



HAL
open science

Etude HMUC : Rapport Phase 2 - État des lieux / Diagnostic / Constitution de la modélisation

Léonard Santos, Evelyne Tales, Aaron Bluche, Anthony Thomas, Laurent Mounereau, Guillaume Thirel

► **To cite this version:**

Léonard Santos, Evelyne Tales, Aaron Bluche, Anthony Thomas, Laurent Mounereau, et al.. Etude HMUC : Rapport Phase 2 - État des lieux / Diagnostic / Constitution de la modélisation. INRAE; EPTB Sèvre Nantaise. 2023, pp.1-324. hal-04008873

HAL Id: hal-04008873

<https://hal.inrae.fr/hal-04008873v1>

Submitted on 6 Apr 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.



Sèvre Nantaise à Barbin (source : EPTB Sèvre Nantaise)

➤ **Étude HMUC : Rapport Phase 2** État des lieux / Diagnostic / Constitution de la modélisation

Rapport validé par la Commission
Locale de l'Eau du SAGE de la Sèvre
Nantaise le 21 mars 2023

Nom du document	Étude HMUC : Rapport Phase 2. État des lieux / Diagnostic / Constitution de la modélisation
-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

Version du rapport	Apport	Rédacteur.rice / Relecteur.rice	Institu t	Date
V0	Présentation de la modélisation et contexte climatique	G.uillaume Thirel	INRAE	15/11/2022
	Éléments d'état des lieux des milieux	Aaron Bluche et Evelyne Talès	INRAE	
	Éléments d'état des lieux des milieux	Anthony. Thomas et Laurent. Mounereau	EPTB	
	Mise en forme et regroupement des différents éléments	Léonard Santos	INRAE	
V0.1	Modification de forme et mises à jour	Léonard Santos	INRAE	18/11/2022
	Analyse des restrictions d'usage	Anthony Thomas et Laurent Mounereau	EPTB	
V1	Relecture, prise en compte de retours	Guillaume Thirel	INRAE	25/11/2022
V1.1	Ré-ordonnancement des différents chapitres	Guillaume Thirel	INRAE	25/11/2022
V1.2	Analyse bibliographique des impacts prévisibles du changement climatique sur les milieux et les usages	Anthony Thomas et Laurent Mounereau	EPTB	29/11/2022
	Relecture et ajouts sur les changements hydrologiques passés	Guillaume Thirel	INRAE	30/11/2022
V1.3	Mise à jour volet Usage	Léonard Santos	INRAE	05/12/2022
V1.4	Volet Hydro	Léonard Santos, Guillaume Thirel	INRAE	11/01/2023
V1.5	Relecture et ajouts	Laurent Mounereau, Anthony Thomas, Léonard Santos	EPTB INRAE	26/01/2023
V1.6	Relecture	Léonard Santos	INRAE	27/01/2023
V1.7	Prise en compte des remarques du COTECH	Léonard Santos	INRAE	07/03/2023
V1.8	Dernières corrections	Léonard Santos, Anthony Thomas	EPTB INRAE	13/03/2023

Comment citer ce rapport : Santos, L., Tales, E., Bluche, A., Thomas, A., Mounereau, L. et Thirel, G. Etude HMUC : Rapport Phase 2. État des lieux / Diagnostic / Constitution de la modélisation. 197 p <https://hal.inrae.fr/hal-04008873>

Table des matières

1 Introduction.....	6
1.1 Présentation générale du bassin versant.....	6
1.2 Contexte général de l'étude HMUC.....	7
1.2.1 Origine de l'étude.....	7
1.2.2 Objet de la prestation.....	8
1.2.3 Découpage de la mission.....	9
1.3 Étude « Volumes Prélevables » de 2012.....	9
1.4 Objectifs de la phase 2.....	10
1.5 Structure du rapport.....	11
2 Volet « Milieux ».....	12
2.1 Analyse contexte environnemental.....	12
2.1.1 Préambule.....	12
2.1.2 Contexte géographique.....	13
2.1.3 Qualité de l'eau.....	29
2.1.4 Hydromorphologie des cours d'eau.....	37
2.1.5 Réseau ONDE.....	40
2.1.6 Indicateurs biologiques.....	44
2.1.7 État écologique des masses d'eau.....	46
2.1.8 État des peuplements piscicoles.....	53
2.1.9 Composition des peuplements de poissons.....	54
2.1.10 Stabilité temporelle des peuplements.....	58
2.1.11 Synthèse de l'analyse du contexte environnementale.....	60
2.2 Analyse des débits biologiques.....	62
2.2.1 Sélection des espèces à enjeux.....	62
2.2.2 Réflexions sur l'approche des débits écologiques par la méthode des modèles d'habitat.....	69
2.2.3 Débits biologiques complémentaires.....	70
3 Volet « Climat ».....	72
3.1 La chaîne de modélisation de l'impact du changement climatique.....	72
3.2 Analyse bibliographique des études d'impact du changement climatique sur la zone d'étude.....	74
3.2.1 Tendances passées.....	74
3.2.2 Études réalisées à l'échelle internationale.....	79
3.2.3 Études réalisées à l'échelle nationale.....	80
3.2.4 Études réalisées à l'échelle locale.....	84
3.3 Données climatiques.....	85
3.4 Les incertitudes.....	87
3.5 Analyse bibliographique des impacts prévisibles du changement climatique sur les milieux et les usages.....	87
3.5.1 Préambule.....	87
3.5.2 Impacts prévisibles sur les usages.....	88
3.5.3 Impacts prévisibles sur les milieux.....	90
4 Volet « Usages ».....	93
4.1 Analyse des mesures de limitations et restrictions des usages.....	93

4.1.1	Gestion structurelle et gestion de crise.....	93
4.1.2	Bilan des mesures.....	97
4.1.3	Analyse du franchissement des Débits Objectif d'Étiage (DOE).....	102
4.2	Besoins en données d'usages.....	104
4.3	Description des données disponibles et des manques.....	105
4.3.1	Sources des données.....	105
4.3.2	Manques identifiés.....	105
4.4	Extrapolation des données de prélèvement.....	107
4.4.1	Gestion des principaux barrages.....	107
4.4.2	Données de plans d'eau.....	109
4.4.3	Prélèvements pour l'alimentation en eau potable (AEP).....	123
4.4.4	Prélèvements pour l'irrigation.....	125
4.4.5	Prélèvements pour l'abreuvement des animaux.....	127
4.4.6	Prélèvements industriels.....	130
4.5	Extrapolation des données de rejets.....	131
4.5.1	Pertes sur le réseau AEP.....	131
4.5.2	Rejets liés à l'assainissement.....	133
4.5.3	Rejets industriels.....	136
4.6	Extrapolation des données d'usages complémentaires.....	138
4.6.1	Consommation d'eau potable.....	138
4.6.2	Cheptels par communes.....	142
4.6.3	Taux d'assainissement non collectif.....	144
4.7	Synthèse des hypothèses.....	145
4.8	Bilan des prélèvements et rejets.....	147
4.8.1	Bilan à l'échelle du bassin.....	148
4.8.2	Bilan à l'échelle des unités de gestion.....	154
4.9	Organisation des prélèvements agricoles pour l'irrigation.....	158
5	Volet « Hydrologie ».....	160
5.1	Précisions relatives aux eaux souterraines.....	160
5.2	La modélisation hydrologique.....	162
5.3	Les modèles hydrologiques GR.....	163
5.4	Prise en compte des usages.....	167
5.5	Les critères d'erreur et indicateurs hydrologiques.....	169
5.6	Constitution de la modélisation sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise.....	171
5.6.1	Spatialisation du modèle.....	171
5.6.2	Optimisation des paramètres du modèle.....	172
5.7	Performances du modèle avec injection des usages observés sur la période 2008-2020.....	173
5.8	Analyse des débits influencés simulés.....	178
5.8.1	Analyse sur la période 2008-2020.....	178
5.8.2	Évolutions passées des débits observés.....	181
5.9	Analyse des débits désinfluencés.....	182
6	Bilan de la phase 2.....	188
7	Références.....	190
8	Acronymes utilisés.....	194
9	Annexes.....	197
9.1	Annexe n°1 : Fiches de synthèse du volet « milieux » par unités de gestion.....	197

9.2 Annexe n°2 : Évaluation de débits biologiques complémentaires - DOCUMENT 1 : Mission
SELECT - Définition des sites de mesures, HydroConcept, 2022.....197

1 Introduction

1.1 Présentation générale du bassin versant

La Sèvre Nantaise est le dernier grand affluent de la Loire. A ce titre, son bassin versant fait partie du district hydrographique Loire-Bretagne. Les sources de la Sèvre Nantaise, localisées sur les communes du Beugnon et de Neuvy-Bouin, se situent à 215 m d'altitude. Son territoire d'environ 2 350 km² couvre 113 communes, réparties sur quatre départements – les Deux-Sèvres, le Maine-et-Loire, la Vendée et la Loire-Atlantique – et deux régions administratives – les Pays de la Loire et la Nouvelle-Aquitaine (pour le département des Deux-Sèvres).

Le cours de la Sèvre Nantaise s'étend sur 136 kilomètres. Elle a pour affluents principaux les Maines (Petite et Grande) en rive gauche et l'Ouin, la Moine et la Sanguèze d'amont en aval en rive droite (Figure 1). La Sèvre Nantaise, les affluents principaux et les réseaux secondaires, portent à près de 4000 km le linéaire de rivières et de ruisseaux du bassin versant de la Sèvre Nantaise.

Les agglomérations principales du bassin versant sont Nantes, Cholet, Vertou, Les Herbiers, Vallet, Mauléon, Clisson, Mortagne-sur-Sèvre, Pouzauges, Montaigu-Vendée, Les Essarts-en-Bocage, Cerizay, Saint-Fulgent, Moncoutant-sur-Sèvre, Aigrefeuille-sur-Maine et Sèvremoine. Au total, environ 330 000 habitants vivent sur le bassin.

Le climat observé sur le bassin de la Sèvre Nantaise est de type tempéré océanique. Les hivers sont doux et pluvieux et les étés relativement beaux et doux également. Le régime hydrologique de la Sèvre Nantaise est de type pluvial, c'est-à-dire avec des hivers présentant des débits plus forts et des étés présentant des débits plus faibles, sous l'influence de l'évaporation. La géologie du bassin est principalement cristalline, ce qui fait que l'hydrogéologie du bassin est marquée par un milieu fissuré et semi-perméable. Des indications chiffrées sur le climat, le régime hydrologique et hydrogéologique du bassin seront présentées dans le rapport de phase 1, en même temps que les bases de données hydroclimatiques. Une présentation détaillée du bassin versant est aussi donnée dans le chapitre 2.1.2.

À retenir :

Le bassin versant de la Sèvre Nantaise a une surface de 2 350 km². Il couvre 113 communes pour environ 330 000 habitants. Le réseau hydrographique est dense (environ 4 000 km) et le climat est de type océanique.

1.2 Contexte général de l'étude HMUC

La présente étude vise à améliorer la compréhension de l'hydrologie quantitative sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise (c'est-à-dire l'espace géographique drainé par cette dernière). Cette étude, sous maîtrise d'ouvrage de l'EPTB de la Sèvre Nantaise, est notamment financée par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et la Région Pays de la Loire dans le cadre du Contrat Territorial Eau 2021 – 2026 du bassin versant de la Sèvre Nantaise.

Le Comité de Pilotage de ce dossier est constitué par la Commission Locale de l'Eau du SAGE de la Sèvre nantaise.

1.2.1 Origine de l'étude

Une étude « volumes prélevables » (menée par le bureau d'étude SAFEGE) ayant pour but la définition d'une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau en période d'étiage (c'est-à-dire la période de bas débit des cours d'eau, ici entre avril et octobre) et menée en 2011 et 2012 dans le cadre de la révision du SAGE a permis de mettre en évidence :

- la forte sensibilité aux étiages des sous-bassins versants Petite Maine, Grande Maine, Sèvre amont et Sanguèze et dans une moindre mesure des sous-bassins versants Maine, Sèvre moyenne et de l'Ouin ;
- le fait que l'essentiel des prélèvements est dédié à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation, les volumes prélevés pour l'usage industriel représentant moins de 5% des prélèvements totaux en moyenne. Les sous-bassins versants Grande Maine et Moine sont les plus sollicités par ces prélèvements.

Sur cette base la Commission Locale de l'Eau (CLE) du SAGE a défini l'alimentation en eau potable comme prioritaire, sans remettre en cause les fonctionnalités des milieux aquatiques. Au travers du SAGE approuvé par arrêté préfectoral du 7 avril 2015, la CLE demande que le respect des débits d'objectif d'étiage aux points de mesure permette d'assurer l'équilibre entre les prélèvements et la ressource disponible. Cette étude « volumes prélevables » n'a, en revanche, pas analysé spécifiquement les impacts du changement climatique et ses implications sur l'hydrologie, les milieux et les usages. Elle n'a par ailleurs pas permis de traiter la question de la gestion hivernale de la ressource. Dans la continuité du travail entrepris précédemment, le lancement d'une étude « HMUC » (Hydrologie, Milieu, Usages, Climat) doit ainsi permettre d'actualiser et d'affiner la connaissance.

À l'issue de cette étude HMUC, la Commission Locale de l'Eau doit être en mesure de déterminer des préconisations de gestion de la ressource en eau sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise : renforcement des suivis existants (stations hydrologiques et piézomètres), et le cas échéant, définition de nouvelles valeurs de débits objectifs d'étiage, débits écologiques, débits d'alerte, débits de crise et volumes prélevables.

1.2.2 Objet de la prestation

L'étude HMUC doit appréhender et traiter nécessairement les volets hydrologie, milieu, usages et climat, en les rapprochant et en les croisant.

L'étude détaille le fonctionnement hydrologique (et hydrogéologique si nécessaire) du bassin, s'intéresse particulièrement aux usages (plans d'eau, prélèvements, ...). Elle définit des débits écologiques, qui intègrent le débit minimum d'une rivière pour garantir la vie, la circulation et la reproduction des espèces y vivant. Ces débits minimums sont établis pour chaque mois de l'année. Ces débits doivent être comparés aux débits statistiques et notamment au QMNA5.

L'étude identifie les lacunes de connaissances et analyse la pertinence de l'ensemble des indicateurs hydrologiques (et piézométriques) du dispositif de gestion structurelle (y compris en période hivernale), ainsi que du dispositif de gestion de crise sur le bassin versant.

Selon les résultats de cette analyse, elle propose une adaptation des valeurs des débits objectifs d'étiage du SAGE sur le bassin, ainsi que des seuils piézométriques et hydrométriques de gestions de crise. L'opportunité d'ajuster les volumes prélevables, d'encadrer les conditions de prélèvements estivales ou hivernales est également examinée. Des propositions de renforcement du suivi hydrologique et piézométrique seront détaillées si nécessaire.

Les résultats de cette étude doivent permettre :

- d'améliorer les connaissances concernant la ressource en eau et ses usages sur le territoire ;
- d'identifier les secteurs en déficit, à risque ou en équilibre ;
- de proposer si nécessaire, une adaptation des objectifs de gestion structurelle (DOE au point nodal du SDAGE, DOE complémentaires, valeurs de piézométrie objectif d'étiage sur les principaux réservoirs aquifères), des objectifs de gestion de crise, un ajustement des volumes prélevables par unité de gestion et la définition des objectifs hivernaux de débits et de niveaux piézométriques ;
- d'engager un volet sur les perspectives d'évolution de tous ces éléments dans le cadre du changement climatique.

Concernant l'étude SAFEGE de 2012 ayant permis une analyse de la gestion quantitative en période d'étiage, il est attendu dans le cadre de l'étude HMUC que ces éléments soient critiqués, consolidés et complétés par les chroniques plus récentes.

Cette étude ne prévoit pas la réalisation d'assistance pour l'élaboration d'un Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE). En revanche, à l'issue de l'étude HMUC, d'éventuelles recommandations pourront être établies sur l'opportunité de déclencher une démarche « PTGE ».

1.2.3 Découpage de la mission

Le découpage de cette mission sera effectué en 1 tranche ferme et 8 tranches optionnelles. Les principales prestations attendues dans le cadre de cette prestation sont les suivantes :

Tranches fermes :

- Phase 1 : Analyse des données et définition des besoins complémentaires
- Phase 2 : État des lieux / Diagnostic / Constitution de la modélisation
- Phase 3 : Analyses prospectives : besoins futurs et changement climatique
- Phase 4 : Quantification des volumes prélevables entre les différents usages et programme d'actions

Tranches optionnelles :

- Réunion supplémentaire (TO1)
- Détermination des débits écologiques (TO2)
- Définition / adaptation des débits objectifs d'étiage - DOE (TO3)
- Définition des objectifs hivernaux de débits et de niveaux (TO4)
- Adaptation des conditions de prélèvement estivales (TO5)
- Adaptation des conditions de prélèvements hivernaux en cours d'eau pour le remplissage des réserves (TO6)
- Gestion de crise - Définition / adaptation des DSA et DCR (TO7)
- Ajustement des volumes prélevables toute l'année (TO8)

Le présent rapport concerne la phase 2 : État des lieux / Diagnostic / Constitution de la modélisation.

1.3 Étude « Volumes Prélevables » de 2012

L'étude « volumes prélevables », réalisée par le bureau d'études SAFEGE entre 2011 et 2012 avait pour but de définir une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau en période d'étiage. Elle s'est basée sur un découpage du bassin versant de la Sèvre Nantaise en 12 secteurs et sur une analyse sur la période 2000 - 2009 (sans prendre en compte le changement climatique). L'analyse du milieu s'est basée sur 9 stations ESTIMHAB réparties sur le bassin versant (Figure 1).

L'analyse des usages a montré que le bassin versant de la Sèvre Nantaise n'est pas autonome au niveau de son alimentation en eau potable. La consommation moyenne est d'environ 24 millions de m³ dont seulement 40 % sont issus de ressources internes (environ 10 millions de m³). La consommation moyenne sur le bassin est d'environ 135 litres par jour et par habitant.

La répartition des prélèvements constatés au sortir de l'étude est la suivante : en premier lieu l'Alimentation en Eau Potable (AEP, autour de 55 %), puis l'agriculture (autour de 45 %) et l'industrie qui a une influence très minoritaire (moins de 5 %). Le volume prélevé annuel représente environ 22 millions de m³, cela correspond à peu près au volume écoulé à l'exutoire de la Sèvre Nantaise entre juillet et septembre. L'étude a permis de mettre en évidence un déséquilibre quantitatif et une sensibilité en période d'étiage sur les sous-bassins de la Sèvre amont, de la Sanguèze, de la Grande et de la Petite Maine.

Les rejets correspondent à peu près aux prélèvements (environ 21 millions de m³). Ils correspondent par ordre décroissant à des rejets domestiques (entre 70 et 75 %), aux pertes des réseaux AEP (25 %) et aux rejets industriels (< 5 %).

Concernant les étiages sur le bassin, l'étude a conclu que les bassins des Maines, de la Sanguèze, de la Sèvre Amont et de l'Ouin étaient particulièrement sensibles.

1.4 Objectifs de la phase 2

L'objectif de la phase 2 de l'étude HMUC est de caractériser le fonctionnement hydrologique et, dans une moindre mesure, hydrogéologique des masses d'eau du bassin, définir les besoins en eau des milieux aquatiques et de la biodiversité associée, effectuer un bilan de tous les prélèvements, rejets et transferts d'eau, et rapporter de premiers éléments sur l'évolution quantitative prévisible de la ressource dans un contexte de changement climatique.

Ces objectifs sont organisés en trois étapes :

- Une analyse des données existantes. Sur la base des documents disponibles et des bases de données facilement mobilisables, de nombreuses données ont pu être identifiées. Ces données ont été analysées, critiquées, et si besoin homogénéisées, en concertation avec les partenaires du projet ;
- Une définition de besoins complémentaires. Des manques dans les données ont été identifiés et l'on s'est attachés à compléter les bases de données autant que possible auprès de leurs fournisseurs ;
- Définition des unités de gestion. Un croisement entre les unités de gestion existantes (cf. SAGE révisé en 2015), les enjeux, les données disponibles et les besoins opérationnels a permis une proposition concertée de définition des unités de gestion.

Cette phase 2 a également pour but de faciliter la mise en œuvre de la phase 3 (Analyses prospectives : besoins futurs et changement climatique) de l'étude HMUC.

1.5 Structure du rapport

Le présent rapport a pour objet de présenter différents éléments :

- Une analyse du contexte environnemental et des débits biologiques en lien avec le volet « Milieux » ;
- La chaîne de modélisation classiquement utilisée et qui sera mise en place dans cette étude, une revue bibliographique concernant les études portant sur l'impact du changement climatique sur l'hydrologie de la Sèvre Nantaise, ainsi que les données climatiques futures en lien avec le volet « Climat » ;
- Les données en lien avec le volet « Usages », incluant les usages liés à l'eau potable (prélèvement et assainissement), à l'agriculture et à l'industrie, les barrages et les plans d'eau et les hypothèses réalisées lorsque les données étaient manquantes ou incomplètes ;
- La modélisation qui sera mise en place en lien avec le volet « Hydrologie » et qui permet la prise en compte des usages, ainsi que des résultats de modélisation sur une période passée validant l'approche choisie ;
- Un bilan de la phase 2

2 Volet « Milieux »

Dans ce chapitre, nous établirons tout d'abord le contexte environnemental sur les unités de gestion de la Sèvre Nantaise en termes de contexte géographique, de qualité de l'eau, de morphologie et de bio-indicateurs. Dans un second temps, les espèces-cibles et la méthodologie utilisées pour déterminer les débits écologiques seront abordées.

2.1 Analyse contexte environnemental

2.1.1 Préambule

Afin d'analyser le contexte environnemental, des fiches de synthèse à l'échelle de chaque unité de gestion (Figure 1) ont été produites et sont disponibles en annexe du document.

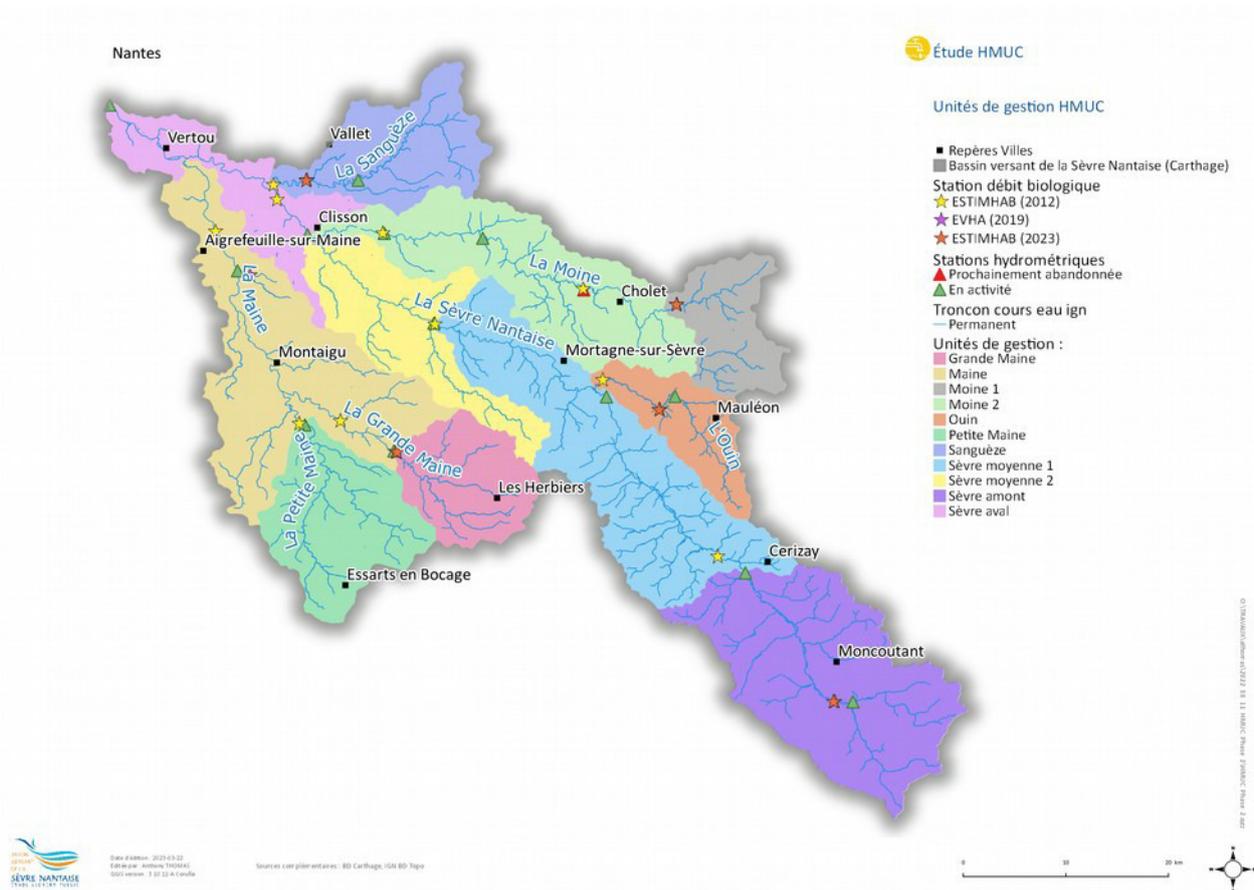


Figure 1: Localisation des unités de gestion de l'étude HMUC

Les paragraphes qui suivent reprennent les principaux éléments thématiques abordés, à l'échelle du bassin versant de la Sèvre Nantaise, et permettent une comparaison des caractéristiques des différentes unités de gestion sur le volet « Milieux ».

2.1.2 Contexte géographique

Relief

La Sèvre Nantaise est le dernier grand affluent de la Loire. Elle prend sa source à 215 m d'altitude sur les communes du Beugnon et de Neuvy-Bouin dans le département des Deux-Sèvres (Figure 2). Après un parcours de 142 km, elle se jette dans la Loire à Nantes à une altitude de trois mètres. Son régime d'écoulement est normal de type fluvial avec des profils en long ne présentant jamais des pentes supérieures à 0,5%.

Au regard de ses caractéristiques topographique et hydrographique, le territoire semble se partager en deux zones distinctes :

- l'amont du verrou de Mallièvre : le bassin versant y présente les plus hautes altitudes. La zone est vallonnée et ce relief a donné naissance à un paysage typique marqué par la prédominance des prairies. Le réseau bocager est globalement bien conservé. Les dénivelés entre les coteaux et les cours d'eau sont faibles dans cette partie du bassin versant, la Sèvre Nantaise et l'Ouin traversant des vallées ouvertes et peu encaissées.
- l'aval du verrou de Mallièvre, les altitudes y sont plus basses et diminuent progressivement vers l'aval du bassin versant. Les vallées que traversent la Sanguèze, la Sèvre, la Maine, la Grande Maine et la Petite Maine sont plus encaissées. En revanche, le relief est peu marqué.

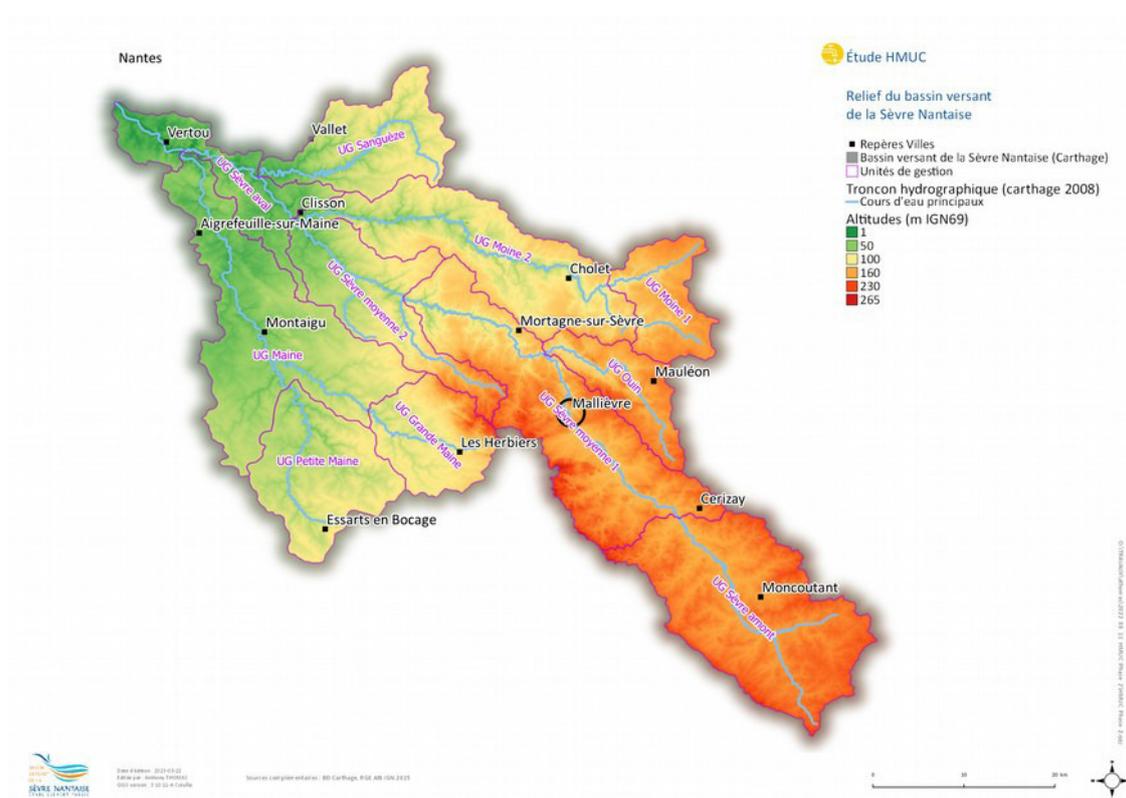


Figure 2: Relief du bassin versant de la Sèvre Nantaise

Contexte géologique et hydrogéologique

Le bassin de la Sèvre Nantaise se situe sur une zone de socle granitique composée de formations métamorphiques, cristallines et volcaniques (Figure 3). Il fait partie du Massif Armoricain. Le bassin est traversé par un important système de failles de directions Nord Ouest – Sud Est qui sépare le bassin en plusieurs grands domaines. A l’ouest, se situe une zone de sédiments métamorphisés sur le bassin des Maines principalement. A l’est, se situe une zone métamorphisée sur les bassins de la Sanguèze et de la Moine aval. Enfin la zone axiale, qui suit le cours de la Sèvre Nantaise, est cristalline avec des formations complexes à certains endroit. De manière générale, les roches qui composent le sous-sol du bassin sont très anciennes et ont subi de fortes pressions par le passé. Elles sont donc peu perméables. Elles sont cependant sensibles aux altérations météorologiques et sont donc fracturées.

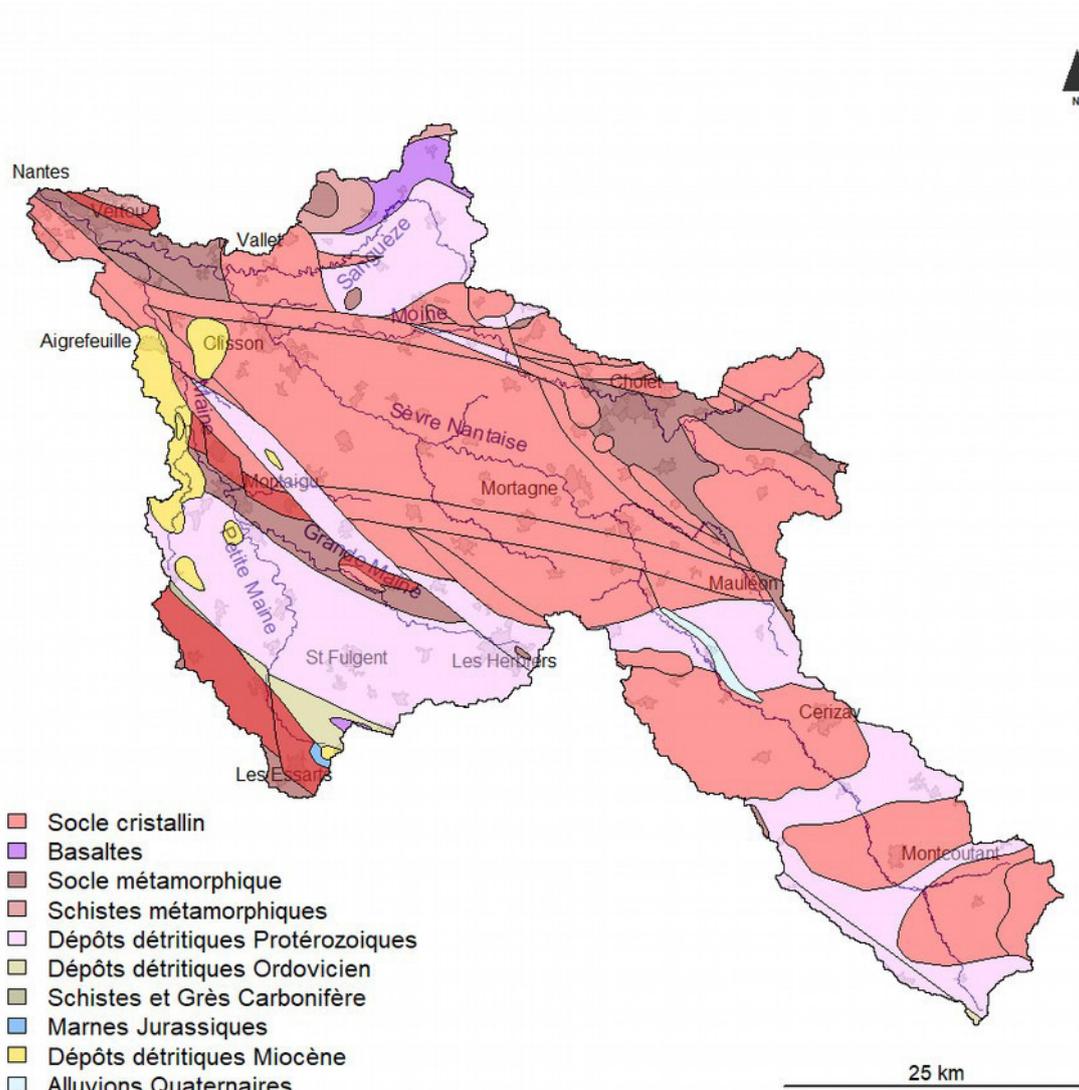


Figure 3: Contexte géologique régional du BRGM à partir des cartes au 250 000e

Comme le confirme la Figure 4 extraite de la BD Lisa, la nature cristalline des sous-sols ne permet pas une grande perméabilité. Les bassins des Maines et de la Moine sont des unités hydrogéologiques imperméables (perméabilité inférieure à 10^{-9} m.s⁻¹) tandis que les bassins de la Sèvre Nantaise en elle-même et de la Sanguèze sont plutôt classés comme semi-perméables (perméabilité entre 10^{-9} et 10^{-6} m.s⁻¹). Ces perméabilités ne permettent pas une exploitation des sous-sols mais la nature fracturée du sous-sol permet des utilisations locales de la ressource. La Figure 4 montre d'ailleurs que plusieurs piézomètres et qualimètres de la banque ADES sont situés sur le bassin même si leur densité reste faible. En résumé, même si elles peuvent avoir une importance locale, les nappes ne constituent pas un élément essentiel de l'hydrologie du bassin.

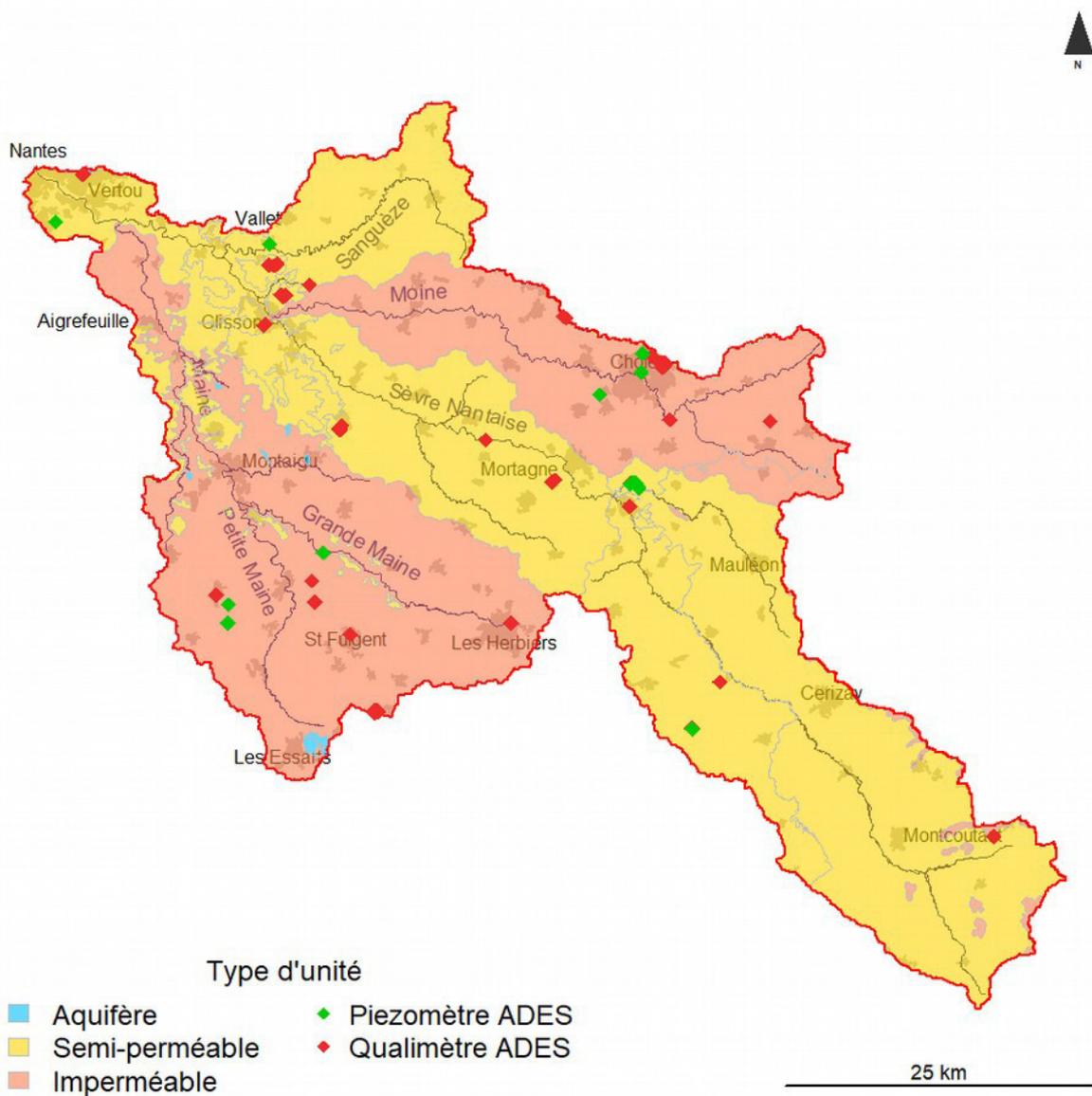


Figure 4: Nature des aquifères et piézomètres sur le bassin de la Sèvre Nantaise (source : BD LISA)

Têtes de bassin versant

Les têtes de bassins versants, définies comme les surfaces drainées par des cours d'eau présentant un rang de Strahler de 1 et 2, sont présentées sur la Figure 5. Ces habitats sont particulièrement intéressants au niveau de la biodiversité (zones de reproduction de migrateurs, habitat de grande diversité) et conditionnent la qualité et la quantité des ressources en eau situées à l'aval.

Elles couvrent une part très importante (75%) du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Ces surfaces sont à ce titre fortement contributrices à l'état écologique et à l'hydrologie du bassin versant.

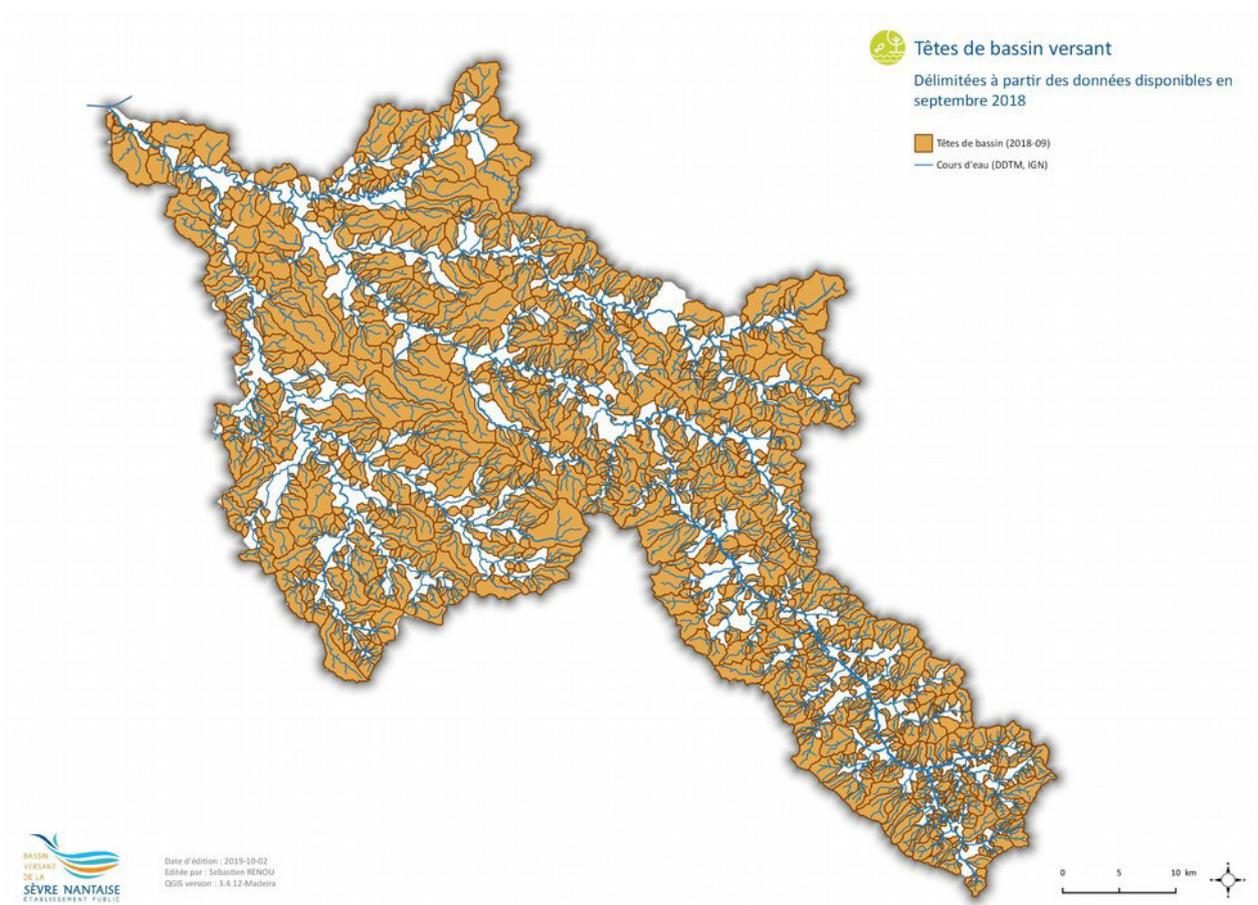


Figure 5: Cartographie des têtes de bassins versants. Source : EPTB SN 2018

Occupation du sol

Le bassin versant de la Sèvre Nantaise, d'une surface de 2 350 km², présente une large dominance de surface agricole (Figure 6). Les surfaces artificialisées sont notables car elles concernent près de 14 % de la surface totale tandis que les zones boisées occupent environ 7 % du territoire.

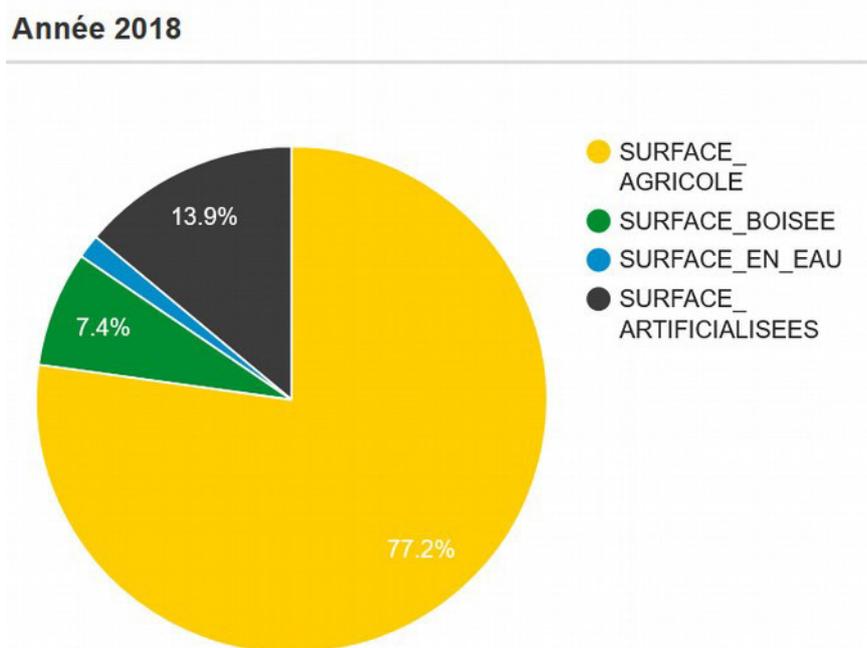


Figure 6: Occupation du sol du bassin versant de la Sèvre Nantaise.
Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG

Cette répartition globale masque toutefois des disparités à l'échelle des unités de gestion (Tableau 1). Les unités de gestion de la Sèvre aval et dans une moindre mesure de la Moine 2, de la Grande Maine et de la Maine présentent ainsi une artificialisation plus importante, au détriment des surfaces agricoles. A contrario, l'amont du bassin versant de la Sèvre Nantaise (unités de gestion Ouin, Sèvre amont, Sèvre moyenne 1 et 2) offrent clairement une dominante plus rurale avec des surfaces agricoles dépassant les 80 % de couverture.

Tableau 1 : Occupation du sol des unités de gestion

UNITÉ DE GESTION (UG)	SURFACE DE L'UG (km ²)	SURFACE AGRICOLE (%)	SURFACE BOISEE (%)	SURFACE EN EAU (%)	SURFACE ARTIFICIALISEES (%)
Sèvre amont	363	81,8	7,8	1,7	8,7
Sèvre moyenne 1	352	80	7	1,5	11,5
Sèvre moyenne 2	179	80,1	5,3	1,3	13,2
Sèvre aval	135	52,8	12,8	1,7	32,8
Ouin	100	84,2	5,6	1	9,2
Moine 1	104	78,6	11,2	1,3	8,9
Moine 2	278	74	5,2	2,3	18,5
Sanguèze	162	79,1	8,3	1,2	11,4
Grande Maine	132	74,1	8,7	1	16,3
Petite Maine	192	79,4	6,6	1	13
Maine	354	76,9	6,8	1,6	14,7
BVSN	2 352	77,2	7,4	1,5	13,9

Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG

À retenir :

Le bassin versant de la Sèvre Nantaise est à dominante rurale. Il présente toutefois des disparités d'occupation des sols suivant les unités de gestion. Certaines ont un niveau élevé d'artificialisation : Sèvre aval et dans une moindre mesure Moine 2, Grande Maine et Maine.

Évolution des surfaces agricoles

Comme le montre la Figure 7, les tendances observées depuis une dizaine d'années montrent une légère baisse des surfaces de prairies au profit des céréales, la part de maïs restant quant à elle globalement stable au sein de la surface agricole utile qui couvre 69 % du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Les surfaces agricoles restent toutefois majoritairement concernées par un usage prairial. Les trois postes majoritaires représentent respectivement de l'ordre de 40 % (prairies), 15 % (céréales) et 12 % (maïs) de la surface totale du bassin versant. À noter également des surfaces plus marginales concernées par des cultures viticoles et la production d'oléagineux par exemple. Le cumul des cultures céréalières et du maïs représente environ 28 % de la surface totale du bassin versant de la Sèvre Nantaise.

Evolution des surfaces agricoles

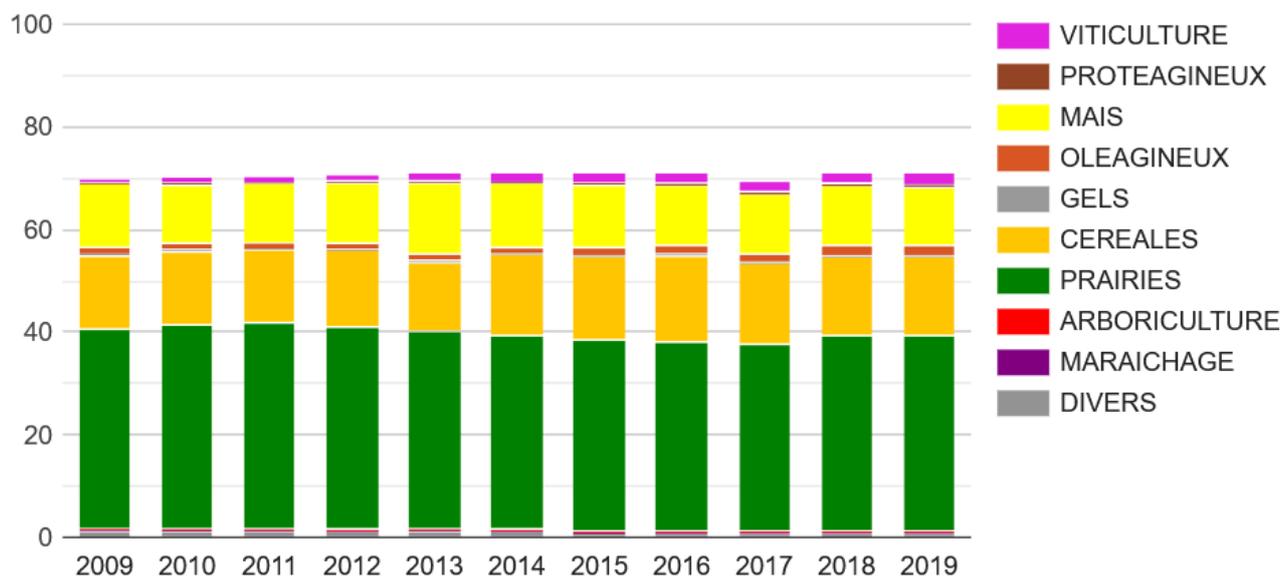


Figure 7: Evolution des surfaces agricoles du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Source : RPG 2009-2019.

Le Tableau 2 permet d’appréhender des disparités territoriales en matière d’usages de la surface agricoles. Si les prairies dominant sur l’amont, en contexte de polyculture élevage prairial (UG Ouin, Sèvre moyenne 1 et 2, Moine 1, Sèvre amont) la vigne est particulièrement implantée sur l’unité de gestion Sèvre aval et dans une moindre mesure sur l’unité Sanguèze. Les céréales et le maïs sont particulièrement cultivés au sein du bassin des Maines (unités de gestion Petite Maine et Maine) ainsi que sur la Sèvre amont.

Tableau 2 : Surfaces agricoles des unités de gestion. Source : RPG 2019

UNITÉ DE GESTION (UG)	SURFACE DE L'UG (km ²)	PART DES SURFACES AGRICOLES (%)									
		DIVERS	MARAICHAGE	ARBORICULTURE	PRAIRIES	CEREALES	GELS	OLEAGINEUX	MAIS	PROTEAGINEUX	VITICULTURE
Sèvre amont	363	0,5	0,3	0,4	42,3	17,8	0,1	3,0	12,7	0,5	0,0
Sèvre moyenne 1	352	0,9	0,1	0,0	48,3	12,7	0,1	1,6	11,9	0,3	0,0
Sèvre moyenne 2	179	0,8	0,0	0,0	43,7	15,2	0,1	1,2	13,9	0,3	0,0
Sèvre aval	135	0,7	0,1	0,0	13,5	3,9	0,4	0,2	2,7	0,2	16,7
Ouin	100	0,4	0,1	0,0	52,7	15,4	0,1	2,3	7,9	0,8	0,0
Moine 1	104	0,7	0,0	0,0	45,5	15,8	0,1	1,6	8,9	1,3	0,0
Moine 2	278	0,7	0,3	0,1	40,5	12,5	0,1	1,3	9,8	0,3	1,0
Sanguèze	162	1,2	0,1	0,1	31,5	14,9	0,2	1,4	9,5	0,4	9,8
Grande Maine	132	1,0	0,3	0,0	37,7	15,8	0,2	2,0	11,1	0,6	0,0
Petite Maine	192	0,5	0,9	0,0	30,4	22,8	0,2	2,8	15,4	0,7	0,0
Maine	354	1,1	0,7	0,3	28,3	19,3	0,3	1,9	14,8	0,3	3,2
BV Sèvre Nantaise	2 352	0,8	0,3	0,1	38,0	15,5	0,2	1,9	11,6	0,4	2,2

À retenir :

La surface agricole utile couvre 69 % du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Si les surfaces prairiales sont globalement à la baisse depuis une décennie, elles restent bien implantées sur les UG Ouin, Moine 1, Sèvre moyenne 1 et 2 et Sèvre amont. La vigne est particulièrement présente sur l'unité de gestion Sèvre aval alors que les cultures céréalières s'expriment plus au sein du bassin des Maines (unités de gestion Petite Maine et Maine) ainsi que sur la Sèvre amont.

Risque de transfert

Les risques de transfert de polluants ont été étudiés à l'échelle du bassin versant de la Sèvre Nantaise dans le cadre d'un projet spécifique réalisé par l'EPTB de la Sèvre Nantaise en 2017, avec l'appui méthodologique du bureau d'études SCE. L'étude a abouti à une zonation des vulnérabilités de transfert sur le bassin (Figure 8).

Sont repris dans la Figure 9 et le Tableau 3, les classes de vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif. Les principaux éléments considérés sont la géologie, la topographie, la pluviométrie ainsi que le maillage bocager ou encore l'assolement. À noter que la constitution des classes a été élaborée de manière à différencier les classes de risques intrinsèques au bassin de la Sèvre Nantaise et non à une « référence absolue ». Ces classes « expertes » traduisent le niveau de risque d'une échelle de 1 (risque faible) à 5 (risque très fort).

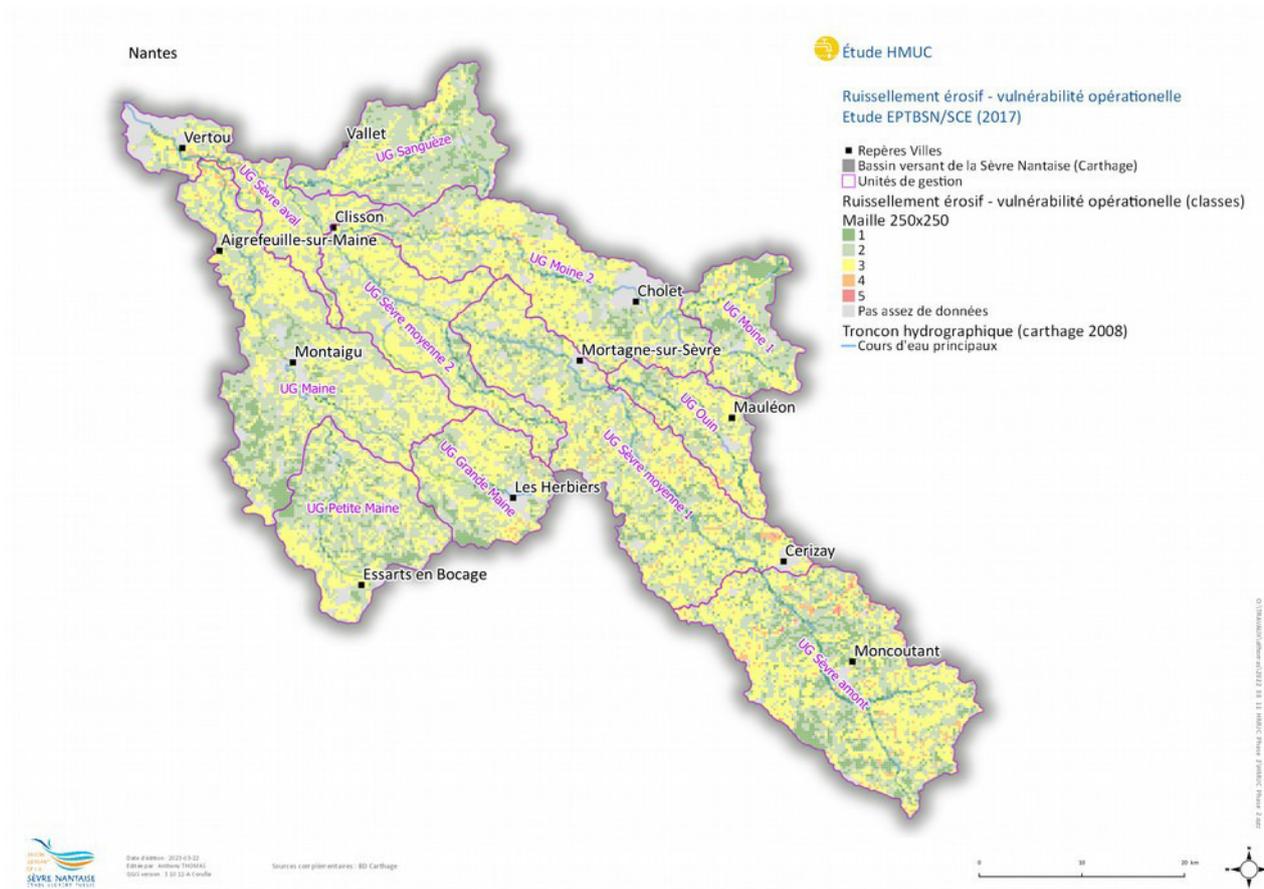


Figure 8: Cartographie des classes de vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif sur le bassin de la Sèvre Nantaise

À l'échelle du bassin de la Sèvre Nantaise, les classes moyennes de risque de transfert sont largement majoritaires. Les classes de risques plus importants représentent moins de 5 %.

Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif

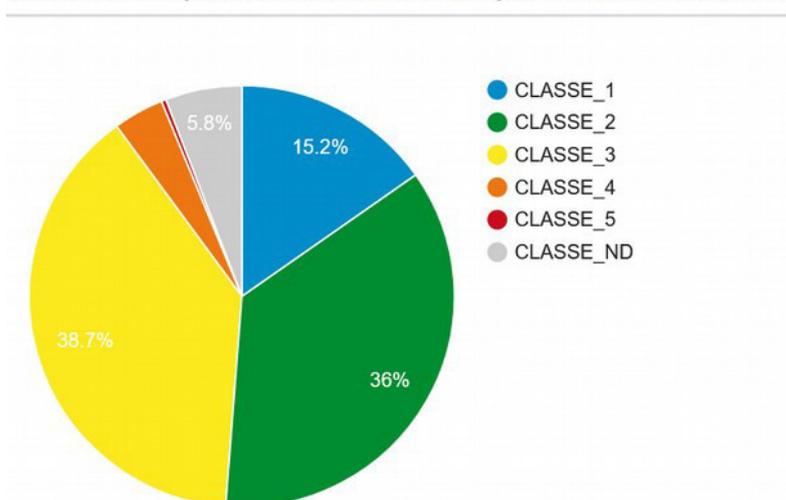


Figure 9: Classes de vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif sur le bassin de la Sèvre Nantaise

Les unités de gestion présentant un risque de transfert supérieur à la moyenne du bassin versant de la Sèvre Nantaise en termes de cumul des classes de risques les plus élevées (classes 3 à 5) sont (Tableau 3) : la Sèvre Moyenne 2, la Sèvre amont, l’Ouin, la Sèvre moyenne 1 et la Petite Maine.

Tableau 3 : Classes de vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif des unités de gestion

Unité de gestion (UG)	Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif					
	CLASSE_1	CLASSE_2	CLASSE_3	CLASSE_4	CLASSE_5	CLASSE_ND
Sèvre amont	20,2	30,8	38,7	7,1	1,3	1,9
Sèvre moyenne 1	14,4	35,1	39	5,6	0,5	5,3
Sèvre moyenne 2	8,6	39,7	45,2	2,3	0,1	4,1
Sèvre aval	7,3	39,7	35	4,5	0,2	13,4
Ouin	14	36,9	40,8	4,8	0,3	3,2
Moine 1	23	41,9	28,9	2,6	0,1	3,6
Moine 2	9,9	36	38,8	3,5	0,3	11,5
Sanguèze	18,8	51,7	25,2	2,4	0,1	1,9
Grande Maine	15,2	34,6	38,4	2,9	0	8,9
Petite Maine	24,5	25,1	42,8	1,5	0	6
Maine	13	40,8	39,2	1,5	0,1	5,5
BV Sèvre Nantaise	15,2	36	38,7	3,9	0,4	5,8

Le Tableau 4 donne quelques indicateurs agricoles, en lien avec les risques de transfert de polluants. Il permet d'identifier que les unités de gestion particulièrement concernées par les cultures céréalières (maïs inclus) sont celles pour lesquelles la taille moyenne des parcelles, le risque de fuite moyen, la pression potentielle d'IFT total (Indicateur de Fréquence de Traitements phytosanitaires), le travail du sol et la pression potentielle en phosphore sont supérieurs à la moyenne du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Sont notamment concernées les unités de gestion de la Petite Maine, de la Maine. Sur les unités de gestion de la Sèvre aval et de la Sanguèze, le travail du sol et la pression potentielle en usage de phytosanitaire se détachent notablement, probablement en lien avec les pratiques viticoles.

Tableau 4 : Indicateurs agricoles des unités de gestion

Unité de gestion (UG)	Indicateurs agricoles (RPG 2018)				
	Taille moyenne des parcelles (ha)	Risque de fuite moyen (toutes cultures)	Pression potentielle IFT total	Indice de travail du sol	Pression potentielle phosphore
Sèvre amont	2,44	2,53	1,69	2,47	49,64
Sèvre moyenne 1	2,71	2,22	1,12	2,02	49,19
Sèvre moyenne 2	3,20	2,41	1,33	2,33	50,96
Sèvre aval	1,33	3,03	6,90	3,39	37,18
Ouin	2,91	2,31	1,23	1,99	45,45
Moine 1	2,83	2,43	1,34	2,23	47,32
Moine 2	2,66	2,37	1,48	2,23	48,9
Sanguèze	2,07	2,86	3,39	2,98	46,23
Grande Maine	2,79	2,58	1,45	2,52	49,39
Petite Maine	3,16	2,97	2,00	3,21	53,38
Maine	2,83	2,96	2,53	3,22	52,2
BVSN	2,57	2,60	1,92	2,57	49,38

Les indicateurs utilisés sont les suivants :

- Taille moyenne des parcelles : définie sur la base du RPG 2018 ;
- Risque de fuite moyen (toutes cultures) : estimation à dire d'expert du risque de fuite (classes de 0 à 5 / plus le chiffre est élevé plus les risques de fuite sont importants), tous risques confondus (azote, phosphore, phytosanitaire, etc.) ;
- Pression potentielle IFT total : estimation selon le type de culture de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) en considérant les références régionales ;
- Indice de travail du sol : estimation à dire d'expert des rotations pratiquées ou travail de l'inter-rang concernant les vignes (classes de 0 à 10 / plus le chiffre est élevé plus les rotations sont a priori fréquentes et le risque de transfert accentué) ;
- Pression potentielle phosphore : estimation à dire d'expert de l'amendement moyen en phosphore selon le type de culture.

À retenir :

Les unités de gestion les plus vulnérables en matière de risque de transfert par ruissellement érosif sont celles de la Sèvre Moyenne 2, la Sèvre amont, l’Ouin, la Sèvre moyenne 1 et la Petite Maine.

Les indicateurs agricoles montrent une sensibilité particulière des unités de gestion Petite Maine et Maine au regard des indicateurs agricoles étudiés mais aussi de la Sèvre aval et de la Sanguèze pour la pression potentielle en pesticides.

Haies et zones humides

Les haies et les zones humides constituent des éléments structurants pour le paysage et le grand cycle de l’eau. Leur densité moyenne à l’échelle du bassin de la Sèvre Nantaise est de l’ordre de 100 mètres linéaire de haies / ha SAU (surface agricole utile) alors que les zones humides couvrent 4,3 % du bassin versant (8,9 % de la SAU). La SAU est issue du Référentiel Parcellaire Graphique millésime 2018, alors que les données relatives aux haies et aux zones humides sont issues des Diagnostics Environnementaux Communaux (DEC) réalisés avant 2021. Pour rappel, le bassin versant de la Sèvre Nantaise est ainsi couvert à plus de 90 % par des Diagnostics Environnementaux Communaux.

Comme le prouve le Tableau 5, de fortes disparités existent au sein des unités de gestion :

- Sur le plan des haies au sein de la SAU :
 - Les unités de gestion de la Sèvre amont, la Sèvre moyenne 1 et 2, le bassin versant de l’Ouin et la Grande Maine se distinguent par une densité de haie nettement supérieure à la moyenne du bassin versant de la Sèvre Nantaise ;
 - A contrario, les unités de gestion Sèvre aval, Maine, Petite Maine et Sanguèze se démarquent du fait d’un maillage bocager dégradé.
- Sur le plan des zones humides au sein de la SAU :
 - Les unités de gestion Sèvre amont et Sèvre aval sont notables de par leur densité de zones humides qui représentent plus de 15 % de la SAU.
 - Les zones humides sont moins développées sur les secteurs de la Sèvre moyenne 2, la Sanguèze, l’Ouin, la Moine1 et 2, la Grande Maine, la Petite Maine et la Maine où elle ne dépasse pas 10 % de recouvrement de la SAU ;

Tableau 5 : Densité de haies au sein de la Surface Agricole Utile (SAU) et zones humides des unités de gestion. Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux

Unité de gestion (UG)	SURFACE DE l'UG (km ²)	SURFACE AGRICOLE UTILE (km ²)	DENSITÉ DE HAIES DANS LA SAU (ML/HA)	DENSITÉ DE ZONES HUMIDES DANS LA SAU (%)
Sèvre amont	363	282	133,12	18,65
Sèvre moyenne 1	352	267	115,85	10,9
Sèvre moyenne 2	179	135	113,93	4,13
Sèvre aval	135	52	49,09	18,66
Ouin	100	80	119,43	6,34
Moine 1	104	77	123,51	6,3
Moine 2	278	185	101,04	7,36
Sanguèze	162	112	70,21	5,75
Grande Maine	132	90	110,47	7,2
Petite Maine	192	141	71,86	5,83
Maine	354	249	70,39	7,72
BV Sèvre Nantaise	2 352	1 633	100,74	9,93

À retenir :

Les haies et les zones humides sont très diversement présentes au sein des unités de gestion. La Sèvre amont et la Sèvre moyenne 1 sont globalement bien dotées de ces éléments structurants. En revanche, la Petite Maine, la Maine et la Sanguèze apparaissent nettement plus dégarnies de haies et de zones humides en comparaison de la moyenne du bassin versant de la Sèvre Nantaise. La Sèvre aval, urbanisée et concernée par la production viticole, se détache par sa faible densité de haies. La Sèvre moyenne 2 offre deux fois moins de zones humides que la moyenne des unités de gestion.

Cours d'eau et plans d'eau

À l'échelle du bassin versant de la Sèvre Nantaise :

- Les cours d'eau représentent un linéaire de l'ordre de 3 250 km (Source composite : DDTM cartographie des cours d'eau validé avant 2018 en priorité, IGN par défaut si absence d'inventaire) soit une densité moyenne proche de 1,4 km/km² ;
- Les plans d'eau couvrent quant à eux une surface proche de 29 km² soit une densité moyenne de 1,2 ha/km² ou 1,2 % de la surface totale du bassin versant (source base « Plans d'eau » de l'EPTB de la Sèvre Nantaise, 2021 depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain).

Les secteurs de la Sèvre amont, Ouin et Sèvre moyenne 1 apparaissent plus densément drainés par les cours d'eau alors que la Sèvre aval et la Moine 1 sont concernées pour une densité de cours d'eau proche 1 km/km² (Tableau 6).

En termes de plans d'eau, les densités maximales sont observées sur la Moine 2 (notamment du fait de la comptabilisation des retenues de Ribou et Verdon) et en Deux-Sèvres (Sèvre amont). En revanche la Sèvre aval, la Sèvre moyenne 2 et dans une moindre mesure la Grande Maine et la Petite Maine sont moins concernées par la présence de plans d'eau.

Tableau 6 : Cours d'eau et plans d'eau des unités de gestion. Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)

UNITÉ DE GESTION (UG)	SURFACE DE L'UG (km ²)	Linéaire de cours d'eau (km)	Densité de cours d'eau (km/km ²)	Nombre de plans d'eau	Densité de plans d'eau (% surface UG)
Sèvre amont	363	646	1,78	2 488	1,54
Sèvre moyenne 1	352	527	1,50	1 632	1,16
Sèvre moyenne 2	179	208	1,16	892	0,78
Sèvre aval	135	138	1,02	693	0,56
Ouin	100	151	1,51	595	0,96
Moine 1	104	110	1,06	573	1,22
Moine 2	278	377	1,36	1 527	1,81
Sanguèze	162	187	1,15	851	1,00
Grande Maine	132	174	1,32	487	0,87
Petite Maine	192	283	1,47	891	0,88
Maine	354	440	1,24	2 202	1,22
BV Sèvre Nantaise	2 352	3 250	1,38	12 845	1,22

À retenir :

Les unités de gestion présentant le réseau hydrographique de cours d'eau le plus développé sont la Sèvre amont, Ouin et Sèvre moyenne 1. La densité de plans d'eau est plus importante sur les unités de gestion Moine 2 et Sèvre amont.

Patrimoine naturel

Le bassin versant de la Sèvre Nantaise est concerné par plusieurs zonages ou classements au titre du patrimoine naturel. Les principaux éléments sont repris dans le Tableau 7 et la Figure 10.

Le zonage Natura 2000 intéressant le bassin de la Sèvre Nantaise est marginal (moins de 0,01 % de la surface du bassin versant de la Sèvre Nantaise) et correspond à une incursion du site « Estuaire de la Loire » sur la partie aval de la Sèvre Nantaise.

De la même manière, les arrêtés de protection de biotope représentent moins de 0,01 % de la surface totale du bassin versant de la Sèvre Nantaise.

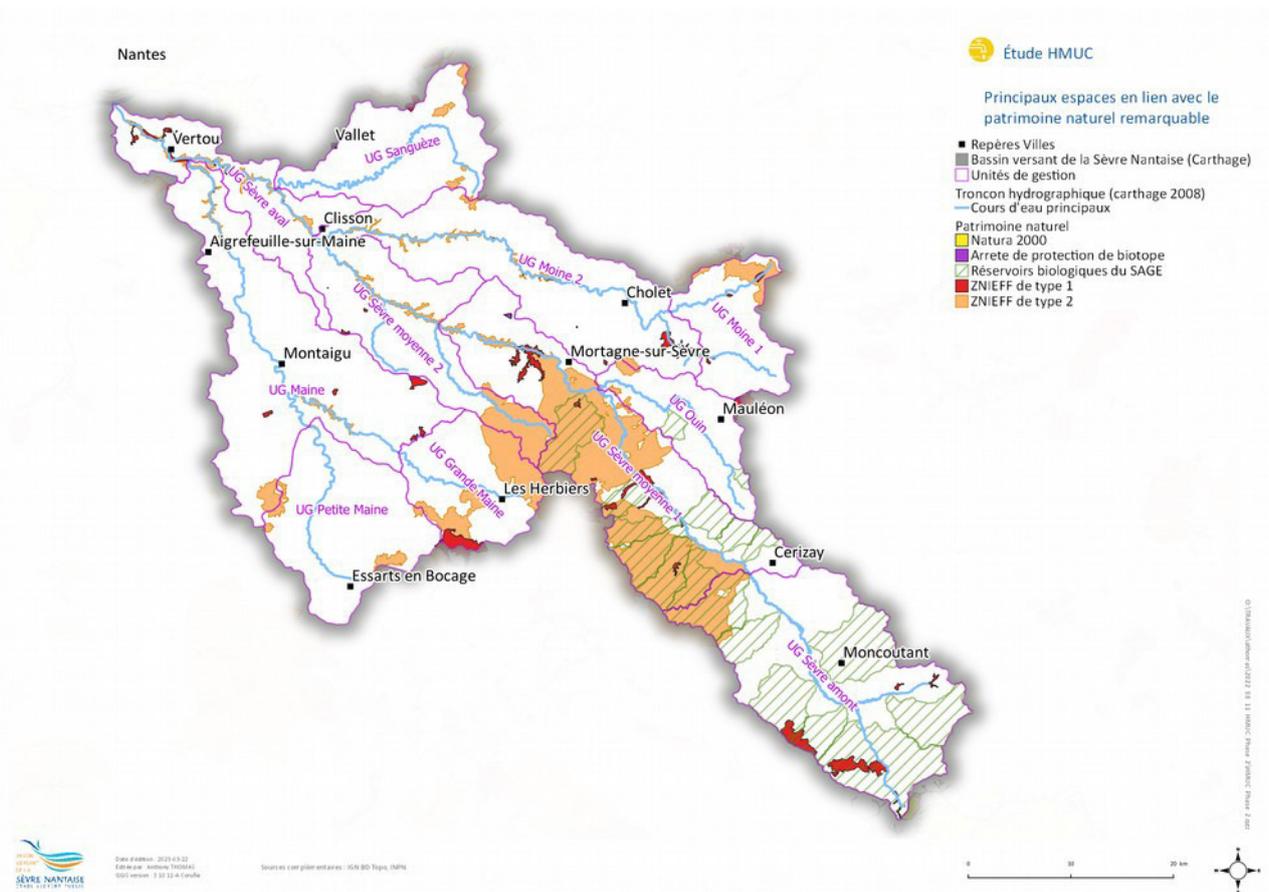


Figure 10: Principaux espaces en lien avec le patrimoine naturel remarquable

Au sens des réservoirs biologiques, deux unités de gestion ressortent nettement : Sèvre amont couverte à un peu plus de la moitié de sa surface et Sèvre moyenne 1 à hauteur de 41 %. Le bassin de l’Ouin est la seule autre unité de gestion concernée par un réservoir biologique (7 % de recouvrement).

Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 1 (espaces homogènes écologiquement, définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou d'habitats rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel régional ; ce sont les zones les plus remarquables du territoire) sont globalement peu représentées et couvrent au maximum 3 % des unités de gestion. Les ZNIEFF de type 2 (espaces qui intègrent des ensembles naturels fonctionnels et paysagers, possédant une cohésion élevée et plus riches que les milieux alentours) sont particulièrement présentes au sein de l'unité de gestion Sèvre moyenne 1 et dans une moindre proportion au sein des unités de gestion Grande Maine et Sèvre moyenne 2.

Tableau 7 : Principaux espaces en lien avec le patrimoine naturel remarquable des unités de gestion

UNITÉ DE GESTION (UG)	SURFACE DE L'UG (km ²)	Surface en réservoirs bio (SAGE) (km ²)	% de surface en réservoirs bio (SAGE)	Surface en ZNIEFF 1 (km ²)	% de surface en ZNIEFF 1	Surface en ZNIEFF 2 (km ²)	% de surface en ZNIEFF 2
Sèvre amont	363	224	62	10	2,88	23	6,27
Sèvre moyenne 1	352	128	36	9	2,64	176	49,89
Sèvre moyenne 2	179	0	0	0	0,24	30	16,76
Sèvre aval	135	0	0	3	1,94	11	7,84
Ouin	100	7	7	1	0,53	3	3,1
Moine 1	104	0	0	1	1,04	11	10,16
Moine 2	278	0	0	3	1,13	10	3,77
Sanguèze	162	0	0	0	0,08	4	2,48
Grande Maine	132	0	0	4	3,01	39	29,9
Petite Maine	192	0	0	0	0,03	6	3,34
Maine	354	0	0	2	0,61	10	2,92
BVSN	2 352	358	15	34	1,44	324	13,76

La principale ZNIEFF de type 2 est celle des Collines vendéennes, vallée de la Sèvre Nantaise » (<https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/520616288>) qui couvre les unités de gestion Sèvre moyenne 1 et 2 ainsi que Grande Maine.

À retenir :

Une unité de gestion se détache en termes de patrimoine naturel surfacique : la Sèvre moyenne 1.

2.1.3 Qualité de l'eau

Matière organique et oxydables

Les matières organiques sont présentes de manière naturelle dans les cours d'eau et proviennent de la mort des organismes vivants animaux et végétaux des cours d'eau et de ses abords. Elles sont aussi issues des rejets liés aux activités humaines. Elles peuvent être source de pollution pour l'eau au-delà d'un certain seuil.

Le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable du SAGE de la Sèvre Nantaise (2015) note que :

- La quantification des contributions de chaque usage n'a pu être réalisée étant données les incertitudes sur les mécanismes de transferts depuis les sols vers le réseau. L'analyse des pics d'oxygène dissous qui traduisent la dégradation des conditions de vie des espèces permet d'identifier la période estivale comme étant la plus sensible. Aux rejets directs de stations d'épuration domestiques et industrielles il faut alors ajouter la contribution des réseaux qui serait élevée aussi bien pour les rejets en continu que pour les dysfonctionnements liés aux pluies.
- La contribution agricole, même si elle n'est pas quantifiable, concourt à entretenir le stock de matières organiques des sols qui peut être transféré vers les cours d'eau lors des épisodes de crue.

Les matières organiques lessivées atteignent les nappes d'eau souterraine par infiltration et contribuent à leur pollution de manière « retardée » par additions successives.

La dégradation des matières organiques par les microorganismes consomme de l'oxygène. Par conséquent, plus la quantité des matières organiques est élevée, plus l'oxygène dissous dans l'eau diminue et n'est plus disponible pour les invertébrés et les poissons dont la vie est alors menacée. Enfin, les matières organiques contribuent à modifier l'équilibre biologique des milieux aquatiques en provoquant des phénomènes d'eutrophisation.

La qualité de l'eau en matières organiques est traduite au travers de plusieurs indicateurs. Parmi ceux-ci figurent le taux d'oxygène dissous et le **taux de Carbone Organique Dissous (COD). Pour ce dernier l'objectif fixé pour l'atteinte du bon état est de 7 mg/L (pour 90% des prélèvements).**

La Figure 11 montre l'évolution du respect de l'objectif Carbone Organique ≤ 7 mg(C)/L depuis 1999. Elle illustre la variabilité interannuelle des concentrations de carbone organique qui oscille autour d'une valeur de proche de 40 % de respect de cet objectif.

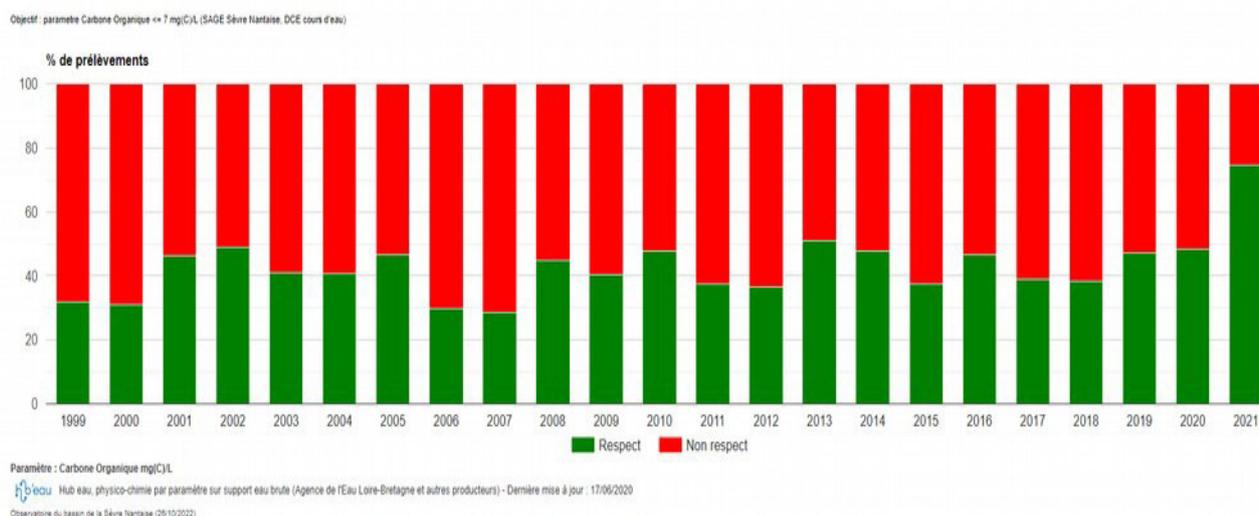


Figure 11: Evolution du respect de l'objectif « Carbone Organique Dissous <= 7 mg(C)/L ». Source : Observatoire du bassin de la Sèvre Nantaise (26/10/2022)

Nitrates

Les nitrates sont des composants azotés présents naturellement dans tous les écosystèmes. Ils entrent aussi dans la composition des engrais chimiques et naturels (fumiers) et sont rejetés par les activités humaines. Ils peuvent être source de pollution pour l'eau au-delà d'un certain seuil.

Le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable du SAGE de la Sèvre Nantaise (2015) note que :

- Le flux moyen annuel d'azote sortant du bassin est estimé à 4 900 tonnes, à 94 % sous la forme de nitrates.
- L'agriculture est le premier contributeur du flux d'azote sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise. Les flux d'origine agricole sont essentiellement hivernaux, fortement corrélés aux débits des cours d'eau eux-mêmes liés aux pluies régulières qui mobilisent l'azote contenu dans les sols.
- Les flux issus des stations d'épuration domestiques et des industries représentent moins de 5 % des flux d'azote qui transitent par les cours d'eau. Ils peuvent cependant constituer la majorité des flux en période estivale. La contribution des réseaux est mal connue mais peut jouer un rôle non négligeable lors de fortes pluies notamment.

Dans l'eau superficielle, les nitrates sont essentiels aux végétaux, mais peuvent devenir toxiques pour les plantes, les animaux et la santé humaine s'ils sont trop abondants et perturber la production d'eau potable.

Par ailleurs, ils contribuent avec les phosphates à modifier l'équilibre biologique des milieux aquatiques en provoquant des phénomènes d'eutrophisation.

Au-delà des objectifs de bon état fixés pour les différentes masses d'eau, par la Directive Cadre Européenne sur l'eau et par le SDAGE Loire-Bretagne, et dans le cadre du principe de non-dégradation, la **Commission Locale de l'Eau a défini pour les nitrates** :

- **un objectif de 50 mg/L à respecter 100% du temps en 2015**
- **un objectif de 25 mg/L à respecter 90% du temps en 2021.**

De la Figure 12, il est montré que l'objectif Nitrates ≤ 25 mg(NO₃)/L est globalement respecté à hauteur de 75 % du temps depuis 1999. Cette valeur moyenne est toutefois variable selon les années et l'évolution depuis 1999 ne montre pas de tendance claire.

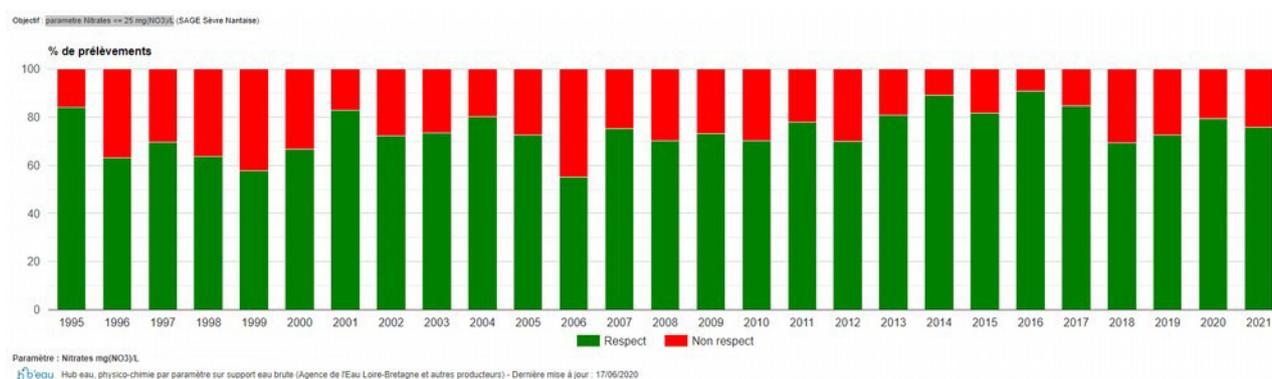


Figure 12: Evolution du respect de l'objectif « Nitrates ≤ 25 mg(NO₃)/L ». Source : Observatoire du bassin de la Sèvre Nantaise (26/10/2022)

Phosphore

Les «matières phosphorées» regroupent les différents composés du phosphore. Elles sont naturellement présentes dans tous les écosystèmes. Elles entrent aussi dans la composition des engrais chimiques et naturels (fumiers) et sont rejetées par les activités humaines. Elles peuvent être source de pollution pour l'eau au-delà d'un certain seuil.

Le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable du SAGE de la Sèvre Nantaise (2015) note que :

- L'analyse des moyennes de concentration de phosphore total mensuelles permet d'identifier la période estivale comme la plus critique. Pendant ces périodes, les rejets en continu des stations d'épuration (28 tonnes par an) et des industries isolées (9,5 tonnes par an) contribuent majoritairement au flux de phosphore.
- Le croisement de ces rejets avec les débits d'étiage permet d'identifier les sous-bassins les plus sensibles.
- La contribution de l'usage agricole, plus irrégulière et liée aux épisodes de crue, n'est cependant pas à exclure notamment dans les secteurs soumis au risque de ruissellement.

Dans l'eau superficielle, le phosphore est essentiel aux végétaux, mais, en trop grande quantité, il contribue principalement à modifier l'équilibre biologique des milieux aquatiques en provoquant des phénomènes d'eutrophisation.

C'est le facteur limitant du développement des algues en eau douce. A ce titre, les flux de phosphore sont problématiques en période de basses eaux, au niveau des cours d'eau et toute l'année au niveau des retenues qui sont susceptibles de stocker le phosphore dans les sédiments (SAGE 2005).

Concernant les matières phosphorées, **le principal indicateur est la concentration en phosphore total qui ne doit pas dépasser 0,2 mg/L (pour 90% des prélèvements)**. Cet objectif correspond à l'objectif de bon état des masses d'eau et est repris dans le SAGE de la Sèvre Nantaise.

À partir de la Figure 13, il peut être noté que l'évolution des concentrations en phosphore total entre 1995 et 2021 tend à s'améliorer avec un passage de 95 % de prélèvements ne respectant pas l'objectif en 1995 à 29 % en 2015, avec une progression régulière durant cette période sans, toutefois, d'évolution notable depuis 2015.

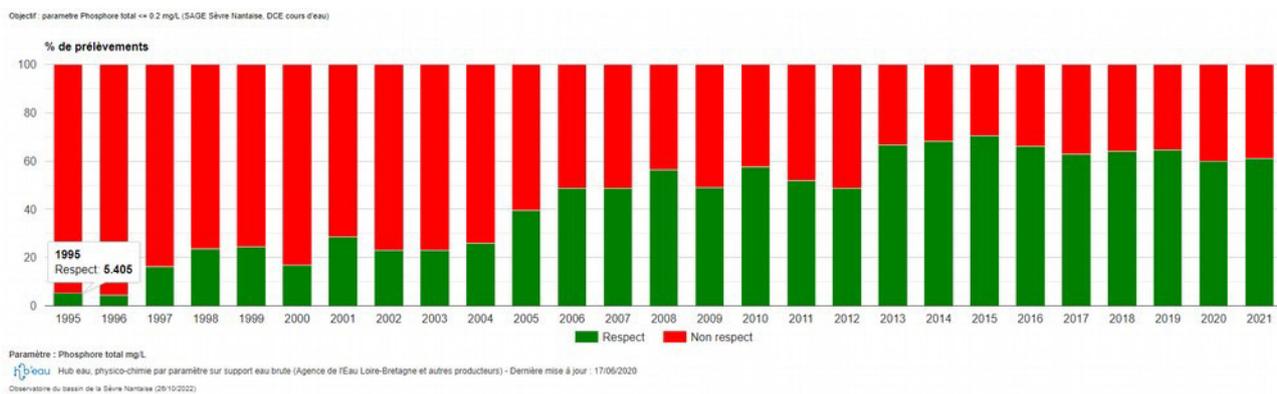


Figure 13: Evolution du respect de l'objectif « Phosphore total <= 0.2 mg/L ». Source : Observatoire du bassin de la Sèvre Nantaise (26/10/2022).

Pesticides

Les pesticides (produits phytopharmaceutiques ou phytosanitaires, biocides) sont des produits chimiques appliqués sur une culture, des plantes ou des aliments pour lutter contre des organismes vivants jugés nuisibles. Ils rassemblent les insecticides, les fongicides, les herbicides ou désherbants, les parasitocides. Ils regroupent plus de 1000 substances chimiques appartenant à près de 150 familles chimiques différentes. Ils peuvent polluer l'eau à des concentrations infimes.

L'agriculture est le premier utilisateur de pesticides, mais ceux-ci sont également utilisés très ponctuellement par les collectivités pour l'entretien de certains espaces (pour des espaces autorisés dans le cadre de la loi Labbé en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2017 ou ayant recours à des biocides), par les gestionnaires d'infrastructures de transport (voies ferrées, autoroutes, etc.) ainsi que par les

particuliers (point d'attention : au 1^{er} janvier 2019 seuls les biocides et produits à faible risque sont autorisés à la vente, détention et usage).

Le transfert des pesticides vers les cours d'eau et milieux aquatiques s'effectue majoritairement par ruissellement tandis que le transfert vers les eaux souterraines se fait de manière « retardée » par infiltration.

Les pesticides contaminent tous les compartiments de l'environnement aquatique (eau de surface, eau souterraine). Ces produits perturbent la production d'eau potable : des investissements et des coûts de fonctionnement importants sont nécessaires pour abattre leurs concentrations. Toxiques pour les êtres vivants et l'homme, leurs effets peuvent être aigus (à l'ingestion ou l'inhalation) ou retardés avec des risques de cancérogénicité, troubles de la reproduction et du développement (ce sont des perturbateurs endocriniens), troubles neurologiques...

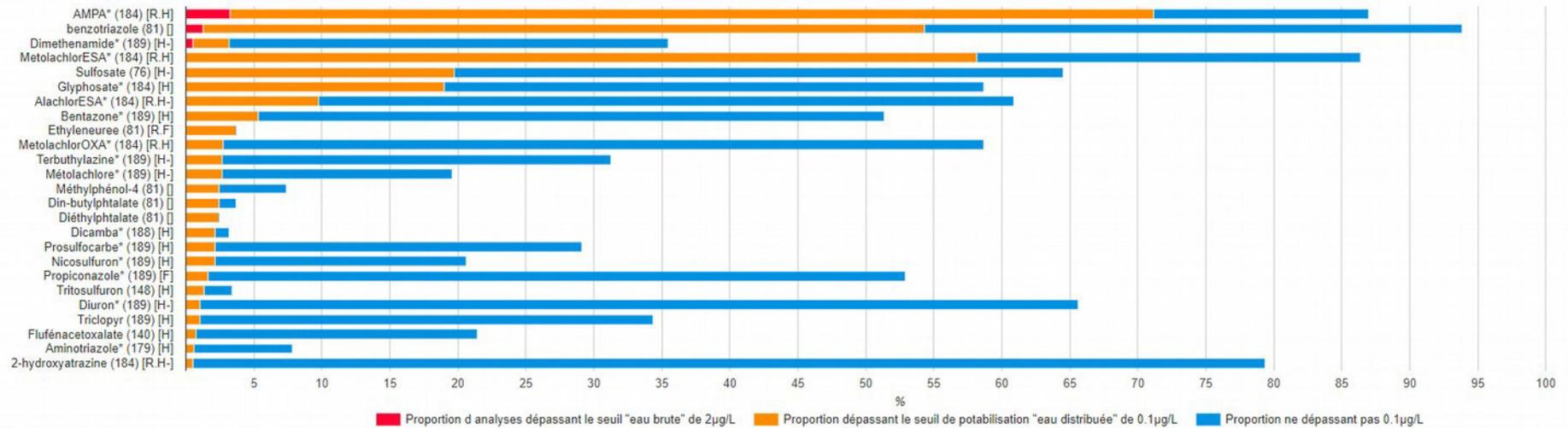
La Commission Locale de l'Eau a fixé 2 objectifs concernant les pesticides :

- **0,5 µg/L pour le cumul des substances actives analysées** (pour 90% des mesures) à horizon 2021
- **0,1 µg/L par substance active analysée à horizon 2021**

Le graphique de la Figure 14 présente les 25 substances actives "les plus retrouvées" dans les eaux de l'ensemble du bassin de la Sèvre Nantaise en 2021.

Sur les 653 substances actives recherchées en 2021, 149 (23%) ont été quantifiées dans les analyses (c'est à dire que leur concentration a pu être mesurée).
Pour chaque substance le taux de quantification représente le nombre de fois où la concentration de la molécule a pu être quantifiée par rapport au nombre de fois où elle a été recherchée.
Le graphique ci-dessous présente les 25 substances ayant le taux de quantification le plus élevé en mettant en priorité les taux de dépassements des seuils "eau brute" puis "eau distribuée".

Cliquez sur le nom des molécules pour afficher plus d'informations.



Paramètre : Taux de quantification

Hub eau, pesticides cumul (EPTB Sèvre Nantaise) - Dernière mise à jour : 17/06/2020

Observatoire du bassin de la Sèvre Nantaise (26/10/2022)

Figure 14: Taux de quantification 2021 des pesticides. Source : Observatoire du bassin de la Sèvre Nantaise (26/10/2022)

Pour chaque substance active (molécule(s) composant un pesticide), le taux de quantification correspond au nombre de fois où cette substance a pu être quantifiée (c'est-à-dire que sa concentration a pu être mesurée) sur le nombre de fois où elle a été recherchée.

Ce taux est exprimé en pourcentage. Dans le cas où la substance active est quantifiée, sa concentration peut dépasser le seuil de 0,1 µg/L (en orange), voire de 2 µg/L (en rouge).

Les substances les plus quantifiées sont les suivantes :

- L'AMPA (acide aminométhyl phosphonique) est quantifié dans 87% des analyses réalisées sur le bassin : il s'agit notamment de la principale molécule de dégradation du glyphosate, (substance active de l'herbicide "Roundup", "Axalis", "Glyper"...). L'AMPA est également une molécule de dégradation de phosphonates contenus notamment dans des lessives, des détergents industriels et domestiques ou encore des liquides de refroidissement.

Dans 3% des analyses, l'AMPA dépasse la limite de 2 µg/L, au-delà de laquelle l'eau (brute), qu'elle soit d'origine superficielle ou souterraine, ne peut plus être utilisée pour produire de l'eau potable.

- Le Benzotriazole n'est pas une substance utilisée comme pesticide (il s'agit d'un additif anticorrosif utilisé notamment dans les liquides de refroidissement).
- Le Dimethenamide est une substance qui rentrait dans la composition d'herbicides en agriculture (maïs, tournesol, crucifères oléagineuses, etc.), en espaces non agricoles (gazons) qui sont aujourd'hui interdits d'usages (interdictions en 2008). Il a cependant été remplacé par un isomère nommé diméthénamide-p.
- Le MétalochlorESA est quantifié dans 86 % des analyses. Le MetolachlorESA, comme le MetolachlorOXA, sont des métabolites issus du S-Metolachlore, un désherbant utilisé par les professionnels. L'AlachlorESA est un métabolite issu de l'Alachlore, herbicide interdit depuis 2008. Il est quantifié dans 61 % des analyses.

L'alachlore ESA, l'acétochlore ESA, l'acétochlore OXA, le métazachlore ESA, le métazachlore OXA, l'alachlore OXA, le métolachlore ESA et le métolachlore OXA sont majoritairement formés dans l'environnement, le sol en particulier, par biodégradation des molécules mères.

Pour mémoire, deux des molécules-mères sont aujourd'hui interdites : l'alachlore et l'acétochlore.

- Le Sulfosate, également appelé glyphosate-trimesium, entre dans la composition d'herbicides permettant de lutter contre de nombreuses graminées et dicotylédones, annuelles ou vivaces. Sélectif d'aucune culture, il aurait été utilisé notamment en traitement dirigé dans les vignes et les vergers. Aucun produit contenant du glyphosate trimesium ne dispose d'une autorisation actuelle de mise sur le marché selon le site officiel e-phy (en date d'avril 2022).

- Le Glyphosate est retrouvé dans près de 60 % des analyses dans des concentrations dépassant dans 19 % des cas l'objectif de 0,1 µg/L.
- La Bentazone est une substance issue d'herbicides utilisés en agriculture. Son interdiction en 2020 a concerné certains usages (désherbage sur céréales par exemple), mais cette substance reste aujourd'hui autorisée sur certaines cultures telles que le maïs, les crucifères et légumineuses fourragères, le sorgho.

Bilan de la qualité de l'eau à l'échelle des unités de gestion

Le Tableau 8 suivant présente une synthèse des analyses qualité de l'eau sur la dernière année complète disponible, soit l'année 2021 :

Tableau 8 : Principaux paramètres de la qualité de l'eau des unités de gestion en 2021

Unité de gestion (UG)	Surface de l'UG (km ²)	Phosphore total Taux de dépassement de l'objectif <=0.2 mg/L	Nitrates Taux de dépassement de l'objectif <=25 mg(NO3)/L	Carbone organique dissous Taux de dépassement de l'objectif <=7 mg(C)/L	Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) Taux de dépassement de l'objectif <=0.5 µg/L
Sèvre amont	363	20%	13%	23%	41%
Sèvre moyenne 1	352	18%	23%	32%	36%
Sèvre moyenne 2	179	47%	24%	56%	71%
Sèvre aval	135	44%	18%	52%	87%
Ouin	100	46%	12%	38%	35%
Moine 1	104	29%	23%	75%	39%
Moine 2	278	13%	9%	74%	49%
Sanguèze	162	60%	15%	50%	91%
Grande Maine	132	73%	28%	34%	67%
Petite Maine	192	72%	38%	60%	89%
Maine	354	63%	30%	78%	84%
BV Sèvre Nantaise	2 352	37%	20%	54%	62%

Source : Observatoire du bassin de la Sèvre Nantaise (03/11/2022)

Au regard des paramètres analysés sur le plan de la qualité de l'eau, les unités de gestion les plus impactées sont par ordre décroissant : La Maine, la Petite Maine et la Grande Maine. La Sanguèze présente également de très nombreux dépassements à l'objectif sur les paramètres phosphore, carbone organique et cumul de pesticides. Ces espaces sont ceux pour lesquels la culture de céréales (ou la viticulture pour la Sanguèze) sont les usages majoritaires des surfaces agricoles.

Le cumul de pesticides correspond au paramètre faisant l'objet du plus de dépassement à l'échelle du bassin de la Sèvre Nantaise.

À retenir :

Les unités de gestion présentant le contexte « qualité de l'eau » le moins dégradé sont celles de la Sèvre amont, la Sèvre moyenne 1 et l'Ouin. Elles recoupent globalement les secteurs où la polyculture élevage prairial est bien implantée.

2.1.4 Hydromorphologie des cours d'eau

Depuis une quinzaine d'années, l'EPTB de la Sèvre Nantaise a bancarisé des données de diagnostics hydromorphologiques des cours d'eau, reposant sur une expertise de terrain. Celles-ci reposent sur deux types de méthodes : la méthode REH « Réseau d'Évaluation des Habitats » et plus récemment la « Méthodologie d'évaluation de l'hydromorphologie des cours d'eau en tête de bassin versant à l'échelle linéaire, AFB, 2017 » (appelée ci-après méthode « T2BV »).

La méthode REH couvre 1 376 km de cours d'eau (soit un taux de recouvrement proche de 40 %) alors que la méthode TBV concerne 327 km de cours d'eau (soit un taux de recouvrement proche de 10 %).

A l'échelle du bassin versant de la Sèvre Nantaise, la Figure 15 montre que très peu de linéaires de cours d'eau expertisés présentent des classes d'altération du compartiment lit (méthode REH) « bon » ou « très bon » ou présentent un indice d'artificialisation (méthode TBV) « naturel » ou de « référence ». Selon la méthode, seuls 10 % à 20 % des linéaires répondent à ces critères. Les tronçons artificialisés concernent quant à eux environ 35 % à 45 % du total, traduisant une pression importante des activités humaines sur le fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau.

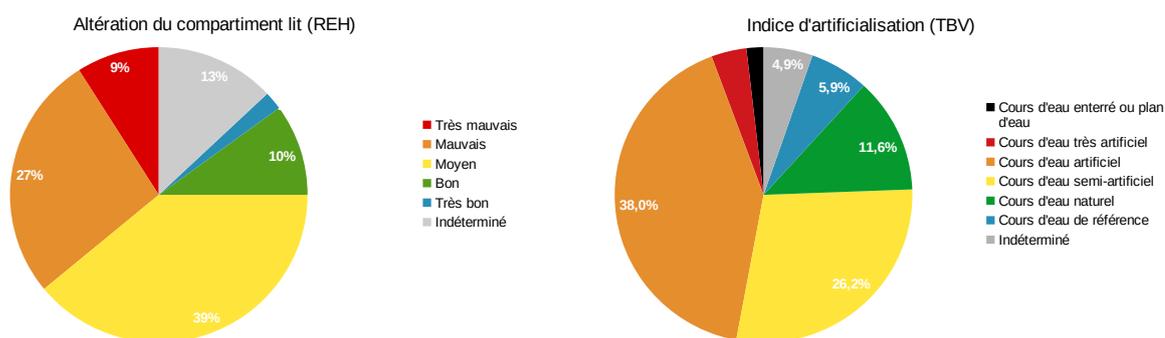


Figure 15 : Altération du compartiment « lit » (méthode REH) et indice d'artificialisation (méthode TBV) à l'échelle du bassin versant de la Sèvre Nantaise

Les unités de gestion présentant un état d'altération / artificialisation hydromorphologique supérieur à la moyenne du bassin versant pour au moins l'une des deux méthodes (REH ou TBV) sont celles de la Grande Maine, la Sèvre Moyenne 1 et 2, la Sanguèze, l'Ouin et la Moine 1 et 2 (Tableau 9 et Tableau 10). Ce résultat reste toutefois à mettre en perspective du linéaire de cours d'eau ayant effectivement fait l'objet d'une expertise.

Tableau 9 : Altération du compartiment « lit » (méthode REH) des unités de gestion

Unité de gestion (UG)	Linéaire de cours d'eau (km)	Méthode REH – Altération du lit						
		Linéaire total expertisé REH	Très mauvais (%)	Mauvais (%)	Moyen (%)	Bon (%)	Très bon (%)	Indéterminé (%)
Sèvre amont	646	241	5	21	58	10	1	4
Sèvre moyenne 1	527	73	18	28	44	7	0	4
Sèvre moyenne 2	208	67	17	38	31	14	0	0
Sèvre aval	138	70	12	21	49	12	0	6
Ouin	151	52	10	26	53	9	0	3
Moine 1	110	116	1	41	40	10	0	8
Moine 2	377	138	12	28	37	14	3	5
Sanguèze	187	129	5	44	46	5	0	0
Grande Maine	174	122	0	35	38	14	4	10
Petite Maine	283	120	5	24	30	26	4	11
Maine	440	226	16	11	15	2	1	55
BV Sèvre Nantaise	3250	1376	9	27	39	10	2	13

Tableau 10 : Indice d'artificialisation (méthode TBV) des unités de gestion

Unité de gestion (UG)	Linéaire de cours d'eau (km)	Méthode TBV – Indice d'artificialisation							Indéterminé (%)
		Linéaire total expertisé T2BV	Cours d'eau enterré ou plan d'eau (%)	Cours d'eau très artificiel (%)	Cours d'eau artificiel (%)	Cours d'eau semi-artificiel (%)	Cours d'eau naturel (%)	Cours d'eau de référence (%)	
Sèvre amont	646	113	10,9	2,9	30,3	33,3	10,4	6,4	5,8
Sèvre moyenne 1	527	77	10,2	3,4	23,8	26,2	22,4	11,2	2,8
Sèvre moyenne 2	208	0	0	0	0	0	0	0	0
Sèvre aval	138	1	0	0	0	88,2	6,1	0	5,7
Ouin	151	91	9,6	4,1	44,1	24,5	7,9	3,7	5,9
Moine 1	110	0	0	0	0	0	0	0	0
Moine 2	377	0	0	0	0	0	0	0	0
Sanguèze	187	0	0	0	0	0	0	0	0
Grande Maine	174	46	8,9	3,8	69,1	12,5	3,8	0	1,9
Petite Maine	283	0	0	0	0	0	0	0	0
Maine	440	0	0	0	0	0	0	0	0
BV Sèvre Nantaise	3250	327	10,1	3,5	38	26,5	11,6	5,9	4,6

Pour caractériser les obstacles à l'écoulement, le référentiel de l'EPTB de la Sèvre Nantaise a été utilisé. Il recense environ 1 500 unités (Figure 16), de toutes natures (buses, ponts, chaussées de moulins, etc.), à l'échelle du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Ce référentiel reste toutefois très incomplet car tributaire des prospections de terrain réalisées dans le cadre des diagnostics de l'hydromorphologie des cours d'eau. Les informations fournies dans les fiches « unités de gestion » sont ainsi données à titre indicatif et souffrent d'un manque d'exhaustivité important.

Les données disponibles à l'échelle du bassin versant laissent toutefois entrevoir que, numériquement, la majorité des obstacles est constituée par des passages busés, des aménagements en lien avec les étangs et les seuils (en lien ou non avec un moulin). En matière de hauteur de chute, les ouvrages les plus impactants correspondent pour près de 65 % aux digues et bondes d'étangs ainsi qu'aux chaussées.

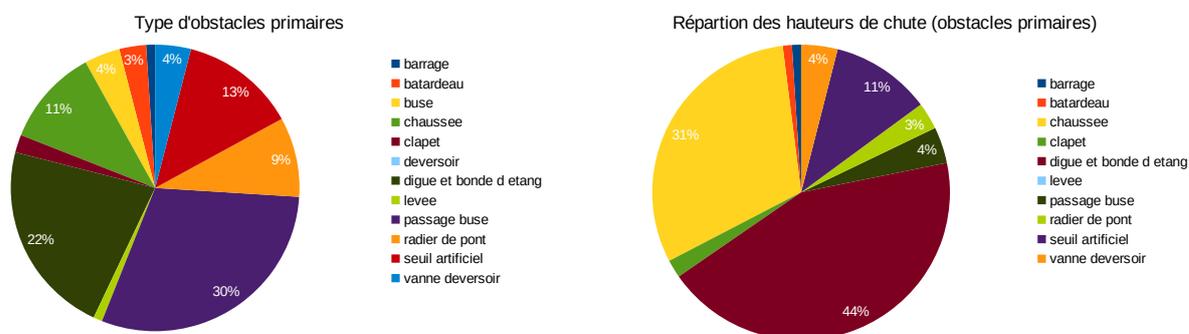


Figure 16 : Type et répartition des hauteurs de chute des obstacles primaires recensés

À retenir :

Les cours d'eau du bassin versant de la Sèvre Nantaise présentent globalement un contexte hydromorphologique dégradé. Sur la base des données disponibles, ce constat est particulièrement vrai pour les unités de gestion de la Grande Maine, la Sèvre Moyenne 1 et 2, la Sanguèze, l'Ouin, la Moine 1 et 2.

Le niveau de connaissance des obstacles à l'écoulement est trop lacunaire pour tirer des conclusions à l'échelle des unités de gestion.

2.1.5 Réseau ONDE

L'Observatoire National Des Étiages (ONDE) permet d'accéder à des observations de terrain qualifiant les étiages selon les modalités suivantes :

- Écoulement visible acceptable
- Écoulement visible faible
- Écoulement non visible
- Assec

Le bassin versant de la Sèvre Nantaise est couvert par 15 stations ONDE, essentiellement situées hors grands cours d'eau, et suivies depuis 2012 (Figure 17 et Tableau 11).

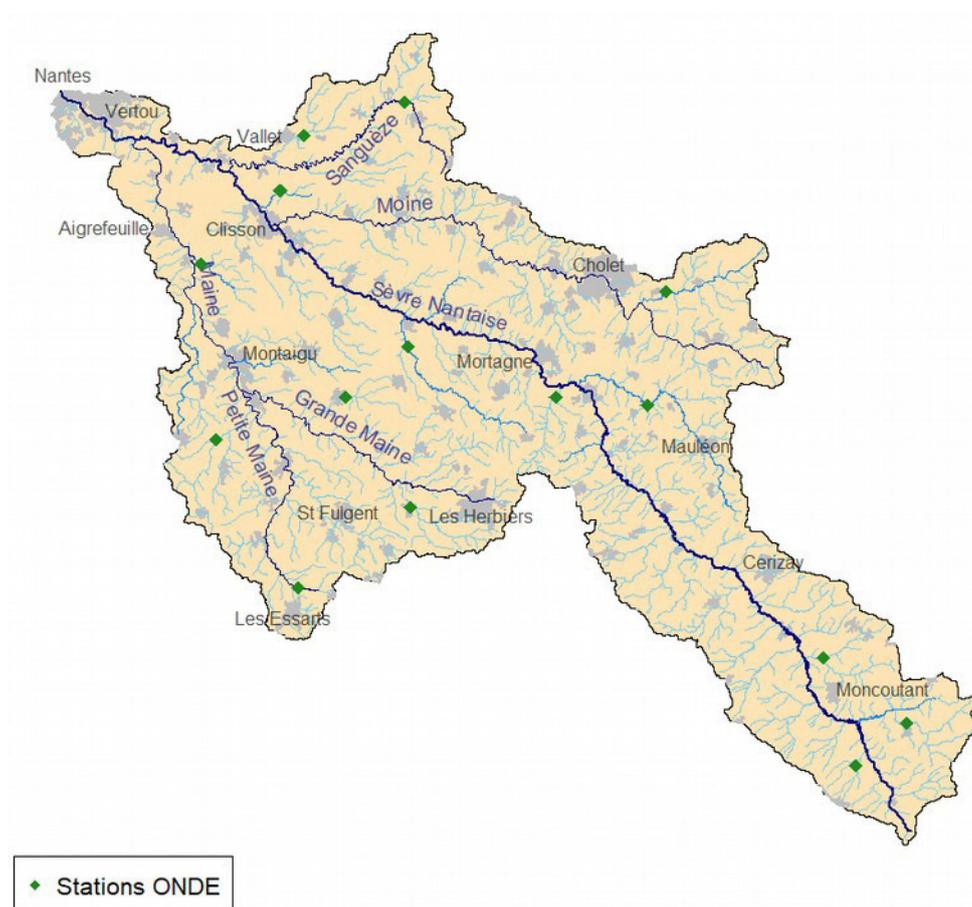


Figure 17: Localisation des stations ONDE sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise

Tableau 11: Liste des stations ONDE du bassin versant de la Sèvre Nantaise.

Code Station	Nom Station	Cours d'eau	Unité de gestion
M7005612	Largeasse	La Mare aux Canes	Sèvre amont
M7005611	La Chapelle-St-Etienne	Le Moulin neuf	Sèvre amont
M7010001	St-Jouin-de-Milly	Le Marchais	Sèvre amont
M7100001	La Verrie	Le Blanc	Sèvre moyenne 1
M7112411	Tiffauges	La Crûme	Sèvre moyenne 2
M7302421	Mouzillon	Le Chaintreau	Sèvre aval
M7044011	Mauléon (chapelle Largeau)	L'Ouin	Ouin
M7206411	Maulévrier	Le Trézon	Moine 1
M7420001	Les Essarts	La Petite Maine	Petite Maine
M7400001	Mesnard-la-Barotière	Le Longuenais	Grande Maine
M7433111	Les Brouzils	Le Bouvreau	Maine
M7413011	La Boissière-de-Montaigu	La Lignée	Maine
M7453011	Remouillé	L'Osée	Maine
M7314012	Gesté	La Sanguèze	Sanguèze
M7314011	Vallet	La Logne	Sanguèze

Les relevés usuels s'étendent sur la période de mai à septembre et peuvent être complétés par un suivi complémentaire en cas d'étiages précoces ou tardifs. La Figure 18 donne la synthèse des observations ONDE réalisées depuis 2012 sur ces 15 stations. Il est possible de constater que les ruptures d'écoulement visible représentent près de 24 % des relevés. Les conditions d'écoulement visible acceptable ne sont quant à elles atteintes que moins de la moitié du temps. Ces observations de terrain confirment donc une certaine sensibilité hydrologique du bassin de la Sèvre Nantaise en période de basses eaux. La Figure 19 donne l'évolution année par année de ces pourcentages, elle montre que le pourcentage d'assec sur le bassin a semble-t-il augmenté après 2015 mais la période d'observation est trop courte pour tirer des conclusions sur une évolution à long terme.

La Figure 20 donne le nombre d'observations « ONDE » par catégorie et par mois sur la période 2012 – 2021 pour l'ensemble des 15 stations. Elle permet d'identifier que les mois les plus critiques sont ceux de juillet à octobre inclus. Il convient également de noter que le mois de novembre est parfois sujet à des relevés d'écoulement visible faible, voire d'assec, ce qui confirme que les étiages sont parfois tardifs sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise.

Synthèse du suivi ONDE 2012 - 2021

Bassin Versant de la Sèvre Nantaise (15 stations)

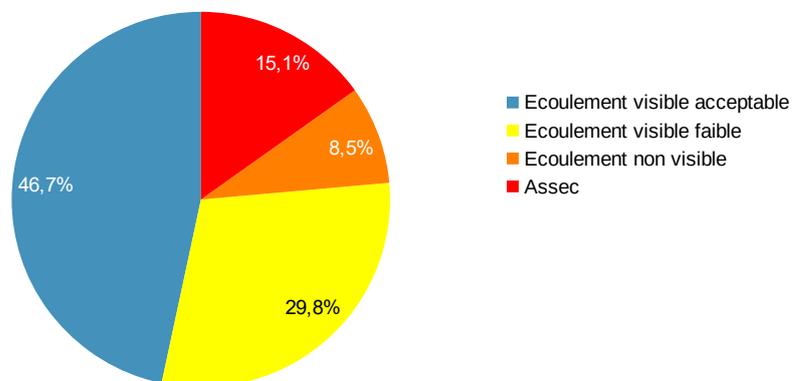


Figure 18: Synthèse des observations ONDE sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise. Source : Observatoire National des étiages, 2022

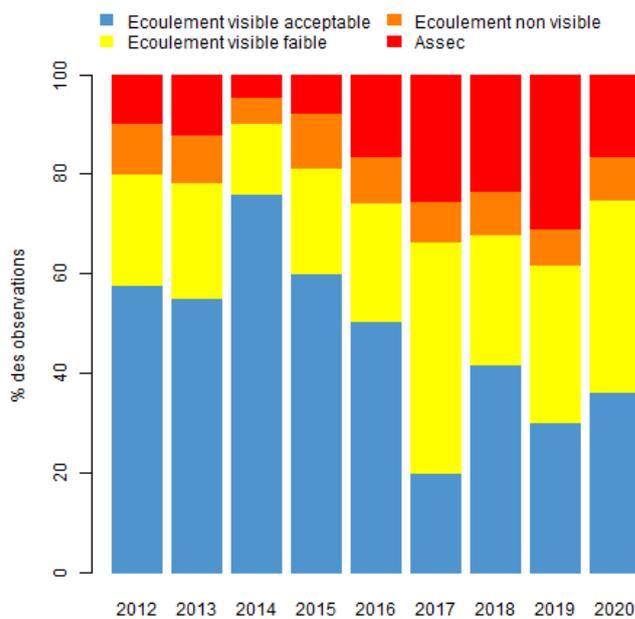


Figure 19: Pourcentage d'observations par années sur les stations du réseau ONDE du bassin de la Sèvre Nantaise.

Observations "ONDE" sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise

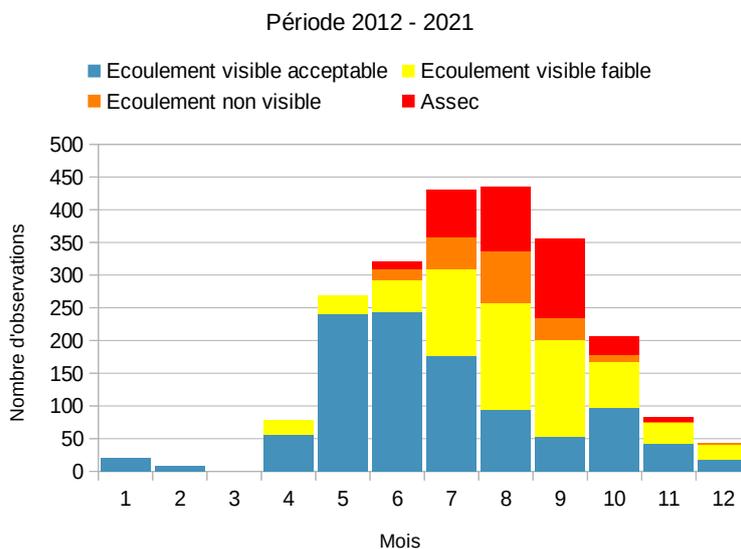


Figure 20: Nombre d'observations par mois sur les stations du réseau ONDE du bassin de la Sèvre Nantaise – Période 2012 - 2021.

Une appréciation à l'échelle des unités de gestion ne paraît pas pertinente car le nombre de stations disponibles à cette échelle ne permet pas de tirer de conclusion généralisable à l'unité de gestion.

À retenir :

Les 15 stations du réseau ONDE présentes sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise montrent des ruptures d'écoulement de surface près d'un quart des périodes de basses eaux.

2.1.6 Indicateurs biologiques

Un indicateur biologique ou bio-indicateur est, dans le cadre de l'évaluation DCE (Directive Cadre Européenne sur l'Eau), un organisme, un groupe d'organismes ou une fonction biologique de l'écosystème pris en compte pour évaluer l'état du système ou de certains paramètres de son fonctionnement.

En d'autres termes, l'analyse du vivant permet de statuer sur l'état écologique des cours d'eau.

Plusieurs bio-indicateurs ont été déployés sur le bassin de la Sèvre Nantaise, afin de suivre l'évolution de la qualité des cours d'eau. Ils couvrent en grande partie les 20 dernières années.

Il s'agit des indices suivants :

- Indice Poissons Rivières (IPR) qui s'appuie sur la pêche et l'analyse de cortèges piscicoles ;
- Indice Biologique Global (IBG) et son successeur Indice Invertébrés Multi-Métrique (I2M2) qui se concentrent sur les macro-invertébrés benthiques (vivant dans le fond des cours d'eau) ;
- Indice Biologique Macrophytes en Rivière (IBMR) qui se focalise sur les végétaux aquatiques ou amphibiens visibles à l'œil nu ou vivant habituellement en colonie visible ;
- Indice Biologique Diatomées (IBD) qui se base sur l'étude des populations de diatomées (algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe).

Par ailleurs, le chabot et le vandoise font l'objet d'une attention particulière car la Commission Locale de l'Eau du SAGE de la Sèvre Nantaise a fixé comme objectif d'atteindre «l'abondance attendue» pour la vandoise dans les grands cours d'eau et le chabot dans les petits cours d'eau, a minima sur les stations de référence.

Les indicateurs biologiques présentés dans les fiches "unités de gestion" et le Tableau 12 suivant ne considèrent que les données disponibles sur l'API Hub'Eau – Hydrobiologie.

Tableau 12: Synthèse des indicateurs biologiques par unités de gestion

Unité de gestion (UG)	Poissons					Macro-invertébrés				Diatomées		Macrophytes	
	Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
Sèvre amont	36,42	39,95	29,5	OUI	NON	0,43	12,57	0,43	14,23	11,24	12,68	8,2	10,11
Sèvre moyenne 1	35,34	36,03	35,37	NON	OUI			0,5	15,19	11,54	11,7	9,15	9,77
Sèvre moyenne 2	25,68	27,88	32,14	NON	NON			0,28	13,27	13,07	11,64	8,74	9,59
Sèvre aval	22,56	21	32,51	NON	NON			0,08	7,38	9,31	10,94	8,06	8,14
Ouin	30,91	32,07	38,11	OUI	OUI	0,57	17	0,31	11,5	11,71	12,48	9,31	
Moine 1			35,15	NON	NON			0,24	12		13,25		10,12
Moine 2	25,75	24,39	32,92	NON	NON	0,51	14,89	0,39	11,5	12,64	12,8	9,13	9,1
Sanguèze	20,81	19,17	23,41	NON	NON	0,3	13,2		12	13,02	13,2	8,69	
Grande Maine	27,92	26,07	39,42	NON	NON	0,39	12,7	0,2	9,5	12,5	12,5	9,79	
Petite Maine	52,86	49,17	46,44	NON	NON			0,14	9,33	12,88	12,97	9,99	
Maine	29	25,71	32,52	NON	OUI			0,3	11,32	12,16	12,18	7,71	9,21
BV Sèvre Nantaise	22,56	21	32,23	OUI	OUI			0,36	12,83	9,31	12,21	8,06	9,21

Les codes couleurs des classes de qualité sont repris dans le Tableau 13 ci-dessous :

Tableau 13 : Seuils et classes de qualités des indicateurs biologiques

Indice	Seuils et classes de qualité des indicateurs biologiques								
IBGN	Très bon	15	Bon	13	Moyen	9	Médiocre	6	Mauvais
I2M2		0,67		0,44		0,3		0,15	
IPR		5		16		25		36	
IBMR (EQR)		0,92		0,77		0,64		0,51	
IBD (EQR)		0,94		0,78		0,55		0,3	
IBMR (Note)*		12,04		10,08		8,38		6,68	
IBD (note)*		16,42		13,79		10,02		5,92	

D'après : <https://www.eaufrance.fr/sites/default/files/2019-05/guide-reee-esc-2019-cycle3.pdf>

* Pour HER 12A (Armoricaï Centre Sud)

Nota : EQR = écart à la référence

Les peuplements piscicoles apparaissent globalement dégradés pour l'ensemble des unités de gestion. Les macro-invertébrés traduisent un état globalement moyen avec toutefois quelques valeurs encourageantes sur la Sèvre amont, la Sèvre moyenne 1 et 2, l'Ouin, la Moine 2 et la Sanguèze.

Les indices liés aux diatomées et aux macrophytes confirment pour leur part un milieu naturel en état moyen à médiocre.

À retenir :

Les bio-indicateurs disponibles montrent que l'ensemble des unités de gestion présentent des peuplements globalement perturbés, en particulier pour le contexte piscicole.

2.1.7 État écologique des masses d'eau

L'état des lieux du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne, approuvé par le préfet coordonnateur de bassin le 20 décembre 2019 permet de dresser la synthèse présentée dans les Tableau 14 et Tableau 15. La localisation des masses d'eau « cours d'eau » est présentée dans la Figure 21.

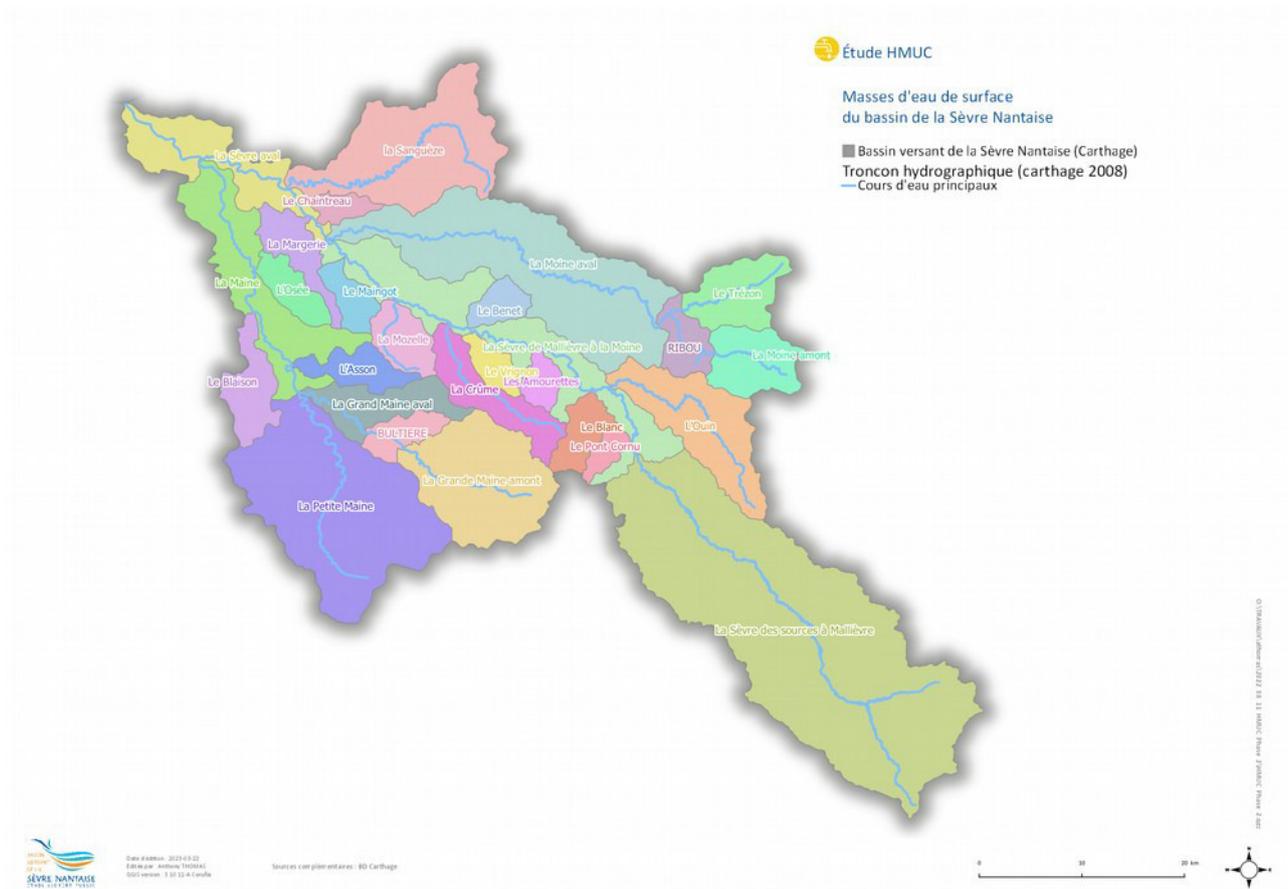


Figure 21: Masses d'eau et cours d'eau du bassin de la Sèvre Nantaise

Au sens de l'état des lieux 2019 du SDAGE Loire-Bretagne, aucune masse d'eau de surface (cours d'eau ou plan d'eau) du bassin versant de la Sèvre Nantaise ne présente un état « bon » ou « très bon ». L'unique masse d'eau souterraine couvrant le bassin versant de la Sèvre Nantaise apparaît en revanche en bon état écologique et chimique.

Tableau 14 : État des lieux des masses d'eau « cours d'eau » et « plans d'eau ». Source : État des lieux 2019 du SDAGE Loire-Bretagne

Code Masse d'eau	Nom masse d'eau	% surf / BV Sèvre Nantaise	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)
FRGL114	COMPLEXE DE MOULIN RIBOU (Moulin Ribou)	1,24 %	Etat moyen	données indisponibles	-
FRGL146	RETENUE DE LA BULTIERE	1,02 %	Etat médiocre	Etat mauvais	-
FRGR0543	LA SEVRE NANTAISE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A MALLIEVRE	22,75 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état
FRGR0544	LA SEVRE NANTAISE DEPUIS MALLIEVRE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA MOINE	6,59 %	Etat moyen	Bon état	Bon état

Code Masse d'eau	Nom masse d'eau	% surf / BV Sèvre Nantaise	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)
FRGR0545	LA SEVRE NANTAISE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA CONFLUENCE DE LA MOINE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA LOIRE	3,72 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Etat mauvais
FRGR0546	L'OUIN ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	4,25 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Etat mauvais
FRGR0547b	LA MOINE ET SES AFFLUENTS DU COMPLEXE DE MOULIN RIBOU JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	10,61 %	Etat médiocre	Bon état	Bon état
FRGR0548	LA SANGUEZE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	6,88 %	Etat moyen	Etat mauvais	Etat mauvais
FRGR0549a	LA GRANDE MAINE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA RETENUE DE LA BULTIERE	5,75 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Bon état
FRGR0549c	LA GRANDE MAINE ET SES AFFLUENTS DE LA RETENUE BULTIERE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA PETITE MAINE	2,14 %	Etat moyen	Bon état	Bon état
FRGR0550	LA MAINE DEPUIS SAINT-GEORGES-DE-MONTAIGU JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	5,00 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Etat mauvais
FRGR0551	LA PETITE MAINE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA GRANDE MAINE	10,72 %	Etat moyen	Bon état	Bon état
FRGR1477	LES AMOURETTES ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,70 %	Mauvais état	données indisponibles	données indisponibles
FRGR1478	L'ASSON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA MAINE	1,31 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Bon état
FRGR1482	LE VRIGNON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,74 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état
FRGR1540	LA MOINE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA RETENUE DU MOULIN RIBOU	2,17 %	Mauvais état	Bon état	Bon état
FRGR2041	LE PONT CORNU ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,54 %	Mauvais état	données indisponibles	données indisponibles
FRGR2053	LE BLANC ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	1,17 %	Etat médiocre	données indisponibles	données indisponibles
FRGR2056	LE BLAISON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA MAINE	1,75 %	Etat moyen	Bon état	Bon état
FRGR2068	LA CRUME ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	2,36 %	Etat moyen	Bon état	Bon état

Code Masse d'eau	Nom masse d'eau	% surf / BV Sèvre Nantaise	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)
FRGR2081	LA MOZELLE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	1,39 %	Mauvais état	Bon état	Bon état
FRGR2086	L'OSEE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA MAINE	1,13 %	Mauvais état	Bon état	Bon état
FRGR2088	LE MAINGOT ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,96 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état
FRGR2090	LE BENET ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,83 %	Etat moyen	Bon état	Bon état
FRGR2092	LE TREZON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'AU COMPLEXE DE MOULIN RIBOU	2,26 %	Etat médiocre	Bon état	Bon état
FRGR2096	LA MARGERIE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	1,45 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état
FRGR2112	LE CHAINTREAU ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,59 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état

Tableau 15 : État des lieux des masses d'eau « eaux souterraines ». Source : État des lieux 2019 du SDAGE Loire-Bretagne

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	État écologique	État chimique
FRGG027	Bassin versant de la Sèvre Nantaise	Bon	Bon

Concernant les pressions, à partir du Tableau 16 il peut être constaté que :

- Toutes les masses d'eau « cours d'eau », hormis le Benêt, sont concernées par une pression significative « hydromorphologie » ;
- Toutes les masses d'eau « cours d'eau », hors Blanc et Pont Cornu, sont concernées par une pression significative « pollutions diffuses » ;
- Toutes les masses d'eau « cours d'eau », hors Moine en aval de Ribou, Sèvre Nantaise en aval de sa confluence avec la Moine et Chaintreau, sont concernées par une pression significative « hydrologie » ;
- Toutes les masses d'eau « cours d'eau », hors Blanc, Trézon, Benêt, Pont Cornu et Sèvre Nantaise en aval de sa confluence avec la Moine, sont concernées par une pression significative « pollutions ponctuelles ».

Tableau 16 : Pressions significatives sur les masses d'eau « cours d'eau »

Nom masse d'eau	% surf / BV Sèvre Nantaise	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes
COMPLEXE DE MOULIN RIBOU (Moulin Ribou)	1,24 %		Non	Non	Non	
RETENUE DE LA BULTIERE	1,02 %		Oui	Non	Non	
LA SEVRE NANTAISE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A MALLIEVRE	22,75 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LA SEVRE NANTAISE DEPUIS MALLIEVRE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA MOINE	6,59 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
LA SEVRE NANTAISE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA CONFLUENCE DE LA MOINE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA LOIRE	3,72 %	Non	Oui	Non	Oui	Oui
L'OUIN ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	4,25 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
LA MOINE ET SES AFFLUENTS DU COMPLEXE DE MOULIN RIBOU JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	10,61 %	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
LA SANGUEZE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	6,88 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LA GRANDE MAINE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA RETENUE DE LA BULTIERE	5,75 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LA GRANDE MAINE ET SES AFFLUENTS DE LA RETENUE BULTIERE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA PETITE MAINE	2,14 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LA MAINE DEPUIS SAINT-GEORGES-DE-MONTAIGU JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	5,00 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Nom masse d'eau	% surf / BV Sèvre Nantaise	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes
LA PETITE MAINE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA GRANDE MAINE	10,72 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LES AMOURETTES ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,70 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
L'ASSON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA MAINE	1,31 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
LE VRIGNON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,74 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
LA MOINE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA RETENUE DU MOULIN RIBOU	2,17 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
LE PONT CORNU ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,54 %	Non	Non	Oui	Oui	Non
LE BLANC ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	1,17 %	Non	Non	Oui	Oui	Non
LE BLAISON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA MAINE	1,75 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
LA CRUME ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	2,36 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non

Nom masse d'eau	% surf / BV Sèvre Nantaise	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes
LA MOZELLE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	1,39 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
L'OSEE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA MAINE	1,13 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LE MAINGOT ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,96 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LE BENET ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,83 %	Non	Oui	Oui	Non	Non
LE TREZON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'AU COMPLEXE DE MOULIN RIBOU	2,26 %	Non	Oui	Oui	Oui	Non
LA MARGERIE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	1,45 %	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LE CHAINTREAU ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	0,59 %	Oui	Oui	Non	Oui	Oui

Source : État des lieux 2019 du SDAGE Loire-Bretagne

À retenir :

Les masses d'eau de surface du bassin versant de la Sèvre Nantaise n'atteignent pas l'objectif d'atteinte du bon état écologique de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Les pressions influençant la qualité de l'eau, l'hydrologie et l'hydromorphologie sont quasiment généralisées à l'ensemble des masses d'eau.

2.1.8 État des peuplements piscicoles

Globalement, aucun cours d'eau du bassin de la Sèvre Nantaise n'est en bon, voire en très bon état écologique (Etat des lieux SDAGE 2019). Ainsi, la qualité des peuplements de poissons est globalement altérée puisque la majorité des stations est en état moyen à mauvais, sur la base des valeurs les plus récentes des IPR (Figure 22). Les valeurs d'IPR indiquent que seules cinq stations sont en bon état. Ces stations sont localisées sur des petits affluents rive gauche de la Sèvre amont (secteur des ruisseaux à potentiel salmonicole aux abords de Pouzauges et bassin versant du Moulin Neuf à proximité de la Chapelle-Saint-Etienne et Vernoux-en-Gâtine), essentiellement sur des têtes de bassin versant.

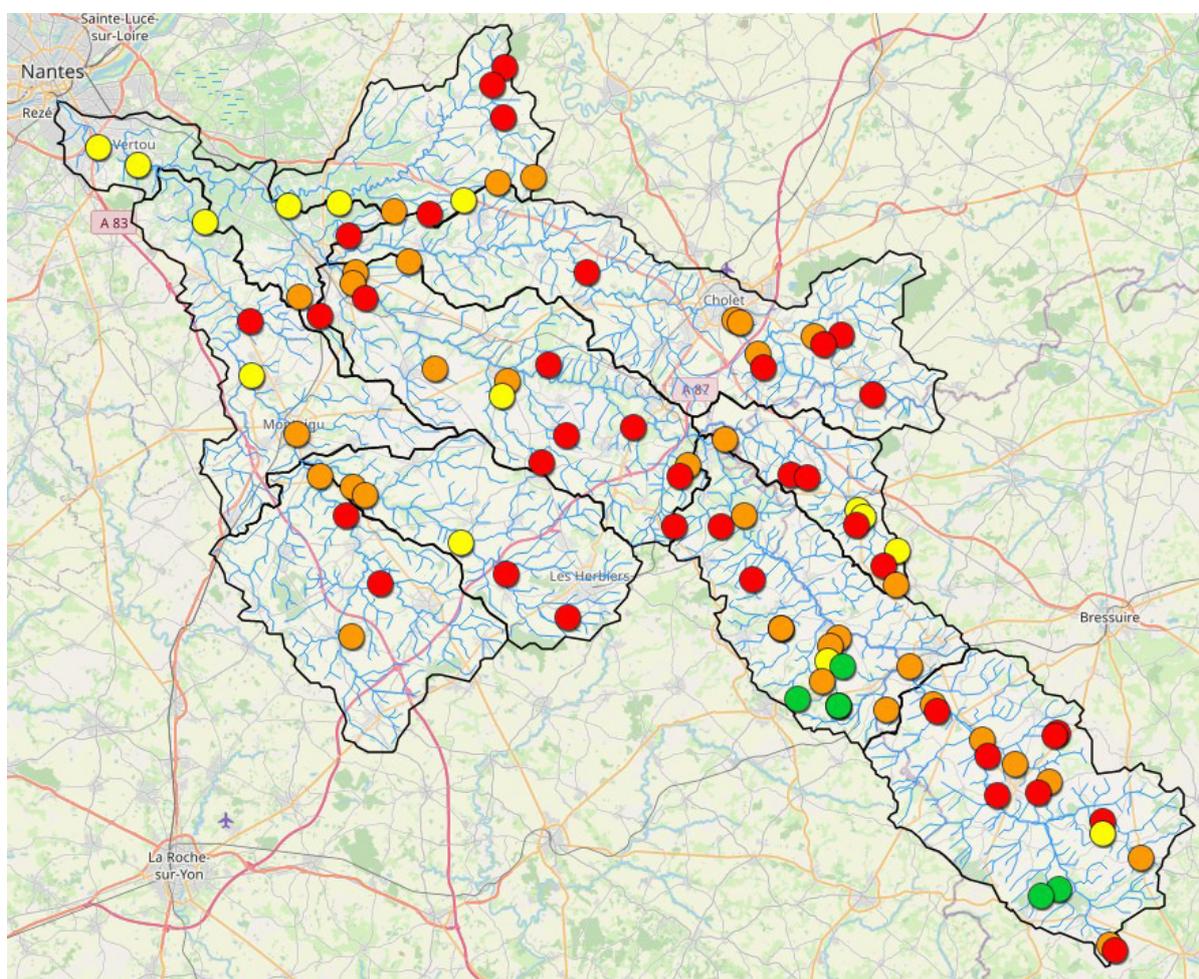


Figure 22: Valeurs de l'Indice Poisson Rivière (IPR) (dernières valeurs mesurées depuis 2012). Source : Observatoire du bassin de la Sèvre Nantaise (2022)

Cette situation est la conséquence des pressions de natures diverses qui s'exercent largement sur ce bassin versant, puisqu'à la fois la qualité et la quantité d'eau sont impactées ainsi que l'hydromorphologie (Figure 23).

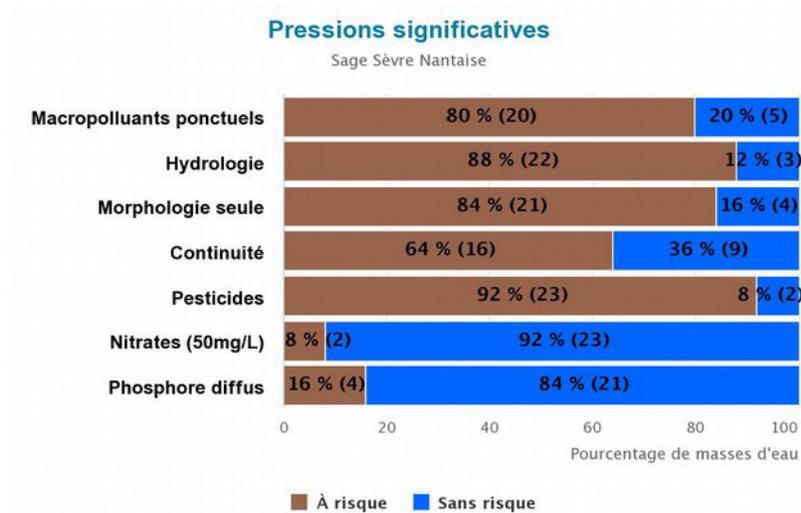


Figure 23: Pressions significatives causes de risques s'exerçant sur les 25 masses d'eau cours d'eau du bassin de la Sèvre Nantaise.
Source : Agence de l'eau Loire-Bretagne.

2.1.9 Composition des peuplements de poissons

L'analyse s'est basée sur les données disponibles au sein de l'API Hub'Eau et les indices poissons rivières (IPR) diligentés par l'EPTB de la Sèvre Nantaise. Ces données restent néanmoins potentiellement lacunaires et il est possible que des présences marginales de certaines espèces aient pu être occulté. Pour cette raison et afin d'éviter des omissions importantes, les quatre Fédérations de Pêche départementales et l'OFB ont été consultés pour éventuellement compléter la liste des espèces. Sur la base de l'ensemble des données disponibles dans l'observatoire de la Sèvre Nantaise (174 opérations de pêche sur 88 stations échantillonnées entre 1994 et 2021), on recense 30 espèces (en considérant que carpe miroir et carpe commune ne sont qu'une espèce) appartenant à 12 familles (Tableau 17). Ce chiffre est stable sur l'ensemble de la période. Une dizaine d'espèces sont non natives, parmi lesquelles le pseudorasbora qui est le plus récemment introduit. Cette proportion est globalement conforme à la situation régionale pour les cours d'eau des Pays de la Loire (Gerard et Mouren, 2013). Par ailleurs, compte tenu de la répartition spatiale homogène des stations d'échantillonnage dans le bassin versant, il peut être considéré que cette liste est relativement exhaustive.

Tableau 17: Liste des espèces capturées dans les cours d'eau du bassin de la Sèvre Nantaise entre 1994 et 2021 (l'astérisque du code espèce indique les espèces non natives).

Famille	Espèce	Nom commun	Code
Petromizontidae	Lampetra planeri	Lamproie de Planer	LPP
Anguillidae	Anguilla anguilla	Anguille	ANG
Cyprinidae	Alburnus alburnus	Ablette	ABL
	Carassius carassius	Carassin commun	CAS*
	Cyprinus carpio	Carpe commune	CCO*
		Carpe miroir	CMI*
	Blicca bjoerkna	Brème bordelière	BRB
	Abramis brama	Brème commune	BRE
	Leucaspis delineatus	Able de Heckel	ABH
	Leuciscus cephalus	Chevesne	CHE
	Leuciscus leuciscus	Vandoise	VAN
	Phoxinus phoxinus	Vairon	VAI
	Rutilus rutilus	Gardon	GAR
	Scardinius erythrophthalmus	Rotengle	ROT
	Tinca tinca	Tanche	TAN
	Gobio gobio	Goujon	GOU
	Pseudorasbora parva	Pseudorasbora	PSR*
Rhodeus amarus	Bouvière	BOU	
Balitoridae	Barbatula barbatula	Loche franche	LOF
Siluridae	Silurus glanis	Silure	SIL*
Ictaluridae	Ameiurus melas	Poisson chat	PCH*
Esocidae	Esox lucius	Brochet	BRO
Salmonidae	Salmo trutta fario	Truite fario	TRF
	Oncorhynchus mykiss	Truite arc-en-ciel	TAC*
Gasterosteidae	Gasterosteus aculeatus	Epinoche	EPI
	Pungitius pungitius	Epinochette	EPT
Percidae	Gymnocephalus cernua	Grémille	GRE*
	Perca fluviatilis	Perche	PER
	Stizostedion lucioperca	Sandre	SAN*
Centrarchidae	Lepomis gibbosus	Perche soleil	PES*
	Micropterus salmoides	Black bass à grande bouche	BBG*
Cottidae	Cottus gobio	Chabot	CHA

En termes d'abondance, cinq espèces dominent les peuplements. Sur les 73 543 individus capturés au total, près de 25 % des effectifs sont constitués par le gardon, suivi du goujon (17,5 %) puis du chevesne, de la loche franche et du vairon (Figure 24). Cinq autres espèces ont des abondances relatives comprises entre 2 et 5 % : l'anguille, l'ablette, la bouvière, la perche et la perche soleil par ordre décroissant. Les autres espèces sont minoritaires du fait de leurs abondances relatives faibles.

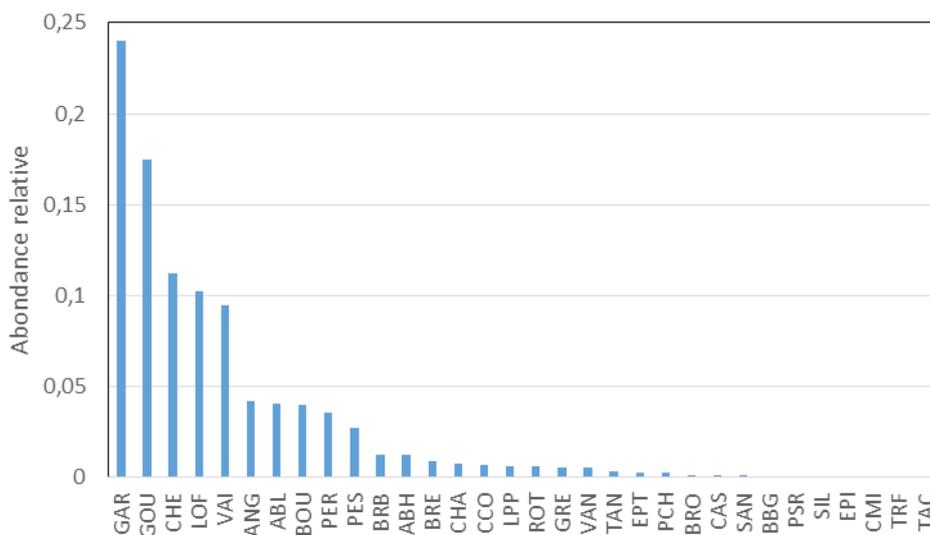


Figure 24: Abondance relative des espèces dans le peuplement de poissons des cours d'eau de la Sèvre Nantaise (174 échantillons par pêche électrique entre 1994 et 2021). Voir Tableau 17 pour les codes espèce

Au total, sept espèces ont des occurrences supérieures à 50 % : le gardon, la perche, l'anguille, le chevesne, le goujon, la perche soleil et la loche franche (Figure 25). A l'opposé, trois espèces sont très faiblement occurrentes (moins de 1 %) parmi lesquelles la truite fario.

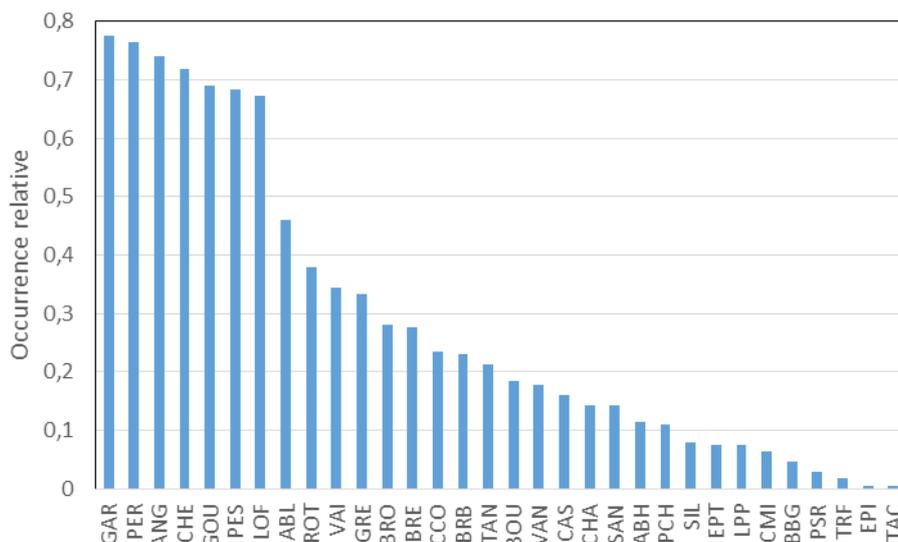


Figure 25: Occurrence relative globale des espèces dans le peuplement de poissons des cours d'eau de la Sèvre Nantaise (174 échantillons par pêche électrique entre 1994 et 2021). Voir le Tableau 17 pour les codes espèces

La faible représentation voire l'absence de certaines espèces est notable dans ce peuplement. C'est le cas par exemple de la truite fario, et dans une moindre mesure du chabot. Alors que les deux espèces d'accompagnement de la truite, le vairon et la loche franche sont plutôt bien représentées dans le peuplement en termes d'abondance et d'occurrence relatives, la truite est quasiment absente. Dans une moindre mesure, le chabot n'est pas autant représenté que les deux autres espèces d'accompagnement de la truite fario. La situation de la lamproie de Planer semble également fragile, même si cette espèce n'est pas forcément bien échantillonnée par pêche électrique sans un protocole adapté.

L'absence de plusieurs cyprinidés rhéophiles est notable. Le barbeau et le hotu par exemple ne sont jamais recensés dans la base de données utilisée, ce qui témoigne de l'altération globale des habitats et notamment des faciès de type radier et de ruptures d'écoulement. Le barbeau a néanmoins été détecté lors d'une pêche électrique hors de la base de donnée utilisée, en 2021 sur le secteur de Mallièvre, mais sa présence reste exceptionnelle. Par ailleurs, la Fédération de Pêche de Loire Atlantique a noté la présence de l'Ide Mélanote dans la Sèvre Nantaise aval.

Les espèces les plus communes dans ce peuplement sont soit eurytopes (supportant des variations importantes de son habitat) soit limnophiles (appréciant les eaux calmes), ce qui confirme la prépondérance de faciès lentiques dans les cours d'eau du bassin, en raison de l'altération du lit mineur et/ou de la présence de milieux stagnants en communication avec les cours d'eau.

Compte tenu de la localisation du bassin de la Sèvre Nantaise qui se jette dans la basse Loire, les migrateurs amphihalins sont également peu nombreux, réduits à l’anguille. Cette espèce est très occurrente dans les échantillons (75%) mais avec un niveau d’abondance relative en retrait (moins de 5% des effectifs totaux). La présence historique d’autres migrateurs amphihalins (espèces effectuant une migration entre milieu marin et eau douce) est avérée dans le bassin de la Sèvre Nantaise : le flet et la lamproie marine étaient observés en 1920 ainsi que les aloses à la fin du XIX^e siècle (Plichard et al 2022). En revanche, les cours d’eau du bassin ne semblent jamais avoir été très favorables au saumon atlantique en raison de la « présence de frayères insignifiantes et probablement peu productives dans les cours supérieurs » (Bachelier 1963). De plus, la Fédération de pêche de la Loire-Atlantique a ajouté que la Truite de mer et le Flet sont présentes en aval de la Sèvre Nantaise.

2.1.10 Stabilité temporelle des peuplements

Certaines stations du bassin sont échantillonnées régulièrement (au moins une année sur deux). Ce suivi permet d’examiner globalement la stabilité des peuplements de poissons depuis 2008. Sur les quatre stations de la Sèvre Nantaise, les valeurs de l’IPR sont plutôt stables, notamment au cours de la dernière décennie (Figure 26). Une valeur s’écarte nettement sur la station amont, la Sèvre Nantaise à St Jouin de Milly en 2017, dans le sens d’une dégradation (IPR= 50,7). L’examen des métriques de l’indice indique qu’une altération de la densité totale d’individus peut expliquer cet écart ponctuel.

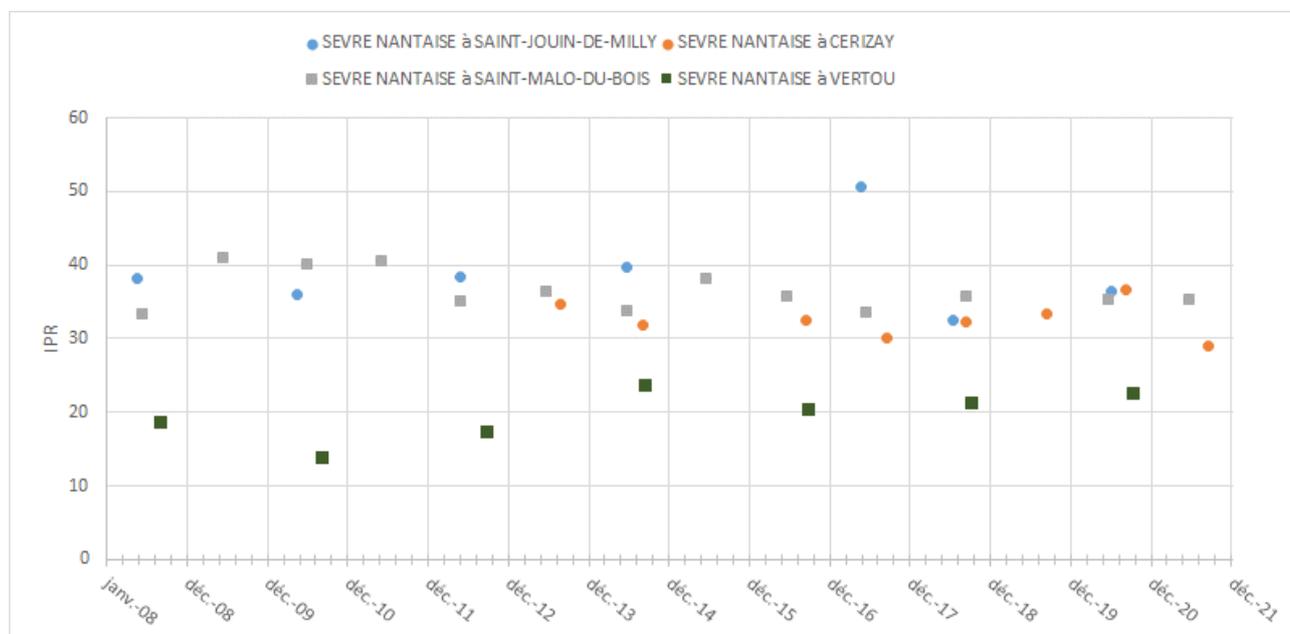


Figure 26: Evolution des valeurs de l’IPR entre 2008 et 2021 sur quatre stations de la Sèvre Nantaise.

Un suivi analogue est disponible sur cinq affluents de la Sèvre Nantaise (Figure 27). Même si l'évolution des valeurs de l'IPR semble plus variable sur les affluents d'une année sur l'autre, les valeurs demeurent globalement stables notamment au cours de la dernière décennie. L'évolution des valeurs de l'IPR sur le Sevreau à St Mesmin semble indiquer pour cette station une amélioration récente de la qualité des peuplements de poissons

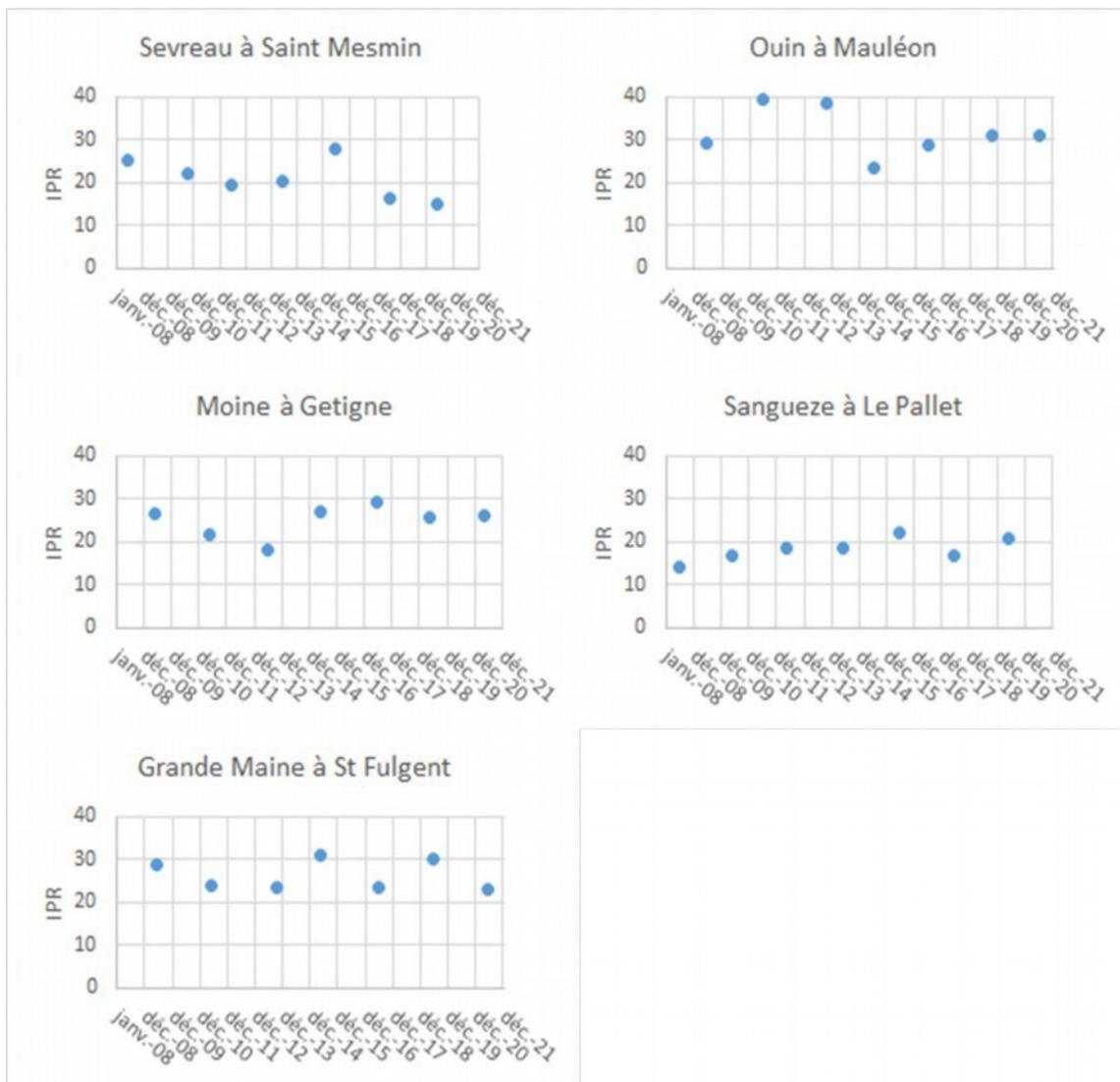


Figure 27: Evolution des valeurs de l'IPR entre 2008 et 2021 sur cinq affluents de la Sèvre Nantaise.

Globalement, il n'y a donc pas de tendance d'évolution générale qui se dégage sur l'ensemble de ces stations, à l'exception du Sevreau à St Mesmin. L'examen de la variation des métriques de l'IPR n'a pas non plus indiqué une évolution temporelle notable dans ces stations. Ce constat étant limité à quelques stations dans l'ensemble du bassin versant de la Sèvre Nantaise, il ne signifie pas pour autant qu'il n'y a aucune évolution en certains points du bassin.

2.1.11 Synthèse de l'analyse du contexte environnementale

Le Tableau 18 propose une synthèse des principaux éléments d'analyse du contexte environnemental à l'échelle de chaque unité de gestion :

Tableau 18: Synthèse des principaux éléments d'analyse du contexte environnemental à l'échelle de chaque unité de gestion. Nota : les seuils de classes considérés dans le tableau précédent sont précisés dans le Tableau 19.

Unité de gestion (UG)	CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE						QUALITÉ DE L'EAU				MORPHOLOGIE		BIO-INDICATEURS			
	Surf.de l'UG (km²)	Densité de plans d'eau (ha/km²)	Densité de haies efficaces dans la SAU (ml/ha)	Densité de zones humides dans la SAU (%)	Part de l'artif.	Part de prairies	Pression Phosphore	Pression Nitrates	Pression Carbone organique	Pression Cumul pesticides	Altération lit mineur (REH)	Artif. lit mineur (TBV)	État IPR	État I2M2	État IBD	État IBMR
Sèvre amont	363	1,54	133,12	18,65	Faible	Forte	Faible	Faible	Faible	Moy.	Moy.	Forte	Médioc.	Moy.	Moy.	Médioc.
Sèvre moyenne 1	352	1,16	115,85	10,9	Moy.	Forte	Faible	Faible	Faible	Moy.	Moy.	Forte	Médioc.	Bon	Moy.	Moy.
Sèvre moyenne 2	179	0,78	113,93	4,13	Moy.	Forte	Moy.	Faible	Forte	Forte	Forte	NC	Médioc.	Médioc.	Moy.	Moy.
Sèvre aval	135	0,56	49,09	18,66	Forte	Faible	Moy.	Faible	Forte	Forte	Forte	NC	Médioc.	Mauv.	Moy.	Médioc.
Quin	100	0,96	119,43	6,34	Faible	Forte	Moy.	Faible	Moy.	Moy.	Moy.	Forte	Mauv.	Moy.	Moy.	Moy.
Moine 1	104	1,22	123,51	6,3	Faible	Forte	Faible	Faible	Forte	Moy.	Forte	NC	Médioc.	Médioc.	Moy.	NC
Moine 2	278	1,81	101,04	7,36	Forte	Forte	Faible	Faible	Forte	Moy.	Moy.	NC	Médioc.	Moy.	Moy.	Moy.
Sanguèze	162	1	70,21	5,75	Moy.	Moy.	Forte	Faible	Moy.	Forte	Forte	NC	Moy.	NC	Moy.	Moy.
Grande Maine	132	0,87	110,47	7,2	Forte	Moy.	Forte	Faible	Moy.	Forte	Moy.	Forte	Mauv.	Médioc.	Moy.	Moy.
Petite Maine	192	0,88	71,86	5,83	Moy.	Moy.	Forte	Moy.	Forte	Forte	Moy.	NC	Mauv.	Mauv.	Moy.	Moy.
Maine	354	1,22	70,39	7,72	Moy.	Faible	Forte	Moy.	Forte	Forte	Moy.	NC	Médioc.	Moy.	Moy.	Médioc.
BV Sèvre Nantaise	2 352	1,22	100,74	9,93	Moy.	Moy.	Moy.	Faible	Forte	Forte	Moy.	Forte	Médioc.	Moy.	Moy.	Médioc.

Tableau 19: Définition des classes utilisées pour la synthèse du contexte environnemental.

Indicateur	Densité de plans d'eau (ha/km²)	Densité de haies efficaces dans la SAU (ml/ha)	Densité de zones humides dans la SAU (%)	Part de l'artif.	Part de prairies	Pression Phosphore	Pression Nitrates	Pression Carbone organique	Pression Cumul pesticides	Altération lit mineur (REH)	Artif. lit mineur (TBV)	État IPR	État I2M2	État IBD	État IBMR
Valeurs considérées	Densité de plans d'eau (ha/km²)	Densité de haies efficaces dans la SAU (ml/ha)	Densité de zones humides dans la SAU (%)	Part de l'artif. dans l'UG (%)	Part de prairies dans l'UG (%)	Phosphore total Taux de dépasmnt de l'objectif <=0.2 mg/L	Nitrates Taux de dépasmnt de l'objectif <=25 mg(NO3)/L	Carbone organique Taux de dépasmnt de l'objectif <=7 mg(C)/L	Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) Taux de dépasmnt de l'objectif <=0.5 µg/L	Altération lit mineur – REH (% de linéaire prospecté)	Artificialisation lit mineur – TBV (% de linéaire prospecté)	Note moyenne IPR sur autres stations que référence	Note moyenne I2M2 sur autres stations que référence	Note moyenne IBD sur autres stations que référence	Note moyenne IBMR sur station de référence
Type de classes	Échelle de couleurs			Catégori	Catégori	Catégories			Catégories	Catégories	Catégories				
Type de seuil	Statistique			Arbitraire		Arbitraire			Arbitraire		Normalisé				
Classe	Minimum			Faible		Faible			Faible		Très bon				
Seuil de classe				10%	30%	30%			40%		5	0,665	16,416	12,0428	
Classe	Médiane			Moyenne		Moyenne			Moyenne		Bon				
Seuil de classe				15%	40%	50%			20%		16	0,443	13,792	10,0793	
Classe	Maximum			Forte		Forte			Forte		Moyen				
Seuil de classe											25	0,295	10,02	8,3776	
Classe											Médiocre				
Seuil de classe										36	0,148	5,92	6,6759		
Classe											Mauvais				

À retenir :

Les unités de gestion présentant le contexte le moins favorable en matière de contexte environnemental sont celles de la Petite Maine, la Grande Maine, la Maine, la Sanguèze et la Sèvre aval. Les unités de gestion qui affichent un état moins perturbé, bien qu'insuffisant pour atteindre le bon état écologique, correspondent à la Sèvre amont, la Sèvre moyenne 1 et dans une moindre mesure l'Ouin et la Moine 1 et 2.

2.2 Analyse des débits biologiques

Pour définir des débits écologiques, deux types d'approches existent, l'approche hydrologique et l'approche hydraulique (Lamouroux et al 2018). L'approche hydrologique consiste à quantifier les altérations du régime hydrologique sous forme de métriques qui pourront être mises en relation avec leurs effets écologiques de manière empirique. L'approche hydraulique consiste à prendre en compte les effets des modifications de débit sur les conditions hydrauliques qui constituent les habitats des organismes aquatiques. Un modèle de conditions hydrauliques locales est couplé avec des modèles de préférences d'habitat par espèce ou groupe fonctionnel d'espèces pour estimer les effets des variations de débit sur la surface d'habitat favorable. C'est cette dernière approche qui a été retenue dans le cadre de cette étude. Plus précisément, la méthode retenue est EstimHab¹, un modèle d'habitat statistique simplifié.

2.2.1 Sélection des espèces à enjeux

Il s'agit de sélectionner les espèces qui vont faire l'objet d'un focus pour l'analyse des conditions d'une gestion durable et équilibrée de la ressource en eau dans le bassin de la Sèvre Nantaise. Plusieurs critères sont pris en compte :

- Le degré de menace qui pèse sur une espèce à l'échelle régionale (Liste rouge des espèces de poissons) et aux échelles supérieures (espèce patrimoniale)
- La sensibilité des espèces à la modification de l'hydrologie (conditions sévères répétées de basses eaux par exemple)
- Le statut des espèces par rapport à la réglementation européenne sur les habitats (Directive Habitats Faune Flore)

Ainsi, la liste des espèces à enjeux pour le bassin de la Sèvre Nantaise est un compromis de l'ensemble de ces critères avec également la présence potentielle des espèces dans les cours d'eau du bassin. L'analyse s'est basée sur les données disponibles au sein de l'API Hub'Eau et les indices poissons rivières (IPR) diligentés par l'EPTB de la Sèvre Nantaise. Là encore, cette liste d'espèce à enjeux a été soumise à l'OFB et aux différentes fédérations de pêche du bassin pour éviter d'éventuelles omissions. La liste des espèces obtenue par l'analyse de la base de données comporte finalement une dizaine d'espèces (Tableau 20). L'anguille, le brochet, la truite et la lamproie de Planer, recensés dans les pêches, sont retenus du fait de leur statut d'espèce menacée à divers degrés. Le barbeau, le spirin et le hotu, qui ne sont pas actuellement présents dans le bassin (ou très peu dans le cas du barbeau), ainsi que la vandoise, sont sélectionnés en tant que représentant d'un groupe fonctionnel (groupe des cyprinidés rhéophiles) particulièrement sensible à l'altération du régime hydrologique en période de basses eaux.

¹ <https://ecoflows.inrae.fr/estimhab/>

Il est important de tenir compte d'espèces qui ne sont pas actuellement recensées dans le bassin alors que leur présence est attendue en l'absence d'altération, si l'on veut se placer dans des circonstances favorables à leur restauration. Enfin, le chabot et la bouvière sont inscrits à l'annexe II de la directive Habitats Faune Flore qui permet la protection d'habitats sensibles. Les retours de l'OFB et des Fédérations de pêche ont permis de compléter cette liste d'espèces. En effet, le barbeau a récemment été détecté dans la Sèvre Nantaise au niveau de Mallièvre. De plus, la Fédération de pêche de la Loire-Atlantique a permis d'identifier que la Truite de mer, le Flet et l'Ide mélanote sont présentes en aval de la Sèvre Nantaise. Cependant, la rareté de ces espèces et leur présence dans une partie très aval du bassin ne justifie pas leur intégration à la liste des espèces à enjeux pour l'étude.

Code espèce	Nom vernaculaire	Statut liste rouge régionale	Directive habitat faune flore	Préférences Habitat	Présence sur le bassin SN
ANG	Anguille d'Europe	CR		Lm	X
BRO	Brochet	VU		Lm	X
TRF	Truite commune	VU		R	X
BAF	Barbeau fluviatile	NT		R	
LPP	Lamproie de Planer	NT	X	R	X
SPI	Spirlin	NT		R	
BOU	Bouvière	LC	X	Lm	X
CHA	Chabot fluviatile	LC	X	R	X
VAN	Vandoise	LC		R	X
HOT	Hotu	NA		R	

CR	Situation critique au niveau régional	Lm=limnophile
VU	Vulnérable régionalement	R=rhéophile
NT	Quasi-menacée au niveau régional	
LC	Préoccupation mineure	
NA	Non applicable	

Tableau 20: Liste des espèces à enjeux pour les cours d'eau du bassin de la Sèvre Nantaise (d'après liste rouge des espèces de poissons dans les Pays de la Loire, 2013)

Ces espèces ont des distributions différentes dans l'ensemble du bassin versant. Il faudra en tenir compte lors de la modélisation pour déterminer les débits écologiques.

L'anguille est assez largement distribuée sur l'ensemble du réseau hydrographique (Figure 28). Comme indiqué précédemment, cette occurrence cache des disparités en termes d'abondance relative : sur le bassin de la Sanguèze, dans les stations dans lesquelles l'espèce est présente, elle est plus abondante que dans le reste du bassin.

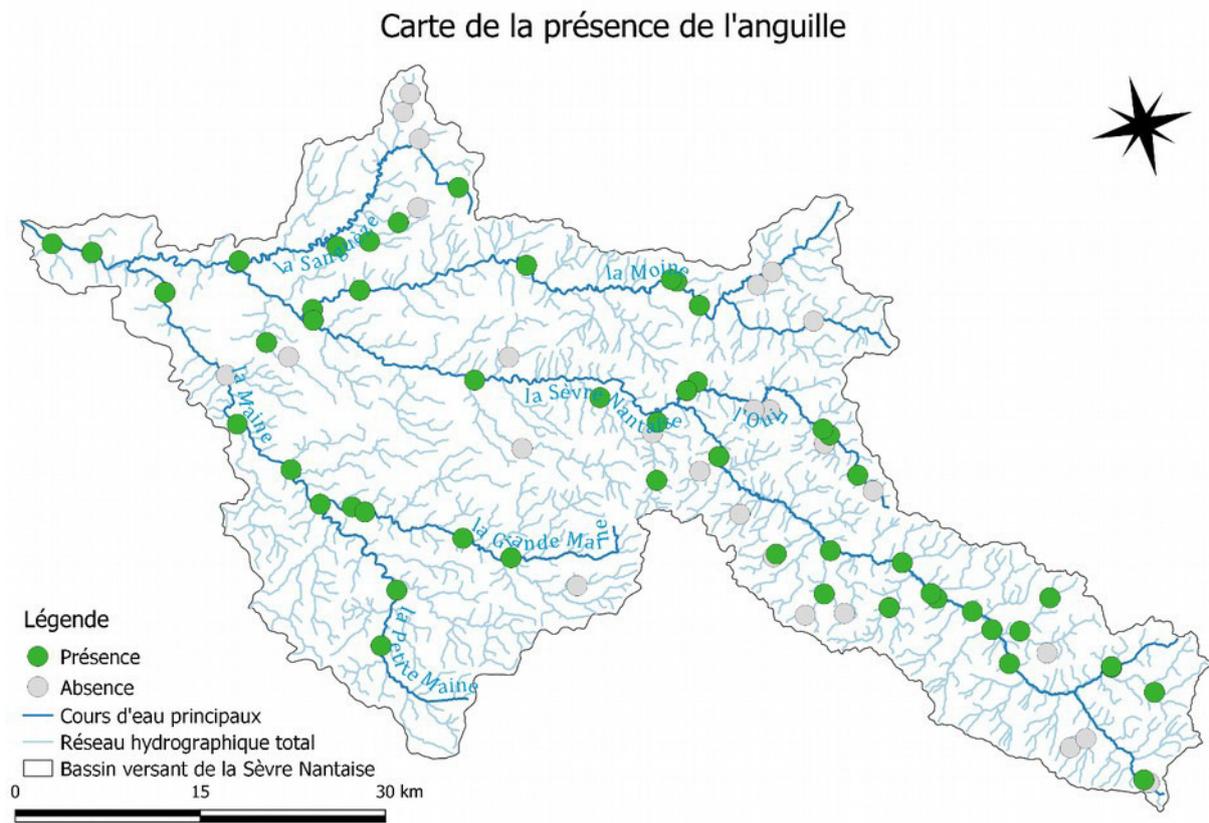


Figure 28: Carte de distribution de la présence de l'anguille.

Le brochet a une distribution plus limitée (Figure 29). Compte tenu de son écologie, il devrait être recensé sur les axes aval du réseau dans lesquels la plaine alluviale est plus développée et peut servir de zones de frayères lors des inondations en fin d'hiver. Le bassin de la Maine et de la Sèvre amont semblent plus favorables à sa présence contrairement aux autres cours d'eau (Sanguèze, Moine et Sèvre Nantaise moyenne). Pour cette espèce, il faudra examiner les conditions de débit en période de hautes eaux.

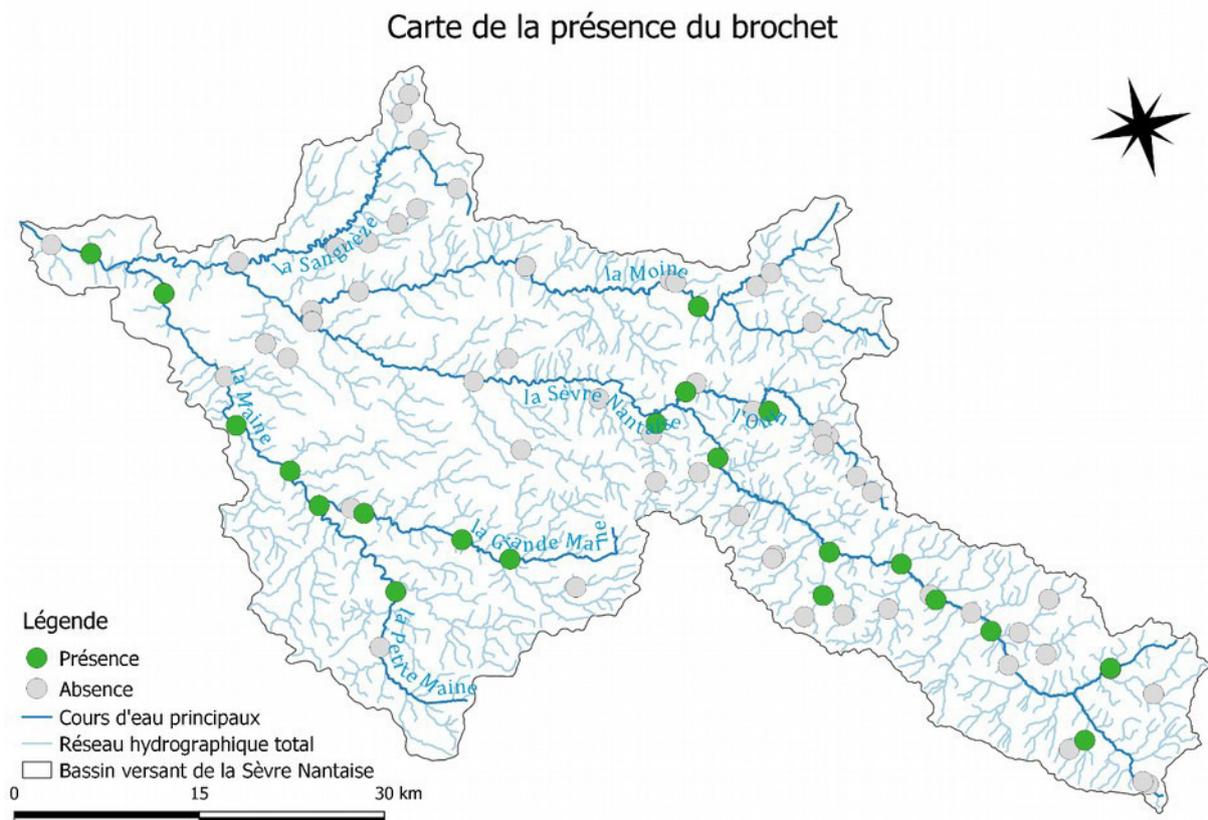


Figure 29: Carte de distribution de la présence du brochet.

La vandoise a elle aussi une distribution limitée dans le bassin versant de la Sèvre Nantaise (Figure 30). Elle est quasiment absente de la Maine, de la Sèvre Nantaise moyenne et de la Moine. Sa distribution peut être représentative de la distribution potentielle des cyprinidés rhéophiles sensibles. Il faudra examiner avec attention les conditions de son maintien dans les cours d'eau occupés, et potentiellement les conditions de la reconquête des autres bassins.

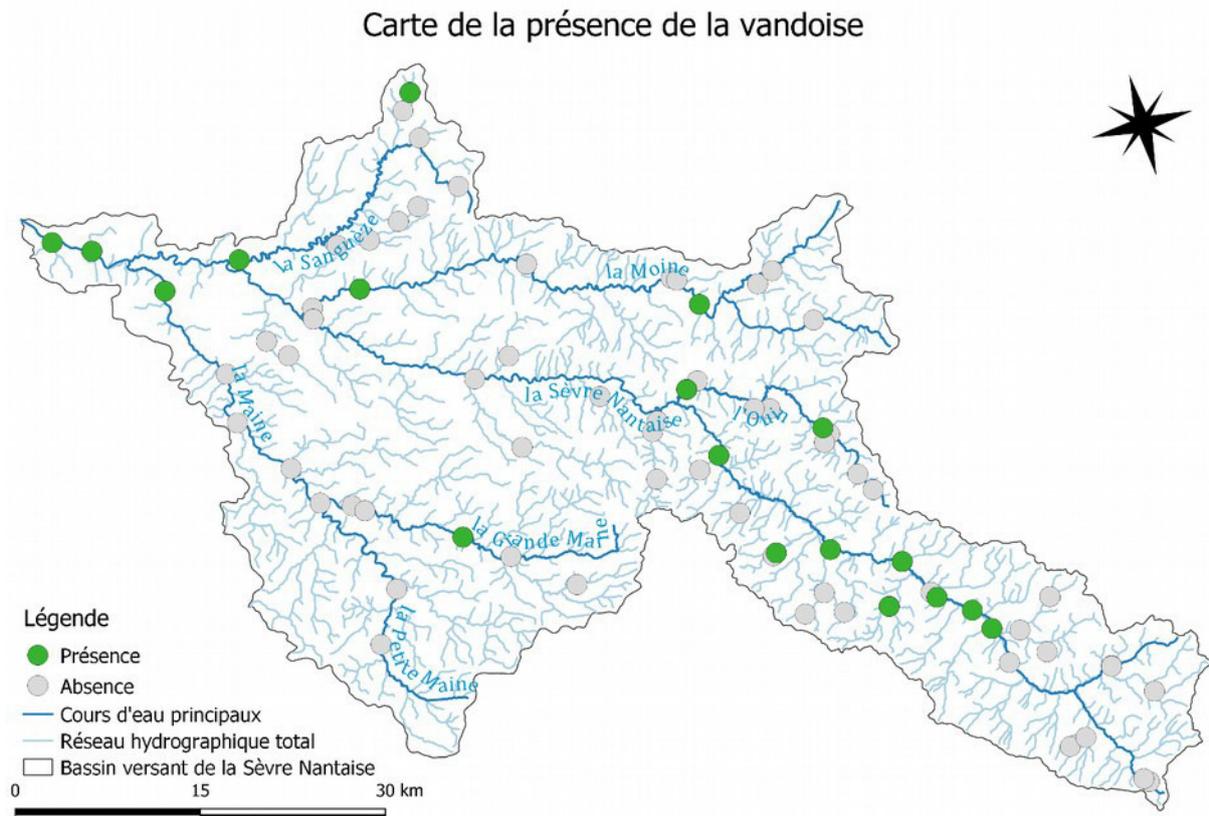


Figure 30: Carte de distribution de la présence de la vandoise.

Enfin, la distribution du chabot sur le bassin de la Sèvre Nantaise est lacunaire (Figure 31), limitée à la Sèvre amont et l’Ouin. En tant qu’espèce d’accompagnement de la truite fario, sa distribution est naturellement limitée aux petits cours d’eau de têtes de bassins versants mais elle peut s’étendre vers des tronçons aval. Il est possible que sa distribution soit sous-estimée car la majorité des échantillonnages est réalisée sur les cours d’eau de plus grande taille. Cependant, le chabot n’est pas systématiquement recensé dans les échantillons des petits cours d’eau, ce qui indique l’absence de conditions favorables à son maintien et/ou à sa circulation dans le réseau hydrographique. Au travers de cette espèce, il est possible d’évaluer plus globalement les conditions des têtes de bassins versants. Cependant, cette évaluation est plus délicate en l’absence de stations de mesure de débit sur ces petits cours d’eau.

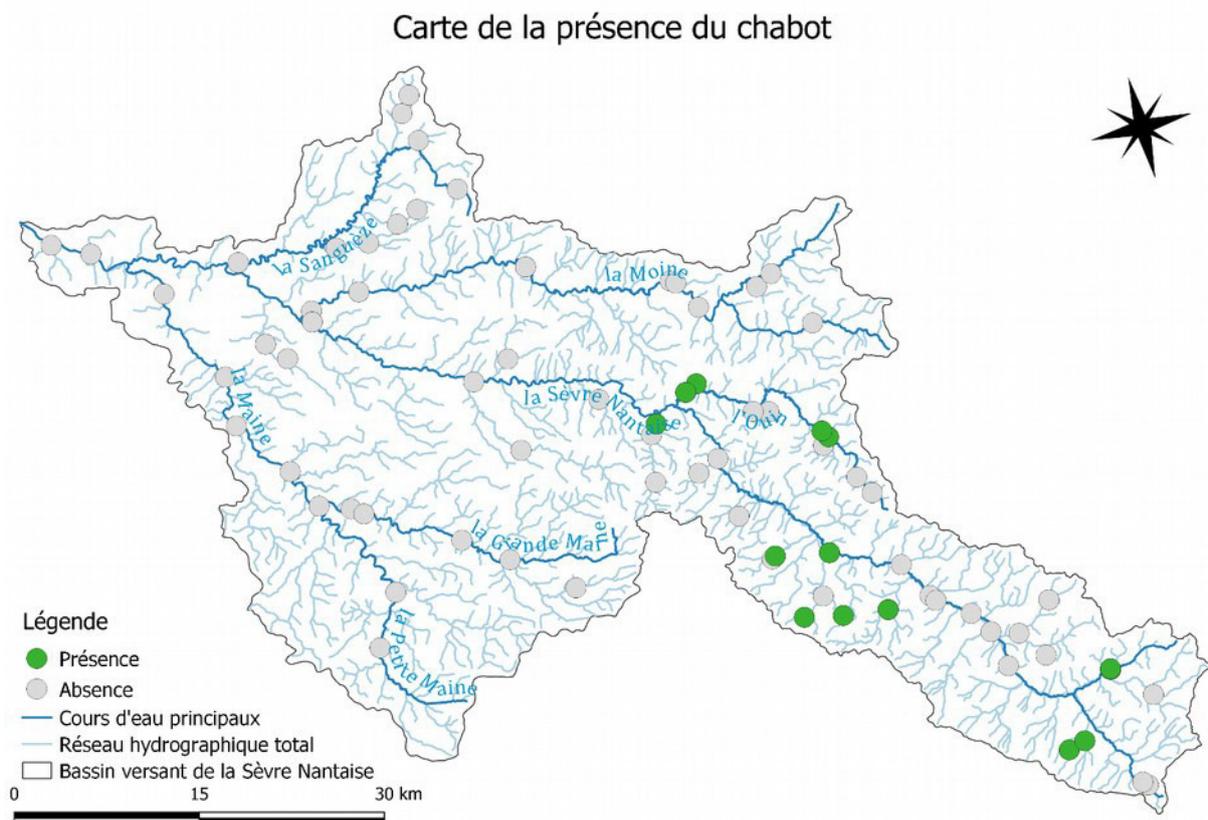


Figure 31: Carte de distribution de la présence du chabot.

Parallèlement, il ne faut cependant pas négliger les espèces bien établies dans les cours d’eau du bassin qui ne font pas l’objet d’attention particulière et dont le maintien pourrait être compromis en cas de surexploitation de la ressource en eau. En matière de gestion, il faut en priorité éviter que les conditions écologiques actuelles ne se dégradent.

Il est à noter que pour appliquer les méthodes d'habitat (Estimhab), les courbes de préférences d'habitat doivent être disponibles, ce qui n'est pas le cas pour certaines des espèces sélectionnées. Elles ne seront pas analysées séparément mais par l'intermédiaire de guildes dont elles font partie.

Pour rappel, le Tableau 21 et la Figure 32 présentent les valeurs de débits « biologiques » disponibles sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise, antérieurement à la présente étude :

Tableau 21 : Description des stations d'évaluation des débits « biologiques » à l'étiage

Code station	Année de réalisation	Méthode	Nom station	Débit biologique - valeur basse (m ³ /s)	Débit biologique - valeur haute (m ³ /s)
SNA1	2012	ESTIMHAB	Sèvre Nantaise à Montravers	0,1	0,14
SNA2	2012	ESTIMHAB	Sèvre Nantaise à Tiffauges	0,25	0,3
SNA3	2012	(ESTIMHAB)	Sèvre Nantaise à Angreviers	0,4	0,5
PMAI	2012	ESTIMHAB	Petite Maine à Fromage	0,07	0,1
GMAI	2012	ESTIMHAB	Grande Maine au Pont Léger	0,07	0,1
MAIN	2012	ESTIMHAB	Maine à Aigrefeuille	0,12	0,15
MOI1	2012	ESTIMHAB	Moine à Cholet	0,1	0,13
MOI2	2012	ESTIMHAB	Moine à Saint-Crespin	0,15	0,2
SANG	2012	ESTIMHAB	Sanguèze à Le Pallet	0,05	0,08
OUIIN	2012	-	Ouin à Pont d'Ouin	-	0,012
OSEE	2019	EVHA	L'Osée à Remouillé	0,07	-

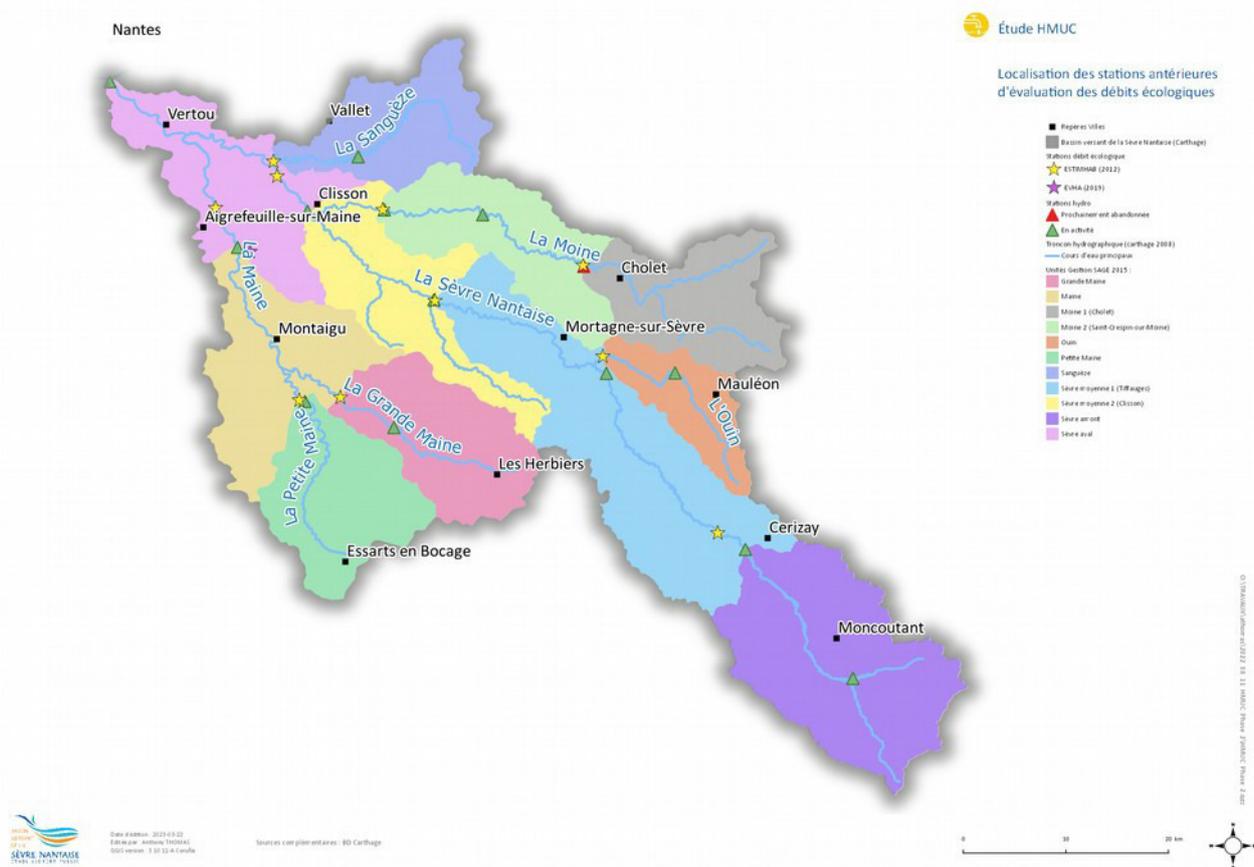


Figure 32 : Localisation des stations d'évaluation des débits « biologiques » disponibles.

2.2.2 Réflexions sur l'approche des débits écologiques par la méthode des modèles d'habitat

Les modèles d'habitat reposent sur une description des conditions hydrauliques à une échelle locale, l'échelle d'un tronçon, et sont plus particulièrement adaptés pour évaluer les effets de modification locale de débit, comme à l'aplomb d'un ouvrage. Passer à l'échelle d'un bassin versant nécessite de faire des extrapolations spatiales qui vont être associées à de fortes incertitudes.

Une autre limite des modèles d'habitat est de déterminer une valeur seuil de débit (en général un débit bas minimal en dessous duquel les surfaces d'habitat déclinent rapidement et deviennent insuffisantes) alors que le fonctionnement écologique est soutenu par un régime variable de débit (amplitude, saisonnalité, durée, fréquence). Par ailleurs, le domaine de validité des modèles d'habitat correspond à des débits bas à intermédiaires. Ils ne sont donc pas adaptés pour prévoir les effets de l'altération des débits hors période de basses eaux. Or, les poissons pour boucler leur cycle de vie nécessitent plusieurs types d'habitats au gré des saisons qu'ils atteignent via des migrations.

Le maintien naturel d'une espèce comme le brochet repose sur l'occurrence d'inondations. Pour une espèce donnée, les préférences d'habitats peuvent varier selon le stade (alevin, juvénile, adulte). La nature dynamique d'utilisation des habitats par les poissons ne se limite donc pas à une valeur de débit bas minimal.

De même, les besoins vitaux des poissons ne se résument pas à l'habitat hydraulique. Ils ont besoin de ressources alimentaires et d'une bonne qualité d'eau (oxygène dissous, température). Ils doivent pouvoir se déplacer dans le réseau hydrographique pour trouver les habitats requis pour accomplir leur cycle de vie. Le débit et sa traduction hydraulique ne sont pas les seuls éléments qui vont réguler le fonctionnement écologique des cours d'eau. En conséquence, il est nécessaire de prendre en compte les autres éléments de contexte par le biais d'une expertise globale, surtout quand des pressions de nature diverse sont à l'œuvre.

Malgré ces limites, les modèles d'habitats peuvent permettre d'évaluer la sensibilité biologique d'un cours d'eau aux variations de débit (Floury et al., 2013), et par conséquent contribuer utilement à la définition de volumes prélevables dans le cadre de la gestion des ressources en eau. Une combinaison des différentes approches associée à de l'expertise doit permettre d'arbitrer entre différents scénarios de gestion dans l'objectif de définir des débits écologiques (Lamouroux et al 2018).

2.2.3 Débits biologiques complémentaires

Des débits biologiques complémentaires aux données de l'étude volumes prélevables de 2012 sont en cours de définition. Ces compléments sont en partie justifiés par le redécoupage des unités de gestion considérées dans la présente étude ainsi que par le souhait de mieux prendre en compte le patrimoine naturel remarquable.

La Figure 33 présente la localisation des sites retenus pour ces évaluations.

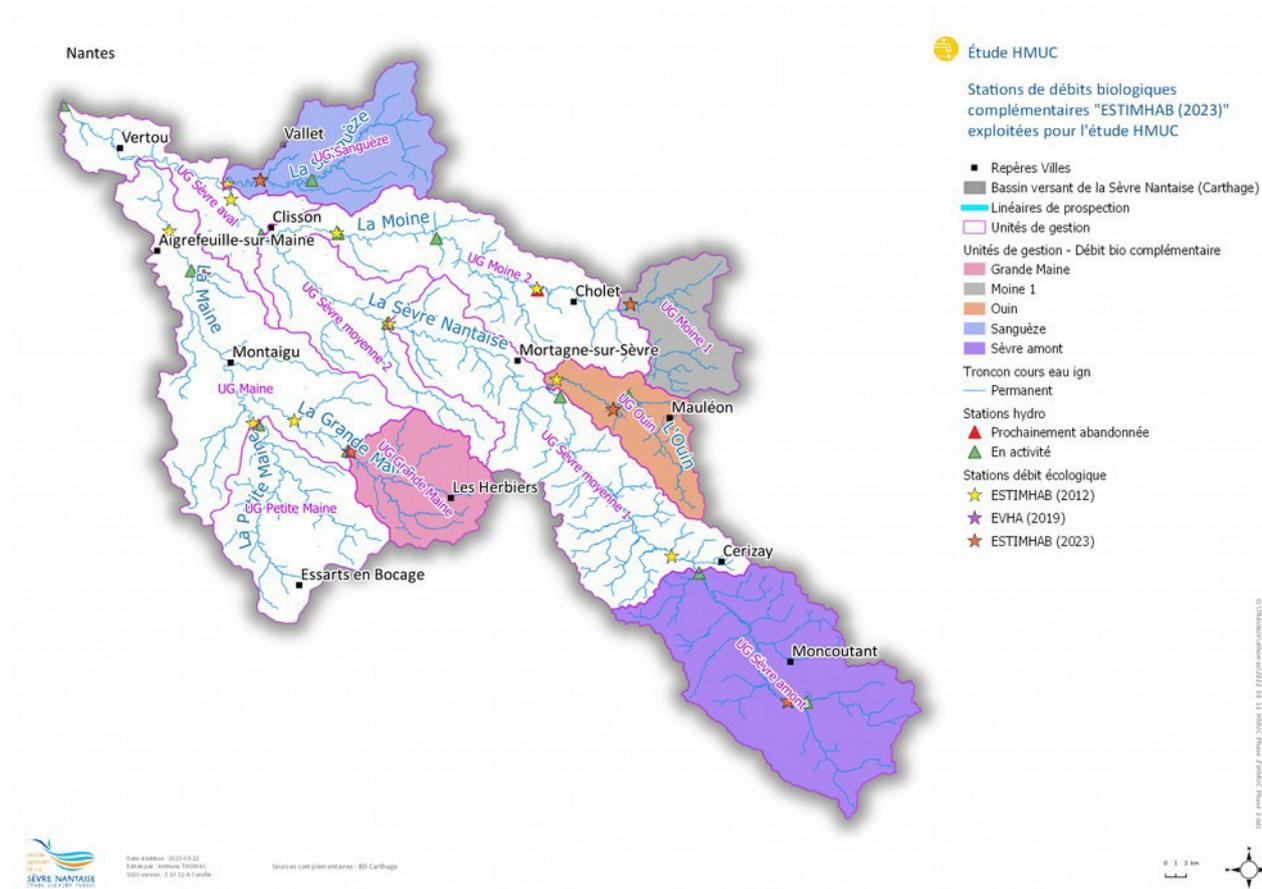


Figure 33: Localisation des sites retenus pour l'évaluation de débits biologiques complémentaires

Les éléments retenus pour définir ces sites sont présentés dans le rapport *Évaluation de débits biologiques complémentaires - DOCUMENT 1 : Mission SELECT - Définition des sites de mesures*, HydroConcept, 2022, en annexe.

La méthode ESTIMHAB permettra de définir les valeurs de débits (ou plage de débits) biologiques sur ces 5 sites. Ce travail donnera lieu à un rapport spécifique.

À retenir :

Une dizaine d'espèces est retenue pour faire l'objet d'un focus pour l'analyse des conditions d'une gestion durable et équilibrée de la ressource en eau dans le bassin de la Sèvre Nantaise. Les valeurs de débits biologiques seront ré-évaluées sur les stations étudiées en 2012 à l'issue d'une démarche plus globale d'interprétation des calculs d'Estimhab.

3 Volet « Climat »

Dans ce chapitre, nous présentons tout d'abord les divers éléments permettant de réaliser une étude d'impact du changement climatique. Puis, nous introduisons une analyse bibliographique d'études d'impact du changement climatique ayant été réalisées dans le passé et comprenant la zone de la Sèvre Nantaise.

3.1 La chaîne de modélisation de l'impact du changement climatique

La communauté scientifique, associant notamment géographes, sociologues et économistes, a établi des trajectoires socio-économiques futures. Ces trajectoires sont contrastées et reposent sur une volonté ou non de réduire l'impact des activités humaines sur notre environnement. Ces trajectoires ont ensuite été traduites en **scénarios de concentrations en gaz à effet de serre** (IPCC, 2021). Ces concentrations viennent contraindre des **modèles à circulation générale**, appelés GCMs (ce sont des modèles climatiques fonctionnant à l'échelle du globe) afin de proposer des projections climatiques, c'est-à-dire des séries temporelles d'évolution de variables climatiques telles que la précipitation ou la température de l'air dans le futur. Des concentrations de gaz à effet de serre plus élevées mèneront ainsi par exemple à des températures plus élevées. Ces projections étant initialement disponibles à des échelles grossières (sur des mailles de l'ordre de 100 km) et comportant généralement des biais importants, des **modèles climatiques régionaux** (RCMs) et des **méthodes de débiaisage** (i.e. de correction) ou **de descente en échelle** (i.e. d'affinement spatial des données) sont classiquement utilisées. Ces méthodes permettent de proposer des projections climatiques à des échelles suffisamment fines (mailles de l'ordre de quelques kilomètres) et précises. Ainsi seulement, nous disposons de données climatiques pouvant alimenter les **modèles hydrologiques**, c'est-à-dire des modèles qui simulent la disponibilité de la ressource en eau. Concrètement, ces modèles transforment des séries temporelles de températures et de précipitation en séries temporelles de débits. Enfin, des **modèles d'usages** permettant de déterminer la satisfaction de la demande en eau en croisant demande et ressource sont appliqués (IPCC, 2014). Cette **chaîne classique de modélisation de l'impact du changement climatique** sera utilisée dans cette étude (Figure 34).

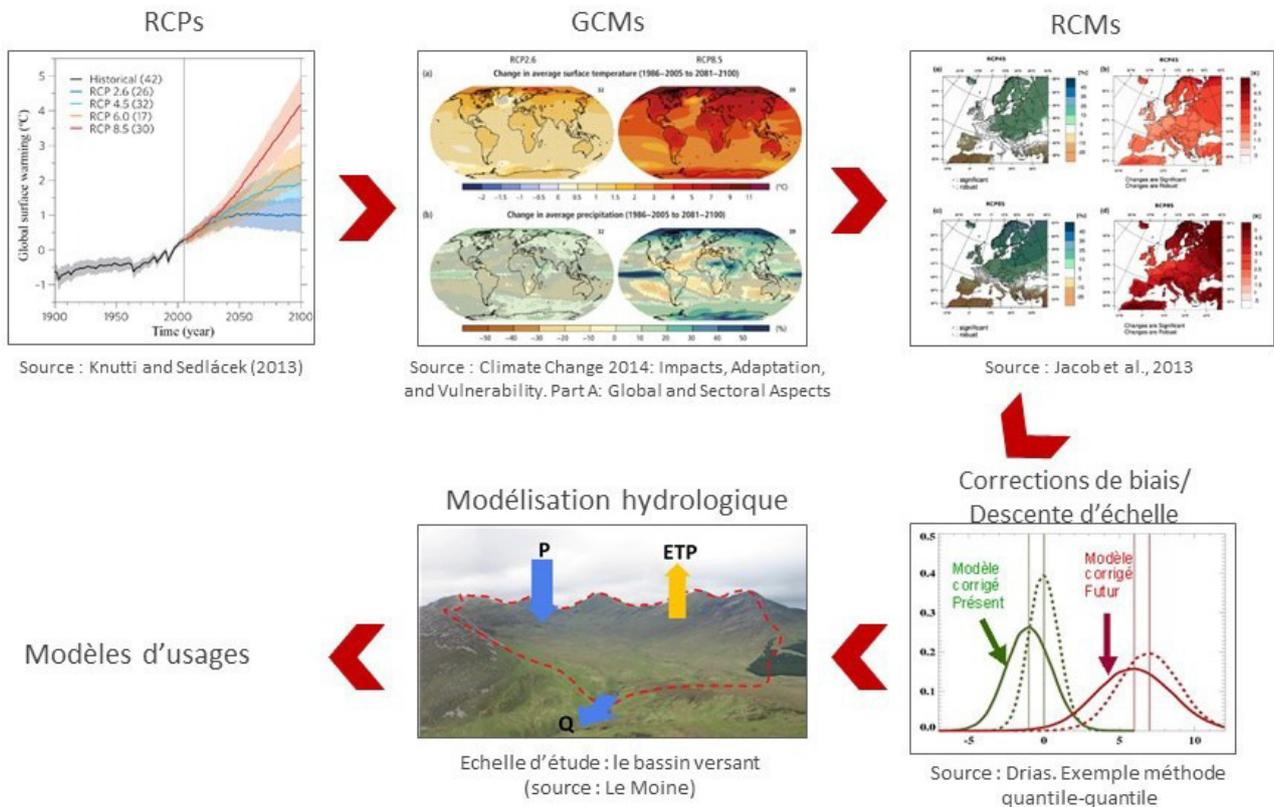


Figure 34 : Chaîne de modélisation de l'impact du changement climatique sur les débits avec prise en compte des usages. Tiré de Lemaitre-Basset (2020).

Il est important de noter que différentes familles de scénarios socio-économiques futurs existent. Notamment, l'exercice de modélisation climatique CMIP3, datant de plus d'une dizaine d'années, repose sur les scénarios SRES et sera retrouvé dans plusieurs études passées anciennes. L'exercice CMIP5, plus récent, repose sur les scénarios RCP, et posera les bases de cette étude HMUC et de l'étude Explore2, par exemple. Enfin, l'exercice CMIP6 est très récent et repose sur des scénarios appelés SSP ; les données étant très récentes, il n'existe pas encore de données régionalisées (i.e. ayant forcé des RCM et ayant été débiaisées) utilisable pour notre étude. Les différents éléments utilisés pour chaque maillon de cette chaîne de modélisation seront détaillés par la suite : les données climatiques dans le chapitre 3.3, les modèles hydrologiques dans le chapitre 5.2. Les modèles d'usages seront détaillés en phase 3 du projet.

3.2 Analyse bibliographique des études d'impact du changement climatique sur la zone d'étude

Diverses études d'impact du changement climatique sur l'hydrologie naturelle ont été réalisées sur des zones comprenant la Sèvre Nantaise, à des échelles plus ou moins larges. Nous analyserons dans cette analyse bibliographique en premier lieu les tendances passées, puis nous nous intéresserons à des études concernant le futur réalisées sur des zones plus larges, avant de restreindre autant que possible le périmètre des études. Il est important de noter que, dans le cadre du projet national Explore2, une telle analyse a été réalisée à l'échelle nationale, en déclinant les résultats sur les territoires des différentes Agences de l'Eau (Sauquet et al., 2022). Nous reprendrons ici largement les éléments de ce rapport, en complétant par des études additionnelles qui n'avaient pas été prises en compte et en se focalisant lorsque possible sur le bassin de la Sèvre Nantaise. Il convient de noter que l'ensemble de ces études ont été réalisées en conditions naturelles, c'est-à-dire que les usages éventuels de l'eau sur les bassins d'intérêt ont été négligés.

3.2.1 Tendances passées

Les concentrations en gaz à effet de serre ont déjà augmenté fortement depuis l'époque pré-industrielle. Ainsi, le changement climatique est déjà d'actualité et se manifeste par des modifications climatiques observables sur les données passées. Nous reprenons ici des éléments du rapport de Phase 1 (Santos et al., 2022) et les complétons.

A l'échelle de la France, le réchauffement atmosphérique ne fait aucun doute (Figure 36). D'après ClimatHD, « L'évolution des températures moyennes annuelles en France métropolitaine montre un réchauffement depuis 1900. Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980. Sur la période 1959 – 2009, la tendance observée est d'environ +0,3 °C par décennie. » Ce constat se décline à l'échelle locale, notamment pour la Sèvre Nantaise, avec sur la Figure 35 l'évolution de la température pour la station météorologique de Nantes. Cette station, même si elle est réduite à une période plus courte que les données montrées pour la France entière, suivent la même dynamique, avec une augmentation notable de la température. Sur la France comme sur Nantes, l'anomalie est désormais proche de 1,5 °C par rapport à 1961-1990. Ces évolutions se traduisent logiquement en une augmentation de l'évapotranspiration (voir Santos et al., 2022).

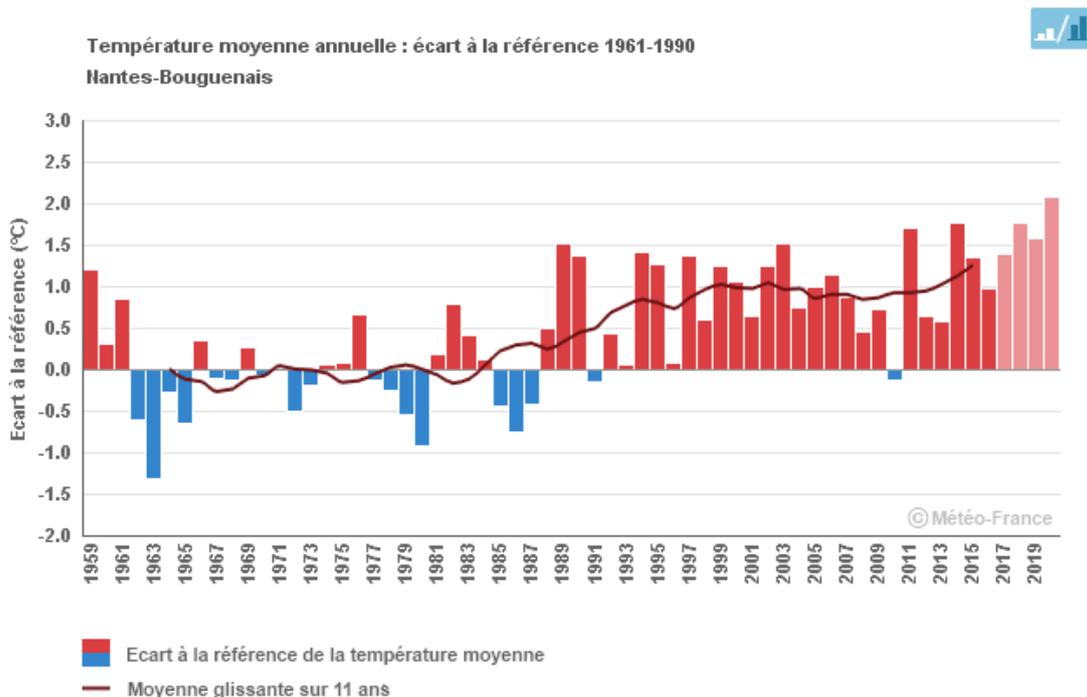


Figure 35 : Evolution de l'écart à la référence 1961-1990 de la température moyenne annuelle observée sur la station de Nantes-Bouguenais (source : <https://meteofrance.com/climathd>).

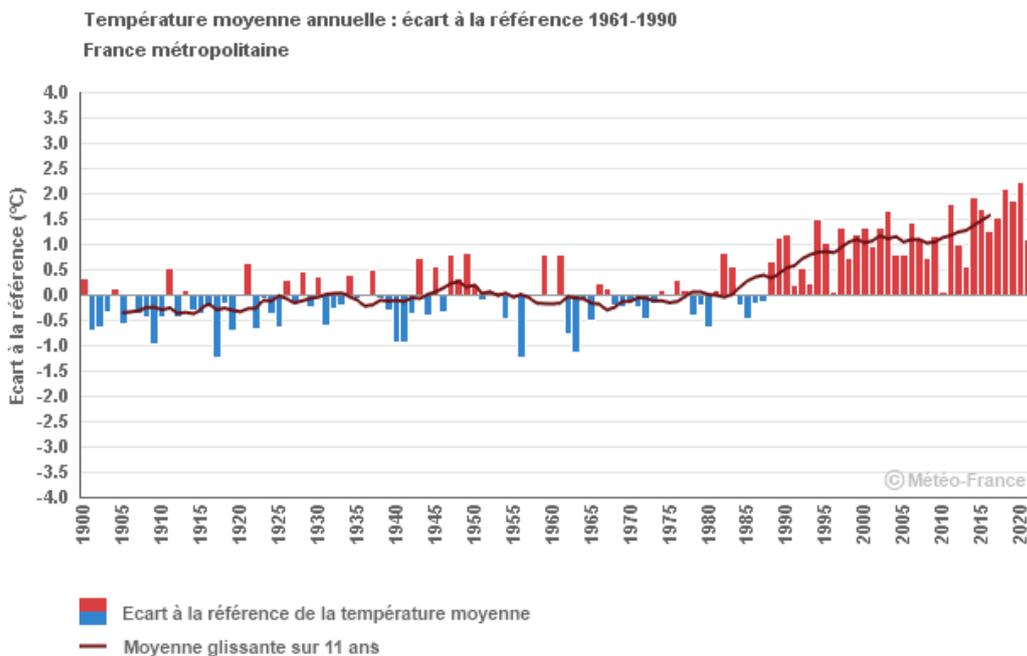


Figure 36 : Écart à la référence 1961-1990 de la température moyenne annuelle observée à l'échelle de la France métropolitaine (source : <https://meteofrance.com/climathd>).

Les conséquences de l'évolution des concentrations en gaz à effet de serre sur les précipitations sont moins nettes en France. Ainsi, Météo-France indique qu'à « l'échelle de la France, les précipitations annuelles ne présentent pas d'évolution marquée depuis 1961. Elles sont toutefois caractérisées par une nette disparité avec une augmentation sur une grande moitié Nord (surtout le quart Nord-Est) et une baisse au sud » (Figure 37). Sur la Sèvre Nantaise, il n'y a pas d'évolution notable, excepté pour la partie Nord-Ouest où une légère augmentation a pu être observée. Concernant la période hivernale (Figure 38), « les précipitations hivernales présentent une légère augmentation sur la moitié nord du Pays et une baisse plus ou moins marquée dans la moitié sud ». Cependant, là aussi l'évolution est négligeable sur la Sèvre Nantaise. Enfin, « à l'échelle de la France, les précipitations estivales présentent une augmentation sur une grande moitié nord du Pays et une baisse dans le sud, accentuée sur le pourtour méditerranéen. » Mais là aussi, les évolutions sont négligeables sur la Sèvre Nantaise (Figure 39).

Evolution observée du cumul annuel sur la période 1961-2012

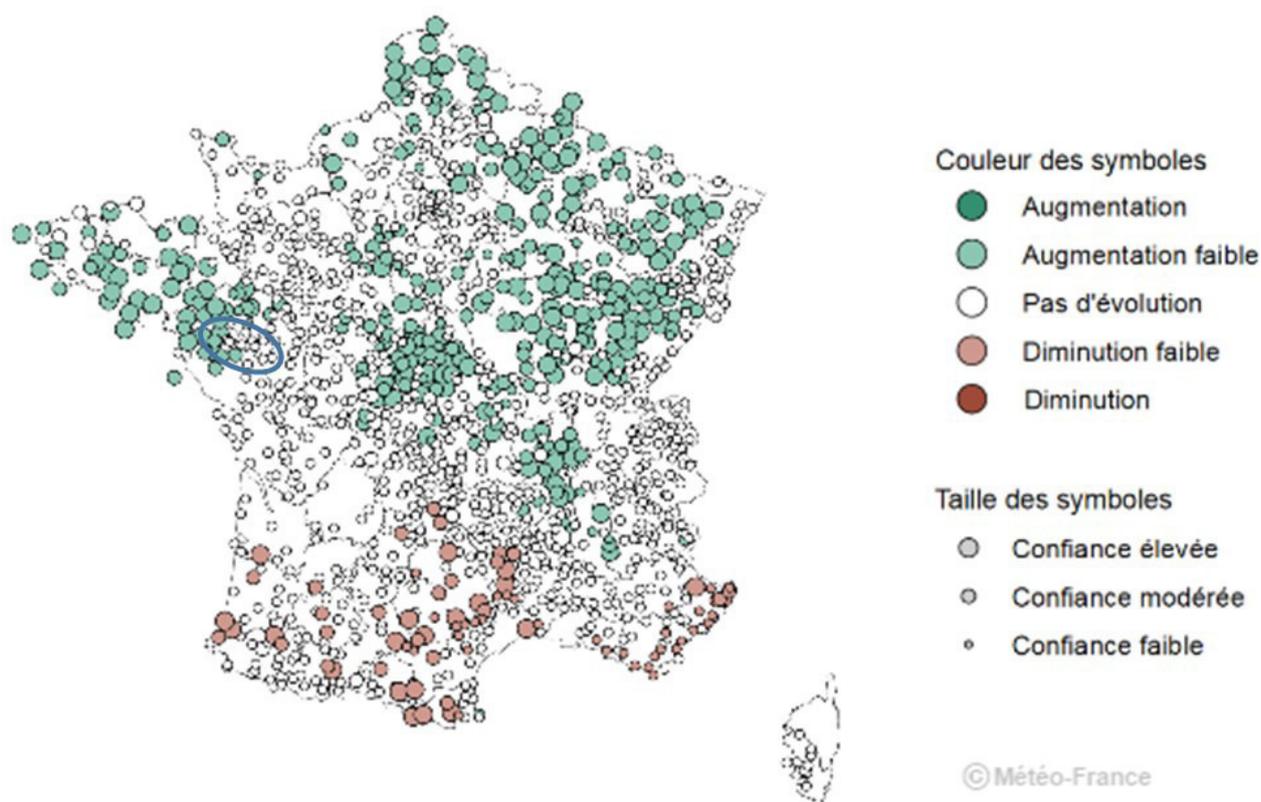


Figure 37 : Evolution observée du cumul annuel de précipitation sur la période 1961-2012 (source : <https://meteofrance.com/climathd>).

Evolution observée du cumul hivernal sur la période 1961-2012

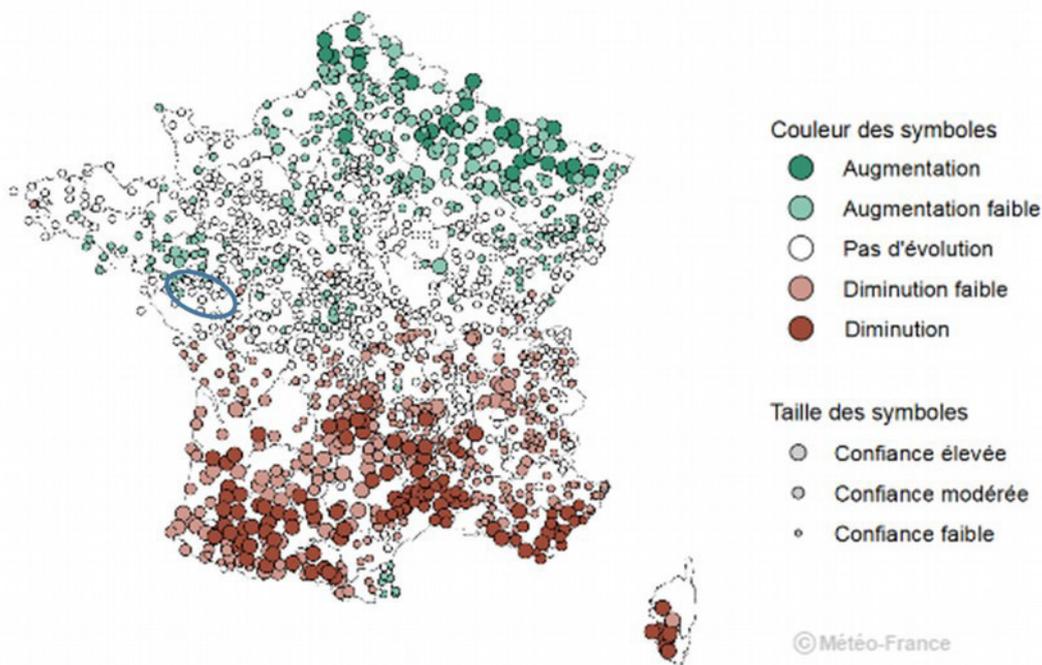


Figure 38 : Evolution observée du cumul hivernal de précipitation sur la période 1961-2012 (source : <https://meteofrance.com/climathd>).

Evolution observée du cumul estival sur la période 1961-2012

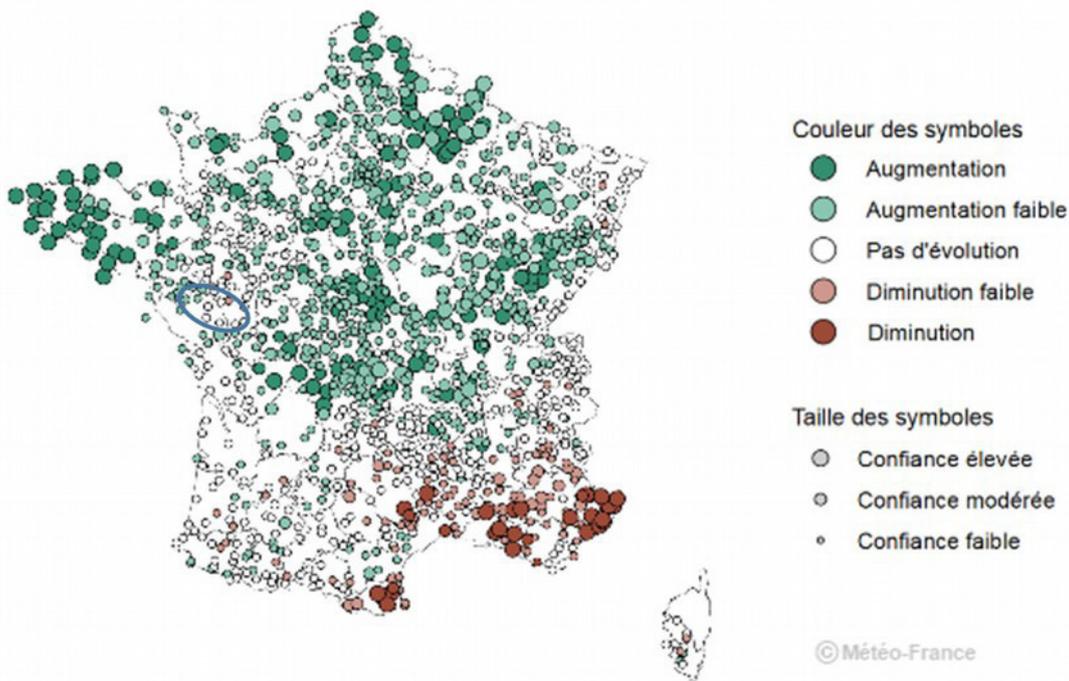


Figure 39 : Evolution observée du cumul estival de précipitation sur la période 1961-2012 (source : <https://meteofrance.com/climathd>).

Des travaux sur les tendances passées des débits observés existent à large échelle. Ainsi, Blöschl et al. (2019) ont montré une augmentation du débit maximal annuel (débit de crue) sur la Bretagne et la zone Nantaise sur la période 1960-2010. Giuntoli et al. (2012) ont montré des évolutions non significatives ou à la légère hausse sur les Sèvres. Enfin, Renard et al. (2010) ont montré des évolutions non significatives des débits d'étiage sur la Loire à l'aval de Nantes. Ces études ne suffisent cependant pas à détailler les évolutions passées sur la Sèvre Nantaise. Les évolutions de débits observés de la Sèvre Nantaise à Tiffauges, issues de Santos et al. (2022), sont rappelées ici. Les débits annuels (Figure 40) et le QMNA5 (Figure 41) montrent des successions de périodes de hautes valeurs et de basses valeurs. Cependant, on n'observe pas de tendance nette, même si depuis 1990 les périodes de bas débits sont accrues. Il faut toutefois noter que ces débits observés sont par définition des débits influencés par des prélèvements qui ont pu évoluer au cours du temps.

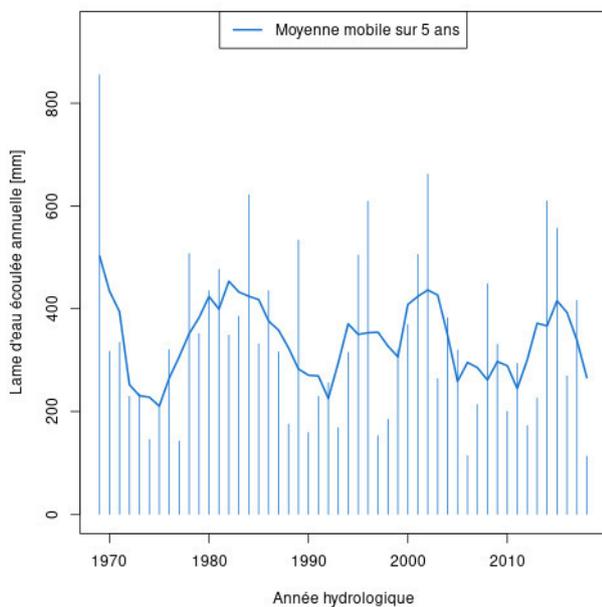


Figure 40 : Evolution des débits annuels (mm) de la Sèvre Nantaise à Tiffauges. La courbe représente la moyenne mobile sur 5 ans des débits annuels.

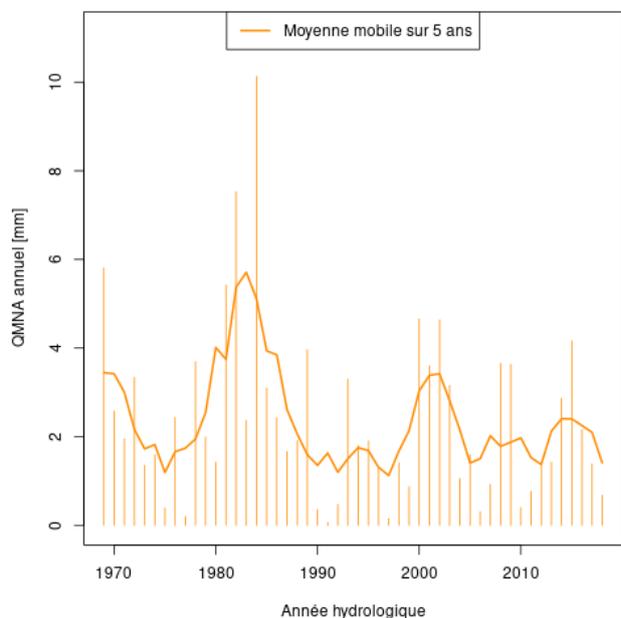


Figure 41 : Evolution du QMNA (débit mensuel minimal annuel, en mm) de la Sèvre Nantaise à la station de Tiffauges.

À retenir :

Le changement climatique est une réalité déjà observée en France. Notamment, les températures sont en nette augmentation sur la Sèvre Nantaise. Concernant les précipitations, la Sèvre Nantaise se trouve à l'interface d'une zone au nord dont les précipitations sont en légère augmentation et d'une zone au sud dont les précipitations sont en légère diminution. Ainsi, les évolutions sur la Sèvre Nantaise sont négligeables. Concernant les débits, il n'y a pas de tendance nette, même si depuis 1990 les périodes de bas débits sont accrues.

3.2.2 Études réalisées à l'échelle internationale

Le changement climatique et ses impacts étant globaux, de nombreuses études se sont intéressées aux échelles mondiales et Européennes. Bien évidemment, ces études ne considèrent pas la Sèvre Nantaise de manière spécifique, mais s'intéressent plutôt à de plus larges territoires tels que la Loire. Elles permettent tout de même de situer les changements climatiques et leurs impacts que pourrait subir la Sèvre Nantaise de manière plus large. Tout comme Explore2 et le présent projet HMUC, les travaux présentés reposent sur des projections climatiques analysées par les travaux du GIEC, et considèrent plusieurs trajectoires socio-économiques futures et plusieurs modèles climatiques, ainsi que divers modèles hydrologiques.

De nombreux résultats sont présentés à l'échelle européenne par Sauquet et al. (2022). Nous en résumons ici les principaux points intéressants. Tout d'abord, le changement climatique s'exprime en Europe selon un gradient Nord-Sud, avec **une augmentation des précipitations sur le Nord de l'Europe et une diminution sur la zone méditerranéenne**. Le territoire de la présente étude se situe entre ces deux zones, et subirait donc une évolution plus incertaine sur le signe de ses précipitations. Dans tous les cas, l'augmentation de la température de l'air est claire sur la France.

En conséquence de ces changements, selon Bisselink et al. (2020), le débit moyen serait plutôt en augmentation sur la Loire dans un futur souffrant d'un réchauffement de 1.5 à 2 °C, mais serait stable dans un futur avec un réchauffement de 3 °C. Toujours selon Bisselink et al. (2020), la fréquence des sécheresses serait incertaine dans un futur à +1.5 °C, et en augmentation dans un futur à +2 ou +3 °C. Enfin, l'évolution des crues serait incertaine ou en augmentation, selon les configurations choisies.

Ces résultats sont cependant à considérer avec circonspection, en raison du grain des données climatiques utilisées, assez grossières, mais aussi de celui des modèles hydrologiques appliqués, disposant en règle générale de peu ou pas de données locales de débits afin de se caler. Il convient donc de ne les considérer que comme des tendances générales dessinant un cadre plus large de changement climatique.

À retenir :

Des études à large échelle (e.g. européenne) ont englobé le bassin versant de la Sèvre Nantaise. Cependant, en raison du grain trop grossier de ces études et des signaux climatiques incertains, il est difficile de déterminer des éléments factuels sur l'évolution de l'hydrologie de la Sèvre Nantaise.

3.2.3 Études réalisées à l'échelle nationale

Les études nationales d'Explore 2070 (Chazot et al., 2012), de Dayon et al. (2018) et de Sauquet et al. (2021) sont considérées ici. Explore 2070 a utilisé des données climatiques désormais très anciennes, issues de l'exercice de modélisation climatique CMIP3. En revanche, Dayon et al. (2018), Sauquet et al. (2021) ainsi qu'Explore2 et l'étude HMUC ont considéré ou considéreront des données de l'exercice CMIP5 plus récent.

Explore 2070 est encore considérée à l'heure actuelle comme l'étude française de référence concernant l'impact du changement climatique sur les eaux de surface et souterraines. Cette étude s'est basée sur un scénario socio-économique futur intermédiaire (A1B) à l'horizon 2046-2065, sur sept couples de modèles climatiques globaux et régionaux et sur deux modèles hydrologiques, le modèle SIM de Météo-France et le modèle GR4J d'Irstea (désormais INRAE). SIM est un modèle à bases physiques et non calé dont une version plus récente sera utilisée dans Explore2. GR4J est un modèle conceptuel et calé ; une version plus récente et semi-distribuée de ce modèle sera utilisée dans Explore2, mais aussi dans la présente étude.

Les principales conclusions de ce projet à l'échelle nationale sont (Chazot et al., 2012 ; Sauquet et al., 2022) :

- Une augmentation généralisée des températures dans le futur
- Une évolution des précipitations incertaine
- Une intensification des contrastes saisonniers avec des étiages estivaux plus sévères, affirmée par quasiment tous les modèles,
- Une diminution significative quasi-généralisée de la ressource en eau,
- Une modification des régimes des rivières de montagne avec une réduction de l'épaisseur du manteau neigeux, une fonte plus précoce et une composante nivale à la baisse,
- L'absence de signal partagé pour les crues.

Lors du projet Explore 2070, certaines stations du territoire de la Sèvre Nantaise ont été modélisées, notamment la Sèvre Nantaise à Clisson et à Tiffauges (Figure 42), ou la Maine à Remouillé. La Figure 42 nous montre une évolution incertaine des précipitations dans le futur (2046-2065 comparé à 1961-1990) sur le territoire de la Sèvre Nantaise à Tiffauges, avec néanmoins un signal indiquant une diminution des précipitations estivales. En revanche, les températures futures montrent une augmentation de 1,5 à 3 °C en médiane tout au long de l'année. Ces évolutions climatiques se traduisent en des diminutions des débits futurs, modérées l'hiver (de -5 à -30 % en médiane selon le mois considéré) à fortes l'été (de -45 à -70 % en médiane selon le mois considéré). En termes d'extrêmes, les crues (au sens du QJXA10) évolueraient peu dans le futur, et les étiages (au sens du QMNA) seraient logiquement plus intenses.

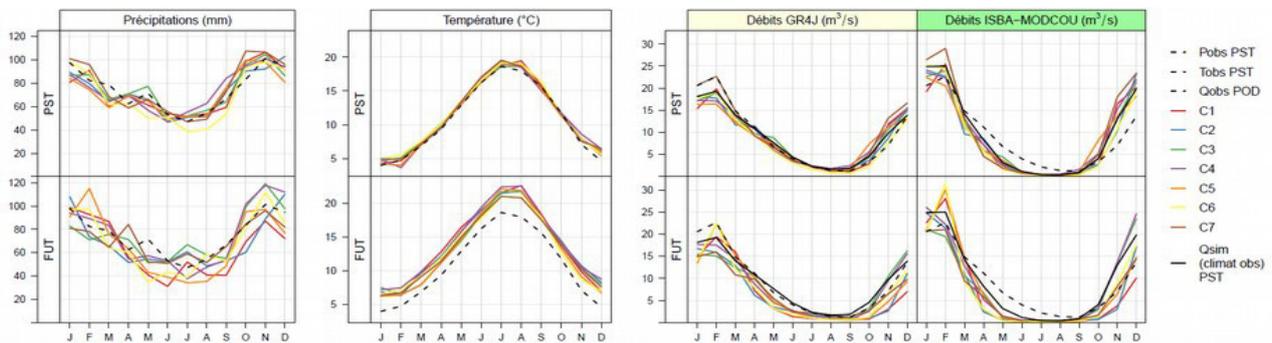


Figure 42: Projections climatiques (à gauche) et hydrologiques (à droite) obtenues pour la Sèvre Nantaise à Tiffauges lors du projet Explore 2070. Le climat observé est issu de SAFRAN entre 1961 et 1990. Les projections climatiques et hydrologiques sont analysées sur la période 1961-1990 (PST) ou 2046-2065 (FUT).

Les travaux de **Dayon et al. (2018)** ont utilisé des projections CMIP5 avec le RCP 8.5 ainsi que le modèle SIM. Ces travaux « suggèrent une augmentation des précipitations, sur le nord de la France, et à l'inverse une diminution sur la partie sud. En revanche, la température augmenterait sur l'ensemble du territoire. La réponse hydrologique est organisée selon un gradient nord-sud, conformément au changement de précipitations et de température. Ces impacts étant d'autant plus intenses que les émissions de gaz à effet de serre sont importantes. » (Sauquet et al., 2022). Sur la Loire, cela se traduirait par une diminution du débit moyen d'environ 15 %, avec une diminution marquée l'été et plus incertaine l'hiver. Ces évolutions semblent similaires à celles attendues pour la Sèvre Nantaise (Figure 43)

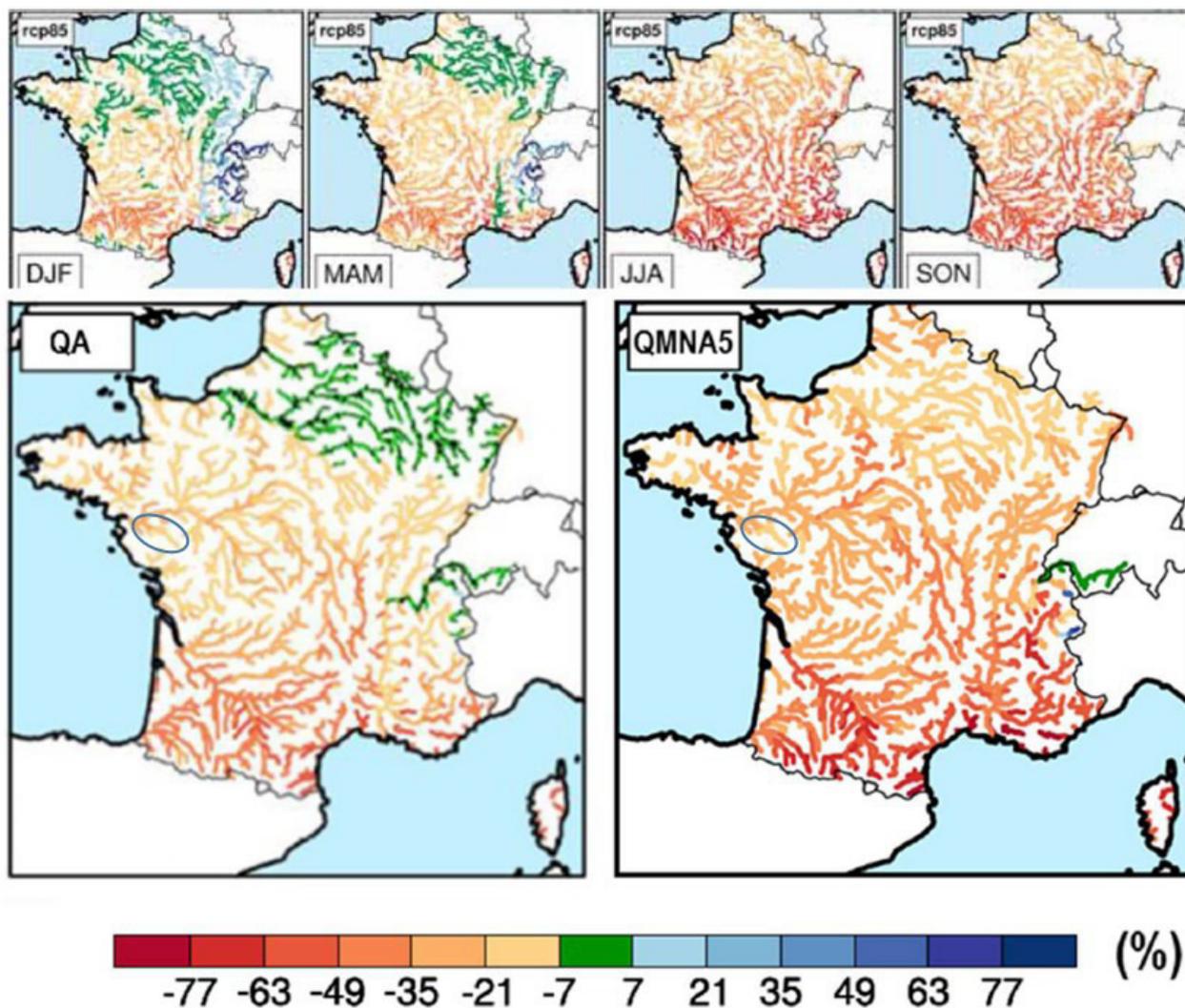


Figure 43 : Moyenne d'ensemble des changements relatifs des débits saisonniers, du module (QA) et du QMNA5 pour la période 2070-2100 par rapport à la période 1960-1990 pour le RCP 8.5. Figure tirée de Dayon et al. (2018) et obtenue avec le modèle SIM.

Cependant, dans ces deux cas, les résultats pour la Sèvre Nantaise sont à considérer avec du recul : le modèle utilisé, à chaque fois, est un modèle n'ayant pas fait l'objet d'une attention particulière pour le bassin de la Sèvre Nantaise ; il n'a pas été calé avec des débits observés sur la Sèvre Nantaise et les débits simulés sur le bassin n'ont pas été évalués.

Les travaux de **Sauquet et al. (2021)** viennent compléter ces efforts. Ces travaux se sont concentrés sur l'intermittence des cours d'eau et leur évolution en contexte de changement climatique. Cependant, là encore, la Sèvre Nantaise n'a pas fait l'objet d'un travail spécifique. En effet, ce travail a été réalisé à l'échelle d'hydro-éco-régions, sur lesquelles l'évolution de la probabilité d'assecs a été étudiée. Les RCP 2.6 et 8.5 ont été utilisés ainsi que le modèle GR6J (une évolution du modèle GR4J). La Sèvre Nantaise est comprise dans une zone large comprenant la Bretagne, le

sud de la Normandie et la Loire-Atlantique (Figure 44). On voit sur cette figure que les assecs sont déjà présents sur la période de référence sur la zone sur laquelle se situe la Sèvre Nantaise, mais aussi et surtout que ces assecs devraient être plus fréquents dans le futur, atteignant plus de 20 % sur les cours d'eau considérés.

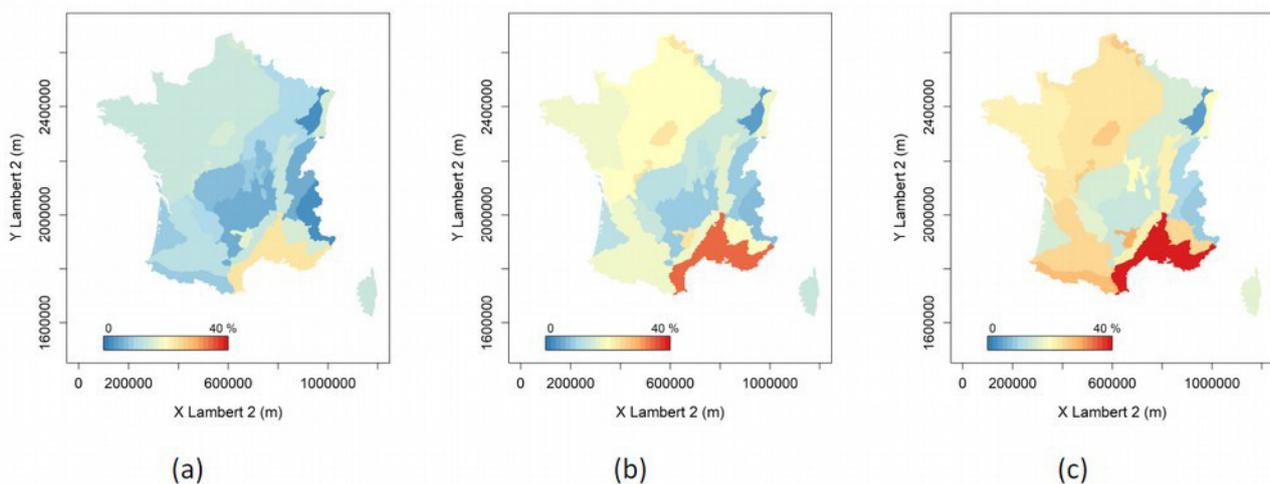


Figure 44 : Proportion d'assec moyenne sur la période juin-novembre pour les périodes 1960-2018 (a), 2021-2050 (b) et 2071-2100 (c) calculées pour chaque HER (applicable aux cours d'eau de tête avec un ordre de Strahler inférieur à cinq).

Enfin, les travaux d'**Explore2**, réalisés à l'échelle nationale, sont en cours. A la date de rédaction de ce rapport, même si les projections climatiques ont été produites, le rapport Explore2 sur les projections climatiques n'est pas encore disponible (il sera mis à disposition au lien suivant: <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>). On notera que ce rapport permettra non seulement d'analyser les projections climatiques sur la France entière, mais aussi d'apporter un éclairage sur la qualité de ces projections au regard de l'exercice de simulation climatique le plus récent, CMIP6. Seule une petite moitié des projections climatiques d'Explore2, issue d'un premier jeu appelé DRIAS 2020 (Soubeyroux et al., 2020), dispose d'une analyse approfondie, qui concorde avec celles présentées ci-dessus. Par ailleurs, les projections hydrologiques sont en cours de production et doivent être consolidées avant d'être considérées dans cette analyse.

À retenir :

Plusieurs études réalisées à l'étude nationale ont englobé le bassin versant de la Sèvre Nantaise. Malgré des configurations différentes (projections climatiques ou modèles hydrologiques utilisés), les signaux suivants se dégagent pour la Sèvre Nantaise :

- augmentation des températures,
- évolution incertaine des précipitations (signe de l'évolution annuelle incertain, augmentation l'hiver, diminution l'été)
- diminution modérée des débits annuels,
- diminution forte des débits d'étiage et renforcement des probabilités d'assecs,
- évolution incertaine des débits hivernaux.

3.2.4 Études réalisées à l'échelle locale

Les études menées localement ou régionalement sont peu nombreuses. Par exemple, l'étude ICC-HydroQUAL a été menée à l'échelle de la Loire à Montjean-sur-Loire, et ne comprend donc pas la Sèvre Nantaise. Il en va de même pour Moatar et al. (2010).

Un travail notable est le 1^{er} rapport du GIEC (Groupe interdisciplinaire sur les évolutions du climat) des Pays de la Loire (2022). Ce travail se base sur les scénarios socio-économiques RCP, notamment les travaux issus du rapport DRIAS 2020 (Soubeyroux et al., 2020), et est donc cohérent avec les travaux présentés précédemment. Le rapport indique que la température serait « contenue entre 1 °C et 1,15 °C par rapport à la période 1976-2005 dans un scénario optimiste (RCP2.6), (...) atteindra 2 °C à 2,5 °C en 2055 dans le pire des scénarios (RCP8.5). À plus long terme, les écarts entre les différents scénarios sont beaucoup plus marqués : tandis qu'une réduction globale massive des émissions de GES pourrait, d'ici à 2100, ramener la hausse des températures ligériennes autour de 1 °C par rapport à la période 1976-2005, une politique de laissez-faire pourrait au contraire porter la hausse des températures de la région à 3,5 °C, voire à 4 °C ». De manière concordante avec les autres études présentées précédemment, l'évolution des précipitations est incertaine. Là aussi, une augmentation hivernale accompagnée d'une diminution estivale est notée, avec une évolution annuelle incertaine. Ce rapport indique pour les Pays de la Loire une « **baisse sensible des ressources en eaux souterraines de la région, mais aussi une diminution des débits des rivières marquée en été et possible en hiver** ». Ces évolutions se traduiraient par des sécheresses plus fréquentes, plus intenses et plus longues, sécheresses qui se manifesteraient au niveau de l'humidité du sol, des débits et des hauteurs de nappe.

Le rapport du GIEC des Pays de la Loire concorde avec le rapport plus ancien du CESER (Conseil Economique Social Environnemental) des Pays de la Loire publié en 2016 (CESER, 2016) sur le même territoire, nous ne le détaillerons donc pas ici.

Par ailleurs, l'étude ACLIMATERRA n'a concerné que la partie amont de la Sèvre Nantaise, sans toutefois produire de résultats spécifiques pour ce bassin.

À retenir :

Les études locales sur le bassin de la Sèvre Nantaise sont peu nombreuses. La principale, le rapport du GIEC Pays-de-la-Loire, confirme les résultats des études nationales :

- augmentation des températures,
- évolution incertaine des précipitations (signe de l'évolution annuelle incertain, augmentation l'hiver, diminution l'été),
- baisse des ressources en eau souterraines,
- diminution forte des débits d'étiage et renforcement des sécheresses,
- évolution incertaine des débits hivernaux.

3.3 Données climatiques

La production de projections climatiques est un lourd processus qui est réalisé par exemple par des instituts tels que Météo-France ou l'IPSL. Cette étape ne sera donc pas mise en œuvre dans le cadre de ce projet, **des projections climatiques déjà existantes seront utilisées**. Le choix se portera sur des projections climatiques à disposition sur le portail Drias² du MTES (Soubeyroux et al., 2021). Ces projections comprennent, via l'exploration de trois scénarios futurs de trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre (RCPs), environ 30 projections. Ces projections forment la base des données climatiques qui sont utilisées dans l'initiative **Explore2**³, pilotée par INRAE, qui vise à rassembler les climatologues, hydrologues et hydrogéologues français afin de mettre à jour les travaux d'Explore 2070 (Chauveau et al., 2013) pour fournir des projections hydrologiques non influencées par les usages anthropiques. Les résultats d'Explore2 ont pour vocation à servir de base de travail à de nombreux travaux institutionnels et opérationnels liés à l'impact du changement climatique et à l'adaptation en France. Des projections climatiques sont déjà disponibles sur le portail Drias et seront complétées grâce à une seconde méthode de descente d'échelle d'ici la fin de l'année 2022 (Robin et al., 2022). Nous suivrons par conséquent les recommandations d'utilisation de ces projections qui seront formulées lors de ce projet référence. Cela assurera ainsi la **cohérence entre le projet HMUC et l'initiative nationale Explore2 du MTES**.

Ces projections sont issues de l'exercice CMIP5, exercice international ayant pour objectif d'établir la base des connaissances en modélisation climatique dans le monde, et de fournir des jeux de données référence. Les résultats de ces travaux sont résumés dans un rapport du GIEC (IPCC, 2014). Les résultats de CMIP6 (utilisés par le GIEC pour le rapport d'évaluation 2022) ne sont

² <http://www.drias-climat.fr/>

³ <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>

disponibles qu'à l'échelle globale (GCM) et pas à l'échelle régionale (RCM). Ils ne sont donc pas encore assez précis pour être utilisés de manière fiable pour cette étude. Il est important de noter que, pour réaliser des projections climatiques, les modèles climatiques sont forcés jusqu'en 2005 par des observations de concentrations en gaz à effet de serre. De 2005 à 2100, les modèles climatiques sont forcés par des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre selon trois trajectoires, les RCPs. Pourront être considérées dans cette étude HMUC : une trajectoire de forte réduction de nos émissions (RCP 2.6), une trajectoire de réduction limitée de nos émissions (RCP 4.5) et une trajectoire dite 'business as usual' dans laquelle aucun effort n'est consenti (RCP 8.5). Une quatrième trajectoire, la trajectoire du RCP 6.0, étant très proche de celle du RCP 4.5 et le projet Explore2 ne l'ayant pas traitée, nous ne la prendrons pas non plus en compte (Figure 45).

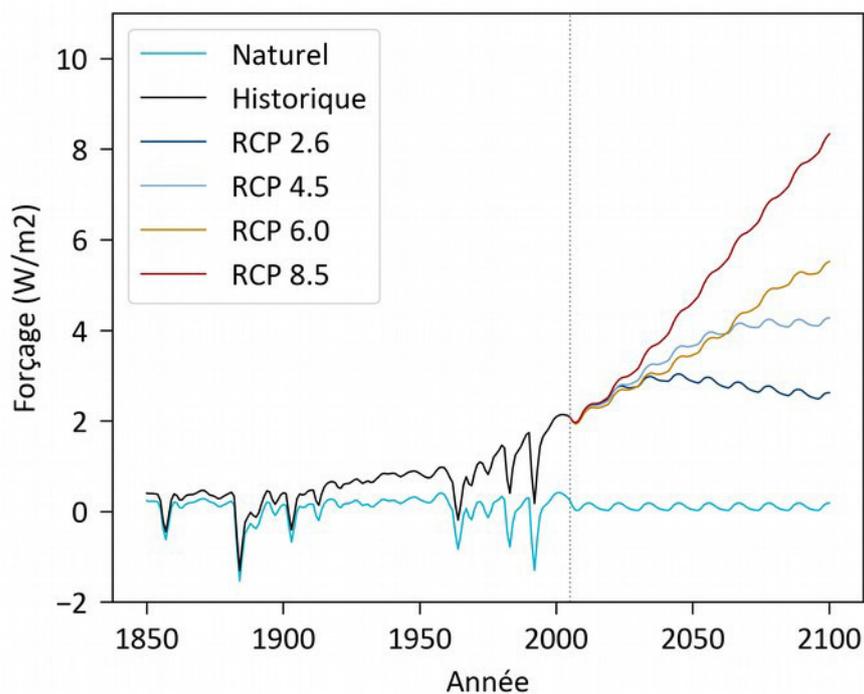


Figure 45 : Forçages des projections climatiques pour les différents scénarios. D'après Robin et al. (2022).

Les projections récupérées sur le portail Drias ont déjà été descendues en échelle grâce à la méthode ADAMONT (Verfaillie et al., 2017) et sont disponibles à une résolution spatiale identique à celle du produit SAFRAN (8 par 8 kms) de Météo-France. Cette résolution est la résolution maximale dont on peut disposer, et elle sera cohérente avec les données observées utilisées (réanalyse SAFRAN, voir section 2.2.2 du rapport de phase 1). Elle sera suffisante pour travailler sur l'hydrologie de la Sèvre Nantaise. Par ailleurs, les projections climatiques sont, tout comme SAFRAN là aussi, disponibles au pas de temps journalier.

À retenir :

Les données météorologiques exploitées pour les besoins de la modélisation hydrologique de la période passée correspondent aux données SAFRAN de Météo France.

Concernant les projections climatiques, en considération de la lourde chaîne de traitement nécessaire pour transformer les sorties des modèles globaux, issus du travail du GIEC, en des données exploitables à l'échelle locale, il sera fait appel aux données DRIAS du Ministère de la Transition Écologique en cohérence avec le projet Explore2.

3.4 Les incertitudes

Chaque étape de modélisation ainsi que les données observées sont sources d'incertitudes. Celles-ci seront prises en compte de manière transversale dans cette étape de l'étude HMUC par le biais suivant :

- Utilisation de plusieurs scénarios d'émission de gaz à effet de serre futurs,
- Utilisation de plusieurs GCMs (modèles climatiques à l'échelle du globe) et de plusieurs RCMs (modèles climatiques à l'échelle régionale),
- Calage du modèle hydrologique sur au moins deux périodes passées et étude de la transférabilité des paramètres obtenus.

Des méthodes d'analyses de l'incertitude relative de chaque maillon de la chaîne pourront être mises en œuvre.

3.5 Analyse bibliographique des impacts prévisibles du changement climatique sur les milieux et les usages

3.5.1 Préambule

De nombreux ouvrages traitent de la question des impacts prévisibles du changement climatique sur les milieux et les usages. Pour les besoins de la phase 2 de la présente étude, il a été retenu de s'appuyer sur des documents de synthèse récents à l'échelle régionale ou sectorielle. Pour cette synthèse, ont ainsi été considérés les documents suivants :

- Plan d'adaptation au changement climatique pour le bassin Loire-Bretagne, Agence de l'Eau Loire-Bretagne – Juin 2018,
- Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine pour agir dans les territoires - rapport synthétique, comité scientifique régional AcclimaTerra sous la direction de Hervé LE TREUT - Éditions région Nouvelle-Aquitaine, 2018,
- GIEC des Pays de la Loire - 1er rapport — Juin 2022,

- Varenne agricole eau Changement climatique – Résilience de l’agriculture – Volet territorial / Diagnostic territorial d’adaptation au changement climatique – Région Pays de la Loire, Chambre d’Agriculture Pays de la Loire, Décembre 2021.

Une analyse des Schémas de COhérence Territoriale (SCOT) et une synthèse des Schémas Directeurs d’Alimentation en Eau Potable (SD AEP) viendront compléter ces éléments dans le cadre de la phase 3 de l’étude afin d’alimenter la scénarisation des usages. Les pistes d’actions possibles seront détaillées dans le rapport de phase 4 au regard des résultats des modélisations.

3.5.2 Impacts prévisibles sur les usages

A l’échelle des Pays de la Loire, le GIEC éponyme note que, dans le contexte de changement climatique :

- Des tensions sur l’eau potable pourraient se faire jour pour plusieurs raisons : une eau brute ne devant pas, réglementairement parlant, dépasser le seuil de température de 25°C, une baisse des débits dans les eaux de surface, une demande agricole et touristique qui devrait augmenter, ainsi que le déplacement du front de salinité et de turbidité sur la Loire,
- Les sinistres en lien avec les catastrophes naturelles (sécheresse, inondation, tempêtes, incendies, etc.) devraient s’intensifier, induisant des risques accrus pour les personnes et les biens,
- De la poursuite de l’augmentation démographique avec possiblement 700 000 habitants supplémentaires d’ici à 2050, notamment en Loire-Atlantique dans un contexte d’artificialisation des sols à l’échelle régionale déjà supérieure à la moyenne française,
- D’une exposition accrue du système alimentaire de la Région Pays de Loire aux impacts du changement climatique, modifiant la disponibilité en eau, affectant la qualité de certaines productions, favorisant l’apparition de phénomènes ou d’espèces nuisibles, altérant les rendements agricoles et avec eux, les revenus tirés de la vente de la production,
- Face aux changements climatiques, les entreprises du secteur industriel se trouvent exposées à plusieurs types de risques au même moment : des risques physiques et directs, des risques déportés sur leur chaîne de valeur, des risques d’approvisionnement, des risques de productivité, des risques réputationnels liés aux évolutions normatives et sociétales, des risques financiers enfin, liés aux efforts d’atténuation et d’adaptation qu’elles doivent consentir.

Dans son rapport de 2018, le groupe d’experts d’AcclimaTerra synthétise dans la Figure 46 les risques en lien avec la production agricole :

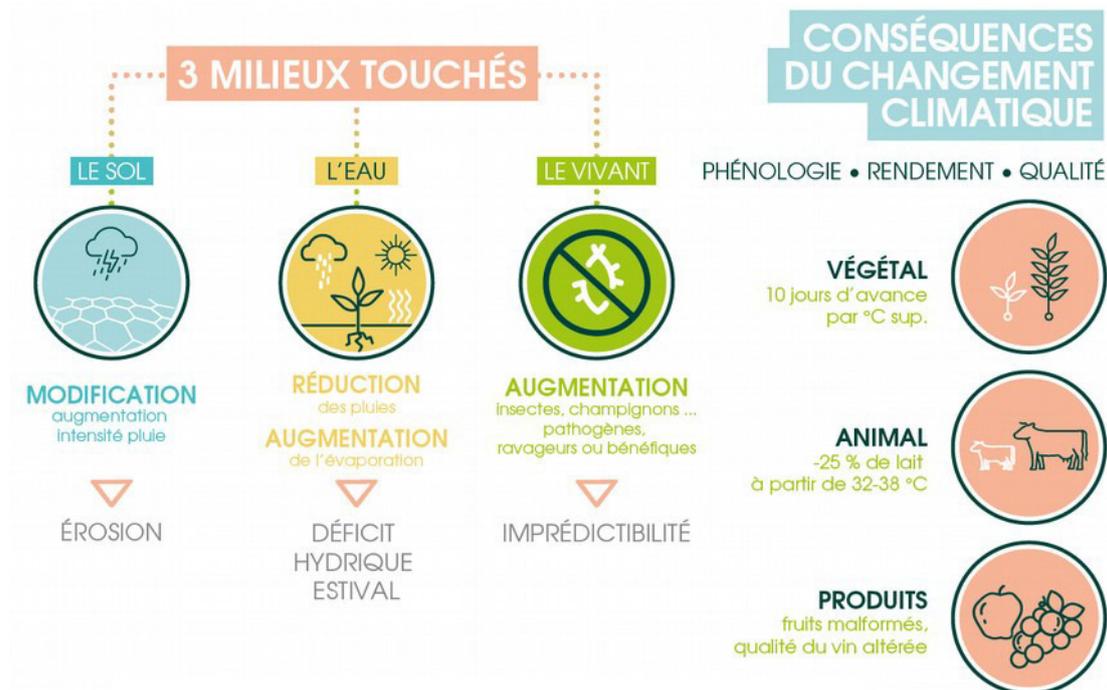


Figure 46 : Conséquences de changement climatique sur la production agricole. Source : AcclimaTerra, 2018.

Les éléments produits à l'échelle de la Région Pays de la Loire dans le cadre du Varenne de l'eau et du changement climatique pointent, à l'horizon 2030 :

- Un maintien de la production régionale incertain pour la filière bovin lait et une diminution du cheptel de bovin viande avec des enjeux liés à la sécurisation du système fourrage, la recherche d'autonomie énergétique et protéique des animaux, la réponse aux attentes des citoyens d'atténuer les émissions liées à leur consommation et de meilleure qualité, le défi du maintien de l'élevage en maximisant les services rendus et en réduisant ses émissions,
- Un léger repli mais une segmentation plus importante de la production pour la filière porcine avec des enjeux de protection des animaux contre les coups de chaleur (bâtiments et plein air), la réponse aux attentes sociétales en termes d'impact carbone, d'environnement, de bien-être animal ; le défi de l'autonomie protéique sans déforestation à relever ; la volonté de trouver des solutions pour la production d'énergies renouvelables dans le cadre d'une économie circulaire,
- Une consommation en hausse qui soutient l'augmentation de la production et l'attractivité de la filière « volailles », les enjeux de demain se structurant autour de : l'adaptation au changement climatique en préservant les animaux contre les coups de chaleur ; la réponse aux attentes sociétales en termes d'impact carbone, d'environnement, de bien-être animal ; le défi de l'autonomie protéique sans déforestation à relever ; la volonté de trouver des solutions pour la production d'énergies renouvelables dans le cadre d'une économie circulaire,

- La relocalisation des productions, le maintien des capacités nourricières de la région, et des pratiques s’orientant vers l’agroécologie pour la filière « grandes cultures » en identifiant des enjeux de gérer le risque climatique pour les productions en grande culture et particulièrement la ressource en eau, la préservation de la qualité des sols par la transition agro-écologique, la nécessité d’assurer la diversification des productions en garantissant les filières de valorisation, de valoriser les bénéfices environnementaux, de répondre aux besoins alimentaires pour les humains et les animaux,
- Une adaptation incontournable de la production viticole afin de répondre aux enjeux de gestion du risque climatique y compris pour la ressource en eau, la préservation de la qualité des sols par la transition agro-écologique, le maintien des productions en répondant aux attentes du consommateur en termes d’image et de qualité des produits, et en valorisant l’engagement des entreprises par des certifications environnementales,
- La poursuite des tendances actuelles avec une augmentation de la segmentation pour l’arboriculture en cherchant à protéger les récoltes contre les ravageurs et maladies, contre les aléas climatiques, la garantie de l’accès à l’eau pour la lutte anti-gel et l’irrigation, la préservation de la qualité des sols par la transition agro-écologique.

À retenir :

Les impacts prévisibles du changement climatique conduiront à une moindre disponibilité de l’eau et une probable dégradation de ses caractéristiques physico-chimiques ainsi qu’à l’augmentation des catastrophes naturelles. Ses effets sont susceptibles d’affecter la distribution en eau potable et de fragiliser le tissu économique, en particulier le secteur agricole bien implanté sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise.

3.5.3 Impacts prévisibles sur les milieux

Les travaux réalisés par l’Agence de l’Eau Loire-Bretagne dans le cadre de l’élaboration du Plan d’adaptation au changement climatique pour le bassin Loire-Bretagne ont permis de mettre en évidence pour le bassin de la Sèvre Nantaise :

- Une forte vulnérabilité à la disponibilité en eau,
- Une vulnérabilité plutôt modérée pour le bilan hydrique des sols,
- Une vulnérabilité forte pour la biodiversité des cours d’eau,
- Une vulnérabilité plutôt modérée pour la biodiversité des milieux potentiellement humide,
- Une vulnérabilité forte pour la capacité d’auto-épuration.

A l'échelle des Pays de la Loire, le GIEC éponyme note que, dans le contexte de changement climatique :

- Au vu de ses impacts sur le climat et la biodiversité, l'étalement urbain constitue un enjeu critique pour l'avenir de la région. En effet, les surfaces naturelles jouent un rôle essentiel puisqu'elles permettent à la fois de stocker du carbone, de ralentir l'érosion des sols, de favoriser l'infiltration de l'eau et enfin d'optimiser la résilience de la biodiversité,
- Il existe un risque d'augmentation des épisodes d'hypoxie (diminution de la concentration de l'eau en oxygène) néfastes pour la faune aquatique et la biodiversité locale.

Le groupe d'experts d'AcclimaTerra apporte pour sa part les projections suivantes à l'échelle de la Région Nouvelle- Aquitaine :

- L'état, déjà mauvais, des eaux de surface risque fortement de se détériorer sous l'impact notamment de l'augmentation de la température et de la diminution des débits,
- Une augmentation de la macro- et de la micropollution organique et minérale notamment du fait d'une capacité de dilution moindre en lien avec la baisse des débits,
- Un échauffement des eaux de surface (avec des prévisions de l'ordre de +2 à +3 °C en fin de siècle) induisant une diminution de la teneur en oxygène dissous,
- Des modifications des aires de distribution et des rivalités entre les espèces migrantes et celles déjà présentes,
- Des augmentations du nombre d'espèces invasives, souvent thermophiles et opportunistes, et des risques de maladies liées aux endotoxines et aux micro-organismes parasites.

La Figure 47 propose une synthèse des impacts prévisibles sur les milieux aquatiques.

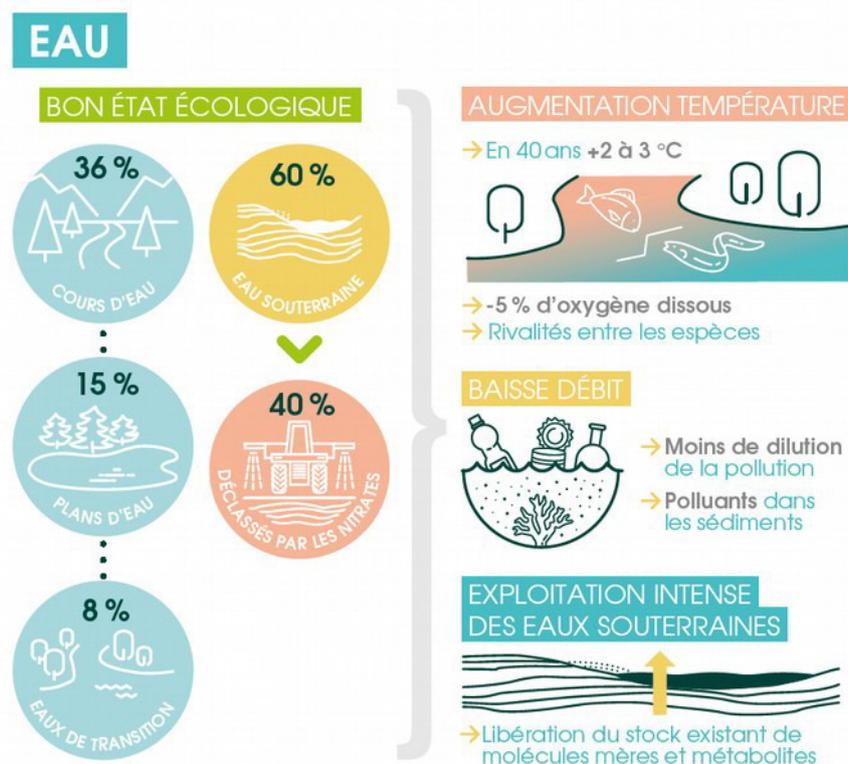


Figure 47: Impacts du changement climatique sur le compartiment « Eau ». Source : AcclimaTerra, 2018.

Le Plan d’adaptation au changement climatique pour le bassin Loire-Bretagne pointe de plus :

- Une réduction de la capacité auto-épuratrice des milieux naturels et le risque de voir les phénomène d’eutrophisation se développer,
- Le risque d’atteinte de températures létales pour certaines espèces lors d’événements de chaleur extrême,
- L’enjeu particulier que représentent les zones humides et tourbières en tant que réserve de biodiversité, rôle tampon face aux événements extrêmes (soutien des débits des rivières en période d’étiage, écrêtement des flux d’eau générateurs de crues), fonction épuratrice, zone de production de fourrage qui peut être utilisé pour l’élevage.

À retenir :

Les impacts prévisibles du changement climatique conduiront à une moindre disponibilité de l’eau et une probable dégradation de ses caractéristiques physico-chimiques ainsi qu’à l’augmentation des catastrophes naturelles. Les milieux naturels pourraient se voir bouleverser tant sur le plan quantitatif que qualitatif avec des incidences néfastes sur la biodiversité actuelle.

4 Volet « Usages »

Dans ce chapitre, nous abordons le contexte réglementaire régissant les restrictions d'usages de l'eau sur la Sèvre Nantaise, et présentons un bilan des restrictions prises dans le passé et des dépassements de seuils de débits sur le bassin. Ensuite, les données d'usages manquantes parmi les données récoltées sont identifiées et les hypothèses réalisées pour extrapoler les données existantes sont détaillées. Enfin, un bilan des usages sur le bassin est réalisé pour la période 2008-2020.

4.1 Analyse des mesures de limitations et restrictions des usages

4.1.1 Gestion structurelle et gestion de crise

Cadre réglementaire

Le cadre réglementaire lié à la gestion structurelle de l'eau pose au travers du paragraphe II de l'article L211-1 du Code de l'Environnement le principe d'une gestion équilibrée et durable de la ressource, tout en identifiant des usages prioritaires :

« II.-La gestion équilibrée doit permettre en priorité de satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population. Elle doit également permettre de satisfaire ou concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences :

1° De la vie biologique du milieu récepteur, et spécialement de la faune piscicole et conchylicole ;

2° De la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations ;

3° De l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, des transports, du tourisme, de la protection des sites, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées. »

(https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000041599138/)

En situations de pénurie d'eau, les préfets peuvent prendre des mesures de limitation ou de suspension provisoire des usages de l'eau afin d'assurer la protection des principes du L211-1 CE (R.211-66 à R.211-70 CE et circulaire du 18 mai 2011).

Au titre de l'article L214-18 CE : *« Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'aménée et de fuite. [...] ».*

(https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006833152/)

La Figure 48 propose une synthèse des débits de gestion considérés pour les eaux superficielles :

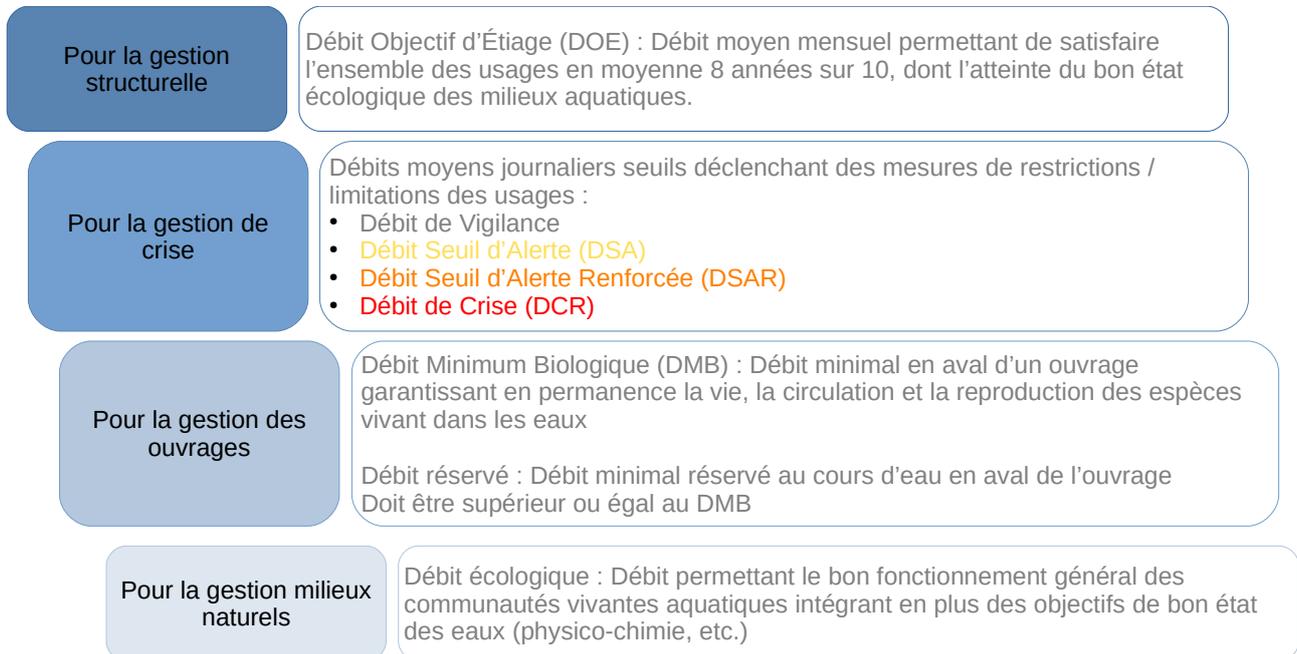


Figure 48: Principaux débits encadrant la gestion de la ressource en eau

La gestion structurelle et la gestion de crise des eaux souterraines sont encadrées selon les mêmes principes mais en considérant des niveaux piézométriques en remplacement des débits.

SAGE de la Sèvre Nantaise

Le PAGD du SAGE de la Sèvre Nantaise, au travers de sa **disposition 29 - Modifier le dispositif de gestion de crise** a défini des valeurs de Débit d'Objectif d'Étiage (DOE), Débit Seuil d'Alerte (DSA) et Débit de Crise (DCR) par sous-bassins versants pour les mois d'avril à septembre inclus (Figure 49) :

DÉBIT OBJECTIF ÉTIAGE (m³/s)								Débit Seuil Alerte (m³/s)	Débit de Crise (m³/s)
Sous-bassin versant	Station de référence	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre		
Maines	Grande Maine à Pont Léger	0,33	0,23	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,08
	Petite Maine à Saint-Georges	0,17	0,14	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,01
	Maine à Remouillé	0,37	0,26	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,09
Sèvre amont	Sèvre à Saint- Mesmin	1,03	0,73	0,36	0,28	0,20	0,15	0,30	0,15
Sèvre moyenne	Sèvre à Tiffauges	0,40	0,40	0,40	0,40	0,35	0,28	0,33	0,20
	Sèvre à Clisson	0,96	0,95	0,95	0,90	0,85	0,78	0,78	0,40
Sèvre aval	Sèvre à Vertou	1,69	1,69	1,69	1,69	1,62	1,50	1,15	0,57
Moine	Moine à Cholet	0,60	0,60	0,56	0,49	0,46	0,43	0,13	0,10
	Moine à Saint-Crespin	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,25
Ouin	Ouin à Pont d'Ouin	0,11	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,05	0,01
Sanguèze	Sanguèze au Pallet	0,33	0,23	0,05	0,02	0,02	0,02	0,10	0,05

Figure 49: Débit d'Objectif d'Étiage, débit Seuil d'Alerte et Débit de Crise définis par le SAGE de la Sèvre Nantaise

Le **débit objectif d'étiage (DOE)** est défini comme suit : **débit moyen mensuel** au-dessus duquel il est considéré que, dans la zone d'influence du point nodal, l'ensemble des usages est possible en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique. Il sert de référence pour l'exercice de la police des eaux et des milieux aquatiques pour accorder les autorisations de prélèvements et de rejets. Le DOE est fixé à une valeur devant être respectée huit années sur dix en moyenne.

Le **débit seuil d'alerte (DSA)** est défini comme suit : **débit moyen journalier** en dessous duquel une des activités utilisatrices d'eau ou une des fonctions du cours d'eau est compromise. C'est un seuil de déclenchement de mesures correctives.

Le **débit de crise (DCR)** est défini comme : **débit moyen journalier** en dessous duquel seules les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits.

Arrêté cadre inter préfectoral de restriction / limitation des usages

Depuis le 17 juin 2021, le bassin versant de la Sèvre Nantaise dispose d'un « Arrêté interdépartemental délimitant des zones d'alerte et définissant les mesures de limitation ou de suspension provisoire des usages de l'eau dans le bassin de la Sèvre Nantaise situé en régions Nouvelle Aquitaine et Pays de la Loire pour faire face à une menace ou aux conséquences d'une

sécheresse ou à un risque de pénurie. ». Antérieurement à cette date, les mesures de restrictions / limitations étaient prises selon les zones d’alerte et les modalités afférentes définies pour chaque département intégrant une cohérence sous-bassin versant.

L’arrêté du 17 juin 2021 répond à la sous-disposition 29-2 du PAGD du SAGE de la Sèvre Nantaise.

Il est applicable quelle que soit l’origine de la ressource utilisée (eaux superficielles, souterraines, nappes d’accompagnement, plan d’eau connecté, réseau public AEP) en précisant toutefois que les mesures de limitation ne s’appliquent pas aux ressources déconnectées du milieu naturel à l’étiage.

Les usages prioritaires définis dans cet arrêté sont les suivants : santé et salubrité, sécurité civile, besoins des milieux naturels. Il s’appuie sur 4 niveaux de gestion classés par échelle croissante de mesures de limitation / restrictions : vigilance / alerte / alerte renforcée / crise.

Les zones d’alerte sur lesquelles sont susceptibles de s’appliquer des restrictions / limitations sont les suivantes (Tableau 22):

Tableau 22: Zones d'alerte de l'arrêté cadre « sécheresse » du 17 juin 2021

Type	Id.	Nom	Préfet pilote	Indicateur de référence	Seuils de référence			
					Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise
Eaux sup.	SNaSup 1	SEVRE NANTAISE	85	Station hydro de Tiffauges	1 320 l/s	330 l/s	270 l/s	200 l/s
				Station hydro de St-Mesmin	-	300 l/s	170 l/s	150 l/s
				Station hydro de Vertou	-	1 150 l/s	900 l/s	570 l/s
	SNaSup 2	MOINE	49	Station hydro de Saint-Crespin-sur-Moine	600 l/s	450 l/s	310 l/s	250 l/s
	SNaSup 3	SANGUEZE	49	Station hydro de Tillières	26 l/s	15 l/s	10 l/s	5 l/s
	SNaSup 4	MAINES	85	Station hydro de Saint-Georges de Montaigu	-	50 l/s	20 l/s	10 l/s
Station hydro de Remouillé				-	270 l/s	110 l/s	90 l/s	
Eaux sout.	SNaSout 1	SEVRE NANTAISE	49	Piézomètre de Mouzillon	42,89 m NGF	42,69 m NGF	42,44 m NGF	42,06 m NGF
AEP	AEP 1	Communes du département de Loire-Atlantique	44	Station hydro de La Loire à Montjean sur-Loire (49)	290 m³/s	127 m³/s	110 m³/s	100 m³/s
	AEP 2	Communes du département du Maine-et-Loire	49	Station hydro de La Moine à Saint-Crespin-sur-Moine (49)	600 l/s	450 l/s	310 l/s	250 l/s
	AEP 3	Communes du département de la Vendée	85	Taux de remplissage global des barrages	Fonction du taux de remplissage global des barrages eau potable du département			

4.1.2 Bilan des mesures

Les mesures de limitations / restrictions des usages depuis 2008 ont été transmises par les DDT(M) concernées. Certaines lacunes ont été comblées en recourant au site « Propluvia ». A noter que la zone d’alerte « Sanguèze 49 » n’existe que depuis 2019. Elle était auparavant rattachée à la zone d’alerte « Sèvre Nantaise 49 ». Sur ces bases, les Tableau 23 à Tableau 25 présentent une synthèse de la mise en œuvre de ce type de mesures.

On constate à la lecture du Tableau 23 que les zones d’alerte eau superficielle du bassin versant de la Sèvre Nantaise sont concernées par des mesures de limitations / restrictions (dès le seuil de vigilance) environ 15 % à 27 % du temps (5 % à 25 % du temps hors « vigilance ») sur la période 2008 à 2020. Les zones d’alerte les plus souvent concernées correspondent aux Maines en Vendée, aux Maines en Loire-Atlantique, à la Sèvre Nantaise en Vendée et à la Sèvre Nantaise en Deux-Sèvres.

Tableau 23 : Fréquence de limitations / restrictions « eaux superficielles » – Période 2008 - 2020

Niveau de gestion	Fréquence de limitations / restrictions « eaux superficielles » Période 2008 - 2020							
	Sèvre Nantaise 79	Sèvre Nantaise 85	Sèvre Nantaise 49	Sèvre Nantaise 44	Maines 85	Maines 44	Moine 49	Sanguèze 49
Vigilance	0,7%	2,5%	6,0%	2,8%	2,5%	2,8%	14,8%	5,7%
Alerte	8,9%	3,6%	1,7%	0,4%	3,2%	0,4%	3,0%	2,1%
Alerte renforcée	3,8%	8,1%	2,9%	8,2%	13,6%	10,2%	1,4%	3,0%
Crise	7,2%	6,5%	4,1%	3,7%	8,4%	7,3%	0,0%	4,0%
Total	20,6%	20,7%	14,6%	15,1%	27,7%	20,7%	19,2%	14,7%
Total sans vigilance	19,9%	18,2%	8,7%	12,4%	25,2%	18,0%	4,4%	9,0%

Les années calendaires les plus marquantes (Tableau 24 et Figure 50) en fréquence et en intensité des mesures de restrictions / limitations sont 2017, 2019 et 2020.

Comme le démontre le Tableau 25, les mois les plus critiques sont ceux de juillet à octobre avec parfois des prises de mesures précoces (avril à juin) ou tardives (novembre, voire décembre et janvier si l’on considère le niveau « vigilance »). Seuls les mois de février et mars n’ont jamais fait l’objet de telles mesures sur la période considérée. Le niveau maximal de « crise » est maintenu pour certaines années et certaines zones d’alerte dites « historiques » plus de 20 % de l’année, traduisant un manque de disponibilité de la ressource intense et prolongé.

Tableau 24 : Fréquence de limitations / restrictions « eaux superficielles » – Détail par année (Période 2008 – 2020)

		Fréquence de limitations / restrictions « eaux superficielles » – Détail par année (Période 2008 – 2020)							
Année	Niveau de gestion	Sèvre Nantaise 79	Sèvre Nantaise 85	Sèvre Nantaise 49	Sèvre Nantaise 44	Maines 85	Maines 44	Moine 49	Sanguèze 49
2008	Vigilance	0,0%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
	Alerte	0,0%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
	Alerte renforcée	0,0%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
	Crise	0,0%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
2009	Vigilance	0,0%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
	Alerte	11,0%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
	Alerte renforcée	0,0%	NC	NC	1,9%	NC	19,2%	NC	NC
	Crise	22,5%	NC	NC	9,6%	NC	0,0%	NC	NC
2010	Vigilance	0,0%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
	Alerte	35,3%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
	Alerte renforcée	0,0%	NC	NC	17,3%	NC	6,8%	NC	NC
	Crise	3,8%	NC	NC	0,0%	NC	11,5%	NC	NC
2011	Vigilance	0,0%	NC	NC	7,7%	NC	7,7%	NC	NC
	Alerte	50,4%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
	Alerte renforcée	0,0%	NC	NC	15,1%	NC	18,9%	NC	NC
	Crise	3,6%	NC	NC	0,0%	NC	0,0%	NC	NC
2012	Vigilance	0,0%	22,4%	0,0%	0,0%	22,4%	0,0%	21,3%	0,0%
	Alerte	10,9%	26,0%	0,0%	0,0%	26,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2013	Vigilance	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,0%	0,0%
	Alerte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	22,7%	0,0%	0,0%	22,7%	0,0%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2014	Vigilance	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,3%	11,5%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,5%	0,0%	0,0%
2015	Vigilance	9,3%	0,0%	9,3%	0,0%	0,0%	0,0%	9,3%	9,3%
	Alerte	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	7,9%	7,7%	7,7%	19,2%	18,9%	21,1%	7,7%	7,7%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2016	Vigilance	0,0%	0,0%	4,1%	0,0%	0,0%	0,0%	7,9%	4,1%
	Alerte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,4%	26,0%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2017	Vigilance	0,0%	0,0%	22,7%	0,0%	0,0%	0,0%	33,2%	22,7%
	Alerte	0,0%	0,0%	15,1%	0,0%	0,0%	0,0%	26,0%	15,1%
	Alerte renforcée	17,5%	16,4%	10,4%	31,5%	7,7%	7,4%	5,2%	10,4%
	Crise	15,1%	16,4%	1,6%	4,9%	29,0%	29,3%	0,0%	1,6%
2018	Vigilance	0,0%	0,0%	8,5%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	2,2%
	Alerte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	19,2%	23,6%	0,0%	17,8%	23,6%	17,8%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2019	Vigilance	0,0%	0,0%	7,1%	8,5%	0,0%	8,5%	33,7%	12,9%
	Alerte	5,5%	5,8%	0,0%	4,4%	0,0%	4,4%	0,8%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	4,1%	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%	0,8%
	Crise	29,0%	26,3%	19,5%	19,7%	28,2%	19,7%	0,0%	26,3%
2020	Vigilance	0,0%	0,0%	1,9%	19,9%	0,0%	19,9%	19,4%	0,0%
	Alerte	0,0%	1,1%	0,0%	1,4%	3,0%	1,4%	0,0%	3,8%
	Alerte renforcée	0,5%	2,7%	3,8%	4,1%	0,0%	4,1%	0,0%	7,9%
	Crise	19,1%	15,6%	15,8%	13,9%	18,3%	13,9%	0,0%	7,7%

NC : non connu

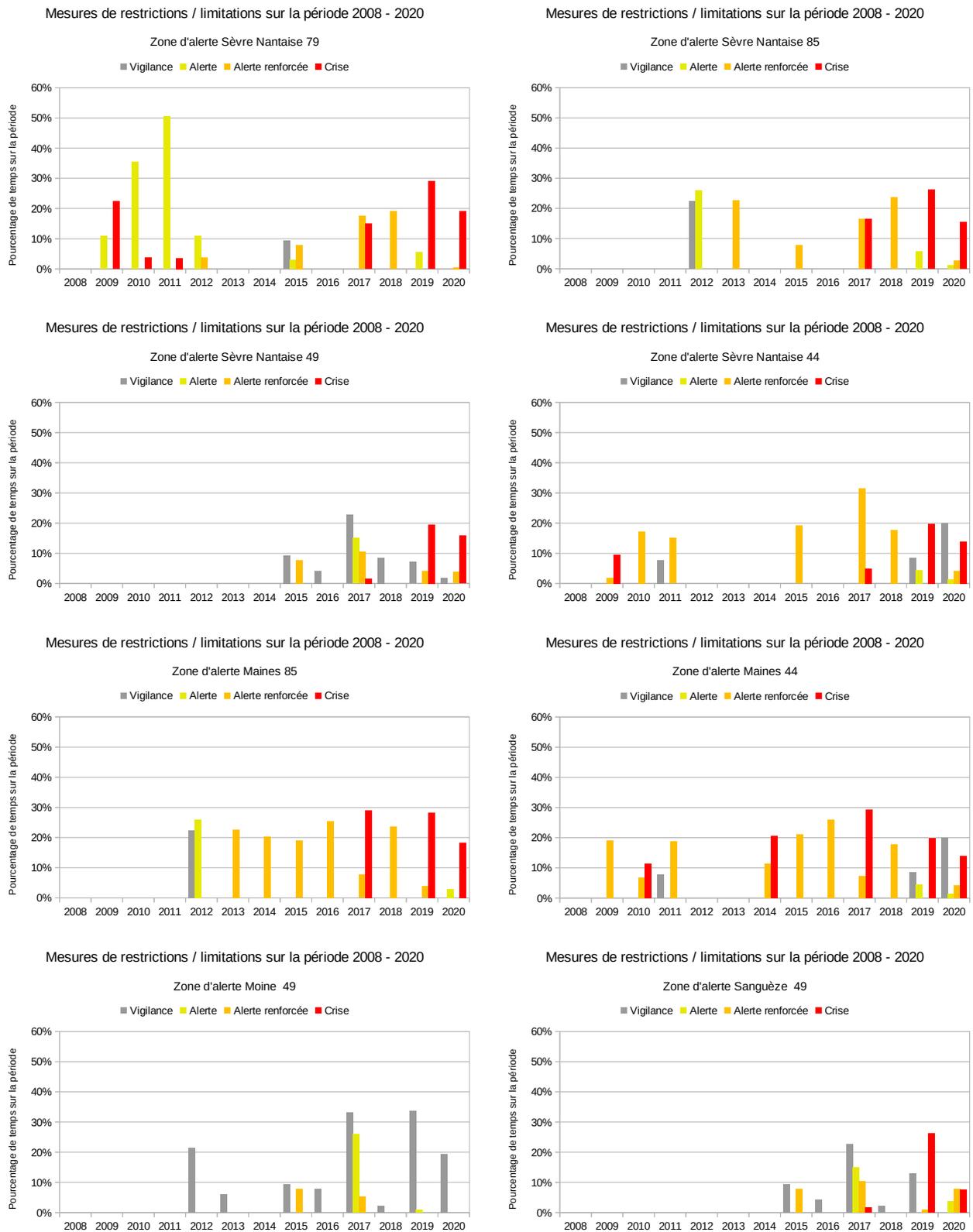


Figure 50 : Pourcentages de temps d'activation des mesures de restrictions / limitations Période 2008 - 2020

Tableau 25 : Fréquence de limitations / restrictions « eaux superficielles » – Détail par mois (Période 2008 – 2020)

		Fréquence de limitations / restrictions « eaux superficielles » – Détail par mois (Période 2008 – 2020)							
Mois	Niveau de gestion	Sèvre Nantaise 79	Sèvre Nantaise 85	Sèvre Nantaise 49	Sèvre Nantaise 44	Maines 85	Maines 44	Moine 49	Sanguèze 49
		Janvier	Vigilance	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Février	Vigilance	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mars	Vigilance	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Avril	Vigilance	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mai	Vigilance	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	5,0%	0,0%
	Alerte	7,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Juin	Vigilance	0,0%	11,1%	0,0%	5,4%	11,1%	5,4%	4,1%	0,0%
	Alerte	12,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,3%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	9,0%	4,4%	13,1%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Juillet	Vigilance	0,0%	2,2%	6,8%	10,7%	2,2%	10,7%	15,4%	4,3%
	Alerte	27,3%	17,9%	1,8%	3,0%	12,9%	3,0%	12,2%	5,4%
	Alerte renforcée	9,2%	13,3%	12,2%	21,1%	16,5%	28,3%	2,5%	12,2%
	Crise	5,7%	1,8%	3,2%	2,5%	10,0%	8,4%	0,0%	2,2%
Août	Vigilance	2,5%	0,0%	6,5%	4,5%	0,0%	4,5%	45,5%	6,5%
	Alerte	23,8%	11,1%	8,2%	0,0%	11,1%	0,0%	8,2%	9,7%
	Alerte renforcée	15,1%	39,1%	15,1%	34,5%	50,2%	33,3%	10,4%	9,0%
	Crise	20,6%	19,0%	14,7%	13,9%	33,3%	35,2%	0,0%	19,4%
Sept.	Vigilance	6,2%	0,0%	16,3%	0,0%	0,0%	0,0%	46,3%	14,4%
	Alerte	19,5%	11,1%	4,4%	0,0%	11,1%	0,0%	4,1%	4,4%
	Alerte renforcée	12,8%	22,2%	7,0%	21,0%	53,3%	32,6%	4,1%	14,4%
	Crise	29,2%	33,3%	21,9%	27,4%	33,3%	31,3%	0,0%	14,4%
Oct.	Vigilance	0,0%	0,0%	16,5%	12,4%	0,0%	12,4%	34,8%	5,7%
	Alerte	10,2%	3,2%	5,4%	2,2%	3,2%	2,2%	0,0%	5,4%
	Alerte renforcée	7,7%	21,9%	0,0%	12,2%	37,6%	12,2%	0,0%	0,0%
	Crise	29,8%	23,3%	9,3%	0,7%	23,3%	12,2%	0,0%	11,1%
Nov.	Vigilance	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%	22,2%
	Alerte	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Déc.	Vigilance	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%	12,2%
	Alerte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Alerte renforcée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Crise	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Concernant les eaux souterraines, le piézomètre de référence pour la gestion de crise est celui de Mouzillon (source : <https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?Code=05092X0009/P#>). Une ré-analyse de la chronique de données disponibles à ce piézomètre permet d'aboutir aux Tableau 26 et Tableau 27 suivants. La fréquence figurant dans ces tableaux est qualifiée de « théorique » car elle considère la mise en œuvre des mesures correspondant au franchissement du seuil délimitant les niveaux de gestion « vigilance » (seuil à 42,89 m IGN69), « alerte » (seuil à 42,69 m IGN69), « alerte

renforcée » (seuil à 42,44 m IGN69) ou « crise » (seuil à 42,06 m IGN69). Dans les faits, des mesures différentes ont pu être adoptées par les préfetures. Cela est d'autant plus vrai que les arrêtés cadre départementaux applicables avant le 17 juin 2021 ne prévoyait pas nécessairement de zone d'alerte « eaux souterraines » au droit du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Par ailleurs, pour l'essentiel, les valeurs avant le 24 janvier 2003 correspondent à des valeurs reconstituées. Après cette date, la majeure partie des données correspond à des valeurs mesurées.

Les années présentant les niveaux les plus bas correspondent à la période 1994 à 1998 et 2005 – 2006. En termes d'approche mensuelle, les mois de plus bas niveaux sont essentiellement ceux de septembre à novembre.

Tableau 26 : Fréquence de limitations / restrictions théoriques « eaux souterraines » au piézomètre 05092X0009/P – Détail par année (Période 1994 – 2020)

	Niveau de gestion	Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise	Total	Total hors vigilance
Fréquence théorique de limitations / restrictions théoriques	Période 1994 - 2020	9,3%	8,4%	6,4%	3,6%	27,7%	18,4%
	1994	12,4%	28,1%	11,3%	0,0%	51,8%	39,4%
	1995	6,3%	8,8%	27,1%	0,0%	42,2%	35,9%
	1996	8,8%	31,2%	25,5%	31,2%	96,7%	87,9%
	1997	1,1%	11,0%	34,4%	49,0%	95,6%	94,5%
	1998	16,8%	40,0%	22,7%	17,3%	96,8%	80,0%
	1999	2,1%	0,0%	18,1%	1,1%	21,3%	19,1%
	2000	8,9%	14,9%	0,0%	0,0%	23,8%	14,9%
	2001	11,3%	0,0%	0,0%	3,8%	15,1%	3,8%
	2002	15,6%	1,4%	0,0%	0,0%	17,0%	1,4%
	2003	15,1%	19,7%	0,0%	0,0%	34,8%	19,7%
	2004	14,2%	20,8%	0,0%	0,0%	35,1%	20,8%
	2005	21,7%	12,9%	34,6%	1,6%	70,9%	49,2%
	2006	17,5%	29,0%	17,5%	0,0%	64,1%	46,6%
	2007	15,9%	0,0%	0,0%	0,0%	15,9%	0,0%
	2008	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%
	2009	13,7%	0,0%	0,0%	0,0%	13,7%	0,0%
	2010	17,9%	10,5%	0,0%	0,0%	28,4%	10,5%
	2011	16,2%	14,2%	7,1%	0,0%	37,5%	21,4%
	2012	11,2%	0,0%	0,0%	0,0%	11,2%	0,0%
	2013	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2014	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
2015	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
2016	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
2017	15,3%	14,0%	0,0%	0,0%	29,3%	14,0%	
2018	5,2%	0,0%	0,0%	0,0%	5,2%	0,0%	
2019	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	0,0%	
2020	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	

Tableau 27 : Fréquence de limitations / restrictions théoriques « eaux souterraines » au piézomètre 05092X0009/P – Détail par mois (Période 1994 – 2020)

Niveau de gestion	Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise	Total	Total hors vigilance
Période 1994 - 2020	9,3%	8,4%	6,4%	3,6%	27,7%	18,4%
Janvier	4,9%	3,9%	10,9%	1,8%	21,4%	16,5%
Février	2,0%	8,4%	4,6%	0,0%	15,1%	13,1%
Mars	5,0%	7,2%	0,7%	0,0%	12,9%	8,0%
Avril	3,3%	5,5%	2,8%	0,0%	11,6%	8,3%
Mai	3,0%	2,7%	3,7%	0,0%	9,5%	6,5%
Juin	8,1%	3,0%	3,0%	1,1%	15,3%	7,2%
Juillet	5,2%	8,8%	5,2%	3,1%	22,3%	17,1%
Août	9,3%	7,2%	10,5%	4,7%	31,8%	22,4%
Sept.	19,0%	11,8%	8,1%	10,7%	49,6%	30,5%
Oct.	18,0%	19,6%	6,5%	8,9%	52,9%	34,9%
Nov.	17,2%	14,4%	8,9%	7,4%	48,0%	30,8%
Déc.	14,6%	6,9%	11,6%	4,2%	37,3%	22,7%

4.1.3 Analyse du franchissement des Débits Objectif d'Étiage (DOE)

À partir des données disponibles au droit des stations hydrométriques (source : <https://hydro.eaufrance.fr/>), il est possible d'analyser rétroactivement le franchissement des valeurs de seuil de DOE. Cet exercice reste théorique dans la mesure où les valeurs de DOE indiquées ci-avant sont effectives uniquement depuis l'approbation du SAGE de la Sèvre Nantaise par arrêté préfectoral n°15-DDTM85-141 du 7 avril 2015.

Pour les DOE relatifs à la « Grande Maine à Pont Léger », à la « Sanguèze au Pallet » et « l'Ouin au pont d'Ouin », l'analyse s'est basée sur les données simulées par le modèle. En effet, ces points sont dépourvus de stations hydrométriques permettant d'accéder aux débits ayant réellement transités sur ces secteurs. Sur ces stations, l'analyse est donc plus incertaine que sur les stations pour lesquelles les débits observés sont utilisés.

On constate que l'objectif de ne pas dépasser par valeurs inférieures les DOE mensuels plus de 20 % du temps (soit 2 années sur 10), est variable selon les stations considérées (Tableau 28). La Moine à Cholet et la Sanguèze présentent des dépassements fréquents pour la période printanière alors que la Maine à Remouillé, la Grande Maine à Pont Léger et le point exutoire de la Sèvre Nantaise à Nantes et Vertou connaissent des franchissements supérieurs à l'objectif sur les mois estivaux de juillet, août et septembre.

Les dépassements apparaissent plus fréquents sur la période 2015 à nos jours, ce qui semble cohérent avec l'augmentation de la fréquence des mesures de restrictions / limitations sur cette même période (voir Figure 51). L'échantillon analysé sur cette période représente toutefois un nombre d'années limité (moins de 10 ans).

Tableau 28 : Fréquence de dépassement des valeurs seuils de DOE par station jusqu'à septembre 2022

Station	La Sèvre Nantaise à Saint-Mesmin [La Branle]	La Sèvre Nantaise à Tiffauges [La Moulinette]	La Sèvre Nantaise à Clisson	La Sèvre Nantaise [totale] à Nantes et à Vertou [Pont-Rousseau]	La Moine à Cholet [Pont RN249]	La Moine à Saint-Crespin-sur-Moine	La Petite Maine à Saint-Georges-de-Montaigu [Fromage]	La Maine à Remouillé	La Grande Maine à Pont Léger	La Sanguèze au Pallet	L'Ouin à Pont d'Ouin
Période de données disponibles	Depuis Nov. 1994	Depuis Janv. 1968	Depuis Janv. 1994	Depuis Fév. 1994	Depuis Juin 1997	Depuis Janv. 1993	Depuis Nov. 1996	Depuis Juil. 1975	Depuis Janv. 2008 (simu)	Depuis Janv. 2008 (simu)	Depuis Janv. 2008 (simu)
Valeurs DOE (m³/s)	Avril : 1,03 Mai : 0,73 Juin : 0,36 Juillet : 0,28 Août : 0,20 Sept. : 0,15	0,40 0,40 0,40 0,40 0,35 0,28	0,96 0,95 0,95 0,90 0,85 0,78	1,69 1,69 1,69 1,69 1,62 1,50	0,60 0,60 0,56 0,49 0,46 0,43	0,46 0,46 0,46 0,46 0,46 0,45	0,17 0,14 0,03 0,03 0,03 0,03	0,37 0,26 0,21 0,21 0,21 0,22	0,33 0,23 0,17 0,16 0,16 0,16	0,33 0,23 0,05 0,02 0,02 0,02	0,11 0,03 0,03 0,02 0,01 0,01
Fréquence franchissement DOE ensemble chroniques disponibles	Avril : 0,0% Mai : 3,6% Juin : 3,6% Juillet : 25,0% Août : 28,6% Sept. : 21,4%	0,0% 0,0% 0,0% 11,1% 24,1% 13,0%	0,0% 0,0% 3,4% 17,2% 13,8% 13,8%	0,0% 0,0% 6,9% 41,4% 44,8% 31,0%	32,0% 36,0% 23,1% 23,1% 15,4% 15,4%	0,0% 3,3% 13,3% 20,0% 17,2% 10,3%	3,8% 0,0% 0,0% 26,9% 38,5% 26,9%	0,0% 4,3% 14,9% 41,7% 62,5% 51,1%	18,6% 11,6% 16,4% 23,9% 35,8% 40,0%	50,0% 50,8% 24,2% 7,0% 29,8% 26,4%	0,0% 0,0% 0,8% 5,1% 8,3% 3,3%
Fréquence franchissement DOE depuis 1 ^{er} avril 2015	Avril : 0,0% Mai : 0,0% Juin : 0,0% Juillet : 37,5% Août : 25,0% Sept. : 25,0%	0,0% 0,0% 0,0% 25,0% 25,0% 25,0%	0,0% 0,0% 0,0% 25,0% 12,5% 12,5%	0,0% 0,0% 0,0% 62,5% 37,5% 50,0%	50,0% 62,5% 25,0% 37,5% 25,0% 25,0%	0,0% 0,0% 12,5% 25,0% 14,3% 14,3%	0,0% 0,0% 0,0% 37,5% 37,5% 25,0%	0,0% 0,0% 0,0% 50,0% 75,0% 62,5%	12,7% 7,0% 16,1% 31,2% 50,0% 50,2%	52,8% 59,7% 22,8% 5,4% 18,3% 21,7%	0,0% 0,0% 0,6% 2,2% 1,6% 1,7%

Nota : la station de la Sèvre Nantaise à Tiffauges correspond à l'unique point nodal avec un objectif de débit au sens du SDAGE Loire Bretagne 2022 – 2027.

La Figure 51 détaille le nombre de débits moyens mensuels d'avril à septembre sous des seuils de DOE pour la période 2000 à 2022 sur les stations pour lesquelles des débits observés sont disponibles. Elle permet de constater que sur cette période les deux années recensant le maximum de dépassement sont celles de 2005 et 2022. Dans une moindre mesure, d'autres années sèches sont aussi remarquables : 2003, 2006, 2009 à 2011, 2017 et 2019.

Les années plus humides telles que 2000, 2002, 2007 ou 2014 ne connaissent aucun dépassement aux stations considérées.

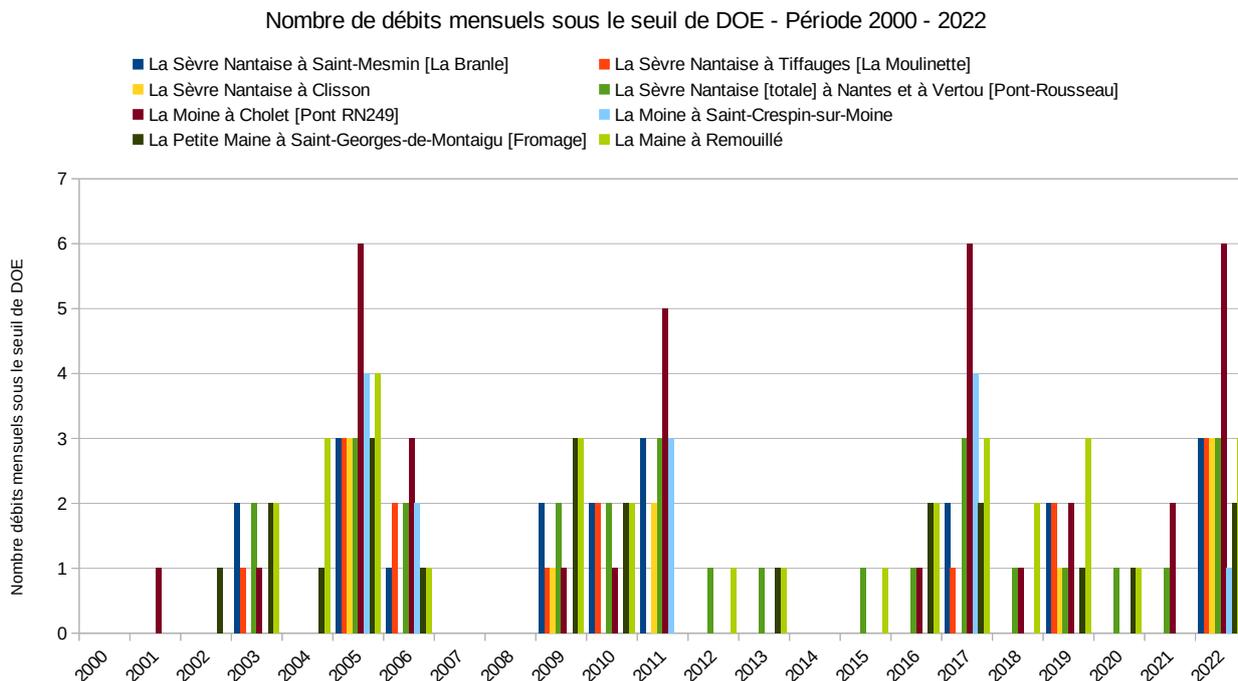


Figure 51: Nombre de débits mensuels sous le seuil de DOE - Période 2000 - 2022

Une telle analyse théorique n'a pas été reconduite pour l'analyse du franchissement des DSA et DCR car il a été préféré d'étudier la mise en œuvre effective des mesures de limitations / restrictions dans le cadre des arrêtés sécheresse basées sur ces seuils (voir partie 4.1.2).

4.2 Besoins en données d'usages

La période de modélisation retenue est la période 2008-2020. C'est une période plutôt courte en comparaison à ce qui se fait habituellement en modélisation hydrologique mais la disponibilité des données d'usages est limitante. Cette période a été choisie car une partie significative des données est au moins en partie disponibles pour ces années là (c'est en particulier la période de disponibilité des données de la BNPE). Si nécessaire, les données seront complétées dans le temps par les données collectées par le bureau d'étude SAFEGE dans le cadre de l'étude « Volumes prélevables » de 2012.

L'autre limitation importante qu'impose la modélisation est le pas de temps. En effet, le modèle retenu fonctionne au pas de temps journalier. Cela est nécessaire pour bien comprendre la dynamique hydrologique du bassin à la fois en période d'étiage et hors étiage. Or, la plupart des données obtenues le sont au pas de temps annuel. Une discrétisation temporelle des données sera donc nécessaire.

4.3 Description des données disponibles et des manques

4.3.1 Sources des données

Les données d'usages disponibles proviennent de différentes sources (cf. rapport de phase 1 de l'étude HMUC) :

- Des bases de données nationales comme la Banque Nationale des Prélèvements en Eau (BNPE), le Registre des Emissions Polluantes (IREP), le Système d'Information sur les Services Publics d'Eau et d'Assainissement (Sispea), les bases de données de statistique agricole (agreste, RPG)
- Des données fournies par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB) pour les rejets dans le milieu.
- Des données locales fournies par les Chambres d'agriculture, les producteurs et fournisseurs d'eau potable du bassin et les Directions Départementales des Territoires (DDT) des quatre départements du bassin.

4.3.2 Manques identifiés

La Figure 52 montre les extensions spatiales et temporelles des différentes données collectées. La hauteur du carré représente la proportion spatiale de disponibilité des données sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise. Sa couleur représente la période de disponibilité des données sur le bassin. Enfin, l'axe des abscisses représente le pas de temps sur lequel la donnée est disponible. La figure montre qu'en général les données sont exhaustives sur tout le bassin (à l'exception notable des plans d'eau et des prélèvements pour l'abreuvement). Ces données ne sont cependant pas toujours disponibles sur l'ensemble de la période comme le montre la couleur des rectangles. Concernant le pas de temps, le graphique montre que les données sont très rarement disponibles à pas de temps plus fin que le pas de temps annuel. Lorsque c'est le cas, ce ne sont des données ni sur l'ensemble de la période ni sur l'ensemble du bassin.

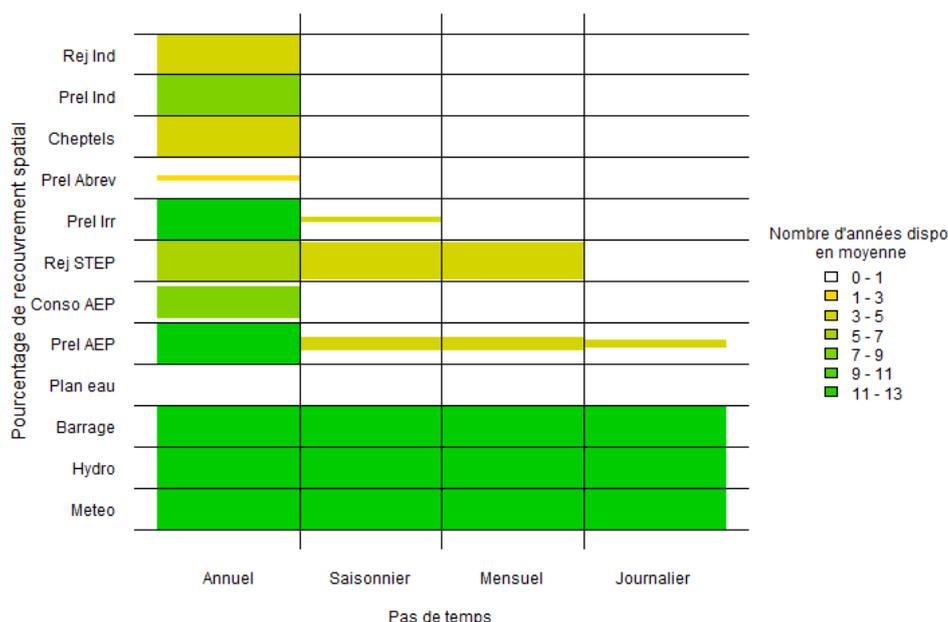


Figure 52: Disponibilité spatiale et temporelle des données hydro-météorologiques et des données d'usages.

Des extrapolations de données sont donc nécessaires et elles sont de trois types :

- **L'extrapolation spatiale permettant d'étendre les données à l'ensemble du bassin à partir des données disponibles.**
- **L'extrapolation temporelle visant à étendre les données disponible sur l'ensemble de la période 2008-2020.**
- **La discrétisation des données disponibles à pas de temps grossier pour obtenir des données à pas de temps journalier.**

À retenir :

L'élaboration de la modélisation hydrologique nécessite de disposer de données d'usages sur la période 2008-2020 au pas de temps journalier et sur la totalité du bassin.

Les manques dans les données d'usages entraînent la nécessité de réaliser des extrapolations spatiales (pour recouvrir l'intégralité du bassin versant), des extrapolations temporelles (pour recouvrir la période d'étude retenue), des discrétisations temporelles (pour affiner au pas de temps journalier).

4.4 Extrapolation des données de prélèvement

4.4.1 Gestion des principaux barrages

Les données de gestions de barrages sont utilisées comme entrée du modèle. Le volume d'eau entrant dans le réservoir est retiré au modèle tandis que le volume sortant du barrage est injecté dans le modèle.

Les données de gestion des principaux barrages du bassin de la Sèvre Nantaise ont été collectées auprès des propriétaires / gestionnaires de ces barrages. Vendée Eau a fourni des données de volume de la retenue et de volume sortant entre 2007 et 2020 au pas de temps journalier pour le site de Bultière. La Communauté d'Agglomération du Choletais a fourni les mêmes données pour les barrages de Ribou et du Verdon entre 2010 et 2020. Globalement, ces données sont complètes (Figure 52), seule une extrapolation des données en 2008 et 2009 est nécessaire pour les barrages du Ribou et de Verdon.

Extrapolation spatiale

Ces trois barrages seront les seuls à être pris en compte de manière individualisée, il n'est donc pas nécessaire de procéder à l'extrapolation spatiale des données à d'autres barrages ou chaussées.

Extrapolation temporelle

La seule opération d'extrapolation nécessaire dans ce cas est l'extension des données de Ribou et Verdon pour les années 2008 et 2009. Cette extrapolation se fera selon une relation logarithmique les débits sortants des deux barrages aux débits à la station de Cholet qui se situe en aval (Figure 53). Cette extrapolation, bien que comportant des incertitudes, permet d'étendre les données sur les années manquantes. Une même relation est appliquée en calculant une relation entre les débits sortants du Verdon et du Ribou.

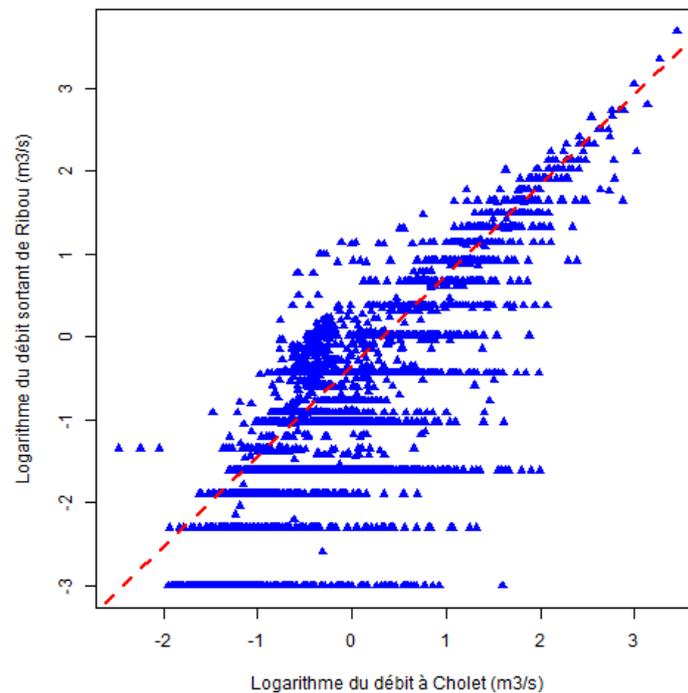


Figure 53: Relation logarithmique entre le débit à Cholet et le débit sortant du barrage de Ribou entre 2010 et 2019.

Discrétisation au pas de temps journalier

Pour les trois barrages, les données sont disponibles à un pas de temps journalier. Aucune discrétisation n'est donc nécessaire.

À retenir :

Extrapolation spatiale : aucune

Extrapolation temporelle : relation logarithmique entre les débits de la station de Cholet et les sorties des barrages

Discrétisation temporelle : aucune

4.4.2 Données de plans d'eau

Les plans d'eau sont intégrés au modèle sous forme d'injections et de soustractions de débits. Les flux pris en compte dans le modèle dépendent du type de plans d'eau et sont explicités ci-après.

Au regard de la Figure 52, les données sur les plans d'eau du bassin (mis à part les trois grands barrages : Ribou, Verdon et Bultière) apparaissent comme les plus lacunaires. Cependant, des données parcellaires ont été fournies par les DDT(M), l'EPTB Sèvre Nantaise, l'OFB et la DREAL des Pays de Loire. Ces données, ainsi que la base de données TOPAGE de l'IGN, permettent de faire un inventaire des plans d'eau sur le bassin. Les bases de données déclaratives des DDT(M) constituent l'information la plus complète et sont utilisées comme source prioritaire pour la mise en place de la base de données « plans d'eau ». Pour certains de ces plans d'eau, des connaissances sur leur volume, leur usage, leur mode de remplissage et leur connexion au cours d'eau existent. Ces données ont donc été extrapolées pour mettre en place une base de données exhaustive sur le bassin. Un stage spécifique à cette problématique a ainsi été réalisé à INRAE Antony. L'extrapolation des données a donc fait l'objet de plus d'attention que l'extrapolation des autres types de données et les hypothèses mentionnées ci-dessous sont en partie issues du travail de stage de Rania Louafi (Louafi, 2022).

Extrapolation spatiale

La base de données TOPAGE permet de dénombrer 11 491 plans d'eau sur le bassin de la Sèvre Nantaise et d'avoir une estimation de leur surface. Les bases de données des DDT(M), de la BNPE et des stations d'épuration permettent de connaître au moins une information parmi les informations de volume, d'usage, de mode de remplissage ou de connexion est disponible pour 2 696 plans d'eau (23 % du total). Les volumes sont connus pour 1 032 plans d'eau, les usages pour 2 534 de ces plans d'eau, le mode de remplissage pour 2 250 d'entre eux et la connexion pour 1 208 plans d'eau. Ces données sont en revanche très rares sur les petits plans d'eau de moins de 0,05 hectare. Le Tableau 29 montre les proportions de données disponibles par classes de surface dans le département des Deux-Sèvres qui est le département pour lequel les données sont les plus complètes (41 % des plans d'eau documentés contre 11 % en Vendée, 5 % en Loire-Atlantique et 21 % en Maine-et-Loire). Ces plans d'eau de surface inférieure à 500 m², bien que nombreux, ne représentent que 4,2 % de la surface totale des plans d'eau à l'échelle du bassin versant de la Sèvre Nantaise et un important travail d'extrapolation entaché d'incertitude serait nécessaire pour en définir les caractéristiques. Il a donc été décidé de considérer ces plans d'eau comme étant abandonnés en ne prenant en compte que l'évaporation dans le bilan de ces plans d'eau. Les lacs de Verdon, de Bultière et de Ribou ne sont pas pris en compte dans cette approche « plans d'eau » mais font l'objet d'une méthodologie spécifique (voir partie 4.4.1).

Tableau 29: Proportions de plans d'eau comportant des données issues de la base de données de la DDT 79 par classes de surface. Analyse effectuée sur la zone du bassin Versant de la Sèvre Nantaise appartenant au département des Deux-Sèvres.

Classe de surface (ha)	Nombre de plans d'eau par classe	Nombre de plans d'eau avec données	Part des plans d'eau avec données
< 0,05	1 073	53	5 %
0,05 – 0,1	490	105	21 %
0,1 – 0,2	472	271	57 %
0,2- 0,5	535	434	81 %
0,5 - 1	215	190	88 %
1 - 2	71	61	86 %
> 2	36	33	92 %
Total	2 892	1 147	40 %

Le but est de classer les plans d'eau selon six classes qui représentent un fonctionnement particulier qui sera présenté dans la section « Discrétisation temporelle » :

- Les plans d'eau utilisés pour l'irrigation et étant liés à un prélèvement BNPE.
- Les plans d'eau utilisés pour la pisciculture et étant connectés au cours d'eau et à la nappe alluviale.
- Les plans d'eau utilisés pour la pisciculture et non connectés au cours d'eau et à la nappe alluviale.
- Les plans d'eau de loisirs ou abandonnés, connectés au cours d'eau et à la nappe alluviale.
- Les plans d'eau de loisirs ou abandonnés, non connectés au cours d'eau et à la nappe alluviale.
- Les bassins de rétention des eaux pluviales, de STEP et industriels.

Les plans d'eau d'irrigation liés à un prélèvement BNPE pour l'irrigation sont traités individuellement. Les plans d'eau des cinq classes restantes sont regroupés par unité de gestion pour former cinq « plans d'eau équivalents » qui intègrent l'ensemble des plans d'eau appartenant à chaque classe et se situant dans l'unité de gestion. Les surfaces et les volumes de chaque « plan d'eau équivalent » sont égaux à la somme des surfaces et des volumes des plans d'eau de chaque classe. Cependant, pour pouvoir effectuer ces regroupements, il est nécessaire de connaître, a minima, les volumes des usages et la connexion associés à chaque plan d'eau. Il est donc nécessaire de procéder à une extrapolation spatiale du volume, de l'usage et de la connexion au cours d'eau ou à la nappe d'accompagnement pour définir ces caractéristiques pour chaque plan d'eau. La méthode d'extrapolation dépend de la caractéristique extrapolée et est décrite par la Figure 54.

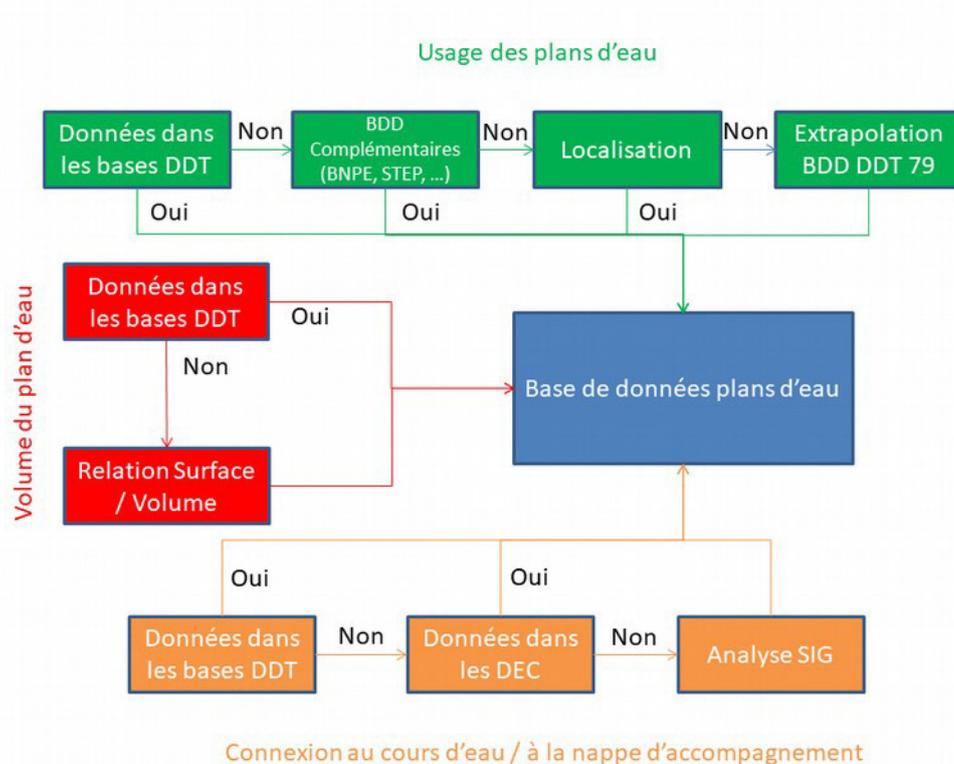


Figure 54: Liste des hypothèses d'extrapolation effectuées pour extrapoler les valeurs de chaque caractéristique d'intérêt des plans d'eau sur le bassin de la Sèvre Nantaise.

Extrapolation du volume :

Lorsqu'il n'est pas disponible grâce aux bases de données des DDT(M), le volume est calculé en utilisant des relations surface-volume mises en place à partir des données disponibles. Étant donné que le rapport surface-volume dépend de l'usage du plan d'eau (un plan d'eau utilisé pour l'irrigation favorise le volume alors qu'un plan d'eau utilisé pour la pisciculture favorise la surface), trois régressions linéaires ont été effectuées (Figure 55, il y a des valeurs négatives car l'échelle est logarithmique). Ces régressions permettent de calculer les volumes de l'ensemble des plans d'eau du bassin si leur usage est connu. Le Tableau 30 donne les informations sur les régressions linéaires obtenues. La Figure 56 et le Tableau 17 recensent le nombre de données de volumes concernés par la base de données et par l'extrapolation.

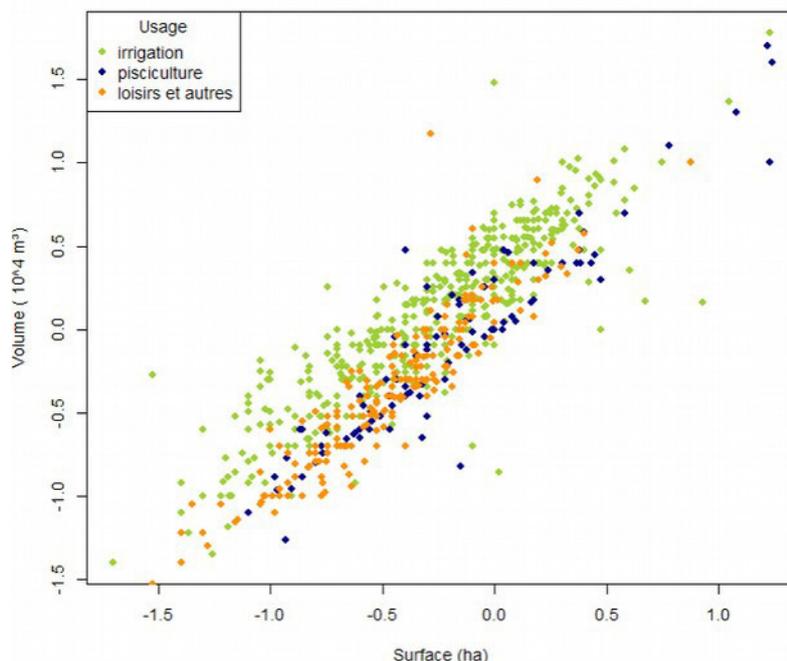


Figure 55: Volume des plans d'eau par rapport à leur surface selon leurs usage (source : Rania Louafi). Une échelle logarithmique est utilisée.

Tableau 30: Relations Surface - Volume calculées à partir de l'interpolation linéaire des données issues des bases de données DDT(M).

Usage du plan d'eau	Relation surface (notée S, en ha) - volume (noté V, en 10 ⁴ m ³)
Irrigation	$\text{Log}_{10}(V) = 0.98 \times \text{Log}_{10}(S) + \text{Log}_{10}(2.21)$ soit $V = 2.21 \times S^{0.98}$
Pisciculture	$\text{Log}_{10}(V) = 1.08 \times \text{Log}_{10}(S) + \text{Log}_{10}(1.26)$ soit $V = 1.26 \times S^{1.08}$
Autre	$\text{Log}_{10}(V) = 1.13 \times \text{Log}_{10}(S) + \text{Log}_{10}(1.48)$ soit $V = 1.48 \times S^{1.13}$

Extrapolation des données d'usage :

L'usage, lorsqu'il n'est pas identifié dans l'une des bases de données des DDT(M), est extrapolé de plusieurs manières. Premièrement, une analyse est effectuée pour lier les plans d'eau aux points de prélèvement pour l'irrigation recensés par la BNPE. Ce lien s'effectue en prenant en compte la localisation de chaque prélèvement BNPE ainsi que le nom du prélèvement. En effet, si le prélèvement est proche d'un plan d'eau (dans un rayon de 20 mètres), il est affilié à ce plan d'eau mais cette méthode est corrigée en utilisant le nom du prélèvement. Souvent, le nom du prélèvement correspond au lieu dit dans lequel se trouve l'exploitation à l'origine du prélèvement. Si un plan d'eau se situe sur cette exploitation (a fortiori s'il s'agit d'un plan d'eau d'irrigation des bases de données DDT(M)), il est lié au prélèvement BNPE en question. Par ailleurs, les bases de données de stations d'épuration permettent de connaître la localisation des plans d'eau associés à l'assainissement. Les données d'usages sont alors complétées en utilisant des bases de données

complémentaires permettant d'avoir une idée directe ou indirecte de l'usage des plans d'eau en fonction de l'occupation du sol ou d'information issues d'études de terrain. Il est à noter que les plans d'eau de moins de 500 m² pour lesquels il n'existe pas de données d'usage sont considérés comme « plans d'eau de loisirs ou abandonnés ».

La Figure 56 et le Tableau 17 décrit ces différentes bases de données et le nombre de plans d'eau concernés par chaque base sur l'ensemble du bassin. Pour le reste des plans d'eau, une extrapolation par département a été faite en fonction de leur surface à partir des données fournies par la DDT du département des Deux-Sèvres qui sont les plus complètes et permettent donc de constituer un échantillon « source » plus robuste. Pour cela, une proportion d'usages en fonction de différentes classes de surface a été calculée au sein de la base de données de la DDT 79 (ces proportions sont disponibles dans le Tableau 31). L'hypothèse a donc été faite que les proportions d'usages en fonction de différentes classes de surfaces sont identiques à celles des Deux-Sèvres sur tout le bassin.

Tableau 31: Part des usages selon les classes de surfaces des plans d'eau sur les données de la base de données de la DDT 79.

Classe de surface (ha)	Nombre de plans d'eau par classe	Usage	Nombre de plans d'eau par usage	Pourcentage par usage
0,05 - 0,1	105	irrigation	22	21,00 %
		loisir	42	40,00 %
		pisciculture	3	3,00 %
		autre	38	36,00 %
0,1 – 0,2	271	irrigation	48	18,00 %
		loisir	125	46,00 %
		pisciculture	22	8,00 %
		autre	76	28,00 %
0,2 – 0,5	434	irrigation	97	22,00 %
		loisir	202	47,00 %
		pisciculture	58	13,00 %
		autre	77	18,00 %
0,5 - 1	190	irrigation	53	28,00 %
		loisir	71	37,00 %
		pisciculture	43	23,00 %
		autre	23	12,00 %
1 -2	61	irrigation	25	41,00 %
		loisir	16	26,00 %
		pisciculture	12	20,00 %
		autre	8	13,00 %
> 2	33	irrigation	11	33,00 %
		loisir	4	12,00 %
		pisciculture	13	39,00 %
		autre	5	15,00 %
Total	1094	irrigation	256	23,00 %
		loisir	460	42,00 %
		pisciculture	151	14,00 %
		autre	227	21,00 %

Extrapolation des connexions au cours d'eau ou à la nappe d'accompagnement :

Cette extrapolation ne concerne pas les plans d'eau d'irrigation liés à un prélèvement BNPE pour lesquels la connexion n'est pas explicitement prise en compte. Un bilan spécifique étant réalisé à l'échelle de chacun de ces plans d'eau. Lorsque aucune donnée de connexion n'était disponible dans les bases de données des DDT(M), la connexion a été complétée en utilisant les conclusions des Diagnostics Environnementaux Communaux (DEC) sur les zones humides et quelques informations disponibles dans les bases de données complémentaires. Le nombre concerné est donné dans la Figure 56 et le Tableau 17. Si malgré ce complément, aucune donnée n'était disponible, une analyse géographique est mise en place. Cette analyse s'est faite avec la règle suivante : si le plan d'eau recoupe un cours d'eau, une bande de 100 mètres de part et d'autre du cours d'eau, ou la nappe d'accompagnement (dont l'étendue est extraite de la couche « Entités complémentaires » BD LISA), il est considéré comme connecté au cours d'eau ou à sa nappe d'accompagnement, sinon, il est considéré comme déconnecté. Cette règle a été mise en place après discussion au COTECH de l'étude et sur consultation de monsieur Pierre Chretien du BRGM. Elle tient compte du fait que l'aquifère libre du socle peut être affecté par un plan d'eau quelle que soit sa position et que l'impact du plan d'eau sur le cours d'eau dépend de la distance au cours d'eau. Cette règle ne s'applique cependant pas aux plans d'eau d'irrigation liés à un prélèvement BNPE pour lequel un bilan individuel du volume du plan d'eau à chaque pas de temps est effectué.

Bilan de l'extrapolation spatiale :

La Figure 56 et le Tableau 31 permettent de se rendre compte du nombre de plans d'eau pour lesquels une extrapolation a été nécessaire. Par manque de données, une grande majorité (91 %) des volumes de plans d'eau est extrapolée alors que dans le cas des usages et de la connexion environ la moitié (respectivement 34 et 47 %) est extrapolée. La base de données plans d'eau obtenue comporte donc une large part d'incertitudes du fait du manque important de données sur le sujet. C'est ce qui explique le choix de travailler au niveau des unités de gestion avec des étangs équivalents afin de limiter l'incertitude au niveau local en agrégeant des informations. Seuls les plans d'eau d'irrigation liés aux points BNPE sont modélisés de manières individuelles car ils sont mieux connus que le reste et nécessitent un niveau de précision plus élevé.

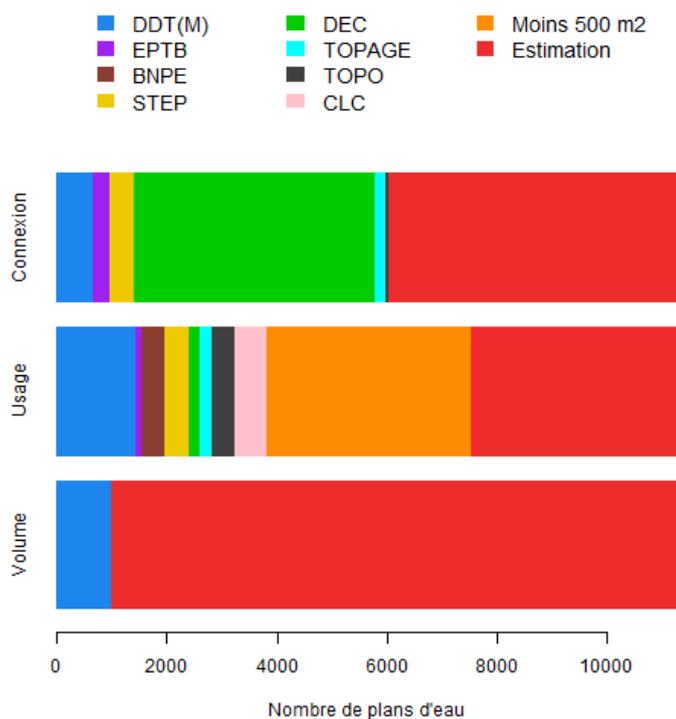


Figure 56: Provenance des données utilisées pour l'extrapolation spatiale des données de plans d'eau.

Tableau 32: Provenance des données de plans d'eau utilisées pour l'estimation des volumes, des usages et de la connexion au cours d'eau ou à la nappe d'accompagnement. Les bases de données sont classées par ordre d'utilisation (de priorité).

Base de donnée utilisée	Nombre : Volume	Proportion : Volume	Nombre : Usage	Proportion : Usage	Nombre : Connexion	Proportion : Connexion
BD DDT(M)	1 002	9 %	1 454	13 %	657	6 %
BNPE	-	-	430	4 %	-	-
DEC	-	-	190	2 %	4 380	38 %
BD EPTB	-	-	81	1 %	304	3 %
BD STEP	-	-	435	4 %	438	4 %
BD TOPAGE (plans d'eau)	-	-	242	2 %	177	2 %
BD TOPO (activités humaines)	-	-	402	4 %	65	1 %
BD CLC (occupation du sol)	-	-	581	5 %	3	0 %
Moins de 500 m ²	-	-	3 699	33 %	-	-
Total BD	1 002	9 %	7 557	66 %	6 024	53 %
Extrapolation	10 379	91 %	3 824	34 %	5 357	47 %

BD : Base de Données

Ces pourcentages d'extrapolation sont relativement importants mais varient selon leur classe. Les plans d'eau d'irrigation liés à un prélèvement BNPE (potentiellement plus impactant sur l'hydrologie) sont mieux connus (Tableau 33).

Tableau 33: Taux de recouvrement des bases de données pour les plans d'eau d'irrigation.

Plans d'eau d'irrigation	Plans d'eau nb connu		Volume plan d'eau (Mm ³)		Prélèvement nombre connu		Prélèvement volume connu 2008-2020 (Mm ³)	
	Cumul connu	Proportion connue (%)	Cumul connu	Proportion connue (%)	Cumul connu	Proportion connue (%)	Cumul connu	Proportion connue (%)
Uniquement BNPE	447	39,59	7,84	26,92	332	52,70	95,11	64,44
Uniquement DDT(M)	342	30,29	4,44	15,26	0,00	0,00	0,00	0,00
BNPE et DDT(M)	316	27,99	16,74	57,50	298	47,30	52,48	35,56
Total BNPE	763	67,58	24,58	84,43	630	100,00	147,59	100,00
BNPE ou DDT(M)	1 105	97,87	29,03	99,69	630	100,00	147,59	100,00
Autre base de donnée	24	2,13	0,09	0,31	0	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1 129	100	29,12	100,00	630	100,00	147,59	100,00

Extrapolation temporelle

La gestion des plans d'eau est modélisée en fonction de leur usage, de leur mode de remplissage et de leur connexion.

Discrétisation au pas de temps journalier

Pour connaître les volumes entrant et sortant du plan d'eau, une modélisation d'usage est réalisée en fonction du type d'usage du plan d'eau et de la connexion.

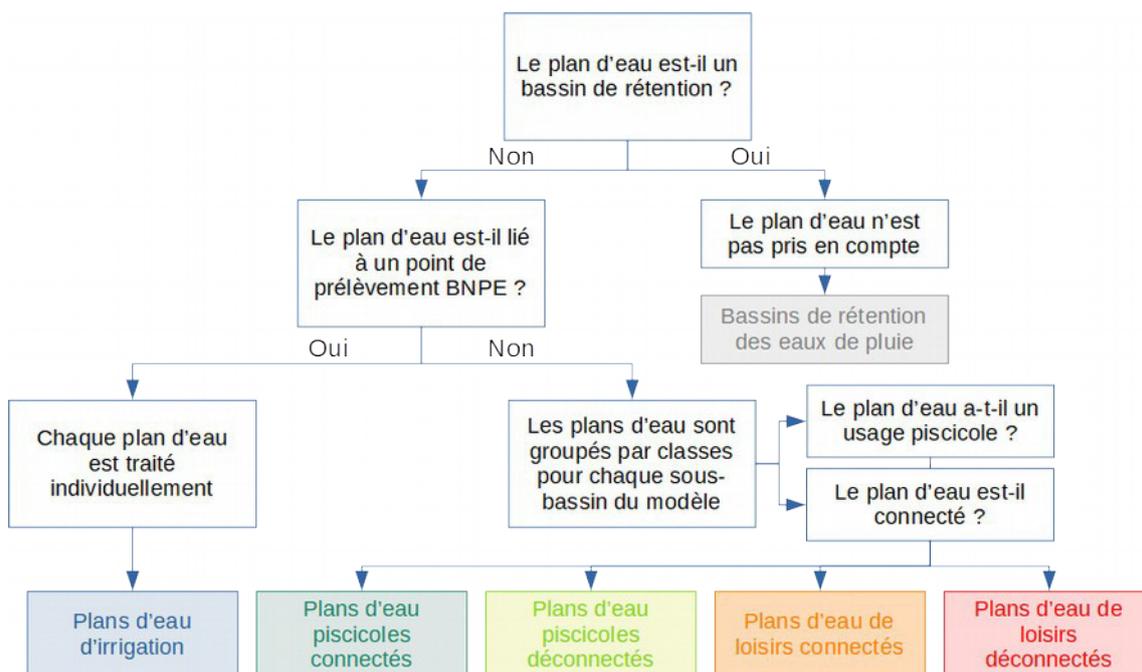


Figure 57: Tri entre les plans d'eau selon leur usage et leur connexion au cours d'eau et à la nappe d'accompagnement.

Cette discrétisation se fait donc par classes de plans d'eau (les classes décrites ci-dessus), pour chaque classe le fonctionnement est le suivant :

- **Les plans d'eau utilisés pour l'irrigation et liés à un prélèvement BNPE.** Ils sont modélisés individuellement. Les choix faits pour modéliser leur fonctionnement sont issus des échanges partagés avec les différents membres du comité technique de l'étude. Trois hypothèses ont été envisagées et testées :
 1. Une hypothèse prenant en compte la connexion des cours d'eau. Les prélèvements pour l'irrigation effectués en plans d'eau connectés étaient, ici, considéré comme ayant un impact immédiat sur le milieu et donc pris en compte au moment du prélèvement en lui-même (de la même manière que si le prélèvement avait été effectué directement dans le milieu). Lorsque le plan d'eau est déconnecté, un bilan est effectué à l'échelle du plan d'eau et l'influence du plan d'eau se fait de manière différée via l'interception du ruissellement par le plan d'eau.
 2. Une hypothèse se basant sur une comparaison entre la capacité de la retenue et le volume prélevé pour l'irrigation donné par la BNPE. Dans cette hypothèse, si le prélèvement annuel est supérieur au volume de la retenue, le surplus est prélevé directement dans le milieu (comme un prélèvement en rivière). Le reste du prélèvement BNPE est aussi pris en compte via un bilan au niveau du plan d'eau et a un impact

différé sur le milieu via l'interception du ruissellement pour le remplissage du plan d'eau.

3. La dernière hypothèse est très similaire à l'hypothèse évoquée précédemment mais en s'intéressant directement à l'évolution du volume du plan d'eau. De ce fait, elle est mieux adaptée au modèle. Un bilan des flux entrant et sortant du plan d'eau est réalisé chaque jour (Figure 58) et, si le plan d'eau est vide alors qu'une demande pour un prélèvement existe, ce dernier est considéré comme un prélèvement dans le milieu (courbe verte dans l'exemple de la Figure 62).

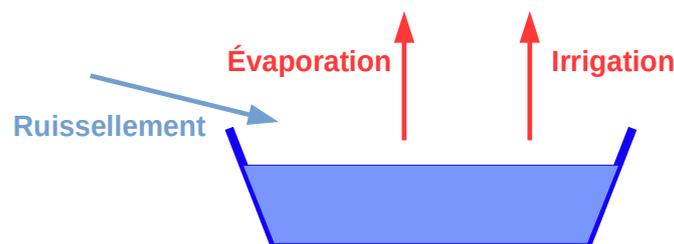


Figure 58: Bilan réalisé à l'échelle d'un plan d'eau d'irrigation

- La Figure 59 résume les résultats de ces trois hypothèses. Pour l'hypothèse 1, 60 % des prélèvements pour l'irrigation se font directement dans le milieu via des retenues connectés et seulement 24 % dans des plans d'eau déconnectés avec donc un impact différé sur le milieu. Pour les hypothèses 2 et 3, le rapport s'inverse, autour de 20 % des prélèvements sont issus du remplissage actif complémentaire entre avril et octobre (avec un effet immédiat sur l'hydrologie) et 65 % environ ont un effet différé via l'interception du ruissellement ou le remplissage hivernal. En concertation avec les membres du comité technique de l'étude et du fait des résultats de la modélisation (qui mène à une sous-estimation drastique des bas débits lorsque l'hypothèse 1 est utilisée), **le choix s'est porté sur l'hypothèse numéro 3**. Le fonctionnement retenu pour les plans d'eau d'irrigation est donc le suivant :
1. La distance hydraulique entre le plan d'eau et l'exutoire du sous-bassin dans lequel se trouve le plan d'eau est calculée (afin de prendre en compte le délai d'influence du plan d'eau dans le modèle).
 2. Le bassin versant en amont du plan d'eau est défini pour pouvoir calculer le ruissellement intercepté par le plan d'eau.
 3. Chaque jour entre 2008 et 2020, l'évapotranspiration potentielle (formule de Hargreaves modifiée), le ruissellement issu du bassin versant amont (modèle hydrologique GR6J) et la demande en eau pour l'irrigation (section 4.4.4) sont calculés.

4. Un bilan journalier est effectué pour calculer l'évolution du volume du plan d'eau et les volumes retirés au cours d'eau par le modèle (Figure 60). L'évaporation est calculée en fonction de la surface du plan d'eau (le plan d'eau est considéré comme ayant une forme en pyramide inversée) et de l'ETP. La valeur d'évaporation en millimètre est égale à 0,75 fois l'ETP. Ce coefficient a été optimisé en analysant les résultats de la modélisation par rapport aux valeurs de débits observés.
5. Si le ruissellement issu du bassin amont du plan d'eau ne suffit pas à remplir complètement le plan d'eau durant la période de décembre à mars, un remplissage actif depuis le cours d'eau est pris en compte durant cette même période, de manière à garantir le remplissage du plan d'eau à pleine capacité.

Cette façon de procéder permet de faire varier la saisonnalité du prélèvement en fonction du stock disponible. La Figure 62 montre un exemple d'évolution du volume du plan d'eau durant l'année et le volume de remplissage actif complémentaire entre avril et octobre utilisé pour l'irrigation qui est prélevé directement dans le milieu.

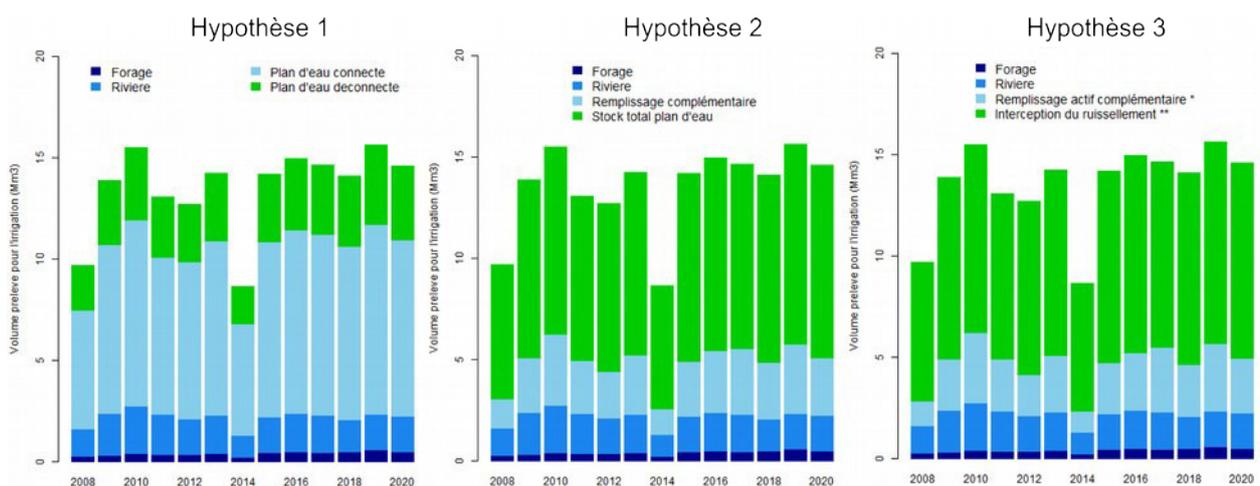


Figure 59: Bilan annuel de chaque type de prélèvement pour l'irrigation en fonction de l'hypothèse utilisée pour traiter les plans d'eau d'irrigation.

* Le remplissage actif complémentaire correspond à la demande en irrigation qui ne peut être satisfaite par le volume du plan d'eau et l'interception du ruissellement. Il est prélevé directement dans le cours d'eau ou sa nappe d'accompagnement. Ce prélèvement est effectué au moment de la demande en eau pour l'irrigation, c'est-à-dire entre avril et octobre.

** Lorsque l'interception du ruissellement ne suffit pas à remplir le plan d'eau en hiver un remplissage actif (inclus dans le volume vert) est implémenté entre Décembre et Mars.

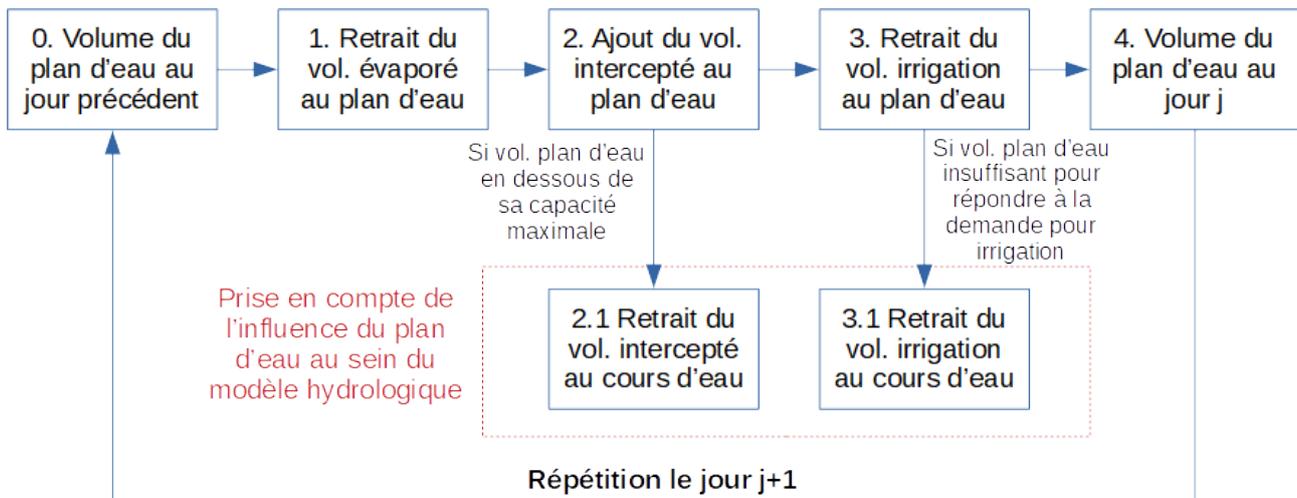


Figure 60: Calculs journaliers destinés à évaluer l'évolution du volume d'un plan d'eau d'irrigation et les volumes retirés au cours d'eau.

Les plans d'eau qui ne sont pas utilisés pour l'irrigation sont regroupés par classes, selon leur usage, leur connexion et le sous-bassin dans lequel ils se trouvent, en plans d'eau équivalents regroupant, pour chaque sous-bassin, l'ensemble des plans d'eau d'une classe donnée. Cette approche concerne les plans d'eau suivants :

- **Les plans d'eau de loisirs ou abandonnés connectés au cours d'eau et à la nappe d'accompagnement** sont considérés comme fonctionnant sans intervention. Ils perdent simplement de l'eau par évaporation et se remplissent de manière concomitante par le cours d'eau ou sa nappe d'accompagnement. Le volume évaporé est donc retiré au cours d'eau au sein du modèle.
- De même, **les plans d'eau de loisirs ou abandonnés non connectés au cours d'eau et à la nappe d'accompagnement fonctionnent aussi sans intervention.** Ils perdent simplement de l'eau par évaporation et se remplissent de manière différée par interception du ruissellement. La méthode de calcul de l'évolution de leur volume et de l'interception du ruissellement est présentée dans la Figure 61.

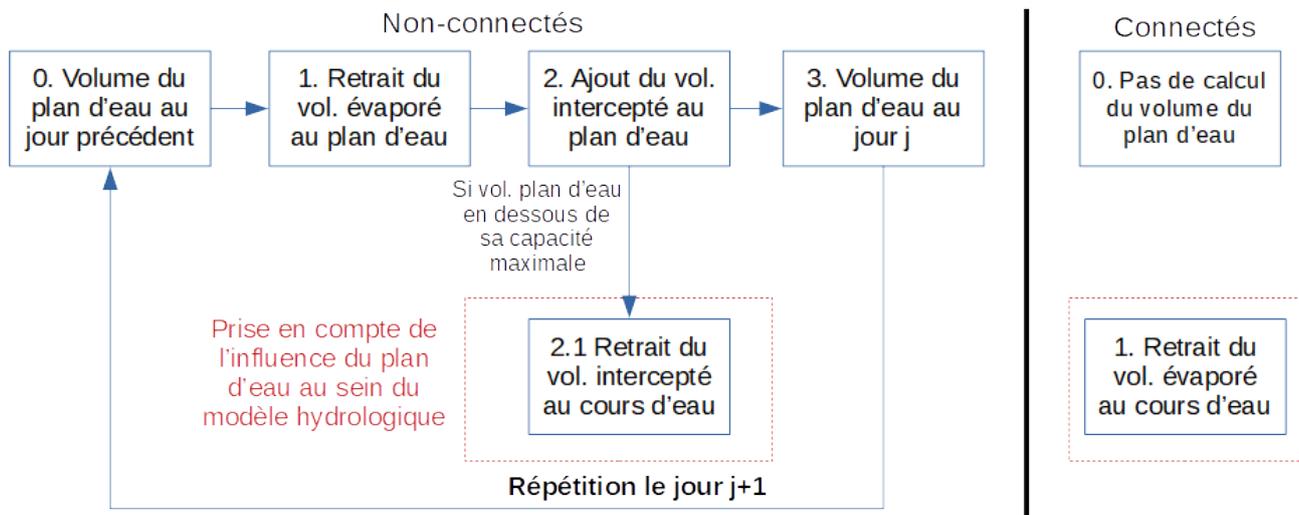


Figure 61: Calculs journaliers destiné à évaluer l'évolution du volume des plan d'eau de loisirs et abandonnés et les volumes retirés au cours d'eau.

- **Les plans d'eau utilisés pour la pisciculture et étant connectés au cours d'eau et à la nappe d'accompagnement.** Ils sont remplis par le cours d'eau et vidés par évaporation ainsi que par des vidanges volontaires effectuées entre décembre et février tous les 3 ans. Le remplissage après la vidange se fait progressivement par prélèvement dans la rivière. Les plans d'eau étant connectés, les soustractions d'eau par évaporation se font directement au milieu (le remplissage du plan d'eau est donc concomitant à la soustraction d'eau par évaporation). Une durée de remplissage et de vidange de trois semaines a été choisie à l'issue d'un entretien avec Pascal Trintignac du SMIDAP dans le cadre du stage de Rania Louafi, il s'agit d'une approximation faite à défaut de données.
- **Les plans d'eau utilisés pour la pisciculture et non connectés au cours d'eau et à la nappe d'accompagnement.** Ils sont remplis par interception du ruissellement, perdent de l'eau par évaporation et sont vidangés tous les 3 ans entre décembre et février. Après vidange, ils se remplissent par interception du ruissellement entre décembre et avril.
- Enfin **les bassins de rétentions des eaux de pluies** sont considérés comme transparents car ils n'ont vocation à stocker de l'eau que très temporairement et ont donc un temps de stockage faible.

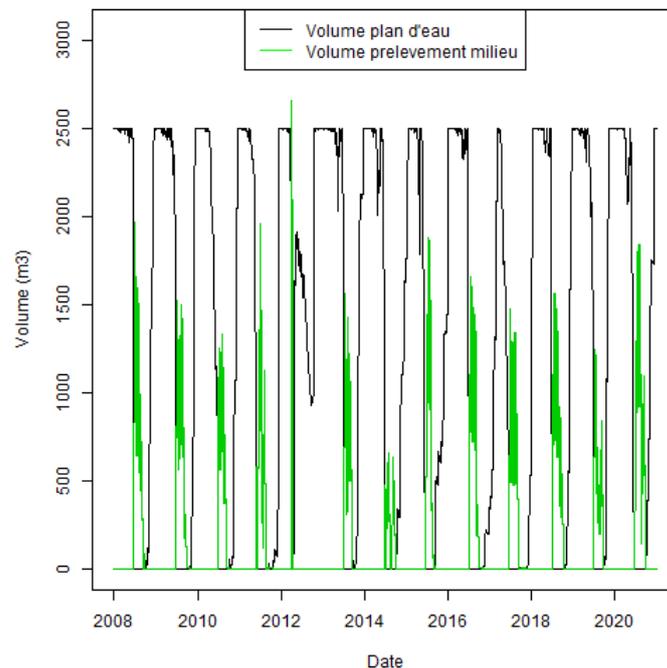


Figure 62: Exemple de bilan à l'échelle d'un plan d'eau d'irrigation.

Ces règles de gestion permettent de créer des chroniques journalières à partir du taux de remplissage du plan d'eau, des précipitations, de l'évapotranspiration potentielle, d'un taux d'infiltration, de la demande en eau des cultures et de vidanges ponctuelles. Pour les plans d'eau connectés, aucun débit réservé n'est considéré par manque d'information. De la même manière, les plans d'eau non connectés sont uniquement remplis de manière passive par ruissellement car, pour les plans d'eau remplis de manière active (pompage en cours d'eau ou en nappe, gestion de l'interception), il existe trop peu d'informations pour modéliser ce type de remplissage.

À retenir :

Extrapolation spatiale : Méthodologie dépendant de la caractéristique à extrapoler (voir Figure 54)

Extrapolation temporelle : aucune

Discretisation temporelle : Mise en place d'un bilan entrées - sorties en fonction de l'usage, la connexion au cours d'eau ou à la nappe d'accompagnement et de l'évapotranspiration potentielle journalière.

4.4.3 Prélèvements pour l'alimentation en eau potable (AEP)

Les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont soustraits au sein du modèle. Il y a 7 prélèvements ayant pour fonction l'AEP sur le bassin (Tableau 34). Les prélèvements du Ribou et de Bultière sont majeurs sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise. La Figure 52 montre que les données de chacun des prélèvements sont disponibles au pas de temps annuel. A pas de temps plus fin, seules les données des prélèvements de Bultière (journalier), de Ribou, de la Rucette et des Trois Rivières (mensuel) sont disponibles et sur une période plus courte que la période d'étude. Une désagrégation du pas de temps des données est donc nécessaire.

Tableau 34: Liste des captages AEP du bassin.

Captage AEP	Maître d'ouvrage	Milieu de prélèvement	Volume annuel moyen prélevé (Mm ³)
Bultière	Vendée Eau	Eau de surface	5,23
La Pommeraie	Vendée Eau	Eau souterraine	0,11
Le Tail	Vendée Eau	Eau souterraine	0,22
Les Martyrs	Vendée Eau	Eau de surface et souterraine	0,49
Les Trois Rivières (Longeron)	Mauges Communauté	Eau de surface	0,89
Le Ribou	Agglomération du Choletais	Eau de surface	4,15
La Rucette	Agglomération du Choletais	Eau souterraine	0,22

Extrapolation spatiale

La BNPE fournit des volumes pour l'ensemble des prélèvements du bassin. Il n'est donc pas nécessaire de faire des hypothèses pour étendre à des prélèvements sans données.

Extrapolation temporelle

Toutes les données de prélèvement sont disponibles sur l'ensemble de la période à pas de temps annuel. Une extrapolation temporelle n'est donc, ici, pas nécessaire.

Discrétisation au pas de temps journalier

La discrétisation au pas de temps journalier des données se base sur l'utilisation des données disponibles à ce pas de temps sur d'autres ouvrages. Des données journalières sont disponibles au niveau du prélèvement de Bultière entre 2014 et 2020 et des données mensuelles sont disponibles au niveau du prélèvement des Trois Rivières entre 2016 et 2020 ainsi qu'au niveau de Ribou et de la

Rucette en 2010. Tout d'abord, les données annuelles sont discrétisées par mois en utilisant la part moyenne des prélèvements annuels de Bultière, de Ribou, de la Rucette et des Trois Rivières qui est effectuée tous les mois. La Figure 63 montre que les prélèvements sont relativement homogènes sur l'année même s'ils sont légèrement plus importants en été avec un pic en juillet. Les coefficients de la Figure 63 ont donc été multipliés par les débits annuels de la BNPE pour obtenir des débits mensuels sur toute la période et pour chaque prélèvement.

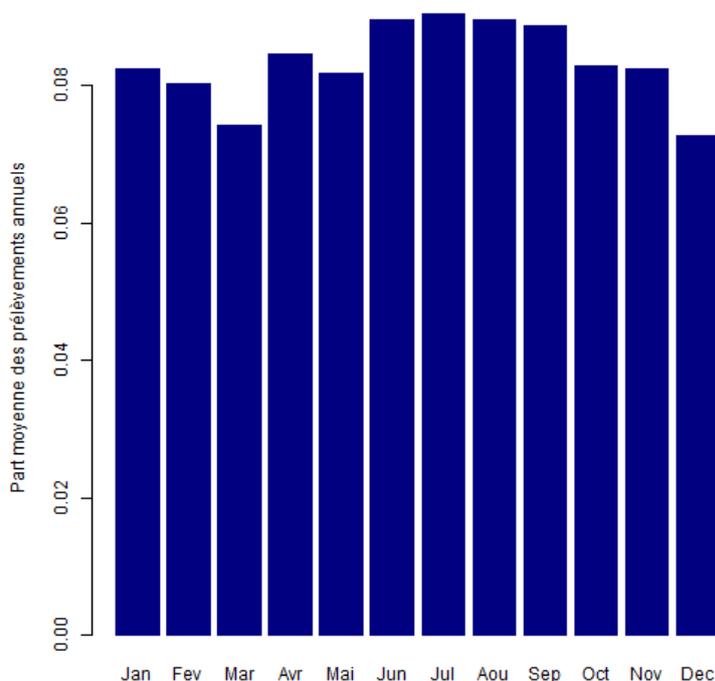


Figure 63: Part moyenne des prélèvements annuels d'AEP faite chaque mois. Ces parts sont calculées à partir des données de Bultière, de Ribou, de la Rucette et des Trois Rivières.

La discrétisation au pas de temps journalier suit la même logique, la Figure 64 montre la part des prélèvements AEP hebdomadaires effectués chaque jour. Elle montre des prélèvements plutôt constants durant la semaine mais moins élevés le week-end. Ces coefficients hebdomadaires sont donc utilisés pour effectuer la discrétisation des données mensuelles en données journalières.

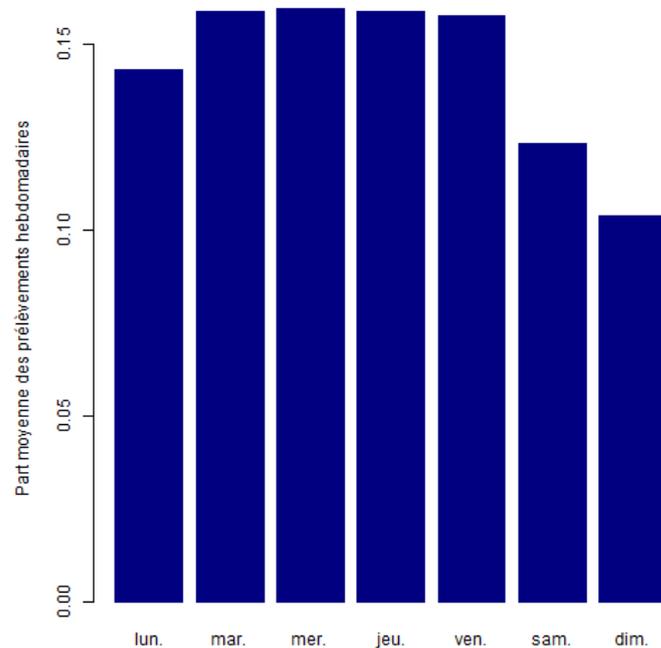


Figure 64: Part moyenne des prélèvements hebdomadaires d'AEP faite chaque jour de la semaine. Ces parts sont calculées à partir des données journalières de Bultière.

À retenir :

Extrapolation spatiale : aucune

Extrapolation temporelle : aucune

Discrétisation temporelle : La discrétisation se fait en utilisant les données journalières et mensuelles moyennes de Bultière, de Ribou, de la Rucette et des Trois Rivières.

4.4.4 Prélèvements pour l'irrigation

Comme les prélèvements pour l'AEP, les prélèvements pour l'irrigation sont soustraits au sein du modèle.

Les données de volumes prélevés pour l'irrigation sont disponibles sur la BNPE. De ce fait, elles ont une disponibilité homogène sur le bassin versant et disponibles sur l'ensemble de la période d'étude (Figure 52). Dans ce cas, l'enjeu est principalement la discrétisation temporelle de ces prélèvements.

Extrapolation spatiale

Les données de la BNPE sont considérées comme exhaustives sur le bassin, aucune extrapolation spatiale n'est donc nécessaire sur le bassin.

Extrapolation temporelle

Là encore, les données de la BNPE permettent d'avoir des données sur l'ensemble de la période, de ce fait aucune extrapolation temporelle n'est nécessaire.

Discrétisation au pas de temps journalier

Les seules données à pas de temps plus fin qui ont été collectées sur le bassin sont des données de prélèvements saisonnières sur les secteurs de Ribou-Verdon, de la Moine aval et dans les Deux-Sèvres. En l'absence de plus amples données, il est donc nécessaire de réaliser une discrétisation en utilisant la demande en eau des cultures. Pour ce faire, un inventaire des surfaces cultivées chaque année est effectué à partir des données fournies par les Chambres d'Agricultures sur le bassin de la Moine et dans les Deux-Sèvres. En effet, les chambres ont fournis des surfaces irriguées par exploitations et les volumes prélevées associés qui ont été associées à des prélèvements BNPE. Pour le reste du bassin, les types et surfaces de cultures annuelles dans un rayon de 500 mètres autour des prélèvements BNPE sont extraites du Référentiel Parcellaire Graphique et des Recensements Général Agricole de 2010 et 2020 pour les parts de surfaces irriguées par cultures. Une fois chaque prélèvement BNPE associé à des surfaces de culture irriguées, le volume annuel issu de la BNPE est « étalé » en utilisant la demande en eau des cultures. Le modèle de demande en eau des cultures CROPWAT est utilisé sur le bassin versant pour réaliser ce calcul. Ce modèle détermine l'évaporation de la culture ainsi qu'un déficit dans la satisfaction du besoin en eau de la plante en comparant besoin théorique et eau disponible grâce aux précipitations. Sur cette base, la demande en eau d'irrigation peut être déterminée.

Comme cela a été évoqué dans la partie 4.4.2, pour éviter de surestimer les prélèvements agricoles en période d'étiage, un bilan sur les plans d'eau d'irrigation est utilisée. Lorsque le prélèvement BNPE est lié à un plan d'eau, le bilan décrit dans la partie 4.4.2 est appliqué à l'échelle du plan d'eau pour différencier remplissage du plan d'eau par interception du ruissellement ou par remplissage actif hivernal et remplissage actif complémentaire entre avril et octobre.

À retenir :

Extrapolation spatiale : aucune

Extrapolation temporelle : aucune

Discrétisation temporelle : Utilisation d'un modèle de demande en eau des cultures et d'un bilan sur les plans d'eau d'irrigation

4.4.5 Prélèvements pour l'abreuvement des animaux

Il existe très peu d'informations sur les prélèvements pour l'abreuvement (Figure 52). Dans le cadre de cette étude, seules les informations des distributeurs d'eau potable et la banque de données des émissions polluantes (IREP) permettent d'avoir une idée parcellaire de ces prélèvements. De nombreuses hypothèses sont donc nécessaires pour inclure ces prélèvements à l'étude.

Extrapolation spatiale

Pour pouvoir calculer l'ampleur de ces prélèvements, une analyse basée sur les cheptels par commune et la consommation individuelle du bétail a été réalisée. Le Tableau 35 montre les valeurs de consommation utilisées. Elles sont issues de l'état des lieux 2020 du schéma départemental de Gestion de la Ressource en Eau du département du Maine-et-Loire. Sur l'année 2010, cette estimation conduit à un total de 8,5 millions de m³ environ pour les communes du bassin de la Sèvre Nantaise.

Tableau 35: Estimation des besoins en eau pour l'élevage (source : SDGRE 49).

Type de bétail	Précision	Consommation journalière (m ³ /j)
Bovins	Vache laitière	0,1
	Vache allaitante	0,05
	Veau	0,025
	Génisse lait et viande < 1 an	0,025
	Génisse lait et viande 1 à 2 ans	0,035
	Génisse lait et viande > 2 ans	0,05
	Mâle < 1 an	0,025
	Mâle 1 à 2 ans	0,035
	Mâle > 2ans	0,05
Porcins	Porcs engraissement	0,007
	Truies	0,022
	Ovins	0,007
	Caprins	0,007
	Volailles	0,0002
	Équidés	0,04
	Lapin	0,0005

Cependant, ces 8,5 millions de m³ ne sont pas systématiquement prélevés dans le milieu naturel. Une partie l'est dans le réseau d'eau potable et est donc déjà comptabilisée dans les prélèvements AEP au milieu. Là encore, les données permettant de connaître les différents milieux de

prélèvements sont lacunaires. Concernant les fournisseurs d'eau potables, seuls Vendée Eau et Mauges Communauté ont fourni des données permettant de connaître les prélèvements agricoles dans le réseau AEP. Les données collectées sur les territoires de ces deux fournisseurs permettent d'identifier la part des prélèvements pour l'abreuvement qui s'effectuent dans le réseau AEP en comparant ces prélèvements au tarif agricole avec les estimations de consommation des cheptels pour chaque commune de Vendée et de Mauges Communauté. Cette hypothèse n'est cependant pas tout à fait satisfaisante car les données de Vendée Eau et de Mauges Communauté sont lacunaires et ne concernent que les plus gros consommateurs. Les valeurs issues de l'analyse ont ainsi été réévaluées au cours du comité technique de l'étude. Pour compenser, les manques dans les données, les pourcentages ont été rehaussés de 10 % pour chaque type de cheptel. De plus, les pourcentages de prélèvement pour les volailles, les porcins et les vaches laitières ont été rehaussés de 10 % supplémentaires pour mieux correspondre aux contraintes réglementaires et à la sensibilité de ces types d'animaux. Le Tableau 36 recense les pourcentages de prélèvement dans le réseau AEP pour chaque type de bétail, calculé à partir des données de Vendée Eau et Mauges Communauté et réajusté grâce à l'expertise des membres du comité technique de l'étude HMUC. Cette part moyenne, calculée pour chaque type de bétail, est utilisée pour calculer les prélèvements dans le réseau AEP des territoires restants. Les prélèvements dans le milieu naturel sont simplement considérés comme étant le complémentaire des prélèvements dans le réseau AEP. Il est cependant impossible de différencier les prélèvements en eaux souterraines des prélèvements en eaux superficielles. L'hypothèse sera faite que la totalité de ces prélèvements se font en eaux superficielles. Bien que cela représente une possible surestimation des prélèvements, une partie des prélèvements qui se font en eaux souterraines ne se font pas en nappe profonde et sont donc liés à l'eau de surface, la surestimation devrait donc être limitée.

Comme évoqué dans le rapport de la Phase 1 de l'étude, aucun rejet n'est considéré en regard de ces prélèvements.

Tableau 36: Pourcentage de prélèvement dans le réseau AEP par type de bétail.

Type de bétail	Bovins		Volailles	Porcins	Ovins	Caprins	Équidés	Lapins
	Allaitant	Lait						
% de prélèvement dans l'AEP	15	30	60	60	15	60	15	60

Extrapolation temporelle

Comme l'extrapolation spatiale, l'extrapolation temporelle des prélèvements est liée aux cheptels. Étant donné que les cheptels ont été extrapolés sur toute la période, les estimations de consommation et donc de prélèvements par commune le sont aussi.

Discrétisation au pas de temps journalier

Les volumes sont discrétisés par mois en utilisant les pourcentages proposés par la CACG au cours d'une étude sur la gestion quantitative de l'eau en région Bretagne. Le Tableau 37 représente les pourcentages appliqués pour chaque mois par rapport à la moyenne annuelle. Ces pourcentages permettent de simuler une consommation plus importante en été et dans une moindre mesure en hiver.

Tableau 37: Pourcentage mensuel de consommation d'eau des cheptels par rapport à la moyenne annuel (source Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau en Bretagne. Analyse de la pression de prélèvement, définition des volumes disponibles, CACG, 2021).

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
% de variation	110	110	90	60	70	110	150	150	110	70	80	110

À retenir :

Extrapolation spatiale : Taux de prélèvement moyen dans le réseau AEP extrapolé à partir du taux moyen observés sur les territoires de Vendée Eau et Mauges Communauté.

Extrapolation temporelle : Evolution des prélèvements reliées aux cheptels

Discrétisation temporelle : Prélèvements discrétisés par mois.

4.4.6 Prélèvements industriels

Les prélèvements industriels, hors prélèvements AEP, sont introduits directement dans le modèle comme des volumes soustraits aux cours d'eau. Les prélèvements dans le réseau AEP sont déjà pris en compte par ailleurs (prélèvements AEP, partie 4.4.3).

Les prélèvements pour l'industrie ont été fournis par la base de données IREP et par la BNPE. Ils sont assez exhaustifs sur le bassin mais ne sont pas disponibles sur l'ensemble de la période (Figure 52). L'extrapolation temporelle représente donc le gros du travail pour ces prélèvements.

Extrapolation spatiale

Pour cette étude, seules les industries déjà prises en compte dans les bases de données BNPE et IREP seront prise en compte. Aucune extrapolation spatiale n'est donc nécessaire.

Extrapolation temporelle

Pour chaque industrie, les dates d'ouverture et de fermeture sont prises en compte. Si des données manquantes sont constatées durant la période d'activité, une extrapolation temporelle est effectuée. Lorsque les données le permettent et qu'une tendance est observable, l'extrapolation temporelle tient compte de cette tendance. Sinon, en l'absence d'informations, les prélèvements sont considérés constants.

Discrétisation au pas de temps journalier

Pour la discrétisation au pas de temps journalier, les prélèvements sont considérés comme constants chaque jours sauf le week-end où ils sont nuls.

À retenir :

Extrapolation spatiale : Aucune

Extrapolation temporelle : Extrapolation et interpolation linéaire des données disponibles

Discrétisation temporelle : Prélèvements constants sur l'année mais nuls le week-end

4.5 Extrapolation des données de rejets

4.5.1 Pertes sur le réseau AEP

Les pertes sur le réseau AEP sont injectées directement dans le modèle comme des apports d'eau au cours d'eau.

Les rendements des réseaux ont été obtenus via la base de données Sispea et certains fournisseurs d'eau potable. Les données sont disponibles pour au moins une année sur la plupart des communes du bassin mis à part pour les 4 communes de Vertou, Basse-Goulaine, Les Sorinières et Rezé. Cependant, ces données ne sont pas à l'échelle de la commune mais plutôt du service d'AEP. Une discrétisation spatiale est donc nécessaire pour obtenir des données à l'échelle de la commune. Par ailleurs, rares sont les services pour lesquels des données existent sur toute la période. Une extrapolation temporelle est donc aussi nécessaire.

Extrapolation spatiale

Les rendements des quatre communes sans données sont indexées aux rendements observés sur les autres communes de la Métropole de Nantes. L'hypothèse utilisée pour discrétiser les données de rendement à l'échelle de la commune a été de considérer les rendements comme étant constants par service. Cette hypothèse est simplificatrice car les rendements sont souvent plus faibles pour les communes rurales mais elle permet cependant de conserver les volumes globaux de perte sur l'ensemble du territoire du service AEP.

Extrapolation temporelle

L'extrapolation temporelle se fait en suivant les tendances observées sur chaque commune (la Figure 65 montre l'exemple avec la commune de Maulévrier). Les lacunes dans les chroniques de rendement sont aussi complétées par interpolations linéaires.

Discrétisation au pas de temps journalier

Dans le cas des rendements des réseaux d'eau potable, une données annuelle est suffisante, aucune discrétisation temporelle n'a donc été pratiquée.

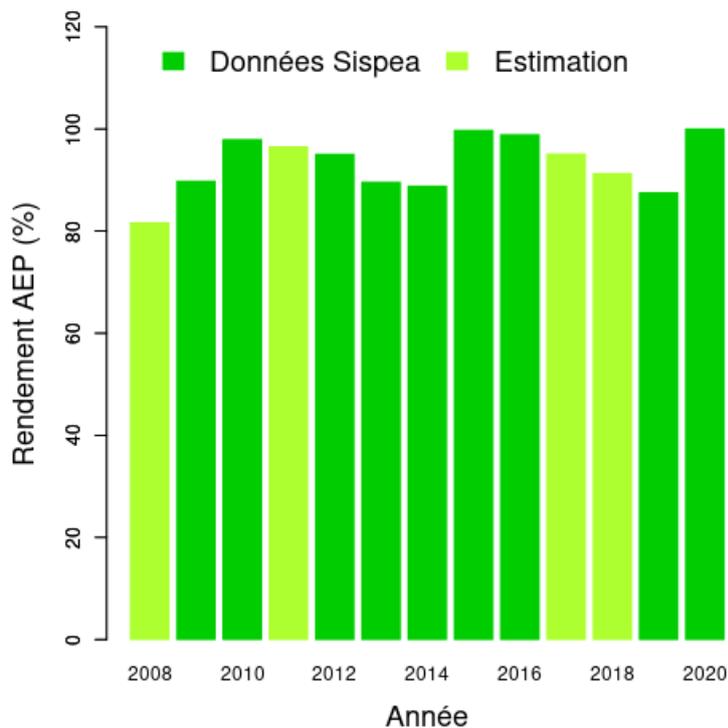


Figure 65: Evolution du rendement des réseaux AEP sur la commune de Maulévrier, les données manquantes sont interpolées et extrapolées linéairement.

À retenir :

Extrapolation spatiale : Rendements considérés comme constants sur les territoires de chaque service d'eau potable.

Extrapolation temporelle : Extrapolation et interpolation linéaire des données disponibles

Discrétisation temporelle : aucune

4.5.2 Rejets liés à l'assainissement

Les rejets liés à l'assainissement collectif sont directement injectés dans le modèle comme des apports d'eau au cours d'eau.

Les données de rejets de station d'épuration ont été fournies par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et les DDT(M) du Maine-et-Loire et de la Loire-Atlantique. Des données sont disponibles sur la plupart des stations (Figure 52). Sur un total de 160, seules 10 stations ne disposent pas de données au pas de temps annuels et 24 stations ne disposent pas de données mensuelles (ou très peu). Les données journalières ne sont disponibles que sur les départements du Maine-et-Loire et de la Loire-Atlantique pour 44 stations. L'enjeu ici est plutôt l'extrapolation temporelle car très peu de stations disposent de données sur l'ensemble de la période. De plus, ces données sont disponibles entre 2010 et 2020, une extrapolation en 2008 et 2009 est donc nécessaire pour toutes les stations. Les rejets liés à l'assainissement non collectif ne sont pas pris en compte dans l'étude.

Extrapolation spatiale

Cette extrapolation concerne 10 stations. Leur rejet est calculé en leur assignant un rejet moyen des stations ayant le même nombre d'équivalents habitants et disposant de données de rejet.

Extrapolation temporelle

Pour réaliser l'extrapolation temporelle des données annuelles sur la période 2012-2020 (période de disponibilité des données de l'Agence de l'Eau), les 47 stations disposant de données sur l'ensemble des années sont utilisées. L'analyse des rejets moyens chaque année de ces stations permet d'obtenir un coefficient correspondant à chaque année (Figure 66). Les rejets sur les années manquantes des stations ne disposant que de données partielles sont ainsi calculés à partir d'un produit en croix :

$$\text{Rejet}(\text{STEP}, Y1) = \text{Rejet}(\text{STEP}, Y2) * \text{Rejet}(\text{total}, Y2) / \text{Rejet}(\text{Total}, Y1)$$

Avec $\text{Rejet}(\text{STEP}, Y1)$ le rejet de la station d'intérêt sur l'année 1 pour laquelle elle n'a pas de données, $\text{Rejet}(\text{STEP}, Y2)$ le rejet de la station d'intérêt sur l'année 2 pour laquelle elle a des données et $\text{Rejet}(\text{Total}, Y1)$ et $\text{Rejet}(\text{Total}, Y2)$ les rejets totaux des STEPs pour lesquelles il existe des données sur toutes les années, respectivement pour les années 1 et 2.

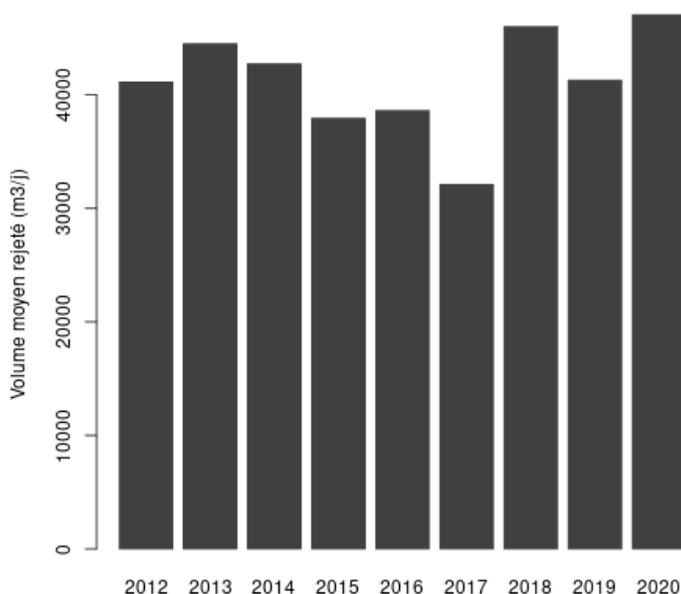


Figure 66: Evolution des volumes annuels rejetés (en millions de m³) par les stations ayant des données pour la période 2012-2020

L'extension des données entre les années 2008 et 2011 demande des hypothèses plus fortes. L'extrapolation en 2010 et 2011 se fait en utilisant le même produit en croix mais seules les stations de Torfou et de Cholet Cinq-Pont, dont les données journalières fournies par la DDT 49 sont complètes sur la période 2010-2011, sont utilisées comme référence. Pour les années 2008 et 2009, le choix a été fait d'utiliser les données de consommation d'eau potable pour compléter sur cette période. Cela implique des incertitudes car ces données ne sont pas forcément corrélées comme l'indique la Figure 67. Cependant, il n'y a pas d'autres données collectées lors de cette étude qui peuvent servir de référence pour l'extrapolation des données de rejets.

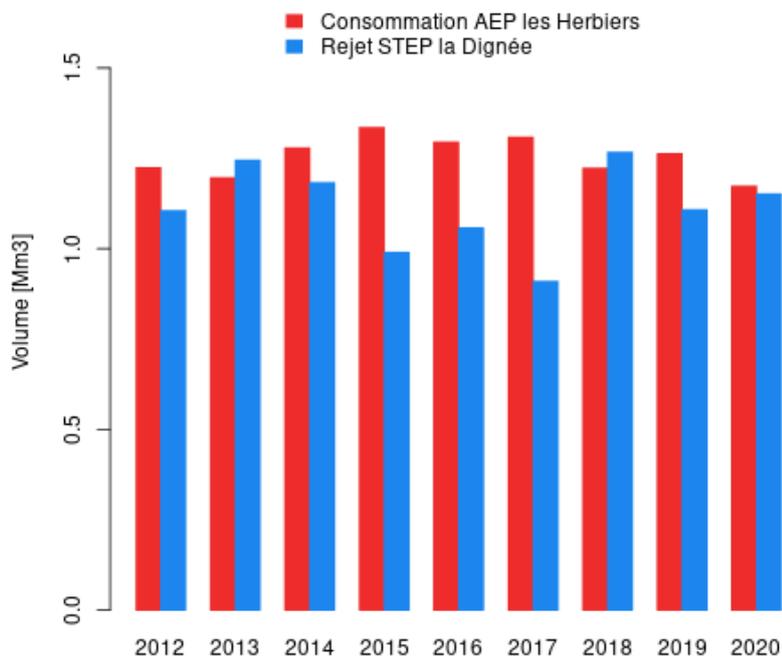


Figure 67: Comparaison entre consommation d'eau potable et rejets de station d'épuration sur la commune des Herbiers.

Les données mensuelles et journalières sont extrapolées selon le même procédé.

Discrétisation au pas de temps journalier

Les extrapolations décrites ci-dessus permettent d'obtenir des données mensuelles de rejet des STEPs. Pour discrétiser au pas de temps journalier, les données fournies dans le département du Maine-et-Loire sont prises en compte. Chaque mois, la part journalière moyenne du volume rejeté par les stations ayant des données journalières observées complètes sur le mois en question est calculée. La Figure 68 est un exemple de ce calcul sur le mois de janvier 2016. Elle montre une plus grande hétérogénéité des rejets que dans le cas des prélèvements d'eau potable. En effet, les quantités rejetées par les stations sont souvent plus dépendantes des précipitations et des rejets de certaines industries que de la consommation en elle-même. Cette extrapolation fait donc l'hypothèse que les jours de pluies sont à peu près constants sur le bassin. Si cette hypothèse est inexacte, ces taux moyens forment tout de même la meilleure approximation de la réalité pouvant être obtenue à partir des données disponibles pour cette étude. Une fois ces taux obtenus sur la période complète, les données sont discrétisées pour chaque station en multipliant ces taux journaliers moyens par le volume mensuel rejeté.

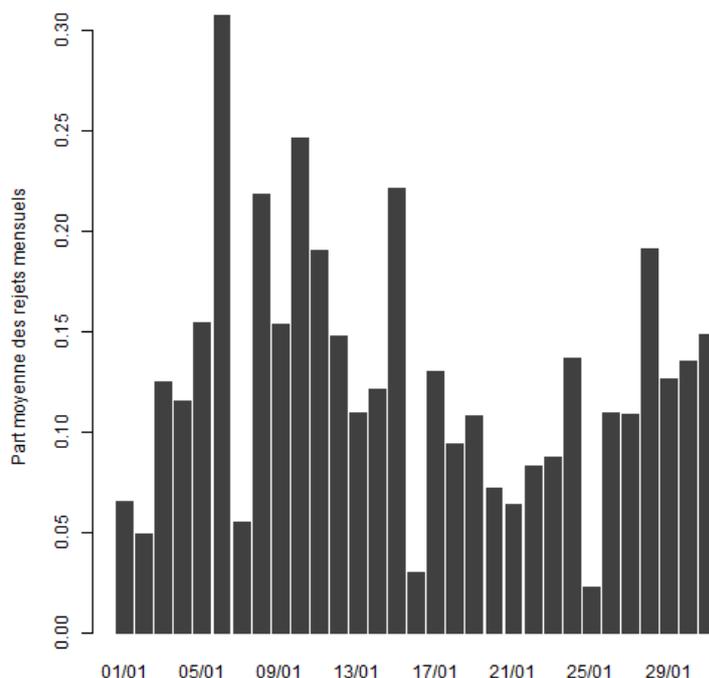


Figure 68: Part moyenne des rejets mensuels de STEP sur le mois de janvier 2016. Ces parts sont calculées à partir des données de 9 STEP du Maine-et-Loire.

À retenir :

Extrapolation spatiale : Utilisation d'une relation moyenne entre rejet et nombre d'équivalents habitants de la station

Extrapolation temporelle : Reproduction de l'évolution des rejets observés sur les stations d'épuration ayant des données complètes sur la période

Discretisation temporelle : Discretisation mensuelles en utilisant l'évolution des données de rejets mensuels connues, discretisation journalière à partir des stations pour lesquelles des mesures journalières existent.

4.5.3 Rejets industriels

Les données de rejets industriels sont issues des bases de données IREP et de l'Agence de l'Eau. Les données de l'Agence de l'Eau ne fournissent pas de volumes rejetés mais les localisations et les milieux de rejets. Les données sont disponibles sur très peu d'années et il est difficile de savoir si elles sont exhaustives.

Extrapolation spatiale

Les points de rejets présents sur la base de donnée de l'IREP sont complétés par les points de rejets fournis par l'AELB lorsque le rejet se fait directement dans le milieu naturel et non raccordé au réseau d'assainissement et qu'il existe des données de prélèvement IREP ou BNPE.

Extrapolation temporelle

Lorsqu'ils sont disponibles au moins un an sur la base de donnée IREP, les rejets d'une industrie sont considérés comme constants sur l'ensemble de la période. Si aucune donnée n'est disponible, les rejets sont calculés comme un pourcentage des prélèvements. Si des données de rejets et prélèvements sont disponibles pour une activité donnée (dans la classification IREP des activités), ce pourcentage est calculé. Par exemple, les rejets de la carrière de la Roche Atard à Cholet sont calculés par rapport au taux de rejet de la carrière Charrier à La Haie Fouassière. Si aucune donnée n'est disponible pour le secteur d'activité, un pourcentage de 93 % de rejets, issu de l'état des lieux 2019 du SDAGE Loire Bretagne, est appliqué.

Tableau 38: Pourcentages de rejets par rapports aux prélèvements estimés à partir des données IREP

Secteur d'activité	Données disponibles		Pourcentage de rejets
	2019	2020	
Traitement, transformation du lait	Lactalis	Sabourin, Lactalis	80 %
Abattoirs	Charal, Euralis	Charal, Euralis	91 %
Transformation de matière première animale	Oeufs Geslin	Oeufs Geslin	91 %
Extraction, carrière	-	Charrier	100 %
Textile	Initial Service	Elis Lavandière	94 %
Autre industrie	-	-	93 %

Discrétisation au pas de temps journalier

Tout comme les prélèvements, les rejets sont considérés comme étant constants tout au long de l'année sauf le week-end où ils sont nuls.

À retenir :

Extrapolation spatiale : Combinaison des bases de données IREP et AELB

Extrapolation temporelle : Rejets considérés comme constants ou à défaut de données égaux à la part moyenne observée des volumes prélevés

Discrétisation temporelle : Rejets constants sur l'année mais nuls le week-end

4.6 Extrapolation des données d'usages complémentaires

4.6.1 Consommation d'eau potable

La consommation d'eau potable est prise en compte pour mettre en place des modèles d'usages permettant d'évaluer les prélèvements au milieu naturel pour l'alimentation en eau potable en phase 3 (prélèvement = eau consommée + pertes).

La Figure 52 montre que les données de consommation d'eau potable (qui regroupe la consommation domestique, la consommation pour l'abreuvement et la consommation par les gros consommateurs comme par exemple les industriels) ne sont disponibles qu'au pas de temps annuel et qu'elles ne le sont pas sur la totalité du bassin. En effet, il n'y a pas de données sur 27 des 113 communes du bassin versant. De plus, les données sont rarement disponibles sur la totalité la période. Ces données ont été fournies par les producteurs d'eau potable et la base de données Sispea (Figure 69). Cependant, les données de consommation de la base Sispea ne sont pas disponibles à l'échelle communale mais à l'échelle du service qui regroupe tout ou partie de plusieurs communes. Une discrétisation spatiale est donc nécessaire sur les communes en question.

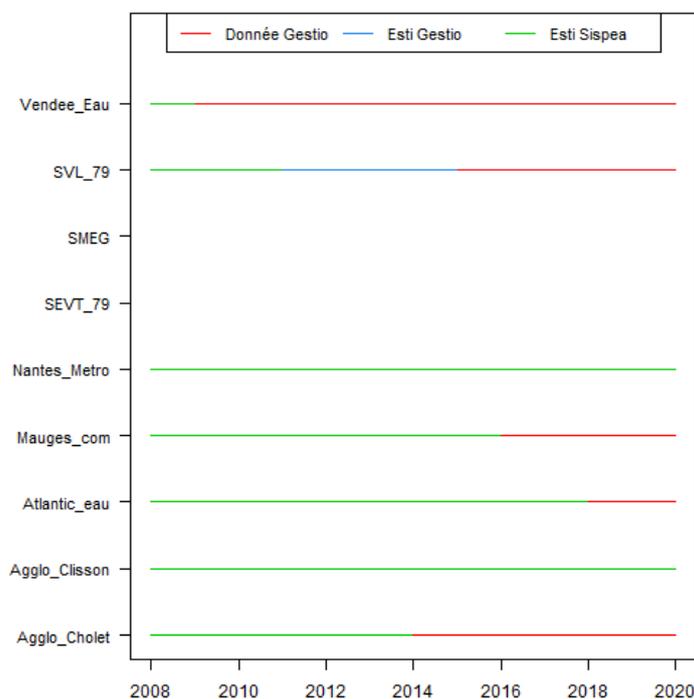


Figure 69: Périodes de disponibilité des données de consommation d'eau potable par service.

Extrapolation spatiale

L'extrapolation spatiale concerne les communes pour lesquelles aucune donnée de consommation n'a été recueillie auprès des services d'eau potable. En l'occurrence, les communes du Syndicat Mixte des Eaux de la Gâtine (SMEG), du Syndicat du Val de Thouet (SVT), la Métropole de Nantes et la Communauté d'Agglomération de Clisson. Parmi ces communes, deux cas de figure se présentent :

- Les données Sispea sont disponibles pour le service en question.
- Aucune donnée n'est disponible sur la commune.

Dans le premier cas, les données annuelles à l'échelle du service sont discrétisées par commune en utilisant la formule suivante :

$$\text{Conso}(\text{Comm}, Y) = \text{Conso}(\text{Servi}, Y) * (\text{Pop}(\text{Comm}, Y) / \text{Pop}(\text{Servi}, Y))$$

Avec $\text{Conso}(\text{Comm}, Y)$ et $\text{Conso}(\text{Servi}, Y)$, les consommations respectives de la commune et de la totalité du territoire du service pour l'année Y et $\text{Pop}(\text{Comm}, Y)$ et $\text{Pop}(\text{Servi}, Y)$, les populations respectives de la commune et de la totalité du territoire du service pour l'année Y. Cette estimation est grossière car elle ne prend pas en compte les gros consommateurs éventuels (c'est-à-dire les collectivités, les industries et les exploitations agricoles - en particulier les élevages - qui mobilisent d'importants volumes d'eau potable) mais elle permet de combler les lacunes dans les données. Un test réalisé au niveau de Vendée Eau montre les incertitudes liées à cette extrapolation (Figure 70). Le test montre une sous estimation des consommations des communes les plus peuplées probablement à cause de la présence de gros consommateurs sur ces communes. Cependant, cette estimation ne concerne que peu de communes du bassin. Les 7 communes en question (représentant tout de même 50 000 habitants, soit environ 15 % de la population du bassin versant de la Sèvre Nantaise) appartiennent à la Métropole de Nantes (très en aval et ayant peu d'impact sur l'hydrologie car la plus grande partie de l'eau potable qui y est consommée provient et est rejetée dans la Loire) et la Communauté d'Agglomération de Clisson (qui ne comporte qu'une commune et donc pour laquelle aucune estimation n'est nécessaire car la consommation à l'échelle du service correspond à la consommation de la commune de Clisson).

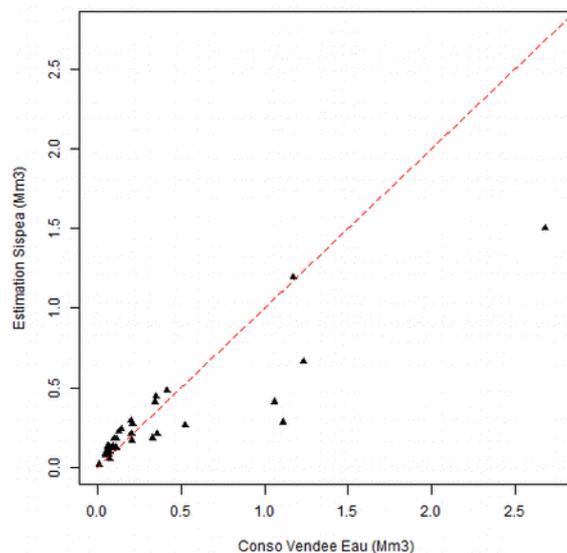


Figure 70: Comparaison sur l'année 2020 entre les consommations communales (en millions de m³) fournies par Vendée Eau et leur estimation à partir des données Sispea.

Concernant le second cas de figure, les estimations sont faites en fonction de la population de la commune et de la consommation globale de l'année sur le bassin. Une relation entre la population de communes voisines et la consommation a été réalisée sur l'année 2020 (Figure 71). La consommation des communes sera ainsi obtenue en utilisant cette relation consommation / population (droite rouge) et la consommation d'une commune proche ayant des données. Là encore cette méthode entraîne des incertitudes mais elle concerne 8 communes rurales (pour 6 400 habitants, soit environ 1 % de la population du bassin versant de la Sèvre Nantaise), situées en amont du bassin.

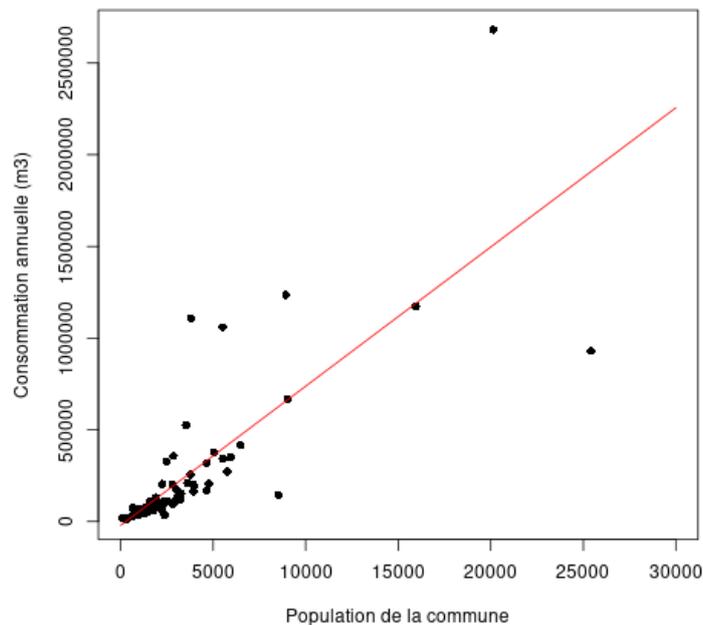


Figure 71: Relation entre consommation d'eau potable et population de la commune en 2020.

Extrapolation temporelle

Lorsque des données de consommation sont disponibles sur au moins quelques années sur une commune donnée, le complément se fait en utilisant les volumes totaux de Sispea et la répartition observée par communes sur les données obtenues auprès des gestionnaires. En d'autres termes, une part moyenne de la consommation d'une commune par rapport à celle de la totalité du territoire en question est calculée. Cette part est ensuite appliquée à la consommation totale sur le territoire issue de Sispea sur une année de non disponibilité des données des différents services d'eau potable. Lorsqu'aucune donnée Sispea n'existe pour une année donnée, une extrapolation linéaire est réalisée à partir des années pour lesquelles des données sont disponibles. Cette extrapolation concerne les communes de l'Agglomération du Choletais (sauf les 3 communes de Cholet, St Christophe du Bois et La Tessoualle), de Beaupréreau en Mauges et Montrevault sur Evre ainsi que des anciens syndicats de Granlieu et du Vignoble.

Discrétisation au pas de temps journalier

Étant donné qu'aucune donnée n'est disponible à pas de temps plus fin que le pas de temps annuel, la discrétisation au pas de temps journalier se fait de la même manière que la discrétisation des données de prélèvements d'eau potable (en utilisant les coefficients de la Figure 65 et de la Figure 66).

À retenir :

Extrapolation spatiale : l'extrapolation sur les communes sans données se fait via une relation population / consommation des communes voisines

Extrapolation temporelle : Utilisation des volumes Sispea (ramenés à l'échelle de la commune en utilisant les répartitions sur les années connues), extrapolations linéaires en cas de lacunes dans les données Sispea

Discrétisation temporelles : Utilisation des données journalières et mensuelles moyennes de Bultière, de Ribou, de la Rucette et des Trois Rivières.

4.6.2 Cheptels par communes

Les données de cheptels sont utilisés indirectement pour le projet. Les données de prélèvement pour l'abreuvement n'étant pas disponibles (partie 4.4.5), les cheptels sont utilisés pour calculer une demande en eau qui est traduite en prélèvement communal dans le modèle (Tableau 35). Les cheptels seront aussi utilisés lors de la phase 3 du projet pour créer des modèles d'usages selon le même procédé.

Les données de cheptels sur le bassin sont issues des données du site Agreste. Ils sont disponibles sur tout le bassin à l'échelle des communes mais seulement sur l'année 2010 (avant dernier recensement général agricole). Les données de cheptels communaux du recensement général agricole de 2020 ne sont disponibles qu'à l'échelle des EPCI. Cela rend donc nécessaire une extrapolation temporelle (Figure 52).

Extrapolation spatiale

Les données du site Agreste couvrent l'ensemble du territoire, aucune extrapolation spatiale n'est donc nécessaire.

Extrapolation temporelle

Pour extrapoler les données de 2010 à l'ensemble de la période 2008-2020, le choix a été fait d'utiliser les données de cheptels départementaux d'Agreste et les cheptels à l'échelle des EPCI du Recensement Général Agricole 2020. Là encore, un produit en croix est utilisé pour calculer les cheptels communaux :

$$\text{Chept}(\text{commu}, Y) = \text{Chept}(\text{commu}, 2010) \times \text{Chept}(\text{depart}, 2010) / \text{Chept}(\text{depart}, Y)$$

Avec $\text{Chept}(\text{commu}, Y)$ le cheptel de la commune d'intérêt pour l'année d'intérêt Y, $\text{Chept}(\text{commu}, 2010)$ le cheptel de la commune d'intérêt en 2010 et $\text{Chept}(\text{depart}, Y)$ et $\text{Chept}(\text{depart}, 2010)$ les cheptels départementaux respectivement pour l'année d'intérêt Y et l'année 2010. Pour 2020, l'analyse se fait à l'échelle de l'EPCI et non des départements.

Ce procédé permet non seulement de conserver la répartition des cheptels par commune sur le bassin mais aussi de prendre en compte les tendances à la baisse de l'élevage au niveau des départements (Figure 72).

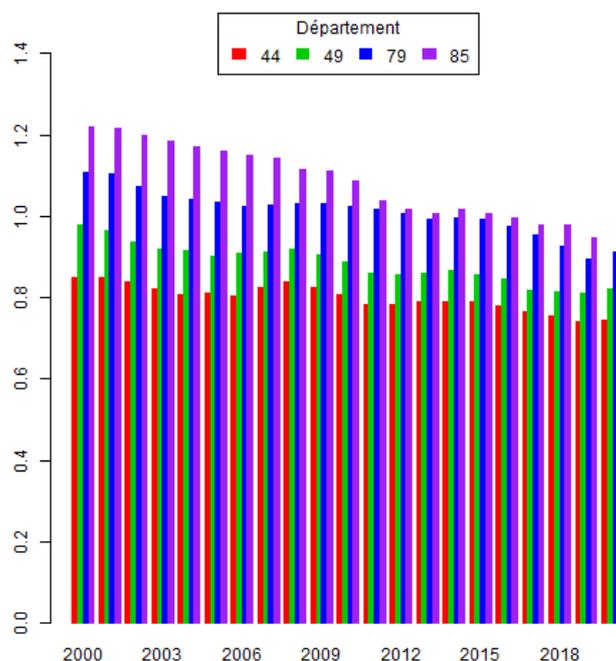


Figure 72: Evolution des cheptels en million de têtes sur l'ensemble des 4 départements du bassin versant de la Sèvre Nantaise.

Discrétisation au pas de temps journalier

Dans le cas des cheptels, les données annuelles sont suffisantes. Aucune discrétisation temporelle n'est donc utilisée.

À retenir :

Extrapolation spatiale : aucune

Extrapolation temporelle : Utilisation des évolution de cheptels départementales et sur les EPCI

Discrétisation temporelle : aucune

4.6.3 Taux d'assainissement non collectif

Dans le cadre de l'étude HMUC aucun rejet n'est pris en compte via l'assainissement non collectif. Cependant, cette valeur sera utilisée dans le cadre de la phase 3 pour mettre en place un modèle de rejet lié à l'assainissement collectif. Le rejet par assainissement collectif est égal à la consommation AEP multiplié par le taux d'assainissement collectif.

Le taux d'assainissement non collectif est calculé à partir des données de la base de donnée Sispea. Sa valeur est connue à l'échelle des territoires des services d'assainissement non collectif et n'est pas connue sur toute la période. Une extrapolation temporelle et spatiale est donc nécessaire.

Extrapolation spatiale

Au sein de chaque territoire de service d'assainissement, une discrétisation spatiale est menée pour avoir un taux d'assainissement non collectif pour chaque commune. Cette discrétisation est faite en prenant en compte les différences entre communes rurales et communes urbaines. En effet, les taux d'assainissement non collectif des communes rurales sont généralement plus élevés que ceux des communes urbaines.

Extrapolation temporelle

L'extrapolation temporelle se fait en considérant le taux d'assainissement non collectif de la commune comme constant par rapport à la valeur connue suivante.

Discrétisation au pas de temps journalier

Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de disposer de données à pas de temps journalier, le pas de temps annuel est suffisant.

À retenir :

Extrapolation spatiale : Discrétisation spatiale des données Sispea en prenant en compte l'aspect rural ou urbain des communes.

Extrapolation temporelle : Hypothèse de taux d'assainissement non collectif constant sur la période

Discrétisation temporelle : aucune

4.7 Synthèse des hypothèses

Le Tableau 39 et le Tableau 40 synthétisent respectivement les hypothèses faites pour l'extrapolation et la description des données et pour la modélisation des usages

Tableau 39: Synthèse des hypothèses utilisées pour l'extrapolation spatiale, l'extrapolation temporelle et la discrétisation temporelle des données d'usage

Type de données	Type d'extrapolation	Description de l'extrapolation
Prélèvements		
Gestion des barrages	Extrapolation spatiale	-
	Extrapolation temporelle	Relation logarithmique entre les débits de la station de Cholet et les sorties des barrages
	Discrétisation temporelle	-
Plans d'eau	Extrapolation spatiale	Méthodologie dépendant de la caractéristique à extrapoler
	Extrapolation temporelle	-
	Discrétisation temporelle	Mise en place d'un bilan entrées - sorties en fonction de l'usage, la connexion au cours d'eau ou à la nappe d'accompagnement et de l'évapotranspiration potentielle journalière.
Prélèvements AEP	Extrapolation spatiale	-
	Extrapolation temporelle	-
	Discrétisation temporelle	Utilisation des données journalières et mensuelles moyennes de Bultière, de Ribou, de la Rucette et des Trois Rivières.
Prélèvements pour l'irrigation	Extrapolation spatiale	-
	Extrapolation temporelle	-
	Discrétisation temporelle	Utilisation d'un modèle de demande en eau des cultures et d'un bilan sur les plans d'eau d'irrigation
Prélèvements pour l'abreuvement	Extrapolation spatiale	Taux de prélèvement moyen dans le réseau AEP extrapolé à partir du taux moyen observés sur les territoires de Vendée Eau et Mauges Communauté.
	Extrapolation temporelle	Evolution des prélèvements reliées aux cheptels
	Discrétisation temporelle	Prélèvements constants sur l'année discrétisés par mois

Type de données	Type d'extrapolation	Description de l'extrapolation
Prélèvements industriels	Extrapolation spatiale	-
	Extrapolation temporelle	Extrapolation et interpolation linéaire des données disponibles
	Discrétisation temporelle	Prélèvements constants sur l'année mais nuls le week-end
Rejets		
Pertes AEP	Extrapolation spatiale	Rendements considérés comme constants sur les territoires de chaque service d'eau potable.
	Extrapolation temporelle	Extrapolation et interpolation linéaire des données disponibles
	Discrétisation temporelle	-
Rejets d'assainissement	Extrapolation spatiale	Utilisation d'une relation moyenne entre rejet et nombre d'équivalents habitants de la station
	Extrapolation temporelle	Reproduction de l'évolution des rejets observées sur les stations d'épuration ayant des données complètes sur la période
	Discrétisation temporelle	Discrétisation mensuelles en utilisant l'évolution des données de rejets mensuels connues, discrétisation journalière à partir des stations pour lesquelles des mesures journalières existent
Rejets industriels	Extrapolation spatiale	Combinaison des bases de données IREP et AELB
	Extrapolation temporelle	Rejets considérés comme constants ou à défaut comme la part moyenne observée des volumes prélevés
	Discrétisation temporelle	Rejets constants sur l'année mais nuls le week-end
Données complémentaires		
Consommation AEP	Extrapolation spatiale	Relation population / consommation des communes voisines
	Extrapolation temporelle	Utilisation des volumes Sispea (ramenés à l'échelle de la commune en utilisant les répartitions sur les années connues), extrapolations linéaires en cas de lacune dans les données Sispea
	Discrétisation temporelle	Utilisation des données journalières et mensuelles moyennes de Bultière, de Ribou, de la Rucette et des Trois Rivières.
Assainissement non collectif	Extrapolation spatiale	Discrétisation spatiale des données Sispea en prenant en compte l'aspect rural ou urbain des communes.

Type de données	Type d'extrapolation	Description de l'extrapolation
	Extrapolation temporelle	Hypothèse de taux d'assainissement non collectif constant sur la période
	Discrétisation temporelle	-
Cheptels	Extrapolation spatiale	-
	Extrapolation temporelle	Utilisation des évolution de cheptels départementales et sur les EPCI
	Discrétisation temporelle	-

Tableau 40: Synthèse des hypothèses de modélisation utilisées pour proposer des modèles d'usages sur la période 2008-2020.

Type de données	Hypothèse de modélisation
Gestion des barrages	Mise en place de modèles de gestion
Usages liés à l'AEP	Indexation à la population, aux cheptels et aux industries
Irrigation	Utilisation de la demande en eau des cultures
Abreuvement du bétail	Indexation aux cheptels et utilisation des taux de prélèvements dans le réseau AEP
Industrie	Calage sur des hypothèses de croissance, décroissance et maintien de l'activité

4.8 Bilan des prélèvements et rejets

L'application des différentes hypothèses, arbitrées par le COTECH a permis d'établir un bilan des prélèvements et rejets sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise et pour chaque unité de gestion. Le bilan présenté ci-après s'appuie sur les prélèvements et rejets directs dans le milieu naturel. Il n'intègre en revanche pas l'impact hydrologique de la gestion du complexe de Ribou / Verdon et du barrage de la Bultière, ni l'influence des plans d'eau (évaporation, interception du ruissellement). Ces éléments seront pour autant bien pris en compte dans la modélisation hydrologique. Ces barrages, et les prélèvements associés, sont néanmoins pris en compte au sein de la modélisation ce qui permet d'évaluer leur influence sur l'hydrologie (partie 5.4). Il en va de même pour l'influence des plans d'eau.

4.8.1 Bilan à l'échelle du bassin

Prélèvements

La Figure 73 montre l'évolution des prélèvements sur la période 2008-2020. Afin d'éviter les doubles comptes, les chiffres de prélèvement pour l'industrie et l'abreuvement ne prennent pas en compte les prélèvements dans le réseau AEP. Cette analyse avait été effectuée sur les données brutes au sein du rapport de Phase 1. Cependant, l'étape d'analyse et de traitement de ces données (avec application d'hypothèses le cas échéant) aboutit à des volumes de prélèvement plus importants. Premièrement, les volumes de prélèvement pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP) sont plus importants et plus réguliers du fait de l'intégration des données de Vendée Eau, de l'Agglomération du Choletais et de Mauges Communauté pour compléter la BNPE. Ils oscillent entre 11 et 13 millions de m³/an et sont en moyenne de 11,97 millions de m³/an. Comme explicité lors de la phase 1, les volumes de prélèvement pour l'irrigation sont plus variables ce qui s'explique en grande partie par les variations inter-annuelles de conditions climatiques. Ces prélèvements sont en moyenne de 13,53 millions de m³/an mais varient entre 8,64 et 15,61 millions de m³/an. Les différences les plus importantes avec les chiffres avancés lors de la Phase 1 sont principalement dus à la prise en compte de l'abreuvement. En effet, les estimations de besoin pour l'abreuvement aboutissent à des volumes prélevés (hors AEP) qui sont loin d'être négligeables. Ces prélèvements connaissent une baisse progressive sur la totalité de la période évaluée. Les volumes varient entre 4,54 Mm³/an en 2008 et 4,03 Mm³/an en 2020 pour une moyenne de 4,40 Mm³/an. Enfin, les extrapolations spatiales et temporelles des volumes prélevés pour l'industrie ont permis d'aboutir à des valeurs supérieures à celles qui avaient été extraites des données BNPE pour la Phase 1. En effet, le volume moyen est de 1,20 Mm³/an alors qu'il était d'environ 0,30 Mm³/an à l'analyse des données brutes de la BNPE. Au bilan, l'irrigation est le premier poste de demande en eau et représente en moyenne 44 % des prélèvements. Pour l'AEP, la part s'élève à 39 % environ. L'abreuvement (hors AEP) représente 14 % des prélèvements et l'industrie (hors AEP) 4 % de ces prélèvements.

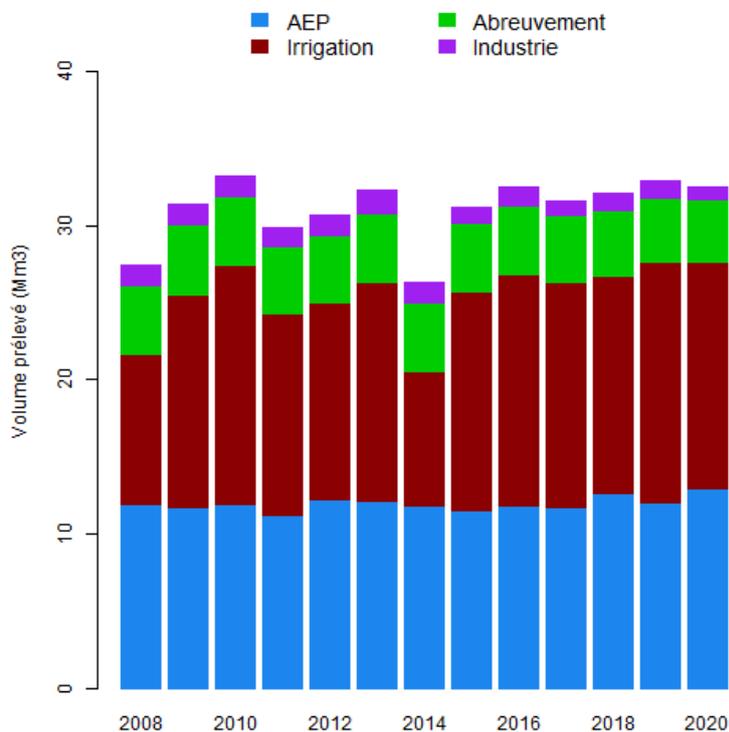


Figure 73 : Evolution des prélèvements annuels par type en Mm³ sur le bassin de la Sèvre Nantaise entre 2008 et 2020.

La Figure 74 permet de préciser l'évolution des volumes prélevés pour chaque prélèvement d'AEP. Elle montre qu'il n'y pas d'évolution claire des prélèvements sur la période 2008-2020. Seuls les captages de Bultière et des Trois Rivières (Longeron) semblent augmenter légèrement mais les volumes prélevés sont assez variables d'année en année pour ces deux derniers captages.

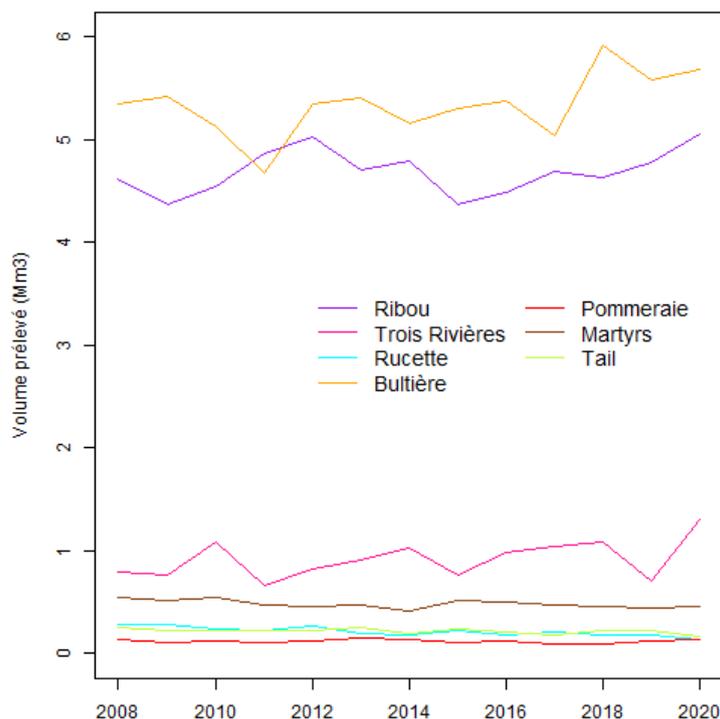


Figure 74 : Evolution des prélèvements annuels en Mm³ de chaque points de prélèvement pour l'AEP du bassin de la Sèvre Nantaise entre 2008 et 2020.

Les prélèvements pour l'irrigation ont une influence différente sur le cours d'eau selon que le volume prélevé se fait dans le stock constitué sur la période hivernale ou via une interception du ruissellement durant le reste de l'année, dans un plan d'eau rempli entre avril et octobre pour répondre à une demande que le remplissage hivernal et l'interception du ruissellement le reste de l'année ne peuvent entièrement satisfaire, en cours d'eau ou via un forage souterrain. La Figure 75 montre les proportions de volumes prélevés pour l'irrigation selon le type de milieu du prélèvement. Elle montre que les prélèvements sont en majorité issus de l'interception du ruissellement par les plans d'eau (65 %). Le reste du volume d'irrigation est issu du remplissage actif complémentaire entre avril et octobre pour répondre à une demande à laquelle ne peut répondre le remplissage du plan d'eau par interception du ruissellement (19 %), les prélèvements directs en cours d'eau (13%) et les prélèvements en forage (3%). La valeur de 3 % du volume prélevée via des forages confirme que le milieu souterrain a assez peu d'importance sur le bassin comme cela avait déjà été observé au sein du rapport de la phase 1.

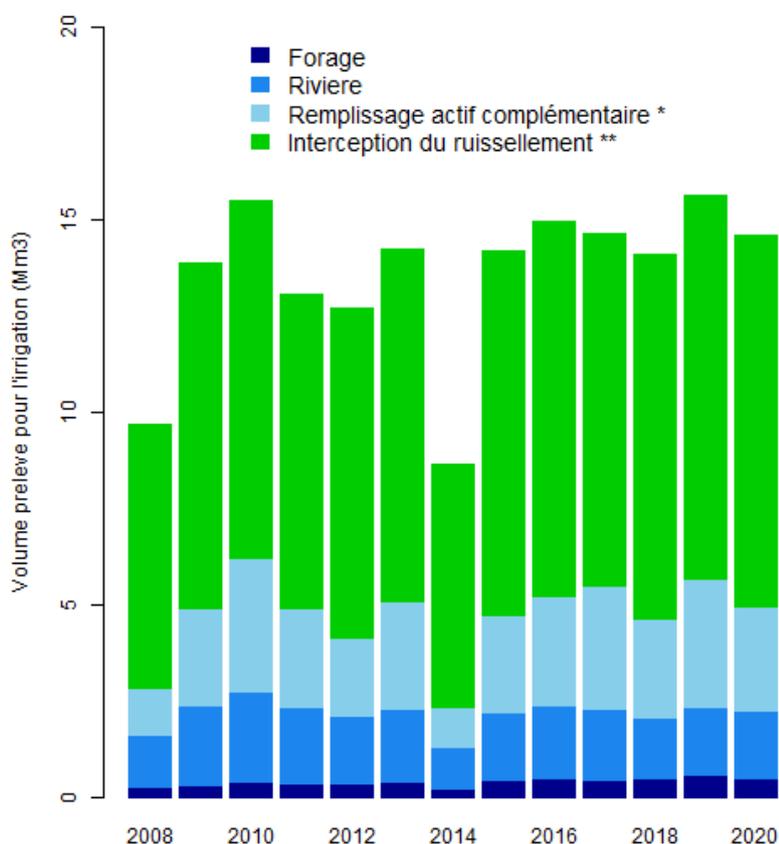


Figure 75 : Volume annuel prélevé pour l'irrigation en fonction du milieu de prélèvement en Mm³ entre 2008 et 2020.

* Le remplissage actif complémentaire correspond à la demande en irrigation qui ne peut être satisfaite par le volume du plan d'eau et l'interception du ruissellement. Il est prélevé directement dans le cours d'eau ou sa nappe d'accompagnement. Ce prélèvement est effectué au moment de la demande en eau pour l'irrigation, c'est-à-dire entre avril et octobre.

** Lorsque l'interception du ruissellement ne suffit pas à remplir le plan d'eau en hiver un remplissage actif (inclus dans le volume vert) est implémenté entre Décembre et Mars.

Rejets

La Figure 76 montre l'évolution des rejets sur la période 2008-2020. Elle montre que les rejets se situent entre 20 et 25 Mm³. Le premier poste de rejet sur le bassin est celui des stations d'épuration qui représentent en moyenne 78 % des rejets totaux sur le bassin. Si ce rejet est dominant, c'est aussi celui qui induit une variabilité inter-annuelle importante car une partie est encore corrélée aux eaux pluviales. Les rejets par pertes du réseau AEP (prises en compte comme pertes superficielles) et par les industries (pour éviter les doubles comptes, il s'agit des rejets directs au milieu et non de ceux qui sont raccordés au réseau d'assainissement), plus stables, représentent en moyenne

respectivement 13,3 % et 8,7 % du volume total. Étant donnée la variabilité inter-annuelle de ces rejets, il est difficile de dégager une tendance franche sur la période.

Pour rappel, aucun rejet issu de l'irrigation, de l'abreuvement des animaux et de l'assainissement non collectif n'est pris en compte pour l'étude.

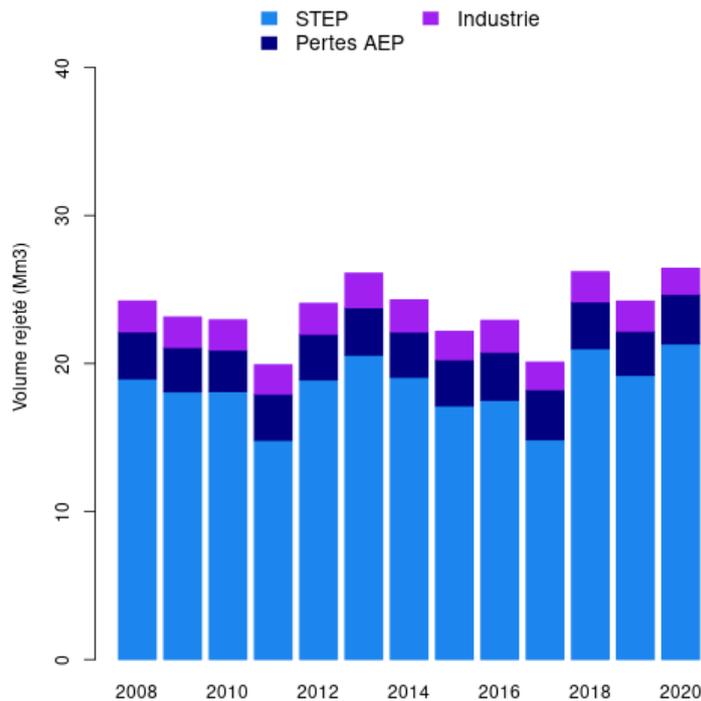


Figure 76 : Evolution des rejets annuels par type en Mm³ sur le bassin de la Sèvre Nantaise entre 2008 et 2020.

Comparaison entre prélèvements et rejets

La comparaison entre les prélèvements et les rejets montre que le bassin est globalement déficitaire. En moyenne, les prélèvements sont environ 35 % plus importants que les rejets. Ce pourcentage varie fortement mais, sur la période, le bassin n'est bénéficiaire sur aucune année. Ce déficit s'explique principalement par les volumes prélevés pour l'agriculture (irrigation et abreuvement). L'AEP (et dans une moindre mesure l'industrie) est largement bénéficiaire du fait des imports d'eau sur le bassin.

Comparaison à l'étude « volumes prélevables » de 2012

Un étude « volumes prélevables » menée par le bureau d'étude SAFEGE en 2012 avait permis de calculer des volumes prélevés et rejetés sur le bassin versant entre 1999 et 2010. Les années 2008 à 2010 sont communes aux deux études, elles peuvent donc être utilisées pour comparer les volumes prélevés et rejetés calculés par les deux études. Le Tableau 41 montre les différence de

prélèvements observés sur cette année 2008 (car les volumes mobilisés pour l'irrigation étaient inconnus après 2008 dans le cadre de l'étude Volumes prélevables). Le tableau montre que les volumes prélevés sont supérieurs dans le cas de la présente étude HMUC (de quasiment 5 millions de m³). Cette différence s'explique essentiellement par la prise en compte de l'abreuvement dans le cadre de l'étude HMUC alors que ce dernier était considéré comme négligeable dans le milieu dans le cadre de l'étude « volumes prélevables » (car il avait été fait l'hypothèse que ces prélèvements étaient déjà comptabilisés dans la catégorie « AEP »). Les volumes de prélèvements industriels sont aussi supérieurs dans le cadre de la présente étude du fait de l'ajout de nouvelles données (industries ayant commencé à déclarer leurs prélèvements plus tardivement). A l'inverse, les prélèvements pour l'AEP et l'irrigation calculés pour l'étude HMUC sont légèrement inférieurs aux volumes proposés par l'étude de 2012. Ces légères différences sont possiblement dues à une disparité entre les bases de données utilisées. Ils restent cependant relativement proches entre les deux études.

Tableau 41 : Comparaison entre les volumes prélevés en 2008 (en Mm³) calculés lors de l'étude "volumes prélevables" de 2012 et calculés lors de la présente étude.

Type de prélèvement	Volume prélevé en 2008 calculé selon l'étude volumes prélevables (Mm ³)	Volume prélevé en 2008 calculé selon l'étude HMUC (Mm ³)	Différence (Mm ³)
Industrie (hors AEP)	0,574	1,24	+0,67
AEP	12,12	11,95	-0,17
Irrigation	9,74	9,66	-0,08
Abreuvement (hors AEP)	-	4,54	+4,54
Total	22,43	27,39	+4,96

Le Tableau 42 montre les volumes rejetés sur l'année 2010 (les rejets industriels pour l'étude « volumes prélevables » ne sont connus qu'en 2009 et 2010) sur l'ensemble du bassin. Globalement, le tableau montre que les rejets sont **équivalents entre les deux études**, mais cela cache une disparité selon les types de rejets. Les pertes pour l'alimentation en eau potable calculées pour l'étude HMUC sont inférieures à celles qui avaient été calculées par la SAFEGE. Cette différence s'explique par une extrapolation différente pour le calcul des rendements manquants (un rendement de 75 % ayant été considéré par la SAFEGE partout sauf sur une partie du territoire de Vendée Eau). En ce qui concerne l'assainissement et l'industrie, les rejets calculés pour l'étude HMUC sont supérieurs à ceux de l'étude « volumes prélevables ». Cela est dû à l'utilisation de base de données mises à jour et à l'utilisation d'hypothèses d'extrapolation légèrement différentes. Il est, en particulier, important de noter que la SAFEGE disposait de données pour 91 stations d'épuration sur le bassin alors que 150 stations sont prises en compte pour l'étude HMUC. Même s'il s'agit de petites stations, cela peut expliquer la différence observée entre les deux études. Pour l'industrie, un pourcentage des prélèvements a été appliqué lorsque aucune donnée de rejet n'était disponible ce qui n'a pas été fait dans le cadre de l'étude de 2012. Globalement, une légère augmentation des

rejets s’observe sur le bassin entre les périodes évaluées par les deux études. Il est, cependant, difficile d’observer une tendance claire d’évolution.

Tableau 42 : Comparaison entre les volumes rejetés en 2010 (en Mm³) calculés lors de l’étude "volumes prélevables" de 2012 et calculés lors de la présente étude.

Type de rejet	Volume rejeté 2010 étude volumes prélevables (Mm ³)	Volume rejeté 2010 étude HMUC (Mm ³)	Différence (Mm ³)
Industrie	1,44	2,05	+0,61
Assainissement	16,94	18,11	+1,17
Perte AEP	4,63	2,79	-1,84
Total	23,01	22,95	-0,06

4.8.2 Bilan à l’échelle des unités de gestion

Prélèvements

La répartition des prélèvements observée d’un point de vue global ne se retrouve pas entièrement à l’échelle des unités de gestion. En effet, comme le montrent le Tableau 43 et le Tableau 44, les prélèvements pour l’AEP et pour l’industrie sont essentiellement concentrés sur certaines unités de gestion. Les prélèvements pour l’AEP sont dominants sur les unités de gestion Maine (captage de Bultière) et Moine 2 (captage de Ribou / Verdon) et représentent l’un des postes principaux de prélèvement de l’eau sur les bassins de l’Ouin (captage de la Rucette) et de la Sèvre moyenne 1 (captages du Longeron, des Martyrs, de la Pommeraie et du Tail). Les prélèvements industriels sont en général plus faibles mais sont majeurs sur les unités de gestion de la Sèvre aval et de l’Ouin. Cela est en grande partie dû à la présence de carrières qui ont une importante consommation d’eau (carrières Charrier et de la Roche Atard respectivement). Les volumes utilisés pour l’irrigation sont répartis sur tout le bassin mais sont plus concentrés sur les unités de gestion de la Maine 2, de la Sèvre moyenne 2. Ils sont, à l’inverse, moins concentrés sur les unités de gestion de la Sèvre aval, de la Sanguèze, de l’Ouin et de la Sèvre amont. Dans le cas de l’abreuvement, la répartition des prélèvements moyens est encore plus homogène (autour de 0,03 m³ par m² et par an pour toutes les unités de gestion). Elle est simplement moins importante au niveau des unités de gestion de l’aval du bassin (Sèvre aval et Sanguèze).

En résumé, les prélèvements ne sont pas homogènes sur le bassin. Le principal facteur qui explique cela est que les prélèvements pour l’AEP sont localisés sur certaines unités de gestion et ont un fort impact local. Dans une moindre mesure, les prélèvements pour l’industrie et l’irrigation (plus concentrés sur les bassins de la Maine et de la Sèvre moyenne 2), contribuent à cette non homogénéité.

Tableau 43: Volumes prélevés annuels moyen (en Mm³ et en m³/m²) par types pour les 11 unités de gestion de l'étude HMUC.

UG	Prélèvement AEP		Prélèvement Irrigation		Prélèvement abreuvement (hors AEP)		Prélèvement Industries (hors AEP)		Total	
	Mm ³	m ³ /m ²	Mm ³	m ³ /m ²	Mm ³	m ³ /m ²	Mm ³	m ³ /m ²	Mm ³	m ³ /m ²
Sèvre aval	0	0	0.332	0.002	0.038	0.000	0.579	0.004	0.949	0.007
Maine	5.336	0.015	3.596	0.010	0.602	0.002	0.199	0.001	9.733	0.028
Sanguèze	0	0	0.347	0.002	0.196	0.001	0.001	0.000	0.544	0.003
Sèvre moyenne 2	0	0	2.131	0.012	0.375	0.002	0	0	2.505	0.014
Moine 2	4.685	0.017	1.838	0.007	0.479	0.002	0.072	0.000	7.074	0.025
Sèvre moyenne 1	1.734	0.005	2.295	0.007	0.848	0.002	0	0	4.877	0.014
Moine 1	0	0	0.390	0.004	0.196	0.002	0	0	0.587	0.006
Ouin	0.213	0.002	0.177	0.002	0.208	0.002	0.231	0.002	0.829	0.008
Petite Maine	0	0	0.987	0.005	0.438	0.002	0.096	0.001	1.521	0.008
Grande Maine	0	0	0.498	0.004	0.297	0.002	0.012	0.000	0.807	0.006
Sèvre amont	0	0	0.937	0.003	0.709	0.002	0.005	0.000	1.650	0.005
Total	11,968	0,0033	13,528	0,0049	4,386	0,0016	1,195	0,0010	31,076	0,0109

Tableau 44 : Part moyenne des prélèvements annuels de chaque type par unité de gestion.

UG	Prélèvement AEP	Prélèvement Irrigation	Prélèvement abreuvement	Prélèvement Industries
Sèvre aval	0,0%	35,0%	4,0%	61,0%
Maine	54,8%	36,9%	6,2%	2,0%
Sanguèze	0,0%	63,7%	36,0%	0,2%
Sèvre moyenne 2	0,0%	85,0%	15,0%	0,0%
Moine 2	66,2%	26,0%	6,8%	1,0%
Sèvre moyenne 1	35,6%	47,1%	17,4%	0,0%
Moine 1	0,0%	66,5%	33,5%	0,0%
Ouin	25,7%	21,3%	25,1%	27,8%
Petite Maine	0,0%	64,9%	28,8%	6,3%
Grande Maine	0,0%	61,7%	36,7%	1,5%
Sèvre amont	0,0%	56,8%	43,0%	0,3%
Total	38,5%	43,5%	14,1%	3,8%

Rejets

Les rejets par unité de gestion sont présentés par le Tableau 45. Le tableau montre que les rejets sont liés à la population de l'unité de gestion. Cela est logique car ces rejets sont essentiellement dus à la consommation d'eau potable et aux activités industrielles. Ils sont donc sensiblement plus élevés dans la partie aval du bassin. L'unité de gestion de la Moine 2 est dominante du fait de la présence de la ville de Cholet (en particulier de la STEP des Cinq Ponts) sur son territoire. Dans la même idée, les pertes des réseaux d'AEP sont plus concentrées sur l'aval du bassin (zone les plus peuplées). Elles sont les plus importantes sur l'UG de la Sèvre aval qui est la plus peuplée. Si cette unité de gestion ne concentre pas les rejets les plus importants c'est que les rejets de stations d'épuration s'effectuent en grande majorité dans la Loire donc en dehors du bassin.

Tableau 45 : Volumes rejetés annuels moyen (en Mm³ et en %) par types pour les 11 unités de gestion de l'étude HMUC.

UG	Rejet STEP		Pertes AEP		Rejet Industries		Total
	Mm ³	Ratio	Mm ³	Ratio	Mm ³	Ratio	
Sèvre aval	1,842	58,0%	0,760	23,9%	0,576	18,1%	3,177
Maine	2,372	64,8%	0,528	14,4%	0,759	20,8%	3,659
Sanguèze	1,017	71,2%	0,143	10,0%	0,270	18,9%	1,429
Sèvre moyenne 2	1,053	87,0%	0,145	12,0%	0,013	1,1%	1,211
Moine 2	6,306	91,7%	0,539	7,8%	0,031	0,4%	6,876
Sèvre moyenne 1	2,047	86,1%	0,327	13,8%	0,002	0,1%	2,377
Moine 1	0,498	92,5%	0,040	7,5%	0	0,0%	0,538
Ouin	0,512	63,6%	0,063	7,8%	0,231	28,6%	0,805
Petite Maine	0,894	68,2%	0,263	20,1%	0,154	11,7%	1,311
Grande Maine	1,382	87,5%	0,185	11,7%	0,011	0,7%	1,580
Sèvre amont	0,420	77,1%	0,130	22,4%	0,04	0,6%	0,643
Total	18,420	78,0%	3,137	13,3%	2,05	8,7%	23,607

Comparaison entre prélèvements et rejets

La Figure 77 représente le bilan moyen entre prélèvements et rejets de chaque unité de gestion. Les unités de gestion en rouge sont déficitaires (volume prélevé supérieur au volume rejeté) et les unités de gestion en bleu sont bénéficiaires. Le déficit ou bénéfice est considéré comme important lorsque l'écart est supérieur à 5 Mm³, la classe déficit ou bénéfice simple correspond à un écart allant de 1 à 5 Mm³ et la classe déficit ou bénéfice léger correspond à un écart allant de 0,25 à 1 Mm³. Lorsque l'écart est inférieur à 0,25 Mm³, l'unité de gestion est considérée comme étant à l'équilibre. Le déficit le plus important se situe sur l'unité Maine. Ce déficit peut, dans une certaine mesure, être rattaché au prélèvement de l'usine de Bultière dont l'eau est en partie exportée vers les unités de gestion voisines et l'extérieur du bassin. Il est aussi lié aux prélèvements pour l'irrigation qui sont élevés au niveau de cette unité de gestion. Un schéma similaire s'observe aussi sur l'unité de gestion Sèvre moyenne 1 pour laquelle le déficit est moins important (entre 1 et 5 Mm³) mais dont

une partie de l'eau prélevée pour l'AEP est exportée. Par contre, le bilan de l'unité de gestion de la Moine 2 est proche de l'équilibre car les eaux du prélèvement de Ribou sont très peu exportées en dehors de l'unité de gestion. Enfin, les unités de gestion Sèvre amont, Sèvre moyenne 2 et Moine 1 sont déficitaires du fait des prélèvements pour l'irrigation et l'abreuvement. A l'inverse, les unités de gestion « bénéficiaires » sont des unités de gestion urbanisées et dont l'eau consommée pour l'AEP provient de l'extérieur du bassin. Les stations d'épuration et les pertes du réseau AEP apportent alors un bénéfice net d'eau sur l'unité de gestion.

Il convient de noter que ce bilan « prélèvements / rejets » à l'échelle des usages, s'il constitue une analyse pertinente et intéressante à l'échelle individuelle de chaque unité de gestion (sans considération des éventuelles gains ou déficits en provenance d'autres unités de gestion amont), ne préjuge pas pour autant que les besoins des milieux naturels soient satisfaits (notamment en période de basses eaux), y compris sur les unités de gestion pour lesquelles les rejets sont supérieurs aux prélèvements.

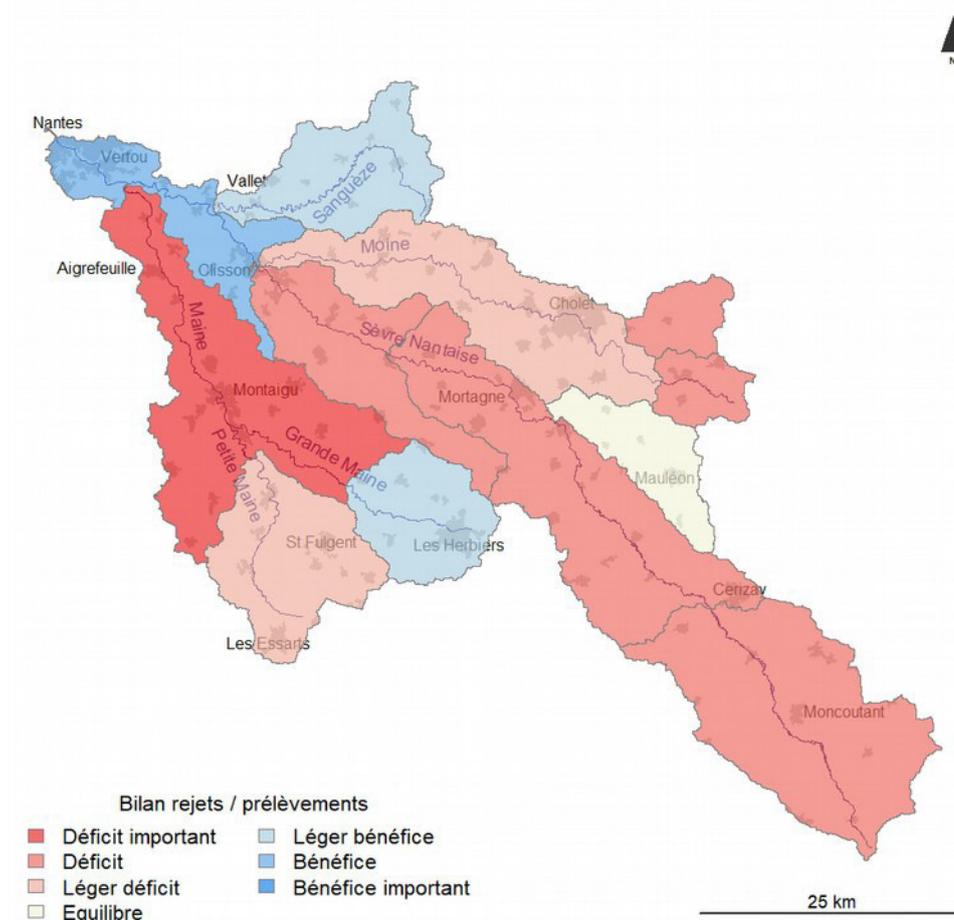


Figure 77: Bilan rejet / prélèvement sur chaque unité de gestion du bassin de la Sèvre Nantaise.

Comparaison à l'étude « volumes prélevables » de 2012

Lors de l'étude « Volumes prélevables » de 2012, la SAFEGE avait conduit un exercice similaire et avait abouti à un résultat similaire au niveau des unités de gestion. L'étude avait néanmoins montré que la plupart des unités de gestions étaient bénéficiaires. Cela n'est plus le cas car les volumes pour l'irrigation ont augmenté et l'abreuvement est pris en compte. Cependant, la répartition spatiale reste similaire pour les deux études.

À retenir :

L'analyse des prélèvements et des rejets sur le bassin montre qu'il y a un déficit moyen sur le bassin (prélèvements supérieurs aux rejets). Le déficit est essentiellement dû aux prélèvements agricoles ou d'eau potable et est en partie contrebalancé par les imports d'eau potable sur le bassin. Ce déficit n'est pas homogène sur le bassin. Certaines unités de gestion sont bénéficiaires car plus urbanisées et plus affectées par les imports. Les unités de gestion Maine Aval et Sèvre Nantaise Moyenne sont plus déficitaires que la moyenne car il existe des exports d'AEP vers les unités de gestion voisines.

4.9 Organisation des prélèvements agricoles pour l'irrigation

Sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise, les exploitants agricoles n'ont généralement pas de structures spécifiques pour assurer la gestion des prélèvements. Chaque exploitant dispose de ses propres installations de prélèvements et s'organise individuellement pour assurer l'irrigation de ses cultures.

Aucun Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC) n'a été identifié sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise. En revanche, trois structures de gestion collective des prélèvements ont été répertoriées. Les principales informations disponibles sont présentées dans le Tableau 46.

Le principe de la gestion mandataire est le suivant : une demande collective et globale est établie annuellement par le mandataire en recensant les besoins de l'année à venir dans la limite des volumes autorisés dans l'arrêté-cadre afférent. La répartition des volumes entre irrigants se fait ensuite chaque année en fonction des assolements irrigués prévisionnels.

Concernant la gestion mandataire sur le bassin versant de la Moine, ces prélèvements récurrents sont encadrés par arrêtés préfectoraux : depuis 2004 pour ceux réalisés sur la Moine en aval de Ribou et depuis 2006 pour ceux réalisés dans les retenues de Ribou / Verdon.

Tableau 46 : Caractéristiques des structures de gestions collectives (valeurs pour l'année 2022)

Secteur de prélèvement	Mandataire	Arrêtés préfectoraux	Nombre d'irrigants	Volume autorisé (m ³)	Débit max autorisé
Retenues du Ribou et du Verdon	Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire	Arrêté-cadre D3-2006 n°340 et l'arrêté modificatif DIDD – BPEF-2019 n°107 du 23 avril 2019	15	444 000 m ³ du 15 avril au 15 octobre inclus	-
Moine aval Ribou / Verdon	Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire	Arrêté-cadre MISE/DDE/n°2004-372 et arrêté modificatif DDT-SEEF-PP 2019 N°2	16	500 000 m ³ du 1er mai au 31 octobre inclus	950 m ³ /h (264 l/s)
Sèvre amont (79)	Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres	Arrêté préfectoral du 11 février 2019	36	584 610 du 1 ^{er} avril au 31 octobre inclus	-
			9	321 260 du 1 ^{er} novembre au 31 mars inclus	550 m ³ /h (140 l/s)

L'assolement prévisionnel irrigué à partir des lacs de Ribou / Verdon en 2022 (421 ha) est le suivant : prairies et luzerne (53%), maïs ensilage (38%), céréales oléagineux et protéagineux (8%), betterave et choux fourragers (1%), légumes et fruits (<1%).

L'assolement prévisionnel irrigué à partir de la Moine aval en 2022 (432 ha) est le suivant : maïs (68%), blé / orge / triticale (15%), prairies et luzerne (10%), légumes (6%), autres cultures (1%).

À retenir :

Le bassin de la Sèvre Nantaise n'est concerné par aucun Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC). Trois gestions mandataires, sous l'égide de la Chambre d'Agriculture, ont été recensées.

5 Volet « Hydrologie »

Dans ce chapitre, nous présentons les principes généraux régissant la modélisation de l'impact du changement climatique sur les débits, et détaillons les diverses étapes à mettre en œuvre dans cette modélisation. De plus, nous décrivons comment les usages interagissent avec cette modélisation. Une modélisation hydrologique du bassin de la Sèvre Nantaise prenant en compte les usages observés ou estimés a été mise en place sur une période passée. Les résultats de cette modélisation sont présentés ci-après.

5.1 Précisions relatives aux eaux souterraines

Les données disponibles au piézomètre de Mouzillon (Figure 78) montrent globalement une légère tendance à la hausse des niveaux enregistrés depuis 1995. Cette augmentation n'est pas liée à une augmentation du niveau des rivières, la corrélation avec le débit de la Sèvre Nantaise mesuré à Clisson (station hydrométrique la plus proche) est d'ailleurs très faible (de l'ordre de 0,3). L'aquifère de Mouzillon semble donc déconnecté du réseau hydrographique et semble avoir un fonctionnement qui lui est propre.

La Figure 79 permet d'appréhender le fonctionnement moyen cyclique annuel suivant :

- Niveaux bas généralement atteints sur la période septembre à novembre ;
- Remontée des niveaux d'eau sur la période novembre à mars ;
- **Baisse progressive du niveau d'eau sur la période d'avril à septembre / octobre.**

L'analyse comparative avec les débits de la Sèvre Nantaise à Clisson montre que le cycle d'alternance de hautes et basses eaux entre eaux de surface et eaux souterraines suit globalement les mêmes tendances avec un décalage temporel de l'ordre de 2 mois. Des tendances similaires sont observées sur les piézomètres de Cholet (https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?code=05103X0321/PZ#mesures_stats2) et du Tail à Pouzauges (https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?code=05634X0013/SF3#mesures_stats2).

La moindre réactivité des eaux souterraines aux précipitations par rapport aux eaux superficielles, peut probablement être rattachée au fait que l'ordre de grandeur des transferts en surface sont de l'ordre du m^3/s alors que les transferts d'eau dans le compartiment souterrain s'exprime généralement plutôt en m^3/j .

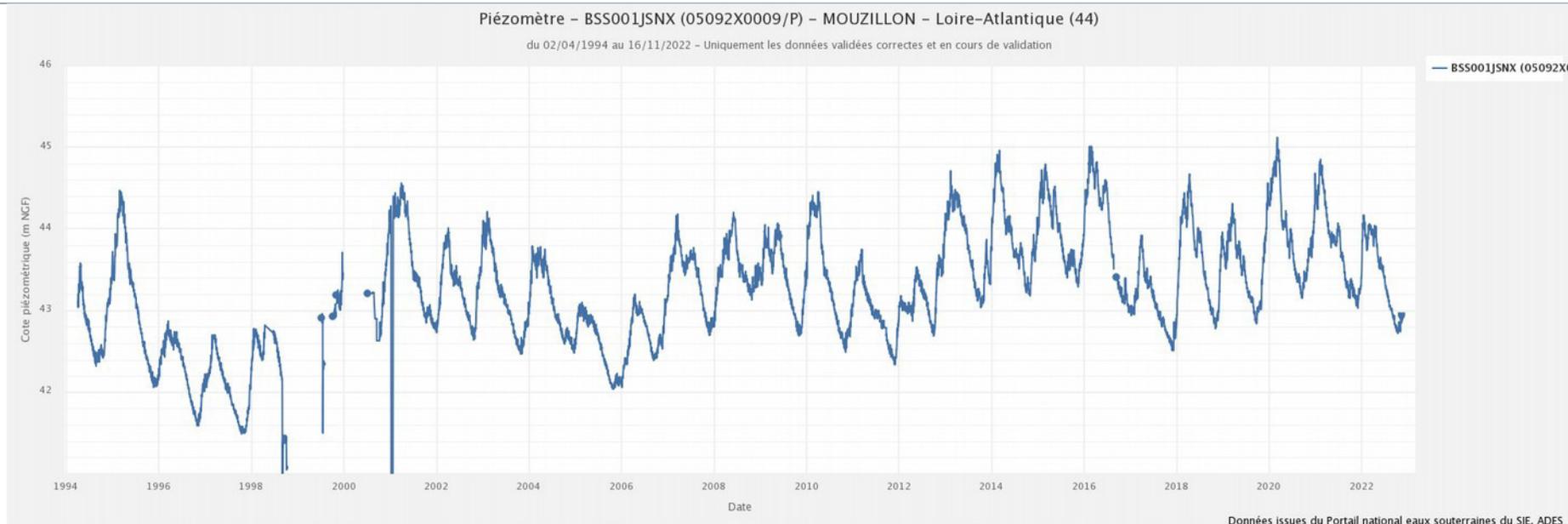


Figure 78 : Chronique de niveaux d'eau journaliers du piézomètre de Mouzillon. Source : https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?Code=05092X0009/P#mesures_graphiques

Débits de la Sèvre Nantaise à Clisson et niveaux piézométriques à Mouzillon sur la période 1994 - 2022

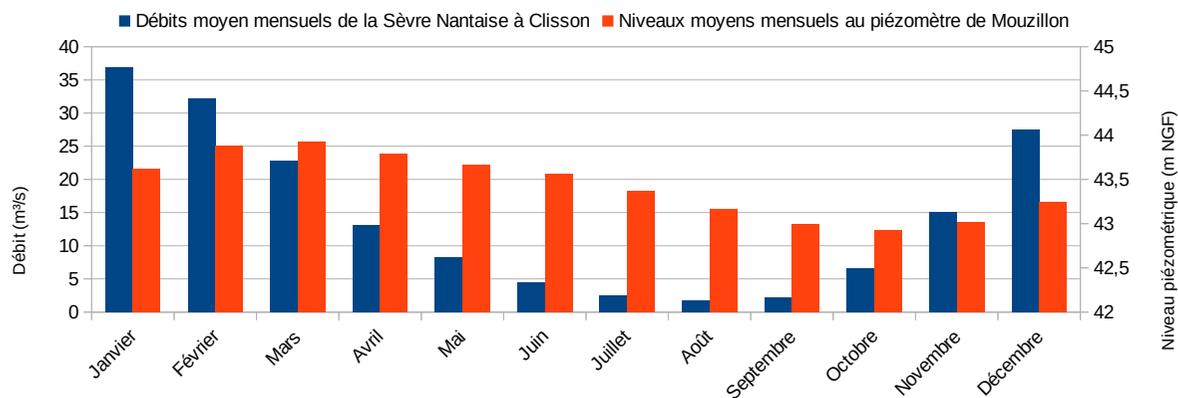


Figure 79 : Débits de la Sèvre Nantaise à Clisson et niveaux piézométriques à Mouzillon sur la période 1994 – 2022. Source : Débit Sèvre Nantaise à Clisson : <https://hydro.eaufrance.fr/sitehydro/M7302420/synthese> | Piézométrie de Mouzillon : https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?Code=05092X0009/P#mesures_stats_2

Concernant les interactions nappe / rivière, le rapport de phase 1 a permis de mettre en évidence que la nature cristalline des sous-sols ne permet pas une grande perméabilité. Les bassins des Maines et de la Moine sont des unités hydrogéologiques imperméables (perméabilité inférieure à 10^{-9} m.s⁻¹) tandis que les bassins de la Sèvre Nantaise en elle-même et de la Sanguèze sont plutôt classés comme semi-perméables (perméabilité entre 10^{-9} et 10^{-6} m.s⁻¹).

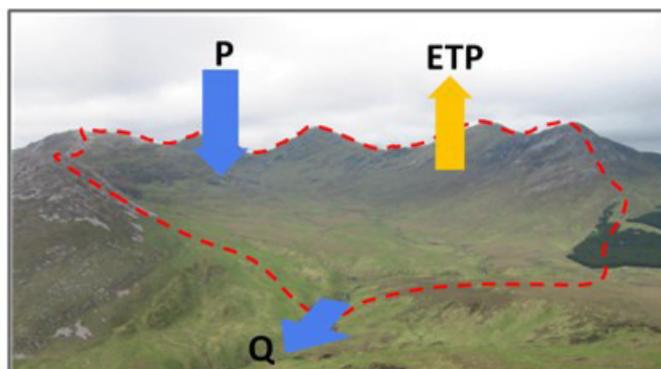
De plus, les indices de débit de base (notés BFI pour Baseflow Index) ont été calculés au niveau de chaque station hydrométrique du bassin à partir de la méthode de Pelletier et al. (2020). Le BFI représente la part du débit qui constitue le débit de base de la rivière, c'est-à-dire la part de débit qui atteint le plus lentement le cours d'eau pour l'alimenter en continu. Même si ce n'est pas la seule explication, ce débit de base est souvent associé aux nappes qui ont pour effet de retarder le transfert des précipitations à la rivière. Ces calculs montrent que les nappes ont peu d'influence sur l'hydrologie du bassin. Cette faible influence justifie l'utilisation du modèle GR6J qui ne représente pas de manière explicite les nappes (bien qu'une prise en compte implicite existe) afin de favoriser la modélisation de l'hydrologie de surface.

À retenir :

Le bassin de la Sèvre Nantaise est caractérisé par des sous-sols imperméables ou semi-perméables peu exploitables. L'influence des eaux souterraines sur les débits des cours d'eau semble très faible et n'a pas fait l'objet d'une modélisation spécifique.

5.2 La modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique est un outil permettant de simuler le flux d'eau dans la rivière (le débit) à un endroit donné sur une période donnée. Pour cela, l'approche la plus usuelle et qui sera adoptée dans ce travail est de considérer le bassin versant topographique comme unité de calcul principale (on parle alors de **modèle global**). Le bassin versant topographique est l'unité spatiale définie, pour un point donné de la rivière (qu'on appellera exutoire), par la zone sur laquelle toute goutte d'eau tombant dessus circulera jusqu'à l'exutoire (Figure 80). Un bassin topographique est donc généralement défini par des lignes de crête. Bien entendu, des écoulements souterrains, ne respectant pas le bassin topographique, existent généralement. Nous verrons comment ces écoulements sont pris en compte dans la modélisation. Il est à noter que les écoulements souterrains ont été jugés faibles sur le bassin de la Sèvre Nantaise lors de la Phase 1 de l'étude (Santos et al., 2022).



Echelle d'étude : le bassin versant

Figure 80 : Le bassin versant topographique

Dans la modélisation globale définie ci-dessus, on agrège sur le bassin versant les données météorologiques ou climatiques. Cependant, la présence d'hétérogénéités spatiales, ainsi que la nécessité d'inclure de manière spatialisée des prélèvements et rejets liés aux usages de l'eau, justifient d'aller au-delà de cette approche par bassin versant. Ainsi, **nous adopterons une approche par sous-bassin versant** (aussi appelée semi-distribuée). Celle-ci consiste à discrétiser le bassin versant en différents sous-bassins versants de l'amont vers l'aval. Sur chacun de ces sous-bassins versants, un modèle hydrologique global sera appliqué. La surface de ces sous-bassins versants dépendra des données disponibles, de l'objectif de modélisation et de la taille de la zone à modéliser. Le découpage utilisé sur la Sèvre Nantaise sera présenté dans le chapitre 5.6.

À retenir :

La modélisation hydrologique visant à établir les débits circulant dans les principaux cours d'eau s'appuiera sur un modèle semi-distribué, chaque entité modélisée bénéficiant d'un paramétrage spécifique.

5.3 Les modèles hydrologiques GR

L'équipe HYDRO d'INRAE, qui réalise cette étude, **développe depuis les années 1980 des modèles hydrologiques pluie-débit**, les modèles GR (pour 'Génie Rural', nom hérité de l'établissement Cemagref, qui s'est ensuite appelé Irstea puis désormais INRAE). Les modèles GR ont été développés dans un objectif de **représentation performante, robuste et parcimonieuse de la relation pluie-débit à l'échelle du bassin versant**. La performance et la robustesse de ces modèles sont assurées grâce à l'estimation des performances sur des échantillons très larges de bassins versants français mais aussi étrangers, et grâce à la mise en place de procédures poussées de

transférabilité temporelle de ces modèles. La parcimonie des modèles (seulement 4 à 6 paramètres à optimiser) permet de les appliquer avec des données limitées (typiquement précipitations, température de l'air et débits). Ces modèles sont dits modèles à réservoirs, car ils représentent les principaux processus de la relation pluie-débit en utilisant des réservoirs conceptuels. Ils sont globaux, c'est-à-dire considérant le bassin versant ou sous-bassin versant étudié comme une seule entité, sans prise en compte explicite de sa variabilité spatiale (cf paragraphe précédent).

Les modèles hydrologiques GR, comme tout modèle hydrologique, consistent en deux composantes principales : une **fonction de production** qui détermine le fractionnement de la précipitation en évapotranspiration et en pluie efficace (i.e. ce qui va devenir un débit), et une **fonction de routage** qui répartit temporellement cette pluie efficace jusqu'à l'exutoire du bassin versant. Les modèles qui seront utilisés fonctionnent au pas de temps journalier et ne nécessitent que des données de précipitations, d'évapotranspiration potentielle et de température. Les projections climatiques étant principalement produites au pas de temps journalier, et les modèles climatiques souffrant de difficultés à représenter certaines variables nécessaires à des modèles hydrologiques plus complexes, telles que le vent, l'humidité de l'air, mais aussi les rayonnements faute de la prise en compte adéquate des aérosols (Boé et al., 2020), la relative frugalité des modèles GR en font donc de bons candidats à l'étude de l'impact du changement climatique sur l'hydrologie.

Les modèles GR ont évolué graduellement au cours du temps au gré des améliorations apportées par les travaux de recherche. Une analyse comparative de trois modèles GR a été réalisée, montrant sur la Sèvre Nantaise des différences faibles. Nous utiliserons ici le modèle GR6J, modèle le plus récent et supposé le plus performant. Le modèle **GR4J** (Perrin et al., 2003) est le modèle historique développé au CEMAGREF (ancêtre d'Irstea, qui a ensuite fusionné avec l'INRA pour devenir INRAE) et le plus utilisé parmi les modèles hydrologiques français. Il s'agit d'un modèle pluie-débit à quatre paramètres fonctionnant à un pas de temps journalier. La fonction de production est représentée par un réservoir conceptuel de production et un échange souterrain entre les bassins versants et la fonction de routage est représentée par un réservoir conceptuel de vidange et deux hydrogrammes unitaires. Ces quatre 'boîtes' sont chacune définie par un paramètre à optimiser (Figure 81).

Le modèle **GR5J** (Le Moine, 2008) constitue une évolution de GR4J : le terme d'échange souterrain comprend un paramètre supplémentaire permettant de gérer le changement de sens des échanges selon la saisonnalité. Enfin, le modèle **GR6J** (Pushpalatha et al., 2011) est une évolution de GR5J ; il contient un réservoir exponentiel supplémentaire, qui a montré une amélioration des débits lors des crues et des étiages.

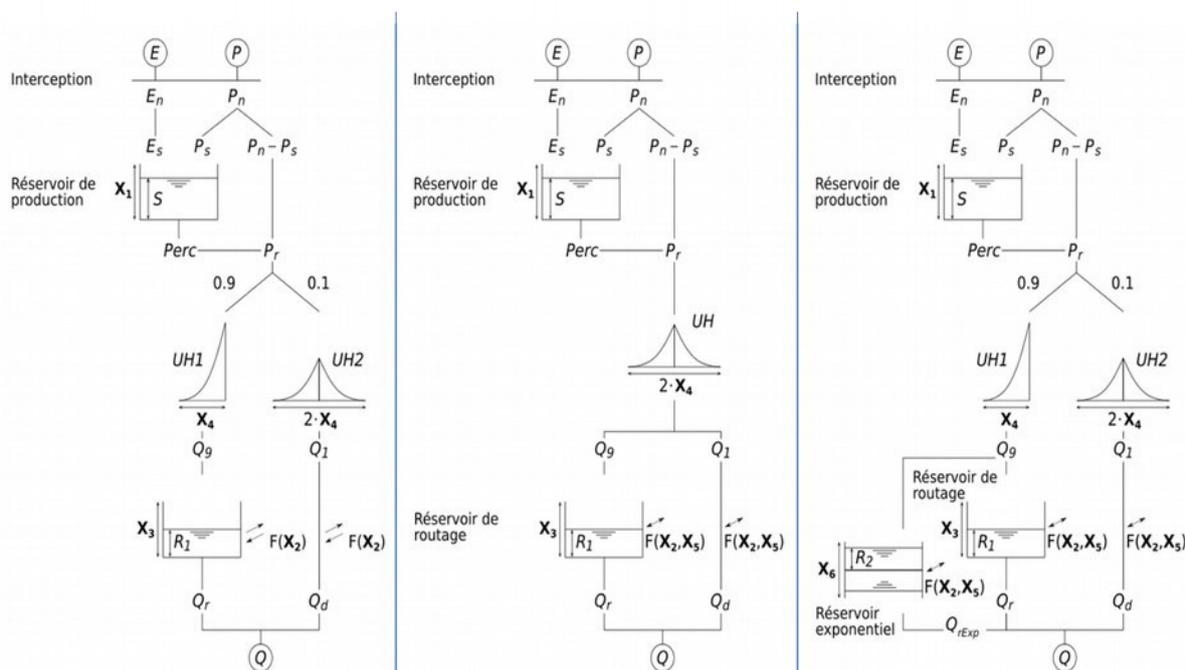


Figure 81: Les modèles GR4J (à gauche), GR5J (au centre) et GR6J (à droite). X1 à X6 représentent les paramètres des modèles à optimiser.

Le choix du modèle GR utilisé s'orientera donc vers le modèle GR6J, qui est le plus récent et qui est utilisé à des fins opérationnelles de prévision des étiages (cf la plateforme PREMHYCE⁴).

Les eaux souterraines ne sont donc pas représentées de manière explicite dans les modèles GR. Cependant, il a récemment été montré une forte correspondance entre le taux de remplissage du réservoir exponentiel de GR6J et les hauteurs piézométriques (thèse de Pelletier, 2021). Des indicateurs liés à ce remplissage de réservoir pourraient permettre d'estimer une évolution possible des hauteurs piézométriques dans le futur (utilisation de la méthode de Pelletier et Andréassian, 2020), mais on rappelle que la composante souterraine est faible sur le bassin (Santos et al., 2022).

Les modèles cités ci-dessus sont globaux. Dans le cadre de ce projet, **ils seront utilisés en mode semi-distribué**. Cela signifie que le bassin versant de la Sèvre Nantaise sera découpé en sous-bassins versants déterminés par des points d'intérêts sur la rivière. Sur chaque sous-bassin versant, on appliquera un modèle GR, dont les débits simulés seront propagés en aval par une fonction de propagation classique (Figure 81). Ce découpage sera présenté pour le bassin de la Sèvre Nantaise dans la section 3. La méthodologie de semi-distribution employée a été éprouvée lors des travaux de thèse de Lobligeois (2014) et ont depuis été appliqués régionalement dans l'Est de la France (Thirel et al., 2019, 2021) et sur la France entière (de Lavenne et al., 2019). Il est à noter que le calage du modèle semi-distribué se fait de manière séquentielle, c'est-à-dire de l'amont vers l'aval, et que les points d'intérêts sans débits observés disponibles, i.e. non jaugés, utiliseront une méthode de

⁴ <https://sunshine.irstea.fr/app/premhyce>

régionalisation des paramètres issue de de Lavenne et al. (2019) afin de disposer de paramètres adaptés.

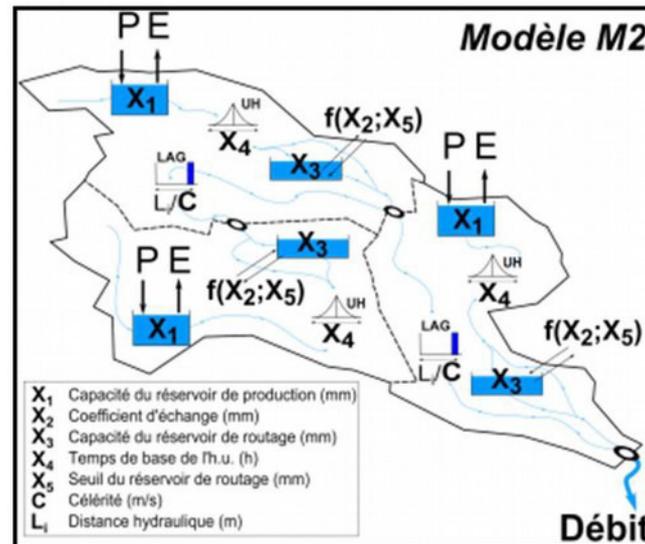


Figure 82: Schéma de la semi-distribution des modèles GR. Ici, exemple avec deux bassins amonts et un sous-bassin aval et le modèle GR5J. Tiré de Lobligeois (2014).

L'optimisation des paramètres du modèle a été effectuée grâce à un critère d'erreur classiquement utilisé dans l'équipe HYDRO (section 5.6.2). Les données météorologiques observées utilisées afin de forcer le modèle hydrologique sont les données SAFRAN (Vidal et al., 2010) classiquement utilisées en hydrologie en France. Ces données SAFRAN sont disponibles sur le territoire de la Sèvre Nantaise à une résolution spatiale de 8 kilomètres par 8 kilomètres au pas de temps journalier. Les débits journaliers observés viennent de la base de données de la Banque HYDRO (Leleu et al., 2014) déjà disponible à INRAE. Ces données ont été présentées dans le rapport de Phase 1 (Santos et al., 2022).

Les modèles GR ont été mis en œuvre par l'équipe HYDRO lors de diverses études régionales françaises. Lors du projet Explore 2070, qui fait encore office à l'heure actuelle de référence à l'échelle du territoire de la France métropolitaine, le modèle GR4J a été mis en place sur plus de 1000 bassins versants français. Par ailleurs, l'équipe HYDRO a piloté plusieurs projets régionaux, dont MOSARH 21 sur la Moselle, la Sarre et les affluents français du Rhin (Thirel et al., 2019) et CHIMERE 21 sur les rivières Meuse et Chiers (Thirel et al., 2021). Dans ces projets, l'équipe HYDRO a coordonné des équipes de modélisation hydrologique, établi des protocoles de calage des modèles et réalisé les diverses analyses, et appliqué un modèle GR de manière semi-distribuée. Dans d'autres projets, comme R²D² sur la Durance (Sauquet et al., 2016), Rheinblick sur le Rhin, Climaware sur la Seine (Dorchies et al., 2014), l'équipe HYDRO a participé via la mise en œuvre de modèles hydrologiques (dont GR), à la réalisation des analyses statistiques et la mise en place de

protocoles de modélisation. Enfin, l'équipe HYDRO est associée à l'initiative Explore2, via notamment la mise en place d'un modèle GR semi-distribué.

La modélisation est réalisée dans le cadre des package R **airGR**⁵ et **airGRiwrM**⁶. Ces deux packages **gratuits** et **open source** (licence GPL 2) développés par INRAE mettent à disposition un ensemble d'outils nécessaire à l'étude HMUC. Le package airGR propose les modèles hydrologiques, outils d'optimisation des paramètres, scores d'analyse des performances, tracés des résultats. Notamment, les trois modèles hydrologiques journaliers globaux, mais utilisables de manière semi-distribuée, cités plus haut, sont disponibles : GR4J, GR5J et GR6J. Le package airGRiwrM propose quant à lui une automatisation de la semi-distribution des modèles GR, ainsi que la prise en compte d'usages observés, l'utilisation de modèles d'usages mais aussi l'utilisation de règles de gestion.

À retenir :

Pour les besoins de l'étude HMUC, la modélisation hydrologique reposera sur une logique de transformation de la pluie en débit s'appuyant sur un modèle conceptuel « à réservoirs », largement éprouvé à l'échelle nationale et compatible avec une analyse au pas de temps journalier.

5.4 Prise en compte des usages

Divers usages sont pris en compte dans la modélisation (voir rapport de la Phase 1 faisant l'analyse des usages présents sur le bassin versant ainsi que le chapitre 4 du présent rapport). Ces usages sont pris en compte de deux manières différentes :

- **via l'injection dans le modèle des prélèvements et rejets mesurés (ou extrapolés)** comme décrits dans le rapport de la Phase 1. Pour les barrages de Ribou / Verdon et de Bultière, l'influence est représentée par un prélèvement (le volume entrant dans le réservoir) et un rejet (le volume sortant au niveau du barrage). Pour les plans d'eau, la méthode d'obtention des volumes prélevés et rejetés est explicitée en section 4.4.2;
- **via l'utilisation de modèles d'usages.**

Par définition, la première méthode (**injection des prélèvements et rejets mesurés**, voir chapitre 4) ne pourra être mise en œuvre que sur la période passée. L'objectif est double :

- **l'optimisation des paramètres du modèle hydrologique.** En effet, les débits observés sont dits « influencés », car ils dépendent des prélèvements et rejets effectivement mis en œuvre sur le bassin. Par rapport à une approche souvent utilisée qui consiste à définir les paramètres d'un modèle en utilisant uniquement les débits observés (qui sont donc influencés par les usages), ici les usages sont injectés dans le modèle lors du processus d'optimisation. L'optimisation réalisée dans la présente étude mènera donc à des valeurs de paramètres représentant de manière plus fine le **comportement naturel du bassin**, le

⁵ <https://hydrogr.github.io/airGR/>

⁶ <https://airgriwrM.g-eau.fr/>

comportement anthropisé étant alors porté plus directement par les données de prélèvements et de rejets ;

- **la naturalisation (ou désinfluencement) des débits.** Une fois les paramètres du modèle hydrologique déterminés, il suffit d'annuler les prélèvements et rejets afin de simuler des séries de débits désinfluencés qui, comparées aux séries de débits influencés permettent de déterminer l'influence des usages sur une période passée. Ici, en plus de l'ensemble des prélèvements et rejets pour l'irrigation, l'abreuvement, l'industrie et l'AEP, les barrages et tous les plans d'eau sont retiré du modèle.

Les prélèvements et rejets sont pris en compte en tenant compte autant que possible de leur localisation sur chacun des sous-bassins versants de calcul du modèle.

La seconde méthode (l'**utilisation de modèles d'usages**) est indispensable afin de réaliser des projections. En effet, les données de prélèvements et de rejets n'existent pas sur la période future. Par ailleurs, afin de prendre en compte des scénarisations d'usages, il est nécessaire de disposer d'une modélisation permettant de les représenter. Un couplage sera alors réalisé entre la modélisation hydrologique et la modélisation des usages. Si les usages influencent les débits, en retour, la ressource disponible contraint les possibilités de prélèvements et rejets (via des restrictions ou des débits minimaux à respecter). On disposera donc d'une vraie rétroaction entre le modèle hydrologique et les modèles d'usages, via une gestion : on parle alors de modèle intégré. Nous procéderons en deux temps :

- mise en place de la modélisation intégrée sur la période passée (i.e. forcée par SAFRAN). L'objectif est d'évaluer la performance de la modélisation intégrée en analysant les débits simulés ainsi que les prélèvements et rejets effectués par le modèle pour les comparer à ceux observés ;
- mise en place de la modélisation intégrée forcée par les projections climatiques. C'est ici que nous pourrons évaluer l'impact du changement climatique et des scénarios d'usages sur les ressources ainsi que sur les restrictions et le respect des débits minimaux.

L'utilisation de modèles d'usages sera réalisée sur chaque entité de calcul (sous-bassin versant) impactée par un usage. Ces modèles d'usages seront présentés dans le rapport de Phase 3.

À retenir :

La prise en compte des usages est un élément essentiel de la chaîne de modélisation hydrologique, notamment pour accéder à des débits « désinfluencés » des prélèvements et rejets anthropiques. Pour les besoins de l'étude HMUC, les usages sont représentés à partir :

- pour la période passée : des données de prélèvements / rejets mesurés ou extrapolés.
- pour les projections hydroclimatiques : de modèles d'usages, calés sur les données passées.

5.5 Les critères d'erreur et indicateurs hydrologiques

Divers critères d'erreur ont été utilisés. Le critère de Kling et Gupta (noté KGE pour Kling and Gupta Efficiency, Gupta et al., 2009) est un critère couramment utilisé en hydrologie basé sur la distance à un optimum (qui est égal à 1). Il comporte trois composantes :

- la corrélation entre débit observé et simulé (notée r dans la formule) qui permet d'évaluer la dynamique du modèle,
- le ratio des moyennes des débits simulés et observés (noté b dans la formule) qui permet d'évaluer si le bilan du modèle (sur-estimation ou sous-estimation),
- le ratio des écarts-types des débits simulés et observés (noté a dans la formule) qui permet de déterminer si la variabilité des débits est correctement représentée.

En plus du KGE, le critère de Nash (noté NSE, Nash et Sutcliffe, 1970) a été calculé. Il s'agit d'un autre critère fréquemment utilisé en hydrologie. Tout comme le KGE, ce critère a une valeur idéale de 1, plus il en est proche, meilleur est le modèle.

Les critères KGE et NSE sont définis par :

$$KGE = 1 - \sqrt{(r-1)^2 + (\alpha-1)^2 + (\beta-1)^2} \quad \text{Eq. 1}$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{j=1}^N (Q_s(j) - Q_o(j))^2}{\sum_{j=1}^N (Q_o(j) - \mu_o)^2} \quad \text{Eq. 2}$$

$$\alpha = \frac{\sigma_s}{\sigma_o} \quad \text{Eq. 3}$$

$$\beta = \frac{\mu_s}{\mu_o} \quad \text{Eq. 4}$$

avec N le nombre de jours évalués, $Q_s(j)$ le débit simulé pour le jour j , $Q_o(j)$ le débit observé pour le jour j , σ_s l'écart-type des débits simulés, σ_o l'écart-type des débits observés, μ_s le débit simulé moyen, μ_o le débit observé moyen, r le coefficient de corrélation de Pearson.

Divers indicateurs hydrologiques ont été calculés à partir des données de débit simulées par le modèle. Cela comprend des indicateurs globaux sur l'ensemble de la période ou des indicateurs mensuels :

- Le module qui correspond au débit annuel moyen (en $l.s^{-1}$)
- Les QMNA qui sont les débits minimum mensuel de l'année (en $l.s^{-1}$), calculé par mois calendaires, biennal sec (QMNA2, ayant une chance sur deux d'être dépassé chaque année) et quinquennal sec (QMNA5, ayant quatre chances sur cinq d'être dépassé par valeurs supérieures chaque année)
- Les VCN qui sont les débits minimaux calculés chaque année sur une période de 10 jours (VCN10) et sur une période de 30 jours (VCN30). Pour cette étude, ce sont les VCN biennaux qui sont calculés (en $l.s^{-1}$)
- Le module spécifique qui est le module rapporté à la surface du bassin (en $mm.jour^{-1}$)
- Le coefficient de ruissellement annuel moyen qui correspond au taux moyen du volume précipité sur le bassin qui atteint la rivière (sans unité)
- Les quantiles de débits classés qui sont les débits dépassant par valeurs supérieures x % des débits de la période d'analyse (en $l.s^{-1}$). Pour l'étude les quantiles 1 %, 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 90 % et 99 % sont calculés.
- Les modules mensuels qui sont les débits moyens pour chaque mois calendaire (en $l.s^{-1}$)
- Les coefficients de ruissellement mensuels qui représentent le taux moyen du volume précipité sur le bassin qui atteint la rivière chaque mois (sans unité)
- Les débits mensuels quinquennaux secs qui correspondent aux débits mensuels ayant chaque année quatre chance sur cinq d'être dépassé par valeurs supérieures pour chaque mois calendaire ($l.s^{-1}$)

Les divers **indicateurs hydrologiques** (QMNA5, quantiles, etc.) sont calculés i) sur la période 2008-2020 (lorsque les usages mesurés sont injectés dans le modèle hydrologique, afin de vérifier la performance du modèle), ii) sur une période de référence (1976-2005, lorsque le modèle hydrologique est couplé à des modèles d'usages) et iii) sur des périodes futures de 30 années (idem). Les points ii) et iii) seront développés lors de la Phase 3. Cette longueur (30 années) correspond à la longueur nécessaire afin de définir un 'climat' en s'affranchissant de la variabilité climatique interannuelle, i.e. en lissant une variabilité non représentative d'une tendance au long terme. Cette longueur est classiquement utilisée en climatologie et en hydrologie. La période 1976-2005 sera choisie comme période de référence car elle correspond à la période la plus récente avant divergence des scénarios d'émission de gaz à effet de serre. L'impact du changement climatique sera ainsi quantifié en comparant les valeurs d'indicateurs sur des périodes de 30 ans futures à cette

période de référence. Afin d'identifier des tendances, on pourra calculer ces indicateurs sur des périodes glissantes de 30 ans. Le présent rapport ne présente des résultats que pour le cas i) décrit ci-dessus, les analyses en contexte de changement climatique seront effectuées en Phase 3.

À retenir :

Diverses valeurs caractéristiques de l'hydrologie des cours d'eau sont calculées :

- des critères d'erreur, servant à qualifier l'erreur réalisée lors des simulations ainsi qu'à fournir un objectif à l'algorithme d'optimisation utiliser pour déterminer les paramètres du modèle,
- des indicateurs hydrologiques, servant à caractériser les écoulements influencés et désinfluencés.

5.6 Constitution de la modélisation sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise

5.6.1 Spatialisation du modèle

Le modèle est utilisé en mode semi-distribué. Cela signifie que le bassin versant de la Sèvre Nantaise est découpé en 12 sous-bassins en considérant les 11 unités de gestion de l'étude (Figure 1). Chacune de ces unités de gestion correspond à un sous-bassin mis à part l'unité de gestion Moine 1 qui est composée de deux sous-bassins distincts le long du Trézon et de la Moine. En plus de cela, des points de simulation intermédiaires sont ajoutés pour chaque station hydrométrique (cercles verts et rouges sur la Figure 1) lorsque celles-ci ne correspondent pas aux exutoires des unités de gestion. Cela concerne au total 8 stations sur le bassin. Ces ajouts permettent d'adapter les paramètres du modèle le plus fidèlement possible pour correspondre aux débits observés à ces stations hydrométriques. De plus, des points de simulation additionnels sont ajoutés afin de fournir une modélisation de débit au droit des stations de débits écologiques lorsque celles-ci ne sont ni à l'exutoire d'unités de gestion, ni proches d'une station hydrométrique. Cela concerne 5 stations de débits biologiques illustrées sur la Figure 1. Ces ajouts seront complétés si nécessaire par les stations de débits écologiques mesurées au cours de l'étude. Le modèle est donc mis en place sur 12 sous-bassins principaux correspondant aux 11 unités de gestion de l'étude. A ces sous-bassins s'ajoutent donc 13 sous-bassins intermédiaires afin de juger les performances du modèle et les débits écologiques. L'ensemble est représenté sur la Figure 83. Cependant, les résultats du modèle seront présentés à l'échelle de l'unité de gestion. Le reste des sous-bassins est utilisé à des fins spécifiques comme l'analyse des débits biologiques, l'adaptation des paramètres du modèle et l'évaluation de sa performance.



Figure 83: Carte des sous-bassins principaux (unités de gestions) et secondaires du modèle.

5.6.2 Optimisation des paramètres du modèle

Une fois les sous-bassins définis, les données d'usage collectées à l'occasion de la phase 1 sont intégrées au modèle en utilisant les hypothèses présentées dans la partie « Usages » (chapitre 4). Ces usages sont représentés comme des ajouts ou retraits d'eau au milieu, ils sont spatialisés par sous-bassins et sont disponibles au pas de temps journalier. Le calage des paramètres se fait séquentiellement, d'amont en aval. Dans le cas des unités de gestions non pourvues de stations

hydrométriques, les paramètres sont affectés à partir de ceux qui ont été obtenus pour un sous-bassin jaugé similaire.

En prenant en compte les usages, les paramètres du modèle sont optimisés afin que les débits simulés soient proches des débits observés aux différentes stations de mesure de débit. L'optimisation se fait à l'aide d'un algorithme qui permet d'adapter pas à pas, par essai et erreur, chacun des paramètres du modèle. Afin de permettre à l'algorithme de mesurer l'erreur du modèle à chaque étape, une fonction-objectif (c'est-à-dire un critère d'erreur à optimiser) est appliquée. Le choix s'est porté vers le KGE (cf section 5.5).

Dans le cadre de l'étude HMUC, on utilise une transformation des débits afin de calculer le KGE. Ce procédé est utilisé pour éviter que le calage ne porte trop d'importance sur les hauts débits : un compromis est ainsi trouvé entre hauts et bas débits. La transformation utilisée est une transformation proposée par Santos et al. (2018) et inspirée de Box et Cox (1964). Cette transformation, appelée Box-Cox (équation 5), permet de réduire le poids des hauts débits sans effets secondaires numériques dues au calcul du KGE :

$$f_{BC}(Q) = \frac{Q^{1,25} - (0,01 \mu_o)^{1,25}}{0,25}$$

Équation 5

L'optimisation est réalisée à partir des débits observés entre 2008 et 2020 (période d'obtention des données d'usages). Cependant, pour vérifier que les paramètres ne sont pas trop spécifiques à cette période, un essai de calage-contrôle (c'est-à-dire une vérification de la performance et des valeurs des paramètres obtenus sur une période indépendante) a été effectué. La période de données a été divisée en deux sous-périodes égales de 6 ans (2008-2014 et 2014-2020) utilisées pour deux optimisations distinctes. Les performances ont été évaluées sur les périodes distinctes des périodes d'optimisation pour vérifier que les pertes de performances ne sont pas trop importantes en dehors de la période d'optimisation. Ce test a montré que les pertes de performances restent limitées, ce qui tend à montrer que les paramètres retenus sont applicables en période future.

5.7 Performances du modèle avec injection des usages observés sur la période 2008-2020

Afin d'évaluer la qualité des simulations du modèle et de s'assurer que les résultats peuvent être abordés avec confiance, une analyse des performances du modèle a été effectuée. Le Tableau 47 regroupe les valeurs des critères de performance du modèle au droit de chaque station hydrométrique. En plus du KGE et de ses composantes (corrélation, bilan, variabilité), le NSE a été calculé. Même s'il est moins informatif que le KGE et moins utilisé de nos jours, il a été jugé utile de l'indiquer car il s'agit du critère qui avait été calculé à l'occasion de l'étude « volumes prélevables » de 2012. Il s'agit donc d'un outil de comparaison, mais qui reste limitée car les objectifs de calage sont différents entre les deux études. Les scores présentés ici le sont pour la période 2008-2020, pour une optimisation effectuée sur cette même période. Les exercices de calage-contrôle sur des périodes indépendantes ne sont pas montrés dans ce rapport.

Le Tableau 47 montre que les valeurs de KGE sont bonnes sur l'ensemble du bassin (elles sont en général considérées comme bonnes au-dessus de 0,75). Il en va de même pour les valeurs de NSE. Des valeurs moins élevées sont néanmoins à signaler dans le cas des stations de Tillières, de Remouillé et de St-Georges-de-Montaigu, bien que ces valeurs restent acceptables. Les valeurs de coefficient de corrélation entre débit observé et simulé sont aussi supérieures à 0,9 mis à part pour les stations de Tillières et de Cholet. Pour Cholet, cela peut être dû à la proximité du barrage de Ribou dont les volumes sortants sont connus avec une précision limitée et aux nombreuses influences sur le débit de la Moine. Le bilan est aussi bon, bien qu'une sous-estimation systématique s'observe (jamais supérieure à 10 %). La variabilité des débits est aussi bien représentée, bien qu'elle soit systématiquement sous-estimée. Ces sous-estimations sont dues au fait que la transformation de Box-Cox est utilisée pour caler le modèle et mettre plus de poids sur les bas débits et diminuant les performances sur les hauts débits. Ce coefficient de variabilité est plus faible pour la Sanguèze, expliquant la valeur de KGE un peu plus faible au niveau de cette station qui connaît régulièrement de très faibles débits voire des assècs.

Tableau 47: Performances du modèle au droit de chaque station hydrométrique sur la période 2008-2020 lorsque les usages observés sont injectés. Les valeurs idéales de chaque critère sont égales à 1.

Station hydrologique	Critère de performance				NSE
	KGE	Coefficient de corrélation	Critère de bilan	Critère de variabilité	
SN à Nantes	0,82	0,94	0,96	0,83	0,86
Sanguèze à Tillières	0,66	0,86	0,87	0,72	0,71
Moine à St Crespin	0,89	0,95	0,97	0,90	0,90
SN à Clisson	0,87	0,96	0,96	0,88	0,92
Moine à Roussay	0,90	0,93	1,00	0,93	0,86
Maine à Remouille	0,77	0,92	0,94	0,79	0,83
Moine à Cholet	0,83	0,84	1,04	1,06	0,66
SN à Tiffauges	0,87	0,96	0,98	0,88	0,91
Ouin à Mauléon	0,81	0,92	0,95	0,84	0,84
SN à St Laurent	0,85	0,91	0,93	0,91	0,82
Petite Maine à St Georges	0,70	0,87	0,92	0,74	0,74
Grande Maine à St Fulgent	0,89	0,94	0,98	0,91	0,88
SN à St Mesmin	0,86	0,94	0,97	0,88	0,87
Ouine au Breuil-Bernard	0,86	0,91	0,96	0,90	0,83

Ces valeurs de scores sont complétées par la comparaisons entre indicateurs caractéristiques de débits observés et simulés (Tableau 48). Le tableau montre que le modèle sous estime les valeurs de débits caractéristiques. Sur les étiages, cette sous-estimation est plus importante pour la Maine à Remouillé et la Sèvre Nantaise à Clisson.

Tableau 48: Comparaison des débits caractéristiques observés et simulés entre 2008 et 2020.

Station hydrologique	Module [l.s^{-1}]		QMNA2 [l.s^{-1}]		QMNA5 [l.s^{-1}]	
	Obs	Sim	Obs	Sim	Obs	Sim
SN à Nantes	23 131	21 498	1 360	1 397	1 008	936
Sanguèze à Tillières	797	664	1,7	0,5	0,4	0,0
Moine à St Crespin	3 101	2 923	581	522	403	363
SN à Clisson	14 250	13 361	1 032	1 035	753	620
Moine à Roussay	2 207	2 127	482	480	336	341
Maine à Remouille	5 371	4 952	155	114	106	65
Moine à Cholet	1 340	1 358	413	407	301	306
SN à Tiffauges	8 912	8 508	438	371	238	189
Ouin à Mauléon	619	579	30	27	18	16
Petite Maine à St Georges	1 695	1 553	17	6	8	1
Grande Maine à St Fulgent	1 308	1 258	31	27	20	16
SN à St Mesmin	3 994	3 779	226	209	137	129
Ouine au Breuil-Bernard	718	678	13	8	6	1

Afin d’approfondir l’analyse, la Figure 84 regroupe les comparaisons entre régimes hydrologiques annuels observés et simulés à chacune des 12 stations hydrométriques. La figure montre que les régimes sont dans l’ensemble bien représentés par le modèle même si des différences apparaissent notamment au niveau de la reprise des écoulements qui est un temps surestimée par le modèle. Le modèle a aussi tendance à sous-estimer les hauts débits de janvier et février. Cette sous-estimation peut s’expliquer par le fait que le calage a été effectué en mettant autant de poids sur les bas que sur les hauts débits. Ce choix a été fait car le projet n’a pas pour objectif spécifique les crues, bien qu’il soit nécessaire d’avoir une bonne modélisation générale du régime. Enfin, ces erreurs sont plus importantes sur les plus petits bassins (l’Ouin, l’Ouine et la Sanguèze). Afin d’évaluer les bas débits, les courbes des débits classés sont représentées sur la Figure 85. Ces courbes montrent que les débits classés sont bien représentés mais qu’il existe une sous-estimation des très bas débits par le modèle. Cela doit être cependant nuancé par le fait que ces courbes sont représentées sur une échelle logarithmique, accentuant ces différences.

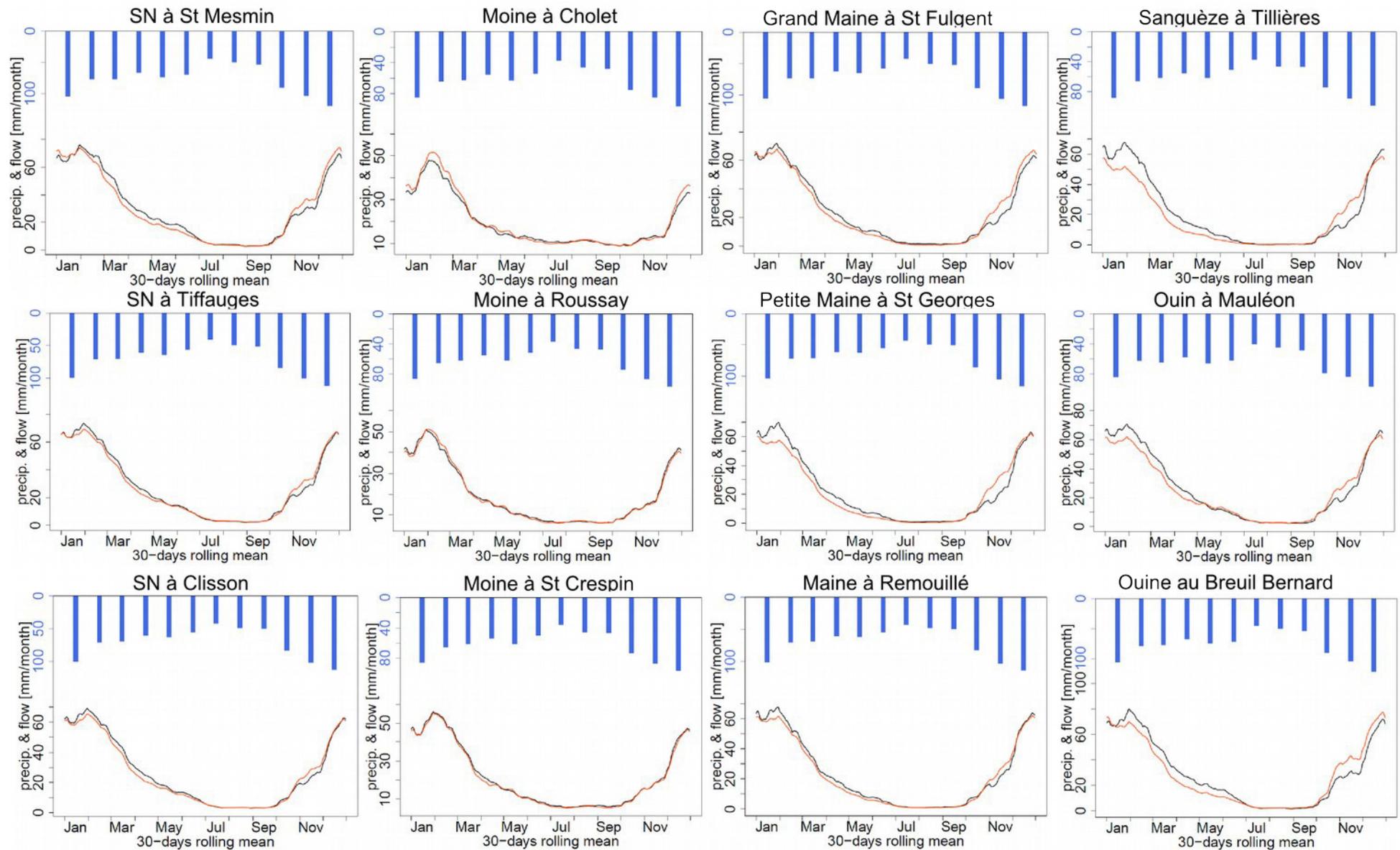


Figure 84: Comparaison entre le régime des débits observés (en noir) et le régime des débits simulés (en rouge) pour les 12 stations hydrométriques du bassin. Les débits ont été lissés grâce à une moyenne glissante sur 30 jours.

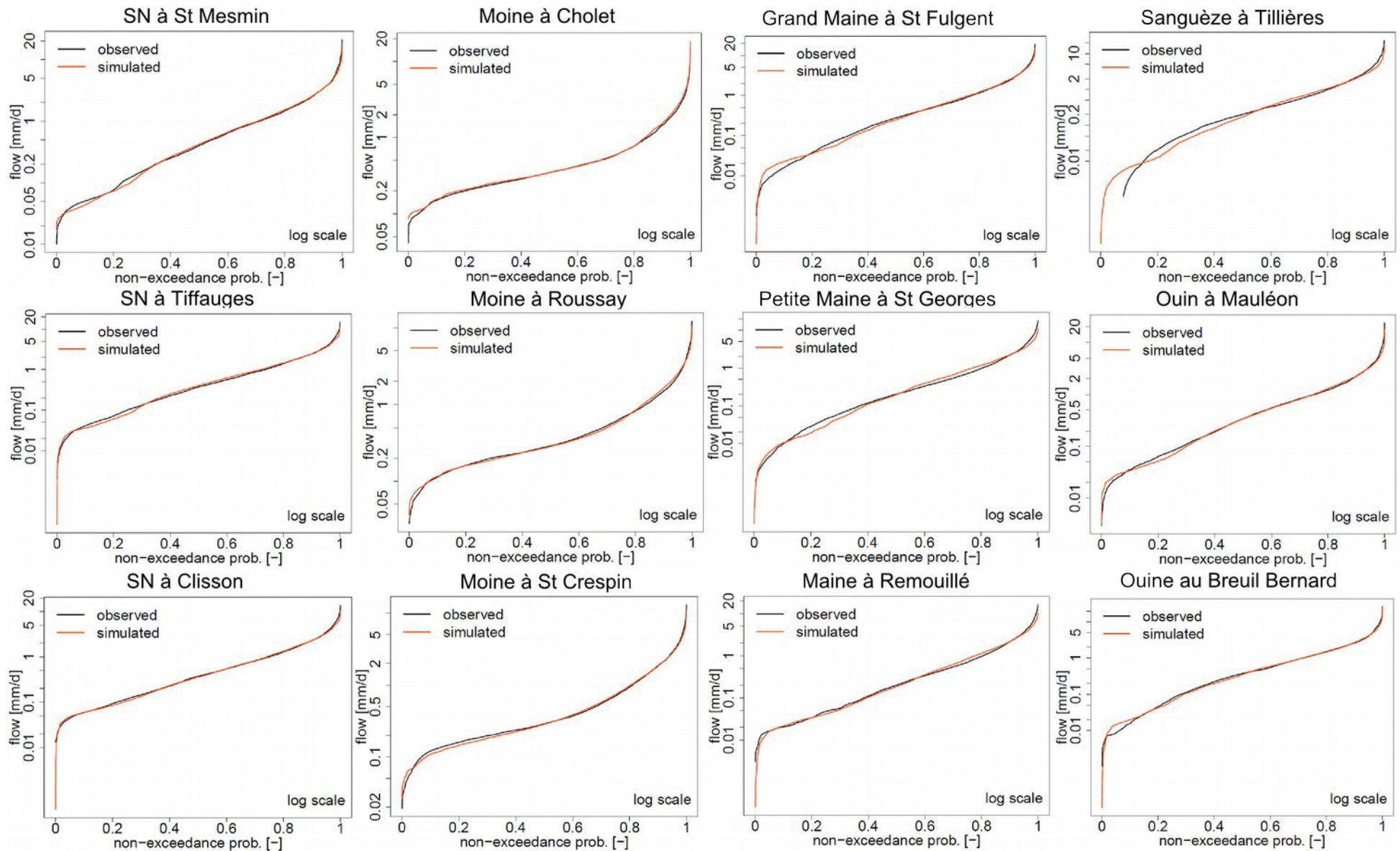


Figure 85: Comparaison entre les courbes de débits classés observées (en noir) et simulées (en rouge) pour les 12 stations hydrométriques du bassin.

À retenir :

L'analyse des performances du modèle hydrologique utilisant des usages extrapolés a montré une très bonne représentation des débits observés tout au long de l'année, mais aussi en termes de module et en étiage. Ce modèle pourra donc être utilisé pour la suite de l'étude avec confiance.

5.8 Analyse des débits influencés simulés

5.8.1 Analyse sur la période 2008-2020

Le Tableau 49 regroupe différents indicateurs de débits influencés à l'exutoire de chaque unité de gestion sur la période 2008-2020. Les indicateurs d'étiage (QMNA5 et QMNA2) montrent des étiages très sévères, voire des assèchements au niveau du Trézon, de la Moine 1 et de la Petite Maine. Les bassins de la Moine 2, et de la Sèvre Nantaise sont moins concernés par ces problématiques. L'analyse des coefficients de ruissellement montre qu'ils sont assez constants sur le bassin, il est cependant intéressant de noter qu'ils sont sensiblement plus faibles sur la Moine amont (peut-être du fait du calage basé sur des données anciennes) et dans une moindre mesure, la Petite Maine. Enfin, les valeurs de module spécifique permettent aussi d'avoir une idée de la productivité des sous-bassins versant (c'est-à-dire la quantité d'eau apportée à la rivière par unité de surface). Cette analyse montre une productivité plus faible sur l'unité de gestion Moine amont qui est dû à un volume de précipitation relativement faible par rapport à l'ensemble du bassin combiné à un rendement plus faible que la moyenne. Au contraire, l'unité de gestion la plus productive est l'unité de gestion Sèvre Nantaise amont. Cela n'est pas surprenant car c'est la partie la plus arrosée du bassin.

Tableau 49: Indicateurs hydrologiques simulés à l'exutoire de chaque unité de gestion.

Unité de gestion	Module [l.s ⁻¹]	QMNA2 [l.s ⁻¹]	QMNA5 [l.s ⁻¹]	Module Spécifique [mm.jour ⁻¹]	Coefficient de ruissellement [-]	VCN10 biennal [l.s ⁻¹]	VCN30 biennal [l.s ⁻¹]
Moine 1 (Trézon)	271	0	0	0,44	0,21	0	0
Moine 1 (Moine)	328	3	0,6	0,55	0,26	0	2
Petite Maine	1 553	6	1	0,70	0,29	0	2
Grande Maine	1 258	27	16	0,82	0,33	4	19
Sanguèze	1 241	27	18	0,67	0,30	14	21
Ouin	952	36	18	0,82	0,38	25	32
Sèvre amont	3 779	209	129	0,98	0,38	175	198
Maine	5 625	128	74	0,72	0,32	21	86
Moine 2	3 116	535	372	0,70	0,33	414	495
Sèvre moyenne 1	8 508	371	189	0,90	0,38	253	339
Sèvre moyenne 2	13 361	1 035	620	0,84	0,36	754	919
Sèvre aval	21 498	1 397	936	0,79	0,35	1 017	1 236

Pour avoir une idée de la variabilité des débits, les quantiles de débits classés sont compilés dans le Tableau 50. Le tableau montre que la variabilité des débits n'est pas la même sur l'ensemble du bassin. Les débits sont très variables sur les bassins des Maines, de la Moine amont et de la Sanguèze. Ils sont, par contre, beaucoup moins variables sur l'unité de gestion Moine aval (du fait de l'influence du barrage du Ribou). Il est intéressant de noter que le modèle sous-estime les très bas débit (les 5 premiers pourcents), cela est à la fois dû à la paramétrisation du modèle et aux incertitudes liées à la prise en compte de certains usages dont les données ne sont pas certaines.

Tableau 50: Quantiles de débits classés à chaque exutoire d'unité de gestion

Unité de gestion	Q1 [l.s ⁻¹]	Q5 [l.s ⁻¹]	Q25 [l.s ⁻¹]	Q50 [l.s ⁻¹]	Q75 [l.s ⁻¹]	Q90 [l.s ⁻¹]	Q99 [l.s ⁻¹]
Moine 1 (Trézon)	0	0	0	31	262	782	3 046
Moine 1 (Moine)	0	0	15	97	374	913	2 978
Petite Maine	0	0	43	355	1 824	4 741	13 356
Grande Maine	0	20	67	362	1 415	3 593	11 304
Sanguèze	5	21	51	271	1 339	3 777	11 318
Ouin	10	26	67	381	1 159	2 612	7 163
Sèvre amont	105	97	356	1 627	4 677	10 042	28 610
Maine	0	97	302	1 412	6 549	16 708	46 362
Moine 2	221	335	712	1 258	3 383	8 323	22 615
Sèvre moyenne 1	108	270	729	3 755	10 825	22 958	57 559
Sèvre moyenne 2	384	772	1 656	5 697	16 710	36 309	92 089
Sèvre aval	552	1 067	2 210	7983	26 493	60 165	155 609

Le Tableau 51 montre les débits moyens mensuels pour chaque unité de gestion. Comme cela avait été fait dans le rapport de phase 1 de l'étude, l'analyse de ces débits mensuels montre une forte saisonnalité et de faibles débits de base en étiage. Ainsi, le débit mensuel se situe en dessous du module entre avril et octobre quelle que soit l'unité de gestion. Pour les unités de gestion de gestion de la Moine, le débit du mois de novembre est aussi en dessous du module.

Tableau 51: Débits moyens mensuels à l'exutoire de chaque unité de gestion. La période de basses eaux (au sens du SDAGE) est représentée en jaune et les débits mensuels supérieurs au module sont en rouge.

Unité de gestion	Débit moyen mensuel [l.s ⁻¹]											
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Moine 1 (Trézon)	743	760	454	162	122	27	1	3	2	75	243	690
Moine 1 (Moine)	803	788	542	266	204	1119	29	21	22	110	318	741
Petite Maine	4 102	3 594	2 108	929	473	221	53	37	73	621	2 344	4 192
Grande Maine	3 283	2 879	1 938	911	583	299	79	57	72	364	1 603	3 115
Sanguèze	3 304	2 794	1 599	626	426	182	64	46	55	449	1 964	3 460
Ouin	2 239	2 027	1 432	727	566	380	132	98	107	417	1 184	2 172
Sèvre amont	8 766	8 490	5 755	3 085	2 277	1 506	603	449	372	1 305	4 735	8 285
Maine	15 291	13 441	8 303	3 993	2 330	1 129	324	218	315	1 663	6 733	14 260
Moine 2	6 936	7 403	4 943	2 523	2 118	1 182	796	858	760	1 268	2 824	6 052
Sèvre moyenne 1	20 047	19 422	13 505	7 165	5 188	3 433	1 269	902	794	2 817	9 990	18 282
Sèvre moyenne 2	31 444	30 944	21 166	11 012	8 139	5 060	2 188	1 809	1 649	4 577	14 983	28 555
Sèvre aval	53 257	50 423	33 082	16 692	11 661	6 855	2 782	2 213	2 155	6 869	24 983	49 127

L'analyse des coefficients de ruissellement mensuels (Tableau 52), montre une variabilité spatiale relativement faible. Cependant, la variabilité saisonnière est très marquée sur l'ensemble des unités de gestion. Le tableau montre que la période allant de mai à octobre est très peu productive sur le bassin. Les mois d'avril et de novembre ont une productivité intermédiaire tandis que le mois de février est le mois de plus forte productivité atteignant parfois les 80 % du volume précipité transformé en débit.

Tableau 52: Coefficients de ruissellements moyens mensuels calculés pour chaque unité de gestion. La période de basses eaux (au sens du SDAGE) est représentée en jaune.

Unité de gestion	Coefficient de ruissellement [-]											
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Moine 1 (Trézon)	0,43	0,53	0,37	0,14	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	0,14	0,36
Moine 1 (Moine)	0,50	0,61	0,45	0,24	0,16	0,10	0,04	0,02	0,02	0,07	0,19	0,41
Petite Maine	0,55	0,64	0,41	0,21	0,11	0,05	0,02	0,01	0,02	0,10	0,30	0,49
Grande Maine	0,62	0,72	0,53	0,28	0,18	0,10	0,04	0,02	0,03	0,08	0,29	0,53
Sanguèze	0,59	0,63	0,42	0,17	0,11	0,06	0,03	0,02	0,02	0,10	0,33	0,55
Ouin	0,71	0,80	0,59	0,33	0,23	0,16	0,09	0,06	0,06	0,14	0,37	0,60
Sèvre amont	0,67	0,81	0,60	0,36	0,25	0,17	0,11	0,07	0,05	0,12	0,35	0,55
Maine	0,64	0,71	0,52	0,26	0,15	0,08	0,03	0,02	0,03	0,09	0,26	0,52
Moine 2	0,56	0,72	0,57	0,31	0,24	0,16	0,15	0,13	0,11	0,12	0,22	0,43
Sèvre moyenne 1	0,67	0,82	0,63	0,38	0,26	0,19	0,10	0,06	0,05	0,11	0,32	0,54
Sèvre moyenne 2	0,62	0,78	0,59	0,34	0,25	0,17	0,10	0,07	0,06	0,11	0,28	0,49
Sèvre aval	0,64	0,78	0,60	0,31	0,22	0,14	0,07	0,05	0,05	0,10	0,28	0,52

Le Tableau 53 présente les débits quinquennaux secs pour chaque mois calendaire. Là encore, la saisonnalité s'observe clairement avec de plus, en comparaison aux résultats du module mensuel, une inversion entre avril et novembre. Il apparaît que le mois de novembre est sujet à de plus bas débit que le mois d'avril. Cela montre que les débits de ce mois sont plus variables qu'en avril.

Tableau 53: Débits moyens mensuels quinquennaux secs à l'exutoire de chaque unité de gestion. La période de basses eaux est représentée en jaune. Les valeurs en rouges correspondent aux valeurs qui dépassent le débit moyen annuel quinquennal sec.

Unité de gestion	Débit moyen mensuel quinquennal sec [l.s-1]											
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Moine 1 (Trézon)	156	289	166	27	7	1	0	0	0	1	16	115
Moine 1 (Moine)	219	321	251	93	46	20	1	2	5	12	48	139
Petite Maine	1 260	1 404	854	338	174	67	8	3	9	37	266	917
Grande Maine	1 059	1 293	899	407	230	111	26	21	23	46	223	725
Sanguèze	1 380	1 362	658	231	113	56	33	20	23	39	268	1 172
Ouin	1 027	1 058	718	317	202	93	37	20	22	42	155	642
Sèvre amont	3 816	4 235	2 915	1 556	1 023	528	259	149	136	176	601	2 332
Maine	4 622	5 640	3 777	1 608	869	406	101	115	140	226	1 028	3 339
Moine 2	3 103	3 331	2 473	1 072	888	630	489	454	519	456	965	1 921
Sèvre moyenne 1	8 443	9 575	7 002	3 629	2 385	1 187	444	204	260	395	1 346	5 103
Sèvre moyenne 2	13 304	15 015	10 990	5 494	3 763	2 063	1 054	670	874	977	2 772	8 093
Sèvre aval	21 399	23 962	16 649	7 954	5 193	2 802	1 337	1 004	1 167	1 377	4 526	14 001

L'évaluation mensuelle des débits aux exutoires de chacune des unités de gestion permettent de définir une période de basses eaux. L'analyse des débits moyens mensuels permet de confirmer la période de basses eaux du SDAGE (d'avril à octobre). Cependant, l'analyse des coefficients de ruissellement et des débits quinquennaux secs tend à montrer que le mois de novembre peut être particulièrement sec sur le bassin. Sur la base de ces observations, ce mois pourrait aussi être intégré à cette période de basses eaux pour la suite de l'étude.

5.8.2 Évolutions passées des débits observés

Le Rapport de phase 1 présente une analyse graphique de l'évolution des débits au niveau de la station de Tiffauges, accompagnée d'une évaluation des périodes sèches et des périodes humides depuis 1967. Afin de compléter, ces résultats une analyse statistique des tendances a été réalisée sur les séries de débits observés les plus longues en utilisant le test de Mann-Kendall. Pour que ce test soit valable, un minimum de 20 années observées est nécessaire. C'est pourquoi, les stations de Maulévrier, de Mazières-en-Mauges, de St-Laurent-sur-Sèvre et de l'Absie n'ont pas été analysées. Le test a montré qu'aucune tendance n'est observable sur les débits annuels moyen ni sur les QMNA.

À retenir :

L'analyse des débits « influencés » a montré que la période de basses eaux (débits mensuels inférieurs au module) se situe en général d'avril à octobre. En conditions sèches (débit moyen mensuel quinquennal sec), le mois de novembre pourrait paraître éligible à être intégré au sein de la période de basses eaux. Par ailleurs, la saisonnalité du rendement du bassin est forte, avec des étiages très intenses l'été.

5.9 Analyse des débits désinfluencés

Une fois le modèle calé en tenant compte des usages, il est possible de simuler l'hydrologie naturelle (ou pseudo-naturelle) du bassin, c'est-à-dire une hydrologie virtuelle dans laquelle ces usages auraient été nuls. Cela est réalisé en rendant nuls les usages au sein du modèle et en gardant le jeu de paramètres préalablement calés pour représenter le fonctionnement hydrologique des sous-bassins versants. Cette opération permet d'obtenir les débits caractéristiques désinfluencés (Tableau 54). **L'influence des usages sur le module semble assez faible au niveau du bassin.** Il est cependant intéressant de noter que les modules désinfluencés sont légèrement plus élevés que les modules calculés en prenant en compte les usages à l'exception des unités de gestion Moine 2, Grande Maine et Sanguèze pour laquelle l'observation inverse est constatée. Pour les UG Sanguèze et Grande Maine, cela peut s'expliquer par le fait que la Figure 77 montre des bilans positifs sur ces UG de la Sanguèze, de la Grande Maine. Pour l'unité de gestion Sèvre aval dont le module désinfluencé est légèrement plus élevé que le module influencé malgré des rejets supérieurs aux prélèvements au sein de cette unité de gestion, cela peut s'expliquer par l'impact des unités de gestion en amont qui sont quasiment toutes déficitaires. Enfin, le cas de la Moine 2 est surprenant, malgré un léger déficit lié aux usages, le module désinfluencé est plus faible que le module influencé (les modules sont très proches). Cela pourrait s'expliquer par des incertitudes sur les sorties du barrage du Ribou.

En revanche, les usages semblent avoir un effet plus important sur les valeurs caractéristiques d'étiage. Sur certaines UG, les valeurs de QMNA2 et QMNA5 désinfluencées sont largement supérieures aux valeurs influencées. Cela s'observe particulièrement sur les UG de la Petite Maine, de la Moine 1, de la Sèvre amont et de la Sèvre Moyenne 1 où les différences sont importantes. Le cas de l'unité de gestion Moine 2 est une exception intéressante, sur cette unité de gestion les QMNA2 et QMNA5 influencés sont sensiblement plus importants que le QMNA2 et QMNA5 désinfluencé grâce à l'apport du complexe Ribou Verdon. Cet apport influence également les bas débits des unités de gestion Sèvre moyenne 2 et Sèvre aval. L'influence du barrage de Bultière s'observe aussi sur le QMNA2 de l'UG Maine dont la valeur influencée est légèrement supérieure à la valeur désinfluencée. Ce rapport s'inverse cependant dans le cas du QMNA5, montrant que le barrage de Bultière ne suffit pas à soutenir les très bas débits de la Maine. Cela reste à nuancer car il permet néanmoins d'avoir des valeurs de QMNA5 influencées et désinfluencées très proches alors que les usages semblent avoir une influence négative sur les étiages de la Petite Maine (en

proportion l'UG dont les étiages sont les plus affectés sur le bassin). L'unité de gestion de la Sanguèze (et dans une moindre mesure de la Grande Maine) montre des étiages désinfluencés inférieurs aux étiages influencés. Cela s'explique par le soutien d'étiage des STEPs, des rejets industriels et des pertes AEP sur ces UG (comme montré par la Figure 77). Les UG aval (Sèvre aval et Sèvre moyenne 2) présentent aussi des étiages soutenus du fait de l'influence des barrages et des rejets plus importants sur la zone aval du bassin. Les valeurs de VCN10 montre que les usages tendent à réduire les valeurs d'étiages les plus faibles sur l'ensemble du bassin sauf sur l'UG Moine 2. Cette unité de gestion exceptée, les soutiens d'étiage ne sont donc pas suffisant pour soutenir les très bas débits du bassin. Les coefficients de ruissellement quant à eux ne semblent pas grandement influencés par les usages, ce qui est à mettre en relation avec les faibles différences au niveau du module.

Tableau 54: Indicateurs de débits influencés et désinfluencés à l'exutoire de chaque unités de gestion. Les valeurs pour lesquelles les indicateurs de débits influencés sont inférieurs (supérieurs) aux indicateurs de débits désinfluencés sont indiquées en rouge (vert).

Unité de gestion	Module [l.s ⁻¹]		QMNA2 [l.s ⁻¹]		QMNA5 [l.s ⁻¹]		Module Spécifique [mm.jour ⁻¹]		Coefficient de ruissellement [-]		VCN10 biennal [l.s ⁻¹]		VCN30 biennal [l.s ⁻¹]	
	Inf	Desinf	Inf	Desinf	Inf	Desinf	Inf	Desinf	Inf	Desinf	Inf	Desinf	Inf	Desinf
Moine 1 (Trézon)	271	281	0	3	0	2	0,44	0,46	0,21	0,22	0	2	0	2
Moine 1 (Moine)	328	330	3	12	0,6	8	0,55	0,56	0,26	0,26	0	10	2	11
Petite Maine	1 553	1 575	6	26	1	14	0,70	0,71	0,29	0,30	0	18	2	21
Grande Maine	1 258	1 244	27	28	16	16	0,82	0,81	0,33	0,33	4	22	19	25
Sanguèze	1 241	1 234	27	19	18	11	0,67	0,66	0,30	0,30	14	13	21	15
Ouin	952	966	36	54	18	33	0,82	0,83	0,38	0,39	25	45	32	49
Sèvre amont	3 779	3 869	209	270	129	171	0,98	1,00	0,38	0,39	175	234	198	257
Maine	5 625	5 926	128	126	74	77	0,72	0,76	0,32	0,33	21	97	86	110
Moine 2	3 116	2 790	535	170	372	130	0,70	0,63	0,33	0,30	414	149	495	161
Sèvre moyenne 1	8 508	8 739	371	607	189	387	0,90	0,92	0,38	0,39	253	529	339	579
Sèvre moyenne 2	13 361	13 330	1 035	873	620	581	0,84	0,83	0,36	0,36	754	766	919	833
Sèvre aval	21 498	21 716	1 397	1 105	936	735	0,79	0,80	0,35	0,36	1 017	945	1 236	1 035

Afin de préciser les variations saisonnières induites par la désinfluence, la Figure 86 montre une comparaison des régimes influencés et désinfluencés à l'exutoire de chaque unité de gestion. Ces graphiques confirment l'observation faite grâce à l'analyse des indicateurs. L'influence des usages se fait, en effet, davantage ressentir en période de basses eaux. La quasi-totalité des unités de gestion montre des débits d'étiage sensiblement plus importants lorsque les usages ne sont pas pris en compte. Il est aussi intéressant de noter une influence visible lors de la reprise des écoulements qui est plus importante pour les débits désinfluencés. Cela s'observe en particulier au niveau de l'unité de gestion Maine, possiblement en partie en raison du remplissage du réservoir de Bultière. Les hauts débits désinfluencés sont aussi plus importants que les hauts débits influencés à

l'exception notable de l'unité de gestion Moine 2 et Sèvre moyenne 2, du fait du complexe Ribou Verdon.

Pour compléter et préciser les résultats, l'analyse de la désinfluence peut se faire pour une année sèche et une année humide. En accord avec les résultats de l'analyse des restrictions (section 4.1.2), l'année 2019 a été choisie comme année sèche et l'année 2014 comme année humide. Les Figure 87 et Figure 88 montrent que l'influence des usages peut varier entre une année sèche et une année humide. Durant l'année 2014 (humide), cette influence est relativement plus faible que lors de l'année 2019 (sèche). Cela s'explique par le fait que la demande agricole est plus faible du fait des apports par les précipitations en 2014. Il est aussi intéressant de noter l'influence du barrage de Ribou sur les débits de la Moine. En 2014, l'influence du barrage sur les hauts débits est importante, elle l'est moins sur les bas débits. Par contre, en 2019, l'influence du barrage est beaucoup plus importante en basses eaux qu'en haut débit.

À retenir :

La comparaison entre débits influencés et désinfluencés a montré que les usages de l'eau impliquent des étiages plus intenses (valeurs de débits plus faibles), ainsi qu'un module plus faible, renforçant ainsi les déficits hydriques sur une grande partie du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Le barrage de Ribou et les rejets plus importants sur l'aval du bassin inversent la tendance pour les unités de gestion aval.

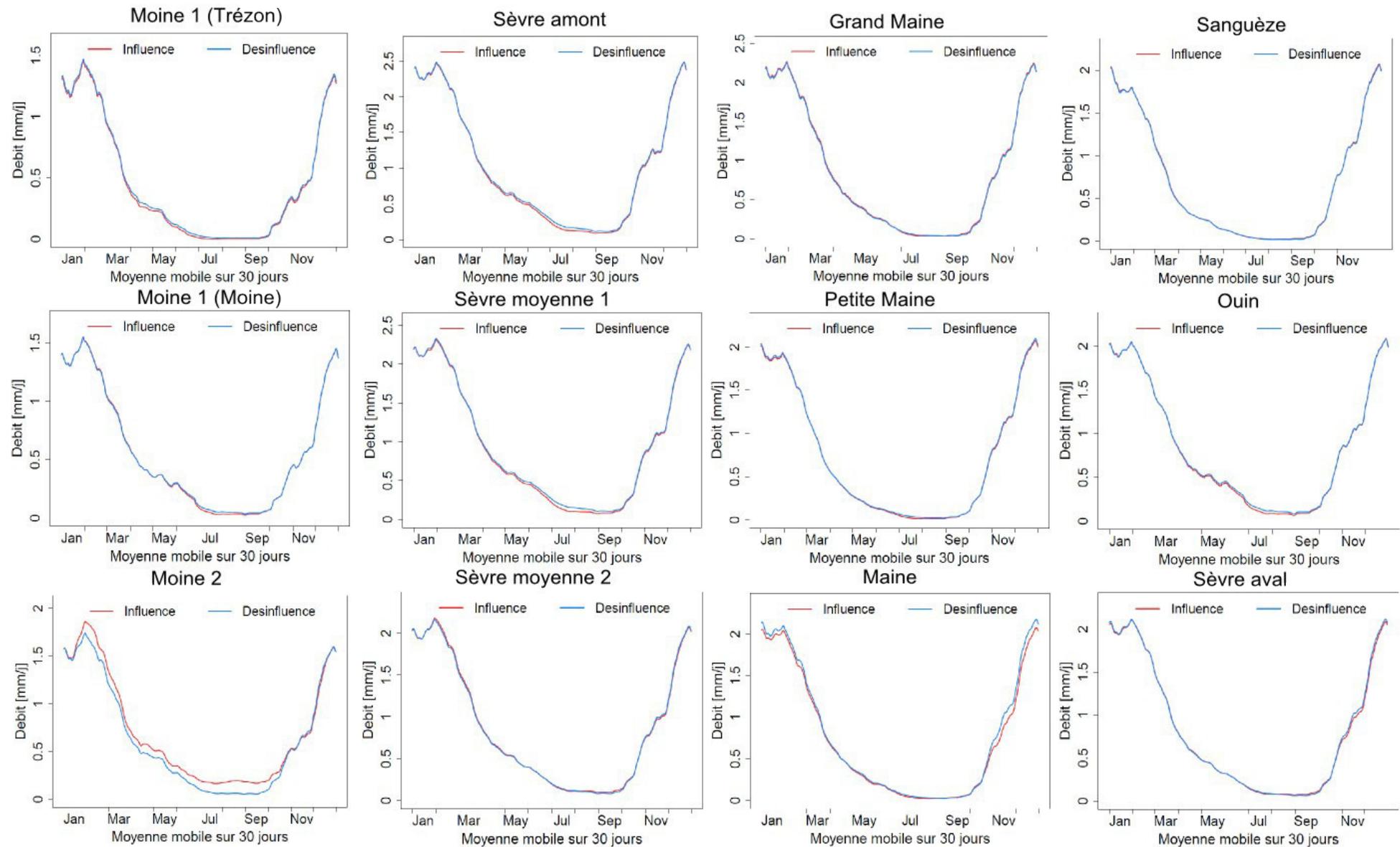


Figure 86: Comparaison entre le régime des débits influencés (en rouge) et le régime des débits désinfluencés (en bleu) pour les unités de gestion du bassin.

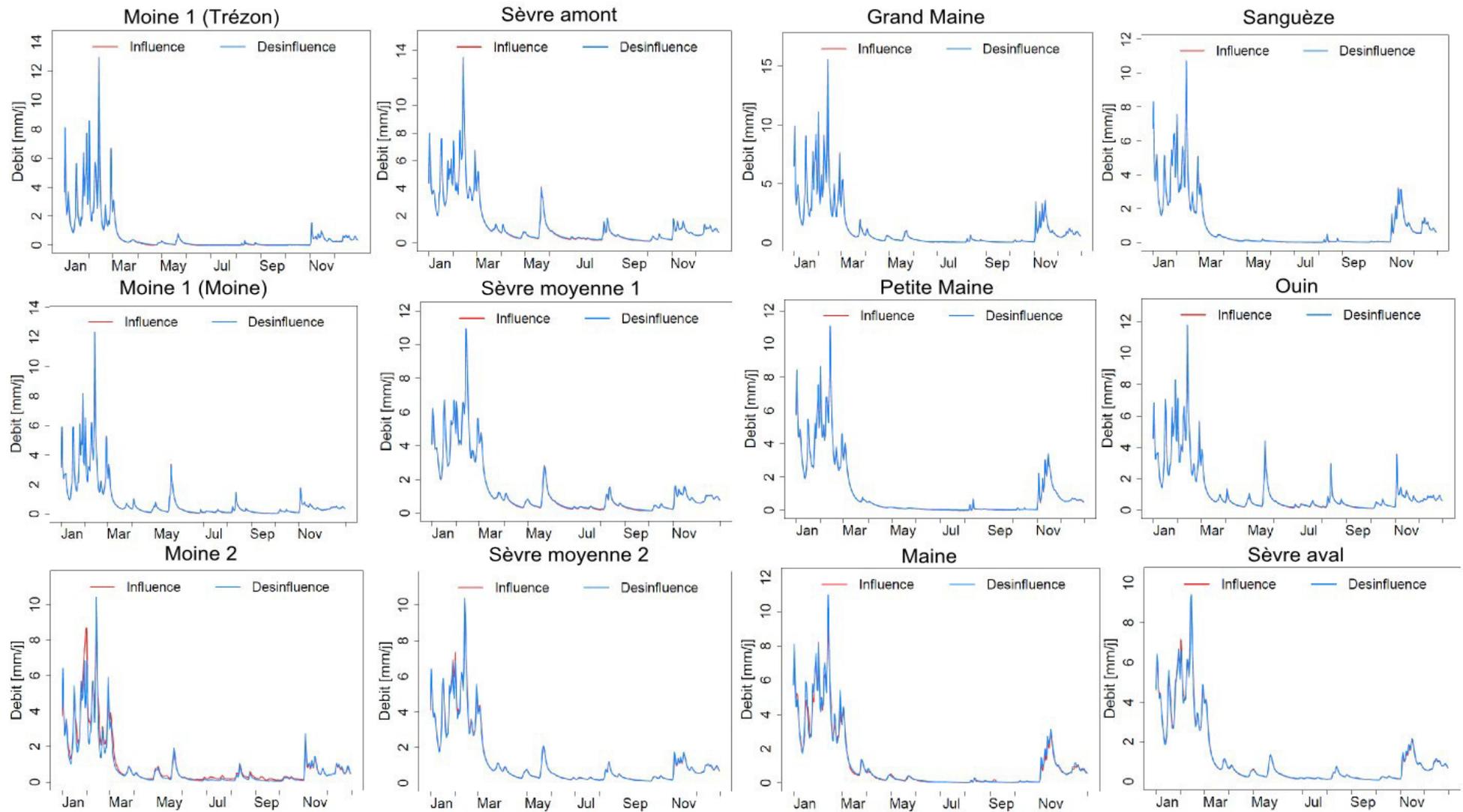


Figure 87: Comparaison entre les débits journaliers de 2014, influencés (en rouge) et désinflués (en bleu) à l'exutoire chaque de gestion du bassin.

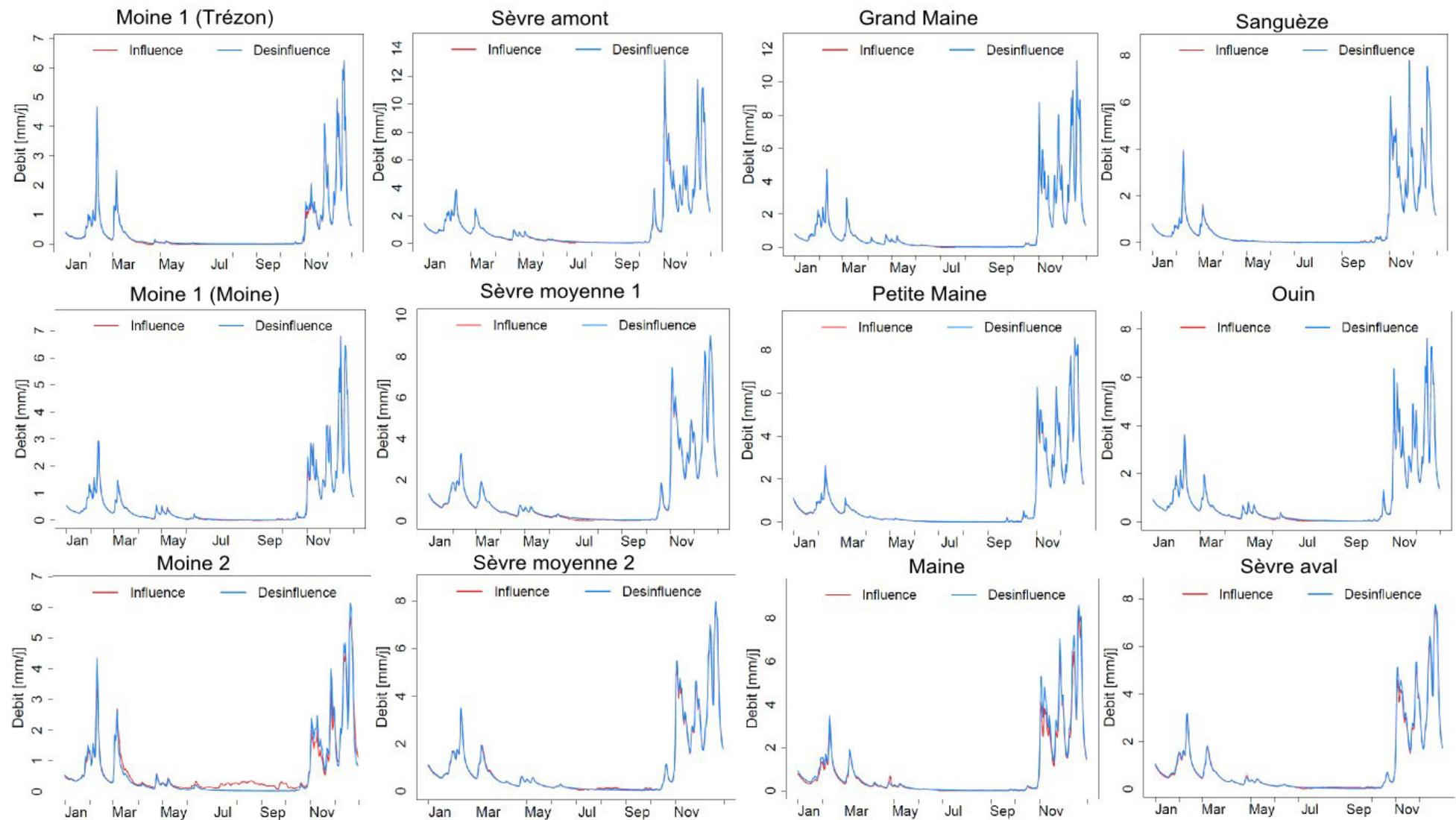


Figure 88: Comparaison entre les débits journaliers de 2019, influencés (en rouge) et désinfluencés (en bleu) à l'exutoire chaque de gestion du bassin.

6 Bilan de la phase 2

En résumé, ce rapport décrit les travaux de la phase 2 :

- Dans le cadre du volet « hydrologie », une modélisation hydrologique a été élaborée, prenant en compte les usages observés et les hypothèses nécessaires pour les compléter. Ce modèle a montré de bonne capacité à reproduire les débits observés et a permis d'analyser l'influence des usages sur l'hydrologie. Au bilan, si en moyenne, les usages de l'eau n'influencent que très peu les débits moyens, ils ont une influence importante sur les indicateurs d'étiage. Cette influence s'avère plus importante sur les années sèches que sur les années humides.
- Dans le cadre du volet « milieu », l'analyse de l'occupation du sol a permis d'identifier les zones du bassin à enjeux, les zones vulnérables en termes de qualité de l'eau et l'aspect dégradé des conditions hydromorphologiques du bassin. Ces analyses ainsi que l'évaluation des peuplements piscicoles corroborent un contexte perturbé. L'analyse des peuplements piscicoles a aussi permis de faire une sélection d'espèces à enjeux susceptibles d'être considérées pour l'évaluation des débits biologiques.
- Dans le cadre du volet « usages », un ensemble d'hypothèses ont été proposées et ajustées afin de mettre en place une base de donnée d'usage de l'eau à l'échelle journalière cohérente sur l'ensemble du bassin et sur la période 2008-2020. Un bilan des usages et des mesures de restrictions a été réalisé pour identifier les zones les plus sensibles du bassin.
- Dans le cadre du volet « climat », une évaluation bibliographique préalable à la phase 3 a été conduite afin d'identifier les tendances passées, et de mettre au jour les impacts potentiels sur les usages et les milieux aquatiques du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Ce volet a aussi été l'occasion de présenter la méthodologie d'élaboration des projections hydro-climatiques sur le bassin à l'occasion de la Phase 3 du projet.

Afin d'illustrer les liens entre quatre volets de l'étude, la Figure 89 représente les liens entre les différentes tâches de la Phase 2 et les tâches de la Phase 3. Les liens entre les différents volets de l'étude sont rares durant la phase 2. Le seul lien direct a été l'utilisation de la base de données d'usages pour élaborer la modélisation hydrologique et désinfluencer les débits. Cependant, les travaux effectués lors de cette Phase 2 auront une implication dans la Phase 3 et ce, que ce soit au sein même de leur volet ou pour les volets voisins. La mise en place des modèles d'usages et les choix de scénarios climatiques et de scénarios d'usage ont pour vocation d'être utilisés au sein du modèle hydrologique afin de projeter de probables débits futurs. Les résultats du modèle hydrologique (en période passée et futur) seront ensuite comparés aux débits biologiques afin d'évaluer l'impact possible du changement climatique sur les milieux et les usages.

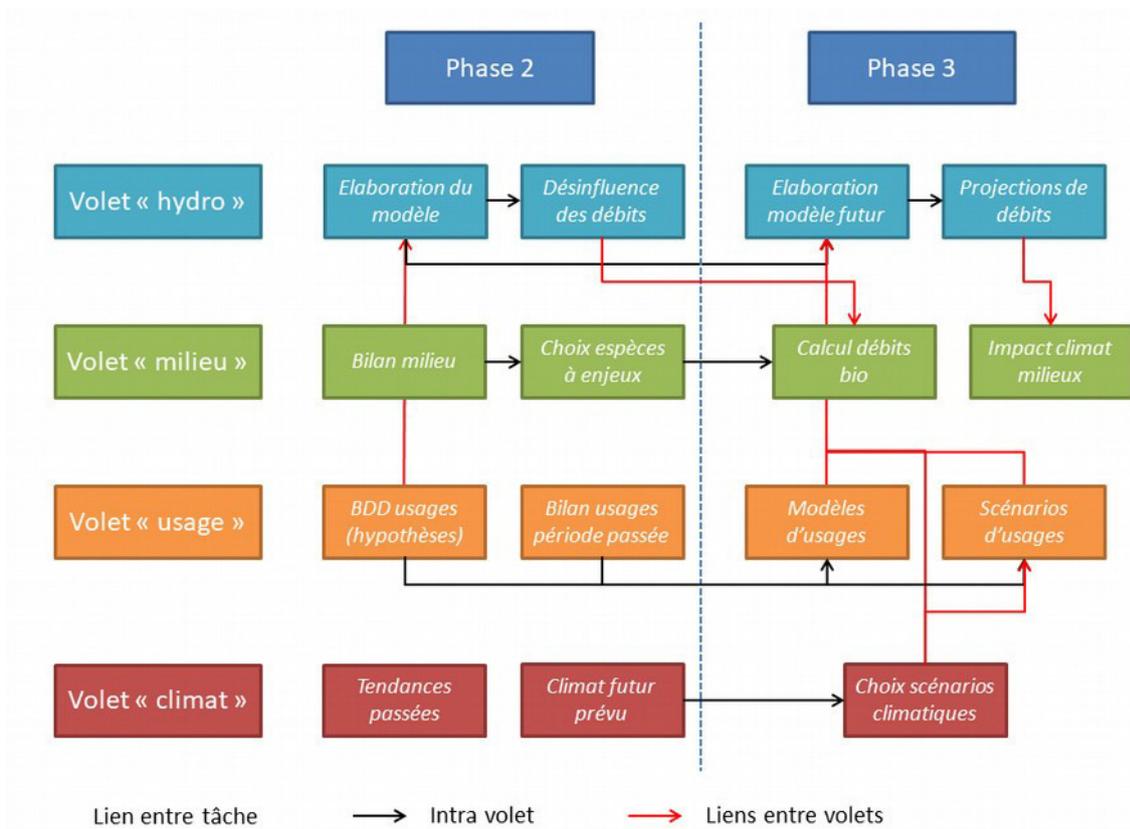


Figure 89: Plan de travail pour les phases 2 et 3 de l'étude.

7 Références

AcclimaTerra, 2018. Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine pour agir dans les territoires - rapport synthétique, comité scientifique régional AcclimaTerra sous la direction de Hervé LE TREUT - Éditions région Nouvelle-Aquitaine.

Bachelier, R. 1963. L'histoire du saumon en Loire. Bull. Fr. Piscic. 211 : 49-70.
<https://doi.org/10.1051/kmae:1963002>

Bisselink, B., Bernhard, J., Gelati, E., Adamovic, M., Guenther, S., Mentaschi, L., Feyen, L., de Roo, A. (2020). Climate change and Europe's water resources, EUR 29951 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-10398-1, doi:10.2760/15553, JRC118586.

Blöschl G, Hall J, Viglione A, Perdigão RAP, Parajka J, Merz B, Lun D, Arheimer B, Aronica GT, Bilibashi A, Boháč M, Bonacci O, Borga M, Čanjevac I, Castellarin A, Chirico GB, Claps P, Frolova N, Ganora D, Gorbachova L, Gül A, Hannaford J, Harrigan S, Kireeva M, Kiss A, Kjeldsen TR, Kohnová S, Koskela JJ, Ledvinka O, Macdonald N, Mavrova-Guirguinova M, Mediero L, Merz R, Molnar P, Montanari A, Murphy C, Osuch M, Ovcharuk V, Radevski I, Salinas JL, Sauquet E, Šraj M, Szolgay J, Volpi E, Wilson D, Zaimi K, Živković N. Changing climate both increases and decreases European river floods. Nature. 2019 Sep;573(7772):108-111. doi: 10.1038/s41586-019-1495-6. Epub 2019 Aug 28. PMID: 31462777.

Boé J., Somot S., Corre L., Nabat P. (2020) Large differences in Summer climate change over Europe as projected by global and regional climate models : causes and consequences. Climate Dynamics, doi:10.1007/s00382-020-05153-1.

CESER, 2016. Impacts des changements climatiques et des mesures d'adaptation en Pays de la Loire, 62 pages.

Chauveau, M., S. Chazot, C. Perrin, P.-Y. Bourgin, E. Sauquet, J.-P. Vidal, N. Rouchy, E. Martin, J. David, T. Norotte, P. Maugis et X. De Lacaze, 2013. Quels impacts des changements climatiques sur les eaux de surface en France à l'horizon 2070 ? (What will be the impacts of climate change on surface hydrology in France by 2070?). La Houille Blanche(4): 5-15, doi: 10.1051/lhb/2013027.

Chazot, S., Perrin, C., Vidal, J.P., Sauquet E., Chauveau, M., Rouchy, N. (2012). EXPLORE 2070 – Lot Hydrologie de surface B5 – Synthèse bibliographique, 43 pages + annexes.

Dayon, G., Boé, J., Martin, E., Gailhard, J. (2018). Impacts of climate change on the hydrological cycle over France and associated uncertainties. Comptes Rendus Geoscience, 350 (4), 141–153, doi:10.1016/j.crte.2018.03.001.

Dorchies, D., Thirel, G., Jay-Allemand, M., Chauveau, M., Dehay, F., Bourgin, P.-Y., Perrin, C., Jost, C., Rizzoli, J.-L., Demerliac, S., Thépot, R., 2014. Climate change impacts on multi-objective reservoir management: case study on the Seine River basin, France. *International Journal of River Basin Management*, 12(3): 265-283, doi:10.1080/15715124.2013.865636.

Floury C., Navarro L., Stroffek S., Dupré la Tour J. & Lamouroux N., 2013. Mieux gérer les prélèvements d'eau : l'évaluation préalable des débits biologiques dans les cours d'eau. Note du Secrétariat Technique du Sdage. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Irstea, Onema : 18 p.

Gerard, B., Mouren V. 2013. La Liste rouge des poissons et des macro-crustacés d'eau douce des Pays de la Loire. Synthèse des résultats. 20p.

GIEC Pays de la Loire, 1er rapport. Juin 2022. 120 pages.

IPCC, 2014. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White. ed. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Giuntoli I., et al. (2012). Chap. 10. Floods in France. In "Changes in Flood risk in Europe". IAHS Special Publication 10, Ed. by Z.K. Kundzewicz, 199-211

IPCC, 2021. Summary for Policymakers. In Climate Change 2021 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou, cambridge university press. Édition.

Lamouroux, N., Augeard, B., Baran, P., Capra, H., Le Coarer, Y., Girard, V., Gouraud, V., Navarro, L., Prost, O., Sagnes, P., Sauquet, E., Tissot, L. 2018. Débits écologiques : la place des modèles d'habitat hydraulique dans une démarche intégrée. Hydroécol. Appl. Tome 20, pp. 1-27.

de Lavenne, A., Andréassian, V., 2018. Impact of climate seasonality on catchment yield: A parameterization for commonly-used water balance formulas, Journal of Hydrology, 558, 266-274, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.01.009>.

Leleu, I., Tonnelier, I., Puechberty, R., Guoin, C., Viquendi, I., Cobos, L., Foray, A., Baillon, M. and Ndimba, P.-O., La Houille Blanche, 1 (2014) 25-32, DOI: <https://doi.org/10.1051/lhb/2014004>

Lemaitre-Basset, T., 2020. Présentation orale, comité de thèse de première année.

Le Moine, N. (2008). Le bassin versant de surface vu par le souterrain : une voie d'amélioration des performances et du réalisme des modèles pluie-débit ? PhD thesis (french), UPMC, Paris, France.

Lobligeois, F., 2014. Mieux connaître la distribution spatiale des pluies améliore-t-il la modélisation des crues ? Diagnostic sur 181 bassins versants français. Thèse de Doctorat, Irstea (Antony), AgroParisTech (Paris), 312 pp.

Louafi, R., 2022, Modélisation hydrologique des plans d'eau pour une évaluation de leur impact et une optimisation de leurs modes de gestion. Cas du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Mémoire de Master, INRAE, 106 pp.

Moatar, F., Ducharne, A., Thiéry, D., Bustillo, V., Sauquet, E. et al.. La Loire à l'épreuve du changement climatique. Géosciences, BRGM, 2010, 12, pp.78-87. (insu-00549254)

Pelletier, A., 2021. Nappes et rivières : la piézométrie peut-elle améliorer la prévision des étiages des cours d'eau ? Sorbonne Université (Paris), GRNE (Paris).

Pelletier, A. and Andréassian, V., 2020. Hydrograph separation: an impartial parametrisation for an imperfect method, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 24, 1171–1187, <https://doi.org/10.5194/hess-24-1171-2020>

Perrin, C., C. Michel and V. Andréassian (2003). Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology*, 279(1-4), 275-289, doi: 10.1016/S0022-1694(03)00225-7.

Plichard, L., Belliard, J., Hette-Tronquart, N., and Kreutzenberger, K. 2022. Métrique “Grands migrants cours d’eau” : Consolidation scientifique et technique du développement, perspectives et limites d’application. Rapport d’étape scientifique, INRAE / OFB.

Renard, B., Lang, M., Bois, P., Dupeyrat, A., Mestre, O., Niel, H., Gailhard, J., Laurent, C., Neppel, L. & Sauquet, E., 2006. Observed changes in hydrological extremes in France, *La Houille Blanche*, 92:6, 48-54, DOI: 10.1051/lhb:2006100.

Robin, Y., Corre, L., Marson, P., Bernus, S., Vrac, M., Thao, S., 2022. Projections climatiques régionalisées : correction de biais et changements futurs. Rapport du projet Explore2.

Santos, L., Thomas, A., Mounereau, L., Thirel, G. 2022. Etude HMUC : Rapport Phase 1. Analyse des données et définition des besoins complémentaires.

Sauquet, E., Y. Arama, E., Blanc-Coutagne, H., Bouscasse, F., Branger, I., Braud, J.-F., Brun, J., Cherel, T., Cipriani, T., Datry, A., Ducharme, F., Hendrickx, B., Hingray, F., Krowicki, I., Le Goff, M., Le Lay, C., Magand, F., Malerbe, T., Mathevet, A., Mezghani, C., Monteil, C., Perrin, P., Poulhe, A., Rossi, R., Samie, P., Strosser, G., Thirel, F., Tilmant, J.-P., Vidal, 2016. Le partage de la ressource en eau sur la Durance en 2050 : vers une évolution du mode de gestion des grands ouvrages duranciens ? *La Houille Blanche*, (5), 25-31, DOI: [10.1051/lhb/2016046](https://doi.org/10.1051/lhb/2016046).

Sauquet, E., Beaufort, A., Sarremejane, R., Thirel, G. (2021). Predicting flow intermittence in France under climate change. *Hydrological Sciences Journal*, doi: 10.1080/02626667.2021.1963444.

Sauquet, E., Thirel, G., Vergnes, J.-P., Habets, F. (2022). Etude d’impact du changement climatique sur le régime hydrologique en France métropolitaine - état de l’art. Rapport du projet Explore2, 44 pages. URL : <https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/projets/Explore2/Rapport%20Explore2%20syntheseConnaissanceMetropole%20-%20VF.pdf>

Soubeyroux, J.-M. et al., 2021. Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole. 98p. <http://www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf>

Thirel, G., Gerlinger, K., Perrin, C., Drogue, G., Renard, B., Wagner, J.-P., 2019. Quels futurs possibles pour les débits des affluents français du Rhin (Moselle, Sarre, Ill) ? *La Houille Blanche*, 5-6 140-149, <https://doi.org/10.1051/lhb/2019039>.

Thirel, G., Collet, L., Rousset, F., Delaigue, O. François, D., Gailhard, J., Le Lay, M., Perrin, C., Reverdy, M., Samacoits, R., Terrier, M., Vidal, J.-P., Wagner, J.-P., 2021. Projet CHIMERE 21. CHIers – Meuse : Evolution du RégimE hydrologique au 21e siècle. Rapport final. Agence de l’Eau Rhin-Meuse, convention n° 17C08004. 23/04/2021. 152 pp. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03206168>.

Verfaillie, D., M. Déqué, S. Morin, and M. Lafaysse, 2017 : The method ADAMONT v1.0 for statistical adjustment of climate projections applicable to energy balance land surface models, *Geoscientific Model Development*, 10, 4257-4283. doi : 10.5194/gmd-10-4257-2017.

Vidal, J.-P., Martin, E., Franchistéguy, L., Baillon, M. and Soubeyroux, J.-M., 2010. A 50-year high-resolution atmospheric reanalysis over France with the Safran system. *International Journal of Climatology*, 30 : 1627–1644. doi : 10.1002/joc.2003.

8 Acronymes utilisés

AEP : Alimentation en Eau Potable

BD LISA : Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères

BNPE : Banque Nationale des Prélèvements en Eau

BRGM : Bureau de Recherche Géologique et Minière

CACG : Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne

CEMAGREF : Centre national du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

CLE : Commission Locale de l'Eau

CMIP5 : Coupled Model Intercomparison Project number 5

CMIP6 : Coupled Model Intercomparison Project number 6

COD : Carbone Organique Dissous

COTECH : Comité TECHnique

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DCR : Débit de CRise

DDT : Direction Départementale des Territoires

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DEC : Diagnostic Environnemental Communal

DOE : Débit Objectif d'Étiage

DSA : Débit Seuil d'Alerte

EH : Equivalent-Habitant

EPTB : Etablissement Public Territorial de Bassin

ETP : ÉvapoTranspiration Potentielle

GCM : General Circulation Model

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (se dit IPCC en anglais)

GR : modèle du Génie Rural

GR4J : modèle GR journalier à 4 paramètres

GR5J : modèle GR journalier à 5 paramètres

GR6J : modèle GR journalier à 6 paramètres

HMUC : Hydrologie, Milieux, Usages, Climat

I2M2 : Indice Invertébrés Multi-Métrique

IBD : Indice Biologique Diatomées

IBG : Indice Biologique Global

IBMR : Indice Biologique Macrophytes en Rivière

IFT : Indicateur de Fréquence de Traitements phytosanitaires

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change (se dit GIEC en français)

IPR : Indice Poissons Rivières

IPSL : Institut Pierre-Simon Laplace

IREP : Registre français des Émissions Polluantes

Irstea : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

MTESS : Ministère de la Transition Énergétique et Solidaire

PAGD : Plan d'Aménagement et de Gestion Durable du SAGE

PREMHYCE : PRévision des Etiages par des Modèles HYdrologiques, Comparaison et Evaluation

PTGE : Plan Territorial de Gestion des Eaux

QMNA5 : Débit Mensuel miNimal Annuel de période de retour 5 ans

RCM : Regional Climate Model

RCP : Representative Concentration Pathway

REH : Réseau d'Évaluation des Habitats

SAFEGE : Société Anonyme Française d'Etudes de Gestion et d'Entreprises

SAFRAN : Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Atmosphériques à la Neige

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SAU : Surface Agricole Utile

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDGRE : Schéma Départemental de Gestion de la Ressource en Eau

Sispea : Système d'Information des Services Publics d'Eau et d'Assainissement

SRES : Special Report on Emissions Scenarios

SSP : Shared Socioeconomic Pathways

STEP : STation d'EPuration

UG : Unité de Gestion

ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique

9 Annexes

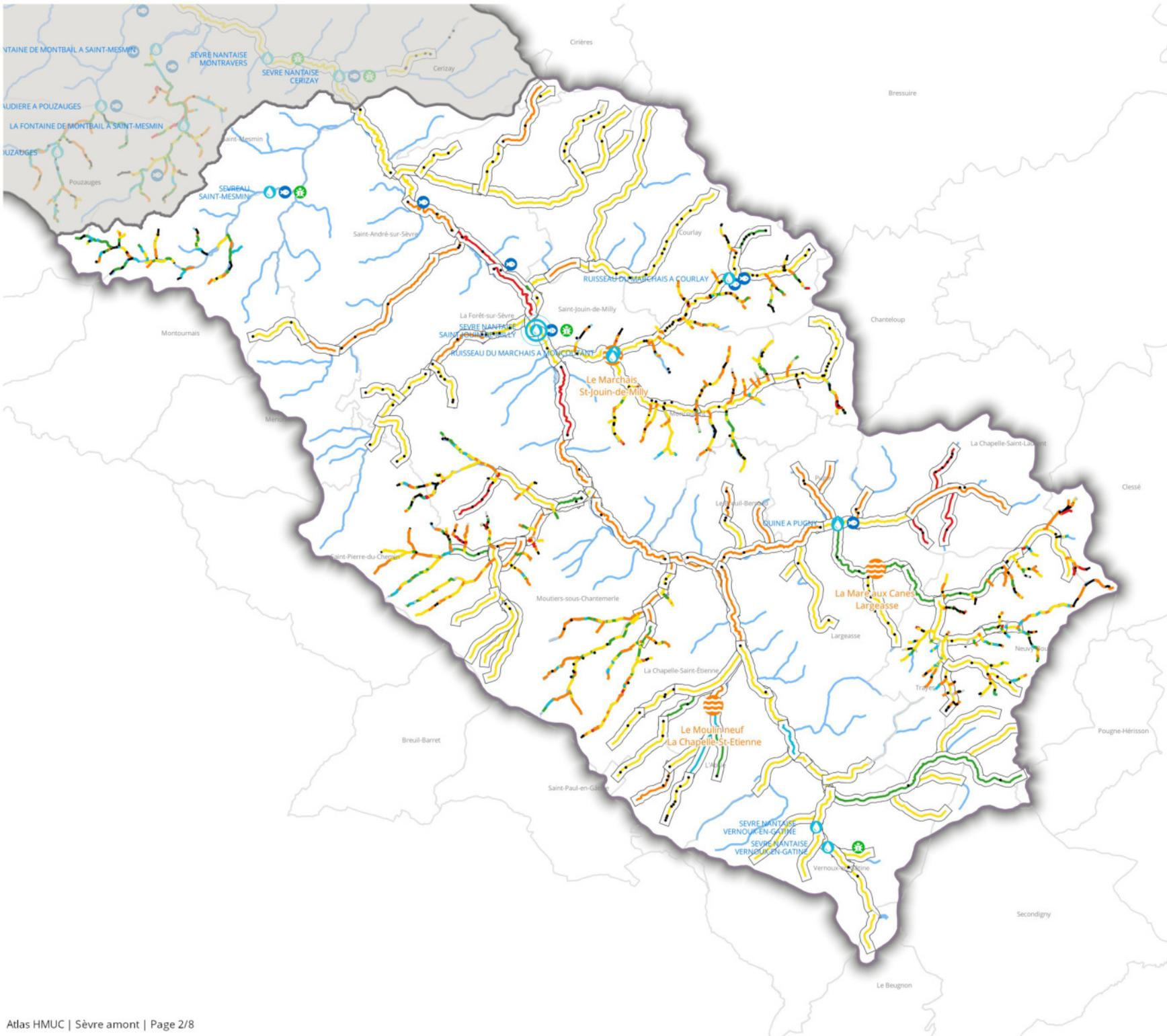
9.1 Annexe n°1 : Fiches de synthèse du volet « milieux » par unités de gestion

9.2 Annexe n°2 : Évaluation de débits biologiques complémentaires - DOCUMENT 1 : Mission SELECT - Définition des sites de mesures, HydroConcept, 2022

Unité de gestion Sèvre amont



Unité de gestion Sèvre amont



- Station de référence de l'UG
- Suivi qualité*
- Suivi bio (IPR)*
- Suivi bio (I2M2)*
- Station ONDE
- Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

- Cours d'eau enterré ou plan d'eau
- Cours d'eau enterré
- Cours d'eau très artificiel
- Cours d'eau artificiel
- Cours d'eau semi-artificiel
- Cours d'eau naturel
- Cours d'eau de référence

Segments REH, altération du lit

- très bon
- bon
- moyen
- mauvais
- très mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

- Plan de situation
- Tronçon hydrographique (carthage 2008)**
- Cours d'eau principaux
 - Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

Sèvre amont

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Source : DDTM/IGN	Plans d'eau	Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)
Sèvre amont 17	363 km²	646 km			

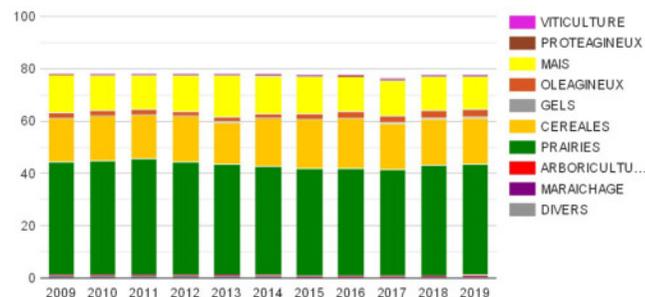
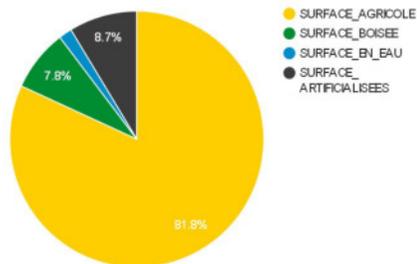
Plans d'eau totaux



2488 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol	Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG	Surfaces agricoles	Source : RPG 2009-2019	Evolution des surfaces agricoles	Evolution
N°	Surface	Année 2018	SAU graphique	Part de SAU		
SAM 17	36344 ha		28168 ha	78%		<p>Part des prairies : Tendance non fiable ($R^2 = 0.4$, pente : -0.00061)</p> <p>Part du maïs : Tendance non fiable ($R^2 = 0.19$, pente : -0.00032)</p> <p>Part des céréales : Tendance non fiable ($R^2 = 0.33$, pente : 0.00043)</p>



Haies et zones humides

Haies			Zones humides		
Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN			Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux		
Densité de haies dans la SAU (ml/ha)	Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha)	Proportion de haies perpendiculaires à la pente	Densité de ZH	ZH efficaces	
			Zones humides hors types : plans d'eau et leurs bordures, plans d'eau artificiels et mares		
133 ml/ha	72 ml/ha	54%	Dans la SAU 18.65% Au total 14.46% surface totale ZH DEC agrégés : 4624.04 ha surface totale ZH estimée : 5254.59 ha	Densité de ZH efficaces dans la SAU : 16.36 %	Densité globale de ZH efficaces : 12.68 % Part de ZH efficaces : 87.68% Périmètre sur surface : 416 m/ha

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques		ZNIEFF	
SAGE 2015		ZNIEFF de type 1	
Surface de réservoir bio. :	224 km²	Surface de ZNIEFF de type 1 :	10 km²
Part en rés. bio. :	62 %	Part en ZNIEFF de type 1 :	3 %
		Surface de ZNIEFF de type 2 :	23 km²
		Part en ZNIEFF de type 2 :	6 %

Sèvre amont

Bilan de l'état des masses d'eau

ME		Etat			Risques						Pressions						
		Etat écologique	Etat Chimique	Etat Chimique sans ubiquiste	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes
ME	% surf.	2017 (15-16-17)	(2017) (15-16-17-18)	(2017) (15-16-17-18)													
FRGR0543	LA SEVRE NANTAISE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQUA MALLIEVRE	99.99 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Oui	Non pertinent	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	

Sèvre amont

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°	Surface				
UNITE_GESTION_V01**SAM	17	363 km²				
Macropolluants						
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021
20% dép. 63/311	7% dép. 22/311	13% dép. 39/311	3% dép. 9/311	5% dép. 15/311	23% dép. 76/329	1% dép. 4/311
Pesticides						
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		
33% dép. 40/121		28% dép. 34/121		41% dép. 49/121		

Sèvre amont

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés					Diatomées		Macrophytes	
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
36.42	39.95	29.50	✓	✗	0.43	12.57	0.43	14.23	11.24	12.68	8.20	10.11

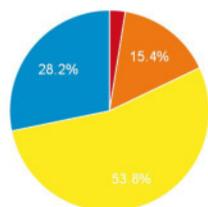
Sèvre amont

Quantité

Suivi des écoulements

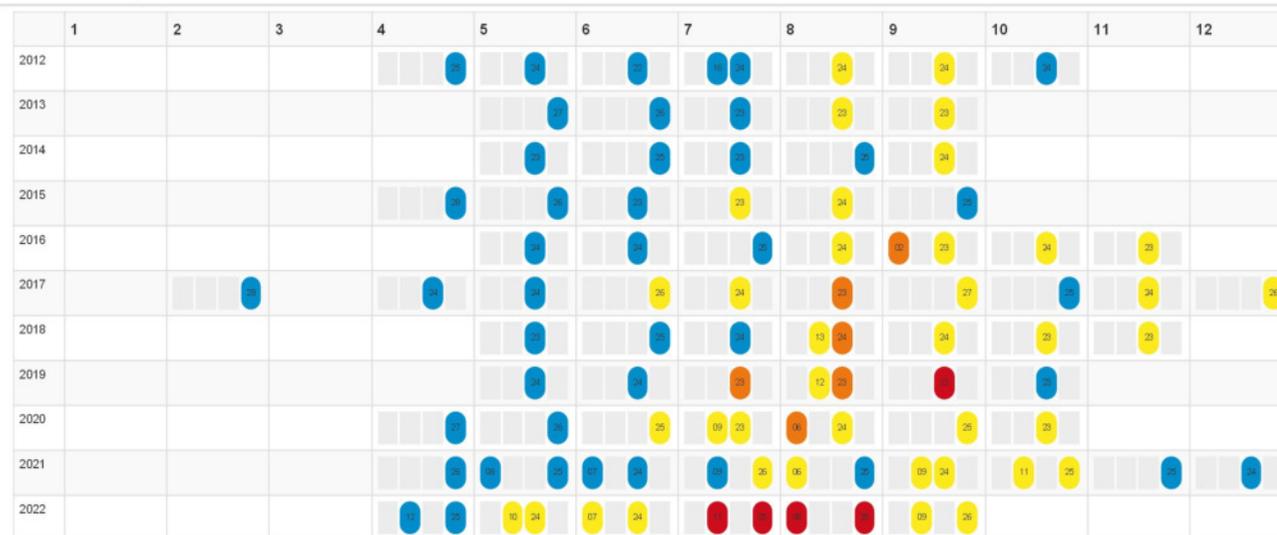
Station ONDE

Le Moulin neuf à La Chapelle-St-Etienne



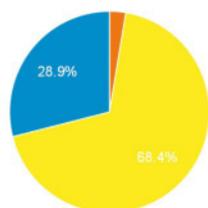
- Assec
- Écoulement non visible
- Écoulement visible faible
- Écoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre

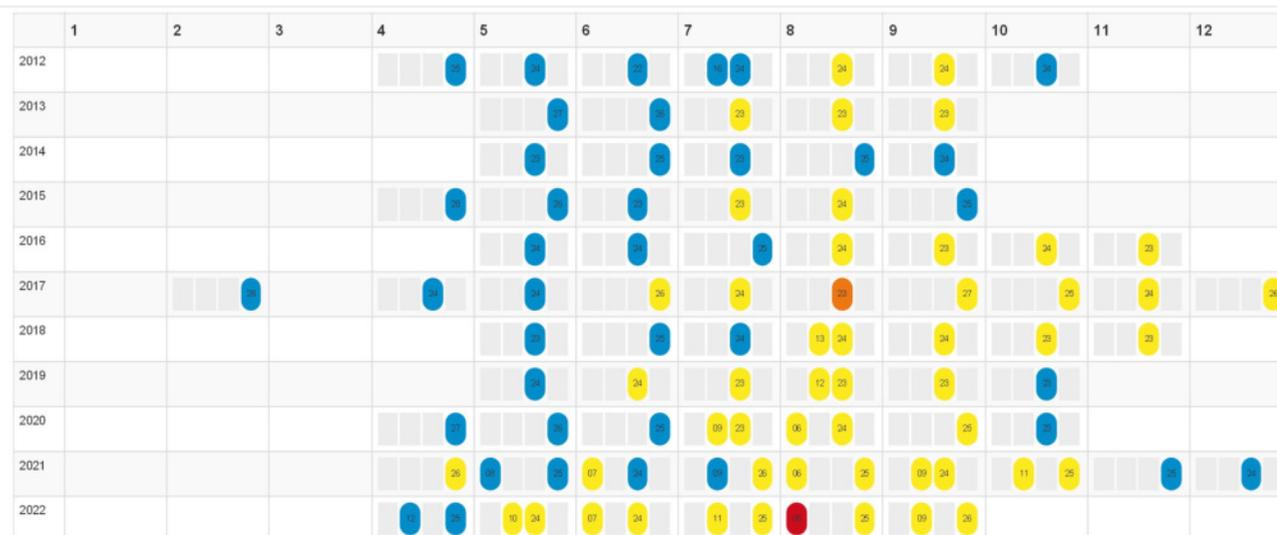


- Écoulement visible acceptable
- Écoulement visible faible
- Écoulement non visible
- Assec
- Pas d'observation

La Mare aux Canes à Largeasse



- Écoulement non visible
- Écoulement visible faible
- Écoulement visible acceptable



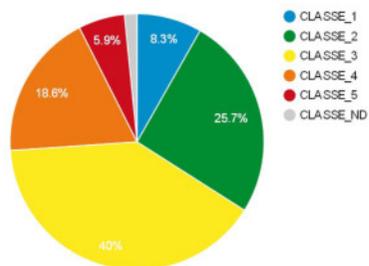
- Écoulement visible acceptable
- Écoulement visible faible
- Écoulement non visible
- Assec
- Pas d'observation

Sèvre amont

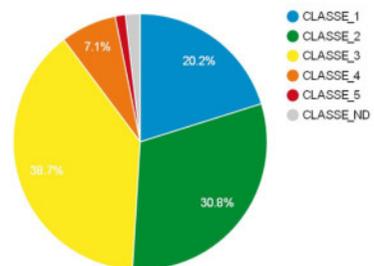
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

2.44 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.53

Pression potentielle IFT total

1.69

Indice de travail du sol

2.47

Pression potentielle phosphore

49.64

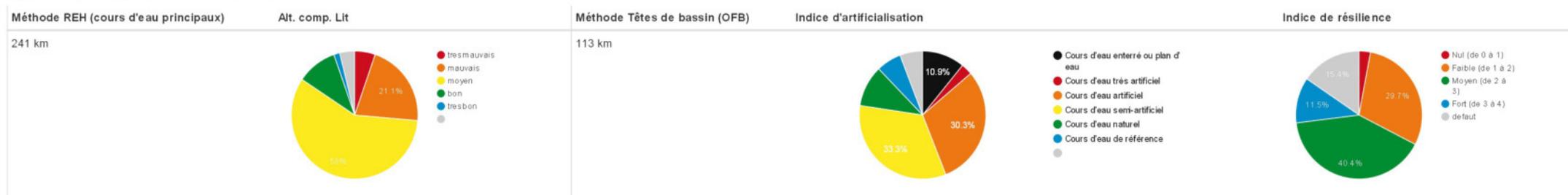
Sèvre amont

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Sèvre amont 17	363 km ²	646 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: #c00000; color: white; text-align: center; padding: 2px;">1.54 ha PDE/km²</div> 2488 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)



Obstacles à l'écoulement



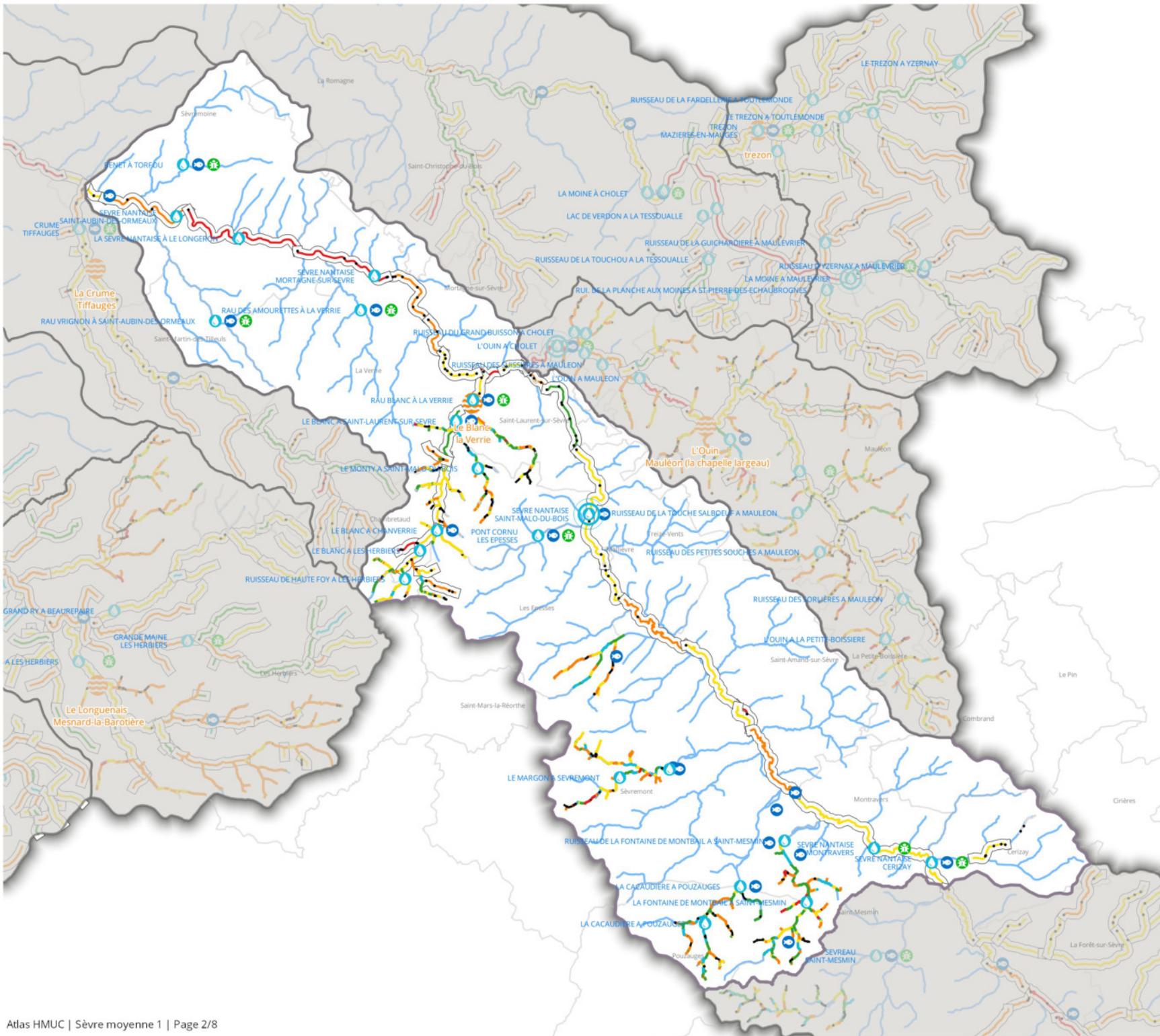
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
278 km ² 76 %	56	54	42	48	57	55	50	45	44	Surface de réservoir bio. : 224 km ² Part en rés. bio. : <div style="background-color: #0070c0; color: white; text-align: center; padding: 2px;">62 %</div>

Unité de gestion Sèvre moyenne 1



Unité de gestion Sèvre moyenne 1



- Station de référence de l'UG
- Suivi qualité*
- Suivi bio (IPR)*
- Suivi bio (I2M2)*
- Station ONDE
- Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

- Cours d'eau enterré ou plan d'eau
- Cours d'eau enterré
- Cours d'eau très artificiel
- Cours d'eau artificiel
- Cours d'eau semi-artificiel
- Cours d'eau naturel
- Cours d'eau de référence

Segments REH, altération du lit

- tres bon
- bon
- moyen
- mauvais
- tres mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

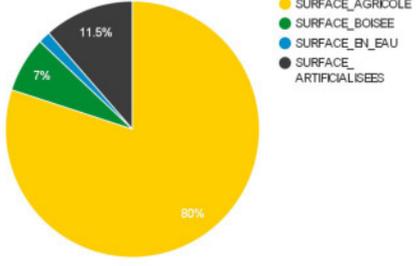
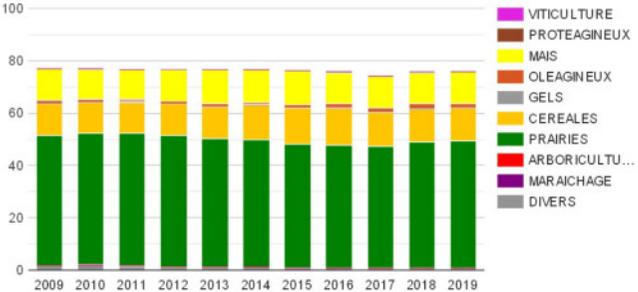
Sèvre moyenne 1

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau Source : DDTMI/IGN	Plans d'eau Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)
Sèvre moyenne 1 23	352 km ²	527 km	Plans d'eau totaux  1632 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG	Surfaces agricoles Source : RPG 2009-2019	
N° Surface	Année 2018	SAU graphique Part de SAU Evolution des surfaces agricoles	Evolutions
SM1 23 35247 ha		26745 ha 76% 	Part des prairies : ↘ Tendance à la baisse (moyennement fiable) ($R^2 = 0.57$, pente : -0.00088) Part du maïs : Tendance non fiable ($R^2 = 0.02$, pente : 7.0E-5) Part des céréales : Tendance non fiable ($R^2 = 0.28$, pente : 0.00035)

Haies et zones humides

Haies Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN	Zones humides Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux
Densité de haies dans la SAU (ml/ha) 116 ml/ha Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha) 68 ml/ha Proportion de haies perpendiculaires à la pente 59%	Densité de ZH Dans la SAU 10.9% Au total 8.27% surface totale ZH DEC agrégés : 2818.14 ha surface totale ZH estimée : 2914.9 ha ZH efficaces Zones humides hors types : plans d'eau et leurs bordures, plans d'eau artificiels et mares Densité de ZH efficaces dans la SAU : 9.46 % Densité globale de ZH efficaces : 7.17 % Part de ZH efficaces : 86.76% Périmètre sur surface : 436 m/ha

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF
SAGE 2015	ZNIEFF de type 1
Surface de réservoir bio. : 128 km ²	Surface de ZNIEFF de type 1 : 9 km ²
Part en rés. bio. : 36 %	Part en ZNIEFF de type 1 : 3 %
	ZNIEFF de type 2
	Surface de ZNIEFF de type 2 : 176 km ²
	Part en ZNIEFF de type 2 : 50 %

Sèvre moyenne 1

Bilan de l'état des masses d'eau

ME		Etat			Risques						Pressions						
ME	% surf.	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque chimique sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque global sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes
FRGR2053	7.78 %	Etat médiocre	données indisponibles	données indisponibles	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non
FRGR0543	48.65 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Oui	Non pertinent	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
FRGR1477	4.69 %	Mauvais état	données indisponibles	données indisponibles	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
FRGR0544	24.76 %	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
FRGR1482	4.96 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
FRGR2090	5.52 %	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
FRGR2041	3.62 %	Mauvais état	données indisponibles	données indisponibles	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non

Sèvre moyenne 1

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°	Surface				
UNITE_GESTION_V01**SM1	23	352 km²				
Macropolluants						
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021 Evol. station réf. : Lien
18% dép. 162/896	6% dép. 56/896	23% dép. 205/896	4% dép. 35/896	5% dép. 45/896	32% dép. 290/899	2% dép. 21/896
Pesticides						
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		
33% dép. 98/293		14% dép. 39/280		36% dép. 106/296		

Sèvre moyenne 1

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
35.34	36.03	35.37	✘	✔		0.50	15.19	11.54	11.70	9.15	9.77	

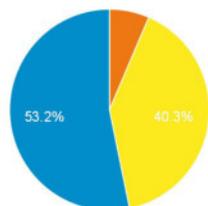
Sèvre moyenne 1

Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

Le Blanc à la Verrie



- Écoulement non visible
- Écoulement visible faible
- Écoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2012				26		25	26	25	26	25	10	24	
2013						25	25	25	25	25	13	25	
2014						25	25	25	25	25	23	24	
2015						26	25	26	25	25	25	25	
2016						25	24	25	25	25	27	28	25
2017	25				25	25	25	25	25	25	25	27	21
2018	25					25	25	25	25	27	25	25	25
2019					25	25	25	25	25	25	25	25	25
2020						25	25	25	25	25	25	25	25
2021				25		25	25	25	25	25	25	25	25
2022				25	11	25	13	24	25	25	25	25	25

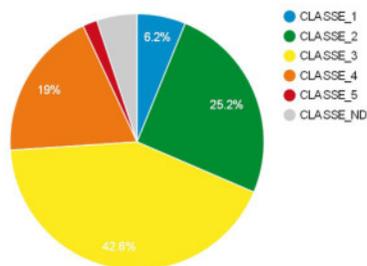


Sèvre moyenne 1

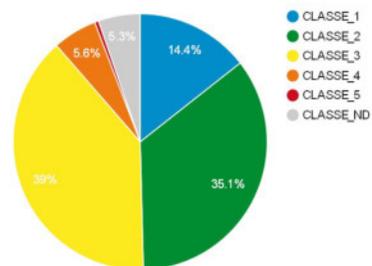
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

2.71 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.22

Pression potentielle IFT total

1.12

Indice de travail du sol

2.02

Pression potentielle phosphore

49.19

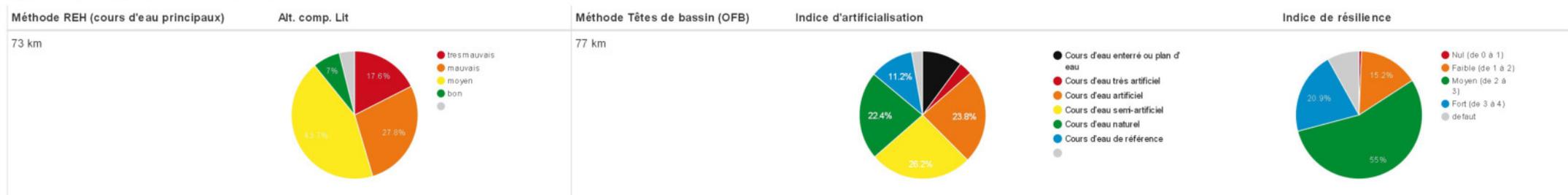
Sèvre moyenne 1

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Sèvre moyenne 1 23	352 km ²	527 km	Plans d'eau totaux  1.16 ha PDE/km ² 1632 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)



Obstacles à l'écoulement



Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
253 km ² 72 %	63	65	49	46	58	53	53	48	44	Surface de réservoir bio. : 128 km ² Part en rés. bio. :  36 %

Unité de gestion Sèvre moyenne 2



Unité de gestion Sèvre moyenne 2



Station de référence de l'UG

Suivi qualité*

Suivi bio (IPR)*

Suivi bio (I2M2)*

Station ONDE

Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

Cours d'eau enterré ou plan d'eau

Cours d'eau très artificiel

Cours d'eau artificiel

Cours d'eau semi-artificiel

Cours d'eau naturel

Cours d'eau de référence

Segments REH, altération du lit

tres bon

bon

moyen

mauvais

tres mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

Cours d'eau principaux

Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

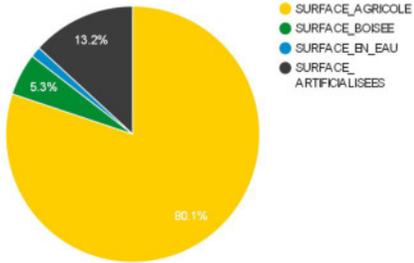
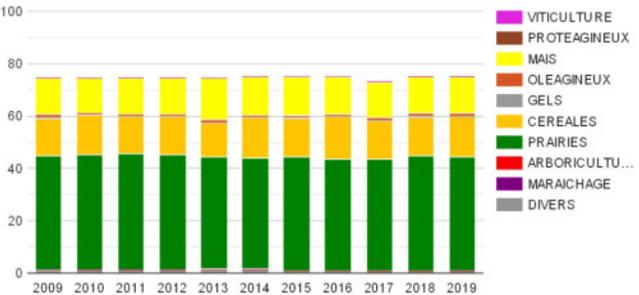
Sèvre moyenne 2

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau Source : DDTM/IGN	Plans d'eau Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)
Sèvre moyenne 2 20	179 km²	208 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px; text-align: center;">0.78 ha PDE/km²</div> 892 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG	Surfaces agricoles Source : RPG 2009-2019	
N° Surface	Année 2018	SAU graphique Part de SAU	Evolution des surfaces agricoles
SM2 20 17927 ha		13489 ha 75%	
			Evolution des surfaces agricoles Part des prairies : Tendence non fiable ($R^2 = 0.09$, pente : -0.00016) Part du maïs : Tendence non fiable ($R^2 = 0.02$, pente : 8.0E-5) Part des céréales : Tendence non fiable ($R^2 = 0.06$, pente : 0.00018)

Haies et zones humides

Haies Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN	Zones humides Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux
Densité de haies dans la SAU (ml/ha) <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 2px;">114 ml/ha</div>	Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha) <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 2px;">62 ml/ha</div>
Proportion de haies perpendiculaires à la pente 55%	Densité de ZH <div style="background-color: #FF0000; color: white; padding: 2px;">Dans la SAU 4.13%</div> <div style="background-color: #FF0000; color: white; padding: 2px;">Au total 3.11%</div> surface totale ZH DEC agrégés : 445.91 ha surface totale ZH estimée : 557.15 ha
	ZH efficaces Zones humides hors types : plans d'eau et leurs bordures, plans d'eau artificiels et mares <div style="background-color: #FF0000; color: white; padding: 2px;">Densité de ZH efficaces dans la SAU : 2.89 %</div> <div style="background-color: #FF0000; color: white; padding: 2px;">Densité globale de ZH efficaces : 2.17 %</div> <div style="background-color: #FF0000; color: white; padding: 2px;">Part de ZH efficaces : 69.87%</div> <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 2px;">Périmètre sur surface : 950 m/ha</div>

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF
SAGE 2015	ZNIEFF de type 1 Surface de ZNIEFF de type 1 : 0 km² Part en ZNIEFF de type 1 : <div style="background-color: #FF8C00; width: 100%; text-align: center;">0 %</div>
	ZNIEFF de type 2 Surface de ZNIEFF de type 2 : 30 km² Part en ZNIEFF de type 2 : <div style="background-color: #0070C0; width: 100%; text-align: center;">17 %</div>

Sèvre moyenne 2

Bilan de l'état des masses d'eau

ME		Etat			Risques						Pressions						
ME	% surf.	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes
FRGR2068	31.01 %	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
FRGR0544	37.66 %	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
FRGR2088	12.63 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
FRGR2081	18.18 %	Mauvais état	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non

Sèvre moyenne 2

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°	Surface				
UNITE_GESTION_V01**SM2	20	179 km²				
Macropolluants						
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021
47% dép. 90/193	30% dép. 58/193	24% dép. 46/193	9% dép. 18/193	12% dép. 24/193	56% dép. 107/191	4% dép. 7/192
Pesticides						
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		
65% dép. 66/101		42% dép. 42/101		71% dép. 72/101		
Evol. station réf. : Lien		Evol. station réf. : Lien		Evol. station réf. : Lien		

Sèvre moyenne 2

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
25.68	27.88	32.14	✘	✘		0.28	13.27	13.07	11.64	8.74	9.59	

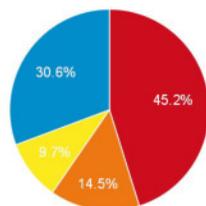
Sèvre moyenne 2

Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

La Crume à Tiffauges



- Assec
- Ecoulement non visible
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012				26		25	26	26	27	27		
2013						25	25	25	25	25		
2014						25	25	25	25	25		
2015						26	26	26	26	26		
2016						25	25	25	25	25		
2017	25				25	25	25	25	25	25		
2018	25					25	25	25	25	25		
2019						25	25	25	25	25		
2020						25	25	25	25	25		
2021				25		25	25	25	25	25		
2022				25		25	25	25	25	25		

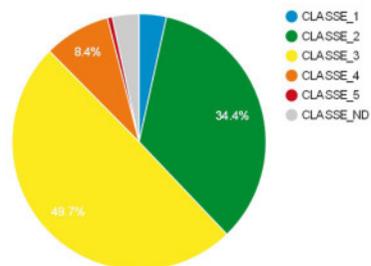


Sèvre moyenne 2

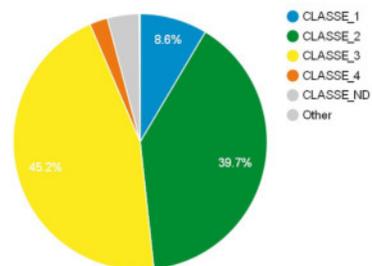
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

3.2 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.41

Pression potentielle IFT total

1.33

Indice de travail du sol

2.33

Pression potentielle phosphore

50.96

Sèvre moyenne 2

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Sèvre moyenne 2.20	179 km ²	208 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px; text-align: center;">0.78 ha PDE/km²</div> 892 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)

Méthode REH (cours d'eau principaux)	Alt. comp. Lit	Méthode Têtes de bassin (OFB)	Indice d'artificialisation	Indice de résilience
67 km	<ul style="list-style-type: none"> très mauvais (17.5%) mauvais (37.6%) moyen (31.4%) bon (13.5%) 	0 km		

Obstacles à l'écoulement

Obstacles recensés	Types	Hauteur de chute totale hors ouvrages secondaires	HC par type
64 obstacles	<ul style="list-style-type: none"> chaussée (53.1%) digue et bonde d'étang (20.3%) seuil artificiel (12.5%) vanne deversoir (9.4%) passage buse (4.7%) 	66 m.	<ul style="list-style-type: none"> chaussée (54.9%) digue et bonde d'étang (30.2%) seuil artificiel (9.7%) vanne deversoir (4.7%)

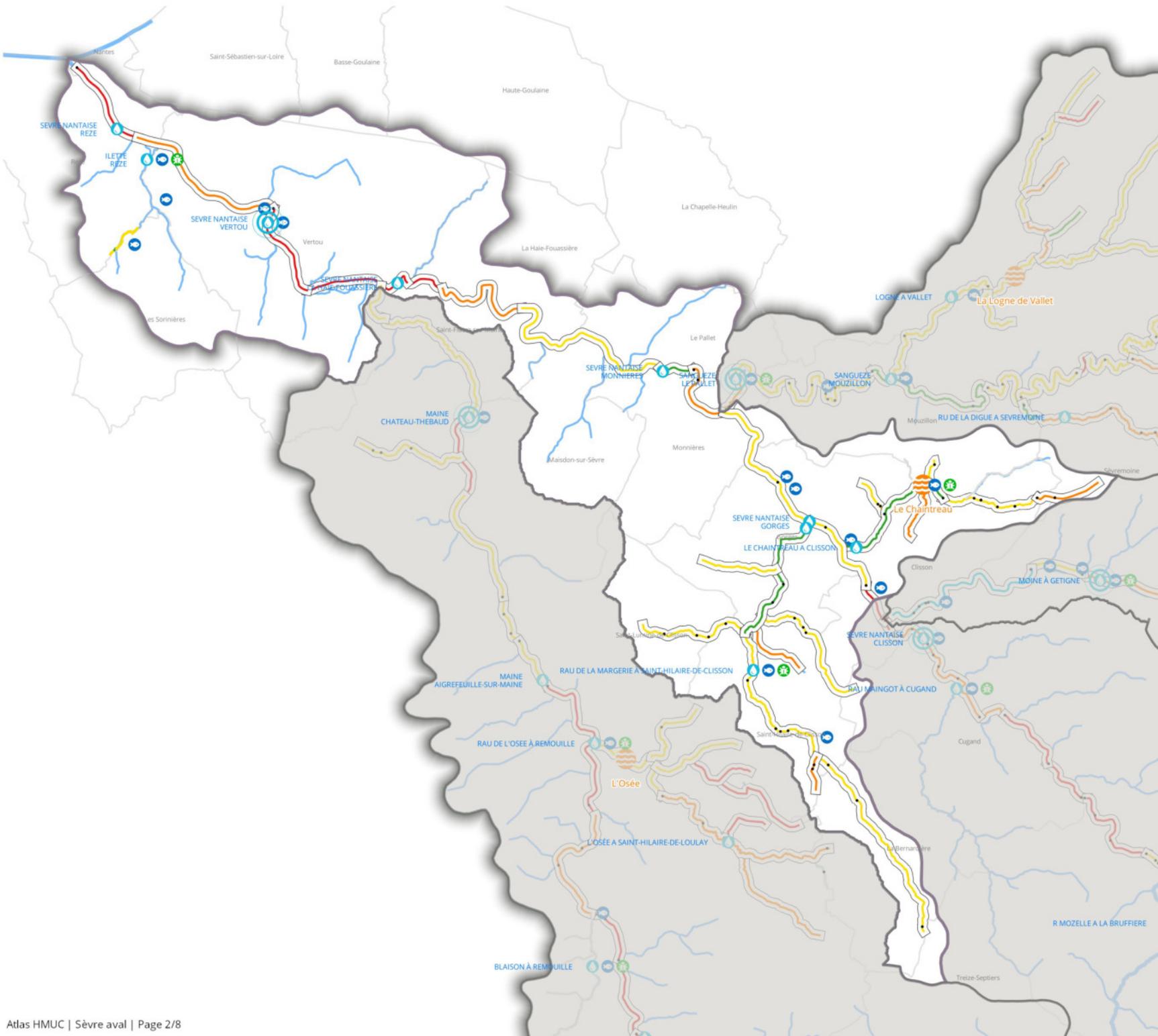
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
137 km ² 76 %	76	44	43	42	53	47	62	48	48	

Unité de gestion Sèvre aval



Unité de gestion Sèvre aval



Station de référence de l'UG

Suivi qualité*

Suivi bio (IPR)*

Suivi bio (I2M2)*

Station ONDE

Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

Cours d'eau semi-artificiel

Cours d'eau naturel

Segments REH, altération du lit

tres bon

bon

moyen

mauvais

tres mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

Cours d'eau principaux

Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021



Sèvre aval

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Sèvre aval 14	135 km ²	138 km	0.56 ha PDE/km ² 693 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol	Surfaces agricoles	Evolutions
SAV 14 13486 ha	<p>Année 2018</p>	<p>SAU graphique 5172 ha, Part de SAU 38%</p> <p>Evolution des surfaces agricoles (2009-2019):</p>	<p>Part des prairies : Tendance à la hausse (fiable) (R² = 0.99, pente : 0.0008)</p> <p>Part du maïs : Tendance non fiable (R² = 0.36, pente : -0.00036)</p> <p>Part des céréales : Tendance non fiable (R² = 0, pente : 2.0E-5)</p>

Haies et zones humides

Haies	Zones humides
<p>Densité de haies dans la SAU (ml/ha) : 49 ml/ha</p> <p>Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha) : 26 ml/ha</p> <p>Proportion de haies perpendiculaires à la pente : 53%</p>	<p>Densité de ZH : Dans la SAU 18.66%, Au total 7.15%</p> <p>ZH efficaces : Densité de ZH efficaces dans la SAU : 16.17%, Densité globale de ZH efficaces : 6.2%, Part de ZH efficaces : 86.67%, Périmètre sur surface : 469 m/ha</p> <p>surface totale ZH DEC agrégés : 438.25 ha surface totale ZH estimée : 964.79 ha</p>

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF
SAGE 2015	<p>ZNIEFF de type 1 : Surface de ZNIEFF de type 1 : 3 km², Part en ZNIEFF de type 1 : 2%</p> <p>ZNIEFF de type 2 : Surface de ZNIEFF de type 2 : 11 km², Part en ZNIEFF de type 2 : 8%</p>

Sèvre aval

Bilan de l'état des masses d'eau

ME		Etat			Risques						Pressions						
ME	% surf.	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes
FRGR2096	24.57 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
FRGR0545	64.03 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Etat mauvais	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
FRGR2112	10.33 %	Mauvais état	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non
FRGR2086	0.67 %	Mauvais état	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non

Sèvre aval

Bilan de la qualité de l'eau

Ob							N°	Surface
UNITE_GESTION_V01**SAV							14	135 km²
Macropolluants								
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021		
44% dép. 207/472	24% dép. 114/472	18% dép. 84/472	6% dép. 29/472	6% dép. 27/472	52% dép. 244/470	3% dép. 12/471		
Pesticides								
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021			Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021			Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		
85% dép. 237/278			49% dép. 135/275			87% dép. 242/278		

Sèvre aval

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
22.56	21.00	32.51	✘	✘		0.08	7.38	9.31	10.94	8.06	8.14	

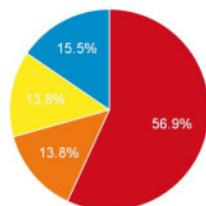
Sèvre aval

Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

Le Chaintreau



- Assec
- Ecoulement non visible
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012				18	29	17	22	19	18	24		
2013					10	15	25		25			
2014						25	21		20	24		
2015					26	25	22	21		24		
2016					10	14	25	25				
2017					22	23	25	25	25	25	25	25
2018					25	25	22	22	22	22	22	22
2019					24		25	25	25	25	11	
2020					26	10	26	18	25	25	07	25
2021				25	11	14	18	25	18	25	25	25
2022				14	11	24	25	25	25	25		

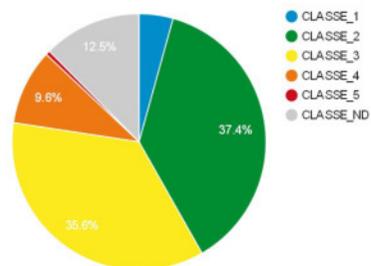


Sèvre aval

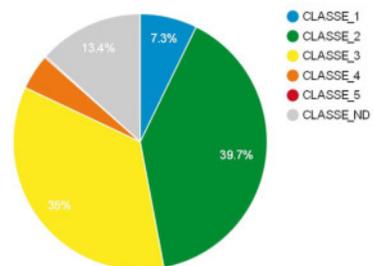
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

1.33 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

3.03

Pression potentielle IFT total

6.9

Indice de travail du sol

3.39

Pression potentielle phosphore

37.18

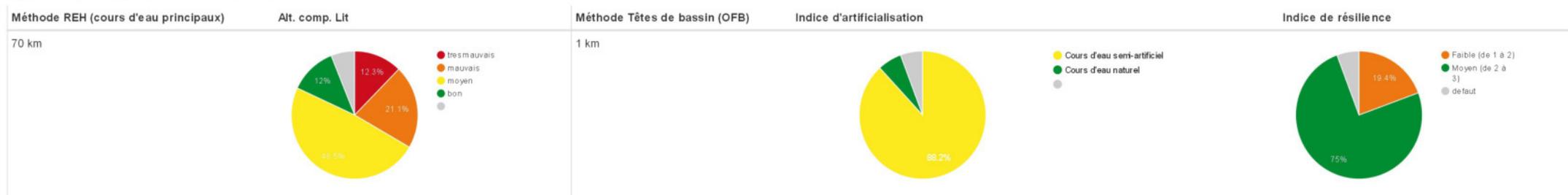
Sèvre aval

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

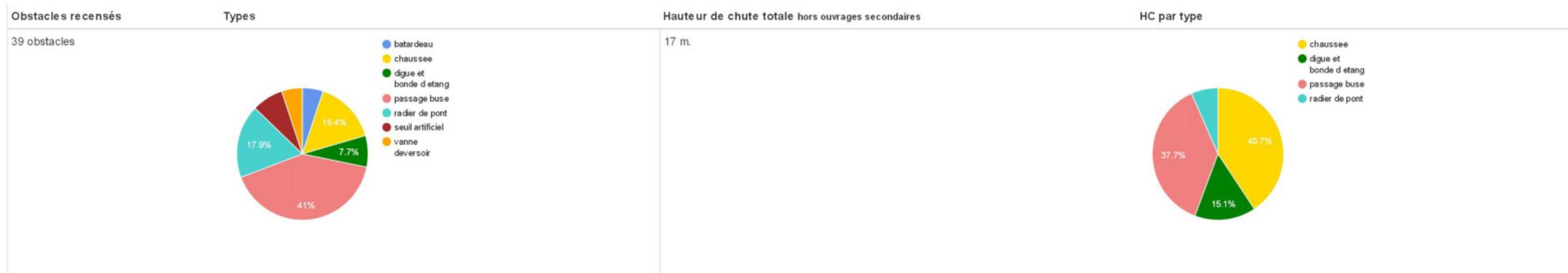
Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Sèvre aval 14	135 km ²	138 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px; text-align: center;">0.56 ha PDE/km²</div> 693 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)



Obstacles à l'écoulement



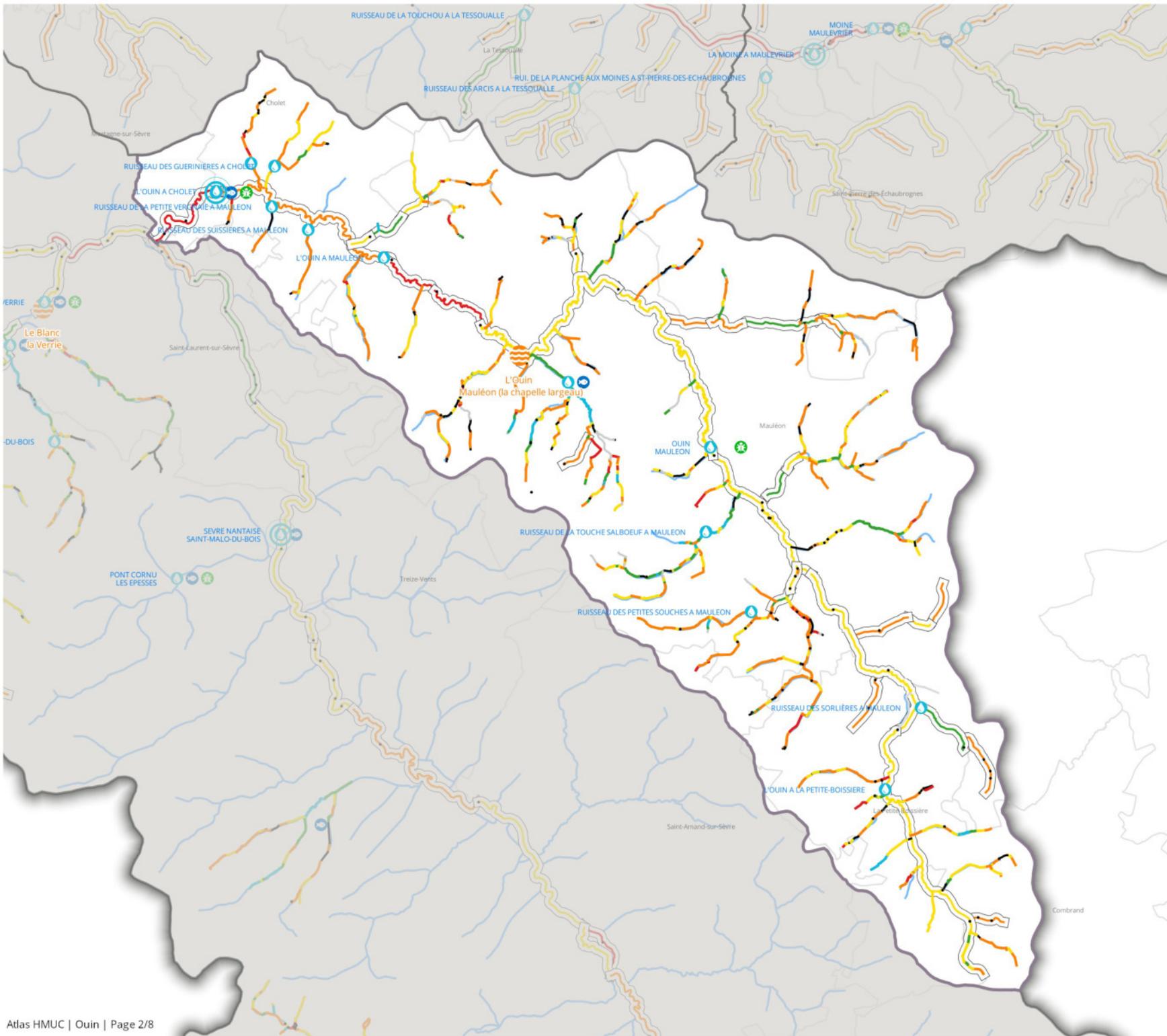
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
109 km ² 81 %	81	41	39	39	52	44	76	67	55	

Unité de gestion Quin



Unité de gestion Ouin



- Station de référence de l'UG
- Suivi qualité*
- Suivi bio (IPR)*
- Suivi bio (I2M2)*
- Station ONDE
- Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

- Cours d'eau enterré ou plan d'eau
- Cours d'eau enterré
- Cours d'eau très artificiel
- Cours d'eau artificiel
- Cours d'eau semi-artificiel
- Cours d'eau naturel
- Cours d'eau de référence

Segments REH, altération du lit

- bon
- moyen
- mauvais
- très mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

- Plan de situation
- Tronçon hydrographique (carthage 2008)**
- Cours d'eau principaux
 - Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

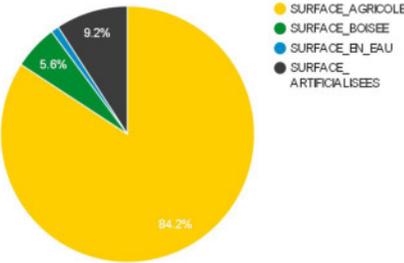
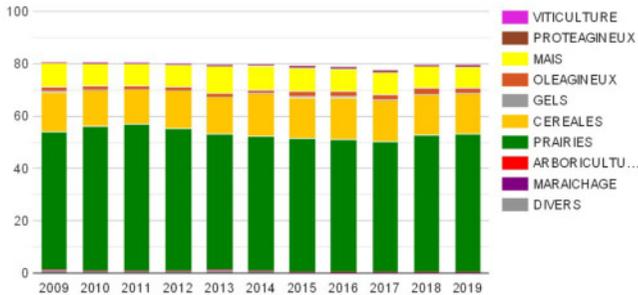
Ouin

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Source : DDTM/IGN	Plans d'eau	Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)
Ouin 16	100 km²	151 km		Plans d'eau totaux	0.96 ha PDE/km²
					595 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol	Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG	Surfaces agricoles	Source : RPG 2009-2019	Evolution des surfaces agricoles	Evolution
N°	Surface	Année 2018	SAU graphique	Part de SAU		
O 16	9999 ha		7958 ha	80%		<p>Part des prairies : Tendance non fiable ($R^2 = 0.39$, pente : -0.00103)</p> <p>Part du maïs : Tendance non fiable ($R^2 = 0.1$, pente : -0.00017)</p> <p>Part des céréales : Tendance non fiable ($R^2 = 0.42$, pente : 0.00054)</p>

Haies et zones humides

Haies			Zones humides		
Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN			Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux		
Densité de haies dans la SAU (ml/ha)	Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha)	Proportion de haies perpendiculaires à la pente	Densité de ZH	ZH efficaces	Zones humides hors types : plans d'eau et leurs bordures, plans d'eau artificiels et mares
119 ml/ha	66 ml/ha	55%	<p>Dans la SAU 6.34%</p> <p>Au total 5.04%</p> <p>surface totale ZH DEC agrégés : 504.39 ha</p> <p>surface totale ZH estimée : 504.39 ha</p>	<p>Densité de ZH efficaces dans la SAU : 5.2 %</p> <p>Périmètre sur surface : 508 m/ha</p>	<p>Densité globale de ZH efficaces : 4.14 %</p> <p>Part de ZH efficaces : 82.05%</p>

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF	
SAGE 2015	ZNIEFF de type 1	ZNIEFF de type 2
Surface de réservoir bio. : 7 km²	Surface de ZNIEFF de type 1 : 1 km²	Surface de ZNIEFF de type 2 : 3 km²
Part en rés. bio. : 7 %	Part en ZNIEFF de type 1 : 1 %	Part en ZNIEFF de type 2 : 3 %

Ouin

Bilan de l'état des masses d'eau

ME	Etat	Risques							Pressions								
		Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes
FRGR0546 L'OUIN ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	99.92 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Etat mauvais	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non

Ouin

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°	Surface				
UNITE_GESTION_V01**O	16	100 km²				
Macropolluants						
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021 Evol. station réf. : Lien	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021
46% dép. 119/260	25% dép. 66/260	12% dép. 89/571	6% dép. 14/254	8% dép. 22/260	38% dép. 103/272	4% dép. 9/254
Pesticides						
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		
35% dép. 114/327		17% dép. 51/294		35% dép. 131/376		

Ouin

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
30.91	32.07	38.11	✓	✓	0.57	17.00	0.31	11.50	11.71	12.48	9.31	

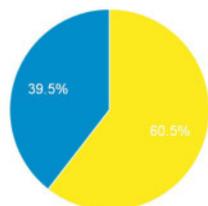
Ouin

Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

L'Ouin à Mauléon (la chapelle largeau)



● Écoulement visible faible
● Écoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012				24	25	26	27	28	29	30	31	
2013					26	27	28	29	30	31		
2014					25	26	27	28	29	30		
2015				24	25	26	27	28	29	30		
2016					24	25	26	27	28	29	30	31
2017		24		25	26	27	28	29	30	31		32
2018					25	26	27	28	29	30	31	
2019					25	26	27	28	29	30	31	
2020				24	25	26	27	28	29	30	31	
2021				24	25	26	27	28	29	30	31	32
2022				24	25	26	27	28	29	30	31	

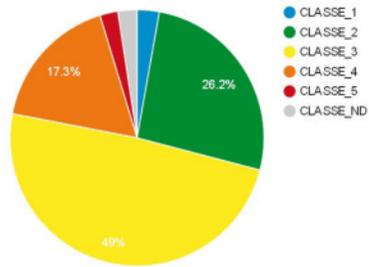
● Écoulement visible acceptable ● Écoulement visible faible ● Écoulement non visible ● Assec ● Pas d'observation

Ouin

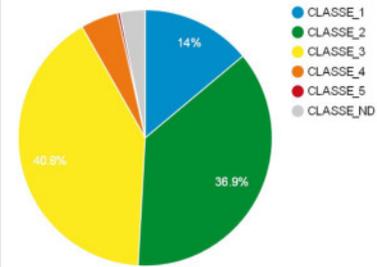
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

2.91 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.31

Pression potentielle IFT total

1.23

Indice de travail du sol

1.99

Pression potentielle phosphore

45.45

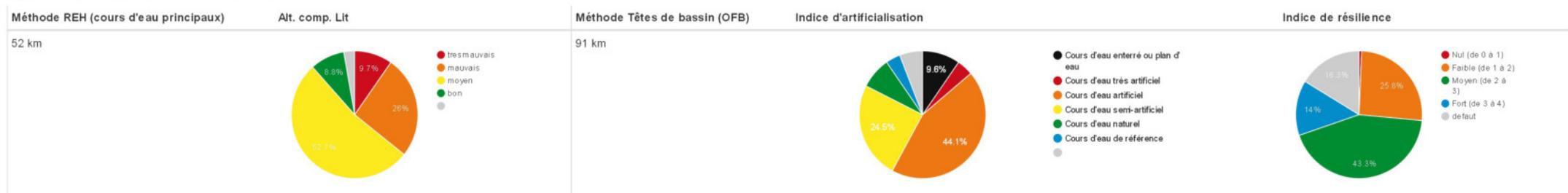
Ouin

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Ouin 16	100 km ²	151 km	Plans d'eau totaux 0.96 ha PDE/km ² 595 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)



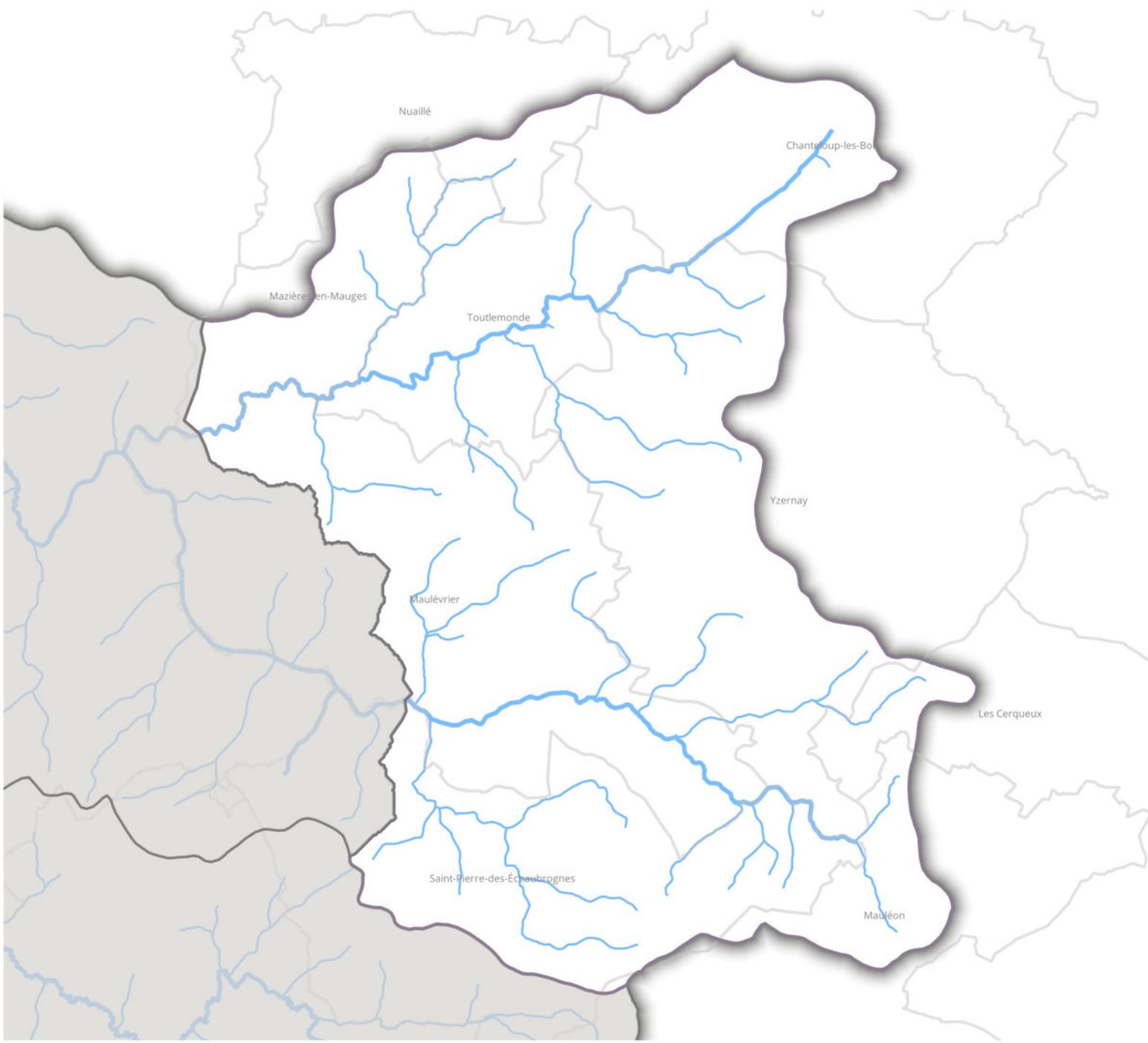
Obstacles à l'écoulement



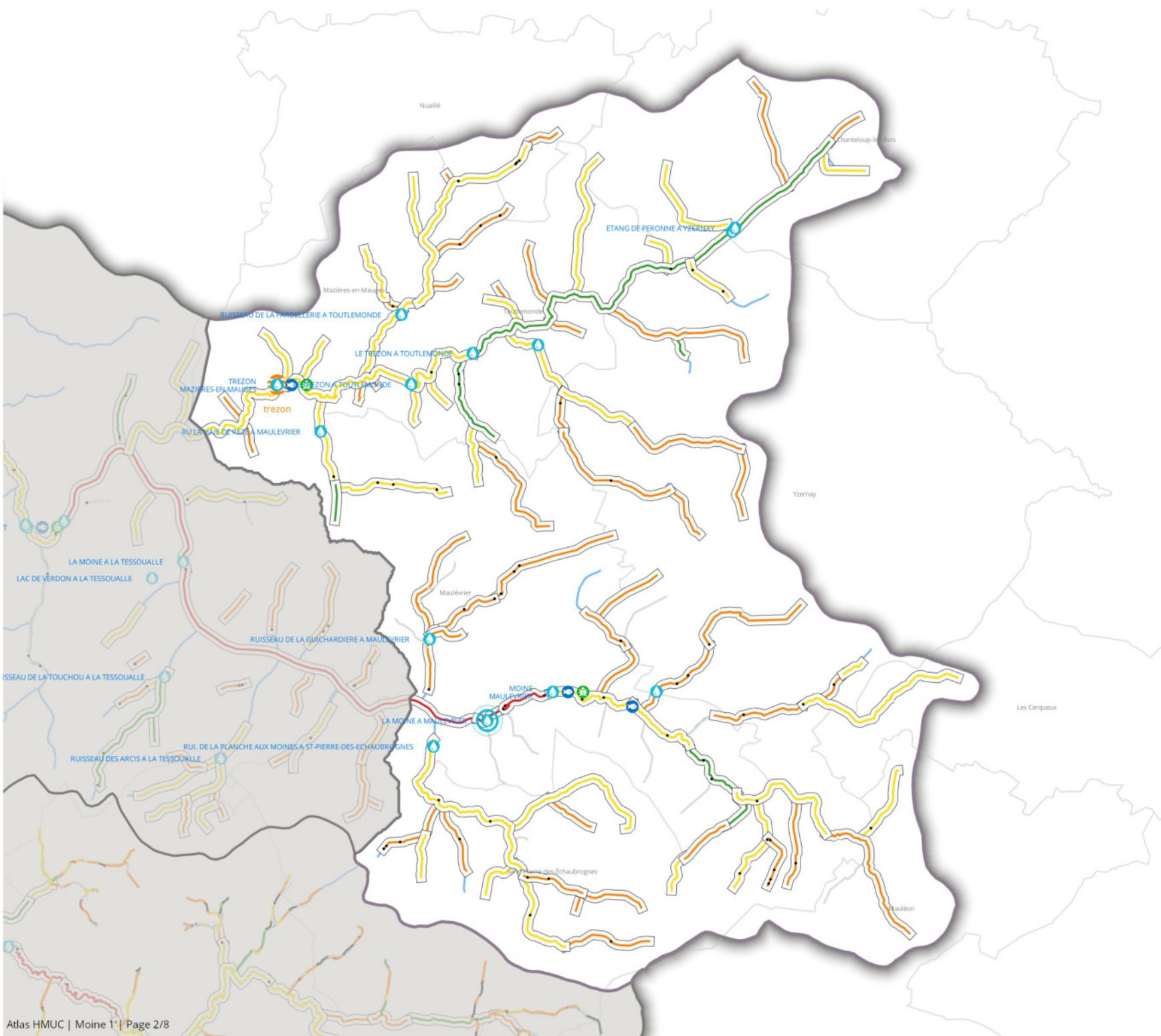
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
75 km ² 75 %	57	54	48	45	56	50	52	45	47	Surface de réservoir bio. : 7 km ² Part en rés. bio. : 7 %

Unité de gestion Moine 1



Unité de gestion Moine 1



- Station de référence de l'UG
- Suivi qualité*
- Suivi bio (IPR)*
- Suivi bio (I2M2)*
- Station ONDE
- Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

- Cours d'eau enterré ou plan d'eau
- Cours d'eau très artificiel
- Cours d'eau artificiel
- Cours d'eau semi-artificiel
- Cours d'eau naturel

Segments REH, altération du lit

- bon
- moyen
- mauvais
- tres mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

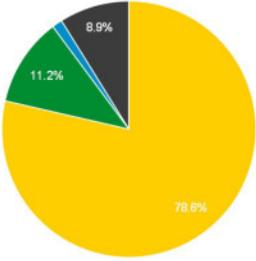
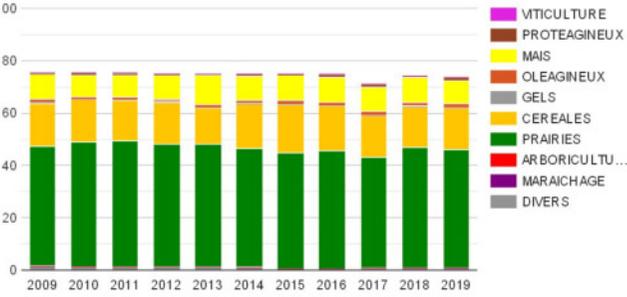
Moine 1

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Source : DDTM/IGN	Plans d'eau	Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)
Moine 1 22	104 km ²	110 km		Plans d'eau totaux	1.22 ha PDE/km ²
				Plans d'eau totaux	573 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol	Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG	Surfaces agricoles	Source : RPG 2009-2019	Evolution des surfaces agricoles	Evolution des surfaces agricoles	Evolution des surfaces agricoles	Evolution des surfaces agricoles	Evolution des surfaces agricoles
N°	Surface	Année 2018	SAU graphique	Part de SAU	Evolution des surfaces agricoles				Evolution des surfaces agricoles
MO1 22	10411 ha		7683 ha	74%					Part des prairies : Tendence non fiable ($R^2 = 0.32$, pente : -0.00076) Part du maïs : Tendence non fiable ($R^2 = 0.04$, pente : 0.00013) Part des céréales : Tendence non fiable ($R^2 = 0$, pente : 1.0E-5)

Haies et zones humides

Haies			Zones humides		
Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN			Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux		
Densité de haies dans la SAU (ml/ha)	Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha)	Proportion de haies perpendiculaires à la pente	Densité de ZH	ZH efficaces	Zones humides hors types : plans d'eau et leurs bordures, plans d'eau artificiels et mares
124 ml/ha	68 ml/ha	55%	Dans la SAU 6.3% Au total 4.65% surface totale ZH DEC agrégés : 355.2 ha surface totale ZH estimée : 483.78 ha	Densité de ZH efficaces dans la SAU : 4.18 % Périmètre sur surface : 715 m/ha	Densité globale de ZH efficaces : 3.08 % Part de ZH efficaces : 66.38%

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF	
SAGE 2015	ZNIEFF de type 1	ZNIEFF de type 2
	Surface de ZNIEFF de type 1 : 1 km ² Part en ZNIEFF de type 1 : 1%	Surface de ZNIEFF de type 2 : 11 km ² Part en ZNIEFF de type 2 : 10%

Moine 1

Bilan de l'état des masses d'eau

ME		Etat			Risques						Pressions						
ME	% surf.	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes
FRGR1540	48.74 %	Mauvais état	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
FRGR2092	50.96 %	Etat médiocre	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non

Moine 1

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°	Surface						
UNITE_GESTION_V01**MO1	22	104 km²						
Macropolluants								
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg/PO4/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg/NO3/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg/NO2/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg/NH4/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg/C/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg/O2/L Carte 2021		
29% dép 133/464 Evol. station réf. : Lien	19% dép 86/463 Evol. station réf. : Lien	23% dép 101/447 Evol. station réf. : Lien	10% dép 13/134 Evol. station réf. : Lien	14% dép 58/425 Evol. station réf. : Lien	75% dép 324/431 Evol. station réf. : Lien	2% dép 3/142 Evol. station réf. : Lien		
Pesticides								
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021				
35% dép 34/97		9% dép 8/92		39% dép 40/102				

Moine 1

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
		35.15	✘	✘		0.24	12.00		13.25		10.12	

Moine 1

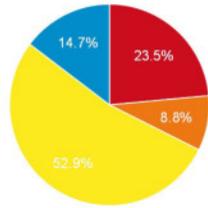
Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

trezon

% observ. entre juillet et octobre



- Assec
- Ecoulement non visible
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement visible acceptable

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012					25	25	25	26	26	26		
2013					25	25	25	23	26	26	26	
2014					25	25	25	26	26	26	26	
2015					26	26	24	26	26	26		
2016					26	26	26	26	26	26	24	26
2017					26	26	24				26	21
2018					26	26	26	24	24	23		
2019					26	27				24	26	
2020					26	26			26	26	26	
2021					26	26	27	26	26	26		
2022					27	24						

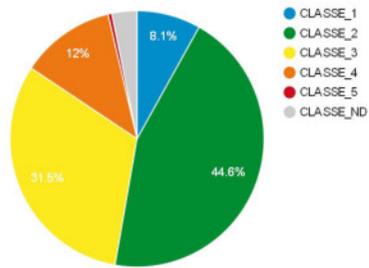


Moine 1

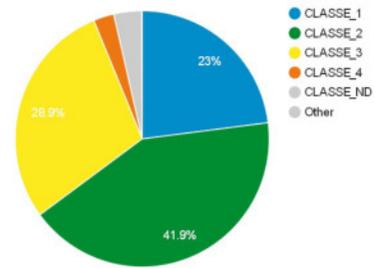
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

2.83 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.43

Pression potentielle IFT total

1.34

Indice de travail du sol

2.23

Pression potentielle phosphore

47.32

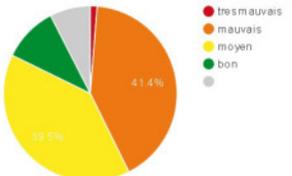
Moine 1

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

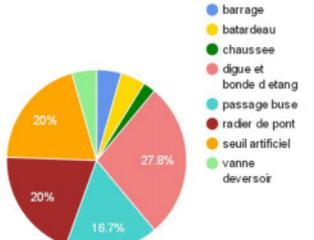
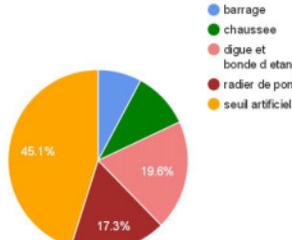
Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Moine 1 22	104 km ²	110 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 5px; text-align: center;">1.22 ha PDE/km²</div> 573 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)

Méthode REH (cours d'eau principaux)	Alt. comp. Lit	Méthode Têtes de bassin (OFB)	Indice d'artificialisation	Indice de résilience
116 km		0 km		

Obstacles à l'écoulement

Obstacles recensés	Types	Hauteur de chute totale hors ouvrages secondaires	HC par type
90 obstacles		26 m.	

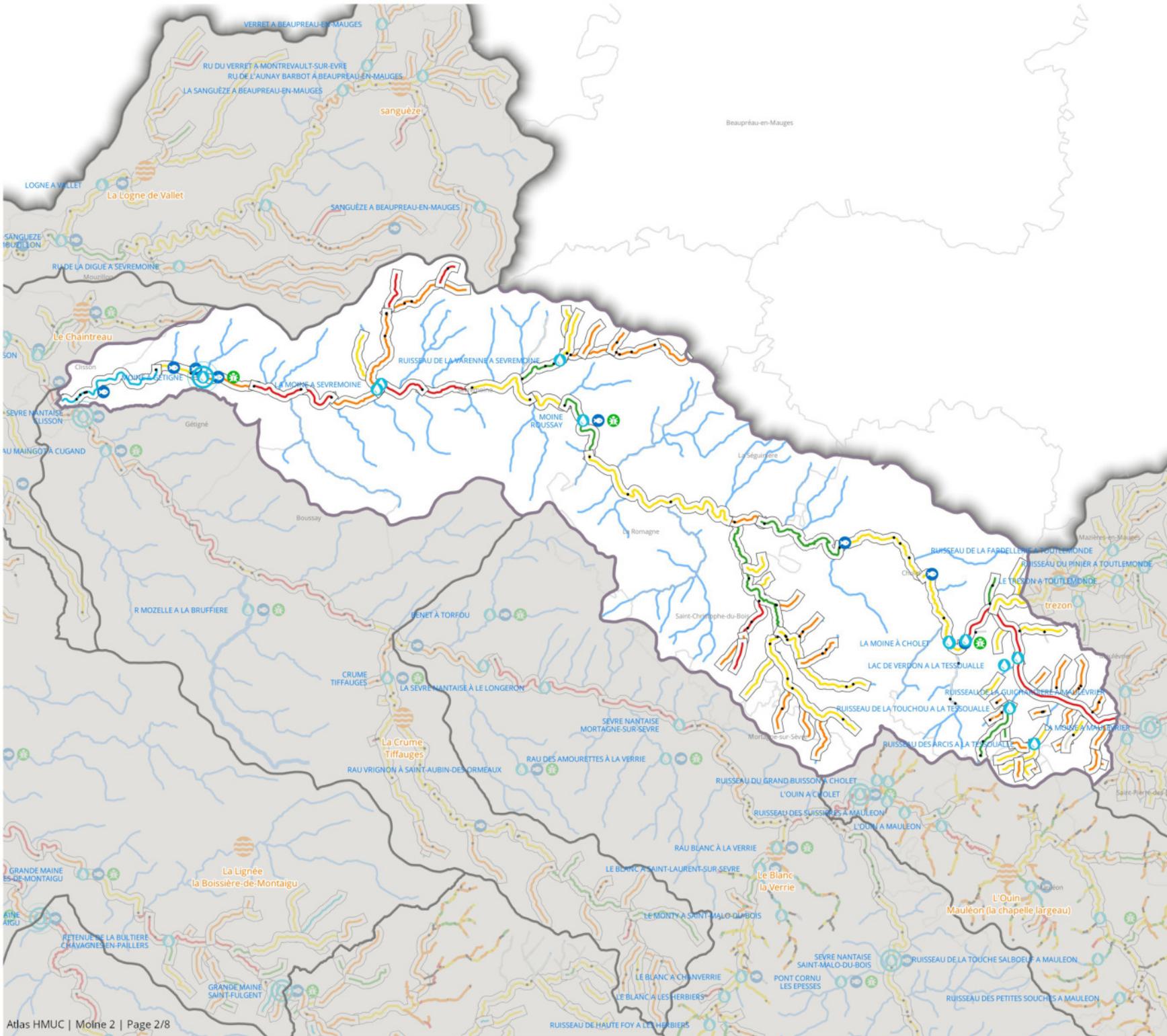
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
88 km ² 84 %	76	41	42	40	50	55	60	44	43	

Unité de gestion Moine 2



Unité de gestion Moine 2



- Station de référence de l'UG
- Suivi qualité*
- Suivi bio (IPR)*
- Suivi bio (I2M2)*
- Station ONDE
- Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

- Cours d'eau enterré ou plan d'eau
- Cours d'eau très artificiel
- Cours d'eau artificiel
- Cours d'eau semi-artificiel
- Cours d'eau naturel
- Cours d'eau de référence

Segments REH, altération du lit

- très bon
- bon
- moyen
- mauvais
- très mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

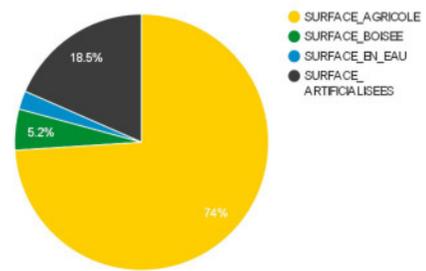
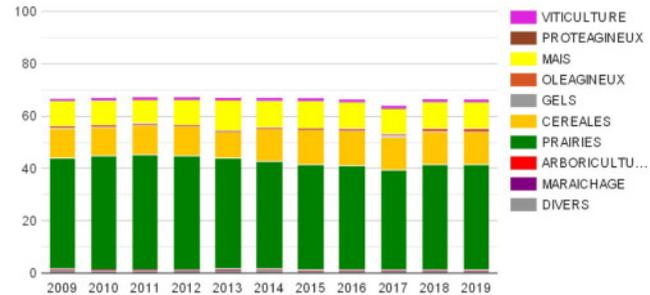
Moine 2

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau <small>Source : DDTM/IGN</small>	Plans d'eau <small>Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)</small>
Moine 2 21	278 km²	377 km	<p>Plans d'eau totaux</p> <p>1.81 ha PDE/km²</p> <p>1527 plans d'eau</p>

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol <small>Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG</small>	Surfaces agricoles <small>Source : RPG 2009-2019</small>	Evolutions
N° Surface	Année 2018	SAU graphique Part de SAU Evolution des surfaces agricoles	
MO2 21 27814 ha		<p>18468 ha 66%</p> 	<p>Part des prairies : Tendance à la baisse (moyennement fiable) ($R^2 = 0.64$, pente : -0.00117)</p> <p>Part du maïs : Tendance non fiable ($R^2 = 0.08$, pente : 0.00017)</p> <p>Part des céréales : Tendance non fiable ($R^2 = 0.41$, pente : 0.00058)</p>

Haies et zones humides

Haies <small>Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN</small>			Zones humides <small>Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux</small>	
Densité de haies dans la SAU (ml/ha)	Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha)	Proportion de haies perpendiculaires à la pente	Densité de ZH	ZH efficaces <small>Zones humides hors types : plans d'eau et leurs bordures, plans d'eau artificiels et mares</small>
101 ml/ha	55 ml/ha	55%	<p>Dans la SAU 7.36%</p> <p>Au total 4.89%</p> <p>surface totale ZH DEC agrégés : 903.06 ha</p> <p>surface totale ZH estimée : 1359.51 ha</p>	<p>Densité de ZH efficaces dans la SAU : 4.33 %</p> <p>Densité globale de ZH efficaces : 2.88 %</p> <p>Part de ZH efficaces : 58.88 %</p> <p>Périmètre sur surface : 724 m/ha</p>

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF	
SAGE 2015	ZNIEFF de type 1	ZNIEFF de type 2
	<p>Surface de ZNIEFF de type 1 : 3 km²</p> <p>Part en ZNIEFF de type 1 : 1 %</p>	<p>Surface de ZNIEFF de type 2 : 10 km²</p> <p>Part en ZNIEFF de type 2 : 4 %</p>

Moine 2

Bilan de l'état des masses d'eau

ME		Etat			Risques						Pressions								
ME	% surf.	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes		
FRGR0547b	89.46 %	Etat médiocre	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non		
FRGL114	10.37 %	Etat moyen	données indisponibles		Oui	Non	Non pertinent	Non pertinent	Oui	Non pertinent		Non	Non	Non					

Moine 2

Bilan de la qualité de l'eau

Ob		N°	Surface
UNITE_GESTION_V01**MO2		21	278 km²
Macropolluants			
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021
13% dép. 75/594	3% dép. 19/592	9% dép. 51/583	10% dép. 41/396
Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021	
5% dép. 30/575	74% dép. 471/636	1% dép. 2/392	
Pesticides			
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021	Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021	Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021	
41% dép. 79/192	16% dép. 30/189	49% dép. 98/200	

Moine 2

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons		Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes				
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
25.75	24.39	32.92	✘	✘	0.51	14.89	0.39	11.50	12.64	12.80	9.13	9.10

Moine 2

Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

% observ. entre juillet et octobre

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Écoulement visible acceptable Écoulement visible faible Écoulement non visible Assec Pas d'observation

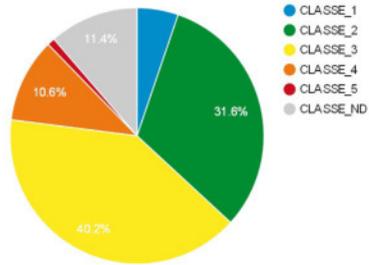
No data

Moine 2

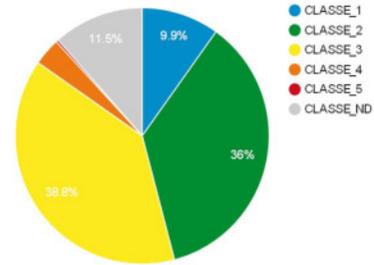
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

2.66 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.37

Pression potentielle IFT total

1.48

Indice de travail du sol

2.23

Pression potentielle phosphore

48.9

Moine 2

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Moine 2.21	278 km ²	377 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">1.81 ha PDE/km²</div> 1527 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)

Méthode REH (cours d'eau principaux)	Alt. comp. Lit	Méthode Têtes de bassin (OFB)	Indice d'artificialisation	Indice de résilience
138 km		0 km		

Obstacles à l'écoulement

Obstacles recensés	Types	Hauteur de chute totale hors ouvrages secondaires	HC par type
96 obstacles		43 m.	

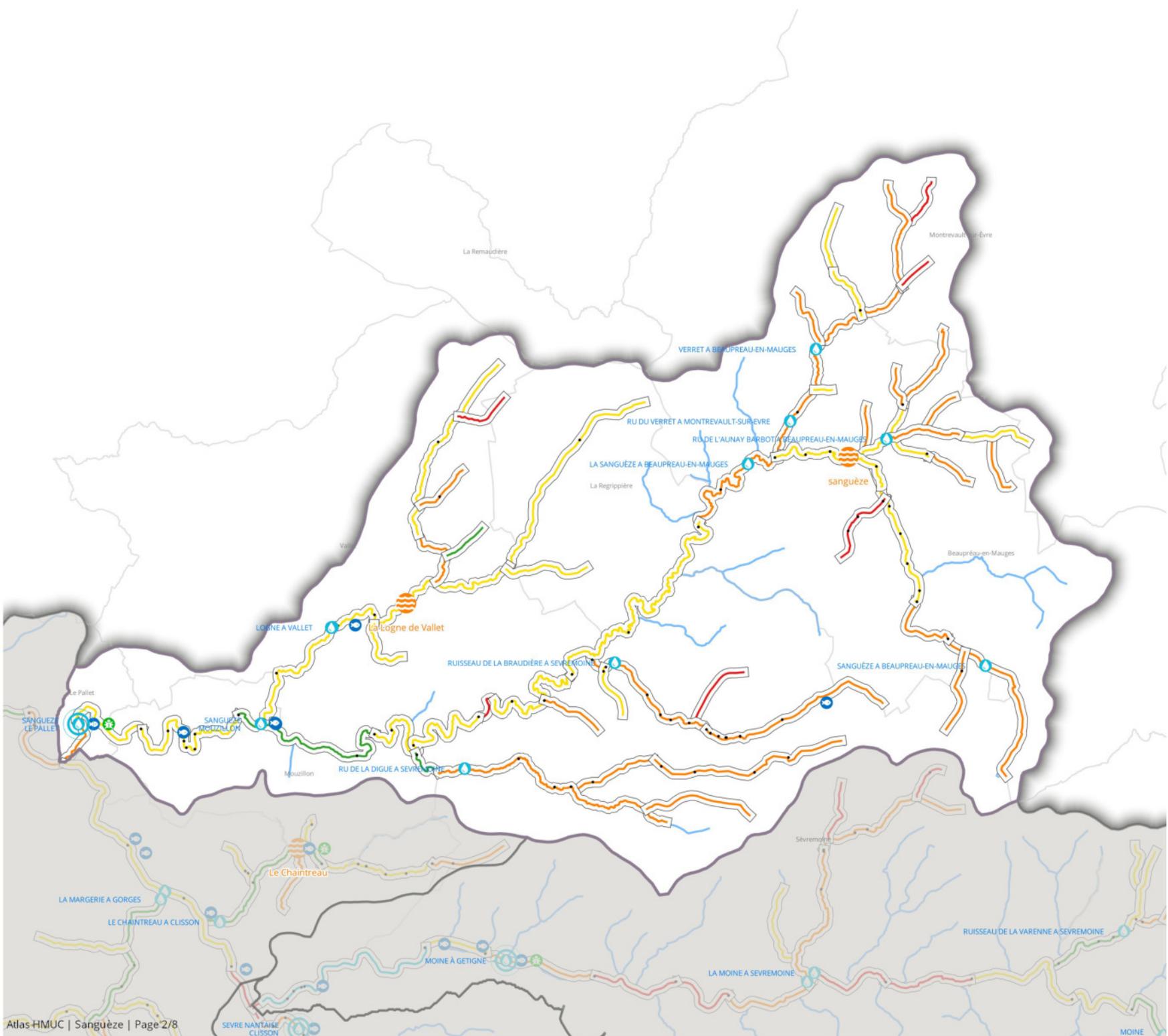
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
197 km ² 71 %	61	45	47	45	51	49	55	52	51	

Unité de gestion Sanguèze



Unité de gestion Sanguèze



-  Station de référence de l'UG
-  Suivi qualité*
-  Suivi bio (IPR)*
-  Suivi bio (I2M2)*
-  Station ONDE
-  Obstacle à l'écoulement

Segments REH, altération du lit

-  très bon
-  bon
-  moyen
-  mauvais
-  très mauvais

-  Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

-  Cours d'eau principaux
-  Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

Sanguèze

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Source : DDTM/IGN	Plans d'eau	Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)
Sanguèze 15	162 km ²	187 km		Plans d'eau totaux	1 ha PDE/km ²
				Plans d'eau totaux	851 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol	Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG	Surfaces agricoles	Source : RPG 2009-2019	Evolutions	
N°	Surface	Année 2018	SAU graphique	Part de SAU	Evolution des surfaces agricoles	Evolutions
SAN 15	16162 ha		11160 ha	69%		<p>Part des prairies : ↘ Tendance à la baisse (moyennement fiable) ($R^2 = 0.5$, pente : -0.00085)</p> <p>Part du maïs : Tendance non fiable ($R^2 = 0$, pente : 4.0E-5)</p> <p>Part des céréales : Tendance non fiable ($R^2 = 0.48$, pente : 0.00099)</p>

Haies et zones humides

Haies			Zones humides		
Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN			Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux		
Densité de haies dans la SAU (ml/ha)	Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha)	Proportion de haies perpendiculaires à la pente	Densité de ZH	ZH efficaces	
70 ml/ha	37 ml/ha	53%	Dans la SAU 5.75% Au total 3.97% surface totale ZH DEC agrégés : 522.98 ha surface totale ZH estimée : 642.01 ha	Densité de ZH efficaces dans la SAU : 4.29 % Périimètre sur surface : 765 m/ha	Densité globale de ZH efficaces : 2.96 % Part de ZH efficaces : 74.61%

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF	
SAGE 2015	ZNIEFF de type 1	ZNIEFF de type 2
	Surface de ZNIEFF de type 1 : 0 km ² Part en ZNIEFF de type 1 : 0 %	Surface de ZNIEFF de type 2 : 4 km ² Part en ZNIEFF de type 2 : 2 %

Sanguèze

Bilan de l'état des masses d'eau

ME	Etat			Risques					Pressions							
	Etat écologique 2017 (15- 16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17- 18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16- 17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes
FRGR0548 LA SANGUEZE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA SEVRE NANTAISE	99.97 %	Etat moyen	Etat mauvais	Oui	Inconnu	Oui	Non pertinent	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Sanguèze

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°	Surface				
UNITE_GESTION_V01**SAN	15	162 km²				
Macropolluants						
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021
50% dép. 133/223	47% dép. 105/223 Evol. station réf. : Lien	15% dép. 33/223	13% dép. 28/223	13% dép. 29/223	50% dép. 114/229	3% dép. 7/222
Pesticides						
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides (liste complète EPTBSN). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		
85% dép. 180/211	60% dép. 124/205 Evol. station réf. : Lien	91% dép. 191/211				

Sanguèze

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
20.81	19.17	23.41	✘	✘	0.30	13.20		12.00	13.02	13.20	8.69	

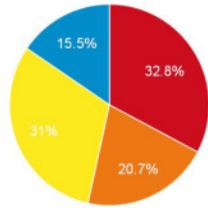
Sanguèze

Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

La Logne de Vallet



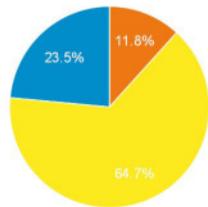
- Assec
- Ecoulement non visible
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012				18	25	25	25	25	25	25	25	25
2013					25		25		25		25	
2014						25	25		25	25	25	
2015					25	25	25	25	25	25	25	
2016					25	25	25	25	25	25	25	25
2017					25	25	25	25	25	25	25	25
2018					25	25	25	25	25	25	25	25
2019					25	25	25	25	25	25	25	25
2020					25	25	25	25	25	25	25	25
2021					25	25	25	25	25	25	25	25
2022					25	25	25	25	25	25	25	25

- Ecoulement visible acceptable
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement non visible
- Assec
- Pas d'observation

sanguèze



- Ecoulement non visible
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement visible acceptable

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012					25	25	25	25	25	25		
2013					25	25	25	25	25	25	25	
2014					25	25	25	25	25	25	25	
2015					25	25	25	25	25	25	25	
2016					25	25	25	25	25	25	25	25
2017					25	25	25	25	25	25	25	25
2018					25	25	25	25	25	25	25	25
2019					25	25	25	25	25	25	25	25
2020					25	25	25	25	25	25	25	25
2021					25	25	25	25	25	25	25	25
2022					25	25	25	25	25	25	25	25

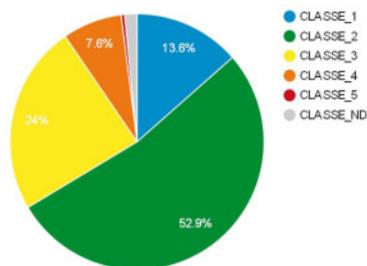
- Ecoulement visible acceptable
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement non visible
- Assec
- Pas d'observation

Sanguèze

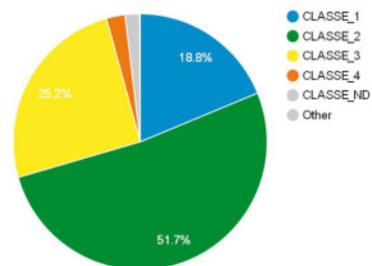
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

2.07 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.86

Pression potentielle IFT total

3.39

Indice de travail du sol

2.98

Pression potentielle phosphore

46.23

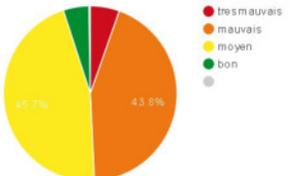
Sanguèze

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

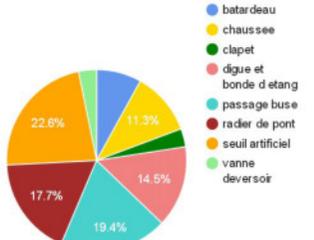
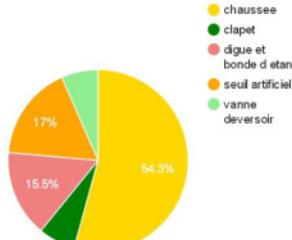
Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Sanguèze 15	162 km ²	187 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: #ffff00; padding: 5px; text-align: center;">1 ha PDE/km²</div> 851 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)

Méthode REH (cours d'eau principaux)	Alt. comp. Lit	Méthode Têtes de bassin (OFB)	Indice d'artificialisation	Indice de résilience
129 km		0 km		

Obstacles à l'écoulement

Obstacles recensés	Types	Hauteur de chute totale hors ouvrages secondaires	HC par type
62 obstacles		23 m.	

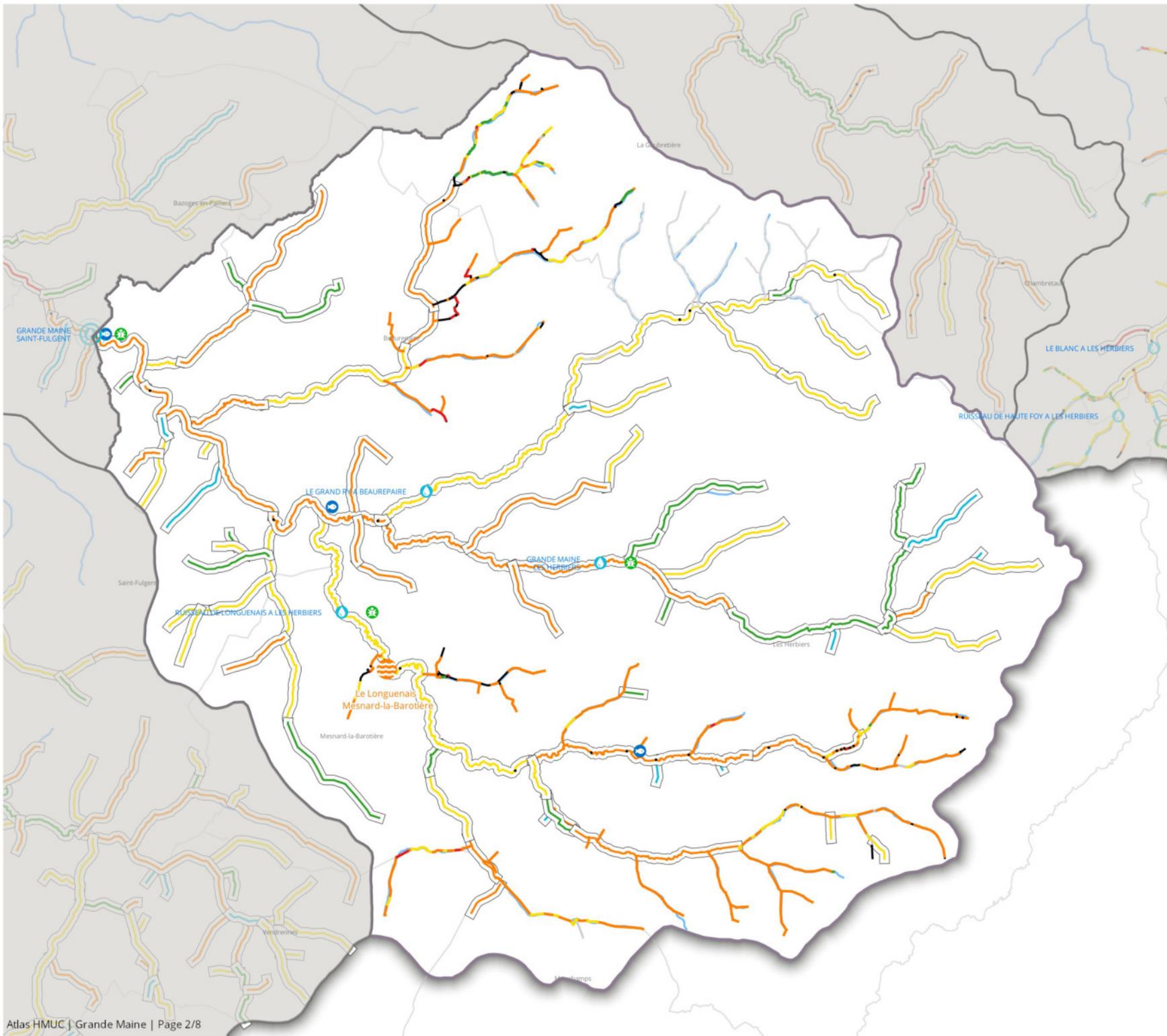
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
119 km ² 74 %	80	39	41	41	48	49	60	46	48	

Unité de gestion Grande Maine



Unité de gestion Grande Maine



Station de référence de l'UG

Suivi qualité*

Suivi bio (IPR)*

Suivi bio (I2M2)*

Station ONDE

Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

Cours d'eau enterré ou plan d'eau

Cours d'eau très artificiel

Cours d'eau artificiel

Cours d'eau semi-artificiel

Cours d'eau naturel

Cours d'eau de référence

—

Segments REH, altération du lit

très bon

bon

moyen

mauvais

très mauvais

—

Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

Cours d'eau principaux

Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

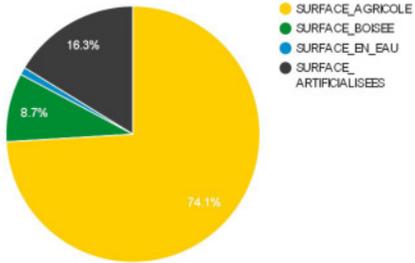
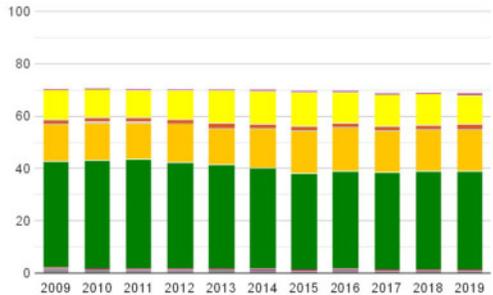
Grande Maine

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau Source : DDTM/IGN	Plans d'eau Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)
Grande Maine 18	132 km ²	174 km	Plans d'eau totaux  0.87 ha PDE/km ² 487 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol Source : EPTB SN 2019 depuis IGN (BD Topo), RPG	Surfaces agricoles Source : RPG 2009-2019	Evolutions
N° Surface	Année 2018	SAU graphique Part de SAU Evolution des surfaces agricoles	
GM 18 13187 ha			Part des prairies : ↘ Tendance à la baisse (moyennement fiable) ($R^2 = 0.76$, pente : -0.0013) Part du maïs : Tendance non fiable ($R^2 = 0.05$, pente : 0.00014) Part des céréales : ↗ Tendance à la hausse (moyennement fiable) ($R^2 = 0.65$, pente : 0.00064)

Haies et zones humides

Haies Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN	Zones humides Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux
Densité de haies dans la SAU (ml/ha) : 110 ml/ha Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha) : 63 ml/ha Proportion de haies perpendiculaires à la pente : 57%	Densité de ZH : Dans la SAU 7.2% Au total 4.94% ZH efficaces Zones humides hors types : plans d'eau et leurs bordures, plans d'eau artificiels et mares surface totale ZH DEC agrégés : 627.91 ha surface totale ZH estimée : 651.38 ha Densité de ZH efficaces dans la SAU : 5.8 % Densité globale de ZH efficaces : 3.98 % Part de ZH efficaces : 80.53% Périmètre sur surface : 588 m/ha

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF	
SAGE 2015	ZNIEFF de type 1 Surface de ZNIEFF de type 1 : 4 km ² Part en ZNIEFF de type 1 : 3 %	ZNIEFF de type 2 Surface de ZNIEFF de type 2 : 39 km ² Part en ZNIEFF de type 2 : 30 %

Grande Maine

Bilan de l'état des masses d'eau

ME		Etat			Risques						Pressions							
	% surf.	Etat écologique 2017 (15-16-17)	Etat Chimique (2017) (15-16-17-18)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017) (15-16-17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes	
FRGR0549a	LA GRANDE MAINE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA RETENUE DE LA BULTIERE	99.95 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non

Grande Maine

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°	Surface				
UNITE_GESTION_V01**GM	18	132 km²				
Macropolluants						
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021
73% dép. 102/139	47% dép. 66/139	28% dép. 39/139	33% dép. 46/139	44% dép. 61/139	34% dép. 47/140	6% dép. 8/139
Pesticides						
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021	Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021	Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021				
65% dép. 41/63	21% dép. 13/62	67% dép. 42/63				

Grande Maine

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
27.92	26.07	39.42	✘	✘	0.39	12.70	0.20	9.50	12.50	12.50	9.79	

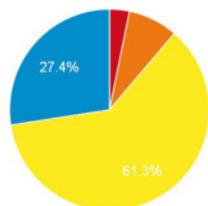
Grande Maine

Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

Le Longuenais à Mesnard-la-Barotière



- Assec
- Écoulement non visible
- Écoulement visible faible
- Écoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012				26		25	26	27	28	29		
2013						25	12	15	18	21		
2014						25	26	27	28	29	30	
2015						26	27	28	29	30		
2016						25	26	27	28	29	30	
2017	26				25	26	27	28	29	30	31	
2018	26					25	26	27	28	29	30	
2019					25	26	27	28	29	30		
2020					25	26	27	28	29	30		
2021				26	27	28	29	30	31			
2022				26	27	28	29	30	31			

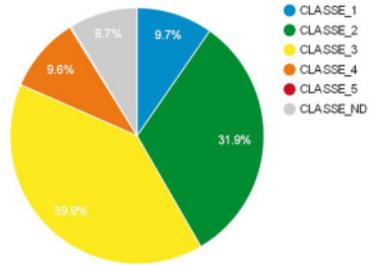


Grande Maine

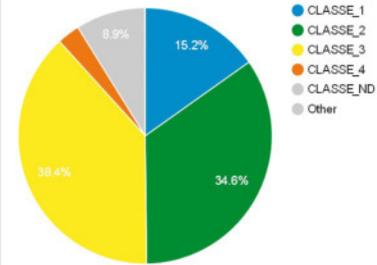
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

2.79 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.58

Pression potentielle IFT total

1.45

Indice de travail du sol

2.52

Pression potentielle phosphore

49.39

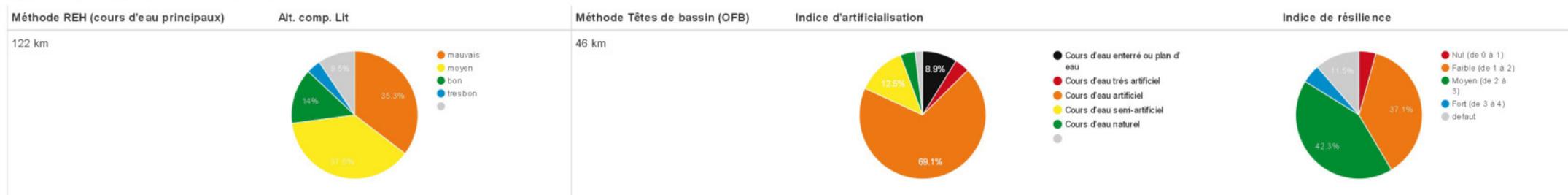
Grande Maine

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

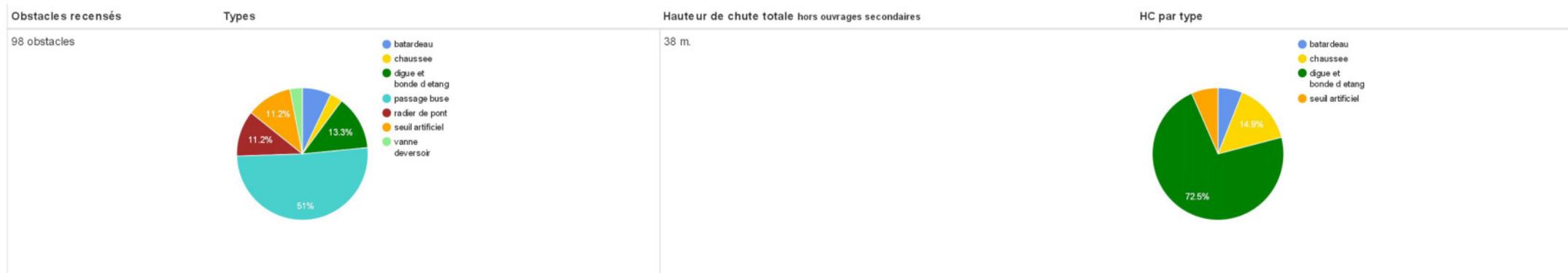
Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Grande Maine 18	132 km ²	174 km	<p>Plans d'eau totaux</p> <p>0.87 ha PDE/km²</p> <p>487 plans d'eau</p>

Hydromorphologie (relevés de terrain)



Obstacles à l'écoulement



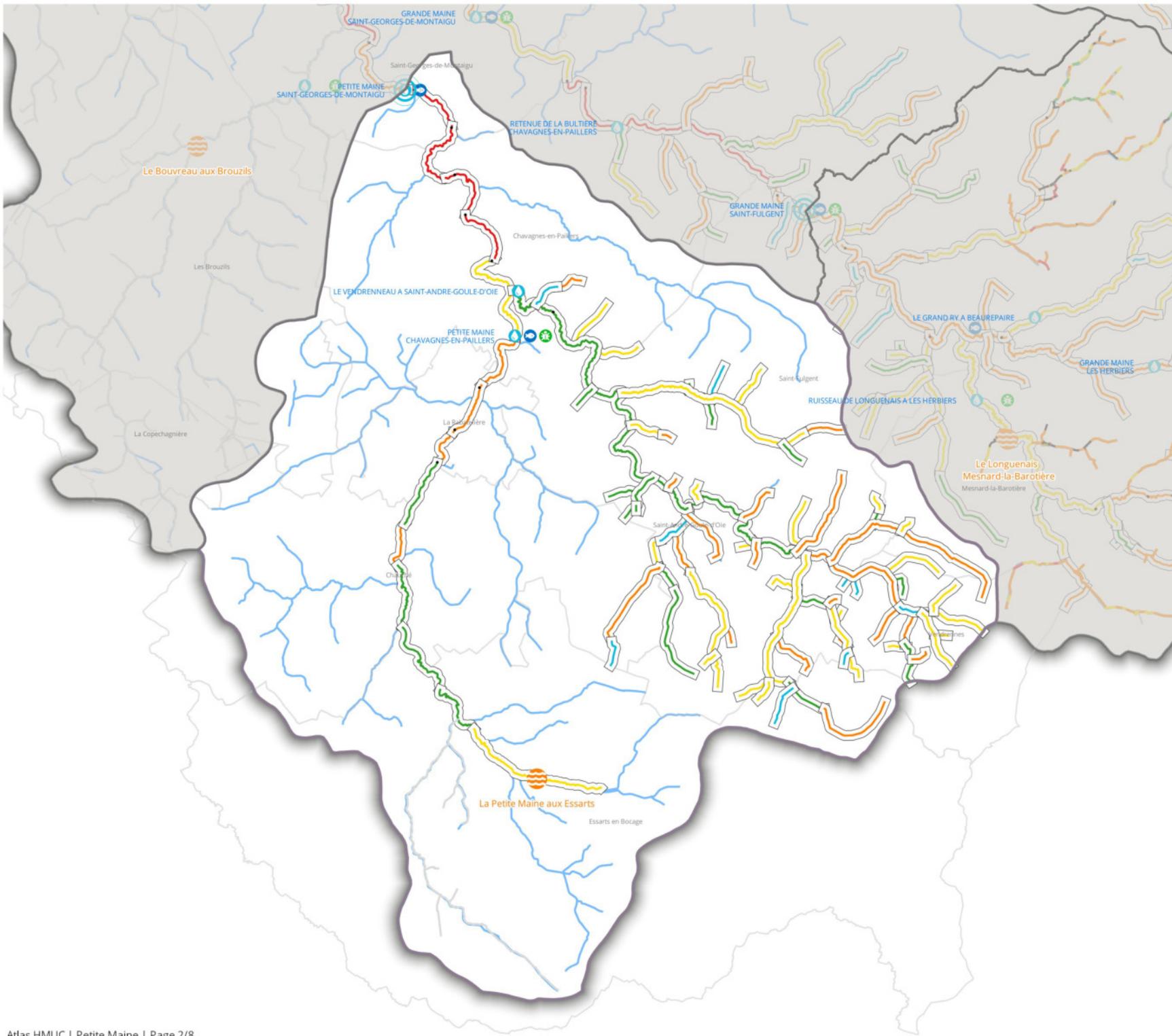
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
99 km ² 75 %	69	48	42	43	53	52	50	54	54	

Unité de gestion Petite Maine



Unité de gestion Petite Maine



- Station de référence de l'UG
- Suivi qualité*
- Suivi bio (IPR)*
- Suivi bio (I2M2)*
- Station ONDE
- Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

- Cours d'eau enterré ou plan d'eau
- Cours d'eau très artificiel
- Cours d'eau artificiel
- Cours d'eau semi-artificiel
- Cours d'eau naturel

Segments REH, altération du lit

- tres bon
- bon
- moyen
- mauvais
- tres mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

Petite Maine

Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Petite Maine 13	192 km ²	283 km	0.89 ha PDE/km ²

891 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol	Surfaces agricoles	Evolutions
PM 13 19153 ha	<p>Année 2018</p>	<p>SAU graphique : 14116 ha, Part de SAU : 74%</p>	<p>Part des prairies : Tendence à la baisse (fiable) (R² = 0.81, pente : -0.00103)</p> <p>Part du maïs : Tendance non fiable (R² = 0.08, pente : -0.00027)</p> <p>Part des céréales : Tendance non fiable (R² = 0.46, pente : 0.00088)</p>

Haies et zones humides

Haies	Zones humides
<p>Densité de haies dans la SAU (ml/ha) : 72 ml/ha</p> <p>Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha) : 40 ml/ha</p> <p>Proportion de haies perpendiculaires à la pente : 56%</p>	<p>Densité de ZH : Dans la SAU 5.83%, Au total 4.3%</p> <p>ZH efficaces : Densité de ZH efficaces dans la SAU : 4.6%, Densité globale de ZH efficaces : 3.39%, Part de ZH efficaces : 78.9%</p> <p>surface totale ZH DEC agrégés : 737.14 ha</p> <p>surface totale ZH estimée : 822.66 ha</p> <p>Périmètre sur surface : 646 m/ha</p>

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF
SAGE 2015	<p>ZNIEFF de type 1 : Surface de ZNIEFF de type 1 : 0 km², Part en ZNIEFF de type 1 : 0%</p> <p>ZNIEFF de type 2 : Surface de ZNIEFF de type 2 : 6 km², Part en ZNIEFF de type 2 : 3%</p>

Petite Maine

Bilan de l'état des masses d'eau

ME	Etat	Risques							Pressions								
		Etat écologique	Etat Chimique (2017)	Etat Chimique sans ubiquiste (2017)	Etat Chimique sans ubiquiste (15-16-17-18)	Risque écologique	Risque chimique	Risque sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes
FRGR0551 LA PETITE MAINE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA GRANDE MAINE	99.99 %	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Oui	Non pertinent	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Petite Maine

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°	Surface				
UNITE_GESTION_V01**PM	13	192 km²				
Macropolluants						
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021
72% dép 166/232	50% dép 116/232	38% dép 87/232	16% dép 38/232	13% dép 29/232	60% dép 139/232	0% dép 0/232
Pesticides						
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021	Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021	Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021				
89% dép 81/91	41% dép 37/91	89% dép 82/92				

Petite Maine

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
52.86	49.17	46.44	×	×		0.14	9.33	12.88	12.97	9.99		

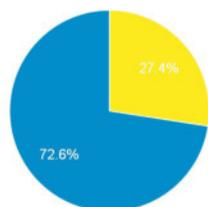
Petite Maine

Quantité

Suivi des écoulements

Station ONDE

La Petite Maine aux Essarts



● Écoulement visible faible
● Écoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012				06		05	06	05	05	04	04	
2013						01	02	01	01	01		
2014						01	01	01	01	01	01	
2015						06	01	01	01	01		
2016						01	04	01	01	01	01	01
2017	01				01		01	01	01	01	01	01
2018	01					01	01	01	01	01	01	01
2019					01	01	01	01	01	01	01	01
2020					01	01	01	01	01	01	01	01
2021				01	01	01	01	01	01	01	01	01
2022				01	01	01	01	01	01	01	01	01

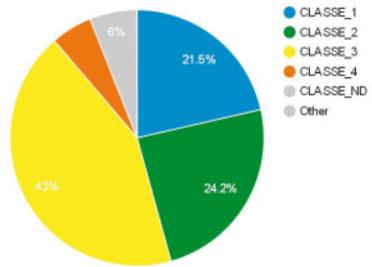
■ Écoulement visible acceptable ■ Écoulement visible faible ■ Écoulement non visible ■ Assec ■ Pas d'observation

Petite Maine

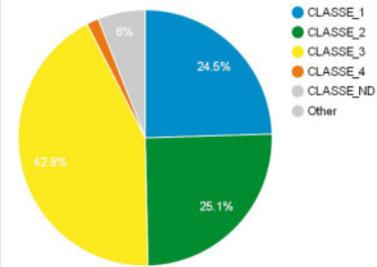
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

3.16 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.97

Pression potentielle IFT total

2

Indice de travail du sol

3.21

Pression potentielle phosphore

53.38

Petite Maine

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Petite Maine 13	192 km ²	283 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; text-align: center;">0.88 ha PDE/km²</div> 891 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)

Méthode REH (cours d'eau principaux)	Alt. comp. Lit	Méthode Têtes de bassin (OFB)	Indice d'artificialisation	Indice de résilience
120 km		0 km		

Obstacles à l'écoulement

Obstacles recensés	Types	Hauteur de chute totale hors ouvrages secondaires	HC par type
9 obstacles		11 m.	

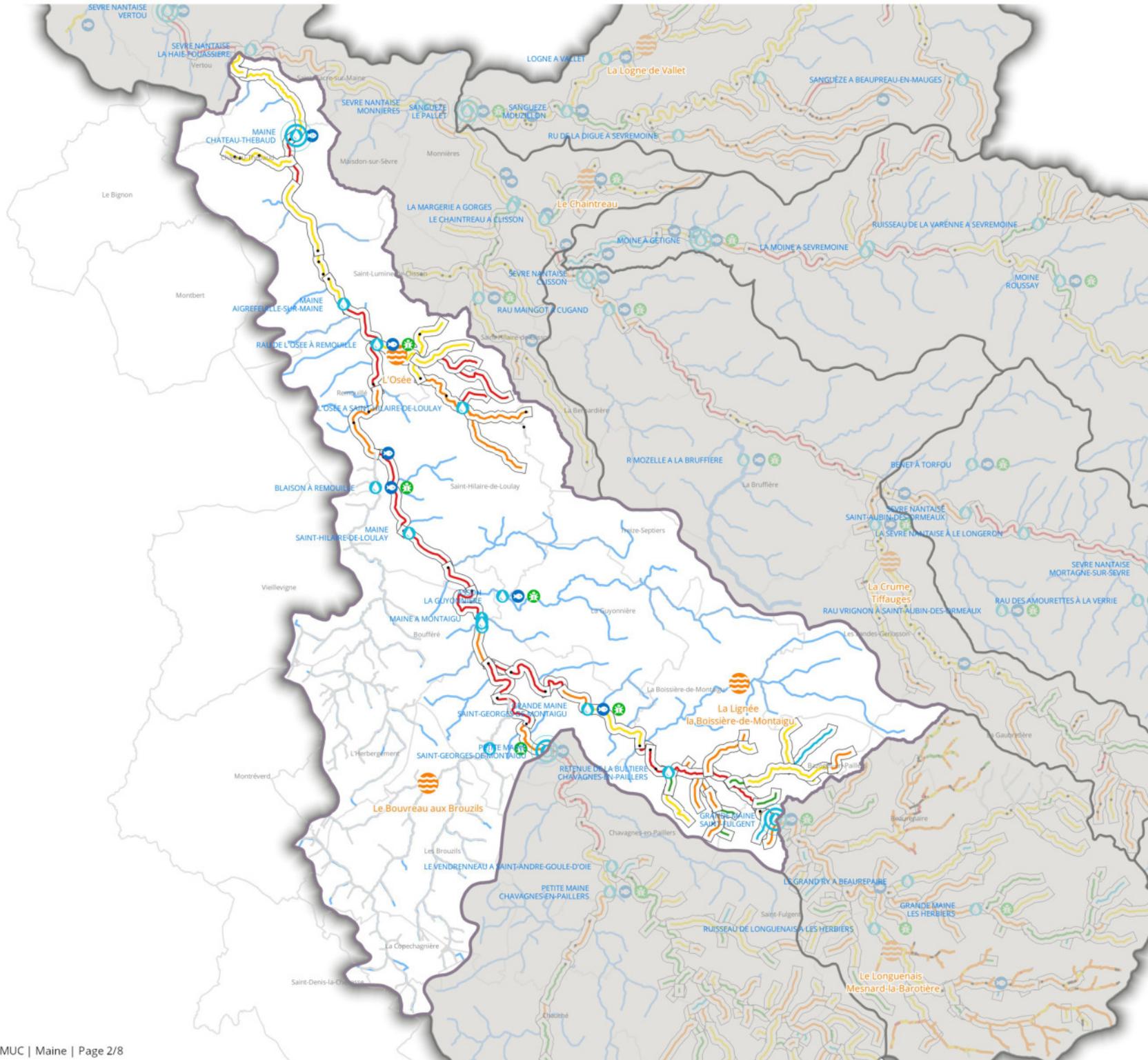
Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
144 km ² 75 %	67	36	40	45	48	46	44	49	56	

Unité de gestion Maine



Unité de gestion Maine



- Station de référence de l'UG
- Suivi qualité*
- Suivi bio (IPR)*
- Suivi bio (I2M2)*
- Station ONDE
- Obstacle à l'écoulement

Séquences de têtes de bassin, indice d'artificialisation

- Cours d'eau enterré ou plan d'eau
- Cours d'eau très artificiel
- Cours d'eau artificiel
- Cours d'eau semi-artificiel
- Cours d'eau naturel
- Cours d'eau de référence

Segments REH, altération du lit

- tres bon
- bon
- moyen
- mauvais
- tres mauvais

Communes « © IGN BD TOPO »

Plan de situation

Tronçon hydrographique (carthage 2008)

- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau

* Station faisant l'objet au moins d'un suivi au cours de la période 2011-2021

Maine

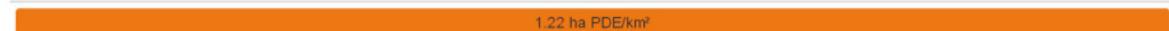
Contexte géographique

Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Source
Maine 19	354 km ²	440 km	DDTM/IGN

Plans d'eau Source : EPTB SN (depuis BD Topo, inventaires communaux, relevés de terrain)

Plans d'eau totaux



2202 plans d'eau

Occupation du sol

Objet	Occupation du sol	Surfaces agricoles	Evolution des surfaces agricoles	Evolution
MA 19 35427 ha	<p>Année 2018</p> <ul style="list-style-type: none"> SURFACE_AGRICOLE SURFACE_BOISEE SURFACE_EN_EAU SURFACE_ARTIFICIALISEES 	<p>SAU graphique</p> <p>24877 ha</p> <p>Part de SAU</p> <p>70%</p>	<ul style="list-style-type: none"> VITICULTURE PROTEAGINEUX MAIS OLEAGINEUX GELS CEREALES PRAIRIES ARBORICULTU... MARAICHAGE DIVERS 	<p>Part des prairies :</p> <p>Tendance non fiable ($R^2 = 0.38$, pente : -0.0005)</p> <p>Part du maïs :</p> <p>Tendance non fiable ($R^2 = 0.15$, pente : -0.00033)</p> <p>Part des céréales :</p> <p>Tendance non fiable ($R^2 = 0.24$, pente : 0.00045)</p>

Haies et zones humides

Haies	Zones humides
<p>Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux et IGN</p> <p>Densité de haies dans la SAU (ml/ha)</p> <p>70 ml/ha</p> <p>Densité de haies perpendiculaires à la pente dans la SAU (ml/ha)</p> <p>39 ml/ha</p> <p>Proportion de haies perpendiculaires à la pente</p> <p>55%</p>	<p>Source : EPTB SN depuis les inventaires communaux</p> <p>Densité de ZH</p> <p>Dans la SAU 7.72%</p> <p>Au total 5.42%</p> <p>surface totale ZH DEC agrégés : 1075.07 ha</p> <p>surface totale ZH estimée : 1920.99 ha</p> <p>ZH efficaces Zones humides hors types : plans d'eau et leurs bordures, plans d'eau artificiels et mares</p> <p>Densité de ZH efficaces dans la SAU : 5.64 %</p> <p>Densité globale de ZH efficaces : 3.96 %</p> <p>Part de ZH efficaces : 73.04 %</p> <p>Périmètre sur surface : 492 m/ha</p>

Patrimoine naturel

Réservoirs biologiques	ZNIEFF	
SAGE 2015	<p>ZNIEFF de type 1</p> <p>Surface de ZNIEFF de type 1 :</p> <p>2 km²</p> <p>Part en ZNIEFF de type 1 :</p> <p>1 %</p>	<p>ZNIEFF de type 2</p> <p>Surface de ZNIEFF de type 2 :</p> <p>10 km²</p> <p>Part en ZNIEFF de type 2 :</p> <p>3 %</p>

Maine

Bilan de l'état des masses d'eau

ME		Etat			Risques						Pressions								
ME	% surf.	Etat écologique (2017 (15-16-17))	Etat Chimique (2017 (15-16-17-18))	Etat Chimique sans ubiquiste (2017 (15-16-17-18))	Risque écologique	Risque chimique	Risque chimique sans ubiquiste	Risque quantitatif	Risque global	Risque global sans ubiquiste	Pressions significatives pollutions ponctuelles	Pressions significatives pollutions diffuses	Pressions significatives hydrologie	Pressions significatives morphologie	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Pressions significatives micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes		
FRGR0549a	0.93 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non		
FRGR0549c	14.18 %	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Oui	Non pertinent	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
FRGR2056	11.58 %	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non		
FRGR0550	33.08 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Etat mauvais	Oui	Inconnu	Oui	Non pertinent	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
FRGR0551	17.09 %	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Oui	Non pertinent	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
FRGR1478	8.71 %	Etat médiocre	Etat mauvais	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non		
FRGR2086	7.22 %	Mauvais état	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Non pertinent	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non		
FRGL146	6.73 %	Etat médiocre	Etat mauvais		Oui	Non	Non pertinent	Non pertinent	Oui	Non pertinent		Oui	Non	Non					

Maine

Bilan de la qualité de l'eau

Ob	N°		Surface			
UNITE_GESTION_V01**MA	19		354 km²			
Macropolluants						
Phosphore total Objectif <=0.2 mg/L Carte 2021	Orthophosphates (PO4) Objectif <=0.5 mg(PO4)/L Carte 2021	Nitrates Objectif <=25 mg(NO3)/L Carte 2021	Nitrites Objectif <=0.3 mg(NO2)/L Carte 2021	Ammonium Objectif <=0.5 mg(NH4)/L Carte 2021	Carbone Organique Objectif <=7 mg(C)/L Carte 2021	Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5) Objectif <=6 mg(O2)/L Carte 2021
63% dép. 402/641	42% dép. 266/640	30% dép. 191/641	15% dép. 96/640	9% dép. 55/640	78% dép. 507/653	2% dép. 10/641
Pesticides						
Cumul pesticides liste stable (v2016). Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides liste stable (v2016) hors AMPA. Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		Cumul pesticides (liste complète EPTBSN) . Uniquement les codes remarques 1(Domaine de validité) et 3 (> seuil de saturation). Objectif <=0.5 µg/L Carte 2021		
75% dép. 277/371		39% dép. 144/371		84% dép. 311/371		

Maine

Indicateurs biologiques Source : API Hydrobio

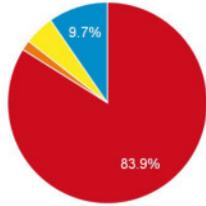
Poissons				Macroinvertébrés				Diatomées		Macrophytes		
Note moyenne des IPR sur la station de référence récent (2019 - 2021)	Note moyenne des IPR sur la station de référence (2011 - 2021)	Note moyenne des IPR sur les autres stations	Présence du Chabot	Présence de la Vandoise	Note moyenne des I2M2 sur la station de référence	Note moyenne des IBGN sur la station de référence	Note moyenne des I2M2 sur les autres stations	Note moyenne des IBGN sur les autres stations	Note moyenne des IBD sur la station de référence	Note moyenne des IBD sur les autres stations	Note moyenne des IBMR sur la station de référence	Note moyenne des IBMR sur les autres stations
29.00	25.71	32.52	✘	✔		0.30	11.32	12.16	12.18	7.71	9.21	

Maine Quantité

Suivi des écoulements

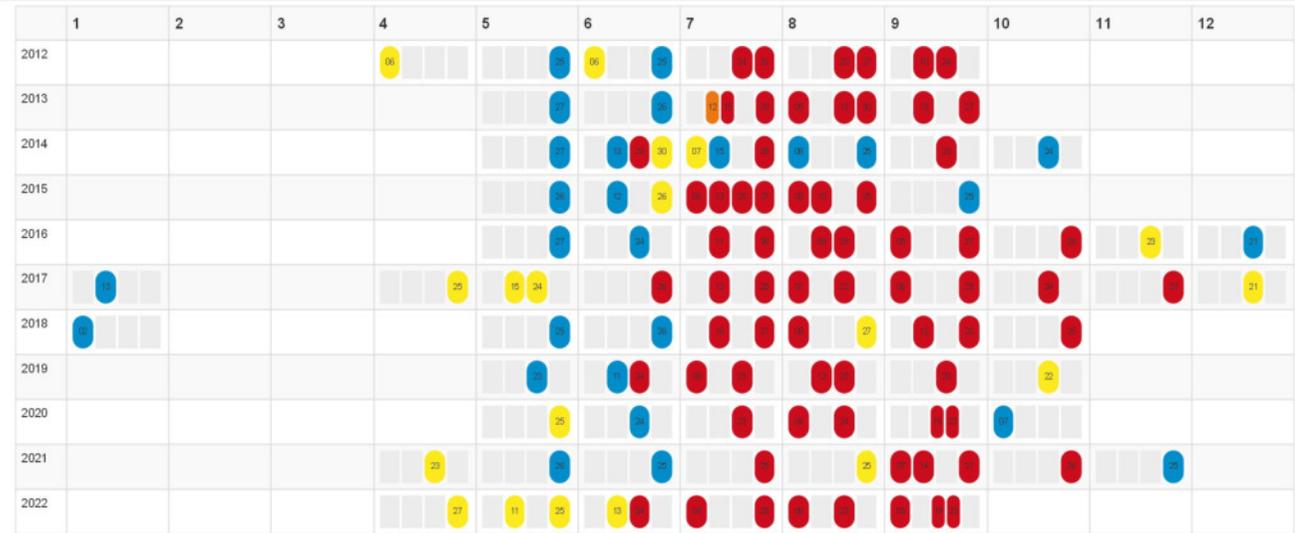
Station ONDE

La Lignée à la Boissière-de-Montaigu

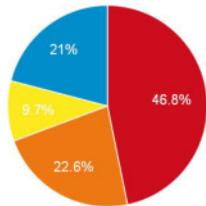


- Assec
- Ecoulement non visible
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement visible acceptable

% observ. entre juillet et octobre



Le Bouvreau aux Brouzils



- Assec
- Ecoulement non visible
- Ecoulement visible faible
- Ecoulement visible acceptable

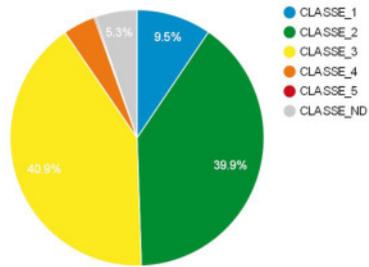


Maine

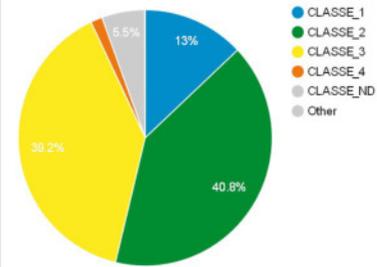
Bilan risques de transfert

Transfert

Vulnérabilité intrinsèque de transfert par ruissellement érosif



Vulnérabilité opérationnelle de transfert par ruissellement érosif



Indicateurs agricoles

Taille moyenne des parcelles

2.83 ha

Risque de fuite moyen (toutes cultures)

2.96

Pression potentielle IFT total

2.53

Indice de travail du sol

3.22

Pression potentielle phosphore

52.2

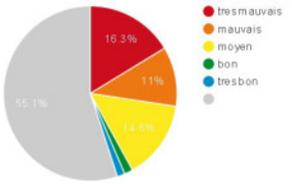
Maine

Bilan de l'état hydromorphologique des cours d'eau et identification des ouvrages influençant la ligne d'eau

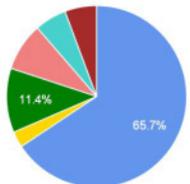
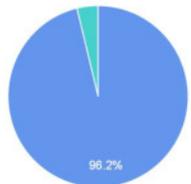
Plans d'eau et cours d'eau

Objet	Surface	Linéaire total de cours d'eau	Plans d'eau
Maine 19	354 km ²	440 km	Plans d'eau totaux <div style="background-color: #e67e22; padding: 5px; text-align: center;">1.22 ha PDE/km²</div> 2202 plans d'eau

Hydromorphologie (relevés de terrain)

Méthode REH (cours d'eau principaux)	Alt. comp. Lit	Méthode Têtes de bassin (OFB)	Indice d'artificialisation	Indice de résilience
226 km	 <ul style="list-style-type: none"> ● très mauvais ● mauvais ● moyen ● bon ● très bon ● 	0 km		

Obstacles à l'écoulement

Obstacles recensés	Types	Hauteur de chute totale hors ouvrages secondaires	HC par type
35 obstacles	 <ul style="list-style-type: none"> ● chaussée ● clapet ● passage buse ● radier de pont ● seuil artificiel ● vanne ● deversoir 	38 m.	 <ul style="list-style-type: none"> ● chaussée ● seuil artificiel

Têtes de bassin

Têtes de BV (surface km ² - % Ob)	Indice Surface	Indice pente moy. TBV	Indice pente moy. chemin + long	Indice densité CE	Indice densité CE théorique	Indice de densité de plans d'eau sur cours	Indice ripi connectée	Indice zone artif.	Indice de pression globale sur cours d'eau	SAGE 2015
261 km ² 74 %	70	32	39	42	48	50	54	51	53	



HYDRO CONCEPT

EXPERTS EN MILIEUX AQUATIQUES

*Phase 1 : Reconnaissance et définition des sites de mesure
24 octobre 2022*

ÉTUDE « HMUC » HYDROLOGIE – MILIEUX – USAGES – CLIMAT ÉVALUATION DE DEBITS BIOLOGIQUES



DOCUMENT 1 : Mission SELECT - Définition des sites de mesures

MAITRE D'OUVRAGE :

EPTB DU BASSIN DE LA SÈVRE NANTAISE

Moulin de Nid d'Oie
10 bis, route de Nid D'Oie
CS 49 405
44194 CLISSON CEDEX



INFORMATIONS LIEES A LA PUBLICATION DE CE DOCUMENT

DOCUMENT 1 : Mission SELECT - Définition des sites de mesures

Commanditaire : EPTB DU BASSIN DE LA SÈVRE NANTAISE

L'élaboration de ce document a été produit par la SCOP ARL Hydro Concept. Les personnes ayant contribuées à la rédaction, relecture et validation du document ainsi que l'historique de ce dernier :

Date	Version	Rédaction	Relecture	Validation
24/10/2022	V2	B.YOU	Y. FAVREAU	Y FAVREAU / B YOU
26/10/2022	V3-modifications par suite des remarques de l'EPTB	B.YOU	Y. FAVREAU	Y FAVREAU / B YOU



TABLE DES MATIERES

1.	AVANT-PROPOS	5
2.	ZONE D'ETUDE.....	5
3.	METHODOLOGIE D'ETUDE.....	6
3.1	Sélection des sites.....	6
3.2	Définition des sites d'étude	7
3.3	Données.....	8
3.4	Définition des méthodes employées.....	9
3.4.1	Méthodes envisagées	9
3.4.2	Méthode d'habitats	9
4.	PROPOSITION DE SITES	13
4.1	UG Sanguèze	13
4.1.1	Secteur amont – SANGUEZ01	14
4.1.2	Secteur amont Mouzillon – SANGUEZ02	15
4.1.3	Secteur Mouzillon – SANGUEZ03	17
4.1.4	Site proposé	19
4.2	UG Moine amont.....	19
4.2.1	Le Trézon.....	19
4.2.2	La Moine	21
4.2.3	Site proposé	23
4.3	UG Ouin	24
4.3.1	Secteur amont – OUIN01	24
4.3.2	Secteur intermédiaire – OUIN02.....	25
4.3.3	Secteur aval – OUIN03	27
4.3.4	Site proposé	28
4.4	UG Grande Maine amont.....	28
4.4.1	Secteur amont – GRANDEMAINE01_02.....	29
4.4.2	Secteur aval – GRANDEMAINE03	30
4.4.3	Secteur aval – GRANDEMAINE04	31
4.4.4	Site proposé	32
4.5	UG Sèvre Nantaise amont	33
4.5.1	Secteur amont – SEVRE01.....	33
4.5.2	Secteur intermédiaire – SEVRE02	34
4.5.3	Secteur aval – SEVRE03.....	36
4.5.4	Site proposé	38
4.6	Conclusion	39

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Cartographie de la zone d'étude (source EPTB Sèvre Nantaise).....	6
Figure 2:Pré-localisation des sites des DMB	7
Figure 3: SPU et VHA en fonction du débit	11
Figure 4: Exemple cartographique des habitats.....	12
Figure 5: SANGUEZ01	14
Figure 6: SANGUEZ02	16
Figure 7: SANGUEZ03	17
Figure 8: Linéaire du Trézon étudié	19
Figure 9: TREZON01	20
Figure 10: Linéaire de la Moine étudié	21
Figure 11: MOINE01	21
Figure 12: Linéaire de l'Ouin étudié	24
Figure 13 : OUIN01.....	24
Figure 14: OUIN02.....	26
Figure 15:OUIN03.....	27
Figure 16: Linéaire de la Grande Maine étudié.....	28
Figure 17: GRANDEMAINE01-02	29
Figure 18: GRANDEMAINE03	30
Figure 19: GRANDEMAINE04	31

Figure 20: Linéaire de la Sèvre à la Chapelle Séguin étudié	33
Figure 21: SEVRE01	33
Figure 22: Linéaire de la Sèvre à la Chapelle St-Etienne	35
Figure 23: SEVRE02	35
Figure 24: Linéaire étudié de la Sèvre amont Pescalis	37
Figure 25 : SEVRE03	37

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Choix des sites et méthode retenue.....	39
----------------------------------------------------	----

1. AVANT-PROPOS

La gestion de la ressource en eau s'appuie sur un certain nombre de valeurs dont la principale est le débit d'objectif d'étiage (DOE). Le DOE se définit comme le débit moyen mensuel permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10, dont l'atteinte du bon état écologique des milieux aquatiques.

Il sert de référence pour l'exercice de la police des eaux et des milieux aquatiques pour accorder les autorisations de prélèvements et de rejets. La définition des valeurs de DOE s'appuie notamment sur la notion de "débit biologique".

L'objet du présent marché porte sur l'établissement de valeurs ou plages de débits biologiques complémentaires (nouveaux sites) à ceux déjà existants sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise.

Cette mission recouvre notamment :

- La définition des sites propices à la réalisation du protocole d'estimation des débits biologiques
- La réalisation du protocole d'estimation des débits biologiques au droit des sites retenus

Hydro Concept a été mandaté par l'EPTB de la Sèvre Nantaise pour réaliser cette étude. Les principales prestations attendues dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

- Mission SELECT : Sélection du site et choix de la méthode à appliquer
- MISSION ESTIMHAB : Mise en œuvre de la méthode ESTIMHAB et analyse critique
- MISSION HYDRAU : Mise en œuvre de la méthode hydraulique et analyse critique
- Mission REU-VISIO : Réunion en visioconférence
- Mission REU-PRES : Réunion en présentiel

Le rapport suivant présente uniquement la proposition des sites d'étude à la suite d'une reconnaissance de terrain : mission SELECT. La synthèse des données collectées et le choix des espèces étudiées seront réalisés dans un second temps : mission ESTIMHAB.

2. ZONE D'ETUDE

La carte suivante localise les unités de gestion (UG) concernées par des évaluations de débits biologiques :

- UG Grande Maine amont
- UG Sèvre amont
- UG Moine amont (cours d'eau du Trézon et / ou cours d'eau de la Moine)

- UG Sanguèze
- UG Ouin

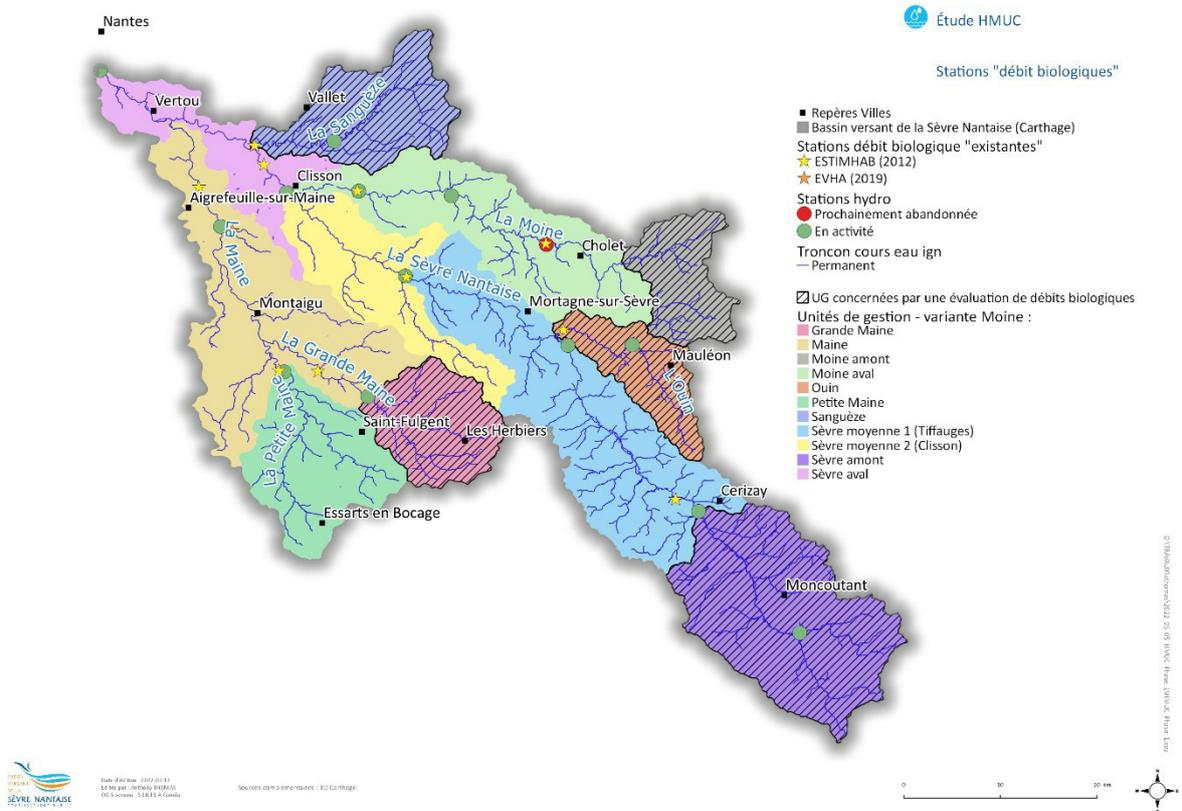


Figure 1: Cartographie de la zone d'étude (source EPTB Sèvre Nantaise)

3. METHODOLOGIE D'ETUDE

3.1 Sélection des sites

Une pré-localisation des linéaires susceptibles de supporter les sites a été remise par l'EPTB au démarrage de la mission, pour chaque unité de gestion concernée. Cette pré-localisation représente un linéaire maximal de 3 km de cours d'eau.

L'objectif de cette phase de pré-sélection était d'orienter l'expertise de terrain vers des secteurs répondant aux critères suivants :

- Représentatif du cours d'eau concerné
- Idéalement situé sur l'aval / partie médiane du BV pour être intégrateur de ce qui se passe en amont (prélèvements notamment)
- Non influencé par des ouvrages et disposant d'une certaine hétérogénéité de faciès pour traduire correctement le marnage "naturel" du cours d'eau

Sur cette base, le choix du linéaire sur lequel sera déterminé les valeurs de débits biologiques a été défini sur la base :

- Des données disponibles à l'EPTB de la Sèvre Nantaise (diagnostic de l'hydromorphologie des cours d'eau selon la méthode REH ou « Tête de bassin versant », et obstacles à l'écoulement);
- De la connaissance des techniciens de rivières de l'EPTB ;
- De la localisation des prélèvements, et de tout autres données existantes susceptibles d'intéresser cet élément de mission ;
- De l'expertise D'Hydro Concept, notamment à la suite d'une reconnaissance de terrain.

Les caractéristiques des sites retenus conditionnent le choix de la méthode d'estimation des débits biologiques, qui doit être adaptée au domaine d'applicabilité du protocole.

La phase de reconnaissance terrain a été réalisée le 21 et 22 septembre 2022, en période de basses eaux.

3.2 Définition des sites d'étude

Dans un premier temps il convient de réaliser un état des lieux des enjeux biologiques sur la zone d'étude ainsi que des usages existants (prélèvements AEP, agricoles, industriels). L'ensemble des données biologiques, hydromorphologiques et des usages permettront d'affiner l'état des lieux.

Une pré-localisation des zones d'étude est envisagée en fonction des usages et des enjeux (comme le montre la carte ci-dessous).

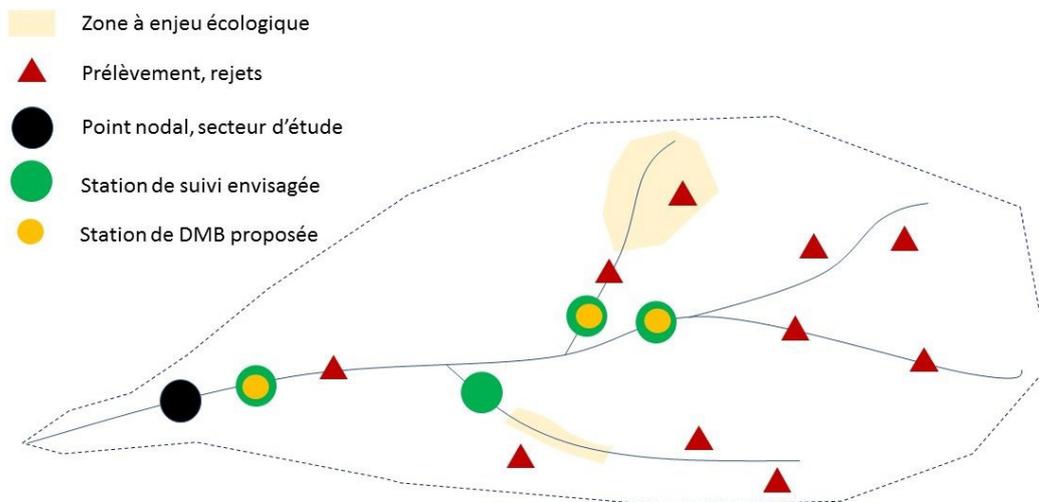


Figure 2: Pré-localisation des sites des DMB

Une visite de terrain permet de valider ou non la pertinence des sites envisagés. Lors de cette visite on s'attache à :

- ✓ Vérifier que la zone d'étude est représentative du tronçon choisi ;
- ✓ Vérifier que la zone d'étude envisagée présente des caractéristiques hydromorphologiques favorables à la réalisation de DMB (alternance radiers, mouilles, berges peu anthropisées ...).

On cherchera à positionner au moins une station le plus en aval possible, près du point nodal ou de la zone d'étude, et si possible près d'une station de suivi hydrologique. La validation des sites est un préalable à la réalisation des mesures de terrain.

La phase de prélocalisation des linéaires de 3 km au sein de chaque unité de gestion concernée a fait l'objet d'échanges avec l'OFB.

La sélection des sites retenus pour la définition des débits biologiques a fait l'objet d'une consultation du Comité Technique de cette étude.

3.3 Données

Parallèlement à la phase de reconnaissance, l'EPTB de la Sèvre Nantaise nous a fourni de nombreuses données et compilation des données existantes (résultats de pêches, données SYSMA), ainsi que de précieuses informations pour la définition des sites.

En complément divers types de données ont été récoltées :

Données hydrologiques et climatologiques

Les données hydrologiques existantes ont été récupérées auprès de différents services et documents :

- La Banque Hydro présente les données des stations hydrométriques et les débits caractéristiques existants (VCN10, VCN30, QMNA5, QMNA10, module, débits journaliers en année sèche ...)
- DREAL (services risques naturels et hydrauliques) ;
- OFB : réseau ONDE, date d'entrée en assec, durée et fréquence des étiages ...
- **Prochainement les données de l'EPTB et de l'INRAE en lien avec l'étude Hydrologie, Milieux, Usages, Climat (HMUC) en cours ;**

Données climatologiques

Les données climatologiques ont été récupérées auprès de Météo-France. Nous veillerons également à utiliser les données prospectives sur l'évolution du climat.

Données biologiques et physico-chimiques

Les données ont été récupérées auprès de l'Agence de l'Eau, du Conseil départemental, de la fédération de pêche, de l'OFB, de l'EPTB et l'INPN.

Nous avons récupéré les données des différentes masses d'eau à proximité des points nodaux, et différents sous bassins versants, elles seront de différents types :

- Piscicoles (IPR, composition du peuplement, espèces migratrices ...)
- Zones de frayères et fronts de migration des espèces migratrices ;
- Macro-invertébrés (IBG, composition des peuplements notamment vis-à-vis de certaines espèces éventuellement protégées) ;
- Diatomées (IBD) ;
- Macrophytes (IBMR) ;
- Données physico-chimiques (eau et sédiment) ;
- Données température (AELB, OFB) ;
- Données naturelles (ZNIEFF, ZICO, espèces protégées ...).

Il s'agit lors de cette étape de s'assurer que des facteurs autres que le débit ne sont pas limitants pour la biologie des espèces piscicoles les plus sensibles et ce, en fonction de leurs stades de développement car les besoins ne sont pas les mêmes tout au long de leur cycle de vie.

La question de la continuité écologique des cours d'eau peut également être déterminante pour les migrateurs car elle conditionne l'accès aux zones de reproduction. Enfin la dégradation morphologique des cours d'eau influe négativement sur la vie piscicole. La fluctuation des débits n'aura en effet pas le même impact dans un système plus anthropisé.

Données hydromorphologiques

Les données ont été récoltées auprès du site internet dédié de l'EPTB : SYSMA <https://sysma.io>

Hydro Concept s'appuie sur sa bonne connaissance du territoire et son expérience acquise depuis de nombreuses années dans le cadre d'études et de projets de restauration hydromorphologiques.

L'objectif est de caractériser des tronçons homogènes et de caractériser les faciès d'écoulement en place. On veillera à croiser ces informations avec les enjeux biologiques, ainsi qu'avec les déséquilibres quantitatifs.

3.4 Définition des méthodes employées

L'évaluation des impacts des scénarios de gestion hydrologique sur les habitats aquatiques et notamment sur les habitats piscicoles repose sur la mise en œuvre de méthodes d'aide à la détermination de débit minimum biologique.

Dans le domaine des habitats piscicoles, la méthode s'appuyant sur celle des micro-habitats est actuellement l'une des plus employées.

3.4.1 Méthodes envisagées

Trois types de méthodes d'aide à la détermination de débit minimum biologique (DMB) existent :

-  Méthodes hydrologiques basées sur l'identification de débits caractéristiques à partir desquels il est considéré que les conditions environnementales se dégradent significativement (DMB = % du module, % des étiages mensuels, courbe de débits classés...),
-  Méthodes hydrauliques basées sur l'identification de débits caractéristiques à partir desquels les surfaces en eau et les grandeurs hydrauliques (hauteur, vitesse d'écoulement) diminuent très significativement,
-  **Méthodes d'habitat basées sur l'identification de débits caractéristiques à partir desquels le potentiel d'habitat des espèces se dégrade très significativement.**

3.4.2 Méthode d'habitats

Les habitats aquatiques sont constitués par plusieurs compartiments (morphologique, hydraulique, végétal, physicochimiques). Ces différents compartiments varient dans l'espace et dans le temps en fonction des conditions hydro-climatiques. La variation des débits et les processus morpho-dynamiques (mobilité latérale du cours d'eau, transport de sédiments, de bois-morts) et biologiques (développement de la végétation) assurent un renouvellement des habitats.

Les préférences d'habitat des espèces permettent d'évaluer le potentiel d'accueil d'une partie de rivière pour les espèces considérées.

Le terme préférence recoupe plusieurs aspects du comportement et des besoins de la faune piscicole :

- ✎ La recherche de conditions hydrauliques et de substrat précis pour satisfaire un besoin particulier (reproduction, nutrition),
- ✎ La recherche de conditions hydrauliques assurant un minimum de dépense énergétique et un refuge pour le repos ou pour se cacher des prédateurs.

Dans la méthode des micro-habitats, les préférences des espèces pour une grandeur physique donnée sont le plus souvent traduites sous la forme de courbes normées (courbes de préférence : échelle de 0 à 1). La valeur fournie par ces courbes de préférence représente une densité normalisée de poissons utilisant un habitat donné, pondérée par la disponibilité dans le milieu d'accueil du paramètre physique décrit.

Dans la méthode des micro-habitats, l'habitat potentiel est quantifié sous forme de Surface Pondérée Utile, qu'il est plus aisé de dénommer « surface d'habitat favorable ».

En France, il existe plusieurs modèles d'habitats :

- ✎ EVHA (EVALuation de l'HABitat), développée par IRSTEA. Cette méthode n'est plus utilisée en raison d'une absence de mise à jour du logiciel informatique. Depuis un nouveau logiciel nommé HABBY développé par l'INRAE remplace cette méthode.
- ✎ ESTIMHAB (ESTIMation de l'HABitat) développée par l'IRSTEA.

Dans le cadre de cette étude, il est envisagé de recourir préférentiellement à la méthode ESTIMHAB par souci de cohérence avec les valeurs de débits biologiques définies par le passé sur le reste du bassin versant de la Sèvre Nantaise. A défaut de pouvoir exploiter cette méthode, la méthode hydraulique s'appuyant sur les données de la plateforme HABBY pourra toutefois être utilisée.

3.4.2.1 ESTIMHAB

Estimhab : Estimation de l'impact sur l'habitat aquatique de la gestion hydraulique des cours d'eau

Estimhab permet de simuler la qualité de l'habitat ou la valeur d'habitat VHA (variant entre 0 et 1) ou la surface potentiellement utilisable SPU (valeur d'habitat x surface mouillée), en fonction du débit, pour différentes espèces/stades (simulations - populations) mais aussi pour des guildes d'espèces (simulations - guildes) caractéristiques des principaux faciès d'écoulement (radier, chenal, mouille et berge).

Cette méthode s'appuie sur des relevés précis de terrain sans toutefois nécessiter le recours à un modèle hydraulique s'appuyant sur des relevés topographiques rattachés en NGF.

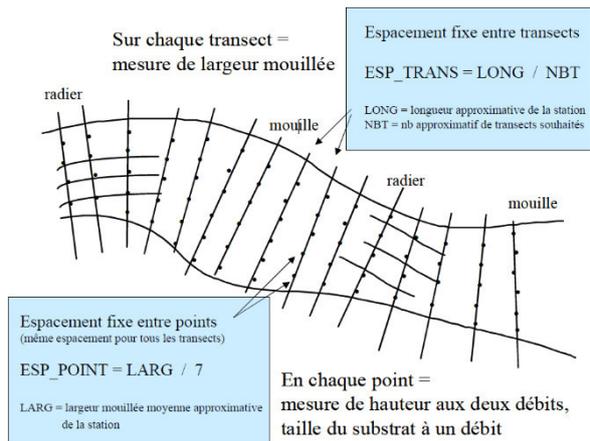
Estimhab est utilisable sur des cours d'eau de climats tempérés à morphologie naturelle ou peu modifiée, de pente < 5%. On évitera en pratique de l'utiliser sur des tronçons dont plus de 40% de la surface est hydrauliquement influencée par des seuils, enrochements, épis ou autres aménagements.

Il est nécessaire de connaître le débit médian interannuel de la station en situation naturelle ou reconstituée sur une chronique de temps la plus longue possible (12 ans au minimum).

Sur le terrain sont relevés sur des transects :

- Largeur du lit mouillé
- Hauteur d'eau
- Taille moyenne des substrats
- Mesure du débit

Ce protocole doit être mis en œuvre lors de deux campagnes de terrain, dans des conditions d'écoulement très différentes ($Q_2 > 2Q_1$).



Le traitement statistique de ces données, permet d'en ressortir les surfaces d'habitats favorables à l'espèce (SPU) en fonction du débit. Il permet également d'établir des courbes de VHA (Valeur d'habitat).

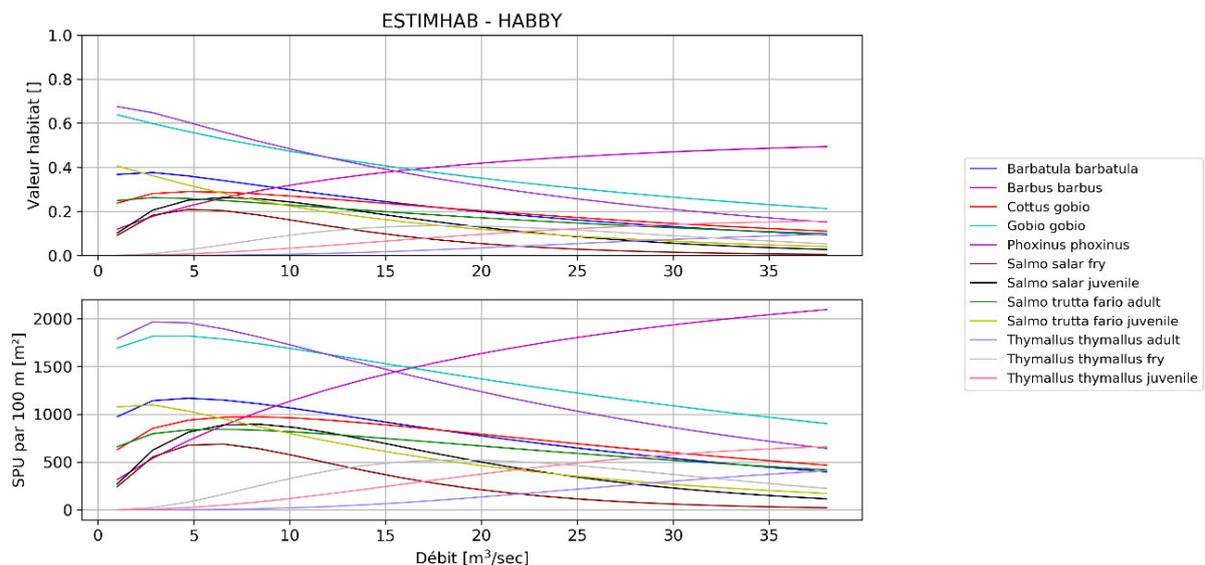


Figure 3: SPU et VHA en fonction du débit

3.4.2.1.1 HABBY

La phase de terrain d'Habby est plus complexe, elle nécessite d'être à 3 personnes minimum durant une journée. Elle nécessite également un matériel de terrain plus complexe avec une station de mesure totale pour la topographie. Contrairement à Estimhab, il n'est pas nécessaire d'intervenir à 2 dates différentes, on choisira une campagne en basses eaux, afin d'avoir de bonnes conditions d'observation des substrats, même ceux hors d'eau. Cependant une seconde campagne peut permettre de fiabiliser les résultats.

On réalise les mesures sur une station présentant au moins deux séquences radiers/plats ou mouilles, et qui représentent au moins 10 à 14 fois la largeur plein bord. Sur cette station on s'attachera à positionner une quinzaine de transects qui permettront de bien caractériser la morphologie de la station, avec son profil en long et ses profils en travers. Toutes les singularités morphologiques devront

être prises en compte. Ces données permettront de réaliser une cartographie précise des hauteurs d'eau et des vitesses et ceci à différents débits.

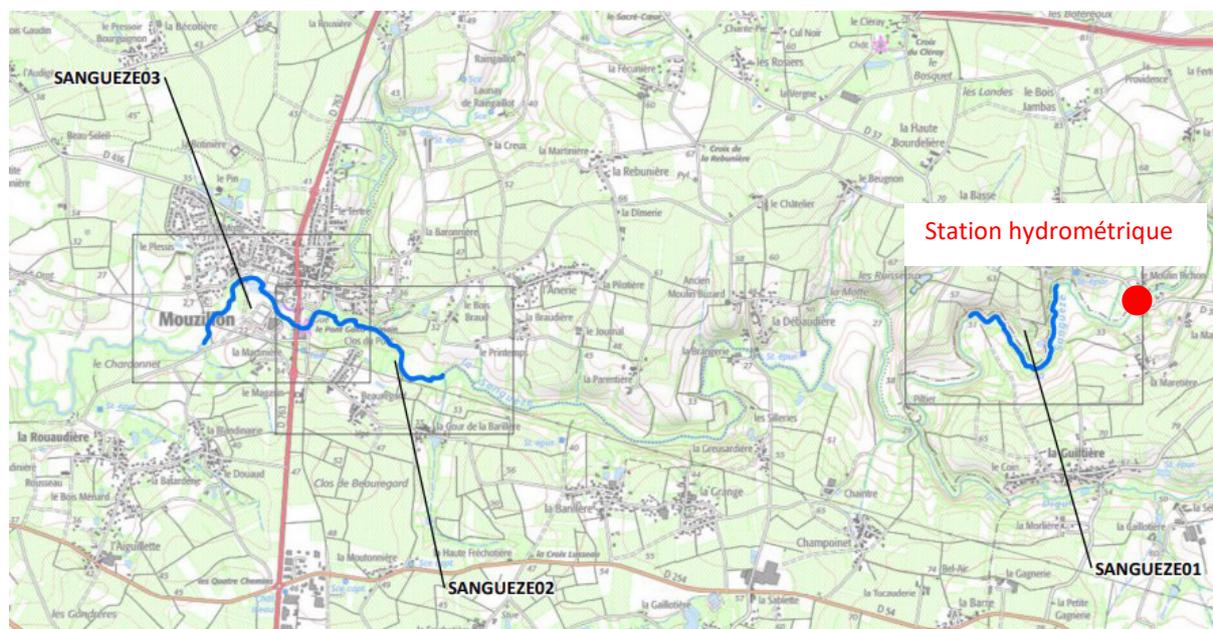
En parallèle une cartographie des substrats devra être réalisée (substrats dominants et plus grossiers), on s'attachera à décrire également les substrats hors d'eau qui peuvent potentiellement être mis en eau pour un débit plus élevé.



Figure 4: Exemple cartographique des habitats

4. PROPOSITION DE SITES

4.1 UG Sanguèze



Lors de la reconnaissance du 21 septembre, le débit à la station hydrométrique était nul.

4.1.1 Secteur amont – SANGUEZ01

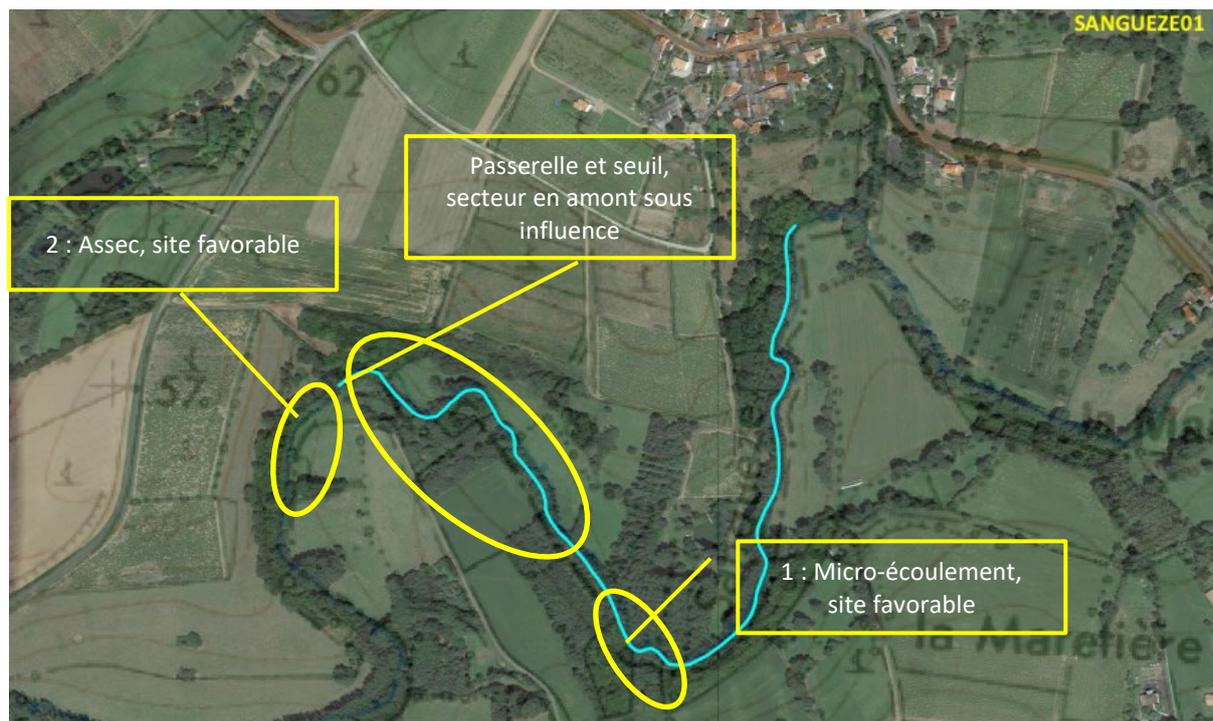


Figure 5: SANGUEZ01

<p>Site n°1 : alternance plat lent, radier avec un substrat pierreux bien diversifié. Micro-écoulement de la Sanguèze.</p> <p>Le lit est relativement large, 6 m au maximum.</p>	
<p>Amont du seuil : Plat lent profond, recouvert de lentille. Site sous influence non favorable.</p> <p>Sanguèze en rupture d'écoulement.</p>	

Site n°2 : alternance plat lent, radier avec un substrat pierreux bien diversifié. Assec de la Sanguèze.

Le lit présente une bonne diversité d'habitats.



Le site n°2 est favorable à la réalisation d'Estimhab, et à l'avantage d'être proche de la station hydro. Pour la modélisation hydraulique, le site a une ripisylve dense qui peut gêner la réalisation du protocole.

4.1.2 Secteur amont Mouzillon – SANGUEZ02

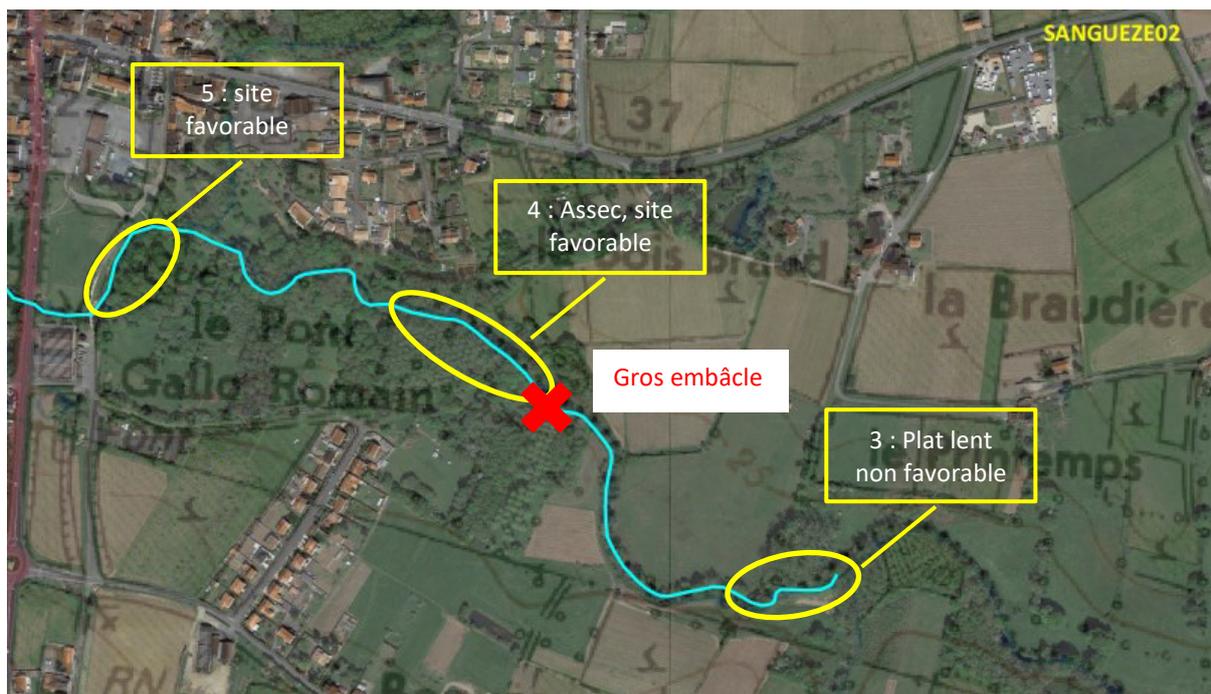


Figure 6: SANGUEZE02

<p>Site n°3 : Plat lent, profond recouvert de lentilles</p>	
<p>Site n°4 : alternance plat lent, radier avec un substrat pierreux bien diversifié. Assec de la Sanguèze.</p> <p>Le lit est relativement large, 7 m au maximum.</p>	

Site n°5 : alternance plat lent, radier avec un substrat pierreux bien diversifié. Léger débit de la Sanguèze.

Le lit présente une bonne diversité d'habitats à la suite des travaux de renaturation.



Les sites 3 et 5 sont favorables à la réalisation d'Estimhab, mais sont éloignés de la station hydro. Entre le site 5 et 4, La Logne apporte un léger débit à la Sanguèze.

La modélisation hydraulique est réalisable sur les deux sites.

Le site n°5 est moins favorable que le site n°3, car ce site a été modifié à de nombreuses reprises et sa partie aval, peut être sous influence du gué en aval.

4.1.3 Secteur Mouzillon – SANGUEZ03

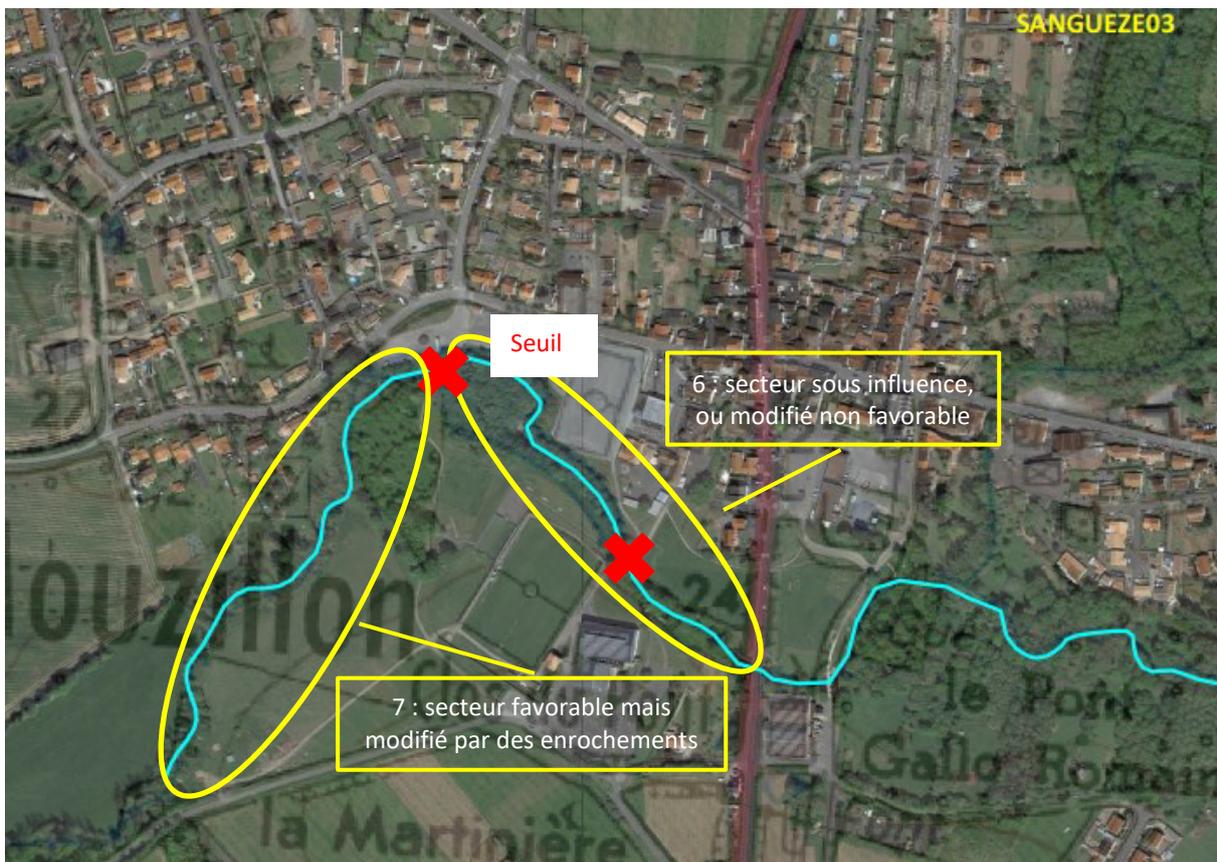


Figure 7: SANGUEZ03

Site n°6 : Plat lent, radier sous influence de seuils, le lit est surélargi.

Site peu favorable à la réalisation d'Estimhab.



Site n°7 : alternance plat lent, radier avec un substrat pierreux bien diversifié, avec quelques banquettes.

Enrochement en bordure sur quelques secteurs.



Le site 7 est favorable à la réalisation d'Estimhab, mais est éloigné de la station hydro. La modélisation hydraulique est réalisable sur ce site.

4.1.4 Site proposé

Site	Estimhab	Habby
Site n°2 de SANGUEZ01	Oui	Peu favorable
Site n°7 de SANGEZ03	Oui	Oui

Le site N°2 est proposé car il est proche de la station hydro, et est dans un secteur plus naturel. Estimhab est proposé comme protocole de suivi.

Le site N°7 peut être choisi, mais il a l'inconvénient d'être dans un secteur légèrement urbanisé, éloigné de la station hydrologique, mais les apports du ruisseau de la Logne permettent à la Sanguèze d'avoir un léger débit.

Après échange avec le comité technique, le site n°7 a été choisi.

4.2 UG Moine amont

Lors de la reconnaissance du 21 septembre, le débit à la station hydrométrique devait être nul, actuellement les données ne sont pas disponibles.

4.2.1 Le Trézon

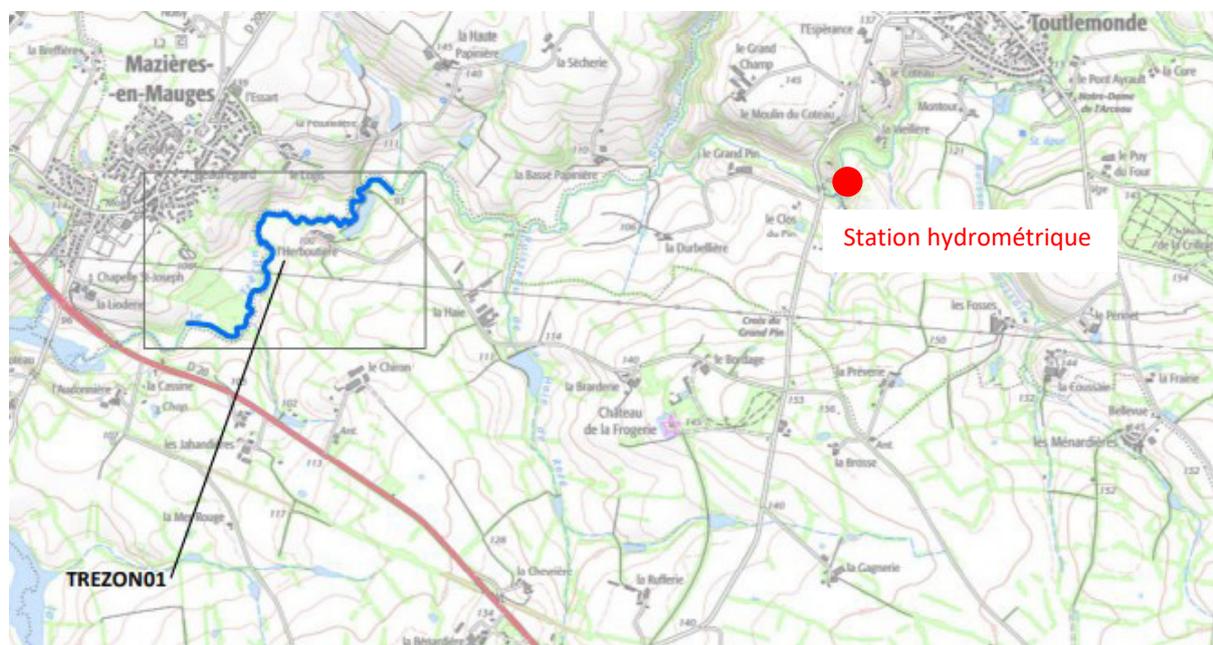


Figure 8: Linéaire du Trézon étudié

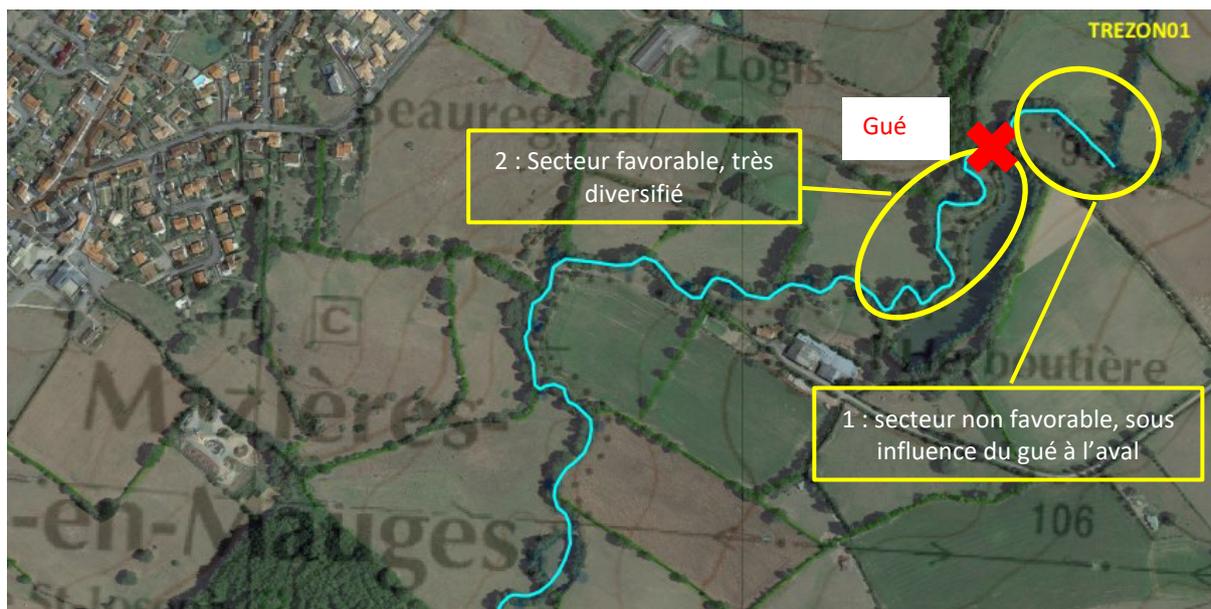


Figure 9: TREZON01

<p>Site n°2 : Alternance plat lent, radier avec une bonne diversité d'habitat</p> <p>Site favorable à la réalisation d'Estimhab.</p> <p>Trézon en assec.</p>	
<p>Site n°1 : alternance plat lent, radier mais sous influence du gué en aval</p> <p>Trézon en assec.</p>	

Le site n°2 est favorable à la réalisation d'Estimhab. Pour la modélisation hydraulique, le site a une ripisylve dense qui peut gêner la réalisation du protocole.

4.2.2 La Moine



Figure 10: Linéaire de la Moine étudié

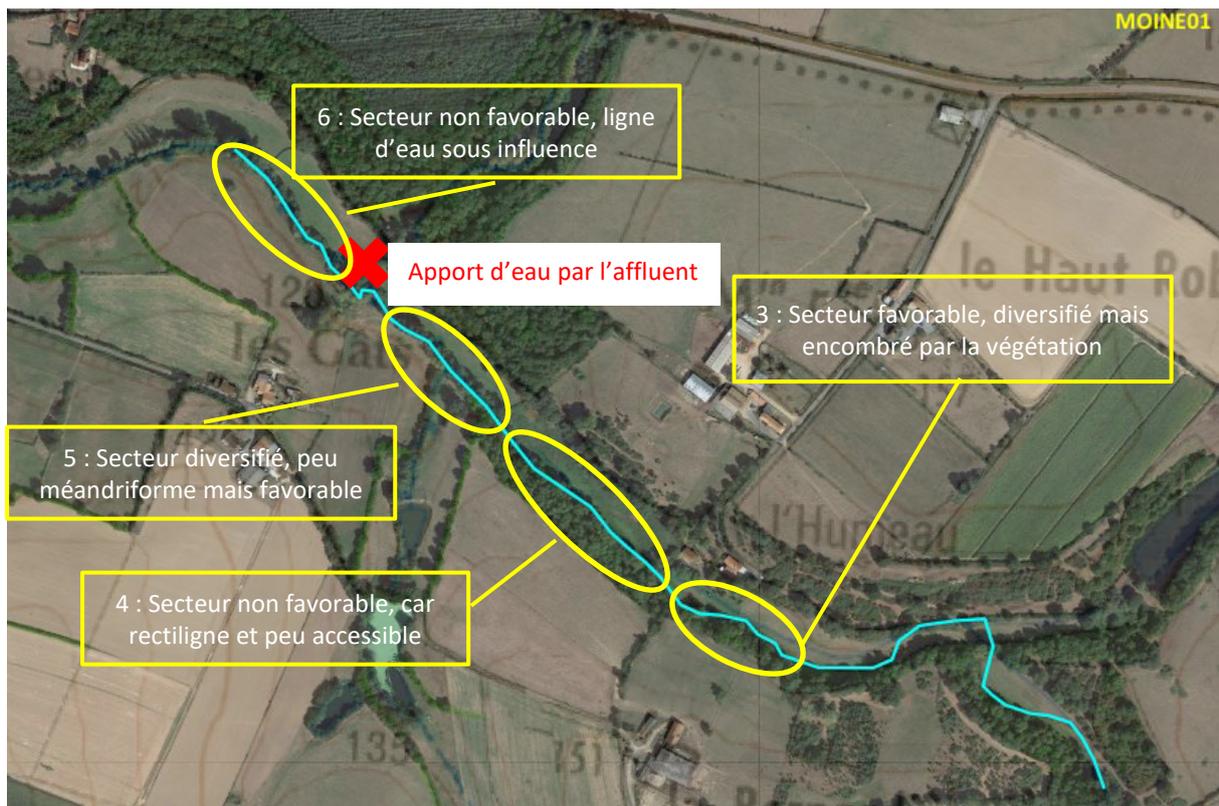


Figure 11: MOINE01

<p>Site n°3 : Plat lent, radier avec une bonne diversité d'habitat, mais encombré par la ripisylve</p> <p>Site favorable à la réalisation d'Estimhab.</p> <p>Moine en assec.</p>	
<p>Site n°4 : alternance plat lent, radier mais mur en rive gauche, site peu favorable.</p> <p>Moine en assec.</p>	
<p>Site n°5 : Plat lent, radier avec une diversité d'habitat intéressante. Le ruisseau méandre légèrement.</p> <p>Site favorable à la réalisation d'Estimhab.</p> <p>Moine avec quelques flaques.</p>	

<p>Site n°6 : plat lent, profond, ligne d'eau sous influence.</p> <p>Site non favorable.</p> <p>Moine avec un léger débit apporté par l'affluent.</p>	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Le site n°5 est favorable à la réalisation d'Estimhab. Pour la modélisation hydraulique, le site a une ripisylve dense qui peut gêner la réalisation du protocole.

Le site n°3 est légèrement moins favorable.

4.2.3 Site proposé

Site	Estimhab	Habby
Site n°2 Trézon	Oui	Peu favorable
Site n°5 Moine	Oui	Peu favorable
Site n°3 Moine	Oui	Non favorable

Le site N°2 sur le Trézon est proposé comme site de suivi, car il est dans un secteur plus naturel que le site n°5.

Estimhab est proposé comme protocole de suivi.

Si la Moine doit être étudiée, on pourra prospecter le site n°5.

Après échange avec le comité technique, le site n°2 a été choisi.

4.3 UG Ouin

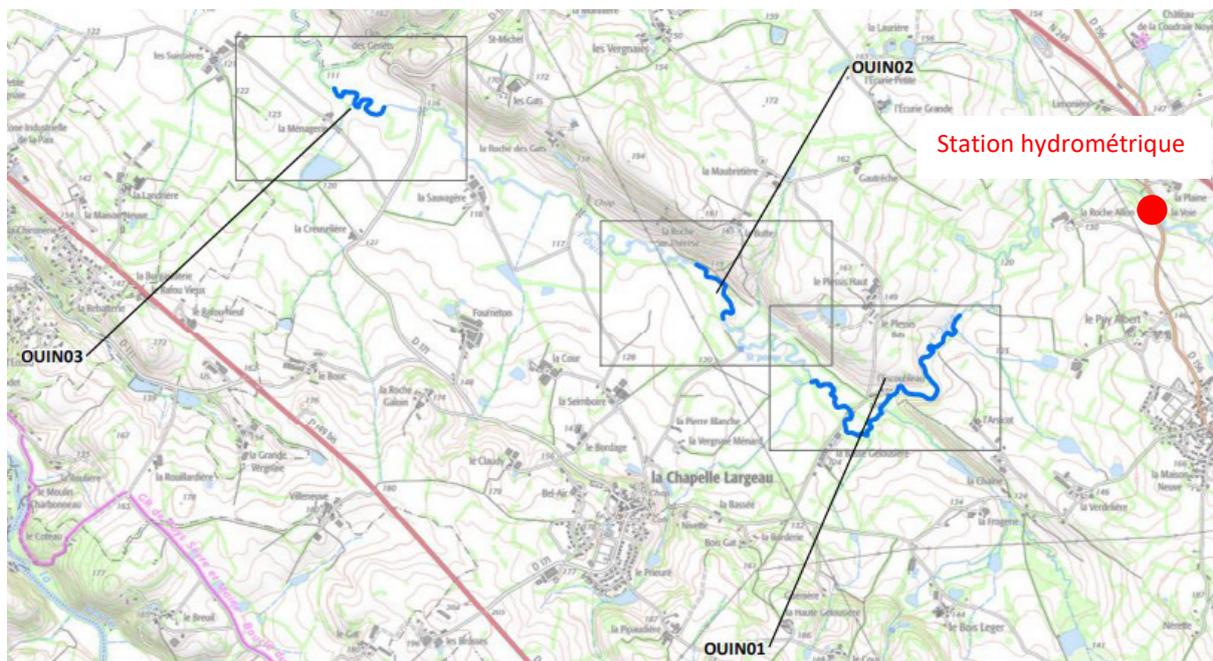


Figure 12: Linéaire de l'Ouin étudié

Le 21 septembre, le débit en amont à la station de jaugeage était estimé à 2 l/s.

4.3.1 Secteur amont – OUIN01

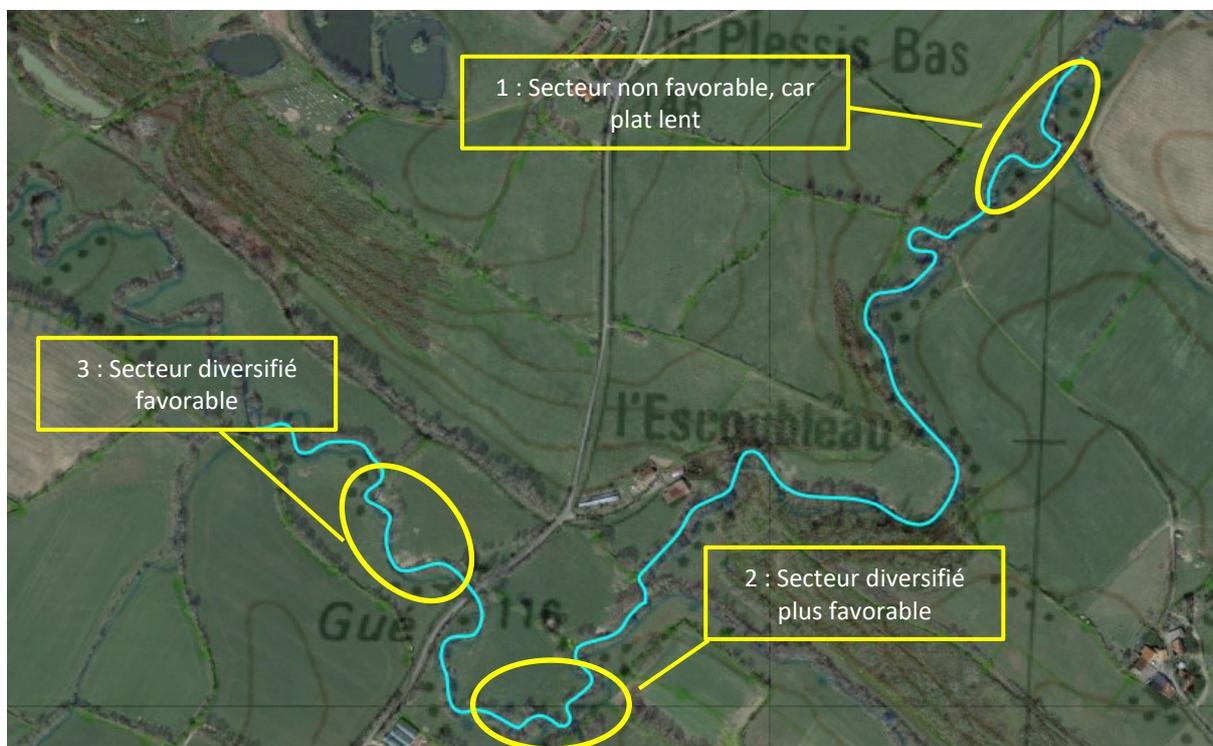


Figure 13 : OUIN01

<p>Site n°1 : Plat lent peu favorable.</p> <p>Ouin avec un faible débit.</p>	
<p>Site n°2 : alternance plat lent, radier, avec un substrat diversifié composé de sables, graviers, pierres et quelques blocs.</p> <p>Site favorable à Estimhab.</p> <p>Ouin avec un faible débit.</p>	
<p>Site n°3 : alternance plat lent, radier, avec un substrat composé de sables et graviers.</p> <p>Site moins favorable à Estimhab.</p> <p>Ouin avec un faible débit.</p>	

Le site n°2 est favorable à la réalisation d'Estimhab. Pour la modélisation hydraulique, le site a une ripisylve dense qui peut gêner la réalisation du protocole.

Le site n°3 est légèrement moins favorable.

4.3.2 Secteur intermédiaire – OUIN02

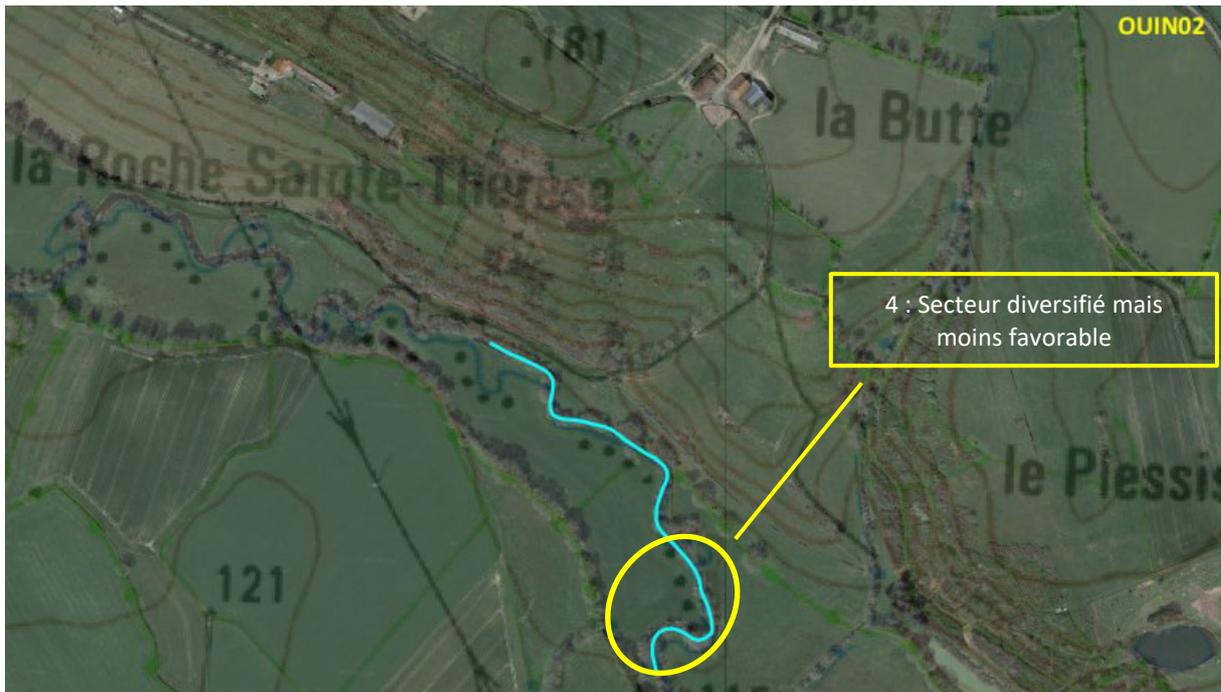
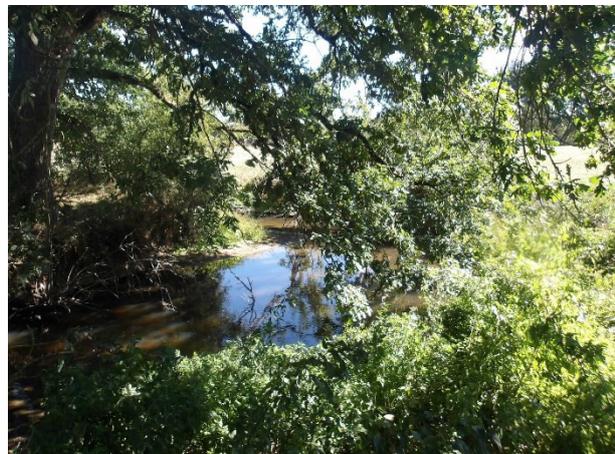


Figure 14: OUIN02

Site n°4 : Alternance plat lent, plat courante peu favorable. Morphologie du lit dégradé, avec une ripisylve dense dans certains secteurs.

Ouin avec un faible débit.



Le site n°4 est moins favorable que les sites 2 et 3.

4.3.3 Secteur aval – OUIN03

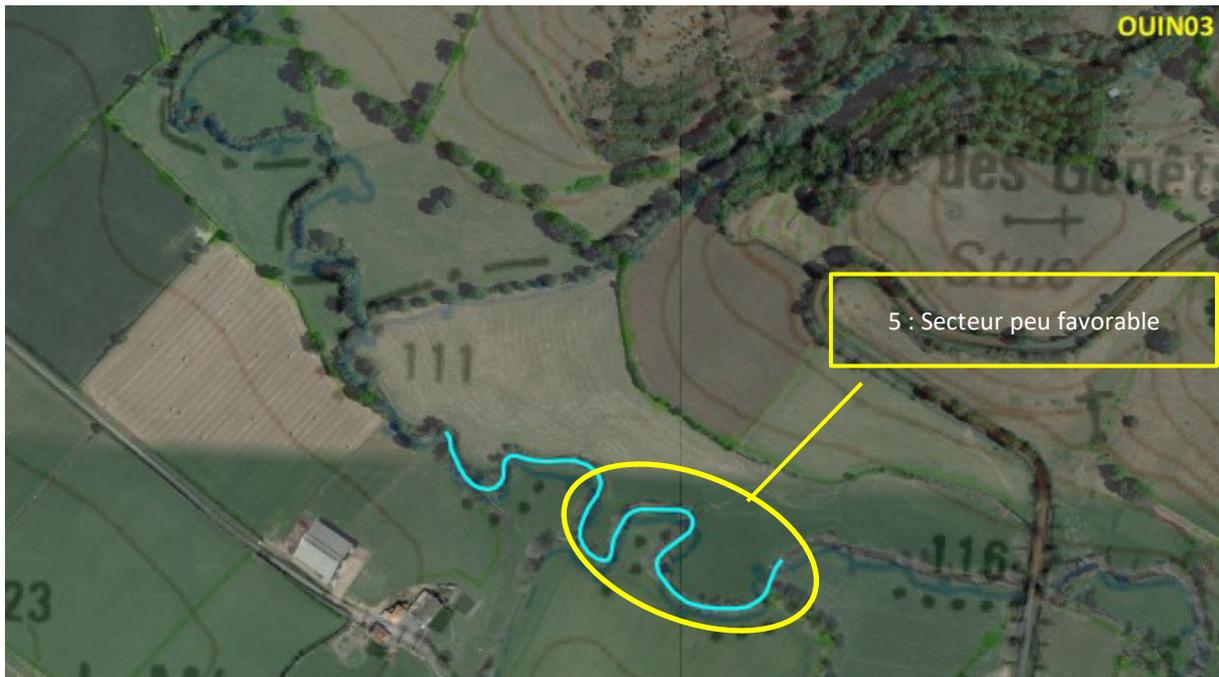


Figure 15:OUIN03

Site n°5 : Alternance plat lent, plat courant peu favorable, car colmaté avec de nombreux arbres en travers.

Ouin avec un faible débit.



Le site n°5 est moins favorable que les sites 2 et 3.

4.3.4 Site proposé

Site	Estimhab	Habby
Site n°2 de OUIIN01	Oui	Peu favorable
Site n°3 de OUIIN01	Oui	Peu favorable

Le site N°2 est proposé comme site de suivi, car il est dans un secteur plus diversifié que le site n°3. Il a également l'avantage d'être le plus proche de la station hydrométrique.

Estimhab est proposé comme protocole de suivi.

Après échange avec le comité technique, le site n°2 a été choisi.

4.4 UG Grande Maine amont

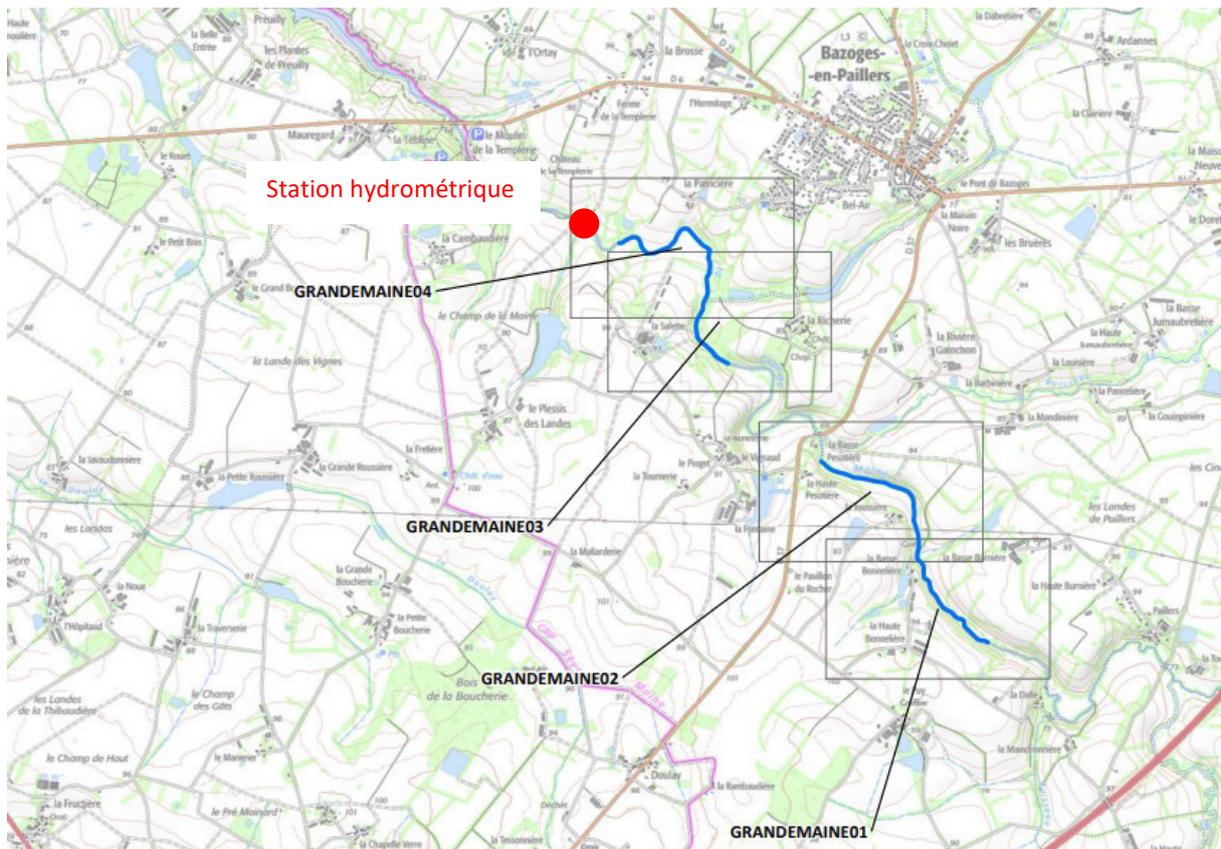


Figure 16: Linéaire de la Grande Maine étudié

Le 21 septembre, le débit en amont à la station de jaugeage était estimé à 12 l/s.

4.4.1 Secteur amont – GRANDEMAINE01_02

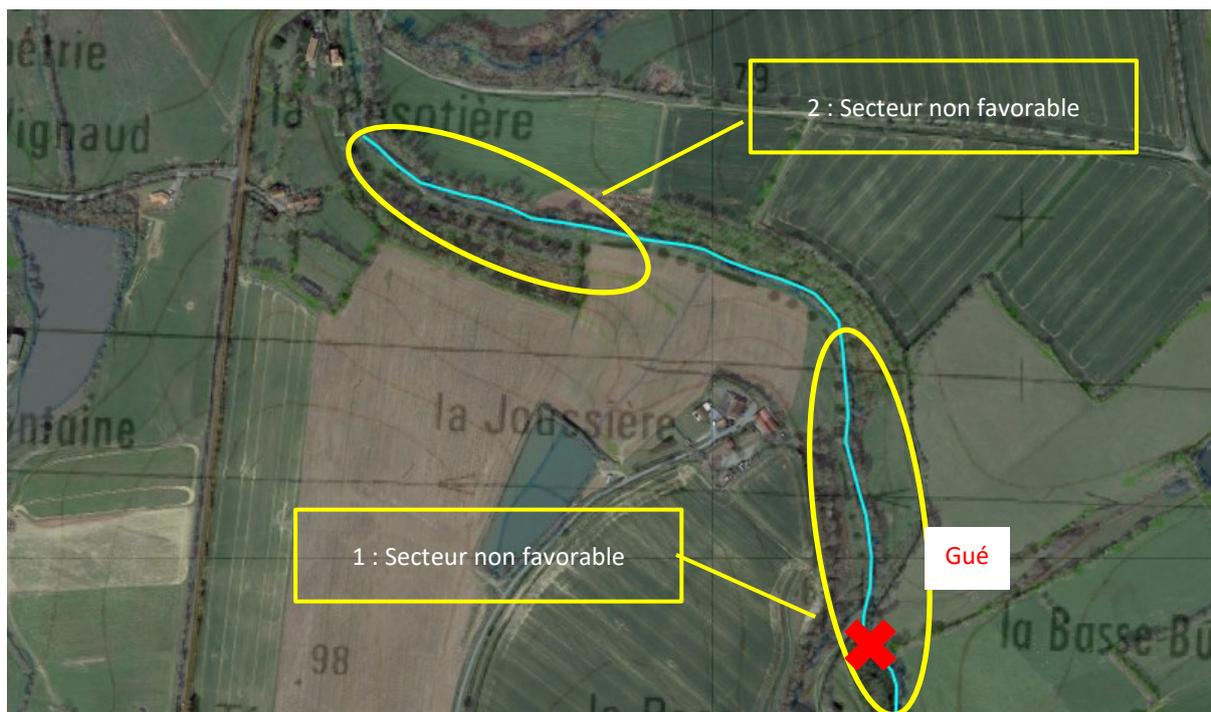


Figure 17: GRANDEMAINE01-02

<p>Site n°1 : Alternance plat lent, profond non favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	
<p>Site n°2 : Alternance plat lent, profond, sous influence de l'ancien ouvrage en aval. Secteur non favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	

Ce secteur ne présente pas de site favorable à la réalisation de micro-habitat.

4.4.2 Secteur aval – GRANDEMAINE03

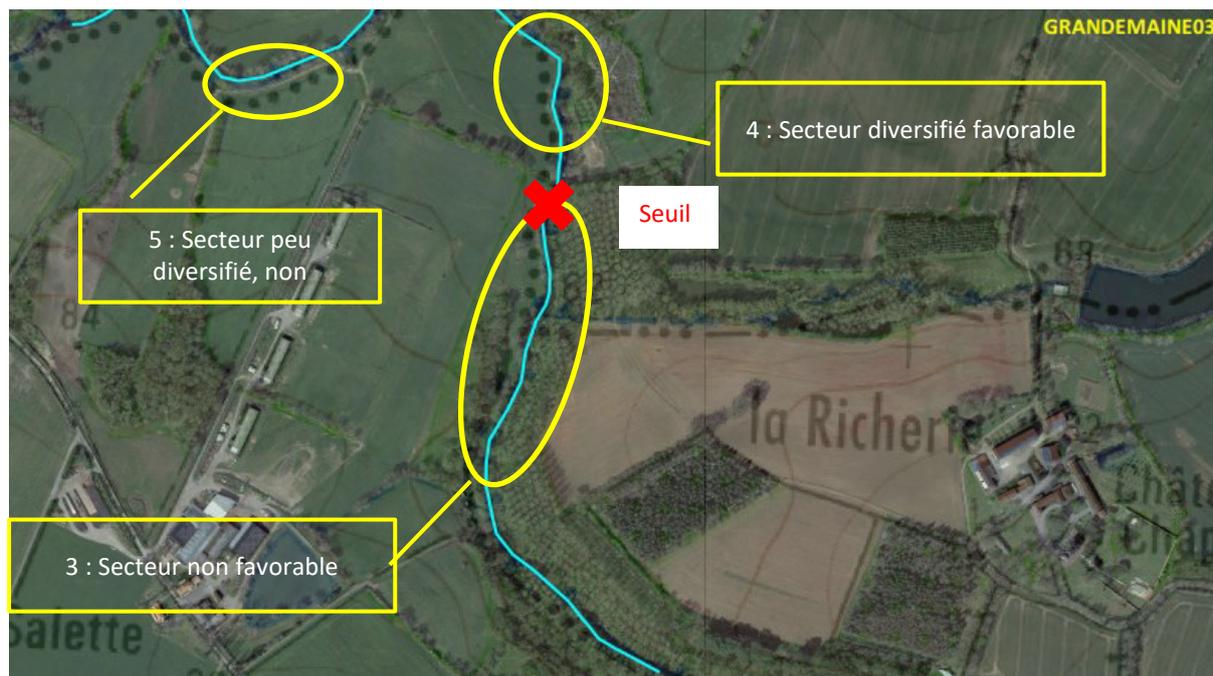
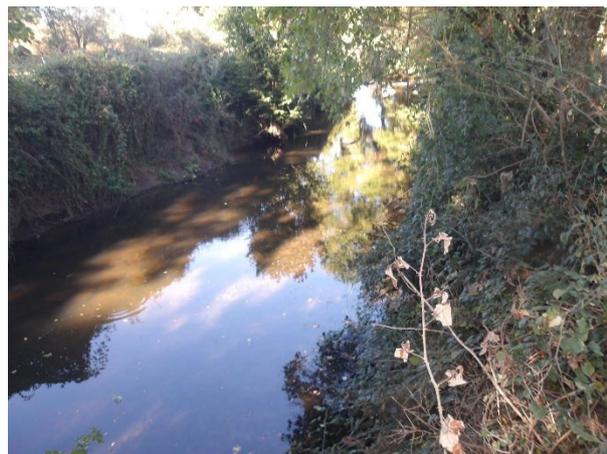


Figure 18: GRANDEMAINE03

<p>Site n°3 : Alternance plat lent, profond non favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	
<p>Site n°4 : Alternance plat lent, radier, avec une granulométrie diversifiée. Secteur favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	

Site n°5 : Plat lent avec une granulométrie diversifiée, mais colmatée.

Secteur moyennement favorable à la réalisation des micro-habitats.



Le secteur 4 est favorable à la réalisation de micro-habitat.

4.4.3 Secteur aval – GRANDEMAINE04

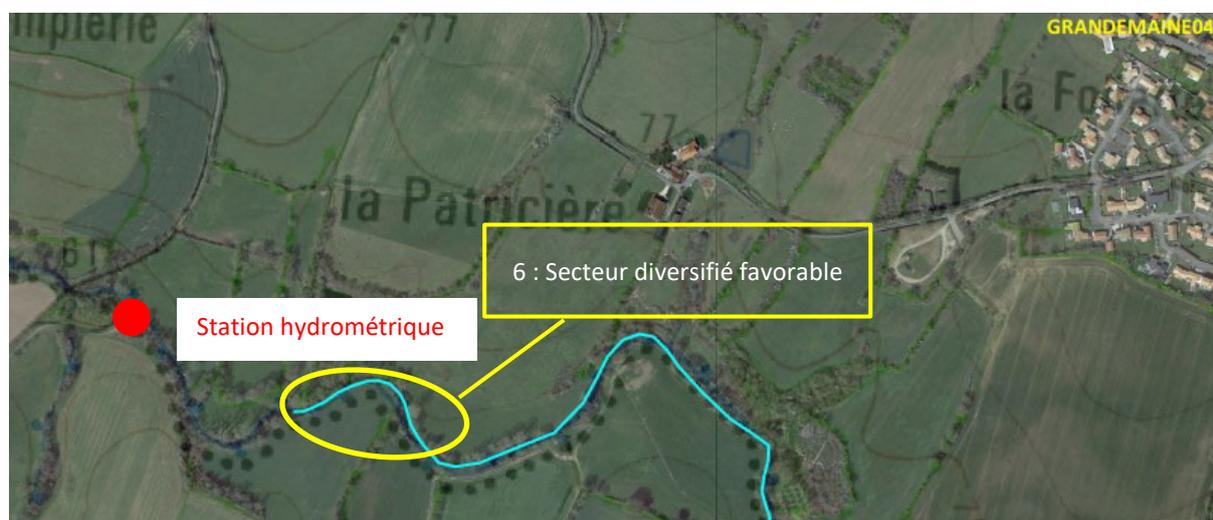


Figure 19: GRANDEMAINE04

Site n°6 : Alternance plat lent, radier, avec une granulométrie diversifiée.

Secteur favorable à la réalisation des micro-habitats.





Le secteur 6 est favorable à la réalisation de micro-habitat.

4.4.4 Site proposé

Site	Estimhab	Habby
Site n°6 GRANDMAIN04	Oui	Oui
Site n°4 GRANDMAIN03	Oui	Oui

Le site N°6 est proposé comme site de suivi, car il est dans un secteur plus diversifié que le site n°4. Il a également l'avantage d'être le plus proche de la station hydrométrique.

Estimhab est proposé comme protocole de suivi. Habby pourra être réalisé.

Après échange avec le comité technique, le site n°6 a été choisi.

4.5 UG Sèvre Nantaise amont

4.5.1 Secteur amont – SEVRE01

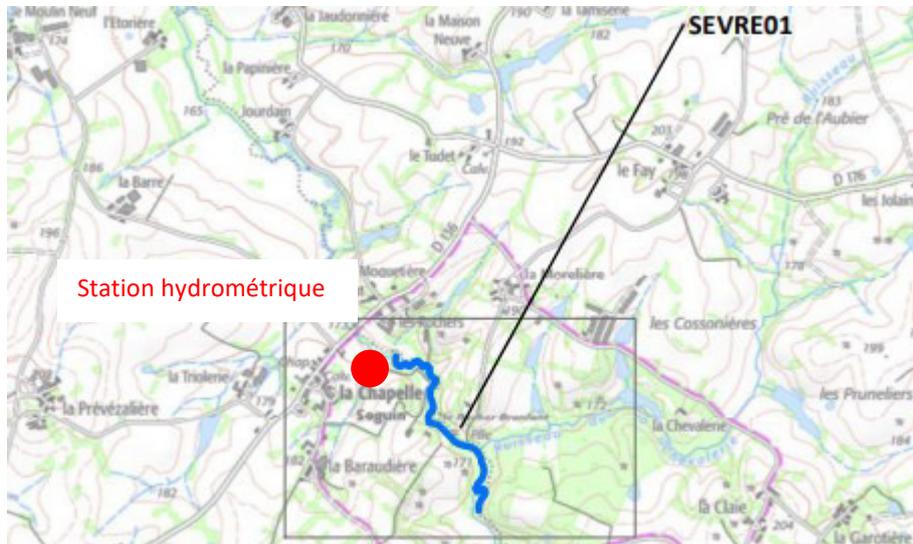


Figure 20: Linéaire de la Sèvre à la Chapelle Séguin étudié

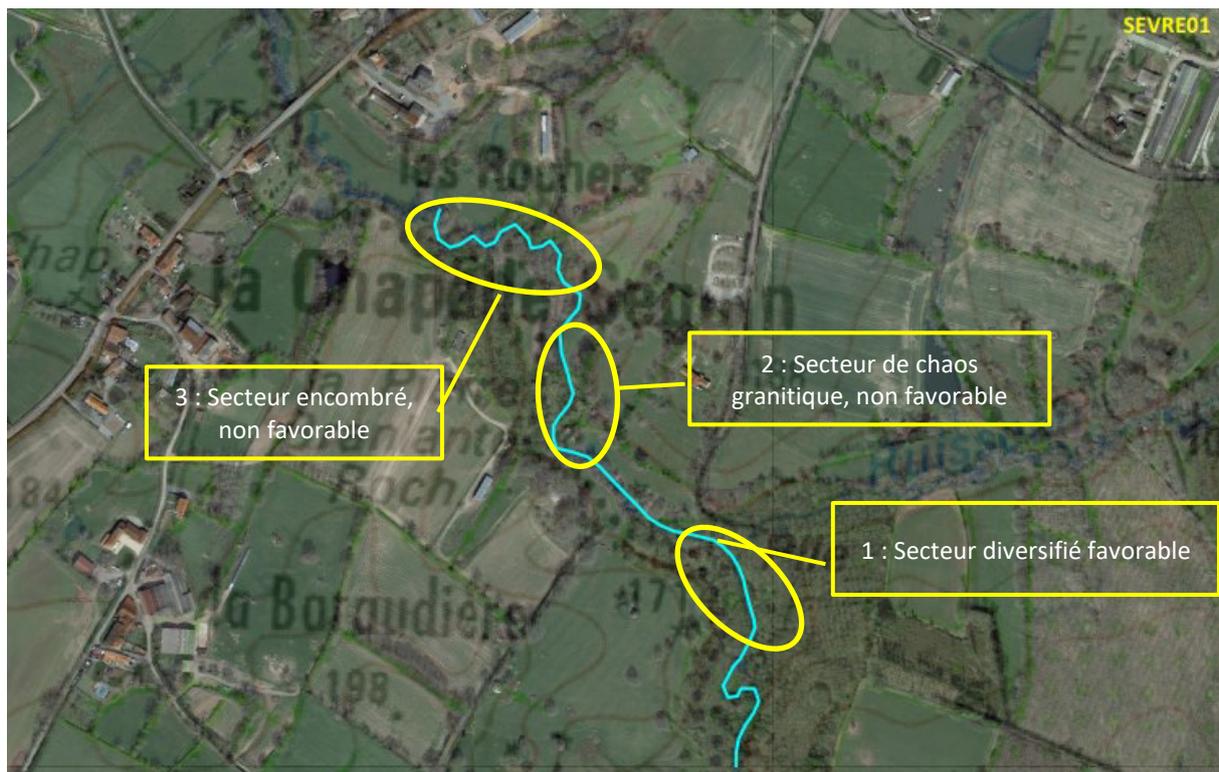


Figure 21: SEVRE01

<p>Site n°1 : Alternance plat lent, radier, avec quelques rochers et des plages de sables et graviers.</p> <p>Habitat favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	
<p>Site n°2 : Chao granitique avec de nombreux rochers.</p> <p>Ce type d'habitat est peu favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	
<p>Site n°3 : Plat lent, radier avec une granulométrie diversifiée, mais colmatée. De nombreux embâcles et arbres en travers sont présents.</p> <p>Secteur moyennement favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	

Le secteur 1 est favorable à la réalisation de micro-habitat.

4.5.2 Secteur intermédiaire – SEVRE02

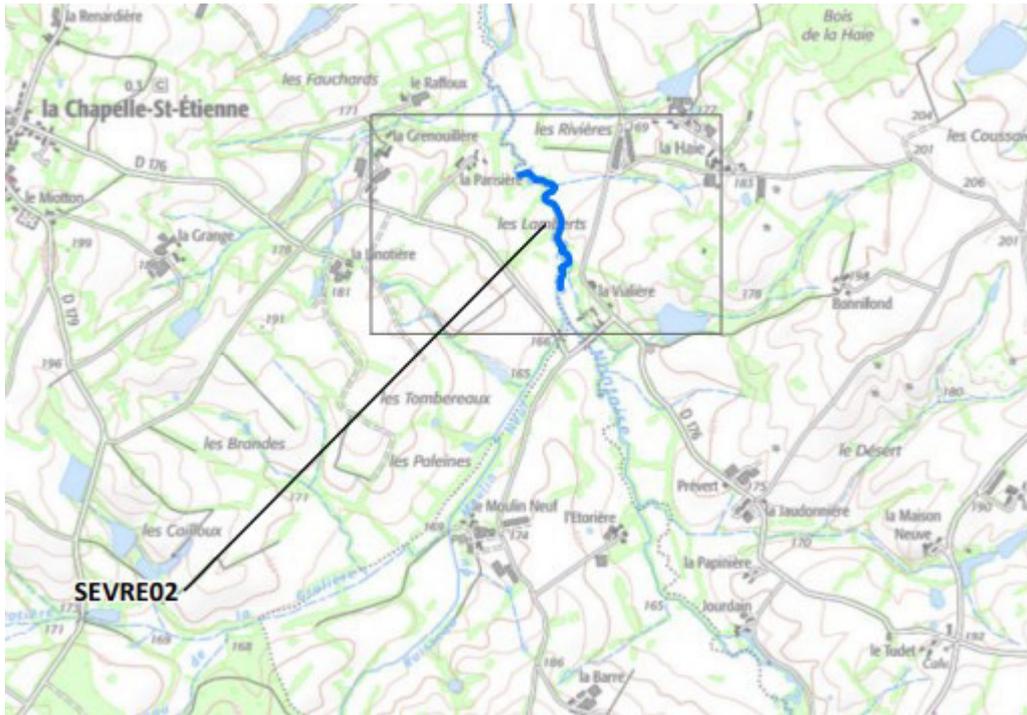


Figure 22: Linéaire de la Sèvre à la Chapelle St-Etienne

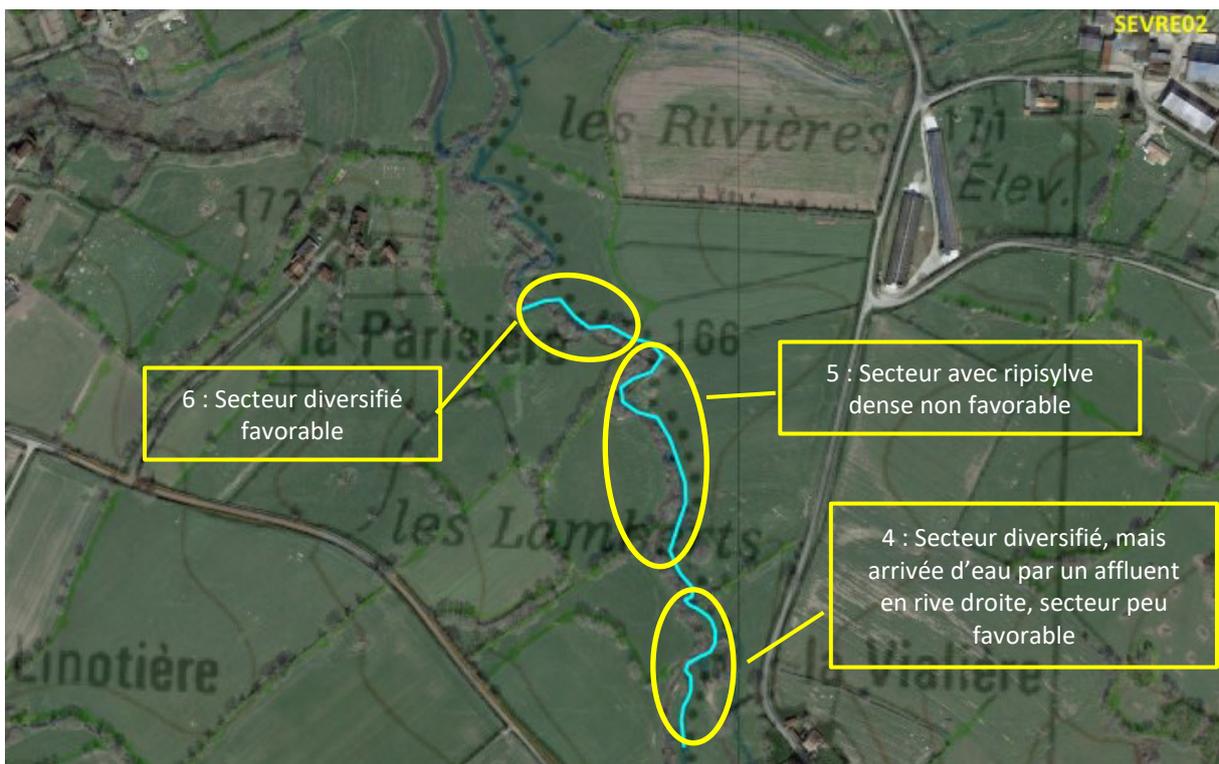


Figure 23: SEVRE02

<p>Site n°4 : Alternance plat lent, radier, avec quelques blocs et des plages de sables et graviers.</p> <p>Habitat peu favorable à la réalisation des micro-habitats, car affluent en rive droite.</p>	
<p>Site n°5 : alternance radier, plat avec un fort colmatage et une ripisylve dense.</p> <p>Site peu favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	
<p>Site n°6 : Plat lent, radier avec une granulométrie diversifiée.</p> <p>Secteur favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	

Le secteur 6 est favorable à la réalisation de micro-habitat.

4.5.3 Secteur aval – SEVRE03

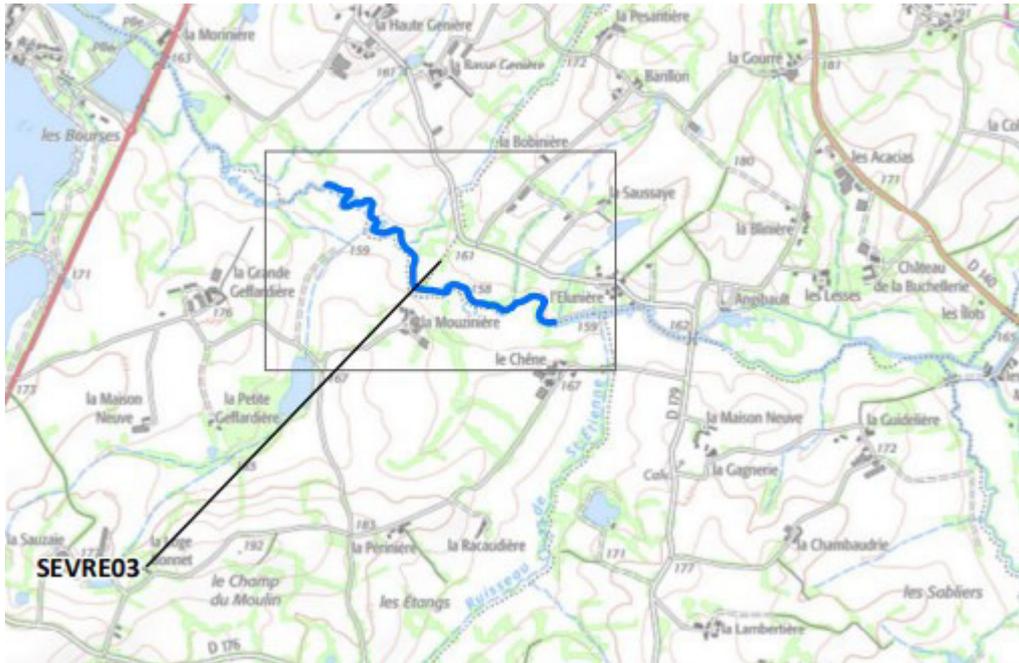


Figure 24: Linéaire étudié de la Sèvre amont Pescalès

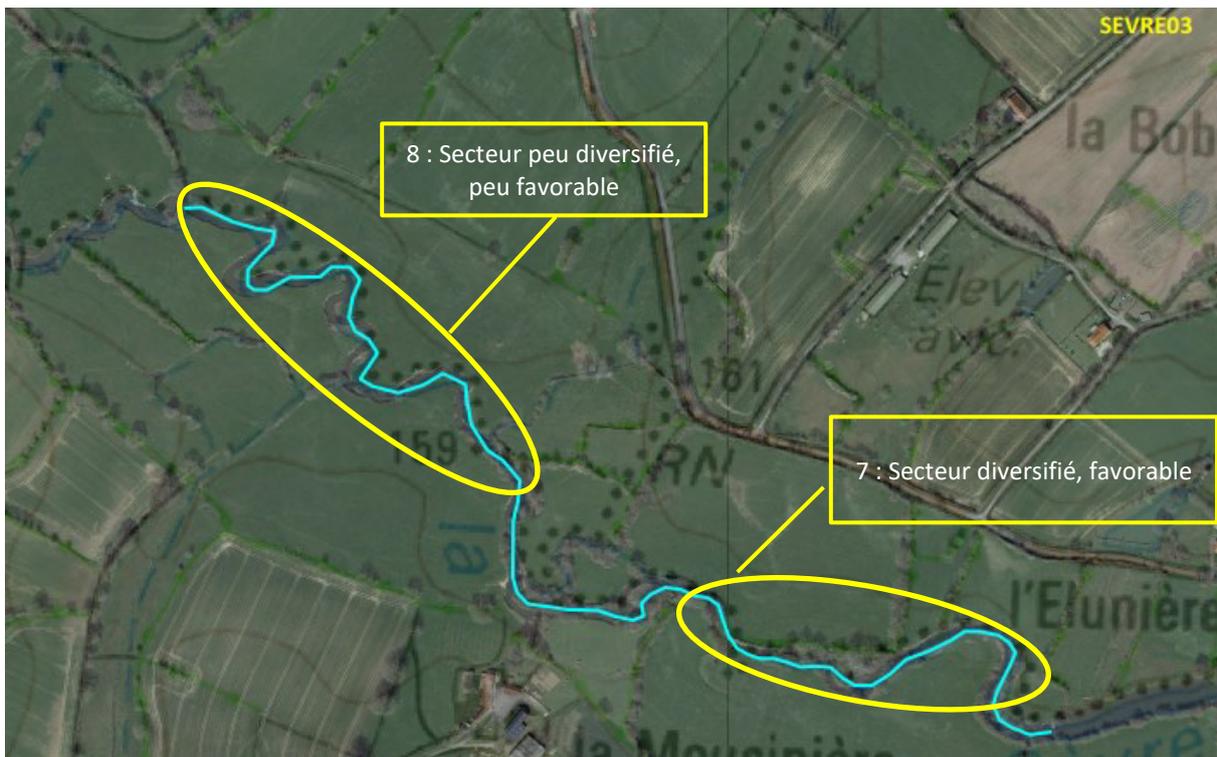


Figure 25 : SEVRE03

<p>Site n°7 : Alternance plat lent, radier, avec quelques blocs et des plages de sables et graviers.</p> <p>Secteur favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	
<p>Site n°8 : alternance plat lent, profond, avec une faible variété d'habitats.</p> <p>Site peu favorable à la réalisation des micro-habitats.</p>	

Le secteur 7 est favorable à la réalisation de micro-habitat.

4.5.4 Site proposé

Site	Estimhab	Habby
Site n°7 SEVRE03	Oui	Oui
Site n°6 SEVRE02	Oui	Peu favorable

Site n°1 SEVRE01	Oui	Non favorable
------------------	-----	---------------

Le site N°7 est proposé comme site de suivi, car il est dans un secteur plus diversifié que le site n°6. Il a l'avantage d'être le site le plus à l'aval de la zone d'étude, et d'être représentatif de ce secteur amont de la Sèvre.

Estimhab est proposé comme protocole de suivi. Habby pourra être réalisé si nécessaire.

Après échange avec le comité technique, le site n°7 a été choisi.

4.6 Conclusion

Sur la base des étapes précédentes, et après consultation du Comité Technique de l'étude, le choix des sites et le suivant :

Tableau 1: Choix des sites et méthode retenue

UG	Cours d'eau	Id site retenu	Méthode
UG Sanguèze	Sanguèze	7	ESTIMHAB
UG Moine amont	Trézon	2	ESTIMHAB
UG Ouin	Ouin	2 (aval confluence ruisseau de la Chaine)	ESTIMHAB
UG Grande Maine amont	Grande Maine	6	ESTIMHAB
UG Sèvre Nantaise amont	sèvre Nantaise	7	ESTIMHAB

La méthode ESTIMHAB sera ainsi déployée à partir de deux campagnes de terrain pour des débits contrastés :

- Campagne n°1 : réalisée en période d'étiage
- Campagne n°2 : réalisée pour un débit proche du débit médian

En complément de la méthode ESTIMHAB, les observations de terrain permettront de définir des débits seuils correspondant à la connectivité aux berges et aux annexes hydrauliques (moyennes et hautes eaux) à l'échelle de chaque station étudiée.

La seconde campagne d'Estimhab devra être réalisée à Q50, ou à un débit légèrement supérieur. Le débit de la première campagne a été réalisé à bas débit, en période d'étiage.