

---

# Rapport de stage individuel

## 5<sup>ème</sup> année

Diagnostic hydromorphologique des affluents  
d'un cours d'eau de plaine Charentais :  
La Moulde

---

**Entreprise** : Syndicat Mixte d'Aménagement du bassin  
de la Charente Amont (SMACA)

**Adresse** : 5 route de Confolens, 16450 Saint-Claud

**Tuteur entreprise** :  
Morgane DUCHOISELLE  
Chargée d'étude mission bassin-versant

**Tuteur académique** :  
Catherine BOISNEAU  
Professeure et chercheure

**Etudiant** :  
Pao CANU  
Filière IMA  
2023-2024

# TABLE DES MATIÈRES

|       |                                                                                                    |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Introduction générale.....                                                                         | 6  |
| 1.1   | Présentation de la structure d'accueil.....                                                        | 6  |
| 1.2   | Présentation de la mission du stage .....                                                          | 7  |
| 1.3   | Présentation des livrables .....                                                                   | 8  |
| 1.4   | Retour réflexif sur l'expérience .....                                                             | 8  |
| 1.5   | Remerciements .....                                                                                | 8  |
| 2     | Diagnostic hydromorphologique des affluents d'un cours d'eau de plaine Charentais : La Moulde<br>9 |    |
| 2.1   | Introduction .....                                                                                 | 9  |
| 2.2   | Matériel et méthode.....                                                                           | 10 |
| 2.2.1 | Site d'étude .....                                                                                 | 10 |
| 2.2.2 | Matériel et outils .....                                                                           | 12 |
| 2.2.3 | Méthodologie .....                                                                                 | 15 |
| 2.3   | Résultats & Discussion .....                                                                       | 24 |
| 2.3.1 | ZONE 1 : Les sources de la Moulde.....                                                             | 24 |
| 2.3.2 | ZONE 2 : Le domaine des étangs .....                                                               | 31 |
| 2.3.3 | ZONE 3 : Le ruisseau du Cluzeau.....                                                               | 39 |
| 2.3.4 | Synthèse du diagnostic .....                                                                       | 45 |
| 3     | Propositions d'éléments de restauration .....                                                      | 46 |
| 3.1   | Enjeux et objectifs.....                                                                           | 46 |
| 3.2   | Réalisation de fiches travaux.....                                                                 | 47 |
| 3.3   | Exemples d'éléments de restauration.....                                                           | 47 |
| 3.3.1 | ZONE 1 : Les sources de la Moulde.....                                                             | 49 |
| 3.3.2 | ZONE 2 : Le domaine des étangs .....                                                               | 50 |
| 3.3.3 | ZONE 3 : Le Cluzeau .....                                                                          | 51 |
| 4     | Conclusion et limites .....                                                                        | 52 |
| 4.1   | Conclusion de l'analyse .....                                                                      | 52 |
| 4.2   | Limites et pistes d'améliorations.....                                                             | 52 |
| 5     | Annexes .....                                                                                      | 54 |
| 5.1   | Diagnostic du territoire .....                                                                     | 56 |
| 5.1.1 | ZONE 1 : Secteur des sources de la Moulde .....                                                    | 56 |
| 5.1.2 | ZONE 2 : Le domaine des étangs .....                                                               | 60 |
| 5.1.3 | ZONE 3 : Le ruisseau du Cluzeau et affluents .....                                                 | 64 |
| 5.2   | Fiches Travaux .....                                                                               | 67 |
| 6     | Bibliographie.....                                                                                 | 85 |
| 7     | Sitographie.....                                                                                   | 88 |

## TABLE DES FIGURES

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 - Le territoire du SMACA.....                                                                                                                                                    | 6  |
| Figure 2 - Les syndicats présents sur le département de la Charente (16) .....                                                                                                            | 7  |
| Figure 3 – Caractéristiques Corine Land Cover sur le bassin versant de la Moulde .....                                                                                                    | 10 |
| Figure 4 - Registre parcellaire graphique du bassin versant de la Moulde.....                                                                                                             | 11 |
| Figure 5 - Création d'une entité (ici, un lit mineur) via OCARHY .....                                                                                                                    | 12 |
| Figure 6 - Délimitations du territoire d'étude .....                                                                                                                                      | 15 |
| Figure 7 - Délimitations du territoire d'étude en tronçons d'analyse .....                                                                                                                | 16 |
| Figure 8 - Diagramme en bâtons concernant la qualité du compartiment lit mineur des sources de la Moulde .....                                                                            | 24 |
| Figure 9 - Représentation cartographique du colmatage des faciès ainsi que des points d'abreuvements sur la zone des sources de la Moulde.....                                            | 24 |
| Figure 10 - Diagramme en bâtons concernant la qualité du compartiment ripisylve et berges des sources de la Moulde.....                                                                   | 25 |
| Figure 11 - Représentation cartographique de l'entretien apporté à la ripisylve ainsi que des encoches d'érosions latérales et des embâcles sur le secteur des sources de la Moulde ..... | 26 |
| Figure 12 - Représentation cartographique des ouvrages par type et par état sur la zone des sources de la Moulde.....                                                                     | 27 |
| Figure 13 - Représentation cartographique des éléments ponctuels sur la zone des sources de la Moulde .....                                                                               | 28 |
| Figure 14 – Diagramme en bâton des altérations sur les 4 compartiments de la zone des sources de la Moulde .....                                                                          | 28 |
| Figure 15 - Qualité écologique par compartiments et éléments les plus altérants dans la zone des sources de la Moulde .....                                                               | 29 |
| Figure 16 - Représentation cartographique du faciès en fonction du colmatage et des points d'abreuvements sur la zone du domaine des étangs Moulde.....                                   | 31 |
| Figure 17 - Diagramme en bâton représentant les altérations du lit mineur sur la zone du domaine des étangs .....                                                                         | 32 |
| Figure 18 - Diagramme en bâton représentant les altérations de la ripisylve et des berges sur la zone du domaine des étangs .....                                                         | 33 |
| Figure 19 - Représentation cartographique de la ripisylve en fonction de l'entretien apporté, des embâcles et des encoches d'érosions sur la zone du domaine des étangs.....              | 34 |
| Figure 20 - Représentation cartographique des ouvrages par type et par état sur la zone du domaine des étangs.....                                                                        | 35 |
| Figure 21 - Représentation cartographique des points divers sur la zone du domaine des étangs.....                                                                                        | 36 |
| Figure 22 - Diagramme en bâton des altérations sur les 4 compartiments de la zone du domaine des étangs .....                                                                             | 36 |
| Figure 23 - Qualité écologique de chaque compartiment et éléments les plus impactant dans la zone du Domaine des Étangs.....                                                              | 37 |
| Figure 24 - Représentation cartographique du faciès selon la granulométrie principale et des abreuvements sur la zone du ruisseau du Cluzeau .....                                        | 39 |
| Figure 25 - Diagramme en bâton du lit mineur de la zone du ruisseau du Cluzeau.....                                                                                                       | 39 |
| Figure 26 - Diagramme en bâton du compartiment berges et ripisylve sur la zone du ruisseau du Cluzeau .....                                                                               | 40 |
| Figure 27 - Représentation cartographique de la ripisylve en fonction de sa largeur, des embâcles et encoches d'érosion sur la zone du ruisseau du Cluzeau.....                           | 41 |
| Figure 28 - Représentation cartographique des ouvrages selon leur type et leur état sur la zone du ruisseau du Cluzeau.....                                                               | 42 |
| Figure 29 - Représentation cartographique des points divers sur la zone du ruisseau du Cluzeau .....                                                                                      | 43 |
| Figure 30 - Diagramme en bâtons représentant la qualité écologique des 4 compartiments sur la zone du Cluzeau .....                                                                       | 43 |

|                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 31 - Qualité écologique par compartiments et éléments les plus altérants dans la zone du Cluzeau .....                                                                         | 44 |
| Figure 32 - Qualité écologique générale du territoire d'étude.....                                                                                                                    | 45 |
| Figure 33 - Eléments de restauration du compartiment berges et ripisylve sur la zone des sources de la Moulde .....                                                                   | 49 |
| Figure 34 - Eléments de restauration des compartiments lit mineur, continuité écologique et hydrologie sur la zone des sources de la Moulde.....                                      | 49 |
| Figure 35 - Eléments de restauration des compartiments lit mineur, continuité écologique et hydrologie sur la zone du domaine des étangs .....                                        | 50 |
| Figure 36 - Eléments de restauration du compartiment berges et ripisylve sur la zone du domaine des étangs .....                                                                      | 50 |
| Figure 37 - Eléments de restauration des compartiments lit mineur, continuité écologique et hydrologie sur la zone du ruisseau du Cluzeau .....                                       | 51 |
| Figure 38 - Eléments de restauration des compartiments lit mineur, continuité écologique et hydrologie sur la zone du ruisseau du Cluzeau .....                                       | 51 |
| Figure 39 - Poster réalisé dans le but de sensibiliser les habitants au diagnostic des affluents de la Moulde. Elle a été affichée en mairie et partagé sur les réseaux sociaux ..... | 54 |
| Figure 40 - Représentations des 4 compartiments de diagnostic des secteurs de la zone des sources de la Moulde.....                                                                   | 58 |
| Figure 41 - Représentations des 4 compartiments de diagnostic des secteurs de la zone du domaine des étangs .....                                                                     | 62 |
| Figure 42 - Représentations des 4 compartiments de diagnostic des secteurs de la zone du Cluzeau.....                                                                                 | 66 |
| Figure 43 – Problématique n°1 : L'abreuvement du bétail .....                                                                                                                         | 67 |
| Figure 44 - Mise en place de clôtures efficaces.....                                                                                                                                  | 68 |
| Figure 45 - La pompe à museau .....                                                                                                                                                   | 69 |
| Figure 46 - L'abreuvoir gravitaire.....                                                                                                                                               | 70 |
| Figure 47 - Le passage à Gué .....                                                                                                                                                    | 71 |
| Figure 48 - Les abreuvoirs aménagés sur cours d'eau .....                                                                                                                             | 72 |
| Figure 49 - Problématique n°2 : Les travaux d'entretien réguliers.....                                                                                                                | 73 |
| Figure 50 - L'enlèvement des embâcles .....                                                                                                                                           | 74 |
| Figure 51 - L'élagage des arbres .....                                                                                                                                                | 75 |
| Figure 52 - Problématique n°3 : Les ripisylves en mauvais état .....                                                                                                                  | 76 |
| Figure 53 - Régénération de la ripisylve .....                                                                                                                                        | 77 |
| Figure 54 - Problématique n°4 : Faciès hydrauliques homogènes .....                                                                                                                   | 78 |
| Figure 55 - Recharge granulométrique.....                                                                                                                                             | 79 |
| Figure 56 - Création d'îlots végétaux.....                                                                                                                                            | 80 |
| Figure 57 - Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique .....                                                                                                             | 81 |
| Figure 58 - Effacement des plans d'eau (partie 1) .....                                                                                                                               | 82 |
| Figure 59 - Effacement des plans d'eau (partie 2) .....                                                                                                                               | 83 |
| Figure 60 - Suppression ou remplacement des ouvrages .....                                                                                                                            | 84 |

## TABLE DES TABLEAUX

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 - Entités et informations principales disponibles sur OCARHY .....                                                            | 13 |
| Tableau 2 - Les quatre compartiments étudiés lors de l'analyse .....                                                                    | 18 |
| Tableau 3 - Niveau de qualité des compartiments en fonction de l'étendue et de l'intensité de l'altération .....                        | 18 |
| Tableau 4 - Tableaux d'analyses de deux compartiments de la zone du domaine des étangs : Lit mineur ainsi que berges et ripisylve ..... | 19 |
| Tableau 5 - Tableaux d'analyses de deux compartiments de la zone du domaine des étangs : Continuité écologique et hydrologie .....      | 22 |
| Tableau 6 - Linéaire de ruissellement et busé sur la zone des sources de la Moulde .....                                                | 25 |
| Tableau 7 - Qualité des compartiments continuité et hydrologie sur la zone des sources de la Moulde .....                               | 27 |
| Tableau 8 - Linéaire de ruissellement et busé sur la zone du Domaine des étangs .....                                                   | 32 |
| Tableau 9 - Qualité des compartiments continuité et hydrologie sur la zone du domaine des étangs .....                                  | 35 |
| Tableau 10 - Linéaire de ruissellement sur la zone du Cluzeau et affluents .....                                                        | 40 |
| Tableau 11 - Qualité des compartiments continuité et hydrologie sur la zone du ruisseau du Cluzeau .....                                | 42 |
| Tableau 12 - Enjeux, objectifs et problématiques rencontrés sur le territoire .....                                                     | 46 |
| Tableau 13 - Influences des travaux proposés sur les différents compartiments composant le système aquatique .....                      | 48 |
| Tableau 14 - Analyse de la qualité des secteurs de la zone des sources de la Moulde en fonction des 4 compartiments écologiques .....   | 56 |
| Tableau 15 - Analyse de la qualité des secteurs de la zone du domaine des étangs en fonction des 4 compartiments écologiques .....      | 60 |
| Tableau 16 - Analyse de la qualité des secteurs de la zone du Cluzeau en fonction des 4 compartiments écologiques .....                 | 64 |

## 1 Introduction générale

Dans le cadre du cursus scolaire de Polytech Tours, un stage de minimum 4 mois est obligatoire afin de valider la 5<sup>ème</sup> année. Ce stage a été effectué en Charente au sein du syndicat mixte d'aménagement SMACA (Syndicat mixte d'aménagement du bassin de la Charente amont) assisté par Morgane DUCHOISELLE et Orlane QUERAUD et suivi par Catherine BOISNEAU, professeure et chercheuse à l'Ecole Universitaire Polytechnique de Tours.

### 1.1 Présentation de la structure d'accueil

Le SMACA est présidé depuis 2020 par Matthieu LABARUSSIAS et assisté par un vice-président, M. VOUZELLAUD Raymond. Les orientations sont décidées par un comité syndical constitué de 15 délégués répartis sur le territoire du SMACA. Le pôle technique est constitué de deux salariées à plein temps : Morgane DUCHOISELLE, chargée de mission rivière et bassin-versant et Orlane QUERAUD, technicienne zones humides. Le volet administratif est assuré par une salariée à temps partiel Sabine FROPOS, secrétaire et comptable du Syndicat.

Le Syndicat exerce sur ce territoire (Figure 1) la double compétence GEMAPI (GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations). La GEMAPI a été rendue obligatoire par la loi de Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles (MAPTAM) du 27 janvier 2014. Elle impose aux collectivités d'exercer des actions soit de leur propre chef soit en transmettant les compétences à une structure porteuse en charge de réaliser ces actions par transfert de compétences. Ces actions entreprises dans ce cadre sont définies par l'article L.211-7 du code de l'environnement. La SMACA a été créée pour remplir ce rôle et a récupéré les 4 items obligatoires de la GEMAPI :

- L'aménagement des bassins versants
- L'entretien et de l'aménagement des cours d'eau, canaux, lac et plans d'eau
- La défense contre les inondations et contre la mer (le cas échéant)
- La protection et la restauration des zones humides

Concrètement, le syndicat surveille, entretient, gère et restaure tous les types de milieux aquatiques de son secteur.

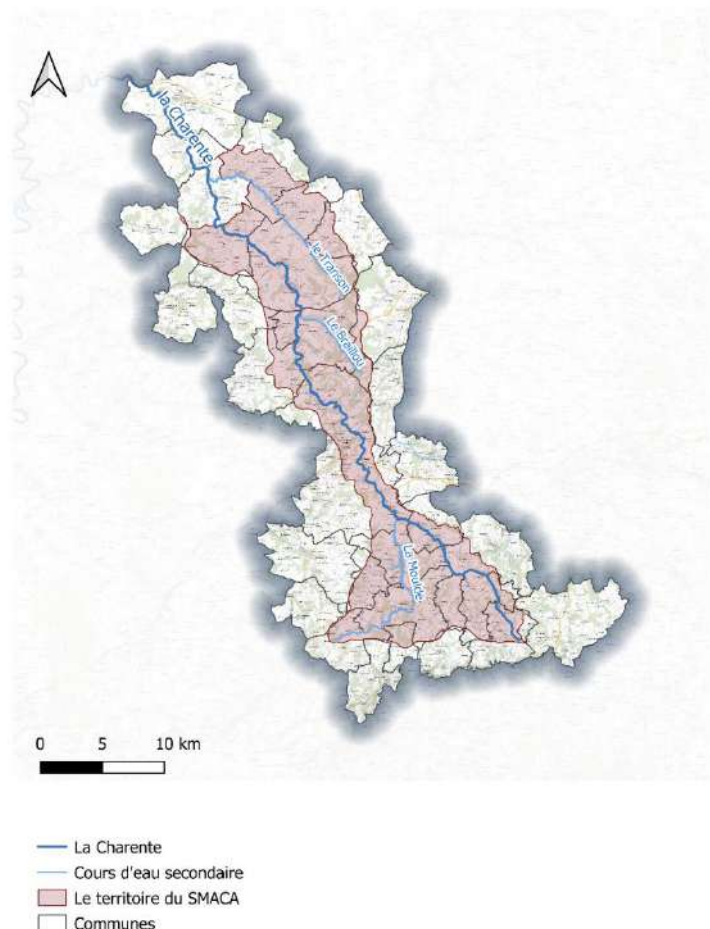


Figure 1 - Le territoire du SMACA

A plus grande échelle (Figure 2), le SMACA adhère à Charente eaux, syndicat mixte départemental d'assistance aux collectivités et aux syndicats dans le domaine de l'eau créé en 2014. Il regroupe la totalité des collectivités territoriales du département exerçant les compétences eau potable, assainissement ou GEMAPI. C'est un outil puissant de mutualisation des moyens humains et matériels. Il propose ainsi des journées de formation, des animations, une assistance administrative et technique, une assistance à maîtrise d'ouvrage, une aide à la production cartographique, de bases de données, de rapports etc. Ce sont eux qui ont développé OCARHY en interne ; outil de cartographie des hydrosystèmes dont il sera fait mention plus loin dans le rapport.

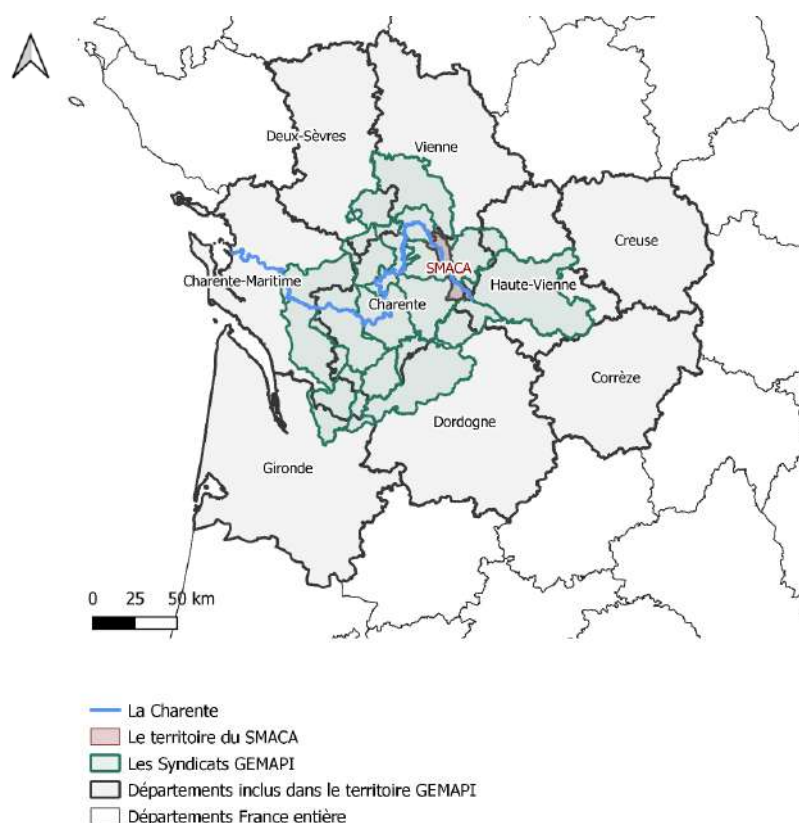


Figure 2 - Les syndicats présents sur le département de la Charente (16)

## 1.2 Présentation de la mission du stage

Ce stage s'intègre dans un diagnostic plus large du territoire du SMACA. En effet, Morgane Duchoiselle, technicienne au syndicat, a déjà réalisé un diagnostic comparable sur les linéaires principaux de la Charente et de la Moulde (Duchoiselle, 2023). De même, un précédent stagiaire s'est attardé sur la partie sud-est du territoire (la Guerlie) (Hercend, 2022). Dans la continuité de ce projet, 4 autres stages sont prévus pour les 4 prochaines années afin de cartographier sur OCARHY l'intégralité du territoire du SMACA. Ce travail de diagnostic et de cartographie permet d'avoir une base solide pour mieux évaluer le milieu et prioriser les prochains travaux.

Concernant le stage de 2024, le stagiaire se limite aux affluents de la Moulde (le linéaire principal ayant déjà été analysé par Morgane), de sa source (sur la commune de le Lindois) jusqu'à sa jetée dans le lac de Mas Chaban. Ce lac artificiel, créé par la construction d'un barrage sur la Moulde en 2000, est principalement utilisé afin de soutenir l'étiage de la Charente lors des périodes de sécheresse. En effet, des pompages ont lieu dans celle-ci à l'aval (en Charente-Maritime et à La Rochelle particulièrement) pour l'eau potable. Cette caractéristique offre au fleuve Charente une particularité

notable : un débit plus fort en été qu'en hiver. Cet effet d'inversion de débit se fait ressentir uniquement sur la Charente amont jusqu'à la ville de Benest. D'une surface de 1,17 kilomètres<sup>2</sup>, la retenue de Mas Chaban reçoit l'eau d'un bassin versant d'environ 52 kilomètres<sup>2</sup>. Son volume estimé est de 14,2 Mm<sup>3</sup> (en comptant les retenues secondaires).

### 1.3 Présentation des livrables

Pour ce stage, il a été convenu de rendre un rapport concernant le diagnostic réalisé ainsi que des fiches de travaux permettant de répondre à chaque pression subie par le milieu. De plus, le stagiaire aura apporté des modifications à la base de données OCARHY et réalisé des fichiers Excel d'analyse des résultats.

### 1.4 Retour réflexif sur l'expérience

Ce stage m'a permis d'améliorer mes compétences de travail de terrain ainsi que mon esprit critique de la qualité géomorphologique des milieux aquatiques. J'ai pu y confronter différents milieux de qualité différente en mettant en avant leurs atouts et leurs faiblesses. De plus, j'ai pu améliorer mes compétences de cartographie sur le logiciel QGIS ainsi que mes aptitudes rédactionnelles. Enfin, étant entièrement intégré au syndicat, j'ai pu suivre le développement de celui-ci en participant à différents projets et réunions, en rencontrant des élus, des propriétaires, des exploitants et d'autres acteurs du territoire. J'ai également pu confronter mes deux expériences en syndicat de rivière et voir les différences de problématiques, de gestion et de projets.

### 1.5 Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier chaleureusement Morgane DUCHOISELLE et Orlane GUERAUD, pour leur aide, leurs conseils et leur temps tout au long de la période du stage. Merci au président du Syndicat, Matthieu LABARUSSIAS, de m'avoir fait confiance en me chargeant de cette mission. Merci également à Nicolas VILLEDIEU DE TORCY et Jean-François MAGNIAN, respectivement gestionnaire et garde de chasse du domaine des étangs pour leur sympathie et leur aide tout le long de l'étude sur le secteur du domaine. Merci également à Catherine BOISNEAU pour son aide et sa disponibilité durant ce stage.

## **2 Diagnostic hydromorphologique des affluents d'un cours d'eau de plaine Charentais : La Moulde**

### **2.1 Introduction**

Les processus hydrologiques et géomorphologiques sont des éléments clés du biotope, façonnant les habitats et soutenant les processus écologiques. La directive cadre européenne sur l'Eau (DCE, 2000/60/CE) met en avant l'importance de mieux caractériser les perturbations qui affectent ces processus et de mettre en place des mesures pour les atténuer. Cette directive encourage l'amélioration des connaissances et des pratiques pour une gestion environnementale intégrée et durable. Elle souligne l'importance de l'hydromorphologie, qui soutient la biologie des écosystèmes aquatiques à travers trois paramètres structurants : l'hydrologie, la continuité écologique et la morphologie.

A l'échelle nationale, un système a été créé par l'OFB (office français de la biodiversité) pour normaliser une méthode de caractérisation hydromorphologique des cours d'eau français, il s'agit du système CARHYCE (Caractérisation Hydromorphologique des Cours d'Eau) (Agence de l'eau et al., 2017). La méthode utilisée ici n'est pas la même mais s'en est grandement inspirée. En effet, il s'agit ici d'une méthode normalisée par Charente eaux lors de la conception d'OCARHY, permettant de simplifier cette méthode tout en gardant les grandes lignes. En effet, alors qu'une équipe de minimum 3 personnes est nécessaire pour la méthode CARHYCE, il ne suffit ici que d'un seul technicien pour mener la méthode à bien. De plus, la liste du matériel nécessaire est bien moindre. Sa justesse n'en est pas amoindrie car étant un travail en collaboration avec les agents de l'environnements de la Charente.

Ce système sera utilisé dans cette étude avec de faire le diagnostic hydromorphologique des affluents d'un cours d'eau de plaine Charentais : La Moulde. Elle se fera autour de quatre grands compartiments : Lit mineur, berges et ripisylve, continuité écologique et hydrologie.

## 2.2 Matériel et méthode

### 2.2.1 Site d'étude

La Moulde est un cours d'eau affluent de la Charente présentant un linéaire de 21,5 kilomètres et un bassin versant de 62 km<sup>2</sup>. Il prend sa source au sud du territoire du SMACA dans la commune du Lindois et se jette en rive gauche de la Charente dans la commune de Suris (nouvellement Terres de Haute Charente). Le territoire est majoritairement naturalisé avec 64% de zones en prairies ou en forêts. 32% du territoire est agricole et moins de 1% est urbanisé (Figure 3).

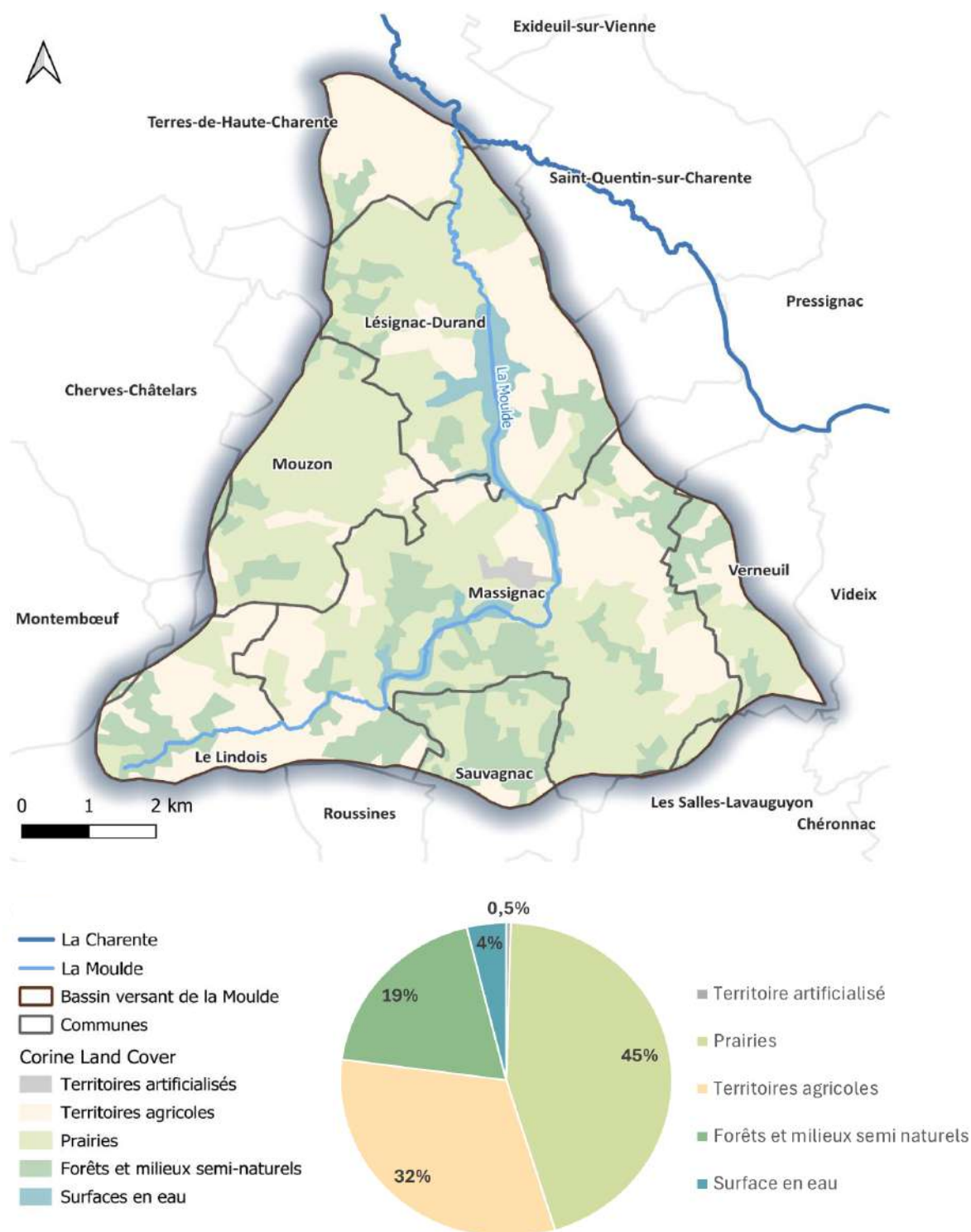


Figure 3 – Caractéristiques Corine Land Cover sur le bassin versant de la Moulde

Concernant le registre parcellaire graphique (Figure 4), il convient de noter que les prairies (permanentes ou temporaires) forment la grande majorité des cultures présentes sur le bassin versant (76.5%). Le fourrage, maïs et autres céréales constituent la deuxième majorité du parcellaire (38.92%). Quelques autres cultures comme les oléagineux ou les protéagineux complètent le registre parcellaire (2.88%).

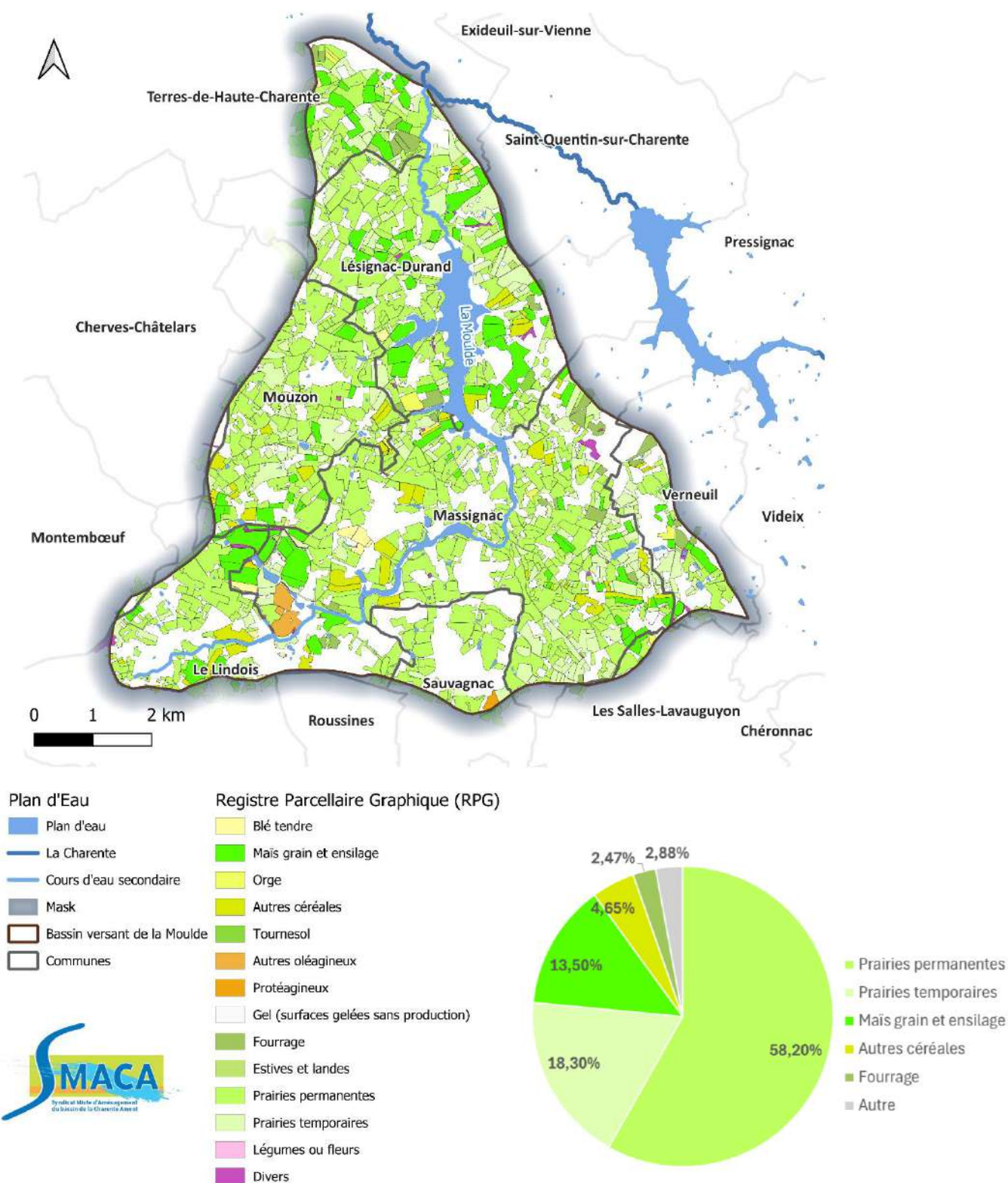


Figure 4 - Registre parcellaire graphique du bassin versant de la Moulde

### 2.2.2 Matériel et outils

Pour ce stage, le logiciel OCARHY, conçu par Charente eaux et hébergé par QGIS a été utilisé. Ce logiciel permet de cartographier *in situ* et à l'aide d'une tablette tactile les données environnementales étudiées sur le terrain. Cela permet de faire une analyse hors-connexion sur le terrain puis de travailler les données synchronisées sur QGIS une fois de retour au bureau.

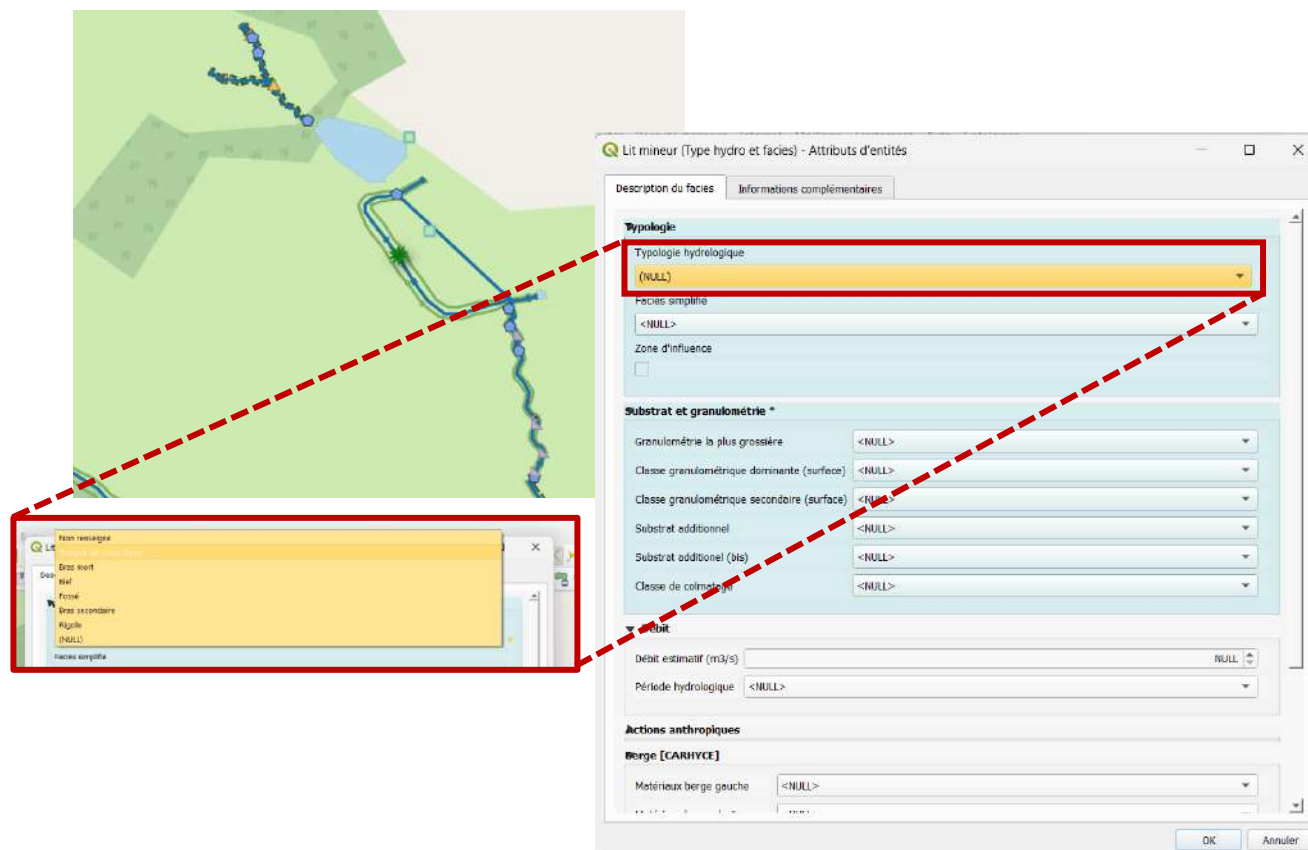


Figure 5 - Création d'une entité (ici, un lit mineur) via OCARHY

Le fonctionnement est le même que sur QGIS. Lorsqu'un élément notable est constaté sur le terrain, il suffit de rajouter une entité géométrique dans la catégorie correspondante (abreuvement, embâcles, rejets ...). Un questionnaire apparaît alors sur lequel des informations complémentaires concernant l'entité sont demandées (taille, importance de l'impact, précision de la nature...). Sur l'exemple ci-dessus (figure 5), l'entité faciès est insérée. Des informations additionnelles sont proposées : typologie hydrologique (est-ce qu'il s'agit d'un tronçon de cours d'eau, d'un bras mort, d'une rigole...), faciès simplifié (radier, mouille, alternance de radier-mouille, plat lentique, plat lotique ...), des informations concernant la granulométrie, le débit du cours d'eau, les matériaux, la qualité et la taille des berges etc. Une photo est systématiquement demandée.

Le tableau ci-dessous résume les éléments disponibles sur OCARHY ainsi que les informations principales demandées lors de la création de l'entité (Tableau 1).

Tableau 1 - Entités et informations principales disponibles sur OCARHY

| Catégorie géographique     | Entités                    | Informations principales demandées                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Entités ponctuelles</b> | Abreuvement                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type d'abreuvement (sur le cours d'eau, bac gravitaire...)</li> <li>Longueur et surface des berges impactés</li> <li>Présence ou non d'aménagement et/ou de clôture déjà mis en place</li> <li>Importance de la contamination fécale et du colmatage du site</li> </ul> |
|                            | Espèces envahissantes      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nom de l'espèce</li> <li>Type de colonisation (dispersée, continue...) et étendue</li> </ul>                                                                                                                                                                            |
|                            | Embâcles                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type d'embâcles (arbre tombé, accumulation de végétation ...)</li> <li>Obstacle induit (total, négligeable ...)</li> <li>Mobilité aval</li> </ul>                                                                                                                       |
|                            | Ouvrage                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type d'ouvrage (buse, passerelle, pont ...)</li> <li>Etat de l'ouvrage (renard hydrauliques, déchaussement, présence de ligneux ...)</li> <li>Caractéristiques de l'ouvrage (hauteur, longueur...)</li> </ul>                                                           |
|                            | Elément hydrogéologique    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Types (source/résurgences ou gouffre)</li> <li>Estimation du débit</li> </ul>                                                                                                                                                                                           |
|                            | Elément hydromorphologique | <ul style="list-style-type: none"> <li>Types (Brèches, encoche d'érosion latérale, incision ponctuelle, atterrissement ...)</li> <li>Largeur</li> <li>En activité ou non</li> </ul>                                                                                                                            |
|                            | Elément polluant           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type (dépôt de déchets, pollution diffuse ...)</li> <li>Nature (chimique, organique ou matériaux)</li> </ul>                                                                                                                                                            |
|                            | Rejet                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type de rejet (agricole, eau pluvial, assainissement ...)</li> <li>Diamètre de la buse</li> </ul>                                                                                                                                                                       |
|                            | Prélèvement                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type (agricole, eau potable, industriel, domestique ...)</li> <li>Localisation : lit mineur, rive droite ou gauche etc</li> </ul>                                                                                                                                       |
|                            | Point divers               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type (Confluence, trace de ruissellement, ponton de pêche ou de canoë etc)</li> </ul>                                                                                                                                                                                   |
| <b>Entités linéaires</b>   | Lit mineur                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type (bras mort, tronçon de cours d'eau, fossé...)</li> <li>Granulométrie (la plus grossière, dominante, pourcentage de colmatage)</li> </ul>                                                                                                                           |

|                            |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actions anthropique (incision, recalibrage, rectification, restauration)</li> <li>• Habitats en berges (chevelue racinaire, végétation surplombante, enrochements ...)</li> <li>• Morphologie des berges (hauteur, largeur mouillée, profondeur...)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            |
|                            | Ripisylve            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type (absente, naturelle ou plantation)</li> <li>• Etat sanitaire (vieillissement, maladies, jeunes individus uniquement...)</li> <li>• Entretien (drastique, ponctuel, pâturage, aucun...)</li> <li>• Densité, continuité et strate dominante</li> <li>• Stabilité des berges et présence de clôture</li> <li>• Occupation des sols adjacents (boisement, zone humide, agricole...)</li> <li>• Capacité de résilience (principale pression et intensité de celle-ci, qualité de régénération)</li> </ul> |
|                            | Indice d'incision    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type (enfouissement du lit dans ses propres alluvions, déchaussement d'ouvrage...)</li> <li>• Hauteur</li> <li>• Cause (ouvrage ou autre)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                            | Protection de berges | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type (clôture, enrochement, génie civil, tressage ...)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                            | Lignes diverses      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type (lavoirs, ponts, cage de piégeage ...)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Entités surfaciques</b> | Plan d'eau           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usage/nature (étang, déversoir, mare...)</li> <li>• Connexion du plan d'eau (sur source, dérivation ...)</li> <li>• Description des berges (penchée, verticale) et de la ripisylve (ponctuelle, linéaire, dense)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                            | Zone diverse         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type (ponton de pêche et de canoë, lavoir, puits ...)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Pour chaque entité, il est systématiquement demandé :

- **La priorité** : Faible, moyenne ou forte
- **La préconisation** : Aucune, réfection, suppression, surveillance, entretien, remplacement, communication, ou addition d'un nouvel aménagement

Cela permettra, *a posteriori*, de classer les entités insérées selon leur priorité et les actions proposées.

## 2.2.3 Méthodologie

### 2.2.3.1 Phase bureau (pré-terrain)

Dans un premier temps, une division méthodique du territoire a été effectuée afin de mieux encadrer les sorties terrains et d'optimiser la phase analytique. Trois grandes zones ont ainsi été définies (Figure 6). Ces zones correspondent à trois types distincts de territoire, garantissant ainsi une cohérence lors de l'analyse :

- **La Zone des sources de la Moulde** : Elle est caractérisée par un territoire principalement agricole, comprenant des cultures de maïs et des élevages bovins ainsi que des zones forestières. Il s'agit d'un territoire présentant des caractéristiques typiques de cours d'eau de sources (petits affluents, peu d'écoulement...)
- **La Zone du domaine des étangs** : Elle présente une gestion spécifique car étant une zone privée permettant la cohabitation de deux activités : l'agriculture (maïs et élevage bovin) ainsi qu'un hôtel cinq étoiles.
- **La Zone du Ruisseau du Cluzeau** : Se distingue par une forte prédominance de l'agriculture bovine.

Pour donner suite à cela, des secteurs ont été délimités afin d'organiser efficacement les sorties sur le terrain et serviront de base à la création des tronçons d'analyse.

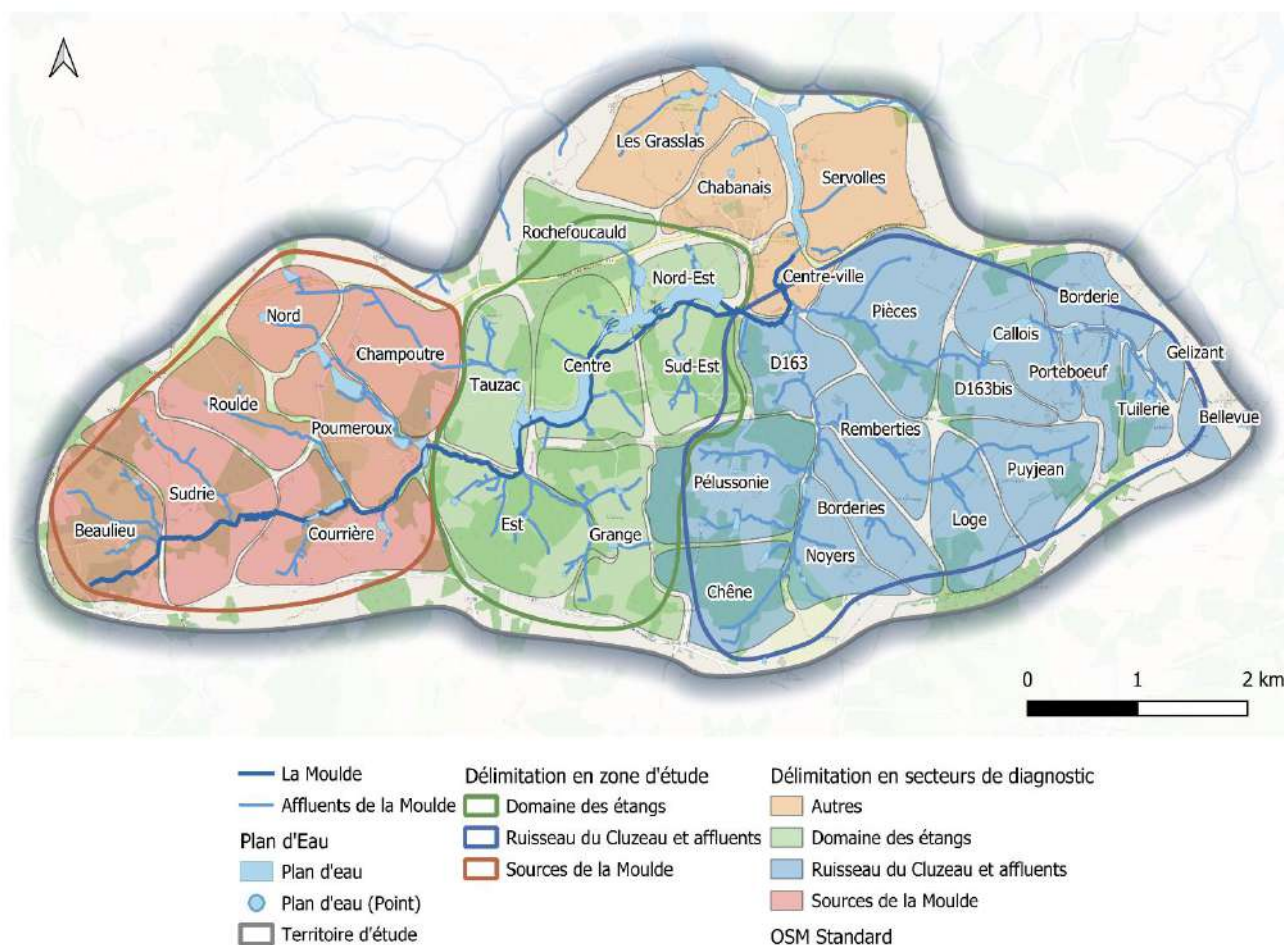


Figure 6 - Délimitations du territoire d'étude

Les limites des secteurs ont été établies en tenant compte du linéaire du cours ainsi que des frontières routières et paysagères (forêt etc), tout en veillant à maintenir une surface moyenne équivalente. La nomenclature des secteurs repose sur les noms de lieu-dit locaux (par exemple, Remberties), les routes (par exemple, D163) ou d'indications géographiques (par exemple, Nord). Les secteurs ainsi définis peuvent être regroupés selon différents critères :

- Selon la commune concernée par le secteur,
- Selon la Zone à laquelle ils appartiennent (Sources de la Moulde, Domaine des étangs ou Ruisseau du Cluzeau) comme illustré dans la Figure 6,
- En fonction de l'état d'avancement (« à faire », « fait », « en cours de prospection ») etc.

Enfin, la dernière étape de délimitation concerne les tronçons d'analyse<sup>1</sup>. Ceux-ci correspondent généralement au linéaire d'un tronçon de cours d'eau et s'inspirent des secteurs précédemment créés en reprenant leur nomenclature.

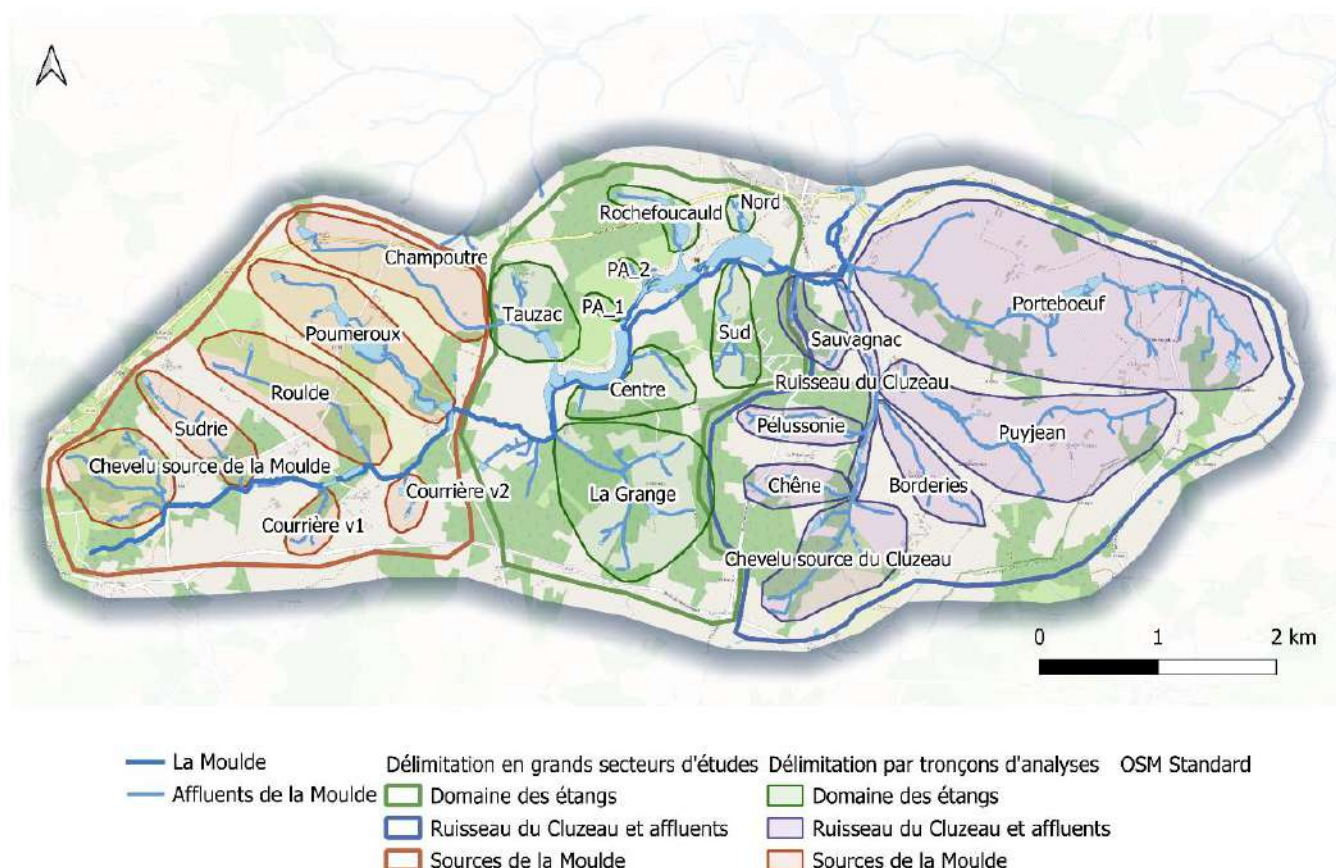


Figure 7 - Délimitations du territoire d'étude en tronçons d'analyse

Il est à noter que le linéaire de la Moulde ne sera ni diagnostiqué ni analysé dans le cadre de cette étude. Cela a effectivement déjà été réalisé par Morgane Duchoiselle lors des prospections précédentes. De plus, certains secteurs ont été diagnostiqués mais n'ont pas fait l'objet d'une analyse car n'étant pas prévu dans la zone d'étude initiale du stage ; ceux-ci sont indiqués sous la mention « Autres » dans la Figure 6.

<sup>1</sup> Explication de certains noms :

- Courrière v1 et v2 correspondent à version 1 et 2
- PA\_1 et PA\_2 correspondent à des Petits\_Affluents 1 et 2
- Le Ruisseau du Cluzeau concerne uniquement le tronçon principal du Cluzeau ; de sa confluence avec La Moulde jusqu'au secteur du « Chevelu source du Cluzeau »

#### 2.2.3.2 Phase terrain

Avant de procéder à une sortie sur le terrain, plusieurs étapes sont indispensables :

- **Création d'une base de données locale** : Cela permet d'enregistrer les entités en mode hors ligne (sans connexion internet)
- **Téléchargement d'un fond de plan** : Cela permet de mieux se repérer dans l'espace une fois sur le terrain et de délimiter le secteur à diagnostiquer dans la journée
- **Identification des points d'intérêts** : Via géoportail, permettant de mettre en avant les points d'importance durant la journée

En outre, des courriers ont été envoyés aux propriétaires dont les parcelles comprennent un plan d'eau ou un linéaire de cours d'eau dans le jardin afin de leur demander la permission d'accéder à leur propriété. Le technicien a effectivement l'autorisation de rentrer dans les parcelles privées ouvertes, mais il ne peut accéder aux parcelles privées fermées (jardins privés et habitation) sans avoir la permission du propriétaire.

L'analyse était effectuée visuellement, en longeant le cours d'eau de la manière la plus proche possible. A l'exception des mesures de la morphologie telles que la taille des berges ou la largeur mouillée réalisées à l'aide d'un mètre, ainsi que de l'estimation de la classe de colmatage par la méthode du pied, aucune interaction ni dégradation du milieu n'est à noter.

#### 2.2.3.3 Phase bureau (post-terrain)

A la suite de la sortie terrain, il était nécessaire de synchroniser les données enregistrées sur la base de données locale avec la base de données générale. À la suite de cette synchronisation, des ajustements sont nécessaires pour un rendu cartographique plus qualitatif (amélioration des linéaires et surfaces, ajouts d'informations plus précises etc).

#### 2.2.3.4 Choix des entités et des caractéristiques d'importance

La méthode d'analyse, inspiré de la méthode REH, présente une division en 4 compartiments représentés ci-dessous (Tableau 2). Il est à noter que les abreuvements et les embâcles seront développés soit dans le compartiment lit mineur soit dans le compartiment berges et ripisylve en fonction de l'impact engagé. En effet les deux compartiments sont impactés par ces entités.

Tableau 2 - Les quatre compartiments étudiés lors de l'analyse

| Lit mineur                                                                                                                                                                            | Berges et ripisylve                                                                                                                                                               | Continuité écologique                                                                                    | Hydrologie                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Informations hydromorphologiques concernant le faciès</li> <li>Etude des ponctuels impactant le linéaire (abreuvements et embâcles)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Informations qualitatives concernant la ripisylve</li> <li>Etude de la continuité de la ripisylve</li> <li>Stabilité des berges</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Concerne les ouvrages (buses, ponts, passage à gué...)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Etude des plans d'eau : Surface, éléments de mise aux normes etc.</li> </ul> |

Les entités ponctuelles comme les points de pollution ou les rejets seront étudiés dans une cartographie à part sans analyse statistique les concernant.

Pour chaque compartiment, un ou plusieurs éléments ont été pris en compte pour réaliser le diagnostic du cours d'eau (Tableau 4). Cela permettra d'évaluer la qualité du secteur étudié, de mettre en avant les impacts les plus importants et de les comparer entre eux. En effet, ces éléments seront ensuite classés selon cinq niveaux de qualités comme présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 3).

Tableau 3 - Niveau de qualité des compartiments en fonction de l'étendue et de l'intensité de l'altération

|                |  | Etendue<br>→ |          |        |         |              |
|----------------|--|--------------|----------|--------|---------|--------------|
| Intensité<br>↓ |  | 0-20%        | 20-40%   | 40-60% | 60-80%  | >80%         |
|                |  |              |          |        |         |              |
| 0 faible       |  | Très bon     | Très bon | Bon    | Bon     | Bon          |
| 1 moyenne      |  | Très bon     | Bon      | Moyen  | Moyen   | Mauvais      |
| 2 forte        |  | Bon          | Moyen    | Moyen  | Mauvais | Très mauvais |

Les paramètres d'altérations sont déterminés en considérant le degré d'altération constaté pour chaque élément, ainsi que du pourcentage de linéaire affecté (par rapport au linéaire total du secteur considéré). Il est important de noter que certains éléments ne suivent pas les mêmes règles d'étendue. Par exemple, les embâcles sont évalués en fonction de leur nombre par kilomètre.

L'état général du compartiment et du tronçon étudié se basera sur l'entité la plus déclassante. Une autre méthode pour l'analyse consiste à utiliser le seuil de 75% de bon état. Ce seuil est effectivement utilisé afin d'être considéré comme en bon état. Par exemple, dans la Figure 8, le trait en pointillé indique que la qualité écologique du secteur de Poumeroux pour le compartiment Lit mineur est classée comme mauvaise.

Tableau 4 - Tableaux d'analyses de deux compartiments de la zone du domaine des étangs : Lit mineur ainsi que berges et ripisylve

|                                            | Centre | Entrée du domaine | La Grange | Nord | PA_1 | PA_2 | Rochefoucauld | Sud  | Tauzac |
|--------------------------------------------|--------|-------------------|-----------|------|------|------|---------------|------|--------|
| Longueur du linéaire du cours d'eau (en m) | 1308   | 1464              | 4854      | 398  | 348  | 246  | 1100          | 1637 | 1374   |
| Longueur du linéaire de ripisylve (en m)   | 991    | 2870              | 7101      | 426  | 222  | 130  | 1751          | 1759 | 1925   |

|               |                  |                                                                                    | Très bon | Bon   | Moyen | Mauvais | Très mauvais |            |        |                   |           |         |       |       |               |         |        |       |
|---------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|---------|--------------|------------|--------|-------------------|-----------|---------|-------|-------|---------------|---------|--------|-------|
| COMPARTIMENTS | Nom du paramètre | Détails                                                                            | Classes  |       |       |         |              | Intensité  | Centre | Entrée du domaine | La Grange | Nord    | PA_1  | PA_2  | Rochefoucauld | Sud     | Tauzac | TOTAL |
| LIT MINEUR    | Granulométrie    | % du linéaire avec une granulométrie uniforme fine (moins de 2mm)                  | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 1          | 8      | 74                | 61        | 67      | 39    | 34    | 50            | 31      | 55     | 47    |
|               | Colmatage        | % du linéaire colmaté à plus de 75%                                                | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 2          | 10     | 16                | 32        | 16      | 39    | 3     | 35            | 31      | 13     | 22    |
|               | Faciès           | % du linéaire présentant un faciès d'écoulement uniformes lentique (plat lentique) | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 2          | 15     | 10                | 20        | 72      | 0     | 3     | 53            | 36      | 20     | 25    |
|               | Embâcles         | Nombre d'embâcles à priorité forte par kilomètres de cours d'eau                   | <1       | 1-2   | 2-3   | 3-4     | >4           | 1          | 0,00   | 0,00              | 1,65      | 5,02    | 0,00  | 0,00  | 0,00          | 0,00    | 1,46   | 0,90  |
|               | Abreuvement      | % du linéaire de berges impactés par des abreuvements sur cours d'eau              | <1%      | 1-2%  | 2-3%  | 3-4%    | >4%          | 2          | 0,6    | 0,3               | 2,9       | 0,0     | 0,0   | 2,9   | 0,0           | 4,0     | 0,0    | 1,19  |
|               |                  |                                                                                    |          |       |       |         |              | Etat moyen | Bon    | Moyen             | Moyen     | Mauvais | Moyen | Moyen | Moyen         | Mauvais | Moyen  | Moyen |

|                     |                                  |                                                                                                      | Très bon | Bon   | Moyen | Mauvais | Très mauvais |            |         |                   |           |         |         |         |               |       |         |         |
|---------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|---------|--------------|------------|---------|-------------------|-----------|---------|---------|---------|---------------|-------|---------|---------|
| COMPARTIMENTS       | Nom du paramètre                 | Détails                                                                                              | Classes  |       |       |         |              | Intensité  | Centre  | Entrée du domaine | La Grange | Nord    | PA_1    | PA_2    | Rochefoucauld | Sud   | Tauzac  | TOTAL   |
| BERGES ET RIPISYLVE | Largeur de la Ripisylve          | % du linéaire de ripisylve inférieur à 2m                                                            | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 1          | 72      | 71                | 27        | 24      | 0       | 0       | 13            | 67    | 60      | 37      |
|                     | Continuité de la Ripisylve       | % de la continuité du linéaire de ripisylve : absence, isolée, espacée régulière ou bosquets éparses | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 1          | 78      | 53                | 23        | 53      | 0       | 0       | 13            | 57    | 41      | 35      |
|                     | Représentativité des strates     | % du linéaire présentant une majorité de strate herbacée et/ou arbustive                             | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 1          | 86      | 62                | 36        | 100     | 0       | 0       | 11            | 57    | 49      | 45      |
|                     | Entretien apporté à la Ripisylve | % du linéaire présentant une gestion drastique (mécanique ou chimique)                               | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 1          | 8       | 35                | 8         | 39      | 0       | 0       | 2             | 0     | 0       | 10,23   |
|                     | Fonction habitat                 | % du linéaire où la fonction est non renseignée, nulle ou faible                                     | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 1          | 92      | 72                | 58        | 71      | 100     | 100     | 69            | 80    | 94      | 82      |
|                     | Stabilité des berges             | % du linéaire présentant des berges instables                                                        | 0-20     | 21-40 | 41-60 | 61-80   | >80          | 1          | 58      | 0                 | 12        | 0       | 0       | 0       | 0             | 57    | 0       | 14,19   |
|                     |                                  |                                                                                                      |          |       |       |         |              | Etat moyen | Mauvais | Moyen             | Moyen     | Mauvais | Mauvais | Mauvais | Moyen         | Moyen | Mauvais | Mauvais |

L'exemple présenté ci-dessus (Tableau 10Tableau 4) concerne la zone des sources de la Moulde.

Le compartiment « LIT MINEUR » inclut donc cinq paramètres :

- La **granulométrie** mesure le pourcentage du linéaire présentant une granulométrie fine (moins de 2mm). Cela concerne la vase, la terre, les argiles (<3.9µm), les sables fins (0.0625-0.5mm) et les sables grossiers (0.5-2mm). En effet, la granulométrie joue un rôle décisif dans la diversification et la composition d'un cours d'eau et donc, dans la qualité des habitats (Hauer et al., 2018).
- Le **colmatage** fait référence au pourcentage du linéaire colmaté à plus de 75%. Le colmatage a un effet très néfaste sur l'habitabilité du milieu. Gayraud et al. (2002) ont en par exemple montré l'impact néfaste du colmatage sur les populations de macroinvertébrés avec une réduction de l'abondance totale des organismes à court terme et une baisse de la biomasse et de la productivité du peuplement à long terme.
- Le **Faciès** se rapporte au faciès d'écoulement uniforme de type plat lentique. La diversité des faciès est en effet primordiale pour les organismes aquatiques y vivant et pour le maintien de la qualité géomorphologique du cours d'eau (Johnson, 2010 ; Huang et al., 2019).
- Le paramètre **embâcles** est défini par le nombre d'embâcles par kilomètre. Pour des raisons de visibilité, cette valeur a été multipliée par 1000 sur tous les tronçons. Les embâcles peuvent effectivement avoir un effet néfaste sur les cours d'eau en bloquant le bon écoulement des eaux. Cependant, cet impact est à nuancer car ils permettent également un apport en matière organique supplémentaire ainsi qu'un couvert pour les espèces aquatiques (Boyer et al., 2003 ; Francis et al., 2008 ; Cashman, 2015).
- Le paramètre **abreuvement** fait quant à lui référence au pourcentage de linéaire affecté par le piétinement du bétail. Le piétinement a un impact néfaste pour la stabilité des berges et l'équilibre du cours d'eau. Le bétail peut effectivement polluer les cours d'eau en transportant les sédiments, nutriments et pathogènes vers les eaux de surfaces (Line et al., 2000 in O'Callaghan et al., 2008) en augmentant les concentrations en algue et bactérie (Derlet et al., 2012) ou encore en déséquilibrant les berges, entraînant par la même un fort colmatage du cours d'eau (Roche, 2002).

Parmi ces cinq paramètres, trois ont été classés comme d'intensité 2 : Le colmatage, le faciès et les abreuvements car considérés comme les plus impactant sur le système. Les deux autres paramètres : les embâcles et la granulométrie sont classés avec une intensité de niveau 1. En effet, les embâcles ne représentent pas une problématique majeure sur les cours d'eau de source et la granulométrie est déjà prise en compte dans la caractéristique du colmatage.

Pour exemple, le tronçon Sud présente une très bonne qualité pour les embâcles, une bonne qualité pour la granulométrie, moyenne pour le colmatage et le faciès et une qualité mauvaise pour les points d'abreuvements. Comme précédemment, le principe de l'élément le plus déclassant prévaut ; ce tronçon est donc considéré comme en mauvais état d'après cette analyse. Cette approche tend donc à baisser la qualité finale du tronçon. Cette problématique sera discutée dans la partie 4.2 : Limites et pistes d'améliorations.

La ripisylve offre de nombreux avantages écologiques, parmi lesquels on peut citer le maintien de températures fraîches aux abords des cours d'eau, l'apport de matières organiques au cours d'eau, sa fonction de corridor écologique, ou encore son rôle de purification des eaux. Par exemple, Surasinghe et Baldwin (2015) ont démontré l'impact positif de la végétation riveraine sur les populations de salamandres. De même, Fail et al. (1987) ont mis en évidence la capacité de la ripisylve à absorber les nutriments perdus par les terres agricoles.

Dans cette étude, le compartiment « BERGES ET RIPISYLVE » inclut 6 éléments. Trois de ces éléments peuvent-être joints afin de former ce que l'on appellera la « qualité de la ripisylve ». Il s'agit de la largeur de la ripisylve, de sa continuité et de sa représentativité en strates. D'après Balligand et Havet (2018), qui ont développé des indices afin de qualifier les fonctions de la ripisylve, ces trois éléments sont particulièrement importants.

**Qualité  
de la  
Ripisylve**

- **La largeur de la ripisylve** fait référence au pourcentage du linéaire présentant une ripisylve inférieure à 2m. La largeur de la ripisylve fournit en effet des informations importantes sur sa qualité et son utilité pour les espèces environnantes. Une ripisylve trop étroite ne permettra ni un bon maintien des berges, ni un maintien de la température de l'eau ni un accueil optimal de la biodiversité.
- **La continuité de la ripisylve** met en évidence les portions de ripisylve faiblement continue : classée comme absente, isolée, espacée régulière ou en bosquets éparses. La continuité de la ripisylve est également importante car faisant office de corridor écologique entre différents habitats potentiels pour la biodiversité. Les portions de cours d'eau sans ripisylve vont non seulement perdre les avantages écologiques apportés par la ripisylve et mentionnés précédemment mais perturbera le système entier en scindant le milieu.
- La **représentativité des strates** concerne le pourcentage de la ripisylve ne présentant qu'une strate herbacée ou arbustive. En effet, cela communique des informations sur l'âge de la ripisylve, sa qualité et donc son apport écologique dans le système.
- **L'entretien apporté à la ripisylve** fait référence au pourcentage du linéaire de la ripisylve dont un entretien drastique mécanique et/ou chimique donne lieu à une ripisylve amoindrie. Cela apporte des informations sur la gestion du système. Un entretien drastique est effectivement délétère pour le maintien des bonnes fonctions écologiques de la ripisylve.
- **La fonction habitat** a été créée par Charente eaux et permet d'évaluer la capacité d'accueil de la ripisylve. Pour cela, elle utilise deux caractéristiques : la largeur de la ripisylve et sa continuité.
- **La stabilité des berges** est évaluée en considérant le pourcentage du linéaire présentant des berges instables. La stabilité des berges est très importante pour la qualité écologique d'un cours d'eau. Elle dépend notamment de la ripisylve et du faciès. Certains éléments peuvent venir l'impacter comme la perte de ripisylve engendrant une déstabilisation des berges au regard de la perte en maintien racinaire, le piétinement du bétail ou encore les trous de ragondins.

Tous les paramètres de la ripisylve sont classés comme niveau d'intensité 1. En effet, les ripisylves des cours d'eau de source sont souvent moins importantes et engendrent donc une forte baisse de la qualité de la ripisylve.

Par exemple, une nouvelle fois pour le tronçons Sud, l'entretien apporté à la ripisylve présente une très bonne qualité alors que les cinq autres compartiments présentent une qualité moyenne. Ainsi, le tronçon Sud présente une qualité moyenne de la ripisylve.

Tableau 5 - Tableaux d'analyses de deux compartiments de la zone du domaine des étangs : Continuité écologique et hydrologie

|                       |                     |                                                                                        | Très bon         | Bon  | Moyen | Mauvais | Très mauvais |           |          |                   |           |         |         |              |               |          |         |       |  |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------|-------|---------|--------------|-----------|----------|-------------------|-----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|---------|-------|--|
| COMPARTIMENTS         | Nom du paramètre    | Détails                                                                                | Classes          |      |       |         |              | Intensité | Centre   | Entrée du domaine | La Grange | Nord    | PA_1    | PA_2         | Rochefoucauld | Sud      | Tauzac  | TOTAL |  |
| CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE | Ouvrages            | Nombre d'ouvrage en mauvais état ou hors service par kilomètres                        | 0-1              | 1-2  | 2-3   | 3-4     | >4           | 1         | 1,529    | 0,000             | 0,824     | 2,510   | 2,870   | 4,073        | 0,909         | 0,000    | 0,728   | 1,5   |  |
|                       |                     |                                                                                        | Etat moyen       |      |       |         |              | Bon       | Très bon | Très bon          | Moyen     | Moyen   | Mauvais | Très bon     | Très bon      | Très bon | Bon     |       |  |
|                       |                     |                                                                                        |                  |      |       |         |              |           |          |                   |           |         |         |              |               |          |         |       |  |
|                       |                     |                                                                                        | Très bon         | Bon  | Moyen | Mauvais | Très mauvais |           |          |                   |           |         |         |              |               |          |         |       |  |
| COMPARTIMENTS         | Nom du paramètre    | Détails                                                                                | Classes          |      |       |         |              | Intensité | Centre   | Entrée du domaine | La Grange | Nord    | PA_1    | PA_2         | Rochefoucauld | Sud      | Tauzac  | TOTAL |  |
| HYDROLOGIE            | Surface plans d'eau | Somme des surfaces de plan d'eau sur le tronçon d'analyse / la longueur du cours d'eau | <5               | 5-10 | 10-15 | 15-20   | >20          | 2         | 1,07     | 2,22              | 2,51      | 12,93   | 0,00    | 0,00         | 20,42         | 3,80     | 16,57   | 6,6   |  |
|                       |                     |                                                                                        | Etat moyen       |      |       |         |              | Bon       | Bon      | Bon               | Moyen     | Bon     | Bon     | Très mauvais | Bon           | Mauvais  | Moyen   |       |  |
|                       |                     |                                                                                        | Etat moyen final |      |       |         |              | Mauvais   | Moyen    | Moyen             | Mauvais   | Mauvais | Mauvais | Très mauvais | Mauvais       | Mauvais  | Mauvais |       |  |

Chacun de ces deux compartiments ne comporte qu'un seul paramètre : le nombre d'ouvrages en mauvais état ou hors service par kilomètre pour l'un et somme des surfaces de plan d'eau sur le tronçon d'analyse divisé par la longueur du linéaire du cours d'eau pour l'autre. Le nombre d'ouvrages a, tout comme le nombre d'embâcle, été multiplié par 1000 pour un souci de lisibilité.

- Les **ouvrages de franchissements** tels que les buses, les passages à gué ou les ponts ont un impact important sur la continuité écologique des cours d'eau, car ils entravent le passage des espèces animales et le transport des sédiments. Cela entraîne une fragmentation des habitats, isolant les populations de poissons, réduisant ainsi leur diversité et leur résilience (Lehrter et al., 2024). Ces structures affectent non seulement les poissons, mais aussi l'ensemble des organismes aquatiques, y compris les invertébrés (Gál et al., 2019).
- Les **plans d'eau** ont en effet un impact important sur l'hydrologie en phagocytant une certaine quantité d'eau qui ne pourra pas être utilisée plus en aval par le système. La hausse du nombre de réservoirs pour l'irrigation ces dernières années engendre des changements significatifs dans les dynamiques hydrologiques naturelles telles qu'une notable baisse des débits et une variation des répartitions saisonnières de ceux-ci (Biemans et al., 2011). D'autres impacts tels que la baisse des concentrations de sédiments en suspension (Bui et al., 2023) ou encore la hausse des température de l'eau à l'aval d'un plan d'eau (Touchart, 2007) sont à mentionner.

Par exemple, toujours concernant le tronçon Sud, aucun ouvrage ne vient impacter sa continuité et il présente donc une très bonne qualité. Également, la présence de certains plan d'eau sur ce secteur engendre une qualité qualifié comme bonne.

En évaluant les 4 compartiments pour le secteur Sud, nous obtenons les résultats suivants : Un lit mineur en mauvaise qualité, une ripisylve de qualité moyenne, une très bonne qualité pour le compartiment de la continuité écologique et une bonne qualité pour le compartiment hydrologique. En appliquant une nouvelle fois le principe de l'élément le plus déclassant parmi les quatre compartiments, le secteur Sud est donc classé comme écologiquement mauvais selon cette analyse.

Une colonne « TOTAL » a été ajoutée à l'analyse pour intégrer une évaluation globale. La valeur correspondant à chaque paramètre est calculée comme la moyenne des valeurs de tous les secteurs. Ainsi, la qualité écologique finale attribuée à chaque compartiment ne se base pas sur le secteur le plus déclassant, mais sur la qualité résultant de la moyenne des valeurs pour cette caractéristique.

Des cartographies permettront de détailler et de visualiser certains aspects expliqués dans les paragraphes. Celles-ci mettront en évidence les éléments les plus déclassants pour chaque secteur. A la fin de l'étude de chaque secteur, une cartographie complète illustrant la qualité écologique de chaque compartiment ainsi que la qualité générale de chaque secteur faciliteront la visualisation et la localisation des impacts les plus déclassants.

Certains éléments reflétant judicieusement les impacts mentionnés ont été représentés sur ces cartographies. Pour le compartiment du lit mineur, sont représentés les linéaires fortement colmatés ainsi que les zones fortement piétinées. Concernant la ripisylve, c'est la largeur de celle-ci qui permet d'identifier le fort impact anthropique. Pour la continuité écologique, les ouvrages en mauvais état ou hors service ont été représentés par une croix. Enfin, les plans d'eau sont discriminés par niveau d'impact allant de « peu impactant » à « très impactant ». Cette discrimination prend en compte la taille du plan d'eau, son état (tels que les signes d'eutrophisation ou de comblement) ainsi que sa conformité (présence de tous les éléments nécessaires au bon fonctionnement des plans d'eau) (voir Figure 58 - Effacement des plans d'eau (partie 1)).

## 2.3 Résultats & Discussion

### 2.3.1 ZONE 1 : Les sources de la Moulde

Les sources de la Moulde présentent une large part de forêts ainsi que de prairies permanentes ou temporaires (Figure 3).

#### 2.3.1.1 Lit mineur et points d'abreuvements

L'étude révèle un impact significatif sur le faciès des sources de la Moulde (Figure 8), se manifestant par un colmatage important et une granulométrie majoritairement fine (Tableau 14). Une corrélation marquée est observée entre le colmatage et les points d'abreuvement comme l'illustre la Figure 9. En effet, l'activité du bétail dans les prairies entraîne une déstabilisation des berges (Figure 43 – Problématique n°1 : L'abreuvement du bétail) et une augmentation de la matière organique via leurs déjections.

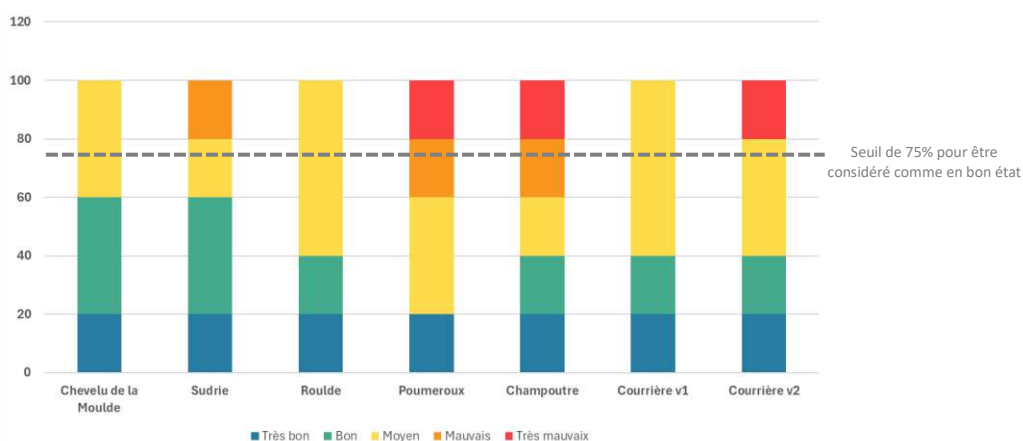


Figure 8 - Diagramme en bâtons concernant la qualité du compartiment lit mineur des sources de la Moulde

Il est à constater qu'aucun secteurs n'atteint le seuil de 75% de bon état écologique. Les secteurs de Poumeroux et Champoutre présente les niveaux d'impact les plus élevés en raison de la forte activité du bétail sur le territoire tandis que les secteurs du Chevelu de la Moulde et de la Roulede sont les mieux préservés (Figure 8). Cela s'explique par la présence plus importante de forêt sur le territoire et donc une activité bovine moins dégradante.

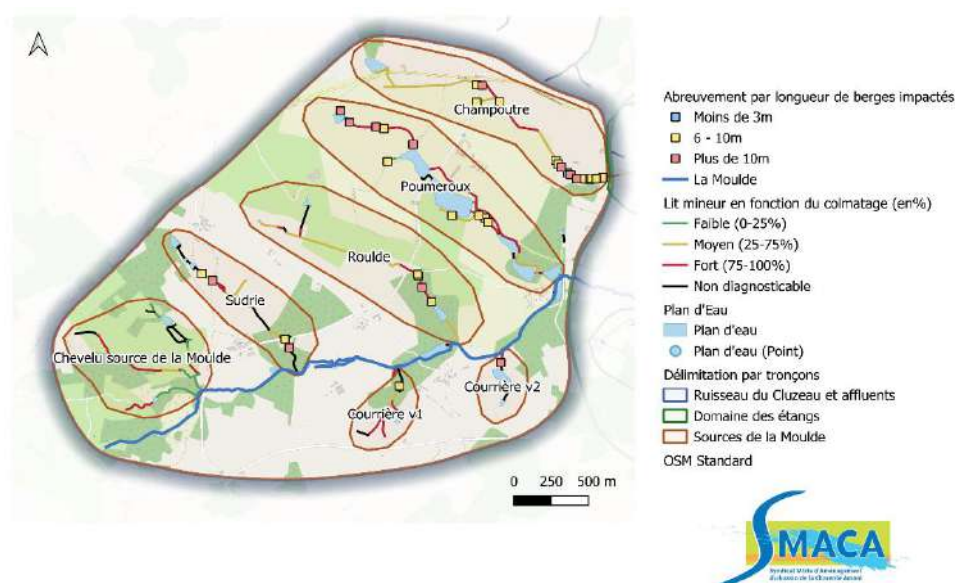


Figure 9 - Représentation cartographique du colmatage des faciès ainsi que des points d'abreuvements sur la zone des sources de la Moulde

Il est à noter une bonne diversité des écoulements avec une faible représentation des écoulements de type plat lentique. Cela permet une meilleure diversité des habitats et une meilleure oxygénation de l'eau (Tableau 14).

Il convient également de noter que 494 mètres de linéaire sont classifiés comme « linéaire de ruissellement » (soit 4.1% du linéaire total), c'est-à-dire d'écoulement ne présentant ni berges ni granulométrie identifiable. Par ailleurs, 489 mètres de linéaires sont busés (soit 4% du linéaire total). L'enfouissement des cours d'eau participe fortement à l'artificialisation des milieux aquatiques ce qui entraîne une altération significative de leur fonctionnement naturel. Cette transformation induit des conséquences majeures sur la biodiversité, se manifestant par la destruction des habitats et la rupture des continuités écologiques. De plus, elle exacerbe les risques environnementaux tels que les inondations, les sécheresses ou encore les dynamiques érosives. Par ailleurs, la qualité de l'eau subit une dégradation notable en raison de ces modifications (Les Impacts de l'Artificialisation sur l'Eau et les Milieux Aquatiques | Eaufrance, s.d.).

Tableau 6 - Linéaire de ruissellement et busé sur la zone des sources de la Moulde

|                                    | Longueur totale<br>(en m) | Enterrement, recouvrement ou buse |             | Linéaire de ruissellement |             |
|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
|                                    |                           | Linéaire (en m)                   | Pourcentage | Linéaire (en m)           | Pourcentage |
| <b>Chevelu source de la Moulde</b> | 2521,6                    | 141,3                             | 5,6         |                           |             |
| <b>Courrière v1</b>                | 900,1                     | 156,5                             | 17,4        | 142,1                     | 15,8        |
| <b>Champoutre</b>                  | 2376,5                    |                                   |             | 105,5                     | 4,4         |
| <b>Courrière v2</b>                | 206,9                     |                                   |             | 43,5                      | 21,0        |
| <b>Poumeroux</b>                   | 2648,5                    |                                   |             | 21,1                      | 0,8         |
| <b>Sudrie</b>                      | 1544,0                    |                                   |             | 181,3                     | 11,7        |
| <b>Roulde</b>                      | 1865,8                    | 191,1                             | 10,2        |                           |             |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>12063,3</b>            | <b>488,9</b>                      | <b>4,1</b>  | <b>493,5</b>              | <b>4,1</b>  |

### 2.3.1.2 Ripisylve, berges et embâcles

L'analyse des berges et de la ripisylve confirme les remarques précédentes. Poumeroux, Champoutre et Courrière (v1 et v2) sont également les plus impactés par une ripisylve affaiblie en raison de la présence de bétail et/ou d'un entretien non adapté. En effet, la Figure 11 met en avant un entretien drastique de la ripisylve sur une grande partie du territoire, notamment sur Champoutre et Poumeroux. Seul le chevelu de la Moulde atteint le seuil du bon état écologique dans ce compartiment.

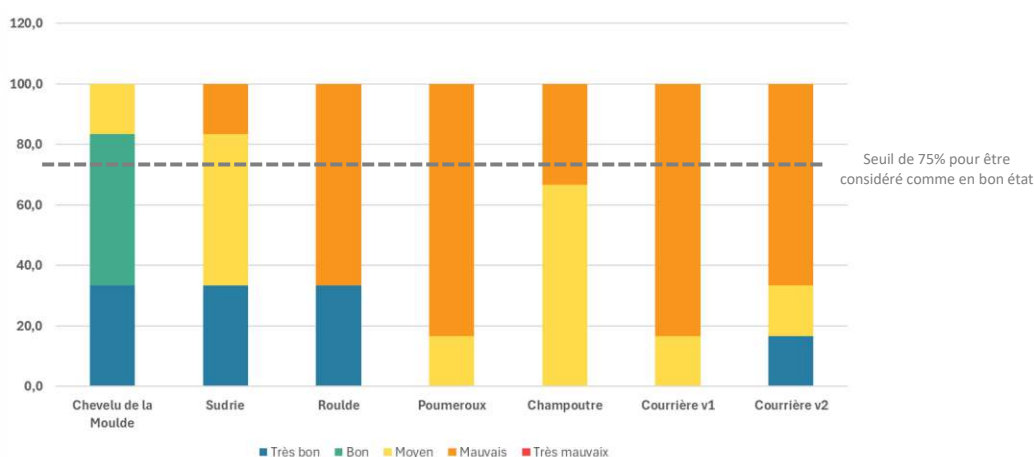


Figure 10 - Diagramme en bâtons concernant la qualité du compartiment ripisylve et berges des sources de la Moulde



Figure 11 - Représentation cartographique de l'entretien apporté à la ripisylve ainsi que des encoches d'érosions latérales et des embâcles sur le secteur des sources de la Moulde

D'autres facteurs contribuent à la déclassification de la zone des sources de la Moulde. La largeur de la ripisylve reste très faible sur l'ensemble du territoire en raison de la faible proportion de zones boisées. La continuité de la ripisylve est également insuffisante, avec une ripisylve souvent isolée ou espacée de manière régulière, signe d'une forte anthropisation. Les strates de végétation sont également moyennement équilibrées avec une surreprésentation des strates herbacées et arbustives, appauvrissant l'écosystème local (Tableau 14). La fonction habitat enfin est discriminante sur tous les secteurs.

Il est également à noter une déstabilisation importante des berges sur le secteur de Champoutre (Tableau 14), présentant en effet des encoches d'érosion latérales significatives et une incision très marquée sur une large partie du linéaire. Cela est imputable à des berges sans végétation et donc peu stable ainsi qu'à un piétinement important du bétail.

La présence d'embâcle n'est pas un enjeu majeur sur cette zone car ces derniers ne bloquent généralement pas le courant. Au contraire, ils permettent un apport supplémentaire de matière organique et favorise une diversification naturelle des faciès (Figure 50 - L'enlèvement des embâcles).

### 2.3.1.3 Continuité écologique et hydrologie

A l'exception des secteurs de Poumeroux et Courrière v2, présentant un nombre important d'ouvrages en mauvais état, la continuité écologique n'est pas une problématique majeure dans la zone des sources de la Moulde (Tableau 7). Peu d'ouvrages ont en effet été diagnostiqué comme hors service ou en mauvais état. De plus, aucun aménagement majeur de type moulin ou barrage n'est à mentionner sur ce secteur ; il s'agit quasi-exclusivement de buses. Il est cependant à notifier un nombre relativement élevé d'ouvrages de franchissement qui, même en bon état, ont un impact significatif sur la continuité écologique (Figure 12).

Concernant l'hydrologie, deux secteurs sont particulièrement impactés par les plans d'eau (Tableau 7) : Poumeroux (8.65ha de surface de plan d'eau cumulée sur un linéaire de 2.6kilomètres) et Courrière v2 (presque 1ha de surface de plan d'eau cumulée sur un linéaire d'environ 200m). Bien que les plans d'eau soient souvent aux normes (Figure 58 - Effacement des plans d'eau (partie 1)) l'impact n'en est pas moins significatif. Cela engendre effectivement un réchauffement (Touchart, 2007), une désoxygénation (OCEA CONSULT, 2013), une eutrophisation (Wurtsbaugh et al., 2019) et une pollution de l'eau par différents éléments tels que les métaux lourds (Su et al., 2022).

Tableau 7 - Qualité des compartiments continuité et hydrologie sur la zone des sources de la Moulde

|            | Chevelu de la Moulde | Sudrie | Roulde | Poumeroux    | Champoutre | Courrière v1 | Courrière v2 |
|------------|----------------------|--------|--------|--------------|------------|--------------|--------------|
| Continuité | Bon                  | Bon    | Bon    | Très mauvais | Bon        | Bon          | Très mauvais |
| Hydrologie | Bon                  | Bon    | Bon    | Bon          | Bon        | Bon          | Très bon     |

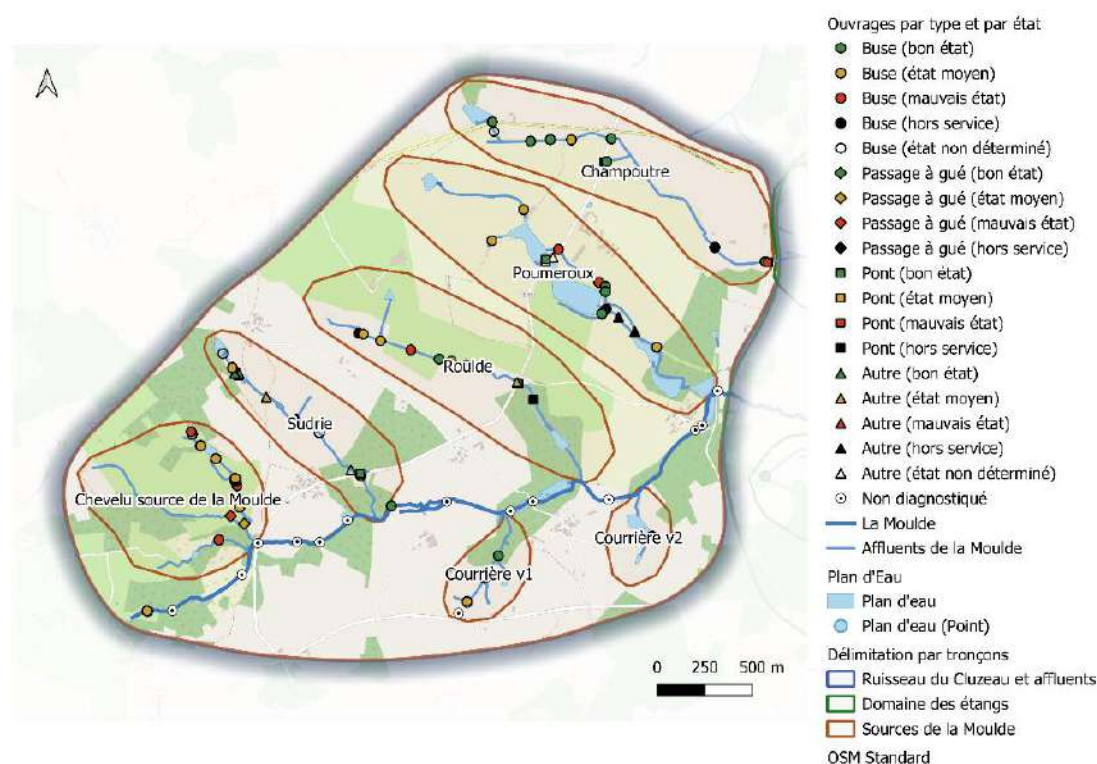


Figure 12 - Représentation cartographique des ouvrages par type et par état sur la zone des sources de la Moulde

### 2.3.1.4 Autres éléments

La représentation cartographique des autres éléments ponctuels (Figure 13) met en évidence la forte anthropisation du territoire. En effet, la zone présente plusieurs rejets (13 éléments) et éléments polluants (10 éléments), en partie attribuable à une agriculture intensive et omniprésente sur cette zone. On observe ainsi des sorties de buses correspondant à des drains, ainsi qu'un point de prélèvement des eaux pour l'irrigation du maïs sur l'un des plans d'eau de Poumeroux.

De plus, la présence d'espèces envahissantes (correspondants exclusivement à des ragondins sur cette zone) est également notable. Leur présence contribue à la déstabilisation des berges en raison des trous qu'ils y creusent (Robinet et al., 2023).

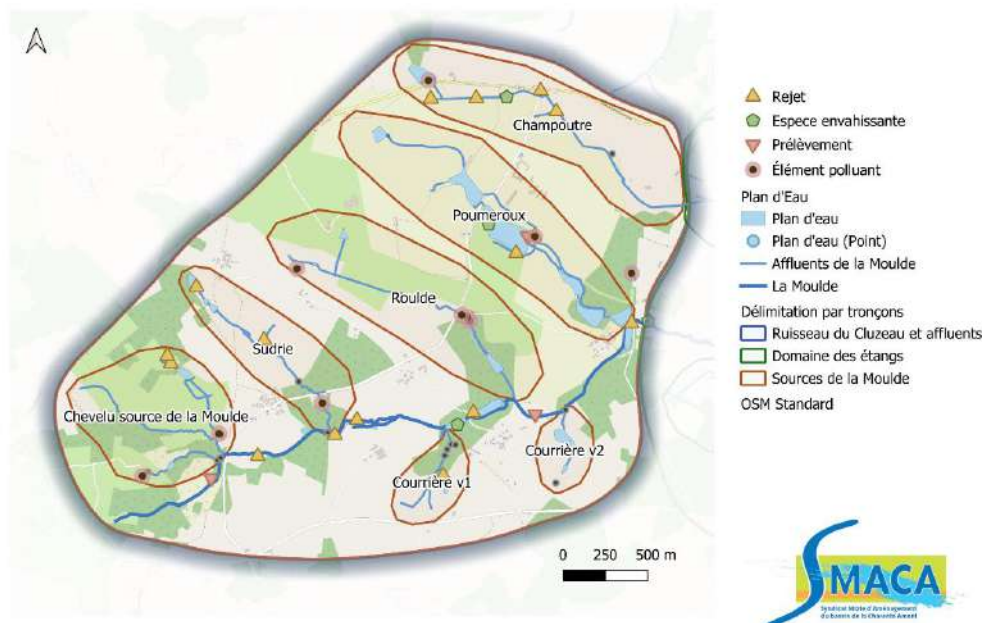


Figure 13 - Représentation cartographique des éléments ponctuels sur la zone des sources de la Moulde

### 2.3.1.5 Bilan concernant la zone des sources de la Moulde

L'état général du secteur des sources de la Moulde est significativement impacté par plusieurs facteurs : le piétinement du bétail, une gestion inadéquate de la ripisylve et une densité élevée de plans d'eau. Cela se traduit par une altération de 100% du lit mineur et de la ripisylve. La continuité écologique et l'hydrologie atteignent le seuil des 75% de linéaire en bon état écologique (Figure 14).

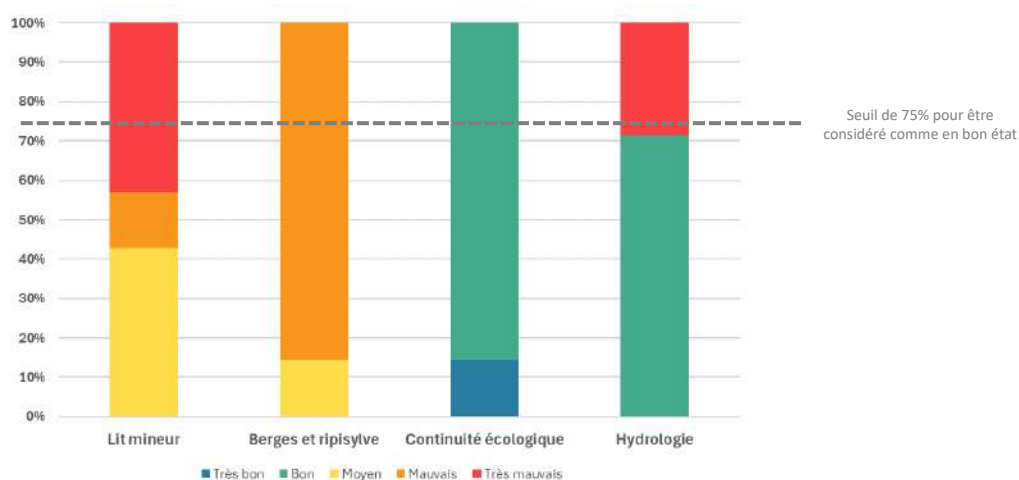


Figure 14 – Diagramme en bâton des altérations sur les 4 compartiments de la zone des sources de la Moulde

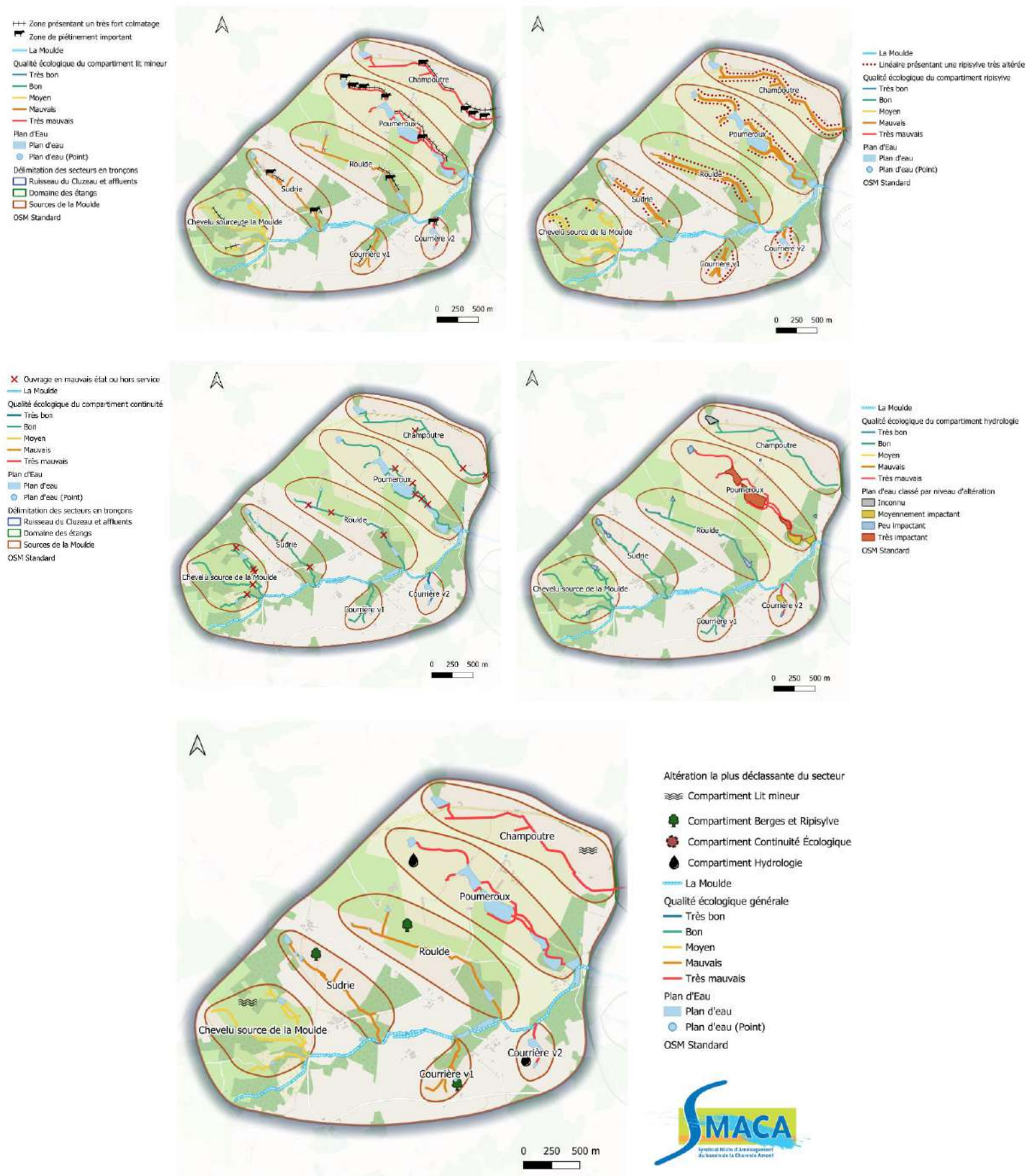


Figure 15 - Qualité écologique par compartiments et éléments les plus altérants dans la zone des sources de la Moulde

La Cartographie précédente (Figure 15) met en avant la qualité écologique de la zone des sources de la Moulde selon les 4 compartiments puis son état général où les impacts les plus dégradants sont également représentés. Il apparaît que les compartiments Lit mineur et ripisylve sont fortement impactés, principalement par le bétail pour l'un et par un entretien drastique non raisonné pour l'autre. Il apparaît nettement sur cette carte les secteurs les plus impactés : principalement les secteurs de Champoutre et Poumeroux. Cela permet de prioriser les secteurs à restaurer.

### 2.3.2 ZONE 2 : Le domaine des étangs

Le domaine des étangs est un hôtel 5 étoiles constitué de plusieurs appartements, dites métairies, d'un château et de nombreux lacs. Il s'étend sur 965 hectares. Le gestionnaire, Nicolas VILLEDIEU DE TORCY, nous a permis de rentrer librement dans le domaine pour réaliser le diagnostic de la Moulde.

Le domaine des étangs présente une particularité qui n'apparaît pas dans ce diagnostic. Le linéaire de la Moulde est en réalité un linéaire de contournement de trois plans d'eau d'une surface en eau totale d'environ 24,5 ha. Cette rivière de contournement pose une problématique de dérivation, où une majeure partie du débit est envoyé dans les plans d'eau plutôt que dans le bras de dérivation. Cela entraîne une quantité d'eau très limitée dans le bras de contournement et un colmatage très important. Les affluents de la Moulde sur ce territoire ne sont pas touchés par cette problématique qui est en cours de travaux.

#### 2.3.2.1 Lit mineur et points d'abreuvements

Le lit mineur n'est pas très impacté sur cette zone. Cependant, certaines problématiques sont à mettre en valeurs sur différents tronçons :

- Le secteur Nord est impacté par un faciès uniformément lentique et un certain nombre d'embâcles gênants pour l'écoulement naturel des eaux (Tableau 15),
- Les secteurs de La Grange et de Rochefoucauld présentent tous deux une granulométrie majoritairement faible et un colmatage important. Cela induit une baisse de l'attractivité de ces habitats pour les poissons et les invertébrés par exemple (Figure 16). Dans le cas de La Grange, cela est largement imputable au grand nombre d'abreuvements présent sur ce secteur,
- Le secteur Sud est affecté par une forte densité de points d'abreuvement, impactant notablement les berges et le faciès (Figure 16).

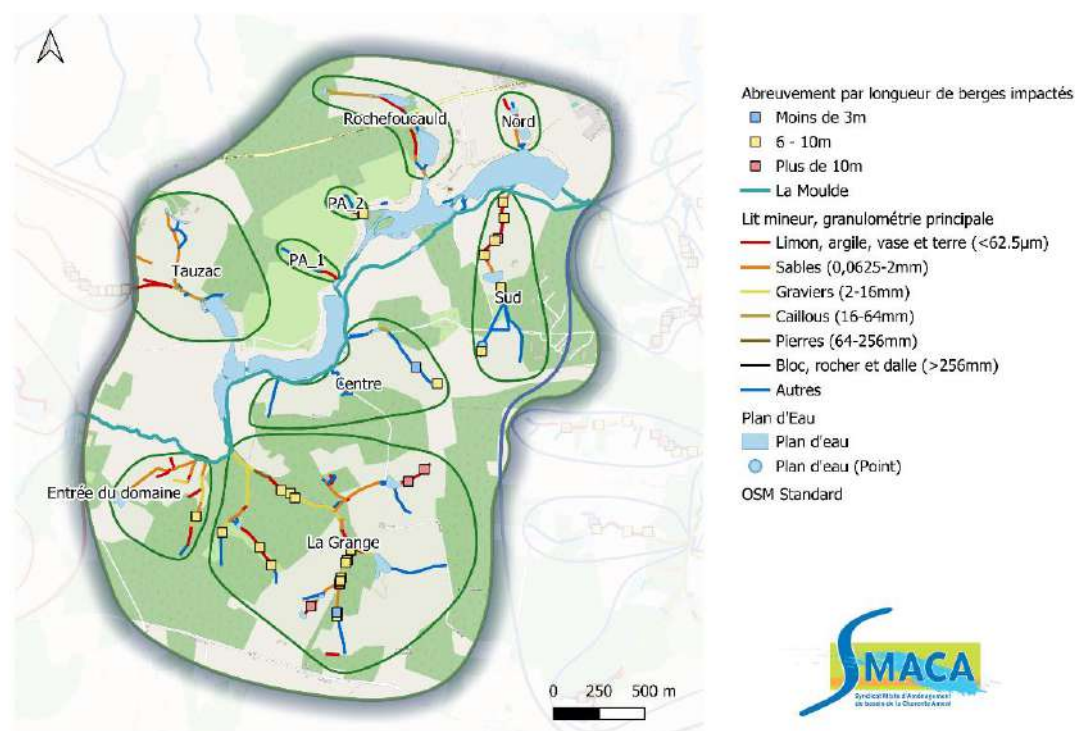


Figure 16 - Représentation cartographique du faciès en fonction du colmatage et des points d'abreuvements sur la zone du domaine des étangs Moulde

En revanche, les secteurs Centre et Tauzac sont les mieux préservés, principalement en raison d'un usage anthropique moins intensif (Figure 17). Les secteurs Centre, Entrée du domaine, PA\_1, PA\_2, et Tauzac atteignent le seuil de 75% de bon état. Ces tronçons peuvent donc être considéré comme en bon état écologique pour le compartiment faciès.

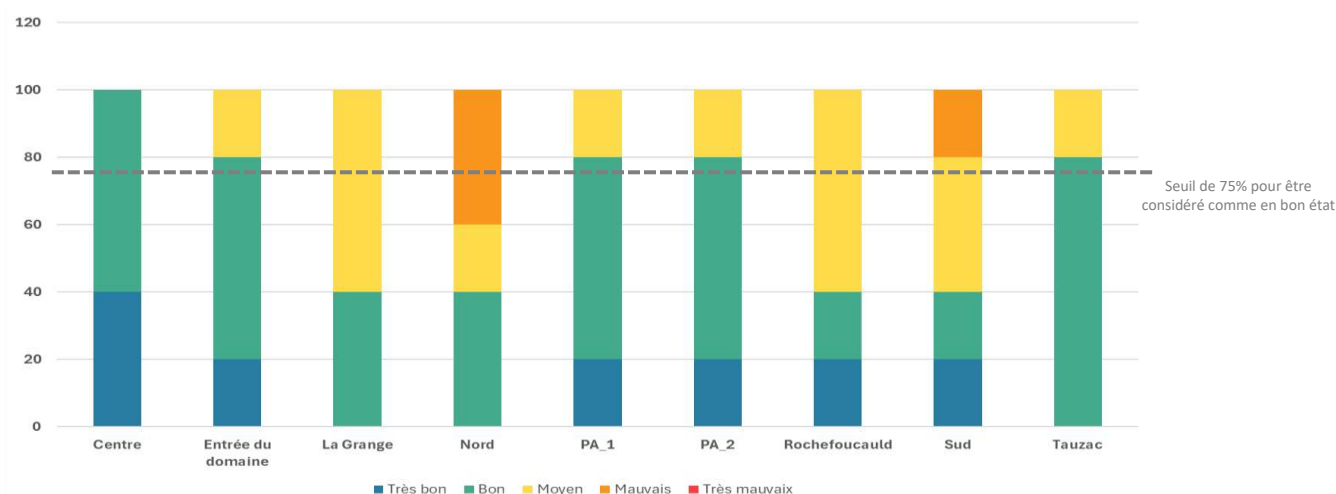


Figure 17 - Diagramme en bâton représentant les altérations du lit mineur sur la zone du domaine des étangs

Il convient également de noter que 2,1 kilomètres de linéaire sont classifiés comme « linéaire de ruissellement » (soit 16,7 % du linéaire total), c'est-à-dire d'écoulement ne présentant ni berges ni granulométrie identifiable. Par ailleurs, 956 mètres de linéaires sont busés (soit 7,5 % du linéaire total) (Tableau 8).

Tableau 8 - Linéaire de ruissellement et busé sur la zone du Domaine des étangs

|                   | Longueur totale<br>(en m) | Enterrement, recouvrement ou buse |             | Linéaire de ruissellement |             |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
|                   |                           | Linéaire (en m)                   | Pourcentage | Linéaire (en m)           | Pourcentage |
| PA_1              | 348,4                     | 238,5                             | 68,5        |                           |             |
| Rochefoucauld     | 1100,2                    | 155,2                             | 14,1        |                           |             |
| Centre            | 1307,8                    | 112,3                             | 8,6         | 435,6                     | 33,3        |
| Sud               | 1637,2                    | 429,7                             | 26,2        | 491,6                     | 30,0        |
| Tauzac            | 1374,0                    | 20,6                              | 1,5         | 48,0                      | 3,5         |
| Entrée du domaine | 1464,1                    |                                   |             | 65,1                      | 4,4         |
| La Grange         | 4854,0                    |                                   |             | 779,4                     | 16,1        |
| Nord              | 398,3                     |                                   |             | 139,7                     | 35,1        |
| PA_2              | 245,5                     |                                   |             | 161,3                     | 65,7        |
| <b>TOTAL</b>      | <b>12729,4</b>            | <b>956,3</b>                      | <b>7,5</b>  | <b>2120,6</b>             | <b>16,7</b> |

Un fort ruissellement sur le territoire révèle probablement des drainages intensifs ou un grand nombre de résurgences. De plus, le linéaire busé est également significatif, ce qui indique un faciès fortement anthropisé. En effet, les affluents sont fréquemment reliés à un des plans d'eau ou à la Moule par des buses.

### 2.3.2.2 Berges et ripisylves

Ce compartiment est relativement bien préservé en raison de la forte présence de forêt dans cette zone et de l'impact plus faible de l'agriculture (Figure 3). Les secteurs les plus impactés sont Centre, Entrée du domaine, Nord et Sud. Les facteurs limitants incluent la représentativité des strates ainsi que la fonction habitat. Cette dernière prend en compte la diversité en strates de la ripisylve, sa largeur et sa continuité. Contrairement à la zone des sources de la Moulde, le Domaine des étangs bénéficie d'un entretien non drastique se traduisant par un entretien sélectif, du pâturage, ou une absence d'entretien (Figure 18).

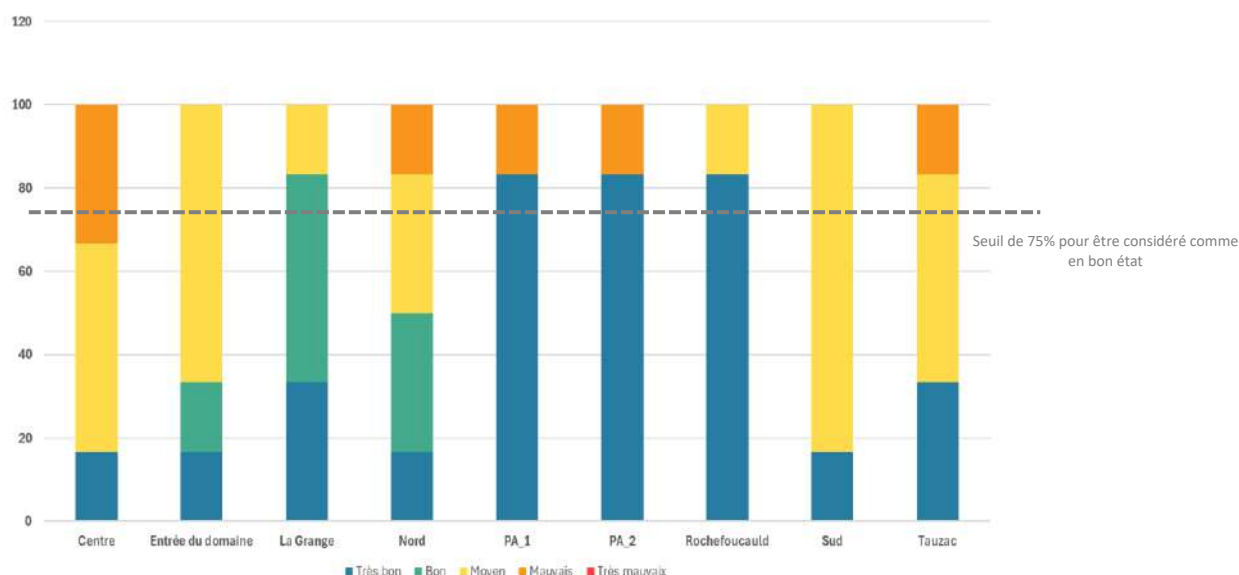


Figure 18 - Diagramme en bâton représentant les altérations de la ripisylve et des berges sur la zone du domaine des étangs

Les secteurs les mieux préservés sont ceux de La Grange, PA\_1, PA\_2 et Rochefoucauld qui atteignent le seuil de bon état écologique pour le compartiment berges et ripisylve. Les petits affluents présentent un très faible linéaire, leur forte qualité est donc à interpréter avec prudence. Cependant, Rochefoucauld et La Grange présentent une bonne qualité en raison de la présence d'une forêt dense et diversifiée ainsi qu'une faible utilisation anthropique (Figure 19).

Il est également à noter un certain nombre d'embâcles dans les secteurs Nord et La Grange ainsi qu'un nombre notable d'encoches d'érosions. La plupart des embâcles ne sont pas problématiques mais certains perturbent néanmoins le bon écoulement de l'eau. Le secteurs Sud présente deux encoches d'érosions d'importance et présente un faciès très incisé (Figure 19).

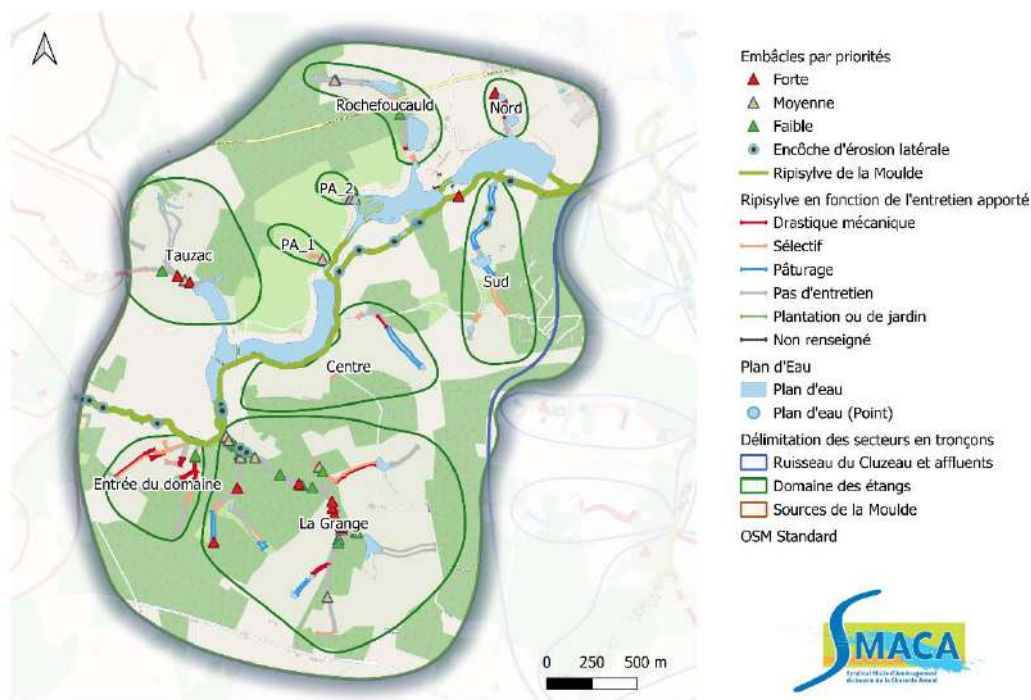


Figure 19 - Représentation cartographique de la ripisylve en fonction de l'entretien apporté, des embâcles et des encoches d'érosions sur la zone du domaine des étangs

### 2.3.2.3 Continuité écologique et hydrologie

La continuité écologique est fortement impactée sur les secteurs Nord, PA\_1 et PA\_2 (Tableau 9). Ces secteurs présentent en effet un certain nombre d'ouvrages de franchissement comparativement à leur linéaire de cours d'eau. Cependant, leur linéaire étant très limité, cette analyse doit être interprétée avec prudence (Figure 20).

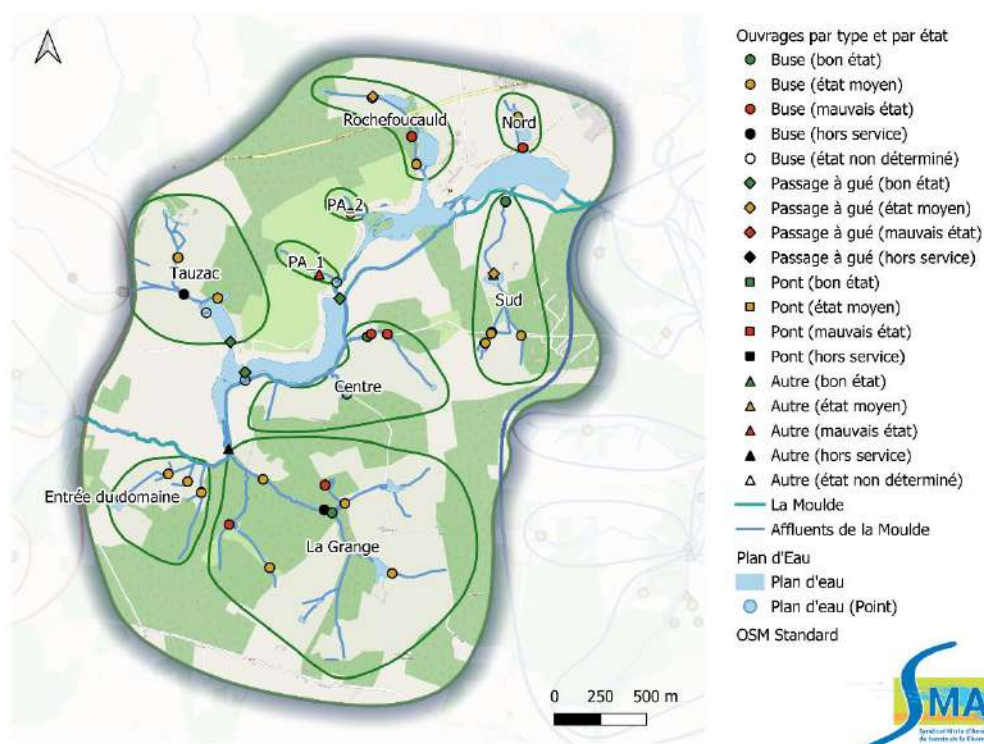


Figure 20 - Représentation cartographique des ouvrages par type et par état sur la zone du domaine des étangs

Le compartiment hydrologique est, quant à lui, très fortement dégradant sur le secteur de la Rochefoucauld avec une surface totale de plan d'eau de 2,25 hectares pour un linéaire de 1.1 kilomètres. Les secteurs Nord et Tauzac sont également impactés par la présence de plans d'eau (Tableau 9). En effet, le domaine des étangs présente de nombreux plans d'eau récréatifs ou pour l'abreuvement bovin mais ceux-ci ne sont pas toujours aux normes.

Tableau 9 - Qualité des compartiments continuité et hydrologie sur la zone du domaine des étangs

|                         | Centre | Entrée du domaine | La Grange | Nord  | PA_1  | PA_2    | Rochefoucauld | Sud      | Tauzac   |
|-------------------------|--------|-------------------|-----------|-------|-------|---------|---------------|----------|----------|
| Continuité hydrologique | Bon    | Très bon          | Très bon  | Moyen | Moyen | Mauvais | Très bon      | Très bon | Très bon |
| Hydrologie              | Bon    | Bon               | Bon       | Moyen | Bon   | Bon     | Très mauvais  | Bon      | Mauvais  |

#### 2.3.2.4 Points divers

Concernant les éléments divers, les éléments relevés sont limités, suggérant une faible anthropisation de la zone. En effet, certains rejets ont été identifiés mais ceux-ci sont souvent associés à un affluent rejoignant La Moulde. Un certain nombre de ragondins sont présents sur le domaine. Cette présence a été confirmée par Jean-François MAGNIAN, garde-chasse du domaine, qui a signalé l'impact négatif des ragondins sur les digues des plans d'eau.



Figure 21 - Représentation cartographique des points divers sur la zone du domaine des étangs

#### 2.3.2.5 Bilan de la zone du domaine des étangs

De manière générale, la zone du domaine des étangs présente une ripisylve d'une relative bonne qualité (33% d'altération) et un faciès médiocre (80% d'altération) principalement en raison d'une faible diversité granulométrique (Figure 22).

Certains secteurs présentent des problématiques de continuité et d'hydrologie. De plus, ces compartiments sont affectés à l'échelle de la zone du fait de la succession de plusieurs plans d'eau d'importance et d'un bras de contournement non efficace sur la Moulde. En effet, certains affluents rejoignant un plan d'eau ou le bras de contournement de la Moulde via un ouvrage, compromettent la continuité écologique à ce niveau (Figure 22).

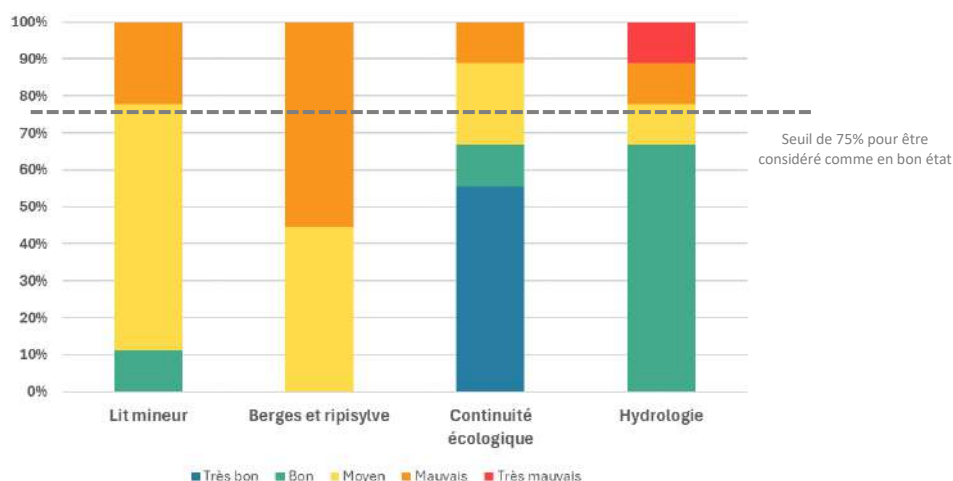
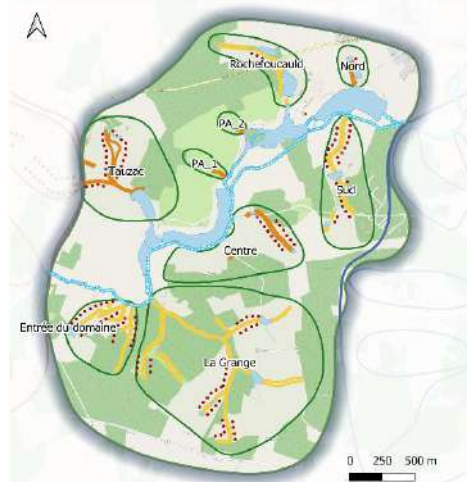


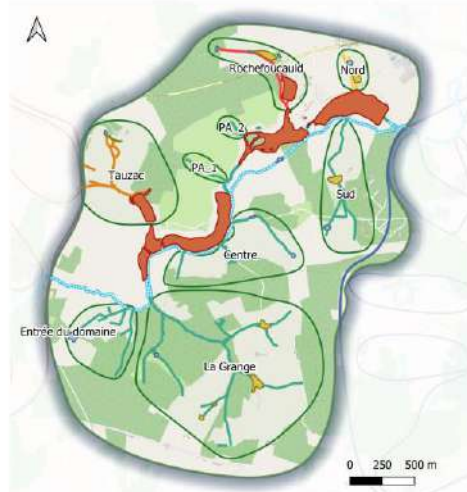
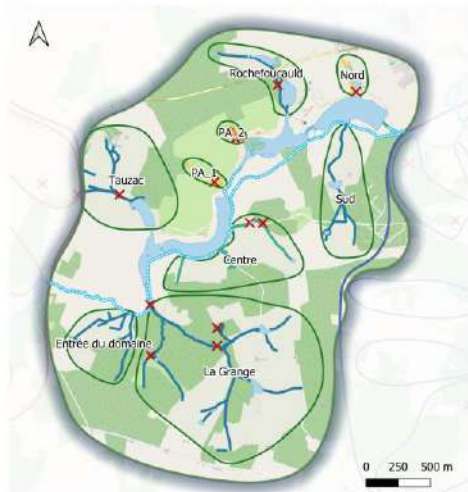
Figure 22 - Diagramme en bâton des altérations sur les 4 compartiments de la zone du domaine des étangs

Zone de piétiement important  
 Zone présentant un très fort colmatage  
 La Moulde  
 Qualité écologique du compartiment lit mineur  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moulde  
 OSM Standard



La Moulde  
 Linéaire présentant une ripisylve très altérée  
 Qualité écologique du compartiment ripisylve  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moulde  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 OSM Standard

Ouvrage en mauvais état ou hors service  
 La Moulde  
 Qualité écologique du compartiment continuité  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moulde  
 OSM Standard



La Moulde  
 Qualité écologique du compartiment hydrologie  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'eau classé par niveau d'altération  
 Inconnu  
 Moyennement impactant  
 Peu impactant  
 Très impactant  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moulde  
 OSM Standard



Altération la plus déclassante du secteur  
 Compartiment Lit mineur  
 Compartiment Berges et Ripisylve  
 Compartiment Continuité Écologique  
 Compartiment Hydrologie  
 La Moulde  
 Qualité écologique générale  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moulde  
 OSM Standard



Figure 23 - Qualité écologique de chaque compartiment et éléments les plus important dans la zone du Domaine des Étangs

La Cartographie précédente (Figure 23) met en avant la qualité écologique de la zone du domaine des étangs selon les 4 compartiments puis son état général où les impacts les plus dégradants sont également représentés. Il apparaît que les compartiments Lit mineur, ripisylve et hydrologie sont fortement impactés. Ces impacts viennent principalement du bétail, de l'importante présence de plan d'eau ainsi que d'un entretien drastique. Il apparaît nettement sur cette carte les plus dégradés : principalement les secteurs de Rochefoucauld, Sud, Centre et Tauzac. Cela permet de prioriser les secteurs à restaurer.

### 2.3.3 ZONE 3 : Le ruisseau du Cluzeau

#### 2.3.3.1 Lit mineur et faciès

La zone du ruisseau du Cluzeau présente des faciès relativement épargnés. Les secteurs les plus impactés sont Sauvagnac, Puyjean, Porteboeuf et Chêne. Ceux-ci présentent en effet une granulométrie dominante fine et peu diversifiée, un linéaire notablement colmaté et des berges très fortement impactés par des points d'abreuvement (Tableau 16). Il s'agit en effet d'une zone souffrant d'une forte activité bovine (Figure 3). Sur ce secteur, seul Borderies et Pélussonie atteignent le seuil de 75%, pouvant ainsi être considéré comme en bon état écologique dans le compartiment lit mineur.

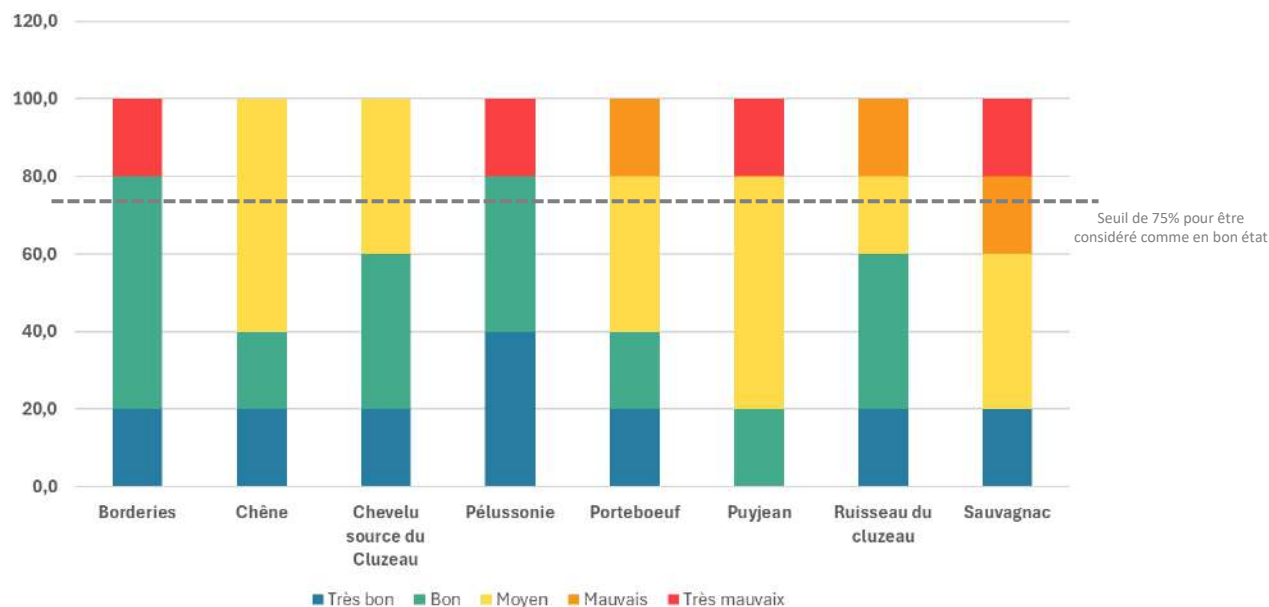


Figure 25 - Diagramme en bâton du lit mineur de la zone du ruisseau du Cluzeau

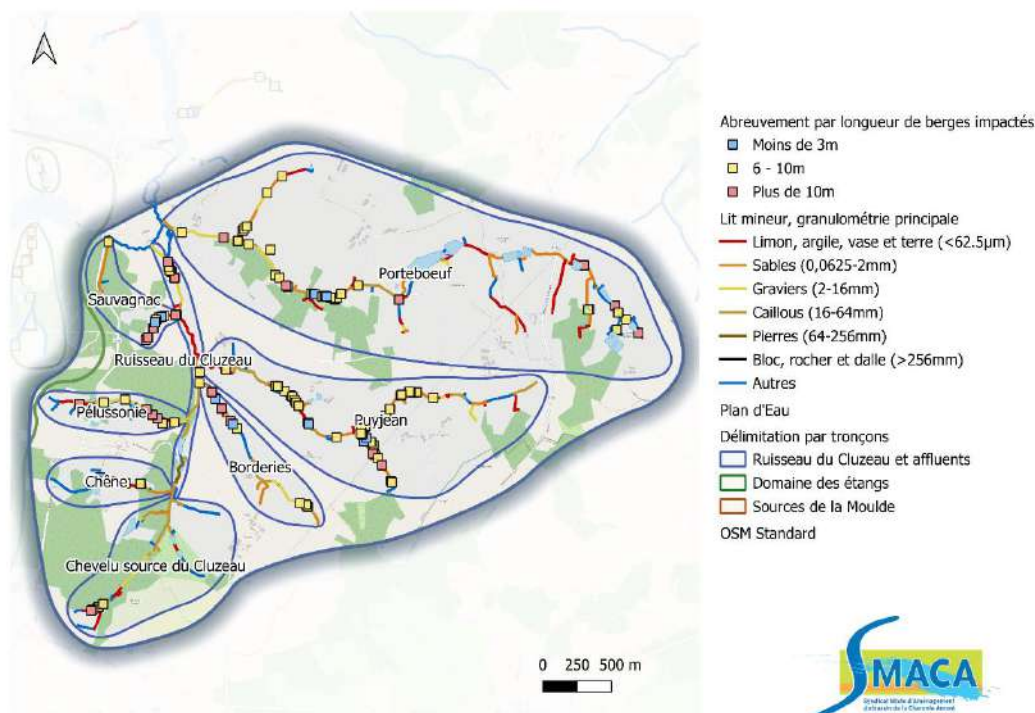


Figure 24 - Représentation cartographique du faciès selon la granulométrie principale et des abreuvements sur la zone du ruisseau du Cluzeau

Il convient également de noter que 2,1 kilomètres de linéaire sont classifiés comme « linéaire de ruissellement » (soit 5,9% du linéaire total), c'est-à-dire que l'écoulement ne présente ni berges ni granulométrie identifiable (Tableau 10).

Tableau 10 - Linéaire de ruissellement sur la zone du Cluzeau et affluents

|                           | Longueur totale<br>(en m) | Enterrement, recouvrement ou buse |             | Linéaire de ruissellement |             |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
|                           |                           | Linéaire (en m)                   | Pourcentage | Linéaire (en m)           | Pourcentage |
| Chêne                     | 1033,0                    |                                   |             | 133,5                     | 12,9        |
| Chevelu source du Cluzeau | 2569,5                    |                                   |             | 309,7                     | 12,1        |
| Pélussonie                | 1600,4                    |                                   |             | 327,8                     | 20,5        |
| Porteboeuf                | 8471,9                    | 77,9                              | 0,9         | 213,6                     | 2,5         |
| Puyjean                   | 5053,4                    |                                   |             | 298,3                     | 5,9         |
| Ruisseau du Cluzeau       | 2093,8                    |                                   |             | 44,8                      | 2,1         |
| Sauvagnac                 | 846,1                     |                                   |             | 51,5                      | 6,1         |
| <b>TOTAL</b>              | <b>23457,4</b>            | <b>77,9</b>                       | <b>0,3</b>  | <b>1379,3</b>             | <b>5,9</b>  |

Le faciès artificiel n'est pas entièrement disponible sur cette zone car l'entité « recouvrement, enterrement ou busé » n'était pas encore disponible sur l'interface au moment des sorties terrain. Cette problématique sera discutée dans la partie 4.2 : Limites et pistes d'améliorations.

### 2.3.3.2 Ripisylve et berges

La ripisylve est très fortement impactée sur la zone du Cluzeau. Les pourcentages d'altérations sont en effet compris entre 50 et 82% avec une moyenne de 68.8% (Figure 26). Aucun secteur n'atteint le seuil de 75% de bon état écologique.

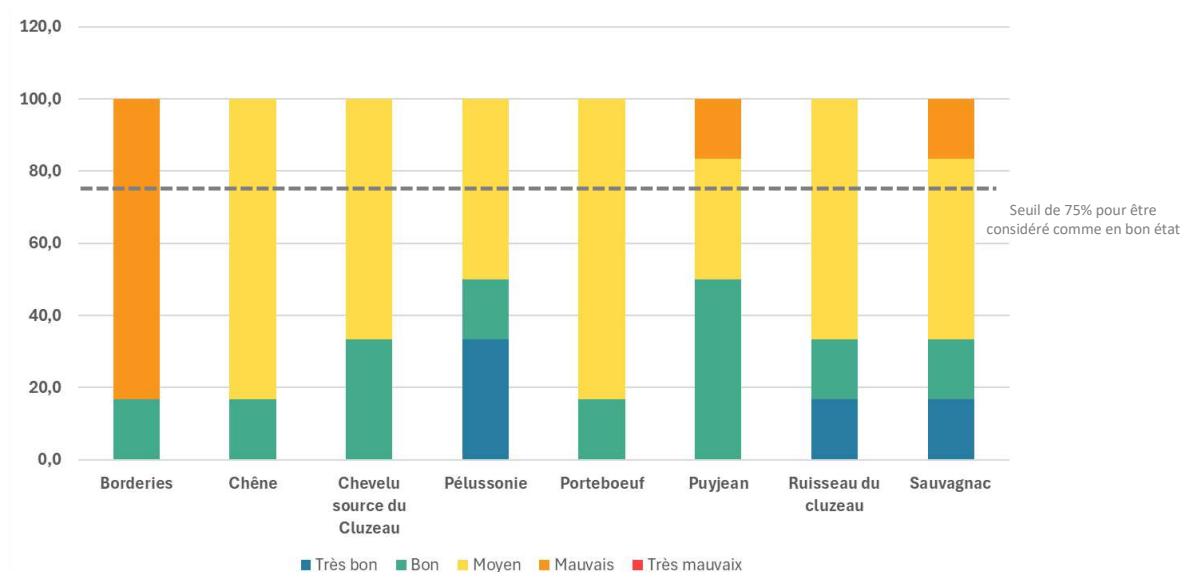


Figure 26 - Diagramme en bâton du compartiment berges et ripisylve sur la zone du ruisseau du Cluzeau

Cela est principalement dû à une fonction habitat dégradée ainsi qu'une largeur de ripisylve majoritairement faible. La diversité des strates et la continuité de la ripisylve sont également déclassantes (Tableau 16).

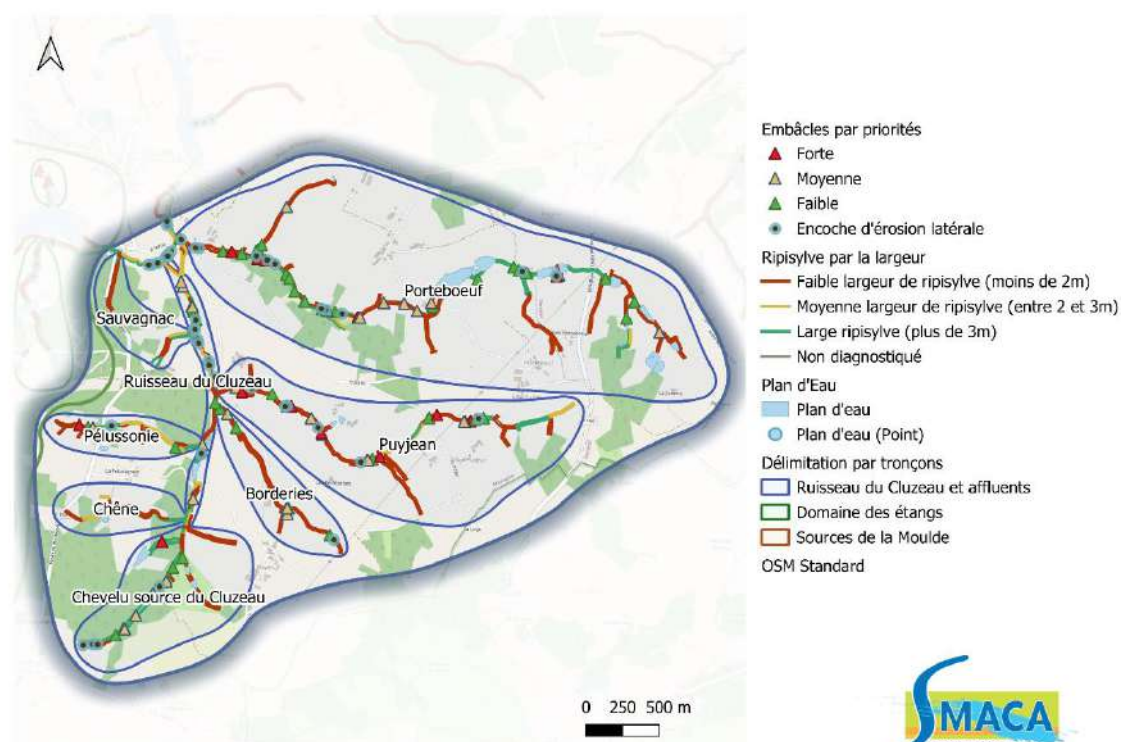


Figure 27 - Représentation cartographique de la ripisylve en fonction de sa largeur, des embâcles et encoches d'érosion sur la zone du ruisseau du Cluzeau

On observe également une forte présence d'encoches d'érosion latérales, indiquant une forte instabilité des berges. Cette instabilité peut être attribuée à la faible présence de ripisylve impliquant alors une faible densité de racines permettant de consolider les berges (Figure 27).

De plus, de nombreux embâcles sont notifiés. Certains ne sont pas problématiques et apportent au contraire des effets bénéfiques (Figure 50). En revanche, d'autres font obstacle au bon écoulement de l'eau entraînant une défaillance granulométrique. Ces perturbations se manifestent par un colmatage important et une accumulation de sédiments fins en amont des obstacles (Figure 27).

#### 2.3.3.3 Continuité écologique et hydrologie

La continuité écologique n'est pas une problématique majeure sur cette zone. En effet, seul Sauvagnac présente une forte densité d'ouvrages en mauvais état et/ou hors service sur son linéaire (Tableau 11 - Qualité des compartiments continuité et hydrologie sur la zone du ruisseau du Cluzeau). Il est toutefois à noter la présence significative d'ouvrages sur les secteurs de Puyjean, Porteboeuf et Borderies (Figure 28). Une présence accrue d'ouvrages pourrait expliquer le fort colmatage présent sur la zone du Cluzeau, ceux-ci créant un phénomène d'accumulation des sédiments (Muste & Xu, 2017). Cette évaluation est atténuée par l'analyse car se concentrant uniquement sur les ouvrages en mauvais état et/ou hors service tout en les relativisant par rapport à la longueur totale du linéaire. Par exemple, Porteboeuf, en raison de son long linéaire, va diluer cette donnée. Cette limite sera développée dans la partie 4.2 : Limites et pistes d'améliorations.

L'hydrologie est impactée uniquement sur le secteur de Chêne. Cependant, il est à noter une surface cumulée de zone en eau très forte sur le secteur de Porteboeuf (31 761 m<sup>2</sup>) (Figure 28). Cela ne ressort pas dans le tableau à cause de l'importante longueur du linéaire (8 572 m). Cela reste néanmoins un impact majeur sur ce secteur.

Tableau 11 - Qualité des compartiments continuité et hydrologie sur la zone du ruisseau du Cluzeau

|                       | Borderies | Chêne    | Chevelu source du Cluzeau | Pélussonie | Porteboeuf | Puyjean | Ruisseau du cluzeau | Sauvagnac |
|-----------------------|-----------|----------|---------------------------|------------|------------|---------|---------------------|-----------|
| Continuité écologique | Bon       | Très bon | Très bon                  | Très bon   | Très bon   | Bon     | Très bon            | Moyen     |
| Hydrologie            | Bon       | Moyen    | Bon                       | Bon        | Bon        | Bon     | Bon                 | Bon       |

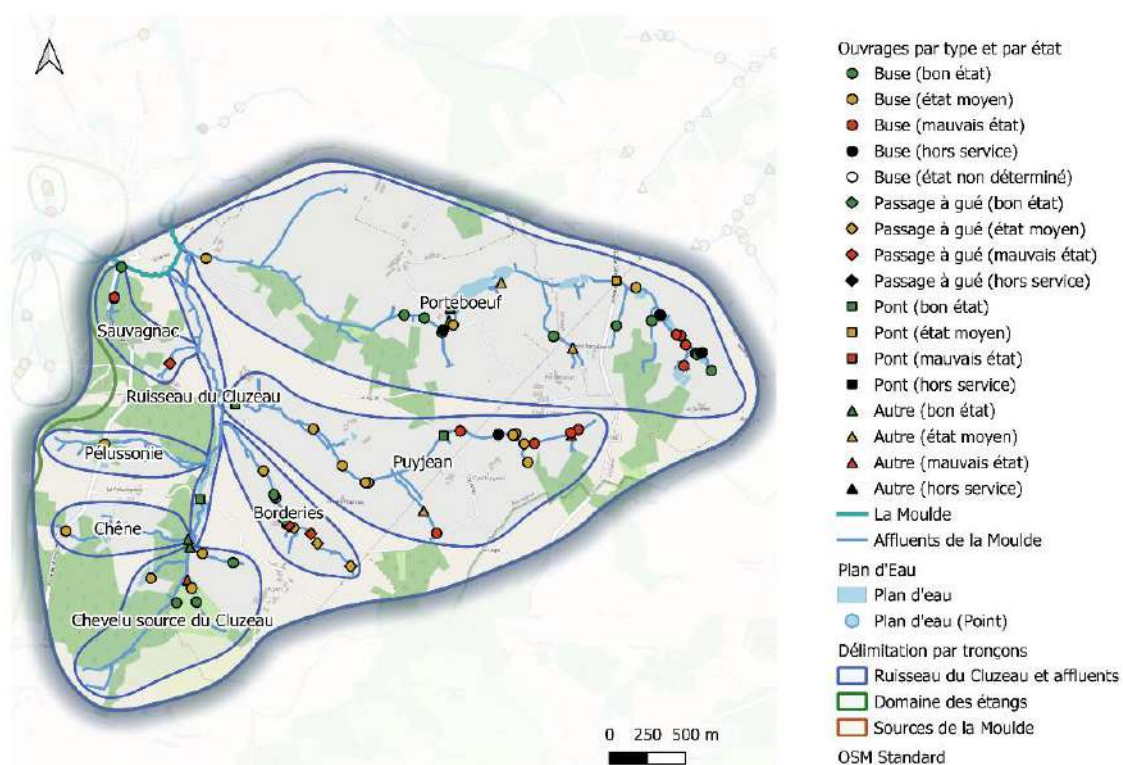


Figure 28 - Représentation cartographique des ouvrages selon leur type et leur état sur la zone du ruisseau du Cluzeau

#### 2.3.3.4 Points divers

Un grand nombre de points de rejet, notamment sur Porteboeuf, témoigne d'une activité agricole omniprésente (Figure 29). La plupart de ces rejets proviennent de buses agricoles reliées à des systèmes de drainage par exemple. Il est à noter la présence d'espèces envahissantes telles que des ragondins et du bambou dans certains secteurs, notamment à Porteboeuf (Figure 29). Une forte densité de points divers, en particulier sur le chevelu source du Cluzeau, fait référence à divers aspects notables tels que des incisions fortes, des cascades artificielles en enrochements, une forte présence de ronces, etc (Figure 29).

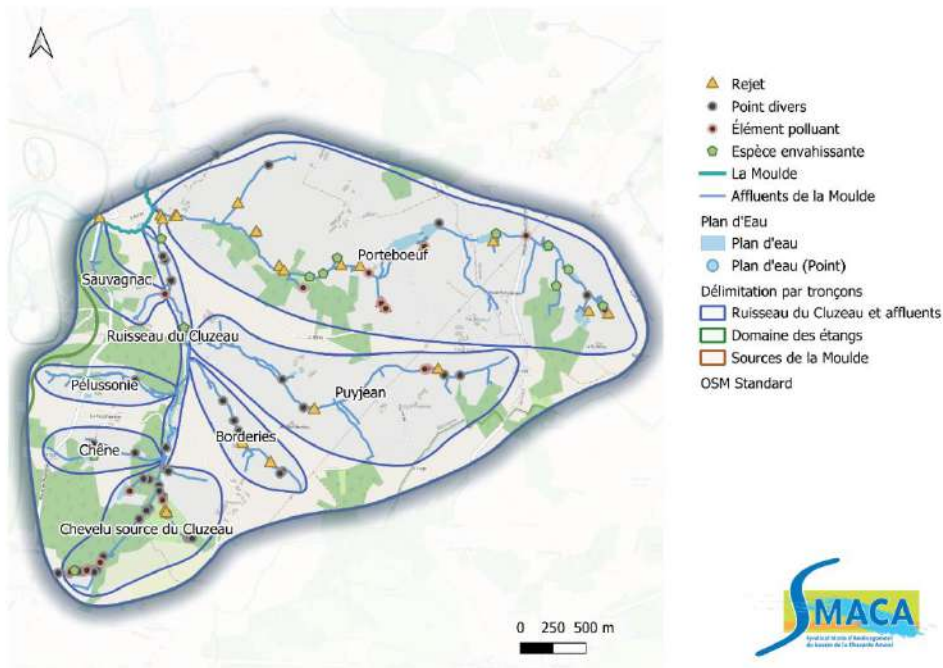


Figure 29 - Représentation cartographique des points divers sur la zone du ruisseau du Cluzeau

#### 2.3.3.5 Bilan de la zone du ruisseau du Cluzeau

Ainsi, dans la zone du Cluzeau et affluents, la ripisylve et le faciès sont entièrement dégradés, principalement en raison du piétinement par le bétail ainsi que d'une largeur de végétation trop faible (Figure 30). La continuité écologique et l'hydrologie restent globalement bonnes et atteignent le bon état écologique (plus de 75% de bon état), bien que des nuances soient nécessaires en raison du biais créé par la longueur de certains tronçons, minimisant l'impact des ouvrages et plans d'eau sur la qualité écologique.

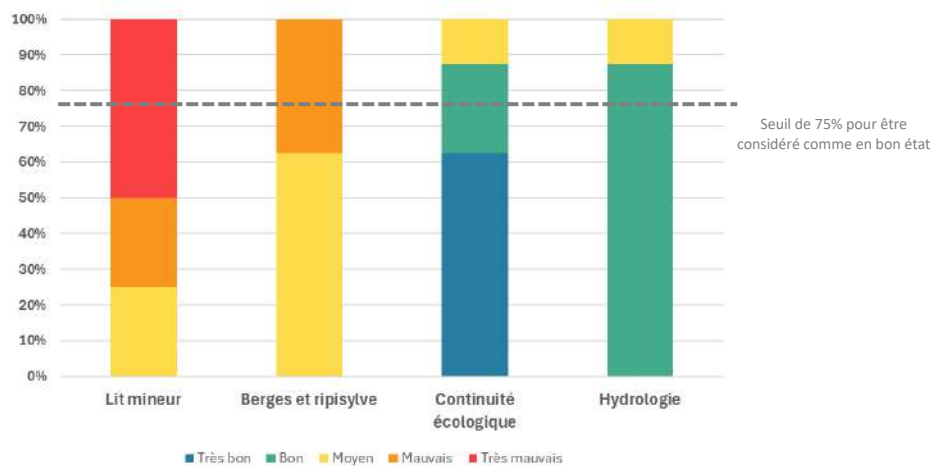
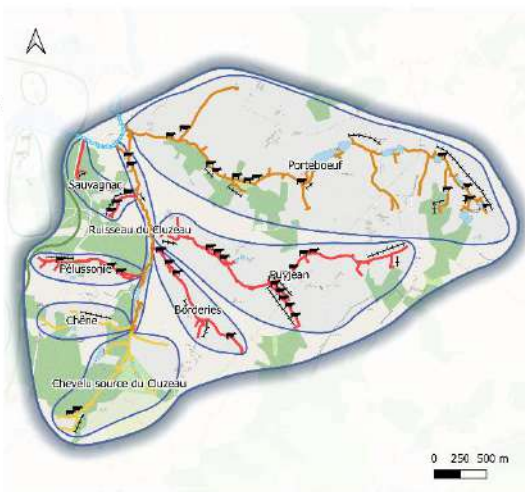


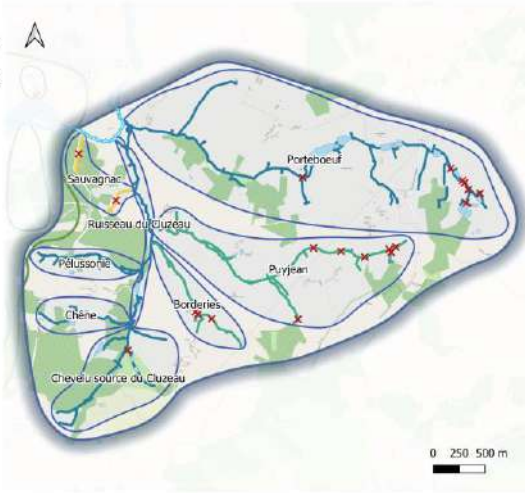
Figure 30 - Diagramme en bâtons représentant la qualité écologique des 4 compartiments sur la zone du Cluzeau

Zone de piétement important  
 La Moule  
 Zone présentant un très fort colmatage  
 Qualité écologique du compartiment lit mineur  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moule  
 OSM Standard



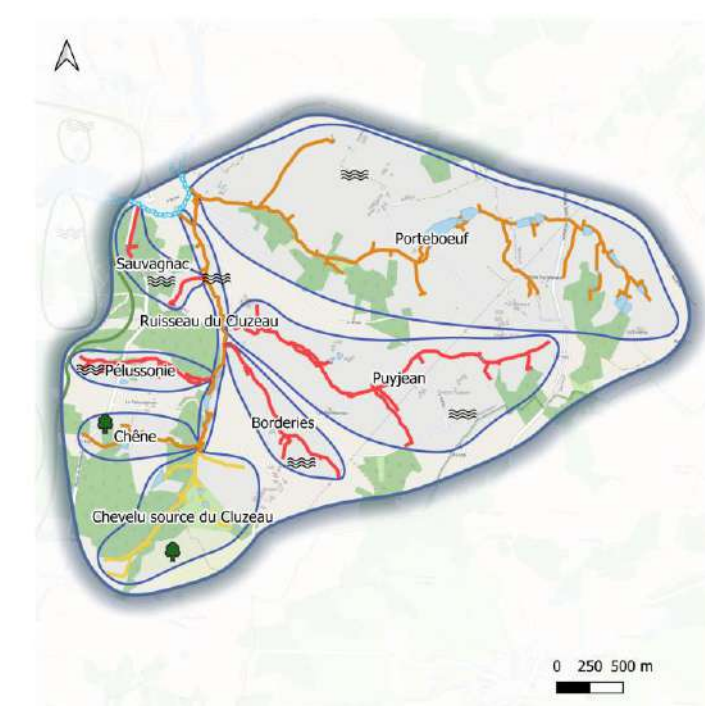
La Moule  
 Linéaire présentant une ripisylve très altérée  
 Qualité écologique du compartiment ripisylve  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moule  
 OSM Standard

Ouvrage en mauvais état ou hors service  
 La Moule  
 Qualité écologique du compartiment continuité  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moule  
 OSM Standard



La Moule  
 Qualité écologique du compartiment hydrologie  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'eau classé par niveau d'altération  
 Inconnu  
 Moyennement impactant  
 Peu impactant  
 Très impactant  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moule  
 OSM Standard

La Moule  
 Altération la plus déclassante du secteur  
 Compartiment Lit mineur  
 Compartiment Berges et Ripisylve  
 Compartiment Continuité Écologique  
 Compartiment Hydrologie  
 Qualité écologique générale  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moule  
 OSM Standard



La Moule  
 Altération la plus déclassante du secteur  
 Compartiment Lit mineur  
 Compartiment Berges et Ripisylve  
 Compartiment Continuité Écologique  
 Compartiment Hydrologie  
 Qualité écologique générale  
 Très bon  
 Bon  
 Moyen  
 Mauvais  
 Très mauvais  
 Plan d'Eau  
 Plan d'eau  
 Plan d'eau (Point)  
 Délimitation des secteurs en tronçons  
 Ruisseau du Cluzeau et affluents  
 Domaine des étangs  
 Sources de la Moule  
 OSM Standard



Figure 31 - Qualité écologique par compartiments et éléments les plus altérants dans la zone du Cluzeau

La cartographie précédente (Figure 31) met en avant la qualité écologique de la zone du Cluzeau selon les 4 compartiments puis son état général où les impacts les plus dégradants sont également représentés. Il apparaît que les compartiments lit mineur et ripisylve sont fortement impactés. Ces impacts viennent principalement du piétinement du bétail pour l'un et d'un entretien drastique non raisonné pour l'autre. Il apparaît nettement sur cette carte les secteurs les plus impactés : Principalement les secteurs de Sauvagnac, Puyjean, Borderies et Pélussonie qui présentent des faciès très fortement dégradés. Cela permet de prioriser les secteurs à restaurer.

#### 2.3.4 Synthèse du diagnostic

D'après ce diagnostic du territoire, les impacts suivants sont les plus dégradants :

- Le **piétinement du bétail**, qui déstabilise les berges, colmate le cours d'eau et entrave le développement de la végétation ;
- Un **entretien excessif de la ripisylve**, nuisible au bon état écologique du cours d'eau ;
- La **présence de nombreux plans d'eau importants**, non conformes aux normes, qui affectent significativement l'hydrologie ;
- Des **ouvrages en mauvais état ou hors service** compromettant gravement la continuité écologique.

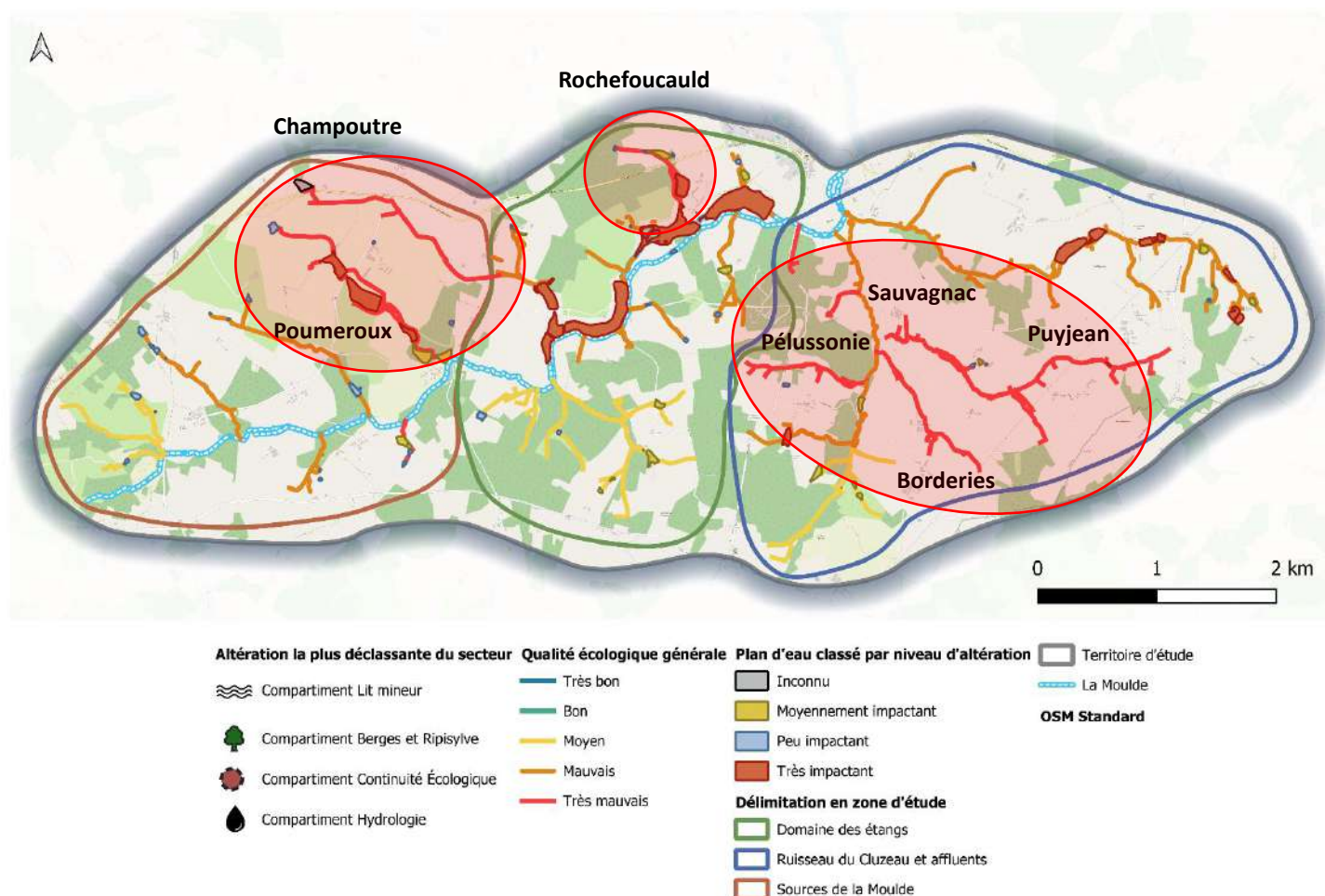


Figure 32 - Qualité écologique générale du territoire d'étude

Les secteurs les plus dégradés sont Champoutre et Poumeroux dans la zone des sources de la Moulde, Rochefoucauld dans la zone du domaine des étangs ainsi que Puyjean, Borderies, Pélussonie et Sauvagnac dans la zone du ruisseau du Cluzeau (Figure 32).

### 3 Propositions d'éléments de restauration

#### 3.1 Enjeux et objectifs

Des impacts identifiés dans la partie diagnostic découlent des enjeux prioritaires nécessaires pour atteindre un bon état écologique. À partir de ces enjeux, des objectifs stratégiques sont établis, visant à créer une vision à long terme pour y répondre. Des fiches travaux sont ensuite conçues par problématiques afin de garantir la mise en œuvre de ces objectifs (Tableau 12). Ces fiches travaux seront développés dans la partie suivante.

Tableau 12 - Enjeux, objectifs et problématiques rencontrés sur le territoire

| Enjeux                                                          | Objectifs stratégiques                   | Problématiques impliquées                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Protection, valorisation et restauration des milieux aquatiques | Assurer la continuité écologique         | Figure 57 - Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique                                                                          |
|                                                                 | Préserver et restaurer les zones humides | Figure 54 - Problématique n°4 : Faciès hydrauliques homogènes<br><br>Figure 57 - Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique     |
|                                                                 | Conserver et restaurer les habitats      | ➤ Figure 52 - Problématique n°3 : Les ripisylves en mauvais état<br>➤ Figure 54 - Problématique n°4 : Faciès hydrauliques homogènes          |
|                                                                 | Entretenir et restaurer la ripisylve     | Figure 52 - Problématique n°3 : Les ripisylves en mauvais état                                                                               |
|                                                                 | Préserver les berges                     | Figure 43 – Problématique n°1 : L'abreuvement du bétail                                                                                      |
| Adaptation au changement climatique                             | Préserver et restaurer les zones humides | ➤ Figure 49 - Problématique n°2 : Les travaux d'entretien réguliers<br>➤ Figure 57 - Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique |
|                                                                 | Aménager et/ou effacer les plans d'eau   | Figure 57 - Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique                                                                          |
| Amélioration de la qualité de l'eau                             | Préserver et restaurer les zones humides | Figure 57 - Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique                                                                          |
|                                                                 | Limiter le colmatage des cours d'eau     | Figure 54 - Problématique n°4 : Faciès hydrauliques homogènes                                                                                |
|                                                                 | Entretenir et restaurer la ripisylve     | Figure 52 - Problématique n°3 : Les ripisylves en mauvais état                                                                               |
|                                                                 | Préserver les berges                     | Figure 43 – Problématique n°1 : L'abreuvement du bétail                                                                                      |
|                                                                 | Aménager et/ou effacer les plans d'eau   | Figure 57 - Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique                                                                          |

### 3.2 Réalisation de fiches travaux

Une fois les impacts majeurs, les enjeux et les objectifs mis en avant, il a été décidé de réaliser des fiches travaux permettant de concevoir des éléments de restauration. Ces fiches travaux sont accessibles en annexes. Pour concevoir ces fiches, ont été utilisés des documents d'information transmis par le syndicat ainsi que des recherches personnelles (accessibles en bibliographie). Des rapports et documents généraux de diagnostic, de suivis et de restauration des milieux aquatiques ont été utilisés comme Le guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau (Agence de l'eau et al., 2019), Eléments d'hydromorphologie fluviale appliquée (Bravard & Malavoi, 2010), Le manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau (DEMAA et al., 2007) ou encore le Guide d'entretien des cours d'eau réalisé par L'ONEMA en coopération avec la Chambre d'agriculture Loire-Atlantique en 2016. D'autres outils ont été utilisés ponctuellement et seront cités en bas de la page contenant la fiche travaux concernée. Les chiffrages financiers viennent, quant à eux, des données d'anciens travaux du syndicat.

Le Tableau 13 a été réalisé afin de synthétiser l'influence que les propositions de restaurations auront sur chaque compartiments du système aquatique. Ce système prend en compte : Le lit mineur, les berges, la ripisylve, les annexes hydrauliques ainsi que le lit majeur et le bassin versant. Le niveau d'impact positif qu'aura l'élément de restauration sur le compartiment est noté avec des signes « + ». 3 niveaux sont possibles : très impactant, moyennement impactant et faiblement impactant.

### 3.3 Exemples d'éléments de restauration

Le stage n'avait pas pour objectif de proposer des solutions de restauration spécifiques, localisées et chiffrées. Cependant, cette section a pour but d'identifier certaines zones présentant un potentiel pour la restauration écologique. Pour chaque zone d'étude, un type d'élément de restauration sera mis en avant, sans détailler les aspects d'implémentation, de budget ou de calendrier des travaux.

Dans les cartographies suivantes, les ouvrages à remplacer ou à supprimer correspondent aux ouvrages en mauvais état ou hors service. Une prospection plus approfondie sur ces ouvrages serait à prévoir afin d'envisager une restauration spécifique et appropriée aux contraintes locales. Les linéaires de recharge granulométrique correspondent aux linéaires de cours d'eau présentant à la fois un colmatage égal ou supérieur à 75% ainsi qu'un faciès de type plat lentique. En effet, une recharge granulométrique pourrait venir améliorer ces deux éléments (Figure 55). Les plans d'eau ont été classés en fonction de trois critères principaux : leur taille, leur conformité aux normes, et leur potentiel pour être supprimés. Ce potentiel de suppression dépend de plusieurs facteurs, tels que la possibilité de transformer le plan d'eau en une zone humide, ainsi que l'absence d'usages spécifiques ou d'activités qui nécessitent sa présence (pêche, réserve incendie, irrigation pour l'agriculture, etc.). Les aménagements des abreuvoirs correspondent aux localisations présentant un très fort piétinement (Figure 23). La plantation de ripisylve fait référence aux lieux ne présentant aucune végétation et/ou souffrant d'un certain nombre d'encoches d'érosion latérale.

Tableau 13 - Influences des travaux proposés sur les différents compartiments composant le système aquatique

|     |               |
|-----|---------------|
|     | Pas d'impact  |
| +   | Impact faible |
| ++  | Impact moyen  |
| +++ | Impact fort   |

|     |               | LIT MINEUR     |                         |            |               |           |                                             |                       |          |                |           |             |                 |
|-----|---------------|----------------|-------------------------|------------|---------------|-----------|---------------------------------------------|-----------------------|----------|----------------|-----------|-------------|-----------------|
|     |               | Hydraulique    |                         | Hydrologie | Morphologie   |           |                                             | Ecologie              |          | Physico-chimie |           |             |                 |
|     |               | Débit, vitesse | Continuité sédimentaire | Quantité   | Granulométrie | Colmatage | Forme (largeur, pente, section mouillée...) | Continuité écologique | Habitats | Nutriments     | Polluants | Température | Oxygène dissous |
|     |               |                |                         |            |               |           |                                             |                       |          |                |           |             |                 |
|     | Pas d'impact  |                |                         |            |               |           |                                             |                       |          |                |           |             |                 |
| +   | Impact faible |                |                         |            |               |           |                                             |                       |          |                |           |             |                 |
| ++  | Impact moyen  |                |                         |            |               |           |                                             |                       |          |                |           |             |                 |
| +++ | Impact fort   |                |                         |            |               |           |                                             |                       |          |                |           |             |                 |

|                                                         |                                             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Problématique n°1 : L'abreuvement du bétail             | Implémentation de clôtures                  |     |     |     | +++ | +++ | +++ |     | +   | +++ | +++ |     | ++  |
|                                                         | La pompes à museaux                         |     |     |     | +++ | +++ | +++ |     | +++ | +++ | +++ |     | ++  |
|                                                         | L'abreuvoir gravitaire                      |     |     |     | +++ | +++ | +++ |     | +++ | +++ | +++ |     | ++  |
|                                                         | Le passage à gué                            | ++  |     |     | ++  | ++  | ++  |     | ++  | ++  | ++  |     | +   |
|                                                         | Abreuvoir aménagé sur le cours d'eau        |     |     |     | ++  | ++  | ++  |     | ++  | ++  | ++  |     | +   |
| Problématique n°2 : Travaux d'entretien régulier        | Enlèvement des embâcles                     | ++  | ++  |     | ++  | ++  |     |     | +   | ++  |     |     |     |
|                                                         | Elagage des arbres                          |     |     |     |     |     |     |     |     | +   |     | +   |     |
| Problématique n°3 : Ripisylve en mauvais état           | Plantation de ripisylve                     |     |     |     |     |     | +++ |     | +   | +++ | +++ | +++ | ++  |
| Problématique n°4 : Faciès hydrauliques homogènes       | Création d'îlots végétaux                   | +++ |     |     | ++  | +++ | +++ |     | ++  |     |     | ++  | ++  |
| Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique | Effacement des plans d'eau                  | ++  | +++ | +++ | ++  | ++  | +   | +++ | ++  | +++ | +++ | +++ | +++ |
|                                                         | Suppression des ouvrages de franchissements | ++  | ++  | ++  | ++  | ++  | +   | ++  | +   |     |     |     |     |

|                                                         |                                             | BERGES                 |          | RIPISYLVE            |          | ANNEXES                      | LIT MAJEUR & BASSIN VERSANT  |                    |                 |          |                |           |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|----------|----------------------|----------|------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|----------|----------------|-----------|
|                                                         |                                             | Morphologie            | Ecologie | Ecologie             |          | Morphologie et écologie      | Hydraulique                  | Hydrologie         | Morphologie     | Ecologie | Physico-chimie |           |
|                                                         |                                             | Forme (Hauteur, pente) | Habitats | Diversité écologique | Habitats | Connexion avec le lit mineur | Connexion avec le lit mineur | Bilan hydrologique | Forme & paysage | Habitats | Nutriments     | Polluants |
| Problématique n°1 : L'abreuvement du bétail             | Implémentation de clôtures                  | +++                    | +++      |                      |          |                              |                              |                    | +               | +        | ++             | ++        |
|                                                         | La pompes à museaux                         | +++                    | +++      |                      |          |                              |                              |                    | +               | +        | ++             | ++        |
|                                                         | L'abreuvoir gravitaire                      | +++                    | +++      |                      |          |                              |                              |                    | +               | +        | ++             | ++        |
|                                                         | Le passage à gué                            | ++                     | ++       |                      |          |                              |                              |                    | +               | +        | +              | +         |
|                                                         | Abreuvoir aménagé sur le cours d'eau        | ++                     | ++       |                      |          |                              |                              |                    | +               | +        | +              | +         |
| Problématique n°2 : Travaux d'entretien régulier        | Enlèvement des embâcles                     |                        |          |                      |          | +                            | +                            |                    |                 |          |                |           |
|                                                         | Elagage des arbres                          | ++                     | +        | ++                   | ++       | ++                           | ++                           |                    |                 |          |                |           |
| Problématique n°3 : Ripisylve en mauvais état           | Plantation de ripisylve                     | +++                    | +++      | +++                  | +++      | +++                          | +++                          |                    | +++             | +++      | +++            | +++       |
| Problématique n°4 : Faciès hydrauliques homogènes       | Création d'îlots végétaux                   | ++                     | +++      | ++                   | ++       | ++                           | ++                           |                    |                 |          |                |           |
| Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique | Effacement des plans d'eau                  |                        |          |                      |          | +++                          | ++                           | +++                | +++             | ++       | +++            | +++       |
|                                                         | Suppression des ouvrages de franchissements |                        |          |                      |          | ++                           | +                            |                    |                 |          |                |           |

### 3.3.1 ZONE 1 : Les sources de la Moulde

Les impacts les plus dégradants sur cette zone sont liés à la présence de plans d'eau très impactant. Également, la ripisylve est fortement dégradée par le bétail ou par un entretien trop drastique (Figure 15). Cependant, aucun plan d'eau très impactant ne pourrait être effacé car étant utilisés pour l'agriculture. Il s'agirait donc de prendre contact avec le propriétaire/exploitant afin d'envisager une remise aux normes.

Il serait donc pertinent de travailler sur une restauration de la ripisylve (Figure 53). Une localisation particulièrement appropriée pour cette restauration se situe au niveau de Poumeroux et/ou de Champoutre (Figure 33). En effet, une plantation de ripisylve apporterait tous les bénéfices écologiques associés à la végétation rivulaire, tels que l'amélioration de la qualité de l'eau, la stabilisation des berges ou encore la protection aux fortes chaleurs minimisant l'évaporation de l'eau et permettant une meilleure température de celle-ci dans le cours d'eau. De plus, elle servirait de barrière naturelle contre le bétail cherchant à s'abreuver. Cela pourrait être conforté notamment en mettant en place une clôture (électrique ou barbelés en fonction des préférences du propriétaire).

En complément, des points d'abreuvements localisés pourraient être aménagés afin de permettre au bétail de s'abreuver sans endommager les berges (Figure 34). Le type d'abreuvement dépendra de l'utilisation du territoire. En effet, certains éléments sont à prendre en compte comme le passage ou non de tracteurs sur le cours d'eau. Dans ce cas, un passage à gué serait le choix le plus judicieux (Figure 47). Sinon, en fonction du nombre de vaches et de la topographie, des pompes à museaux (Figure 45) ou des abreuvoirs gravitaires (Figure 46) pourraient être installés aux endroits privilégiés par le bétail.

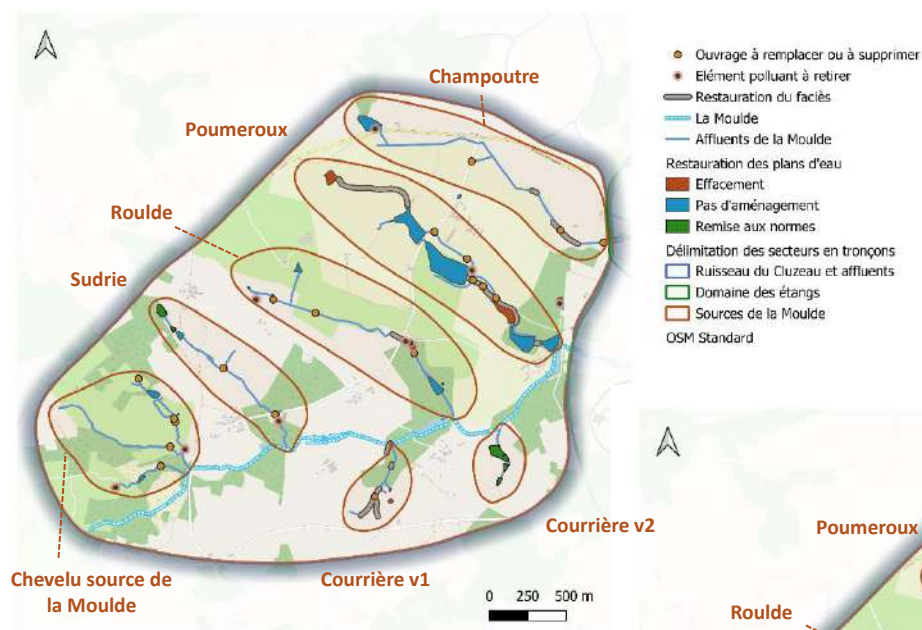
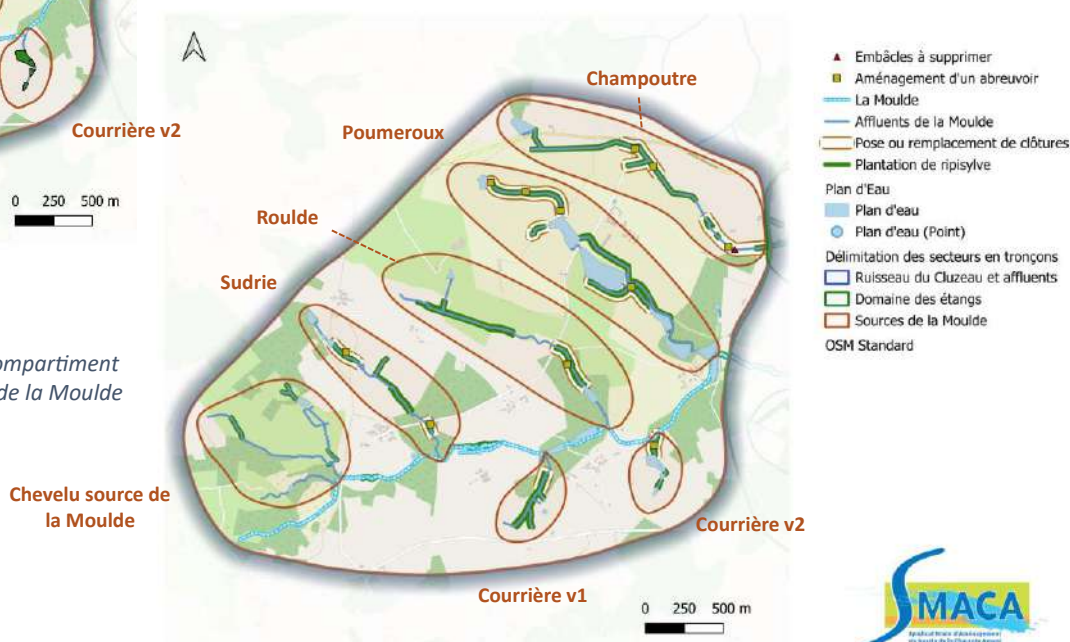


Figure 33 - Eléments de restauration du compartiment berges et ripisylve sur la zone des sources de la Moulde

Figure 34 - Eléments de restauration des compartiments lit mineur, continuité écologique et hydrologie sur la zone des sources de la Moulde



### 3.3.2 ZONE 2 : Le domaine des étangs

Concernant le domaine des étangs, les principaux impacts identifiés sont liés à la dégradation de la ripisylve et du faciès (Figure 23). Cependant, certains secteurs, comme celui de Rochefoucauld, subissent un impact important des plans d'eau. De plus, un plan d'eau classé comme « moyennement impactant », n'est pas utilisé par le domaine des étangs et pourrait donc être supprimé (Figure 35 et Figure 58). De plus, ce secteur présente des environnements humides et des friches intéressantes qui pourrait permettre la création d'une zone humides favorable à la biodiversité. Certaines zones sont également susceptibles d'accueillir des plantations de ripisylve et des poses de clôtures (Figure 36).

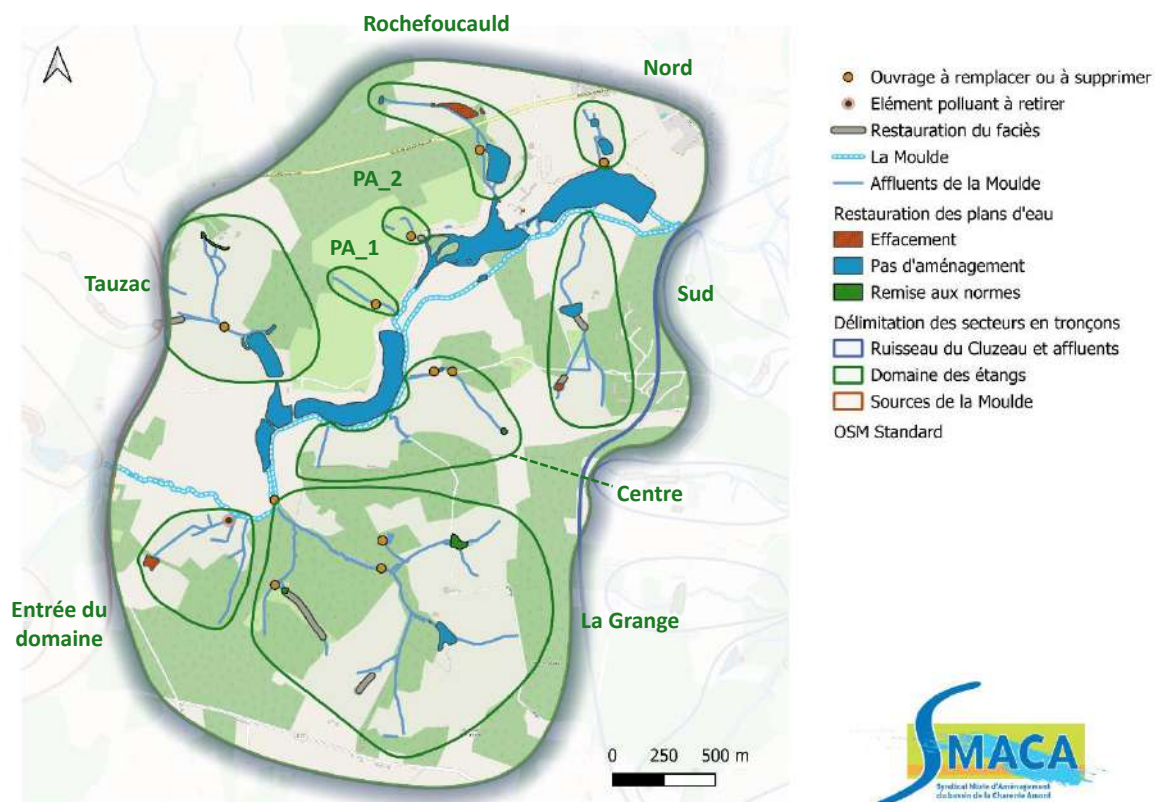


Figure 35 - Eléments de restauration des compartiments lit mineur, continuité écologique et hydrologie sur la zone du domaine des étangs

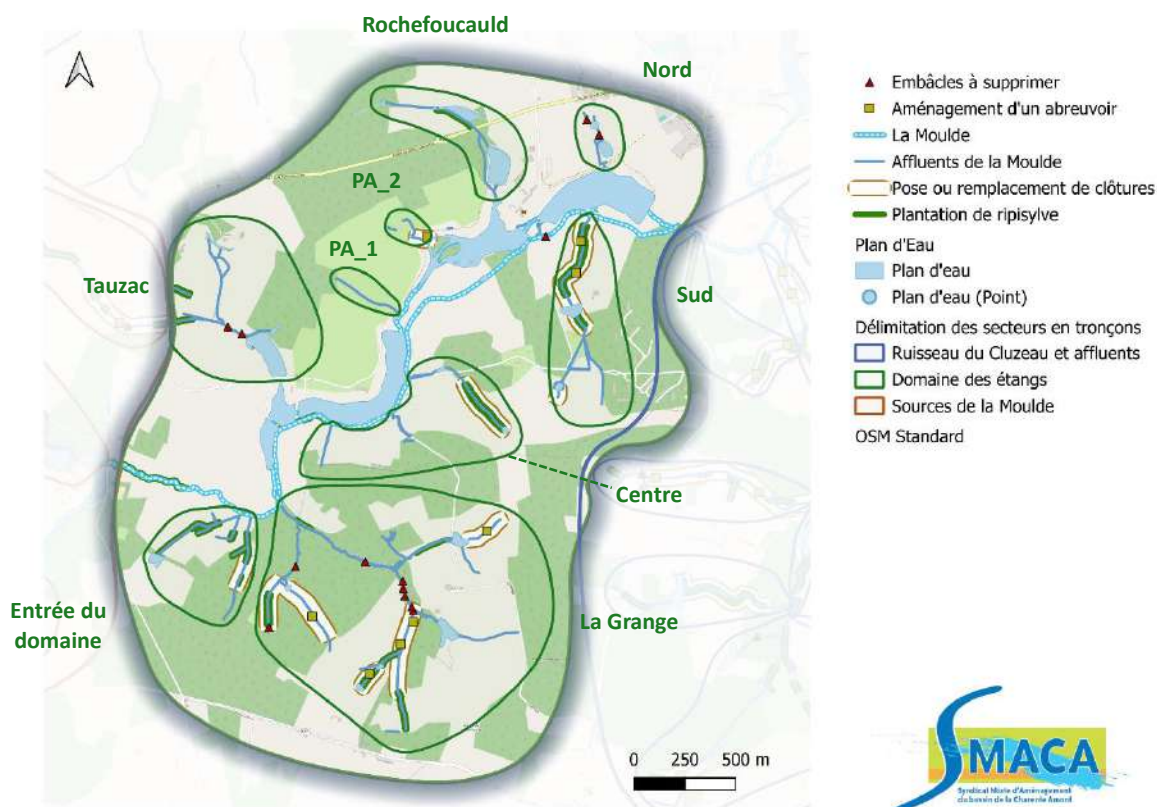


Figure 36 - Eléments de restauration du compartiment berges et ripisylve sur la zone du domaine des étangs

### 3.3.3 ZONE 3 : Le Cluzeau

Enfin, pour la zone du Cluzeau, c'est le faciès qui apparaît comme le plus déclassant dans cette étude. Il serait ainsi pertinent, sur des secteurs tels que Porteboeuf, Pélussonie et Puyjean de diversifier les écoulements à l'aide d'une recharge granulométrique (Figure 55) ou via la création d'îlots végétaux (Figure 56). Cela permettrait de pallier le colmatage très important sur ces secteurs et d'offrir à la biodiversité aquatique une granulométrie plus diversifiée. Les zones à enjeux sont mises en exergue sur la Figure 37.

Il conviendrait également de clôturer les berges étant donné l'impact significatif du bétail sur celles-ci (Figure 44). Des points d'abreuvement doivent donc être prévus (Figure 38). Leur nature dépendra de la topographie ainsi que des exigences des propriétaires.

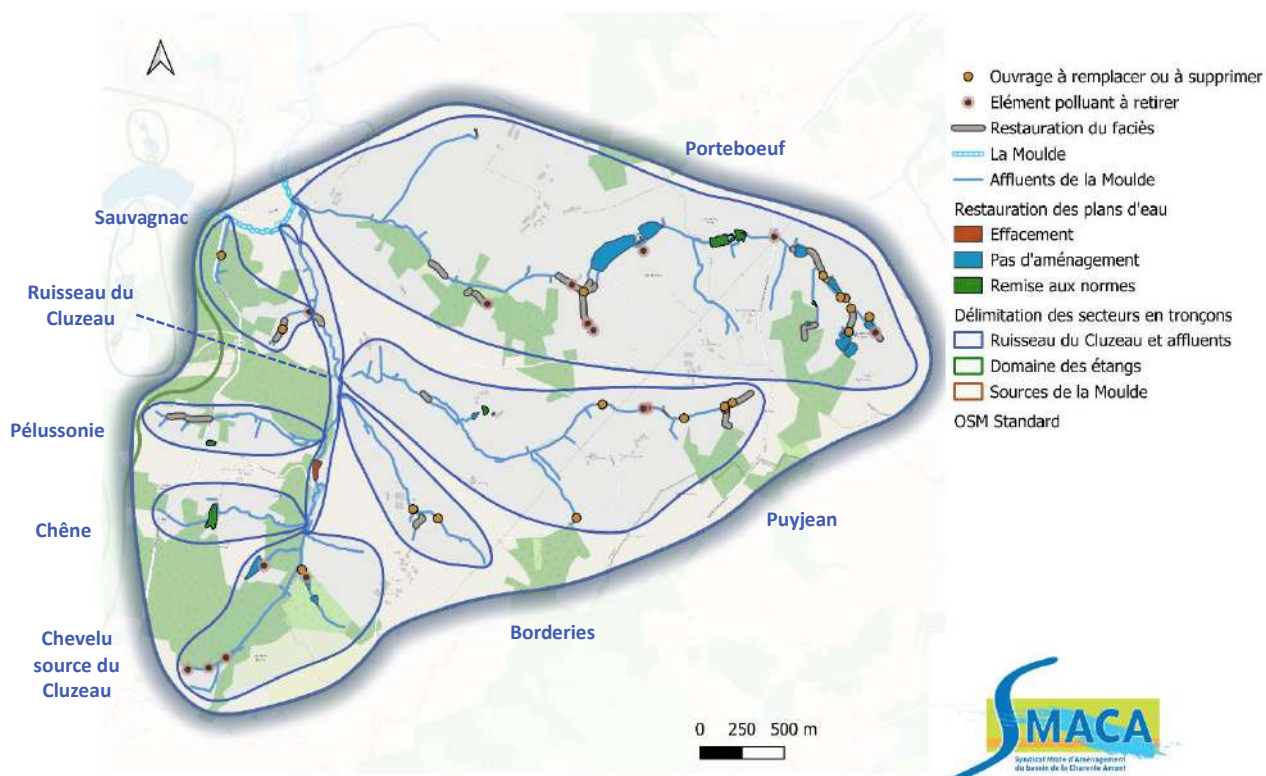


Figure 37 - Eléments de restauration des compartiments lit mineur, continuité écologique et hydrologie sur la zone du ruisseau du Cluzeau

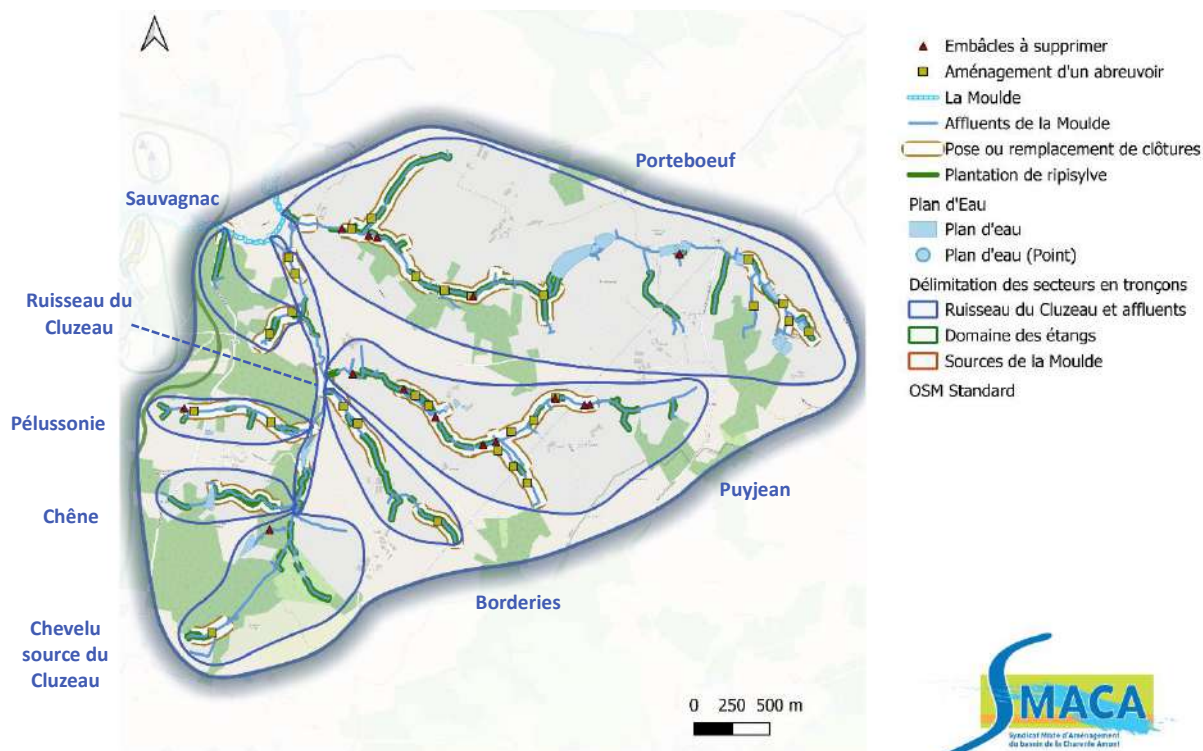


Figure 38 - Eléments de restauration des compartiments lit mineur, continuité écologique et hydrologie sur la zone du ruisseau du Cluzeau

## **4 Conclusion et limites**

### **4.1 Conclusion de l'analyse**

Ce rapport de stage avait pour objectif d'analyser la qualité géomorphologique des affluents d'un cours d'eau de plaine Charentaise, la Moulde. Pour ce faire, une méthode inspirée du Référentiel Écologique des Habitats (REH), développée par Charente Eaux a été utilisée. Cette méthode s'appuie sur le logiciel OCARHY, hébergé par QGIS.

Après le diagnostic de terrain, une analyse approfondie a été réalisée. Cette analyse a permis de mettre en évidence la qualité géomorphologique de chaque affluent de la Moulde à l'amont du plan d'eau de Mas Chaban ainsi que d'identifier les principaux points de pression.

Les résultats révèlent un impact significatif du piétinement bovin sur l'ensemble du territoire étudié. De plus, la ripisylve apparaît comme pauvre sur la majeure partie du territoire. Le compartiment lit mineur présente un fort impact se traduisant par une homogénéité des faciès ainsi qu'un colmatage important. Enfin, la composante hydrologie est fortement perturbée par la présence de plan d'eau volumineux et parfois non-conforme, compromettant la continuité écologique et dégradant la qualité physico-chimique de l'eau. Plus précisément, dans la zone des sources de la Moulde, ce sont la ripisylve et la présence de plan d'eau qui apparaissent comme les principaux facteurs de la mauvaise qualité écologique. Dans la zone du Domaine des Étangs, les compartiments ripisylve et lit mineur émergent à nouveau comme des éléments particulièrement problématiques. Enfin, la zone du Cluzeau présente un faciès sévèrement impacté, principalement par le piétinement bovin.

A partir de ces informations, certaines localisations ont été identifiées comme présentant des enjeux majeurs sur un ou plusieurs des compartiments étudiés. Des fiches travaux ont été élaborées afin de proposer des mesures potentielles de restauration sur ces points d'intérêts. Des suggestions figurent dans la partie 3.3 : Exemples d'éléments de restauration. Après consultation des partenaires techniques en COTECH (comité technique), ce sont les élus qui décideront des mesures à prendre en COPIL (comité de pilotage).

### **4.2 Limites et pistes d'améliorations**

La méthode utilisée présente plusieurs avantages, notamment sa faisabilité par un seul technicien avec un minimum d'outils. Cependant, certaines limites et pistes d'amélioration de la méthodes et de l'analyse sont apparues lors du stage. Elles sont étudiées et développées dans cette partie afin d'offrir une meilleure visibilité aux futurs stagiaires travaillant sur ce diagnostic du territoire du SMACA.

Tout d'abord, concernant le logiciel OCARHY lui-même. En raison de sa jeunesse, le logiciel présentait régulièrement certains problèmes techniques. De plus, l'harmonisation des données s'est parfois avérée complexe car, étant encore en développement, le logiciel a subi des mises à jour qui ont entraîné des modifications dans les formulaires tout au long du stage. Ainsi, l'interface n'était pas exactement la même au début et à la fin du diagnostic.

Ensuite, certains biais ont été mis en évidence durant l'analyse. Tout d'abord, il semble que plus le tronçon étudié est grand, plus les impacts sont minimisés. Par exemple, à Porteboeuf, où de nombreux plans d'eau très impactant et certains ouvrages de mauvaise qualité sont présents, ces éléments n'apparaissent pas clairement comme dégradants durant l'analyse.

Certains éléments apparaissent également comme fortement déclassants, comme la fonction habitat, par exemple. Il pourrait être ainsi pertinent de la réévaluer. La largeur de la ripisylve est également fortement impactante. En effet, il a été décidé d'adopter une largeur minimale de 2m de ripisylve pour être considéré comme non dégradée. Cette valeur semble excessive pour les cours d'eau de source, et il pourrait être judicieux de la réduire à 1 mètre ou 1,5 mètre lors des prochaines études.

D'autres éléments, comme les embâcles ou les ouvrages, apparaissent au contraire très rarement comme déclassant. Pour les embâcles, cela semble logique car peu d'embâcles majeurs ont été

constatés sur le terrain et il s'agit donc d'une conclusion réaliste. Pour la continuité cependant, certains secteurs présentent de nombreux ouvrages en mauvais état et/ou hors service et n'apparaissaient pas comme dégradés (Chevelu source de la Moulde ou Poumeroux par exemple). Peut-être serait-il pertinent de revoir les limites de classes de cet élément afin de le rendre plus impactant lors des prochaines analyses. De plus, la division entre hydrologie et continuité écologique pourrait laisser penser que les plans d'eau n'ont pas d'impact sur la continuité, alors qu'elles en sont une des principales causes.

# DIAGNOSTIC DES AFFLUENTS DE LA MOULDE

## Pourquoi effectuer ce diagnostic ?

La Directive cadre sur l'eau de 2000 encourage les États membres à parvenir à un bon état écologique des cours d'eau. En France, cette directive a été intégrée dans la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) en 2006. Le diagnostic réalisé s'intéressera plus particulièrement à la qualité géomorphologique.



La qualité **géomorphologique** (diversité des faciès, ripisylve, continuité...)



La qualité **hydrologique** (débits...)



La qualité **biologique** (diatomées, poissons, flore, invertébrés)



La qualité **physico-chimique** (température, polluants...)

## En quoi consiste-t-il ?

Le diagnostic n'a aucun impact sur le milieu. Le technicien se déplace simplement le long du cours d'eau pour faire un état des lieux selon quatre grands pôles :

**Le lit mineur**

Morphologie, continuité ...

**Les berges et la ripisylve**

Qualité, diversité...

**la continuité écologique**

Moulin, plan d'eau ...

**L'hydrologie**

Diversité des faciès, écoulement ...

## Quelles perspectives post-diagnostic ?

À la suite de ce diagnostic, les principales pressions subies par le milieu seront connues et localisées. Cela permettra d'envisager des travaux sur la base du volontariat visant à restaurer la qualité du milieu aquatique.

Stagiaire en charge du diagnostic : CANU Pao, [smaca.stage@orange.fr](mailto:smaca.stage@orange.fr)  
 Coordinatrice du diagnostic : DUCHOISELLE Morgane, [smaca@orange.fr](mailto:smaca@orange.fr) / 06 31 40 88 72



Figure 39 - Poster réalisé dans le but de sensibiliser les habitants au diagnostic des affluents de la Moulde. Elle a été affichée en mairie et partagé sur les réseaux sociaux

A

**ZONE 1**

-

**Sources de la Moulde**



Tableau 14 - Analyse de la qualité des secteurs de la zone des sources de la Moulde en fonction des 4 compartiments écologiques

|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |            |           | Chevelu de la Moulde | Sudrie  | Roulde  | Poumeroux    | Champoutre   | Courrière v1 | Courrière v2 |         |  |
|--------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|------------|------------|-----------|----------------------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|--|
| Longueur du linéaire du cours d'eau (en m) |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |            |           | 2522                 | 1544    | 1866    | 2649         | 2376         | 900          | 207          |         |  |
| Longueur du linéaire de ripisylve (en m)   |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |            |           | 4670                 | 2474    | 3117    | 4706         | 4219         | 1089         | 410          |         |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |            |           | Très bon             | Bon     | Moyen   | Mauvais      | Très mauvais |              |              |         |  |
| COMPARTIMENTS                              | Nom du paramètre                 | Détails                                                                                              | Classes |       |       |            |            | Intensité | Chevelu de la Moulde | Sudrie  | Roulde  | Poumeroux    | Champoutre   | Courrière v1 | Courrière v2 | TOTAL   |  |
| LIT MINEUR                                 | Granulométrie                    | % du linéaire avec une granulométrie uniforme fine (moins de 2mm)                                    | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 1         | 53                   | 41      | 77      | 79           | 91           | 67           | 57           | 66      |  |
|                                            | Colmatage                        | % du linéaire colmaté à plus de 75%                                                                  | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 2         | 35                   | 13      | 26      | 66           | 34           | 49           | 49           | 39      |  |
|                                            | Faciès                           | % du linéaire présentant un faciès d'écoulement uniformes lentique (plat lentique)                   | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 2         | 0                    | 12      | 4       | 48           | 12           | 41           | 0            | 17      |  |
|                                            | Embâcles                         | Nombre d'embâcles à priorité forte par kilomètres de cours d'eau                                     | <1      | 1-2   | 2-3   | 3-4        | >4         | 1         | 0,3965               | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000       | 0,4209       | 0,0000       | 0,0000       | 0       |  |
|                                            | Abreuvement                      | % du linéaire de berges impactés par des abreuvements sur cours d'eau                                | <1%     | 1-2%  | 2-3%  | 3-4%       | >4%        | 2         | 0,0                  | 3,4     | 1,4     | 4,2          | 6,6          | 0,3          | 7,2          | 3,3     |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            | Etat moyen |           | Moyen                | Mauvais | Moyen   | Très Mauvais | Très mauvais | Moyen        | Très mauvais | Mauvais |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |            |           | Très bon             | Bon     | Moyen   | Mauvais      | Très mauvais |              |              |         |  |
| COMPARTIMENTS                              | Nom du paramètre                 | Détails                                                                                              | Classes |       |       |            |            | Intensité | Chevelu de la Moulde | Sudrie  | Roulde  | Poumeroux    | Champoutre   | Courrière v1 | Courrière v2 | TOTAL   |  |
| BERGES ET RIPISYLVE                        | Largeur de la Ripisylve          | % du linéaire de ripisylve inférieur à 2m                                                            | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 1         | 30                   | 67      | 82      | 86           | 96           | 100          | 100          | 80      |  |
|                                            | Continuité de la Ripisylve       | % de la continuité du linéaire de ripisylve : absence, isolée, espacée régulière ou bosquets éparses | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 1         | 30                   | 68      | 86      | 91           | 80           | 100          | 100          | 79      |  |
|                                            | Représentativité des strates     | % du linéaire présentant une majorité de strate herbacée et/ou arbustive                             | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 1         | 24                   | 67      | 86      | 91           | 73           | 100          | 100          | 77      |  |
|                                            | Entretien apporté à la Ripisylve | % du linéaire présentant une gestion drastique (mécanique ou chimique)                               | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 1         | 0                    | 6       | 20      | 86           | 71           | 100          | 0            | 40      |  |
|                                            | Fonction habitat                 | % du linéaire où la fonction est non renseignée, nulle ou faible                                     | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 1         | 55                   | 88      | 88      | 93           | 96           | 100          | 100          | 89      |  |
|                                            | Stabilité des berges             | % du linéaire présentant des berges instables                                                        | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80        | 1         | 0                    | 6       | 20      | 46           | 79           | 64           | 61           | 39      |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       | Etat moyen |            | Moyen     | Mauvais              | Mauvais | Mauvais | Mauvais      | Mauvais      | Mauvais      | Mauvais      | Mauvais |  |

|                       |                     |                                                                                        | Très bon | Bon  | Moyen | Mauvais | Très mauvais |           |                      |         |         |              |              |              |              |         |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-------|---------|--------------|-----------|----------------------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| COMPARTIMENTS         | Nom du paramètre    | Détails                                                                                | Classes  |      |       |         |              | Intensité | Chevelu de la Moulde | Sudrie  | Roulde  | Poumeroux    | Champoutre   | Courrière v1 | Courrière v2 | TOTAL   |
| CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE | Ouvrages            | Nombre d'ouvrage en mauvais état ou hors service par kilomètres                        | 0-1      | 1-2  | 2-3   | 3-4     | >4           | 1         | 1,98                 | 1,30    | 1,61    | 1,89         | 1,26         | 1,11         | 0,00         | 1,3     |
| Etat moyen            |                     |                                                                                        |          |      |       |         |              |           | Bon                  | Bon     | Bon     | Bon          | Bon          | Bon          | Très bon     | Bon     |
|                       |                     |                                                                                        | Très bon | Bon  | Moyen | Mauvais | Très mauvais |           |                      |         |         |              |              |              |              |         |
| COMPARTIMENTS         | Nom du paramètre    | Détails                                                                                | Classes  |      |       |         |              | Intensité | Chevelu de la Moulde | Sudrie  | Roulde  | Poumeroux    | Champoutre   | Courrière v1 | Courrière v2 | TOTAL   |
| HYDROLOGIE            | Surface plans d'eau | Somme des surfaces de plan d'eau sur le tronçon d'analyse / la longueur du cours d'eau | <5       | 5-10 | 10-15 | 15-20   | >20          | 2         | 1,68                 | 3,71    | 3,62    | 32,66        | 3,50         | 0,96         | 44,41        | 12,9    |
| Etat moyen            |                     |                                                                                        |          |      |       |         |              |           | Bon                  | Bon     | Bon     | Très mauvais | Bon          | Bon          | Très mauvais | Moyen   |
| Etat final moyen      |                     |                                                                                        |          |      |       |         |              |           | Moyen                | Mauvais | Mauvais | Très mauvais | Très mauvais | Mauvais      | Très mauvais | Mauvais |

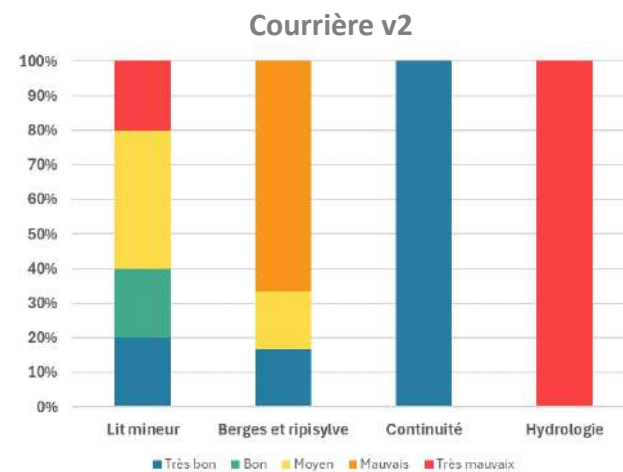
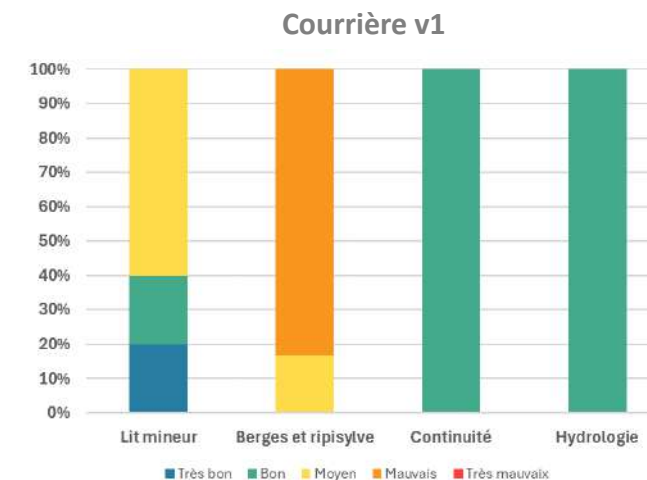
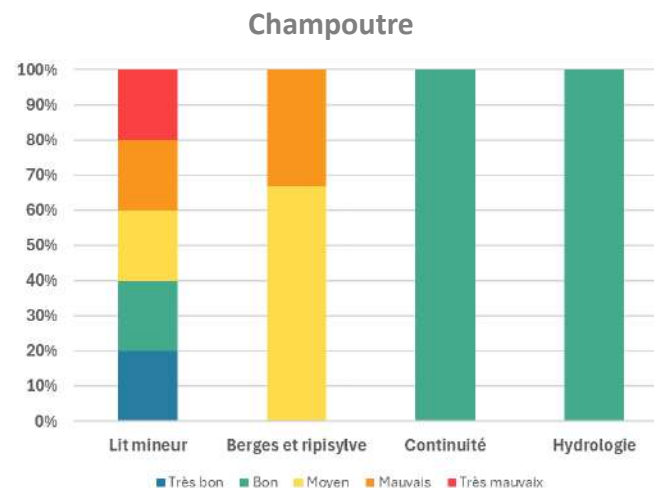
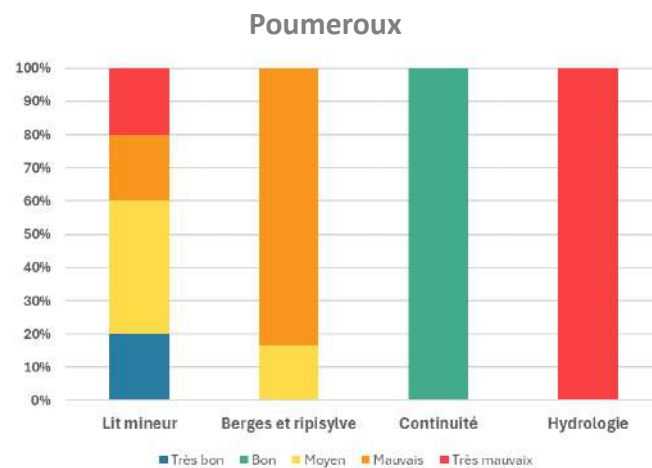
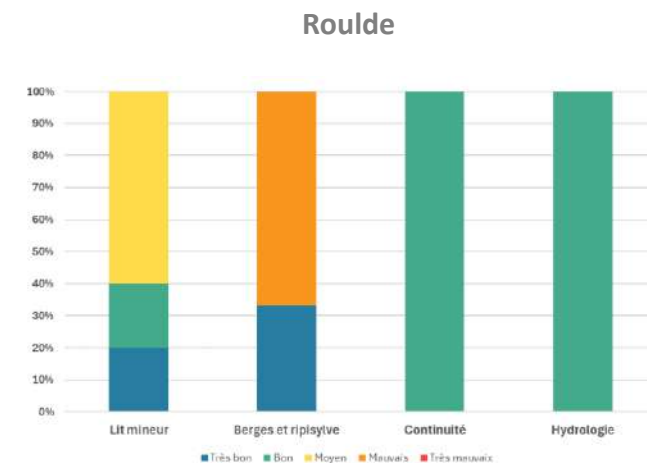
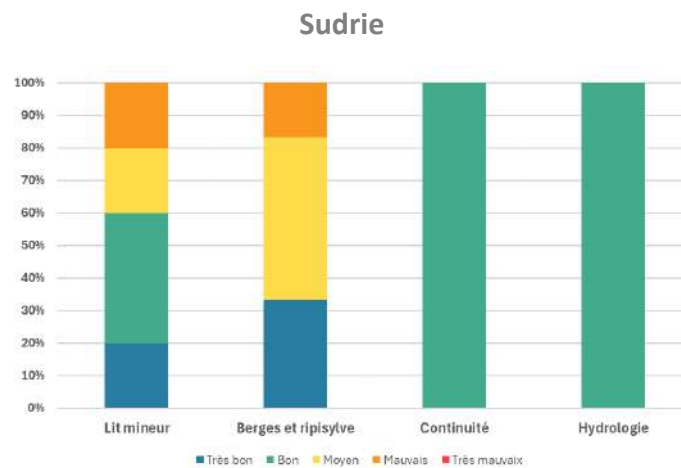
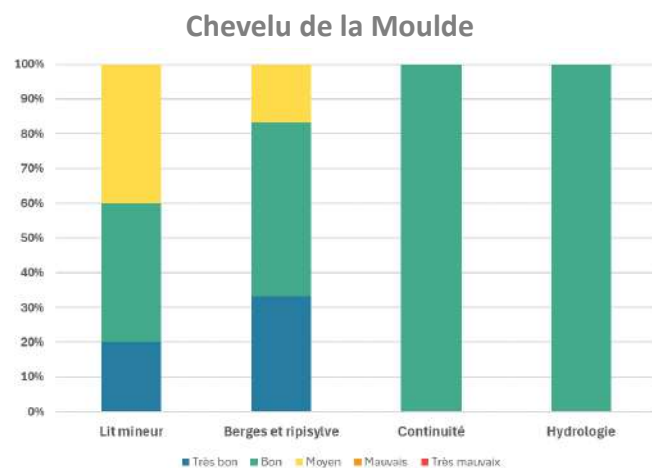


Figure 40 - Représentations des 4 compartiments de diagnostic des secteurs de la zone des sources de la Moulde

A

**ZONE 2**

-

**Le Domaine des étangs**



Tableau 15 - Analyse de la qualité des secteurs de la zone du domaine des étangs en fonction des 4 compartiments écologiques

|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |       |            |           |         | Centre            | Entrée du domaine | La Grange | Nord    | PA_1         | PA_2          | Rochefoucauld | Sud     | Tauzac  |
|--------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|------------|-----------|---------|-------------------|-------------------|-----------|---------|--------------|---------------|---------------|---------|---------|
| Longueur du linéaire du cours d'eau (en m) |                                  |                                                                                                      |         |       |       |       |            |           |         | 1308              | 1464              | 4854      | 398     | 348          | 246           | 1100          | 1637    | 1374    |
| Longueur du linéaire de ripisylve (en m)   |                                  |                                                                                                      |         |       |       |       |            |           |         | 991               | 2870              | 7101      | 426     | 222          | 130           | 1751          | 1759    | 1925    |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |       |            |           |         | Très bon          | Bon               | Moyen     | Mauvais | Très mauvais |               |               |         |         |
| COMPARTIMENTS                              | Nom du paramètre                 | Détails                                                                                              | Classes |       |       |       |            | Intensité | Centre  | Entrée du domaine | La Grange         | Nord      | PA_1    | PA_2         | Rochefoucauld | Sud           | Tauzac  | TOTAL   |
| LIT MINEUR                                 | Granulométrie                    | % du linéaire avec une granulométrie uniforme fine (moins de 2mm)                                    | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 1         | 8       | 74                | 61                | 67        | 39      | 34           | 50            | 31            | 55      | 47      |
|                                            | Colmatage                        | % du linéaire colmaté à plus de 75%                                                                  | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 2         | 10      | 16                | 32                | 16        | 39      | 3            | 35            | 31            | 13      | 22      |
|                                            | Faciès                           | % du linéaire présentant un faciès d'écoulement uniformes lentique (plat lentique)                   | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 2         | 15      | 10                | 20                | 72        | 0       | 3            | 53            | 36            | 20      | 25      |
|                                            | Embâcles                         | Nombre d'embâcles à priorité forte par kilomètres de cours d'eau                                     | <1      | 1-2   | 2-3   | 3-4   | >4         | 1         | 0,00    | 0,00              | 1,65              | 5,02      | 0,00    | 0,00         | 0,00          | 0,00          | 1,46    | 0,90    |
|                                            | Abreuvement                      | % du linéaire de berges impactés par des abreuvements sur cours d'eau                                | <1%     | 1-2%  | 2-3%  | 3-4%  | >4%        | 2         | 0,6     | 0,3               | 2,9               | 0,0       | 0,0     | 2,9          | 0,0           | 4,0           | 0,0     | 1,19    |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |       | Etat moyen |           | Bon     | Moyen             | Moyen             | Mauvais   | Moyen   | Moyen        | Moyen         | Mauvais       | Moyen   | Moyen   |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |       |            |           |         | Très bon          | Bon               | Moyen     | Mauvais | Très mauvais |               |               |         |         |
| COMPARTIMENTS                              | Nom du paramètre                 | Détails                                                                                              | Classes |       |       |       |            | Intensité | Centre  | Entrée du domaine | La Grange         | Nord      | PA_1    | PA_2         | Rochefoucauld | Sud           | Tauzac  | TOTAL   |
| BERGES ET RIPISYLVE                        | Largeur de la Ripisylve          | % du linéaire de ripisylve inférieur à 2m                                                            | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 1         | 72      | 71                | 27                | 24        | 0       | 0            | 13            | 67            | 60      | 37      |
|                                            | Continuité de la Ripisylve       | % de la continuité du linéaire de ripisylve : absence, isolée, espacée régulière ou bosquets éparses | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 1         | 78      | 53                | 23                | 53        | 0       | 0            | 13            | 57            | 41      | 35      |
|                                            | Représentativité des strates     | % du linéaire présentant une majorité de strate herbacée et/ou arbustive                             | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 1         | 86      | 62                | 36                | 100       | 0       | 0            | 11            | 57            | 49      | 45      |
|                                            | Entretien apporté à la Ripisylve | % du linéaire présentant une gestion drastique (mécanique ou chimique)                               | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 1         | 8       | 35                | 8                 | 39        | 0       | 0            | 2             | 0             | 0       | 10,23   |
|                                            | Fonction habitat                 | % du linéaire où la fonction est non renseignée, nulle ou faible                                     | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 1         | 92      | 72                | 58                | 71        | 100     | 100          | 69            | 80            | 94      | 82      |
|                                            | Stabilité des berges             | % du linéaire présentant des berges instables                                                        | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80 | >80        | 1         | 58      | 0                 | 12                | 0         | 0       | 0            | 0             | 57            | 0       | 14,19   |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |       | Etat moyen |           | Mauvais | Moyen             | Moyen             | Mauvais   | Mauvais | Mauvais      | Moyen         | Moyen         | Mauvais | Mauvais |

|                       |                     |                                                                                        | Très bon | Bon  | Moyen | Mauvais    | Très mauvais |           |                  |                   |           |         |       |         |               |          |          |              |         |         |         |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-------|------------|--------------|-----------|------------------|-------------------|-----------|---------|-------|---------|---------------|----------|----------|--------------|---------|---------|---------|
| COMPARTIMENTS         | Nom du paramètre    | Détails                                                                                | Classes  |      |       |            |              | Intensité | Centre           | Entrée du domaine | La Grange | Nord    | PA_1  | PA_2    | Rochefoucauld | Sud      | Tauzac   | TOTAL        |         |         |         |
| CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE | Ouvrages            | Nombre d'ouvrage en mauvais état ou hors service par kilomètres                        | 0-1      | 1-2  | 2-3   | 3-4        | >4           | 1         | 1,529            | 0,000             | 0,824     | 2,510   | 2,870 | 4,073   | 0,909         | 0,000    | 0,728    | 1,5          |         |         |         |
|                       |                     |                                                                                        |          |      |       | Etat moyen |              |           | Bon              | Très bon          | Très bon  | Moyen   | Moyen | Mauvais | Très bon      | Très bon | Très bon | Bon          |         |         |         |
|                       |                     |                                                                                        | Très bon | Bon  | Moyen | Mauvais    | Très mauvais |           |                  |                   |           |         |       |         |               |          |          |              |         |         |         |
| COMPARTIMENTS         | Nom du paramètre    | Détails                                                                                | Classes  |      |       |            |              | Intensité | Centre           | Entrée du domaine | La Grange | Nord    | PA_1  | PA_2    | Rochefoucauld | Sud      | Tauzac   | TOTAL        |         |         |         |
| HYDROLOGIE            | Surface plans d'eau | Somme des surfaces de plan d'eau sur le tronçon d'analyse / la longueur du cours d'eau | <5       | 5-10 | 10-15 | 15-20      | >20          | 2         | 1,07             | 2,22              | 2,51      | 12,93   | 0,00  | 0,00    | 20,42         | 3,80     | 16,57    | 6,6          |         |         |         |
|                       |                     |                                                                                        |          |      |       | Etat moyen |              |           | Bon              | Bon               | Bon       | Moyen   | Bon   | Bon     | Très mauvais  | Bon      | Mauvais  | Moyen        |         |         |         |
|                       |                     |                                                                                        |          |      |       |            |              |           | Etat moyen final |                   |           | Mauvais | Moyen | Moyen   | Mauvais       | Mauvais  | Mauvais  | Très mauvais | Mauvais | Mauvais | Mauvais |

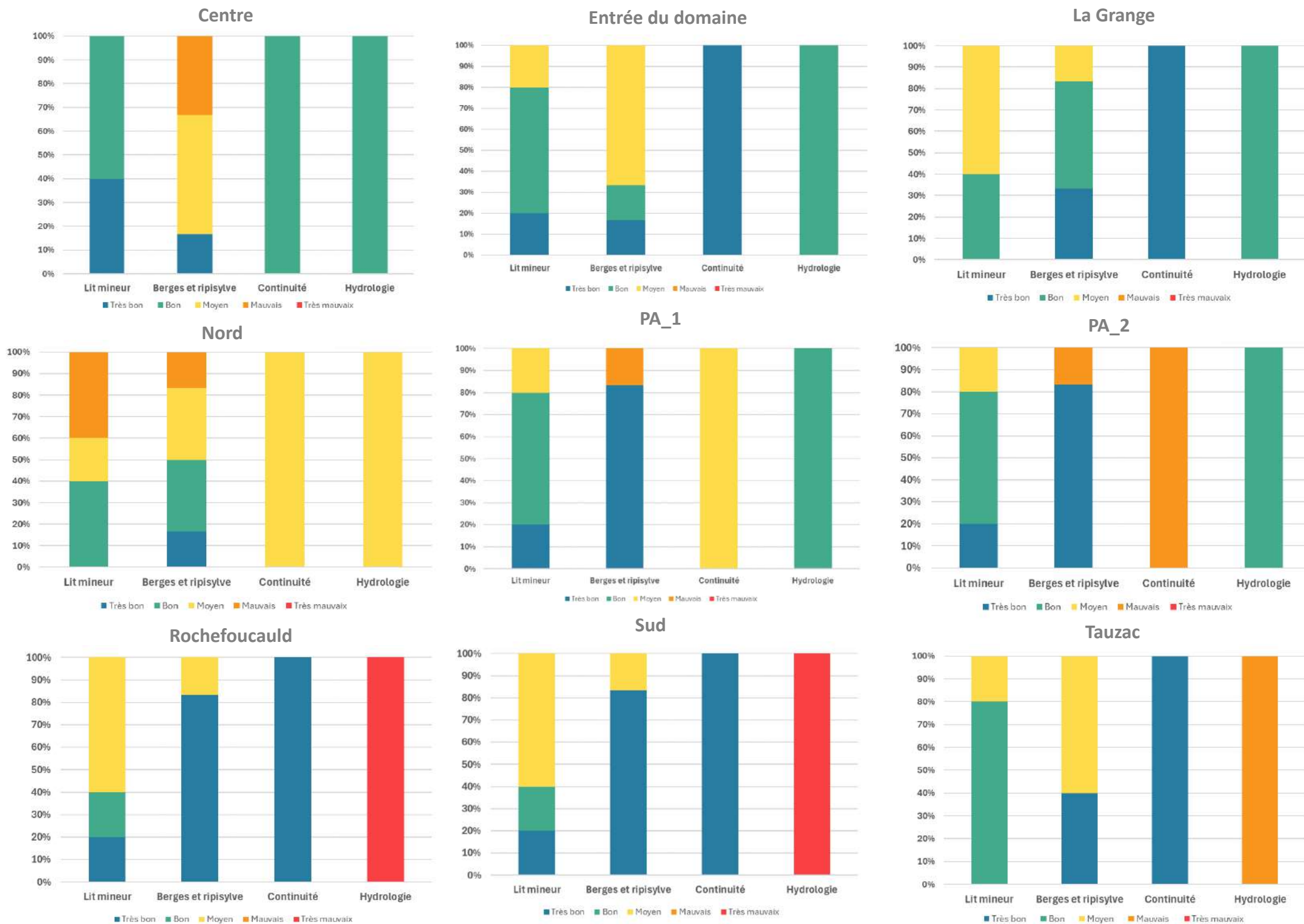


Figure 41 - Représentations des 4 compartiments de diagnostic des secteurs de la zone du domaine des étangs

# ZONE 3

-

## Le Ruisseau de Cluzeau et affluents

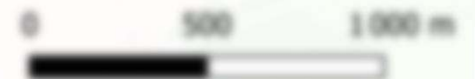
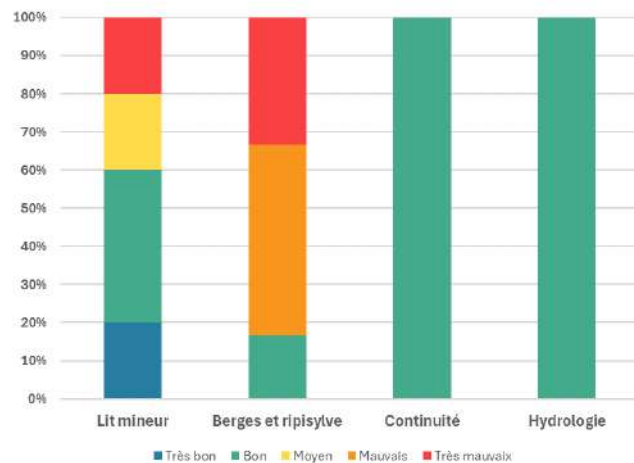


Tableau 16 - Analyse de la qualité des secteurs de la zone du Cluzeau en fonction des 4 compartiments écologiques

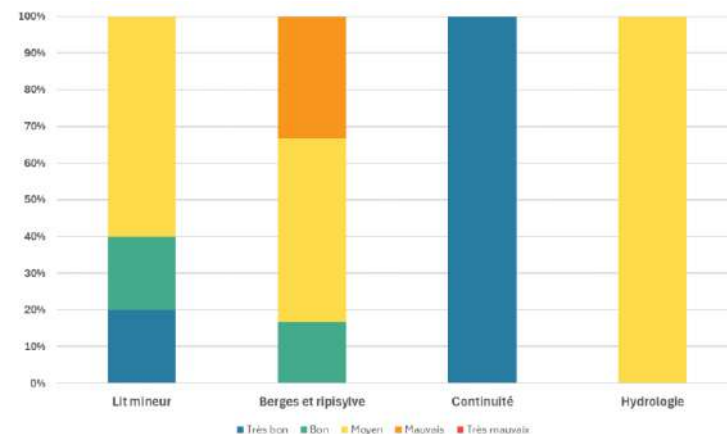
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |     |           | Borderies    | Chêne  | Chevelu source du Cluzeau | Pélussonie   | Porteboeuf   | Puyjean      | Ruisseau du Cluzeau | Sauvagnac    |              |  |  |  |
|--------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|------------|-----|-----------|--------------|--------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|--|--|--|
| Longueur du linéaire du cours d'eau (en m) |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |     |           | 1789         | 1033   | 2570                      | 1600         | 8572         | 5053         | 2094                | 846          |              |  |  |  |
| Longueur du linéaire de ripisylve (en m)   |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |     |           | 3350         | 1884   | 4363                      | 2799         | 14534        | 8678         | 2996                | 1520         |              |  |  |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |     |           |              |        |                           |              |              |              |                     |              |              |  |  |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |     |           | Très bon     | Bon    | Moyen                     | Mauvais      | Très mauvais |              |                     |              |              |  |  |  |
| COMPARTIMENTS                              | Nom du paramètre                 | Détails                                                                                              | Classes |       |       |            |     | Intensité | Borderies    | Chêne  | Chevelu source du Cluzeau | Pélussonie   | Porteboeuf   | Puyjean      | Ruisseau du Cluzeau | Sauvagnac    | TOTAL        |  |  |  |
| LIT MINEUR                                 | Granulométrie                    | % du linéaire avec une granulométrie uniforme fine (moins de 2mm)                                    | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 1         | 33           | 50     | 27                        | 18           | 55           | 48           | 33                  | 90           | 44           |  |  |  |
|                                            | Colmatage                        | % du linéaire colmaté à plus de 75%                                                                  | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 2         | 19           | 30     | 8                         | 14           | 21           | 31           | 8                   | 50           | 23           |  |  |  |
|                                            | Faciès                           | % du linéaire présentant un faciès d'écoulement uniformes lentique (plat lentique)                   | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 2         | 16           | 5      | 34                        | 15           | 12           | 17           | 24                  | 29           | 19           |  |  |  |
|                                            | Embâcles                         | Nombre d'embâcles à priorité forte par kilomètres de cours d'eau                                     | <1      | 1-2   | 2-3   | 3-4        | >4  | 1         | 0,0000       | 0,0000 | 0,3892                    | 0,6248       | 0,5833       | 1,5831       | 0,0000              | 0,0000       | 0            |  |  |  |
|                                            | Abreuvement                      | % du linéaire de berges impactés par des abreuvements sur cours d'eau                                | <1%     | 1-2%  | 2-3%  | 3-4%       | >4% | 2         | 5,4          | 1,9    | 1,5                       | 6,1          | 4,1          | 6,2          | 3,4                 | 16,3         | 6            |  |  |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       | Etat moyen |     |           | Très mauvais | Moyen  | Moyen                     | Très mauvais | Mauvais      | Très mauvais | Mauvais             | Très mauvais | Très mauvais |  |  |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       |            |     |           | Très bon     | Bon    | Moyen                     | Mauvais      | Très mauvais |              |                     |              |              |  |  |  |
| COMPARTIMENTS                              | Nom du paramètre                 | Détails                                                                                              | Classes |       |       |            |     | Intensité | Borderies    | Chêne  | Chevelu source du Cluzeau | Pélussonie   | Porteboeuf   | Puyjean      | Ruisseau du Cluzeau | Sauvagnac    | TOTAL        |  |  |  |
| BERGES ET RIPISYLVE                        | Largeur de la Ripisylve          | % du linéaire de ripisylve inférieur à 2m                                                            | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 1         | 100          | 62     | 50                        | 46           | 75           | 77           | 68                  | 66           | 68           |  |  |  |
|                                            | Continuité de la Ripisylve       | % de la continuité du linéaire de ripisylve : absence, isolée, espacée régulière ou bosquets éparses | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 1         | 85           | 61     | 38                        | 34           | 45           | 32           | 38                  | 72           | 51           |  |  |  |
|                                            | Représentativité des strates     | % du linéaire présentant une majorité de strate herbacée et/ou arbustive                             | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 1         | 92           | 62     | 54                        | 46           | 48           | 42           | 59                  | 72           | 59           |  |  |  |
|                                            | Entretien apporté à la Ripisylve | % du linéaire présentant une gestion drastique (mécanique ou chimique)                               | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 1         | 93           | 39     | 45                        | 10           | 44           | 22           | 11                  | 0            | 33           |  |  |  |
|                                            | Fonction habitat                 | % du linéaire où la fonction est non renseignée, nulle ou faible                                     | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 1         | 100          | 74     | 65                        | 68           | 78           | 86           | 67                  | 93           | 79           |  |  |  |
|                                            | Stabilité des berges             | % du linéaire présentant des berges instables                                                        | 0-20    | 21-40 | 41-60 | 61-80      | >80 | 1         | 36           | 43     | 35                        | 7            | 21           | 28           | 46                  | 32           | 31           |  |  |  |
|                                            |                                  |                                                                                                      |         |       |       | Etat moyen |     |           | Mauvais      | Moyen  | Moyen                     | Moyen        | Moyen        | Mauvais      | Moyen               | Mauvais      | Moyen        |  |  |  |



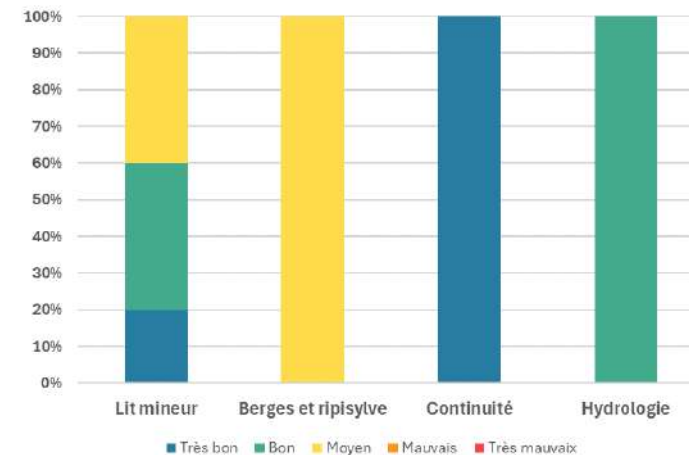
### Borderies



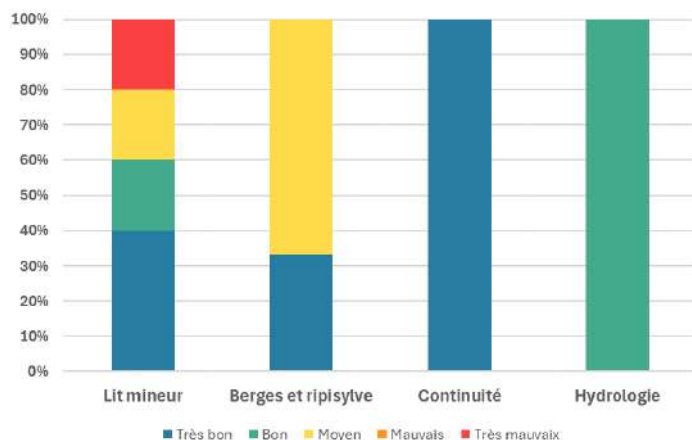
### Chêne



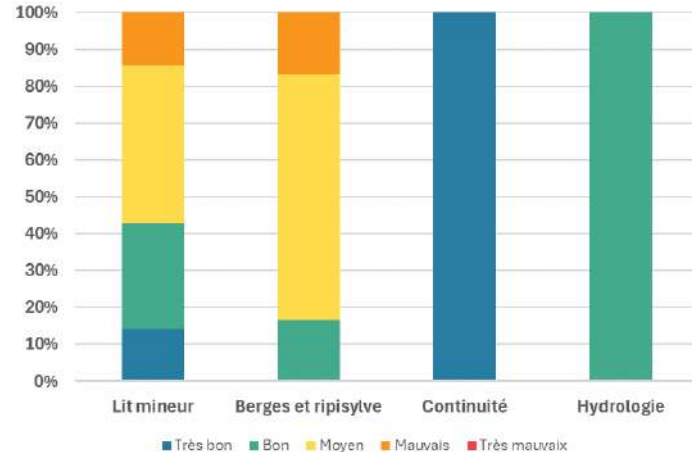
### Chevelu source du Cluzeau



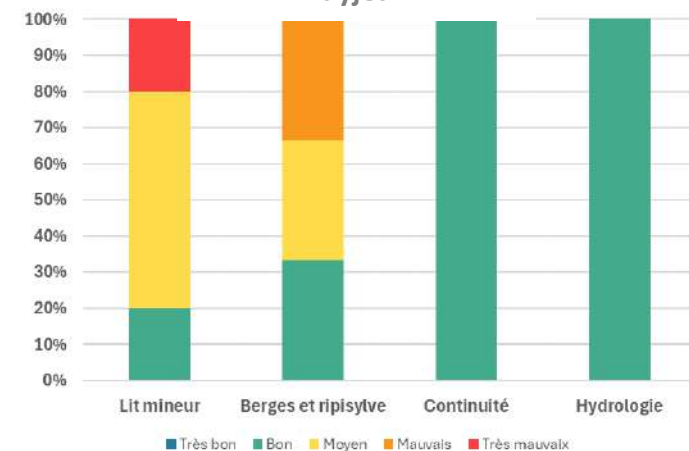
### Pélussonie



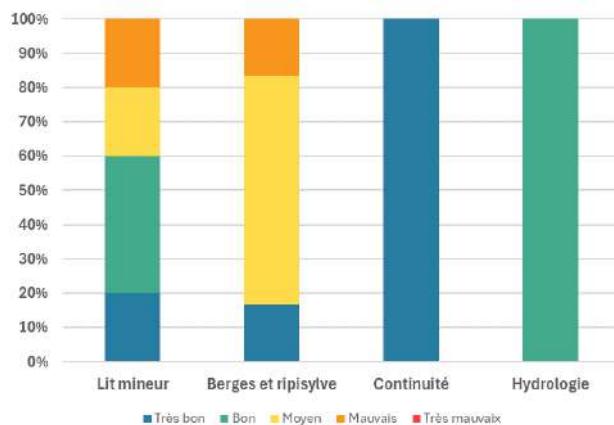
### Porteboeuf



### Puyjean



### Ruisseau du Cluzeau



### Sauvagnac

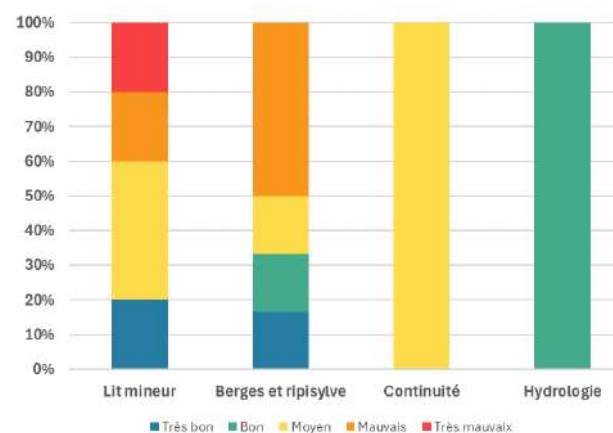


Figure 42 - Représentations des 4 compartiments de diagnostic des secteurs de la zone du Cluzeau

# Problématique n°1

## L'abreuvement du bétail

### Impacts :

- **Déstabilisation** allant jusqu'à l'effondrement des berges
- **Pollution** physico-chimique de l'eau dû aux excréments (phosphate)
- Risque de **blesseure** pour le bétail (chute)



### Enjeux :

- **Protéger** les berges et la qualité du cours d'eau
- Permettre au bétail de **s'abreuver** sereinement.

### Possibilité de restauration

Mise en place de  
cloture efficaces



Pompes à museau



Abreuvoir gravitaire



Passage à gué  
aménagé



Figure 43 – Problématique n°1 : L'abreuvement du bétail

Pour cette problématique, a été utilisé le document suivant :

Comité de Rivière Célé. (2006). *Les systèmes d'abreuvement au pâturage : concilier production agricole et préservation des milieux aquatiques.*

# 1

## L'abreuvement du bétail



### Mise en place de cloture efficaces

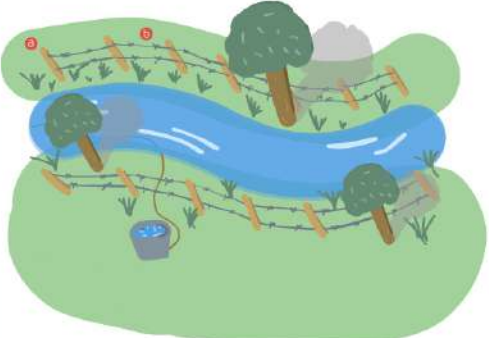
|                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           |                                                                                                                                                                                   |
| <p>La clotûre classique est situé à 75cm minimum de la crête de berge et se compose de 2 à 4 fils de fer barbelés et de piquets généralement en bois.</p>   | <p>La clotûre électrique est situé à 75cm minimum de la crête de berge et se compose d'une source de courant, l'électrificateur, de la clotûre proprement dite, fils conducteurs et piquets, des isolateurs pour le ou les fils et d'un système de mise à terre.</p> |
| <p>Coûts : environ 2-4 euros par mètre de cloture</p>                                                                                                       | <p>Coûts : environ 8-10 euros par mètre de cloture</p>                                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de consommation électrique</li> <li>• Peu d'entretien</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositif amovible</li> <li>• Installation aisée</li> <li>• Moins de dégâts lors des crues</li> <li>• Possible de laisser les animaux brouter sous la cloture</li> </ul>                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositif inamovible</li> <li>• Dégâts réguliers lors des crues</li> <li>• Installation plus difficile</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une source électrique</li> <li>• Davantage d'entretien</li> <li>• Consommation supplémentaire électrique</li> <li>• Nécessité de faucher pour éviter le contact entre le fil et l'herbe</li> </ul>                |

Figure 44 - Mise en place de clôtures efficaces

# 1

## L'abreuvement du bétail



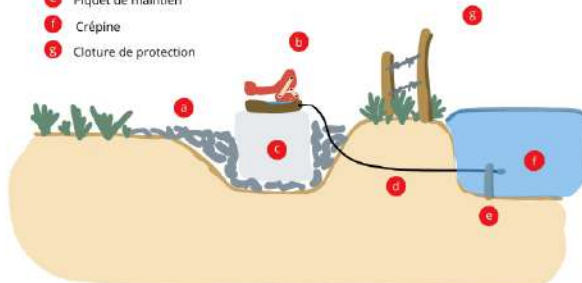
### Option 1

#### La pompe à museau

#### Fonctionnement :

Cette pompe, convenant aux troupeaux de petite à moyenne taille, est actionnée par la vache en appuyant sa tête sur le levier de la pompe. Cela l'actionne et va pomper l'eau dans un récipient, permettant à la vache de s'hydrater.

- a Zone d'accès empierrée
- b Pompe à museau
- c Socle bétonné
- d Tuyau en PVC
- e Piquet de maintien
- f Crépine
- g Cloture de protection



#### Fiche technique :

- **Prix** : Environ 40 euros (montage et TVAC) par pompe.
- 1 pompe pour 10-15 bovins
- Existe avec un dispositif permettant également aux veaux de s'abreuver
- Les animaux réclament 3 à 4 jours pour s'accoutumer, il est nécessaire d'assurer un apport en eau complémentaire durant cette période
- **Entretien** : Nettoyage régulier de la crépine, démontage en hiver et remplacement de la membrane tous les 5 ans

#### Avantages

- Le bétail n'est pas en contact direct avec le cours d'eau
- Installation facile et rapide
- Moins dangereux pour le bétail
- Peu coûteux

#### Inconvénients

- Nettoyage régulier de la crépine nécessaire
- Démontage nécessaire en période de gel
- Remplacement nécessaire de la membrane tous les 5 ans environ

Figure 45 - La pompe à museau

# 1

## L'abreuvement du bétail

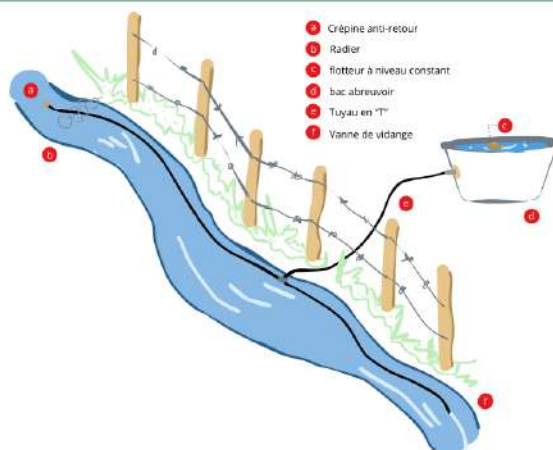


### Option 2

#### L'abreuvoir gravitaire

#### Fonctionnement :

Cette abreuvoir convient aux ruisseaux pentus à lit caillouteux où rocheux. L'eau, collecté directement dans le cours d'eau alimente un bac par gravité.



#### Fiche technique :

- **Prix** : Environ 20 euros (montage et TVAC).
- 20-50 UGB/bac
- L'installation d'un flotteur ou d'un trop plein est à prévoir
- Pente du cours d'eau nécessairement supérieur à 2%
- **Entretien** : Nettoyage de la crépine, Réamorçage régulier, vidange du bac

#### Avantages

- Le bétail n'est pas en contact direct avec le cours d'eau
- Fonctionne en période de léger gel
- Montage aisé et peu d'entretien nécessaire
- Faible coût
- Convient pour des troupeaux importants

#### Inconvénients

- Ne s'adapte qu'au cours d'eau avec une remarquable pente >2-3%, idéalement 5%.

Figure 46 - L'abreuvoir gravitaire

# 1

## L'abreuvement du bétail

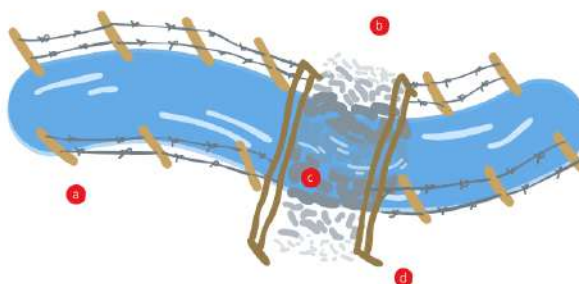


### Option 3 Le passage à gué

#### Fonctionnement :

Cet aménagement permet au bétail de s'abreuver ainsi qu'aux engins de traverser le cours d'eau. Les clotures et l'enrochement permettent de limiter l'impact mais le troupeau étant en contact direct avec le cours d'eau, celui-ci n'est pas inexistant (défécation des bovins dans le cours d'eau...)

- a Cloture de protection
- b Enrochements
- c Création d'un lit d'étiage
- d Rembardes en bois



#### Fiche technique :

- **Prix** : Environ 2000 euros (montage et TVAC)
- **Entretien** : Surveillance du bon état de l'enrochement, de la cloture et de la rembarde. Des réparations ou recharge granulométrique peuvent être à prévoir.

#### Avantages

- Convient aux troupeaux importants
- Permet le passage d'une rive à l'autre des engins
- Ne nécessite pas d'entretien important

#### Inconvénients

- Aménagement assez coûteux
- Ne supprime pas totalement l'impact

Figure 47 - Le passage à Gué

# 1

## L'abreuvement du bétail



### Option 4

#### Abreuvoir aménagé sur le cours d'eau

##### Fonctionnement :

Cet aménagement permet au bétail de s'abreuver mais ne permet pas aux engis de traverser le cours d'eau. Les clotures et l'enrochement permettent de limiter l'impact mais le troupeau étant en contact direct avec le cours d'eau, celui-ci n'est pas inexistant (défécation des bovins dans le cours d'eau...).

Cet aménagement nécessite un bon débit du cours durant l'été.

- a Cloture de protection
- b Enrochements



##### Fiche technique :

- **Prix** : Environ 3000 euros (montage et TVAC)
- **Entretien** : Surveillance du bon état de l'enrochement et des clotures. Des réparations ou recharge granulométrique peuvent être à prévoir.

##### Avantages

- Convient aux troupeaux importants
- Ne nécessite pas d'entretien important

##### Inconvénients

- Aménagement assez coûteux
- Ne supprime pas totalement l'impact

Figure 48 - Les abreuvoirs aménagés sur cours d'eau

# Problématique n°2

## Travaux d'entretien réguliers

### Impacts :

Les cours d'eau non sauvages doivent respecter certaines contraintes afin d'être considéré comme en bon état écologique. Pour cela, certaines actions anthropiques sont nécessaires.

### Enjeux :

Attention, il est nécessaire de trouver le juste milieu entre entretenir et laisser à l'abandon. Cela dépend des usages anthropiques liés au milieu et aux objectifs de la restauration.

### Actions de gestion et d'entretien

Enlèvement des embâcles



Elagage des arbres

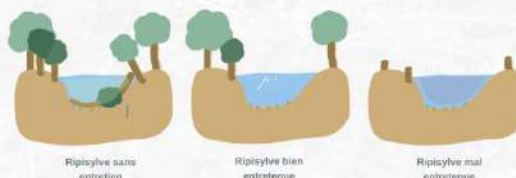


Figure 49 - Problématique n°2 : Les travaux d'entretien réguliers

## 2 Travaux d'entretien régulier

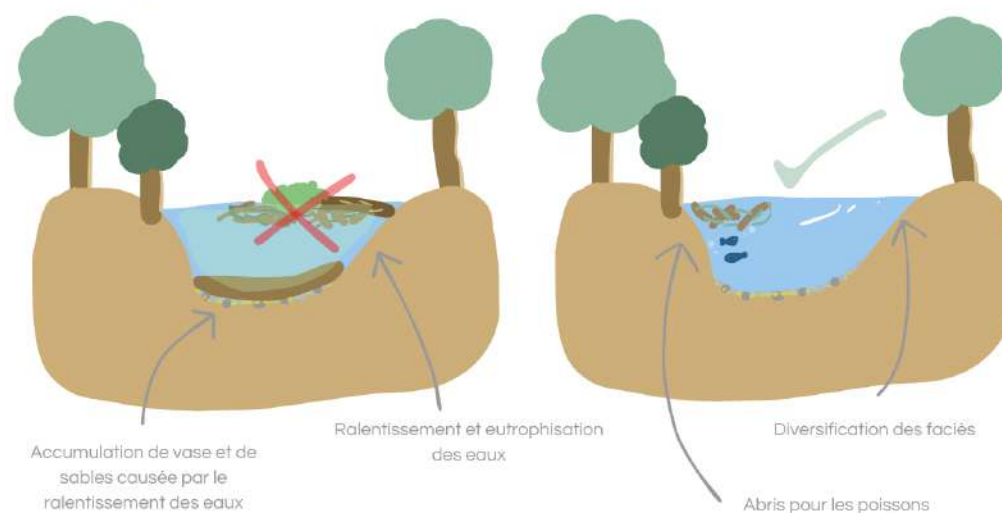


### Partie 1 L'enlèvement des embâcles

#### Pourquoi enlever les embâcles ?

Les embâcles se rapporte à des bois morts, végétaux accumulés et déchets divers s'accumulant sur le lit du cours d'eau. Ceux-ci peuvent constituer une gêne pour l'écoulement, provoquer des dépôts de sable ou de vase dans le lit voire d'éroder les berges à cause du détournement du courant qu'elle peuvent engendrer.

#### Lesquels enlever ?



Tous les embâcles ne sont pas à supprimer. En effet, ceux-ci peuvent jouer un rôle dans l'épuration des nitrates, la diversification des faciès, l'apport de nutriments dans le cours d'eau ou encore jouer un rôle de cage pour les poissons. Ainsi, il est nécessaire de faire le tri.

Retirer du lit les embâcles importants, gênants l'écoulement sur une grande partie du cours d'eau.

Les embâcles peuvent être retirés manuellement à partir du cours d'eau ou mécaniquement depuis les berges. Attention, les embâcles sortis du cours d'eau doivent être retiré au risque d'être repris par les prochaines crues.

Coûts : 290 euros par gros arbres et 220 par petits arbres

Figure 50 - L'enlèvement des embâcles

## 2 Travaux d'entretien régulier

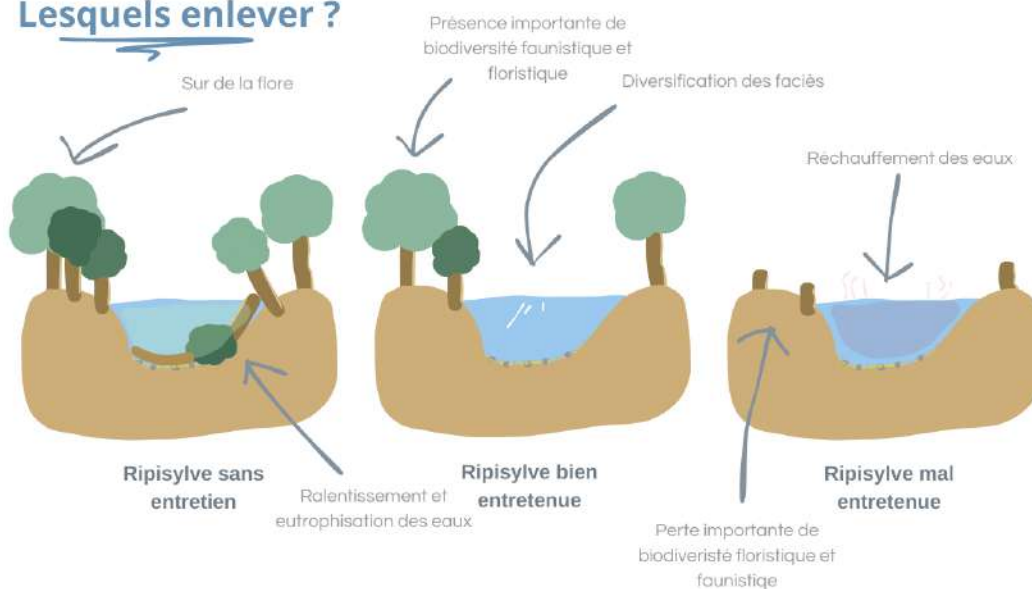


### Partie 2 L'égelage des arbres

#### Pourquoi égeler les arbres ?

Les embâcles se rapporte à des bois morts, végétaux accumulés et déchets divers s'accumulant sur le lit du cours d'eau. Ceux-ci peuvent constituer une gêne pour l'écoulement, provoquer des dépôts de sable ou de vase dans le lit voire d'éroder les berges à cause du détournement du courant qu'elle peuvent engendrer.

#### Lesquels enlever ?



Tous les embâcles ne sont pas à supprimer. En effet, ceux-ci peuvent jouer un rôle dans l'épuration des nitrates, la diversification des faciès, l'apport de nutriments dans le cours d'eau ou encore jouer un rôle de cage pour les poissons. Ainsi, il est nécessaire de faire le tri.

Retirer du lit les embâcles importants, gênants l'écoulement sur une grande partie du cours d'eau.

Les embâcles peuvent être retirés manuellement à partir du cours d'eau ou mécaniquement depuis les berges. Attention, les embâcles sortis du cours d'eau doivent être retiré au risque d'être repris par les prochaines crues.

Coûts : Environ 120 euros par arbre

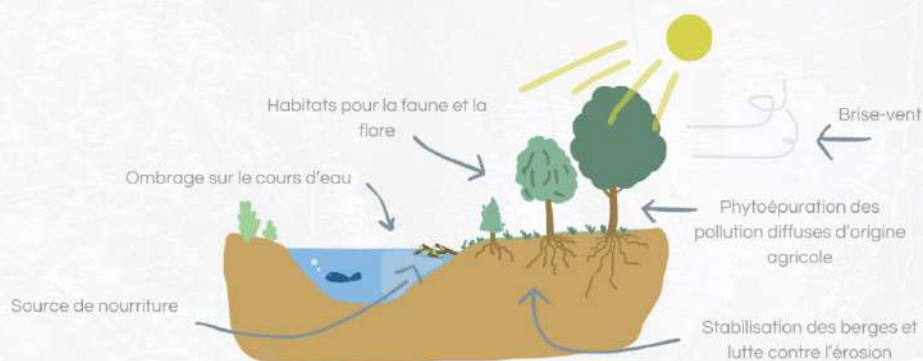
Figure 51 - L'égelage des arbres

# Problématique n°3

## Ripisylves en mauvais état

### Rôles et intérêts des ripisylves

- Les ripisylves abritent une grande richesse spécifique (notion d'écotone)
- Source de nourriture (fruits, bois morts...)
- Habitats pour la faune terrestre et aquatique (nidification, chevelu racinaire...)
- Contribuent notablement à la lutte contre la pollution des nappes et des cours d'eau (effet tampon)



- Barrière mécanique à l'érosion et au ruissellement
- Prévention des inondations : Ralentissement mécanique de la vitesse de courant, étalement de la crue

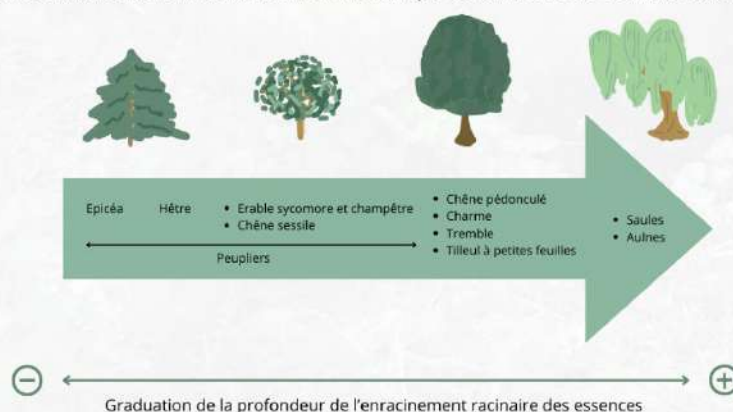


Figure 52 - Problématique n°3 : Les ripisylves en mauvais état

Pour cette problématique, ont été utilisés les documents suivants :

Agence de l'eau, & Agence Française de la Biodiversité. (2017). *CARHYCE : CARactérisation HYdromorphologique des Cours d'Eau -- Protocole de recueil de données hydromorphologiques à l'échelle de la station sur les cours d'eau prospectables à pied*.

Balligand, B., & Havet, N. (2018). *Un indice pour qualifier les fonctions des ripisylves*. Forêt Entreprise, 242, 49-53. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6557819>

### 3 Ripisylve en mauvais état



#### Régénération de la ripisylve

#### Deux méthodes de régénération

##### Régénération naturelle

- ✓ • Peu coûteux
- ✓ • Préserve le patrimoine génétique des espèces locales
- ✗ • Phénomène plus lent
- ✗ • Phase transitoire pouvant gêner certains usages
- Pas une absence d'intervention : Mise en place de clôtures et gestion des espèces colonisatrices

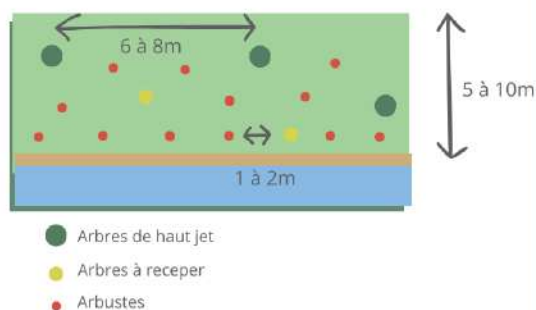
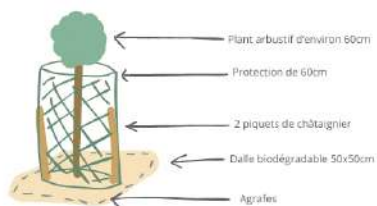
*Les deux méthodes sont compatibles !*

##### Plantation

- ✓ • Permet de restaurer une ripisylve diversifiée et fonctionnelle en quelques années
- ✗ • Plus onéreuse

#### Emprises, écartements et positionnement des plants

- L'installation d'une seule ligne de plants apporte déjà des effets intéressants au niveau écologique. L'idéal cependant est de disposer de 5 à 10 mètres de largeur (soit environ 2 à 3 lignes de plants)



#### Aspect technique :

- **Budget** : environ 20 euros le mètre linéaire
- **Calendrier des travaux** :
  - Entre la mi-novembre et début décembre ;
  - De la mi-février à début avril (en cas de démarrage tardif de la végétation) ;

Figure 53 - Régénération de la ripisylve

# Problématique n°4

## Faciès hydrauliques homogènes

### Diversification des faciès

Une diversification des faciès est primordiale sur les cours d'eau . En effet, celle ci permet l'implémentation d'une plus grande diversité spécifique ainsi qu'un meilleur état physico-chimique du cours d'eau.

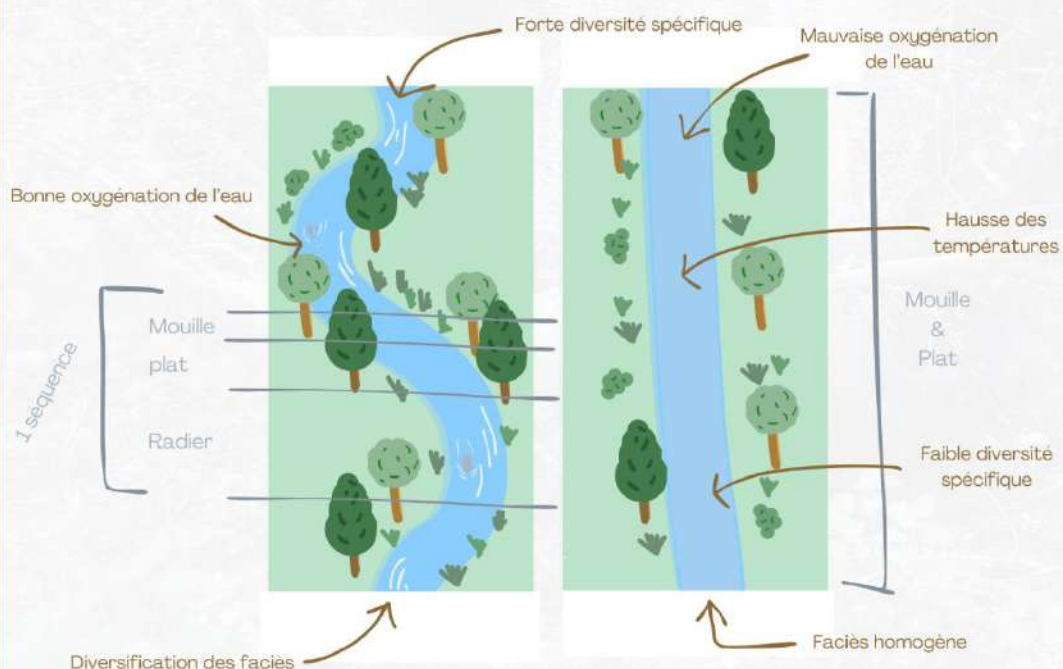


Figure 54 - Problématique n°4 : Faciès hydrauliques homogènes

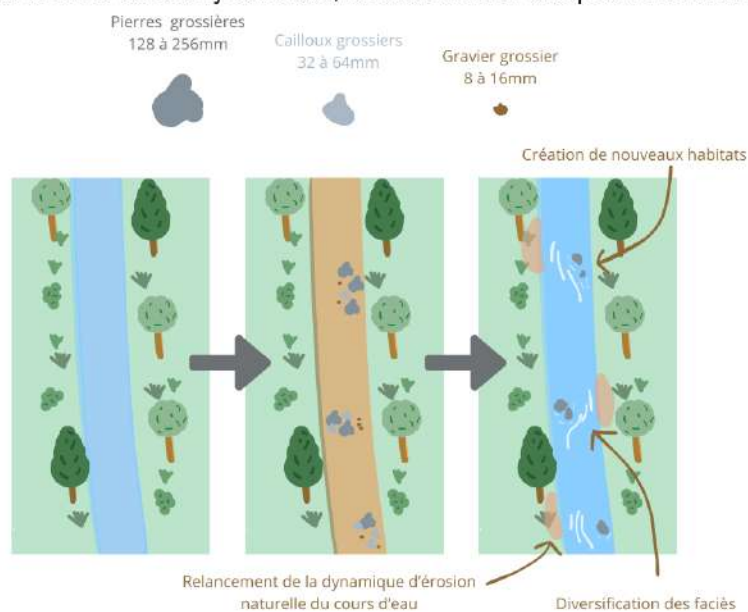
## 4 Faciès hydrauliques homogènes



### Option 1 : Recharge granulométrique

#### Fonctionnement théorique

Il s'agira de déposer des sédiments de tailles différents à différents endroits du cours d'eau. Cela créera de nouveaux habitats pour des espèces préférant une granulométrie plus grossière et permettra une re-dynamisation du cours d'eau en forçant une érosion latérale judicieuse, créant à terme des petits méandres.



#### Aspect technique

- **Budget** : Environ 100 euros le mètre linéaire
- **Calendrier des travaux** : Durant l'étiage des cours d'eau pour faciliter la mise en oeuvre

Figure 55 - Recharge granulométrique

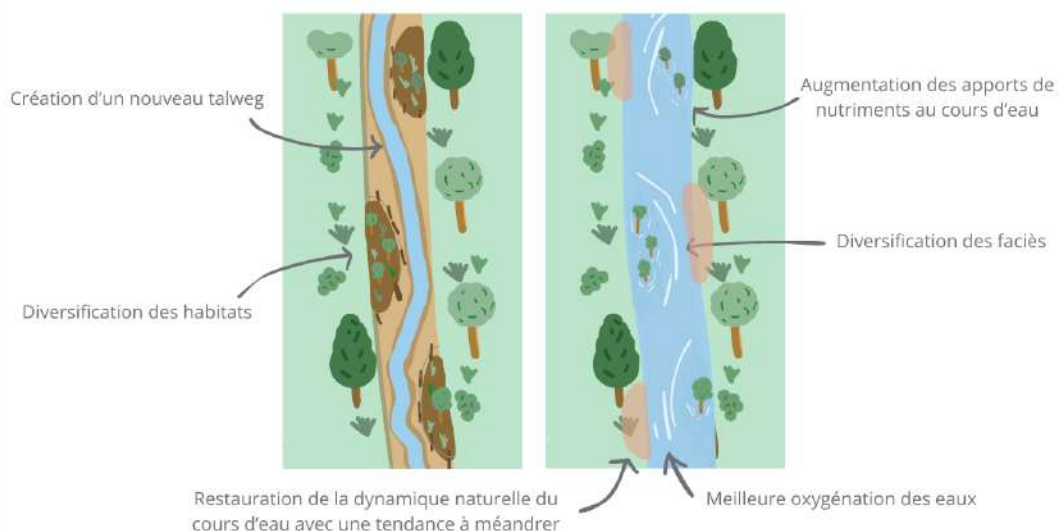
## 4 Faciès hydrauliques homogènes



### Option 2 : Création d'îlots végétaux

#### Fonctionnement théorique

Les îlots végétaux permettent une diversification des faciès, des habitats et un suppléments de nutriments pour les cours d'eau présentant une ripisylve appauvrie. La création d'un nouveau talweg permettra d'avoir un cours d'eau dynamique même durant l'étiage en diminuant la largeur mouillée.



#### Aspect technique

- **Budget** : Environ 75 euros du linéaire
- **Calendrier des travaux** : Durant létiage des cours d'eau afin de faciliter la mise en oeuvre.

Figure 56 - Création d'îlots végétaux

# Problématique n°5

## Rupture de la continuité écologique

### Qu'est ce que la continuité écologique ?

La continuité écologique garantit le passage des poissons et des sédiments à travers les cours d'eau et autres milieux aquatiques.

#### Continuité piscicole



L'ichtyofaune a en effet besoin de se déplacer pour effectuer son cycle de vie : recherche de nourriture et/ou de partenaire, de refuges etc ... La fragmentation perturbe fortement ces dispersions et crée, à terme, une perte de diversité génétique, une diminution spécifique et une baisse du nombre d'individus. La fragmentation est reconnue avec l'introduction d'espèces allochtones comme la principale menace pour le maintien de la biodiversité piscicole.

#### Continuité sédimentaire



Du point de vue géomorphologique, la fragmentation induit à l'amont des processus de sédimentation et de colmatage. A contrario, en aval, des processus d'érosions de fond et d'érosions latérales occasionnent une incision du lit et un élargissement des berges.

### Quelles sont les causes de cette rupture ?

La politique de fragmentation des habitats via la création d'ouvrages a commencé dès le Moyen Âge et a fortement augmenté lors de la révolution industrielle en France et à l'étranger.

Les barrages, les plans d'eau ou les ouvrages de franchissements (buses, déversoirs ...) perturbent ainsi le transit sédimentaire et la libre circulation des organismes aquatiques.

Figure 57 - Problématique n°5 : Rupture de la continuité écologique

Pour cette problématique, ont été utilisés les documents suivants :

Charente Eaux. (2023). *Guide pratique - Propriétaires de plans d'eau*.

Etablissement Public du Bassin de la Vienne. (s. d.). *Gestion des étangs : l'effacement, une solution à envisager*.

# 5

## Rupture de la continuité écologique



### Option 1 :

Effacement des plans d'eau

#### Plan d'eau et normes

Le schéma ci-côté représente un plan d'eau aux normes avec tous les aménagements permettant la continuité écologique. Si un plan d'eau n'est pas aux normes, deux solutions sont possibles :

- **La mise aux normes** : Le propriétaire du plan d'eau décide de remettre aux normes le plan d'eau et donc d'aménager celui-ci afin qu'il présente tous les éléments nécessaires.
- **l'effacement** : Celui-ci permet le rétablissement total de la continuité écologique. De plus, le milieu retrouve généralement sa nature de zones humides permettant ainsi un regain de biodiversité faunistique et floristique.



- |               |                                     |
|---------------|-------------------------------------|
| 1 Répartiteur | 5 Déversoir                         |
| 2 Cours d'eau | 6 Digue                             |
| 3 Plan d'eau  | 7 Pêcherie                          |
| 4 Moine       | 8 Dispositif de rétention des boues |

#### 1 Répartiteur

Permet de gérer les écoulements entre le cours d'eau et le plan d'eau pour garantir le débit réservé.

#### 4 Moine

Il est crucial que l'évacuation des eaux se fasse par le fond du plan d'eau car celle-ci est plus fraîche et contient de ce fait plus d'oxygène dissout que les eaux de surfaces. Cela minimise l'impact du rejet dans le cours d'eau. De plus, un débit minimal appelé débit réservé, doit toujours être respecté pour assurer un écoulement suffisant pour la vie aquatique.

#### 5 Déversoir

Permet de maintenir un niveau maximum dans le plan d'eau et d'évacuer l'eau excédentaire en période de crue

#### 6 Digue

Permet de retenir l'eau du plan d'eau. Celle-ci doit être régulièrement inspectée, entretenue et surveillée pour éviter les dégâts (ragondins, renards hydrauliques ...)

#### GESTION DES VIDANGES

#### 7 Pêcherie

Permet de capturer les poissons et de détruire les espèces indésirables.

#### 8 Dispositif de rétention des boues

Afin d'éviter la chasse des sédiments et la pollution du cours d'eau en aval.

Figure 58 - Effacement des plans d'eau (partie 1)

# 5

## Rupture de la continuité écologique



### Option 1 : Effacement des plans d'eau

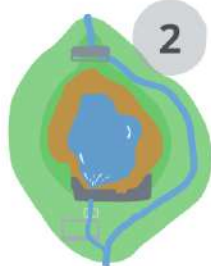
#### Effacement d'un plan d'eau



1

##### Vidange progressive de l'étang

Elle doit être réalisée sous surveillance et de préférence en période hivernale. Des systèmes de rétention des vases et sédiments (bassins de décantation) doivent être utilisés afin de limiter les impacts sur la qualité de l'eau.



2

##### Récupération des poissons

Lorsque le plan d'eau atteint une profondeur permettant le passage d'un pisciculteur, une pêche de sauvetage est réalisée. Les poissons sont également récupérés de la pêcheries. Les espèces envahissantes sont éliminées.



3

##### Mise en assec de l'étang

Après la vidange du plan d'eau, une période d'assec est nécessaire pour assécher le substrat. Celui-ci pourra être retiré mécaniquement si besoin. Des plantes aquatiques pourront commencer à s'installer.



4

##### Arasement de la digue et destruction des ouvrages

Cette opération est en générale réalisée dans les mois qui suivent la mise en assec de l'étang. Les anciennes berges sont remplacées par des pentes douces. Un linéaire du nouveau cours d'eau peut être tracé mais celui-ci se fait souvent naturellement. Des mares peuvent être créées par la même occasion.



##### Etat final

##### Retour à l'état naturel du cours d'eau

Après quelques mois, le cours d'eau reprend une morphologie naturelle. Une granulométrie et une végétation diversifiées se développent naturellement.

**Durée des travaux et calendrier :** Plus d'un an. Vidange vers avril-mai (2 semaines environ). Laisser en assec au moins une saison sèche. Compter environ une année pour que le cours d'eau reprenne son cours naturel.

**Coûts des travaux :** Environ 15 000 euros en fonction de la superficie du plan d'eau.

Figure 59 - Effacement des plans d'eau (partie 2)

# 5

## Rupture de la continuité écologique



### Option 2 :

Suppression ou remplacement des ouvrages

### Impacts des ouvrages hydrauliques

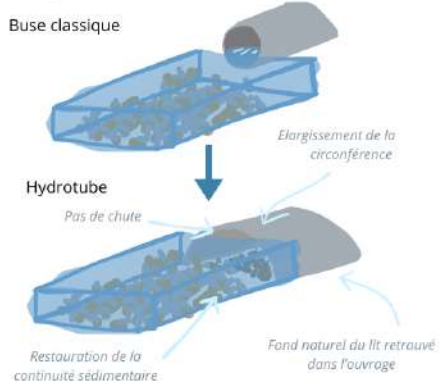
Les ouvrages hydrauliques exercent un impact significatif sur les cours d'eau. En effet, ils perturbent la continuité écologique et créent des zones de stagnation de l'eau, entraînant un réchauffement et une désoxygénation des milieux aquatiques.

Dans ce contexte, nous nous concentrons sur les petits ouvrages de franchissements tels que les buses, les passages à gué et les ponts.

Pour minimiser l'impact de ces structures, il est essentiel de favoriser des aménagements qui préservent au maximum l'état naturel des cours d'eau. Les ouvrages en mauvais état doivent être remplacés. Dans la mesure du possible, leur suppression doit être envisagée afin de rétablir la continuité écologique.

#### REPLACEMENT

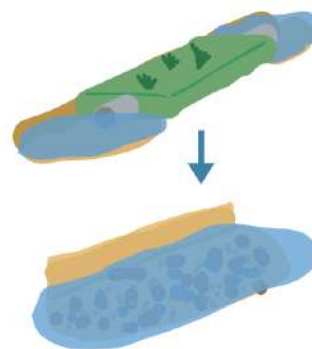
Les buses créent parfois des chutes difficilement surmontables par les poissons. De plus la continuité sédimentaire est rompue. Enfin, celle-ci est souvent sous-dimensionnée et/ou bloquée par de la végétation.



**Coûts :** environ 3000 euros pour l'installation d'un hydrotube

#### SUPPRESSION

Si possible, une suppression complète de l'ouvrage est préférable. Celle-ci va entièrement rétablir les continuités piscicoles et sédimentaires et éviter toutes problématiques de bouchons ou de saturation liées à l'ouvrage.



**Coûts :** 2000 euros --> Suppression d'un ouvrage et remblai associé

Figure 60 - Suppression ou remplacement des ouvrages

## 6 Bibliographie

Agence de L'eau, & Agence Française de la Biodiversité. (2017). *CARHYCE : CARactérisation*

*HYdromorphologique des Cours d'Eau -- Protocole de recueil de données*

*hydromorphologiques à l'échelle de la sation sur les cours d'eau prospectables à pied.*

Agence de L'eau, Agence Française de la Biodiversité, & IRSTEA. (2019). *Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau.*

Agence de L'eau Artois-Picardie. (s. d.). *Guide pour la restauration des ripisylves.*

Balligand, B., & Havet, N. (2018). *Un indice pour qualifier les fonctions des ripisylves.* Forêt Entreprise, 242, 49-53. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6557819>

Biemans, H., Haddeland, I., Kabat, P., Ludwig, F., Hutjes, R. W. A., Heinke, J., Von Bloh, W., & Gerten, D. (2011). Impact of reservoirs on river discharge and irrigation water supply during the 20th century. *Water Resources Research*, 47(3). <https://doi.org/10.1029/2009wr008929>

Boyer, K., Berg, D. R., & Gregory, S. V. (2003). Riparian management for wood in rivers. *American Fisheries Society Symposium*.

Bravard, J., & Malavoi, J. (2010). *Eléments d'hydromorphologie fluviale appliquée.*  
<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01251790>

Bui, T. T. P., Kantoush, S., Kawamura, A., Du, T. L. T., Bui, N. T., Capell, R., Nguyen, N. T., Du Bui, D., Saber, M., Tetsuya, S., Lee, H., Saleh, A., Lakshmi, V., Bartosova, A., Van Binh, D., Nguyen, B. Q., & Nguyen, T. T. T. (2023). Reservoir operation impacts on streamflow and sediment dynamics in the transboundary river basin, Vietnam. *Hydrological Processes*, 37(9).  
<https://doi.org/10.1002/hyp.14994>

Cashman, M. J. (2015). *The effect of large wood on river physical habitat and nutritional dynamics.*  
<https://doi.org/10.17169/refubium-13757>

Charente Eaux. (2023). *Guide pratique - Propriétaires de plans d'eau.*

Comité de Rivière Célé. (2006). *Les systèmes d'abreuvement au pâturage : concilier production agricole et préservation des milieux aquatiques.*

- Derlet, R. W., Richards, J. R., Tanaka, L. L., Hayden, C., Ger, K. A., & Goldman, C. R. (2012). Impact of Summer Cattle Grazing on the Sierra Nevada Watershed : Aquatic Algae and Bacteria. *Journal Of Environmental And Public Health*, 2012, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2012/760108>
- Direction de L'eau, des Milieux Aquatiques et de L'agriculture (DEMAA), BIOTEC, & Agence de L'eau. (2007). *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*.
- Duchoiselle, M. (2023). *Etat des lieux et diagnostic du bassin versant de la Charente Amont*.
- Duchoiselle, M. (2023). *Programme pluriannuel de gestion du SMACA : Demande de déclaration d'Intérêt général au titre de l'article L.211-7 du Code de l'Environnement*.
- Etablissement Public du Bassin de la Vienne. (s. d.). *Gestion des étangs : l'effacement, une solution à envisager*.
- Fail, J. L., Haines, B. L., & Todd, R. L. (1987). Riparian forest communities and their role in nutrient conservation in an agricultural watershed. *American Journal of Alternative Agriculture*, 2(3), 114-121. <https://doi.org/10.1017/s0889189300001752>
- Francis, R. A., Tibaldeschi, P., & McDougall, L. (2008). Fluvially-deposited large wood and riparian plant diversity. *Wetlands Ecology and Management*, 16(5), 371-382. <https://doi.org/10.1007/s11273-007-9074-2>
- Gál, B., Weiperth, A., Farkas, J., & Schmera, D. (2019). The effects of road crossings on stream macro-invertebrate diversity. *Biodiversity And Conservation*, 29(3), 729-745. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01907-4>
- Gayraud, S., Hérouin, E., & Philippe, M. (2002). Le colmatage minéral du lit des cours d'eau : revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 365-366, 339-355. <https://doi.org/10.1051/kmae:2002039>
- Hauer, C., Leitner, P., Unfer, G., Pulg, U., Habersack, H., & Graf, W. (2018). The Role of Sediment and Sediment Dynamics in the Aquatic Environment. Dans *Springer eBooks* (p. 151-169). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_8)

- Hercend, B. (2022). Etat des lieux et diagnostic du bassin versant de la Guerlie
- Huang, J., Huang, L., Wu, Z., Mo, Y., Zou, Q., Wu, N., & Chen, Z. (2019). Correlation of Fish Assemblages with Habitat and Environmental Variables in a Headwater Stream Section of Lijiang River, China. *Sustainability*, 11(4), 1135. <https://doi.org/10.3390/su11041135>
- Johnson, J. A. (2010). Relation of physical habitat to fish assemblages in streams of Western Ghats, India. *Applied Ecology And Environment Research*.
- Lehrter, R. J., Rutherford, T. K., Dunham, J. B., Johnston, A. N., Wood, D. J., Haby, T. S., & Carter, S. K. (2024). Effects of culverts on habitat connectivity in streams—A science synthesis to inform National Environmental Policy Act analyses. *Scientific Investigations Report*. <https://doi.org/10.3133/sir20235132>
- Les impacts de l’artificialisation sur l’eau et les milieux aquatiques | Eaufrance. (s. d.). Eaufrance. <https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-lartificialisation-sur-leau-et-les-milieux-aquatiques>
- Line, D. E., Harman, W. A., Jennings, G. D., Thompson, E. J., & Osmond, D. L. (2000). Nonpoint-Source Pollutant Load Reductions Associated with Livestock Exclusion. *Journal Of Environmental Quality*, 29(6), 1882-1890. <https://doi.org/10.2134/jeq2000.00472425002900060022x>
- LOI n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l’action publique territoriale et d’affirmation des métropoles (1) - Légifrance. (s. d.). <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000028526298>
- Muste, M., & Xu, H. (2017). Mitigation of sedimentation at multi-box culverts. Dans IIHR-Hydroscience & Engineering - The University Of Iowa.
- O’Callaghan, P., Kelly-Quinn, M., Jennings, E., Patricia, Antunes, O’Sullivan, M., Fenton, O., & Ó hUallacháin, D. (2008). Impact of cattle access to watercourses : Literature review on behalf of the COSAINT Project. Dans *Teagasc, Dundalk Institute of Technology and University College Dublin*.
- OCEA CONSULT. (2013). *Suivi des paramètres Oxygène-Dissous et température de l’eau sur l’étang du Gol (La Réunion) de novembre 2012 à février 2013*.

- ONEMA, & Chambre D'agriculture Loire-Atlantique. (2016). *Guide d'entretien des cours d'eau*.
- Robinet, N., Bazin, C., Bernède, M., Besry, A., & Jolly, G. (2023, Novembre). Ragondin et rat musqué : danger sur (sous) la digue ! : Approche cartographique de la distribution spatiale et de l'impact de deux espèces exotiques envahissantes de rongeurs, le Ragondin *Myocastor coypus* et le rat musqué *Ondatra zibethicus* sur les espaces endigués des marais de la Dives (Calvados, France).
- Roche, L. R. (2002). A review of livestock impacts on riparian ecosystems : vegetative and aquatic consequences and grazing management. *Prized Writing*.
- Su, X., Ling, H., Wu, D., Xue, Q., & Xie, L. (2022). Spatial–Temporal Variations, Ecological Risk Assessment, and Source Identification of Heavy Metals in the Sediments of a Shallow Eutrophic Lake, China. *Toxics*, 10(1), 16. <https://doi.org/10.3390/toxics10010016>
- Surasinghe, T. D., & Baldwin, R. F. (2015). Importance of Riparian Forest Buffers in Conservation of Stream Biodiversity : Responses to Land Uses by Stream-Associated Salamanders across Two Southeastern Temperate Ecoregions. *Journal Of Herpetology*, 49(1), 83. <https://doi.org/10.1670/14-003>
- Touchart, L. (2007). *L'étang et la température de l'eau : un ensemble d'impacts géographiques*. <https://hal.science/hal-03226662>
- Wurtsbaugh, W. A., Paerl, H. W., & Dodds, W. K. (2019). Nutrients, eutrophication and harmful algal blooms along the freshwater to marine continuum. *Wiley Interdisciplinary Reviews Water*, 6(5). <https://doi.org/10.1002/wat2.1373>

## 7 Sitographie

- Découvrir OCARHY - OCARHY. (s. d.). <https://charente-eaux.gitlab.io/ocarhy/documentation/>
- Charente Eaux. (2023, 29 novembre). *Charente Eaux - Charente Eaux*. <https://charente-eaux.fr/charente-eaux/>



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS  
37200 TOURS

Diagnostic hydromorphologique des affluents d'un  
cours d'eau de plaine Charentais : La Moulde

**Etudiant :**  
Pao CANU  
Filière IMA  
2023-2024

## Résumé :

Ce rapport est un compte rendu d'un travail de terrain ayant eu lieu entre mars et août 2024 sur les affluents de la Moulde, cours d'eau de la plaine charentaise. Le terrain se résumait à une analyse hydromorphologique des cours d'eau et des éléments les constituant (ripisylve, berges...) ainsi que des éléments potentiellement impactant (ouvrages, rejets, embâcles, abreuvements, etc.). Ce travail a été effectué via OCARHY, une extension hébergée par le logiciel QGIS créée par Charente Eaux. Elle permet de cartographier directement sur le terrain les éléments visualisés sur place.

À la suite de cela, une analyse statistique descriptive a été réalisée afin de mettre en avant les éléments les plus impactant sur le cours d'eau et de discuter des potentiels aménagements à mettre en place afin d'améliorer l'état écologique des masses d'eau. Dans ce but, des fiches travaux ont été réalisées pour mettre en avant différentes propositions d'aménagements en fonction des pressions mises en avant.

**Mots Clés :** REH, OCARHY, QGIS, Diagnostic géomorphologique, Restauration

**Entreprise :** SMACA

**Adresse :** 5 route de Confolens, 16450 Saint-Claud

**Tuteur entreprise :**

Morgane DUCHOISELLE

Chargée de mission Bassin-versant

**Tuteur académique :**

Catherine BOISNEAUX

Professeure et chercheure



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS  
37200 TOURS

Hydromorphological diagnosis of the tributaries of a  
river in the Charentais plain: La Moulde

**Student :**  
Pao CANU  
Filière IMA  
2023-2024

## **Abstract :**

This report is a summary of fieldwork conducted between March and August 2024 on the tributaries of the Moulde, a river in the Charente plain. The fieldwork consisted of a hydromorphological analysis of the watercourses and their components (riparian vegetation, banks, etc), as well as potentially impacting elements (structures, discharges, blockages, watering points etc). This work was conducted using OCARHY, an extension hosted by the QGIS software developed by Charente Eaux. It allows direct mapping of the elements observed in the field.

Subsequently, a descriptive statistical analysis was conducted to highlight the most impactful elements on the watercourse and to discuss potential interventions to improve the ecological status of water bodies. To this end, work sheets were prepared to present various proposals for interventions based on the identified pressures.

**Key-words :** REH, OCARHY, QGIS, Geomorphological diagnosis, Restoration.

**Companie :** SMACA

**Adress :** 5 route de Confolens, 16450 Saint-Claud

**Companie Tutor :**

Morgane DUCHOISELLE  
Watershed project manager

**Academic tutor :**

Catherine BOISNEAUX  
Professor and researcher