH, IR_RGA_norm),
    by = "CdOH"
  ) %>%
  left_join(
    risque_inondation_x_riv %>%
      st_drop_geometry() %>%
      select(CdOH, IR_inondation_norm),
    by = "CdOH"
  ) %>%
  mutate (
    # Absence de valeur = absence de risque pour cet indice.
    IR_secheresse_norm = ifelse(is.na(IR_secheresse_norm),0,IR_secheresse_norm),
    # Absence de valeur = absence de risque pour cet indice.
    IR_RGA_norm = ifelse(is.na(IR_RGA_norm),0,IR_RGA_norm),

  # Si on considère que l'absence de donnée ne signifie pas absence de risque,
  # alors on fait la somme des indices en pondérant par le nombre d'indices non NA.
  # 5 correspond à la valeur maximale de l'indice.
    note_avec_correction_des_na = rowSums(across(starts_with("IR_")), na.rm = TRUE) *
          5 / rowSums(!is.na(across(starts_with("IR_")))),
```

```
  # Si on considère que l'absence de donnée correspond à une absence de risque,
  # alors on fait la somme des indices sans pondération.
    note_sans_correction_des_na = rowSums(across(starts_with("IR_")), na.rm = TRUE))

# Export pour cartographie
st_write(Ind_tot,"output/Ind_tot_final.gpkg",  delete_dsn = TRUE)
```

Funded by
the European Union

Le Parc
naturel régional
du Marais poitevin

2, rue de l'église
79510 Coulon
05 49 35 15 20

Antenne en Charente-Maritime
200, rue de la Juillerie
17170 Ferrières

Antenne en Vendée
Pôle des Espaces naturels
du Marais poitevin
2, rue du 8 mai
85580 Saint-Denis-du-Payré

pnr.parc-marais-poitevin.fr

Le Parc agit
pnr.parc-marais-poitevin.fr
correspondance@parc-marais-poitevin.fr

Le Parc tourisme
parc-marais-poitevin.fr