



NOVEMBRE 2025



CHAMBRE
D'AGRICULTURE
SAÔNE-ET-LOIRE

RAPPORT D'ETUDE
BASSIN VERSANT DU
SORNIN
PROJET CHAROL'N



COFINANCÉ
PAR L'UNION
EUROPÉENNE

RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE



Sommaire

Introduction.....	1
1. Enjeux et acteurs du projet et du bassin versant	4
2. Collecte des données.....	5
2.1. Données expérimentales	5
2.2. Données cartographiques et hydrologiques	6
2.3. Exploitation des données	7
3. Analyses des données du territoire.....	8
3.1. Description du territoire	8
3.2. Contexte agricole	13
3.2.1. Données générales	13
3.2.2. Etat des lieux de l'agriculture sur l'ouest de la Saône-et-Loire.....	14
3.2.3. Les pratiques agricoles susceptibles d'émettre des pollutions aux nitrates	15
3.3. Données cartographiques des sols	16
3.3.1. Occupation du sol.....	16
3.3.2. Unités cartographiques des sols.....	18
3.3.3. La réserve utile	20
4. Données hydrologiques et climatiques	22
4.1. Les nitrates.....	22
4.1.1. Le Sornin de 2000 à aujourd'hui	22
4.1.2. Campagne de prélèvement CHAROL'N : Le Bézo et les Monts	23
4.2. Pluviométrie.....	25
4.3. Hydrologie.....	28
4.3.1. La notion de flux.....	28
4.3.2. Calcul du flux de nitrates	29
4.3.3. Du flux au calcul des pertes en nitrates	31
5. Résultats de la démarche et interprétation.....	33
5.1. Résultats des calculs : estimation des pertes en azote	33
5.2. Comparaison avec la littérature	34
5.3. Incertitudes	35
Conclusion	36

Liste des figures

Figure 1 : Projections climatiques - Cumul des précipitations saisonnières (Source : Fiches données de la démarche Eau'Défi SYMISOA, Données SAFRAN/ISBA)	2
Figure 2 : Projections climatiques - Indice de secheresse des sols (Source : Fiches données de la démarche Eau'Défi SYMISOA, Données SAFRAN/ISBA).....	3
Figure 4 : Station de prélèvement du Bézo.	12
Figure 4 : Station de prélèvement des Monts.	12
Figure 5 : Bilan des pratiques identifiées comme susceptibles de favoriser le ruissellement et/ou la lixiviation des nitrates sur la zone d'étude.	15
Figure 6 : Légende de la nomenclature du projet OSO Théia. (Source : CES occupation des sols THEIA)	16
Figure 7 : Devenir de l'azote de pissats en fonction de la date d'apport et du type de sol.	19
Figure 8 : Evolution des concentrations en nitrates sur 3 stations des services de l'Etat situées sur le Sornin (CHARLIEU / SAINT-MAURICE-LES-CHATEAUNEUF / LA CHAPELLE-SOUS-DUN)	22
Figure 9 : Evolution des concentrations en nitrates sur les stations expérimentales du Bézo et des Monts.	23
Figure 10 : Ensemble des résultats de la campagne de prélèvement nitrates CHAROL'N.	24
Figure 11 : Courbe du cumul de pluie de la station MétéoFrance à Beaudemont sur les années 2023, 2024 et 2025.	25
Figure 12 : Comparaison de l'évolution des concentrations en nitrates avec la pluviométrie journalière de la station de Beaudemont sur 2024 et 2025 (Données MétéoFrance et CHAROLN)	27
Figure 13 : Evolution du débit mensuel moyen mensuel sur le Sornin (2017 - 2025).....	28
Figure 14 : Schéma de l'interpolation des données de concentration en nitrates.	30
Figure 15 : Représentation des données de concentration interpolées sur le ruisseau des Monts.....	31

Liste des cartes

Carte 1 : Communes proposées en 2020 au classement en ZV.....	1
Carte 2 : Localisation des bassins versants ateliers sur la zone d'étude.....	8
Carte 3 : Cours d'eau de l'étude et localisation des stations de prélèvement expérimentales.....	9
Carte 4 : Communes proposées en 2025 au classement en ZV.....	10
Carte 5 : Délimitation des sous bassins versants des affluents de l'étude (Le Bézo et le ruisseau des Monts)	11
Carte 6 : Part de la surface en prairie dans les SAU des exploitations par commune de Saône-et-Loire en 2020.....	13
Carte 7 : Représentation des chargements par masses d'eau de Saône-et-Loire.	14
Carte 8 : Occupation des sols sur le bassin versant du Sornin (partie Saône-et-Loire)	17
Carte 9 : Types de sols sur le bassin versant du Sornin (Partie Saône-et-Loire)	18
Carte 10 : Réserve utile sur le bassin versant du Sornin et sur les sous bassins versants de l'étude.	20
Carte 11 : Comparaison de la surface drainante au niveau de l'exutoire et celle au niveau de la station du Bézo.	32

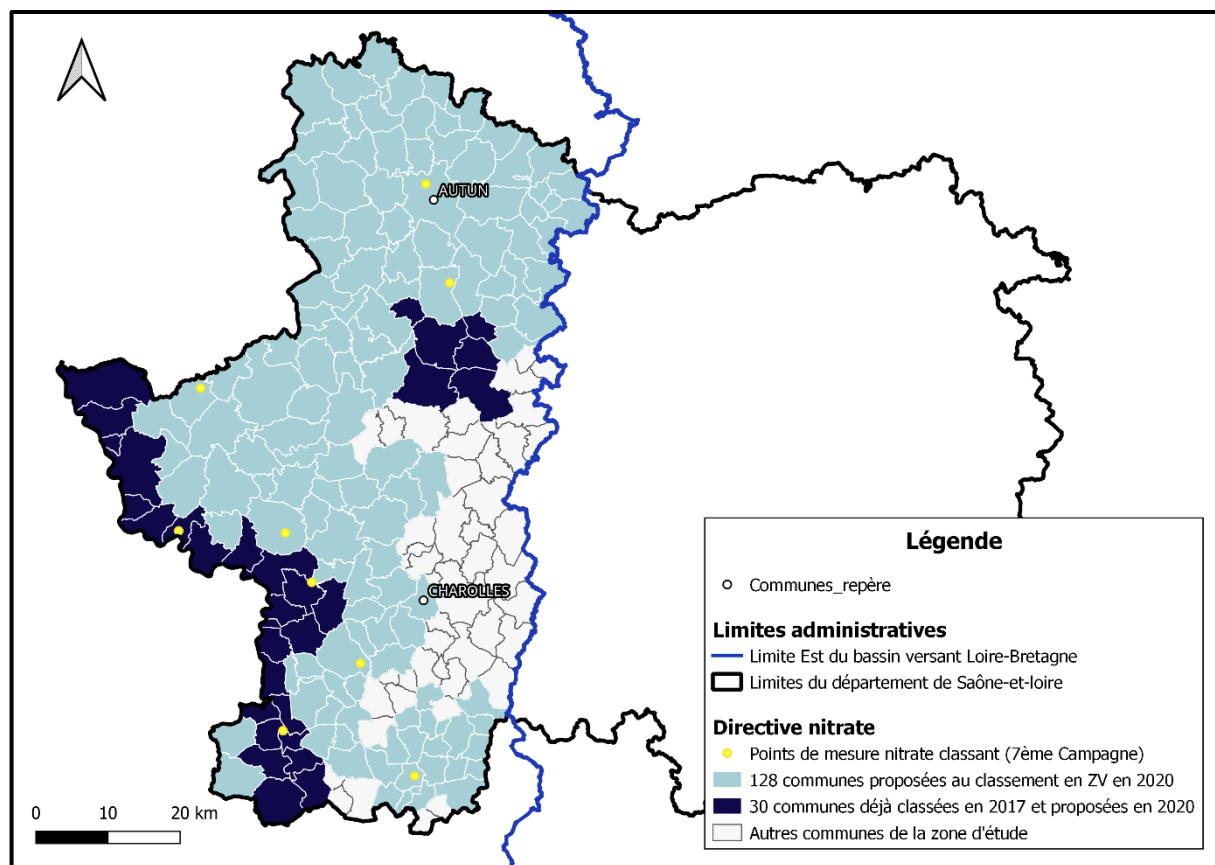
Liste des tableaux

Tableau 1 : Stations de mesure utilisées pour les prélèvements.	5
Tableau 2 : Station de relevé de qualité de l'eau (Nitrates).	6
Tableau 3 : Stations de relevé de débits.....	6
Tableau 4 : Stations Météo France.	7
Tableau 5 : Statut des communes du Sornin au moment de la révision des zones vulnérables de 2021.	9
Tableau 6 : Comparaison de la pluviométrie mensuelle entre les années 2023/2024/2025 et la période de référence 1990-2010 sur la station de Beaudemont. (Source : Fiche climatologique de la station de Baudemont - METEO FRANCE).....	26
Tableau 7 : Comparaison des pertes estimées entre les sous bassins versants de l'étude.	33

Introduction

Le projet Charol’N : l’étude du bassin versant du Sornin a pour but de guider le projet Charol’N dans sa réalisation. En 2020, les autorités françaises ont lancé la septième révision des zones vulnérables conformément à la Directive Nitrates. Ce classement a été établi à partir des résultats des analyses de nitrates effectuées entre octobre 2018 et septembre 2019. On observe une nette augmentation des concentrations au cours des dernières années dans plusieurs départements français, dépassant le seuil réglementaire de 18 mg de nitrates par litre dans les cours d'eau.

Ce dépassement conduit généralement à la classification en « zone vulnérable » des communes concernées. Les terrains ainsi classés sont soumis à un programme d'action comprenant diverses obligations visant à réduire le risque de relargage de nitrates dans les sols et les cours d'eau. Ces mesures ont un impact significatif sur les pratiques agricoles, car elles s'appliquent principalement aux surfaces cultivables. Dans la première proposition de zonage soumise à la concertation au cours de l'automne 2020, l'ouest de la Saône-et-Loire s'est trouvé fortement concerné avec plus de 120 communes proposées au nouveau classement.



Carte 1 : Communes proposées en 2020 au classement en ZV.

Le système d'élevage extensif, prévalent dans le pays de l'Autunois-Charolais-Brionnais-Morvan, présente un faible risque de relargage de nitrates. Bien que le programme d'action de la Directive Nitrates soit particulièrement adapté aux systèmes de polyculture-élevage avec une forte composante culturale, il est susceptible de ne pas produire les résultats escomptés dans le contexte spécifique de l'ouest de la Saône-et-Loire. Cette réserve est motivée par le fait que le diagnostic établi par les

autorités s'appuie sur a peine plus d'une dizaine d'analyses ce qui rend difficile l'identification des dynamiques en jeu. C'est sur la base de ces arguments que la Chambre d'Agriculture Régionale de Bourgogne-Franche-Comté a formulé une demande de dérogation et s'est opposée à la proposition de zonage de 2020.

En échange du non-classement, les acteurs locaux se sont engagés à mener une étude visant à comprendre les phénomènes en cours et à établir des liens entre les pratiques agricoles et la qualité de l'eau. La Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) représente l'État et supervise la bonne conduite de l'étude. La DREAL a délégué à la Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire la création d'un Comité de Pilotage (COFIL) et la réalisation de ce projet, le projet Charol'N.

Un problème inévitable ? Une étude commandée à la DREAL dans le cadre du projet a mis en avant une corrélation entre la durée des sécheresses couplée aux fortes précipitation automnales et les pics de nitrates dans les cours d'eau. Aujourd'hui les sécheresses, impliquant l'assèchement des sols, sont considérées comme des événements extrêmes.

Dans le cadre de la démarche *Eau'Défi* initiée par le SYMISOA exerçant la fonction de GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) sur le bassin versant du Sornin, des données ont été rassemblées afin de guider les ateliers de travail. Les figures 1 et 2 présentent respectivement des données de projections sur l'évolution des régimes de précipitations et de l'indice de sécheresse des sols. Les discussions des réunion du comité de suivi de la démarche autour de ces deux fiches sont en annexe de ce document.

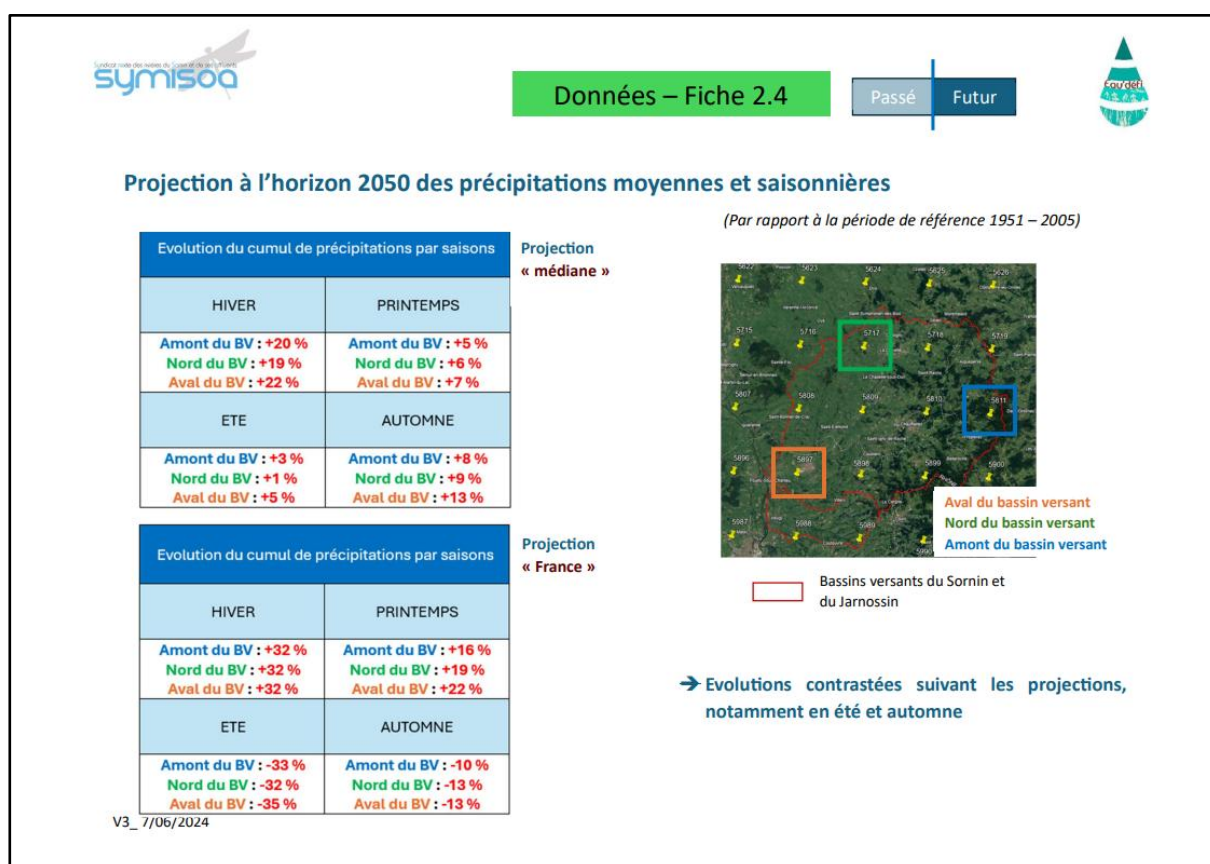


Figure 1 : Projections climatiques - Cumul des précipitations saisonnières (Source : Fiches données de la démarche Eau'Défi SYMISOA, Données SAFRAN/ISBA)

Projection de l'indice de sécheresse des sols à l'horizon 2050

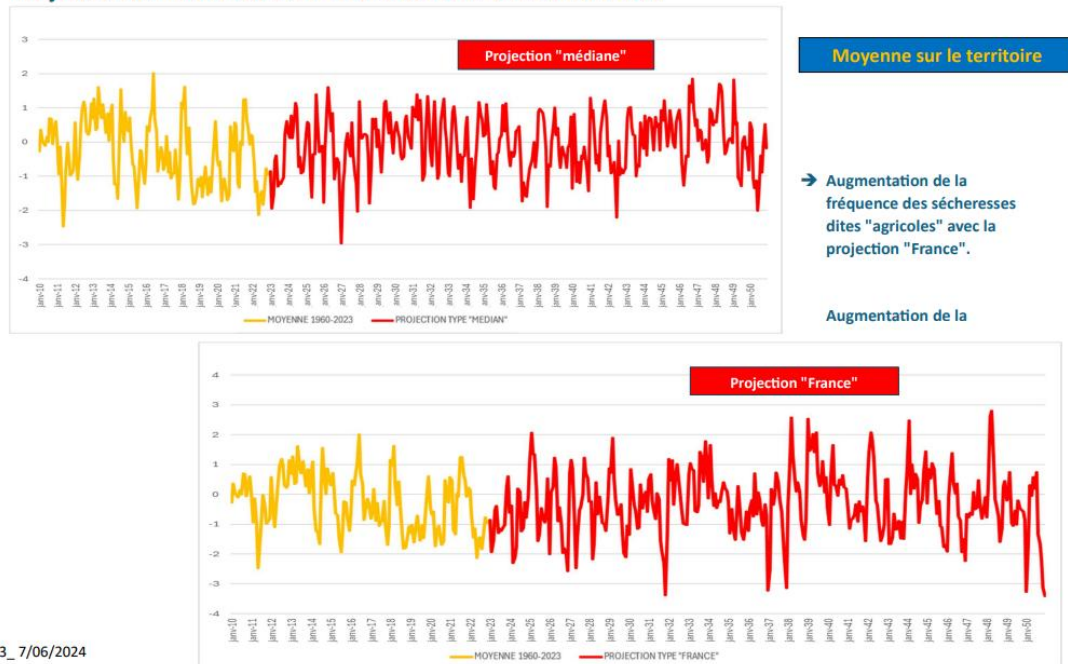


Figure 2 : Projections climatiques - Indice de sécheresse des sols (Source : Fiches données de la démarche Eau'Défi SYMISOA, Données SAFRAN/ISBA)

Les projections climatiques permettent de se rendre compte que le secteur qui concerne le bassin versant du Sornin sera de plus en plus marqué par une inégalité de la répartition des précipitation :

- Maintien du cumul annuel des précipitations
- Augmentation du cumul des précipitation sur la période hivernale
- Baisse du cumul des précipitations sur la période estivale
- Sécheresse plus fréquentes / plus longues et des phénomènes extrêmes plus fréquents.

Sans réaction face à ces changements, la problématique des nitrates sur le département sera grandissante, en dépit du caractère extensif de l'élevage. Les pratiques agricoles et la politique en matière de gestion de la qualité de l'eau doivent évoluer pour s'adapter à l'environnement en constante évolution. D'où l'intérêt d'expérimenter dès à présent afin de trouver les pratiques qui sauront répondre au triple enjeu : l'intégrité de la filière allaitant du Charolais, le maintien de la production pour l'alimentation et le maintien de la bonne qualité de l'eau, de l'air et du sol. Le projet Charol'N existe pour accompagner les agriculteurs dans cette adaptation au changement climatique.

Le diagnostic de bassin versant : Ce document a pour objectif de rassembler et d'interpréter les données disponibles sur le bassin versant du Sornin. Cette analyse doit permettre de fournir une vision systémique du bassin versant. Dans le cadre du projet Charol'N, les conclusions tirées serviront d'appui pour les décisions qui seront amenées à être prises, que ce soit dans la sélection des zones d'instrumentation, ou la mise en place de plans d'action. Le but est de confronter les données de qualité de l'eau obtenues avec le contexte qui définit le territoire.

Synthèse des travaux préliminaires

Des travaux ont été réalisés dans le cadre du préambule au projet Charol'N. La liste des sujets, les points à retenir et les productions de chaque étude est disponible dans le document « *Projet Charol'N – Synthèse des études, Novembre 2023* » accessible sur le site internet du projet.

1. Enjeux et acteurs du projet et du bassin versant

Contexte : Le choix du bassin versant du Sornin en tant qu'une des trois zones atelier du projet Charol'N est issu des travaux de Marie LALLEMAND lors de son stage de fin d'étude d'ingénieur réalisé en 2021-2022 à la Chambre d'Agriculture Départementale de Saône-et-Loire (CDA71) : « *Problématique des nitrates dans les rivières du Charolais-Brionnais-Morvan : proposition de démarche pour la sélection de zones ateliers* ». De nombreux critères ont été pris en compte tels que : présence de station de mesure de débits, représentativité du territoire (hydrographie, agriculture...), disponibilité de la donnée...). « *De par sa localisation et son potentiel biologique, le Sornin est un élément majeur dans le plan de renaturation du bassin de la Loire. Cette rivière est le dernier affluent du fleuve Loire avant le barrage de Villerest, elle est le site d'accueil pour la reproduction des poissons migrateurs (Anguille, Lamproie marine).* » (Bilan d'activité du SYMISOA).

Le bassin versant topographique du Sornin s'étend sur 52 000 ha et se situe la jonction de trois départements. Bien que la majeure partie de sa surface se trouve sur la Saône-et-Loire, le bassin versant traverse également les départements du Rhône et de la Loire. En Saône-et-Loire le bassin drainant est à cheval sur les petites régions agricoles du Charolais et du Brionnais : « *Il est délimité à l'Est et Nord-Est par les massifs du Haut-Beaujolais, à l'Ouest par les vallons du Brionnais et au sud-est par la Plaine du Roannais* » (Bilan d'activité du SYMISOA).

Zones vulnérables : En 2017, aucune des communes du bassin versant n'était classées en zone vulnérable (ZV) au titre de la directive nitrates. En 2020, 21 communes ont été proposées au nouveau classement. Le projet Charol'N possède donc un fort enjeu pour ce territoire qui échappe ainsi au classement en ZV pour le moment. Pour rappel, le projet Charol'N vise à démontrer que l'application des mesures de la directive nitrates sur un territoire caractéristique de l'Ouest de la Saône-et-Loire ne donnera pas de résultats concluants et à trouver des alternatives.

Données disponibles : La présence d'une station de débit permet d'avoir accès aux mesures journalières et aux moyennes mensuelles sur la rivière du Sornin. Trois points de mesure nitrates sont situés sur les communes de La-Chapelle-sous-Dun (71), Saint-Maurice-lès-Châteauneuf (71) et plus récemment sur la commune de Charlieu (42). 389 mesures ont été réalisées de début 2000 à fin 2024 avec un maximum à 33.1 mgNO₃/L atteint à l'automne 2003. La fiche descriptive de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne de la station « SORNIN A CHARLIEU » se trouve en annexe.

Les affluents sélectionnés : L'animation du contrat de rivière est assurée par le SYMISOA (Syndicat Mixte du Sornin et de ses affluents). De nombreuses actions ont été menées sur le BV du Mesvrin par le syndicat de rivière dans le cadre du contrat (mise en défens de berges, reconstitution de ripisylve, lutte contre les espèces invasives, restauration de continuité écologique, actions d'animation...)

Avec la concertation du syndicat de rivière, deux affluents du Sornin ont été sélectionnés : le Bézo et le ruisseau des Monts dont les sous bassins versants sont représentatifs du reste du bassin versant : paysage dominé par l'élevage extensif bovins Charolais.

2. Collecte des données

2.1. Données expérimentales

Début décembre 2023 (semaine 49), a débuté la partie expérimentale de la phase « émergence » du projet. L'objectif de ce volet expérimental est de suivre l'évolution des concentrations en nitrates avec des mesures plus régulières afin, d'une part, de confirmer la problématique de la pollution en nitrate sur le territoire et d'autre part, identifier et sélectionner un ou des bassins versants représentatifs de cette problématique pour la suite du projet (le PEI fonctionnement).

Les prélèvements sont réalisés chaque semaine sur les stations Bézo et des Monts par les membres du SYMISOA. Le protocole de prélèvement utilisé se trouve en annexe de ce document. Les échantillons sont expédiés par les préleveurs au laboratoire Terana Drôme® qui est en charge des analyses.

Ci-dessous les stations de mesure utilisées par les syndicats mixtes pour toutes les zones ateliers du projet :

Tableau 1 : Stations de mesure utilisées pour les prélèvements.

<i>Ruisseau</i>	<i>Syndicat de rivière (préleveur)</i>	<i>Commune</i>
<i>La Brume</i>	SMBVAS	SAINT-SYMPHORIEN-DE-MARMAGNE
<i>Le Rançon</i>	SMBVAS	MARMAGNE
<i>Le Sermaize</i>	SMAAA	SAINT-JULIEN-DE-CIVRY
<i>Le Lucenay</i>	SMAAA	LUGNY-LES-CHAROLLES
<i>Le Bézo</i>	SYMISOA	SAINT-CHRISTOPHE-EN-BRIONNAIS
<i>Les Monts</i>	SYMISOA	SAINT-LAURENT-EN-BIRONNAIS

Le laboratoire fourni aux syndicats de rivières chaque semaine une glacière contenant : 2 flacons pour les prélèvements, 2 étiquettes vierges pour leur identification, un pain de glace, une fiche prélèvement, un bon retour Chronopost® pour le renvoi de la glacière. Une fois les prélèvements réalisés, ils sont retournés au laboratoire pour analyse.

La fiche prélèvement, disponible en annexe, permet d'avoir des données contextuelles sur les prélèvements (identification, commune...). Le laboratoire génère un accusé de réception lors de la réception des échantillons. Elle renseigne entre autres la température dans laquelle arrivent les échantillons. Un exemple d'accusé de réception est disponible en annexe. Une fois les analyses réalisées, avec un délai d'une semaine environ, un rapport d'analyse est transmis. L'annexe 4 est un exemple de rapport d'analyse. (Dans celui-ci, le taux de nitrate au moment du prélèvement est de 18 mg(NO₃⁻)/L.)

2.2. Données cartographiques et hydrologiques

Les années durant lesquelles ont été observé les pics de nitrates sont 2018, 2019 et 2020. Des années particulières au vu des sécheresses qui ont frappé le département de Saône-et-Loire. Pour visualiser au mieux le contexte des bassins versants ateliers, certaines données peuvent être intéressantes à analyser en donnant le recul pour l'interprétation des résultats de qualité de l'eau. *Les nombreuses variables et caractéristiques entrant en jeu pour définir un environnement naturel rendent impossible la comparaison « toutes choses égales par ailleurs ».*

Données de qualité de l'eau (paramètre : Nitrates) : sur Naiades, les données de qualité de l'eau et en particulier les concentrations en nitrates sont exploitables.

Tableau 2 : Station de relevé de qualité de l'eau (Nitrates).

LIBELLE_STATION	CODE_STATION	LIBELLE_COMMUNE
ARCONCE A POISSON	04016300	POISSON
MESVRIN A SAINT-SYMPHORIEN-DE-MARMAGNE	04017250	SAINT-SYMPHORIEN-DE-MARMAGNE
SORNIN A SAINT-MAURICE-LES-CHATEAUNEUF	04015050	SAINT-MAURICE-LES-CHATEAUNEUF

Ce sont sur les données issues d'entre autre de ces 3 stations que se basent les autorités environnementales pour classer ou non des communes en zone vulnérable. La présence de ces stations était un critère de sélection des bassins versants ateliers.

Données hydrologiques : ces données sont accessibles via *Hydroportail*. Il est possible d'obtenir pour les résultats des mesures de débits pour les années et cours d'eau concernés.

Tableau 3 : Stations de relevé de débits.

LIBELLE_STATION	CODE_SITE	CODE_STATION	LIBELLE_COMMUNE
L'ARCONCE A MORNAY - VILLORBAINE	K1130002	K113000201	MORNAY
LE SORNIN A POUILLY-SOUS-CHARLIEU	K1063010	K106301002	POUILLY-SOUS-CHARLIEU
LE MESVRIN A MESVRES [LE MOUSSEAU]	K1314010	K131401001	MESVRES

Données météorologiques : ce type de données est disponible sur le réseau interne de la Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire (pluviométrie, températures) et proviennent de Météo France®. Les données de plusieurs stations (tableau 4) sont mises à disposition.

Tableau 4 : Stations Météo France.

NOM	INDICATIF	ALTITUDE	COORDONNEES
AUTUN	71014004	303 mètres	lat : 46°58'19"N - long : 4°15'47"E
BAUDEMONT_SAPC	71022003	396 mètres	lat : 46°17'08"N - long : 4°16'54"E
CHALON-CHAMPFO	71081001	187 mètres	lat : 46°49'37"N - long : 4°49'32"E
MACON	71105001	219 mètres	lat : 46°17'40"N - long : 4°47'39"E
JALOGNY_SAPC	71240001	250 mètres	lat : 46°24'10"N - long : 4°39'06"E
MATOUR_SAPC	71289001	415 mètres	lat : 46°18'14"N - long : 4°28'49"E
MT-ST-VINCENT	71320001	601 mètres	lat : 46°37'39"N - long : 4°28'37"E
ST-MAURICE-LES-COUCHES_SAPC	71464001	300 mètres	lat : 46°52'54"N - long : 4°35'41"E
ST-SYMPHORIEN DE MARMAGNE	71482001	349 mètres	lat : 46°51'07"N - long : 4°20'10"E
ST YAN	71491001	242 mètres	lat : 46°24'29"N - long : 4°00'59"E
VARENNE-ST-SA	71558001	207 mètres	lat : 46°31'45"N - long : 5°15'19"E

Données cartographiques issues de :

- L'Agence de l'Eau Loire Bretagne
- Base de données Oso-Théïa
- Milieux potentiellement humides de France (Agro Campus Ouest)

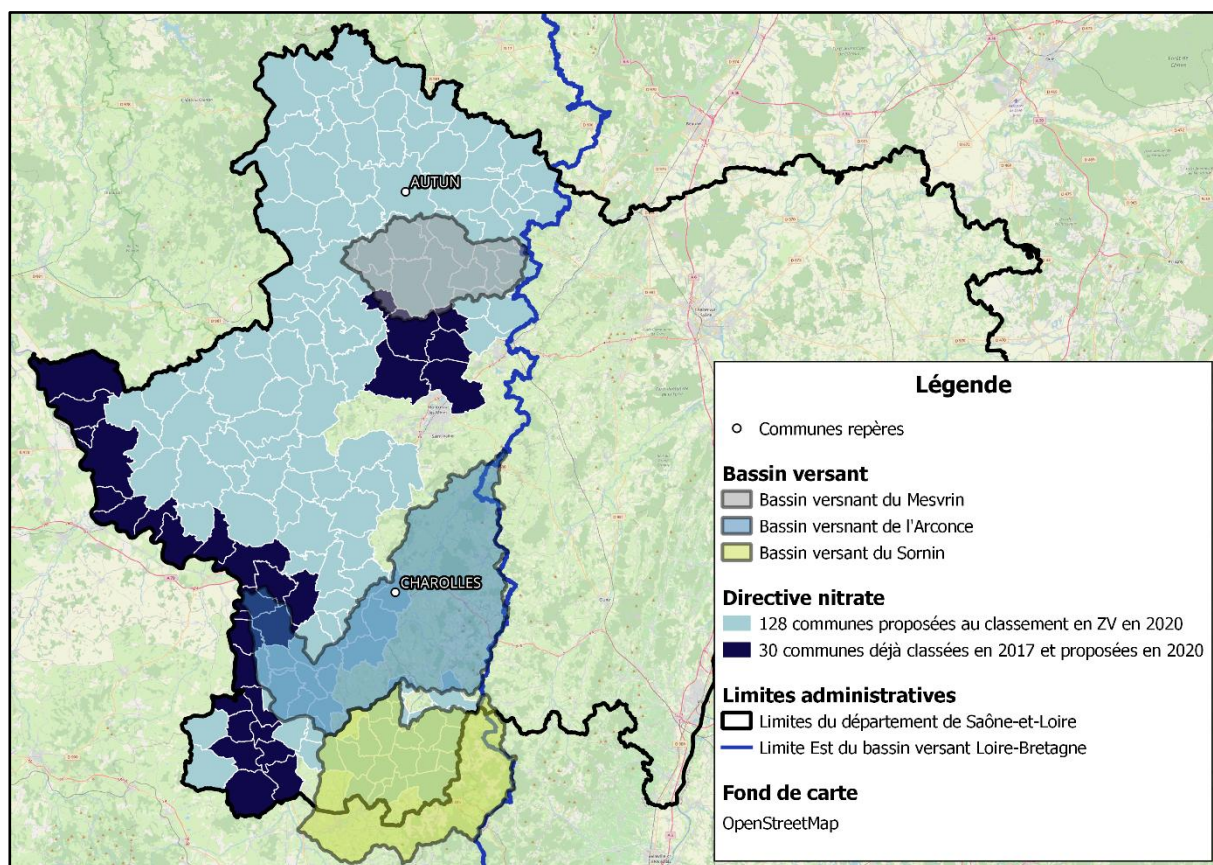
2.3. Exploitation des données

Dans le cadre de ce rapport technique, le logiciel **Rstudio** sera utilisé pour traiter et analyser les données de pluviométrie, de débit et les résultats de qualité de l'eau. R permettra d'explorer ces données, d'effectuer des analyses statistiques et de créer des visualisations adaptées, facilitant l'interprétation des tendances et des relations entre les variables environnementales.

Pour la cartographie, **QGIS** sera employé pour produire les cartes nécessaires. Ce logiciel SIG (Système d'Information Géographique) permettra de spatialiser les résultats, de représenter visuellement les données dans leur contexte géographique, et de créer des cartes précises et informatives afin d'appuyer les analyses effectuées avec R.

3. Analyses des données du territoire

3.1. Description du territoire



Carte 2 : Localisation des bassins versants ateliers sur la zone d'étude.

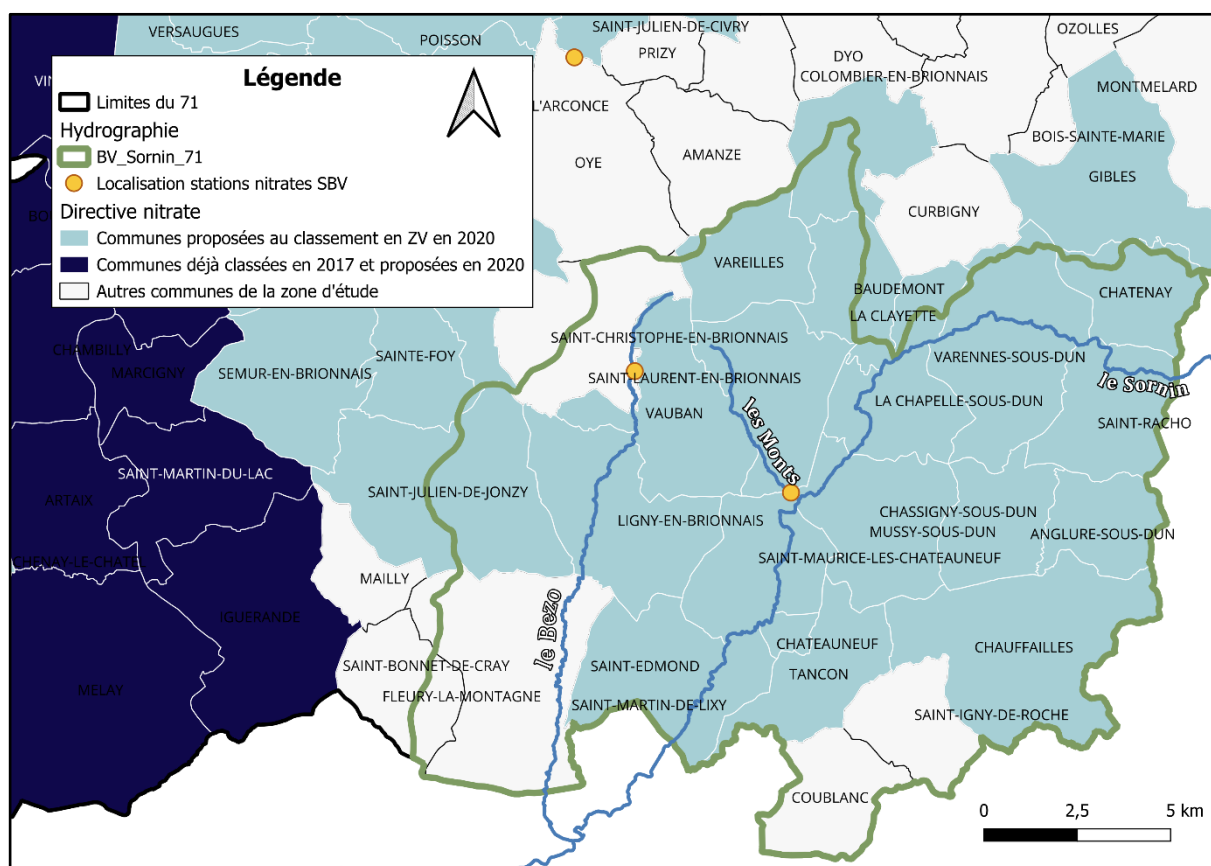
La zone d'étude du projet Charol'N correspond à l'Ouest de la Saône-et-Loire. Ses limites Sud / Nord / Ouest correspondent **aux limites du département de Saône-et-Loire** et sa limite Est à la **délimitation du bassin versant Loire-Bretagne**. Le bassin versant du Sornin se trouve dans la partie Sud de la zone d'étude, à cheval sur le Charolais et le Brionnais.

La délimitation topographique du bassin versant du Sornin se trouve à cheval sur 3 départements (Saône-et-Loire, Loire et Rhône) et sur 2 régions (Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne-Franche-Comté). Sur la Saône-et-Loire, il se partage sur les deux petites régions agricoles du Charolais et du Brionnais. Le Sornin prend « *sa source dans le Haut-Beaujolais* » et s'écoule jusqu'à « *sa confluence avec la Loire à Pouilly-sous-Charlieu* » (SYMISOA).

26 communes de la zone d'étude sont concernées par ce bassin versant. Aucune d'entre elle n'est actuellement classée en zone vulnérable mais 21 d'entre elles ont été proposée au classement de 2020 (Tableau 5), ce qui représente plus de 80% de la surface du bassin versant coté Saône-et-Loire. La surface totale du bassin versant est 52 000 hectares (25 700 hectares se situent en Saône-et-Loire) avec plus de 246km de cours d'eau principaux.

Tableau 5 : Statut des communes du Sornin au moment de la révision des zones vulnérables de 2021.

Commune	Directive nitrate	Commune	Directive nitrate
Anglure-sous-Dun	Nouvellement proposée	Saint-Christophe-en-Brionnais	Pas de classement
Baudemont	Nouvellement proposée	Saint-Edmond	Nouvellement proposée
La Chapelle-sous-Dun	Nouvellement proposée	Saint-Igny-de-Roche	Pas de classement
Chassigny-sous-Dun	Nouvellement proposée	Saint-Julien-de-Jonzy	Nouvellement proposée
Châteauneuf	Nouvellement proposée	Saint-Laurent-en-Brionnais	Nouvellement proposée
Chatenay	Nouvellement proposée	Saint-Martin-de-Lixy	Nouvellement proposée
Chauffailles	Nouvellement proposée	Saint-Maurice-lès-Châteauneuf	Nouvellement proposée
La Clayette	Nouvellement proposée	Saint-Racho	Nouvellement proposée
Coublanc	Pas de classement	Saint-Symphorien-des-Bois	Nouvellement proposée
Fleury-la-Montagne	Pas de classement	Tancon	Nouvellement proposée
Ligny-en-Brionnais	Nouvellement proposée	Vareilles	Nouvellement proposée
Mussy-sous-Dun	Nouvellement proposée	Varennes-sous-Dun	Nouvellement proposée
Saint-Bonnet-de-Cray	Pas de classement	Vauban	Nouvellement proposée

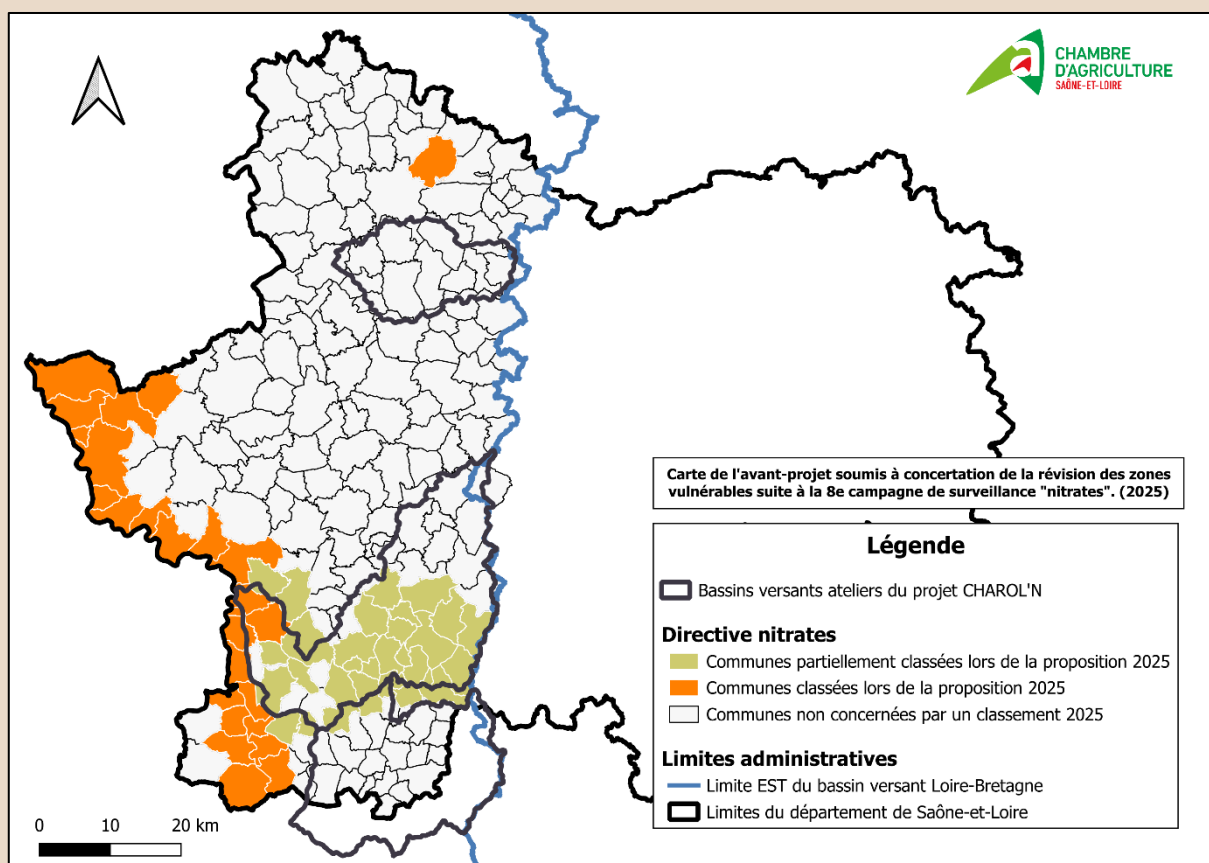


Carte 3 : Cours d'eau de l'étude et localisation des stations de prélèvement expérimentales.

Révision des zones vulnérables 2025

En 2025, une nouvelle révision des zones vulnérables est prévue. Cette révision s'appuie sur une nouvelle proposition de classement, fondée sur les données recueillies d'octobre 2022 à septembre 2023. Le bassin versant de l'Arconce est particulièrement impacté par cette proposition avec des communes supplémentaires par rapport à 2020 (voir carte ci-dessous).

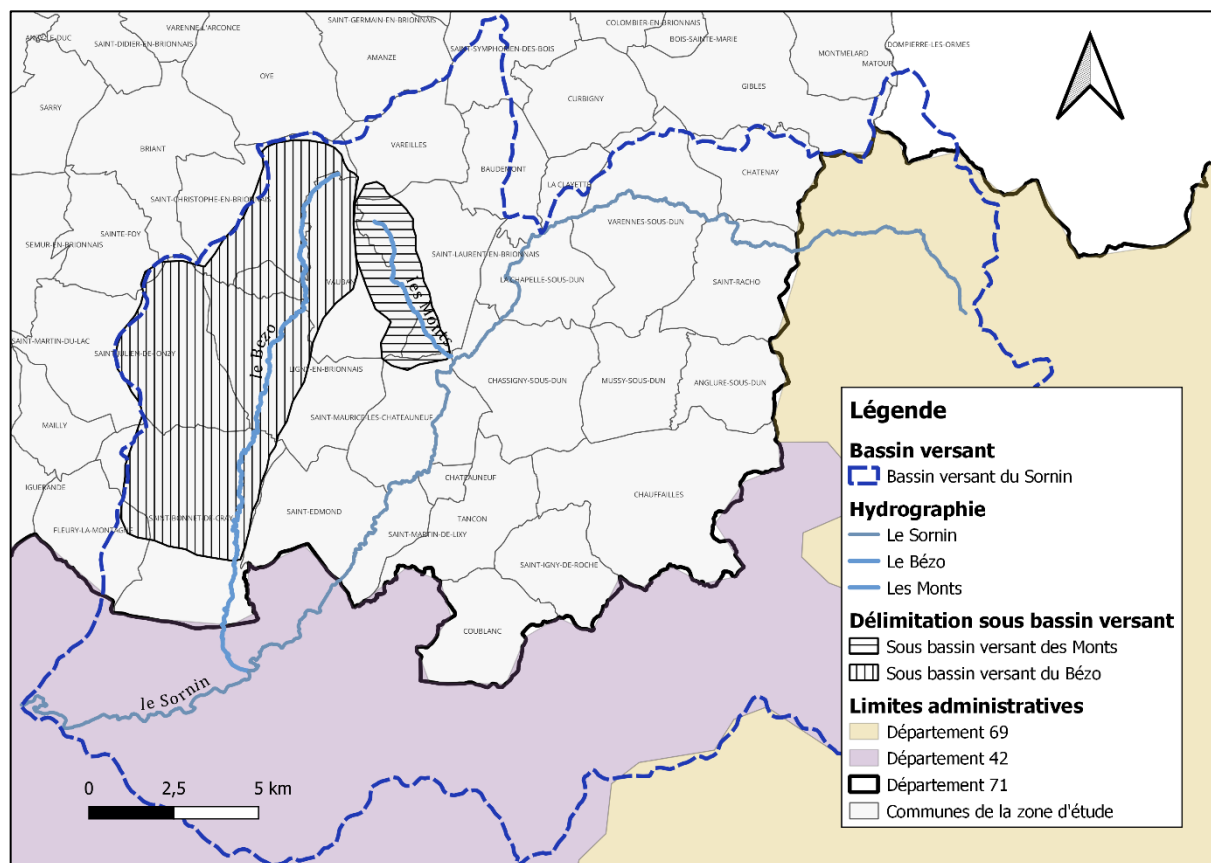
Toutefois, le projet CHAROLN étant en cours, ce nouveau classement ne sera pas mis en application pour le moment. Les arguments déjà formulés contre le classement en 2020 demeurent valables et peuvent être réaffirmés tels quels.



Carte 4 : Communes proposées en 2025 au classement en ZV.

Le Bézo traverse les communes de Saint-Christophe-en-Brionnais, Vauban, Ligny-en-Brionnais et Saint-Bonnet-de-Cray tandis que le ruisseau des Monts celle de Saint-Laurent-en-Brionnais uniquement.

Un logiciel développé par l'école d'ingénieur Agro Campus Ouest accessible sur internet ([Milieux potentiellement humides de France](#)) permet d'obtenir une délimitation d'un bassin versant à partir d'un point GPS. Pour une interprétation à plus petite échelle et dans un cadre réglementaire, il conviendra de délimiter les bassins versants topographique avec une méthode plus adaptée qui apportera plus de précision. La carte 4 représente la délimitation des sous bassins versants du Bézo et du ruisseau des Monts obtenu via ce module.



Carte 5 : Délimitation des sous bassins versants des affluents de l'étude (Le Bézo et le ruisseau des Monts)

Dans un projet d'étude du transfert des nitrates d'origine agricole dans les cours d'eau comme Charol'N, l'obtention de la délimitation des bassins versants montre plusieurs intérêts :

- Délimitation des zones d'étude : Les bassins versants définissent les zones géographiques qui alimentent les cours d'eau en eau de pluie et de ruissellement. En identifiant ces sous-bassins versants, il est possible d'identifier les parcelles agricoles qui alimentent les cours d'eau et donc d'identifier les exploitations concernées par le projet.
- Compréhension des processus hydrologiques : En comprenant la dynamique des sous-bassins versants, les chercheurs peuvent évaluer comment les nitrates provenant des activités agricoles se déplacent à travers le paysage, se lient aux sols, et sont transportés vers les cours d'eau en fonction des caractéristiques topographiques, pédologique et d'occupation du sol.



Figure 4 : Station de prélèvement des Monts.

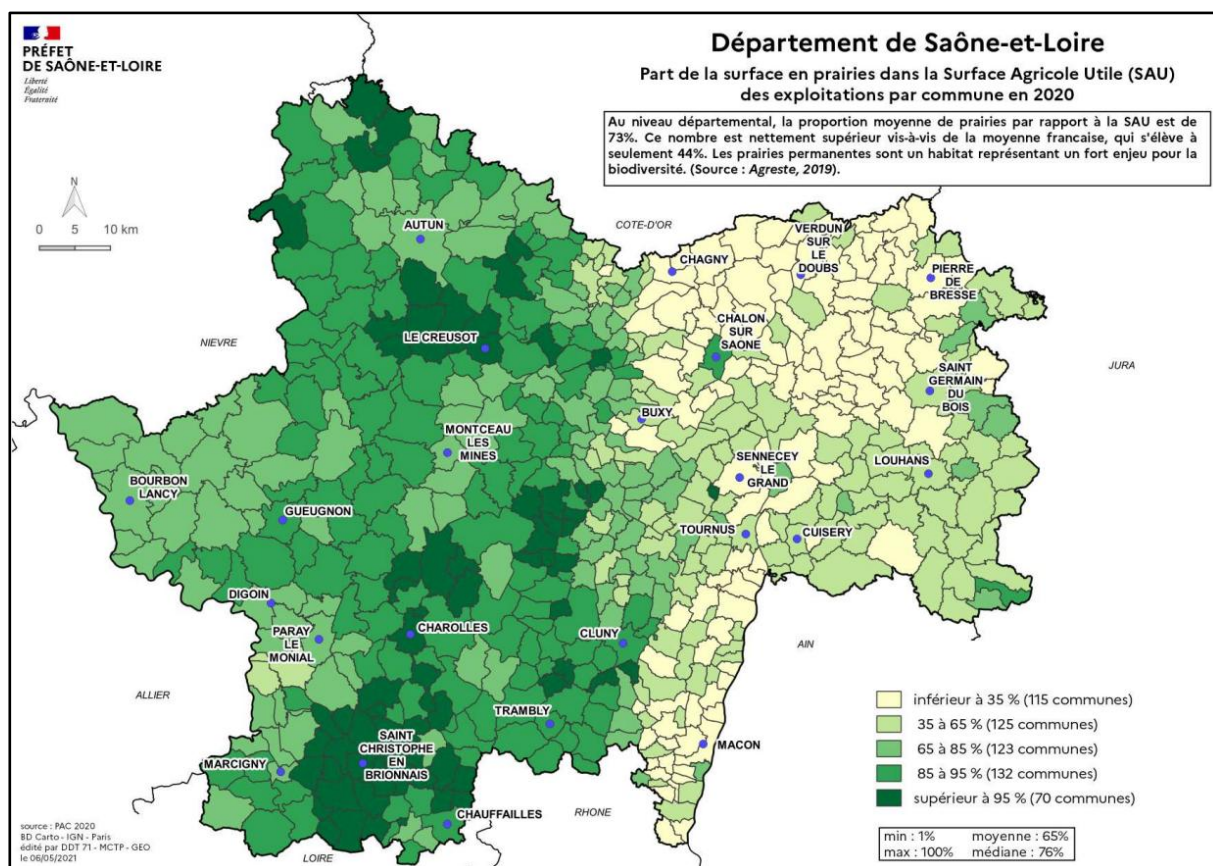


Figure 4 : Station de prélèvement du Bézo.

Ci-dessus deux photographies prises sur les stations de mesures utilisées par le syndicat de rivière pour les prélèvements. On observe, particulièrement sur la photo de la station du Bézo, l'absence de clôture sur les berges du cours d'eau, donnant aux animaux pleinement accès au cours d'eau ainsi que l'absence de ripisylve.

3.2. Contexte agricole

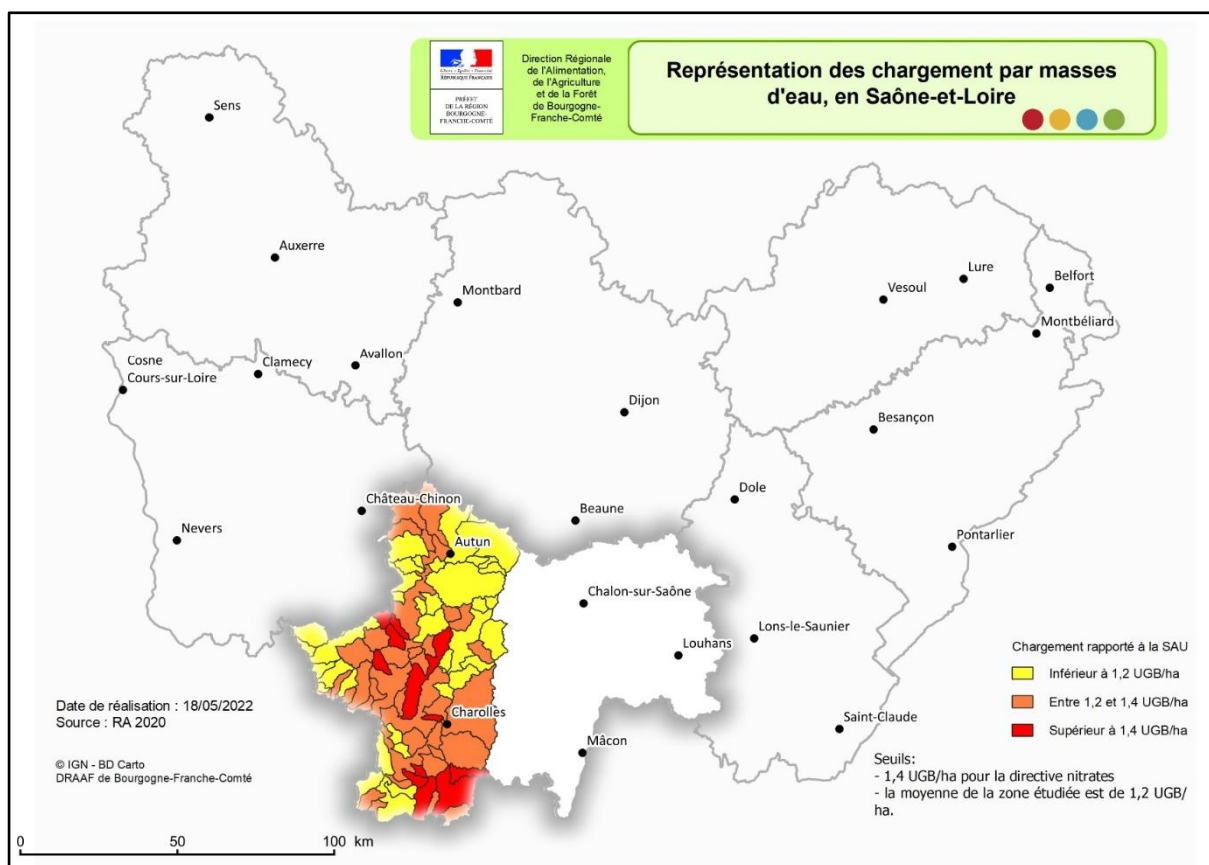
3.2.1. Données générales



Carte 6 : Part de la surface en prairie dans les SAU des exploitations par commune de Saône-et-Loire en 2020.

La carte 5 indique la part moyenne en prairie dans la SAU des exploitations par commune (2020). A l'échelle de la zone d'étude, ce chiffre est supérieur à 65% pour l'entièreté des communes et dépasse les 85% pour la plupart. Le contraste est saisissant entre l'Est et l'Ouest grande zone d'élevage. Ce constat faisait partie des arguments pour le non-classement en zone vulnérable des nouvelles communes proposées.

Concernant le bassin versant du Sornin, les exploitations ont dans l'ensemble plus de 85% de prairies permanentes. Les exploitations situées sur un gros lot de communes comme Saint-Christophe-en-Brionnais, Vauban, Saint-Julien-de-Jonzy ou Ligny-en-Brionnais exploitent une SAU composée de plus de 95% de prairies permanentes en moyenne.



Carte 7 : Représentation des chargements par masses d'eau de Saône-et-Loire.

D'après la carte 6, le secteur présente un chargement assez élevé au regard du reste du territoire, supérieur à 1,4 UGB/ha. Par rapport à un chargement plus faible, ce chargement ne limite pas les effets négatifs de l'élevage sur les prairies : le piétinement et le tassement des sols sont favorisés, ce qui peut porter atteinte à la structure du sol. De plus, un faible chargement prévient le surpâturage, permettant une meilleure régénération de la végétation, et réduit la quantité d'effluents apportés directement sur les prairies par les animaux.

3.2.2. Etat des lieux de l'agriculture sur l'ouest de la Saône-et-Loire

Parmi les études réalisées durant la phase préliminaire du projet Charol'N, un travail d'état des lieux de l'agriculture sur l'Ouest de la Saône-et-Loire a été réalisé par Jean BLANCHETEAU de la Chambre d'Agriculture. Les principales conclusions étaient les suivantes :

- Majoritairement de **l'élevage bovin allaitant extensif** avec une diversité de systèmes de production et de pratiques
- Environ **80%** de la surface agricole est en prairie
- Moins de **0,5% de baisse** de la SAU entre 2016 et 2020, alors qu'on enregistre une baisse du nombre d'UGB bovins de **8,2%** entre 2015 et 2020. **Le chargement a donc diminué**, pour atteindre environ 1,2 UGB/ha de SAU en moyenne en 2020.
- Une production d'effluents d'élevage pratiquement intégralement sous forme de **fumier**.
- Une pression relativement **homogène** sur des sols très différents (RU, pente, etc.)

3.2.3. Les pratiques agricoles susceptibles d'émettre des pollutions aux nitrates

En se basant sur le ce même travail ainsi que sur la conclusion de l'atelier de co-construction du 09/04/2024 du projet Charol'N, nous pouvons dresser une liste des pratiques susceptible de participer à divers niveaux à l'émission de nitrates dans les cours d'eau (Figure 3).

Cultures	Gestion du troupeau	Rivière / Ripisylve	Hors agricole
Absence de couverts intermédiaires Non fractionnement de la fertilisation Pratiques de fertilisation peu adaptées (périodes, doses, nature)	Ration peu adaptée (pouvant être plus efficiente) Intensification localisée (surpâturage, piétinement...)	Accès des animaux aux cours d'eau (piétinement et pollution directe) Absence de ripisylve	Faune sauvage dégradant les berges (notamment les ragondins) Changement climatique (sécheresses) Activité humaine hors agriculture Disfonctionnement des STEPS
Bocage	Gestion des effluents	Prairies	
Manque de haies / arbres dans les parcelles. Gestion du bocage à re adapter	Stockage du fumier au champ (fuites par ruissellement et infiltration)	Retournement des prairies Pratique du re-semis Trou de végétation (prairies en mauvais état)	

Figure 5 : Bilan des pratiques identifiées comme susceptibles de favoriser le ruissellement et/ou la lixiviation des nitrates sur la zone d'étude.

3.3. Données cartographiques des sols

3.3.1. Occupation du sol

Le projet OSO (Occupation des sols) mobilise des équipes de différents organismes, afin de travailler sur le développement d'algorithmes déterminant l'occupation des sols en France métropolitaine à partir d'images satellites. La base de données dispose de nombreux avantages en comparaison à d'autres projets comme Corine Land Cover (CLC) de Copernicus. Premièrement, la résolution spatiale est bien plus précise allant jusqu'à 20 mètres pour les couches vecteurs. Le projet Corine Land Cover a une fréquence de mise jour de une fois tous les quatre ans contre des mises à jour annuelles pour le projet OSO. A l'écriture de ce rapport, nous avons donc accès au millésime 2023. Pour finir, le projet est en constante amélioration, en particulier au niveau de la nomenclature qu'ils visent à diversifier au maximum comme le montre leur dernière version en figure 9.

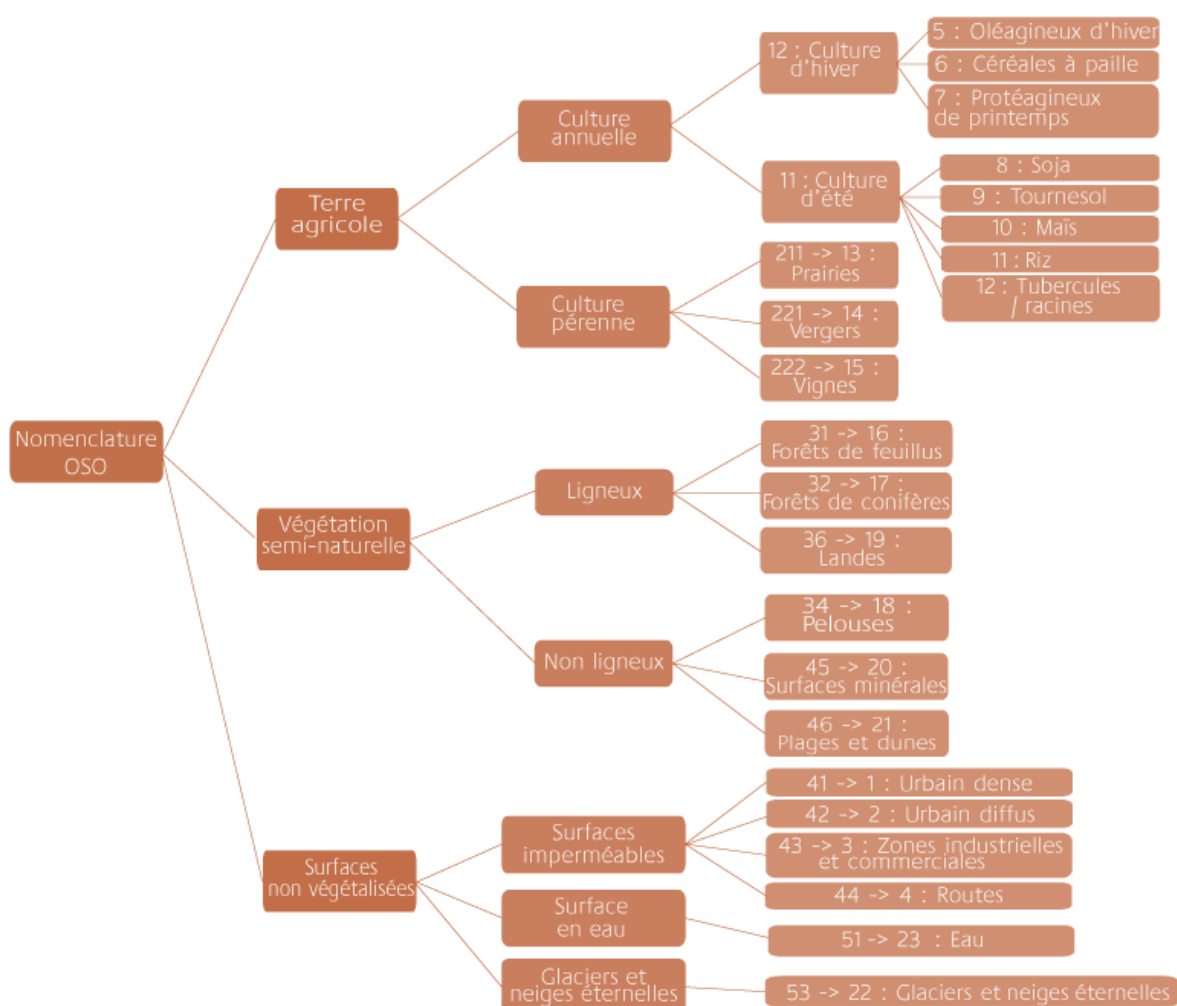
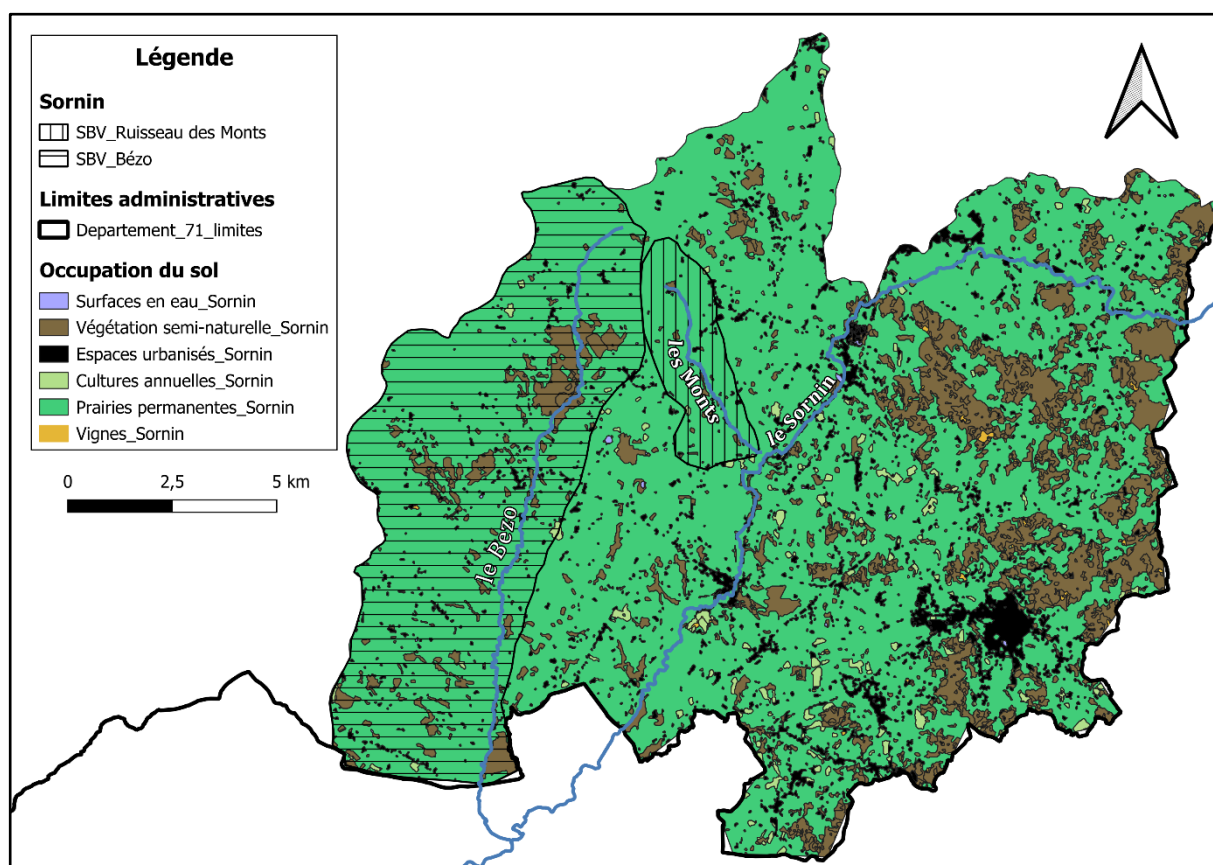


Figure 6 : Légende de la nomenclature du projet OSO Théia. (Source : CES occupation des sols THEIA)

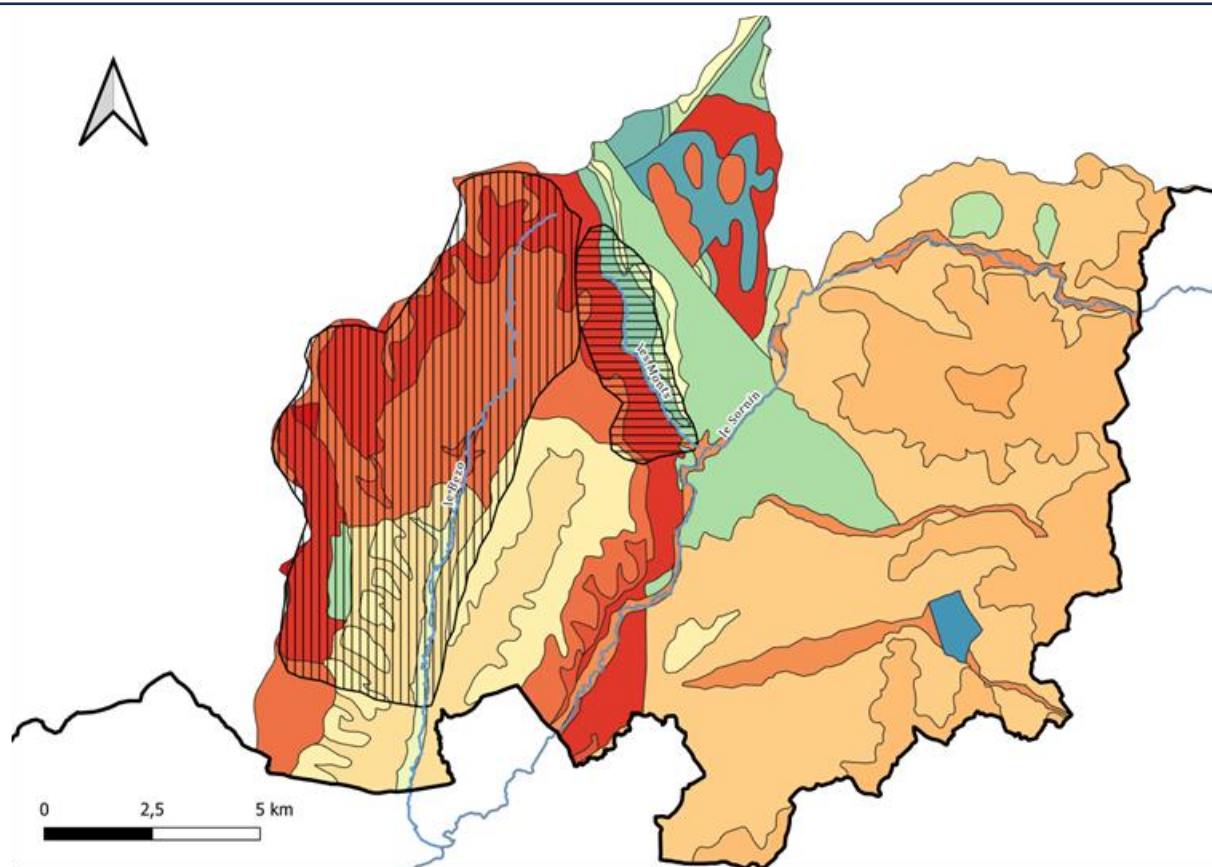
Ci-dessous, la carte d'occupation des sols de l'ensemble du bassin versant topographique du Sornin. Les données SIG proviennent de la base de données OSO Théïa, millésime 2023. La légende, bien plus complexe à l'origine (Figure 6), a été simplifiée en 5 grandes catégories : les espaces anthropisés (urbain dense et diffus, zones industrielles et commerciales...), les parcelles en culture annuelles, les prairies, la végétation semi-naturelle (forêts, pelouses...) et les surfaces en eau. Pour une analyse plus précise, la légende peut être complexifiée à nouveau.



Carte 8 : Occupation des sols sur le bassin versant du Sornin (partie Saône-et-Loire)

Le bassin versant du Sornin présente un couvert forestier bien moins important que le territoire du Nord du département. Seulement 4 950 hectares sont sous couvert forestier sur les 52 000 hectares du bassin versant tandis que les prairies couvrent plus de 67% de sa surface, 34 800 hectares. Les pourcentages restants se répartissent donc entre les cultures annuelles, les espaces anthropisés et les surfaces en eau. La proportion de terres agricoles étant majoritaire, la pression azotée devrait y être plus élevée que sur un bassin versant plus forestier comme celui du Mesvrin (Cf le diagnostic du Mesvrin.)

3.3.2. Unités cartographiques des sols



Légende

Limites dpt 71

Hydrographie

Cours d'eau

Le Sornin

Le Bézou

Les Monts

Sous BV

SBV_Monts

SBV_Bézou

Caractéristiques des sols

Unités cartographiques des sols

UCS_Sornin

100 Collines liasiques du Brionnais (orientation E-W), viticoles sur les versants Sud, en prairies

101 Grands versants liasiques à pente modérée à forte (exposés est) du Brionnais généralement en prairie

102 Combres forestières sur formations calcaires, localement recouvertes de colluvions argileuses

103 Plateaux et pentes sur argile à chailles à dominante forestière

104 Vallées et fonds de vallons humides de la zone granitique

105 Sommets forestiers de croupes et fortes pentes des zones de hautes altitudes (> 600 m) du Haut Beaujolais

106 Collines de moyenne altitude du Haut Beaujolais sur formations granitiques

107 Piémont bocager du Haut Beaujolais sur granite et arène granitique

108 Collines oligocènes sur argiles sableuses à dominante de prairie (Melay, Céron)

109 Replats ou plateaux résiduels, limoneux, hydromorphes des collines oligocènes du Sud Brionnais

24 Replats résiduels sur grès triasiques à dominante forestière

35 Plaine alluviale des affluents de la Loire (Arroux, Bourbince, etc.) et de la Dheune sur alluvions récentes argileuses ou sableuses

89 Collines et fortes pentes acides des Monts du Charolais sur roches granitiques en forêt ou prairie

90 Replats et versants formations triasiques argileuses et calcaires hettangiens à dominante de prairie

92 Buttes et pentes sableuses, exposées Nord, sur formations granitiques à dominante forestière

93 Ondulations et collines sur formations granitiques majoritairement en prairies avec quelques cultures

94 Replats et versants sur calcaires du Sinémurien généralement en prairie

95 Versants argileux à pente modérée à forte des collines bocagères sur formations calcaires et marno-calcaire

Collines calcaires à dominante de prairies sur formations du Jurassique Moyen (Vareilles et Charolles et bois Ste Marie)

Zone urbanisée

Carte 9 : Types de sols sur le bassin versant du Sornin (Partie Saône-et-Loire)

L'étude de la dynamique de lixiviation des nitrates nécessite une prise en compte rigoureuse des types de sols, car ceux-ci influencent directement les processus de rétention, de transport et de transformation des nitrates dans le profil pédologique. La figure 6 est une synthèse de plusieurs études menées sur l'influence de paramètre comme le type de sol sur le devenir des pissats. On remarque notamment que le lessivage est plus important sur un brunisol que sur un néoluvisol. (Source : Françoise Vertès, Jean-Claude Simon, F. Laurent, A. Besnard. *Prairies et qualité de l'eau. Evaluation des risques de lixiviation d'azote et optimisation des pratiques. Fourrages*, 2008, 192, pp.423-440. fffhal-01460833f)

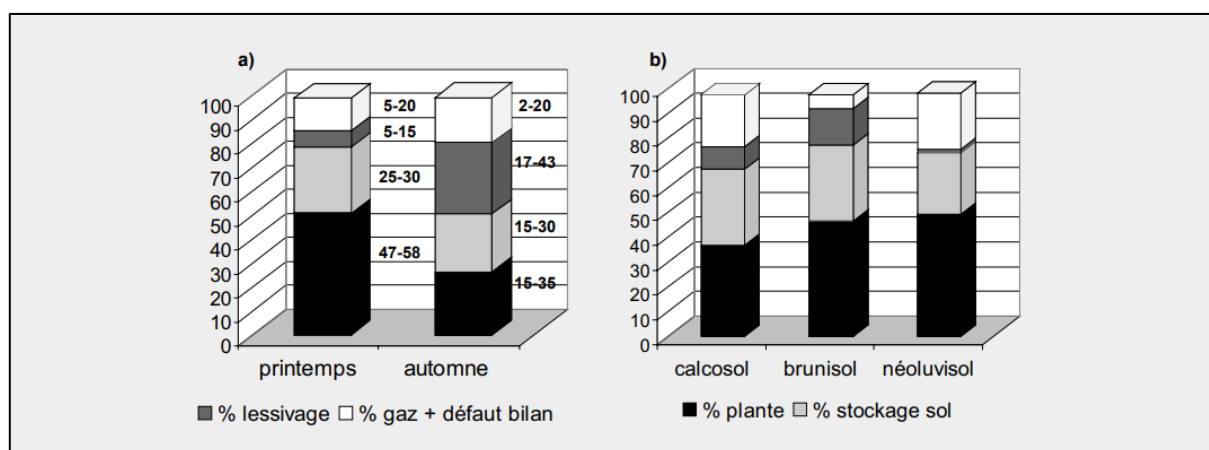


Figure 7 : Devenir de l'azote de pissats en fonction de la date d'apport et du type de sol.

Les sols granitiques du Haut Beaujolais : des terrains acides et drainants

En amont du bassin versant, les massifs granitiques du Haut Beaujolais sont dominés par des sols acides et sableux, principalement des Brunisols et des Alocrisols. Ces sols, peu profonds et à forte porosité, permettent une infiltration rapide des eaux, réduisant ainsi le ruissellement de surface mais augmentant le risque de lessivage des éléments minéraux. Dans les secteurs plus pentus, les sols sont souvent relictuels et appauvris, ce qui les rend particulièrement vulnérables à l'érosion, surtout lors d'épisodes pluvieux intenses.

Les grands versants et collines calcaires du Brionnais : des sols profonds mais sensibles au ruissellement

En descendant vers les zones de versant, les sols évoluent vers des formations plus profondes et plus argileuses. On retrouve ici des Calcosols et des Calcisols, qui possèdent une bonne capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs. Ces caractéristiques limitent le lessivage des nitrates, mais la présence de pentes peut entraîner un ruissellement important si le sol est laissé nu. Les parties les plus superficielles sont parfois occupées par des Rendisols, plus drainants et donc plus sensibles aux pertes par infiltration.

Les replats limoneux et argileux : un rôle tampon, mais des risques de saturation

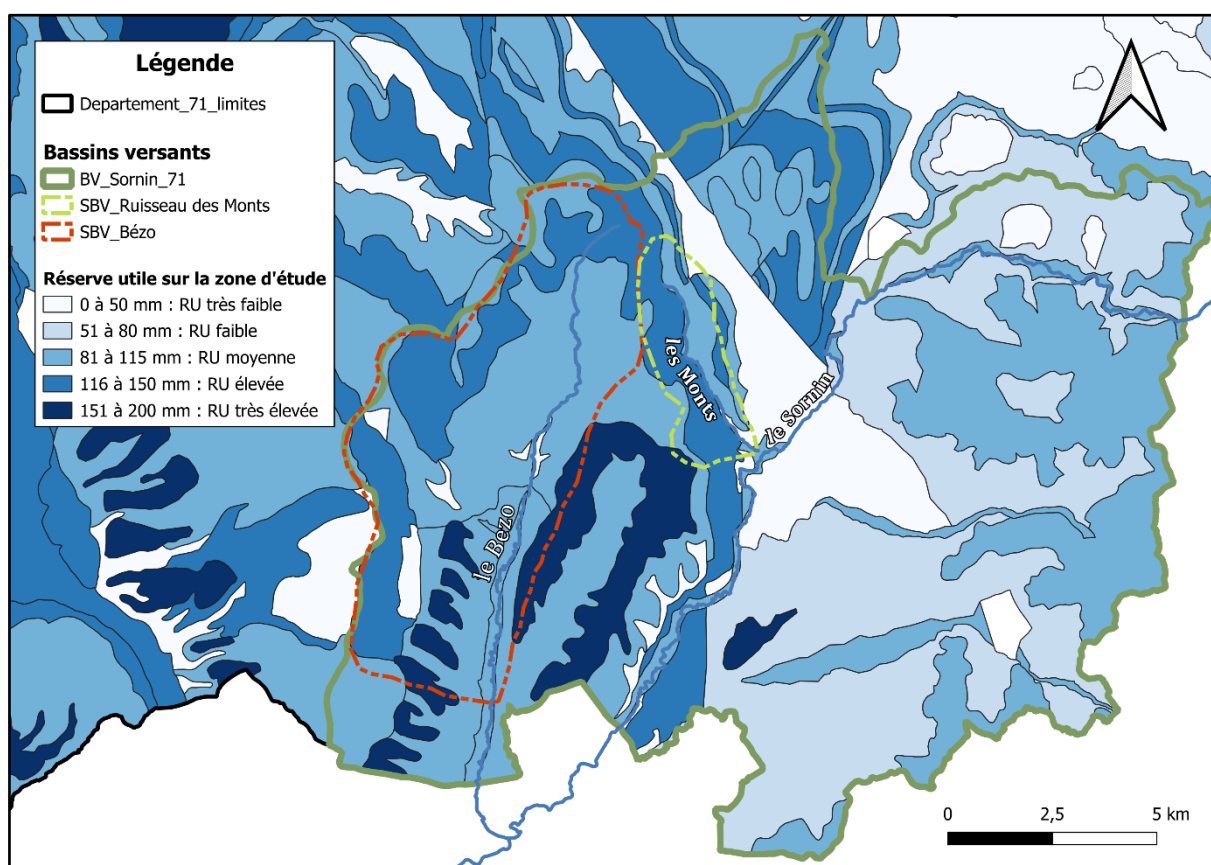
Les zones de replats sont marquées par des sols de type Luvisol et Pélosol. Leur texture limono-argileuse favorise une forte différenciation verticale, avec des horizons de surface plus légers et des horizons profonds plus argileux. Ces sols jouent un rôle de stockage temporaire des éléments minéraux, mais leur structure peut se compacter sous l'effet du travail agricole ou des précipitations répétées. En

période de saturation hydrique, ces zones peuvent alors devenir des sources temporaires de nitrates, notamment par drainage latéral vers les cours d'eau.

Les vallées alluviales : des zones de transit pour les éléments dissous

Les vallées du Sornin et de ses affluents, notamment le Bézo et les Monts, sont caractérisées par des Fluviosols sableux à charge gravo-caillouteuse variable. Ces sols très perméables facilitent l'infiltration de l'eau et entretiennent une forte connexion avec la nappe. Ils constituent ainsi des zones de transit privilégiées pour les éléments dissous, notamment en période de recharge hydrique. La présence de prairies riveraines et de zones humides peut toutefois jouer un rôle de filtre naturel en piégeant certains polluants avant qu'ils n'atteignent les cours d'eau.

3.3.3. La réserve utile



Carte 10 : Réserve utile sur le bassin versant du Sornin et sur les sous bassins versants de l'étude.

La carte de la réserve utile (RU) permet de visualiser la capacité des sols à stocker l'eau et à la restituer progressivement dans le bassin versant. La différence notable sur le bassin versant du Sornin est le clivage entre la rive droite et rive gauche de la rivière le Sornin. La rive gauche présente une réserve utile allant de moyenne (entre 81 et 115 millimètres) à très faible (de 0 à 50 millimètres) avec une dominance d'une réserve utile faible (51 à 81 millimètres). Au contraire, la rive droite, sur laquelle se trouve le Bézo et le ruisseau des Monts affiche une réserve utile moyenne dans l'ensemble et élevée à très élevée (151 à 200 millimètres) plus ponctuellement comme sur le bassin drainant du ruisseau des Monts.

Une réserve utile faible, comme sur la rive gauche, limite la capacité des sols à retenir suffisamment d'eau pour répondre aux besoins de la végétation. Cela accentue les risques de stress hydrique et diminue la productivité agricole, notamment lors des années de sécheresse, comme celles observées en 2018, 2019, 2020 et, plus récemment, en 2023.

À l'inverse, les sous bassins versants du Bézo et des Monts bénéficient d'une meilleure capacité à faire face aux impacts du changement climatique avec des sols plus prédisposés à retenir l'eau. Les prairies auront donc tendance à moins devenir séchantes durant des années particulières comme évoquées.

4. Données hydrologiques et climatiques

4.1. Les nitrates

4.1.1. Le Sornin de 2000 à aujourd'hui

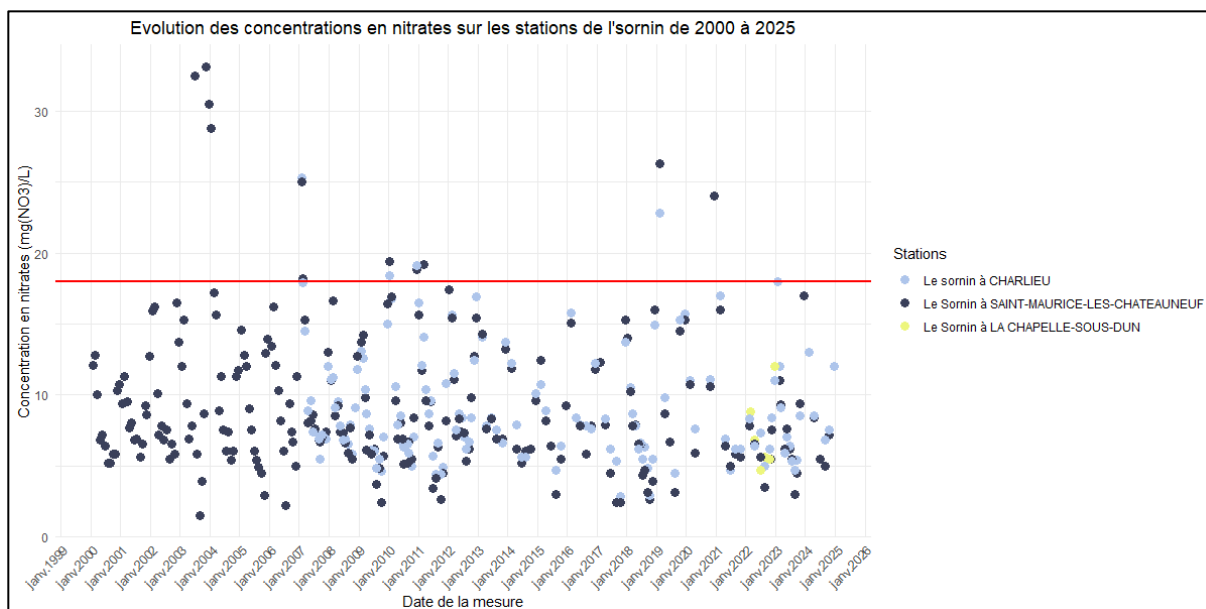


Figure 8 : Evolution des concentrations en nitrates sur 3 stations des services de l'Etat situées sur le Sornin (CHARLIEU / SAINT-MAURICE-LES-CHATEAUNEUF / LA CHAPELLE-SOUS-DUN)

La figure présente l'évolution des concentrations en nitrates mesurées sur le Sornin entre 2000 et 2025 sur trois stations issues du réseau Naïades : La Chapelle-sous-Dun (amont), Saint-Maurice-les-Châteauneuf (secteur intermédiaire) et Charlieu (aval). La ligne rouge matérialise le seuil de 18 mg(NO₃)/L.

Sur l'ensemble de la période, les concentrations se situent majoritairement entre 5 et 15 mg/L, avec une forte dispersion interannuelle. La plupart des mesures restent inférieures au seuil de 18 mg/L.

Des dépassements ponctuels sont toutefois observés, notamment entre 2003 et 2007 puis autour de 2018-2021, avec plusieurs valeurs supérieures à 25 mg/L et un maximum dépassant 30 mg/L. Ces épisodes constituent les concentrations les plus élevées de la série.

Les stations de Saint-Maurice-les-Châteauneuf et Charlieu présentent l'ensemble le plus fourni de mesures et montrent une variabilité importante, incluant la majorité des dépassements observés. À l'inverse, la station de La Chapelle-sous-Dun, pour laquelle seules quelques données récentes sont disponibles, affiche des concentrations généralement situées dans la partie basse des valeurs mesurées sur le Sornin. Le faible nombre de mesures sur ce site ne permet pas de dégager une tendance propre.

Depuis 2020, les concentrations enregistrées se trouvent principalement entre 5 et 15 mg/L, avec quelques valeurs au-dessus du seuil de 18 mg/L mais sans pics extrêmes similaires à certaines années antérieures.

4.1.2. Campagne de prélèvement CHAROL'N : Le Bézo et les Monts

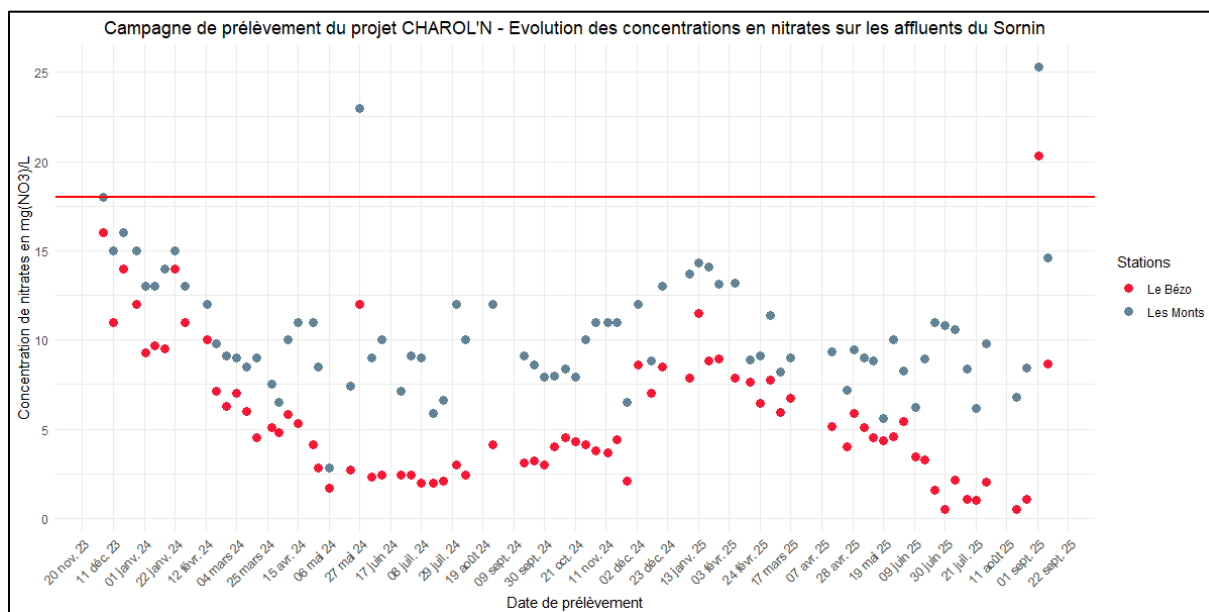


Figure 9 : Evolution des concentrations en nitrates sur les stations expérimentales du Bézo et des Monts.

La figure présente l'évolution des concentrations en nitrates mesurées sur deux affluents du Sornin, Le Bézo et Les Monts, entre novembre 2023 et septembre 2025. La ligne horizontale indique le seuil de 18 mg(NO₃)/L.

Au lancement du suivi (fin 2023 – début 2024), les concentrations se situent entre 10 et 18 mg/L pour les deux sites, avec plusieurs mesures supérieures à 15 mg/L. Une diminution progressive est ensuite observée entre janvier et août 2024, avec des valeurs minimales autour de 2 à 5 mg/L sur le Bézo et 5 à 10 mg/L sur Les Monts. Un pic simultané apparaît en juin 2024 sur les deux stations, avec une hausse plus marquée sur Les Monts, seule station à s'approcher du seuil de 18 mg/L à cette date, sans toutefois le dépasser.

À partir de septembre 2024, les concentrations repartent à la hausse sur les deux stations. Cette augmentation se poursuit jusqu'au printemps 2025, avec des concentrations oscillant majoritairement entre 8 et 15 mg/L. Un cycle saisonnier ressort clairement : des niveaux plus élevés en hiver-printemps et plus faibles en été.

Depuis l'été 2025, les concentrations enregistrées connaissent une nouvelle hausse. Sur Les Monts, une valeur dépasse le seuil de 18 mg/L, atteignant plus de 25 mg/L début septembre 2025. Le Bézo connaît également un dépassement ponctuel au cours de la même période.

De manière générale, les deux cours d'eau suivent des dynamiques similaires, avec une phase de diminution au printemps-été 2024 puis une remontée progressive. Sur toute la période, Les Monts présentent des concentrations plus élevées et plus variables que Le Bézo. Il convient de noter que la station de prélèvement du Bézo est implantée en amont du cours d'eau, tandis que celle des Monts se situe au niveau de l'aval.

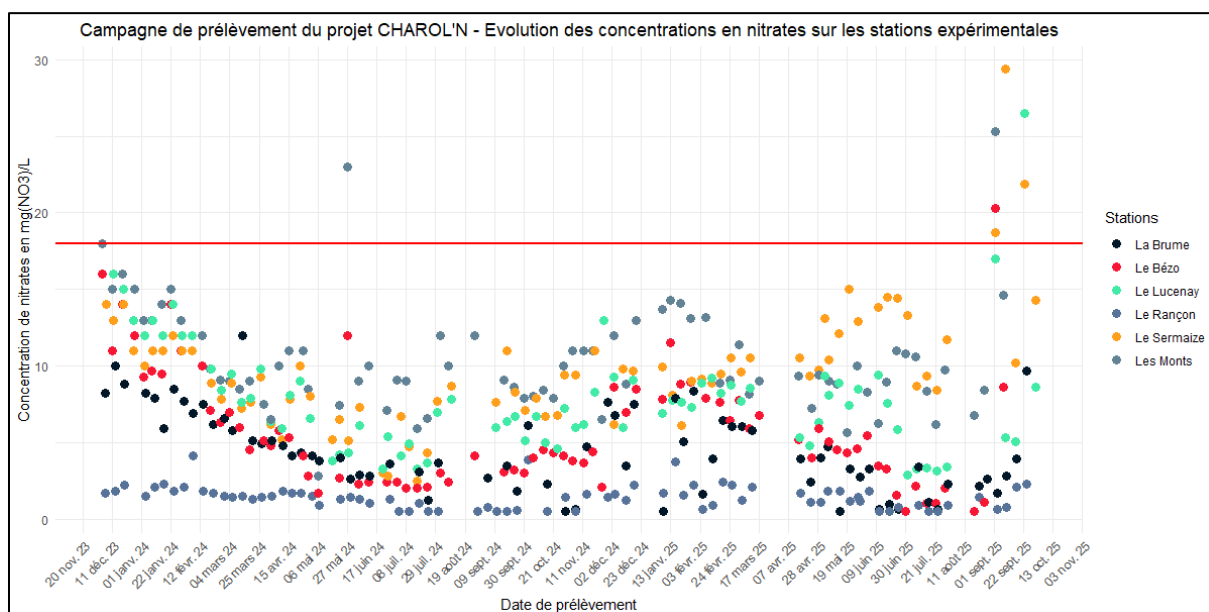


Figure 10 : Ensemble des résultats de la campagne de prélèvement nitrates CHAROL'N.

La figure ci-dessus présente l'évolution des concentrations en nitrates mesurées sur les six stations expérimentales du projet CHAROL'N entre décembre 2023 et octobre 2025. Malgré des différences de niveaux de concentrations entre les bassins, on observe une tendance saisonnière commune à l'ensemble des stations, traduisant une dynamique hydrologique comparable sur le territoire.

En début de suivi, les concentrations étaient globalement plus élevées sur l'ensemble des ruisseaux, avant de diminuer progressivement jusqu'à l'été 2024. Cette baisse généralisée reflète vraisemblablement l'effet de dilution lié aux précipitations importantes observées sur cette période. Par la suite, une reprise des concentrations est observée à partir de l'automne 2024, atteignant un maximum au printemps 2025, puis de nouveau en fin d'été 2025.

Des différences apparaissent cependant entre certaines stations :

- Le Sermaize et les Monts présentent les concentrations les plus élevées, atteignant ponctuellement près de 30 mg(NO₃)/L, dépassant le seuil de 18 mg/L.
- Le Lucenay, la Brume et le Bézo montrent des concentrations plus modérées, généralement comprises entre 5 et 15 mg/L, tout en suivant une évolution parallèle à celle des autres cours d'eau.
- Le Rançon se distingue par des valeurs plus faibles, souvent inférieures à 5 mg/L, indiquant une moindre contribution en nitrates sur ce bassin.

Ainsi, bien que la dynamique temporelle soit cohérente entre les bassins (avec des minima estivaux et des maxima hivernaux), les niveaux de concentration restent contrastés selon les caractéristiques locales des bassins versants (occupation du sol, nature des sols, pratiques agricoles, intensité des écoulements).

4.2. Pluviométrie

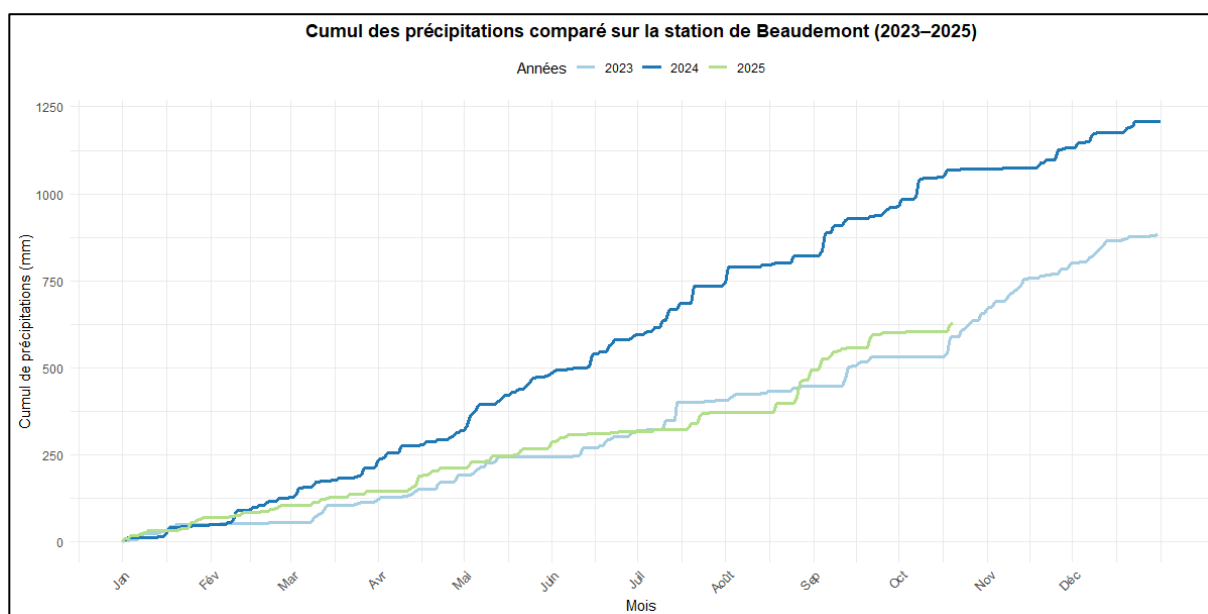


Figure 11 : Courbe du cumul de pluie de la station MétéoFrance à Beaudemont sur les années 2023, 2024 et 2025.

Le graphique ci-dessus présente le cumul des précipitations enregistrées à la station de Beaudemont pour les années 2023, 2024 et 2025. On observe que l'année 2024 (courbe bleu foncé) se distingue nettement par un cumul de précipitations plus élevé, atteignant environ 1 200 mm en fin d'année. Les pluies ont été fréquentes et bien réparties sur l'ensemble de l'année, avec plusieurs épisodes marqués entre mai et octobre. 2024 apparaît donc comme l'année la plus humide de la période observée.

En comparaison, l'année 2023 (courbe bleu clair) affiche un cumul total d'environ 900 mm, soit un niveau intermédiaire. Les précipitations y sont plus irrégulières, avec de longues périodes calmes au printemps et en été, suivies d'une forte reprise à l'automne.

Enfin, l'année 2025 (courbe verte) présente pour l'instant un déficit pluviométrique marqué au même titre que 2023, les données étant disponibles jusqu'à la fin du mois d'octobre seulement. On note toutefois un rattrapage à partir de début septembre (contre mi-octobre en 2023), lié à plusieurs épisodes pluvieux conséquents. La tendance devra être confirmée d'ici la fin de l'année pour évaluer si 2025 reste déficitaire.

Tableau 6 : Comparaison de la pluviométrie mensuelle entre les années 2023/2024/2025 et la période de référence 1990-2010 sur la station de Beaudemont. (Source : Fiche climatologique de la station de Baudemont - METEO FRANCE)

MOIS	2023	R/ 1990-2010	2024	R/ 1990-2010	2025	R/ 1990-2010
JANVIER	49.8	- 12.1	47.1	- 14.8	68.8	+ 6.9
FEVRIER	4.0	- 69.2	78.6	+ 5.4	35.4	- 37.8
MARS	61.4	- 12.6	107.9	+ 33.9	40.7	- 33.3
AVRIL	75.2	- 2.4	84.4	+ 6.8	67.8	- 9.8
MAI	53.5	- 43.4	166.5	+ 69.6	56.1	- 40.8
JUIN	68.9	- 2.8	110.4	+ 38.4	45.7	- 26.3
JUILLET	92.6	+ 7.1	148.2	+ 62.7	56.0	- 29.5
AOÛT	41.4	- 53.6	78.2	- 16.8	122.9	+ 27.9
SEPTEMBRE	84.4	+ 12.5	142.1	+ 70.2	106.3	+ 34.4
OCTOBRE	125.5	+ 27.7	108.5	+ 10.7	63.5	- 34.3
NOVEMBRE	136.5	+ 32.3	59.7	- 44.5		
DECEMBRE	88.9	+ 7.7	75.8	- 0.6		
TOTAL	882.1	- 104.0	1 207.4	+ 221,3		

Année 2023 : Une année globalement proche de la moyenne historique (1981–2010), avec un total annuel légèrement déficitaire (-104 mm). La répartition mensuelle montre une forte variabilité : des mois très secs comme février (-69 %), mai (-43 %) et août (-54 %) contrastent avec des mois excédentaires, notamment octobre (+28 %) et novembre (+32 %). Cette alternance de périodes sèches et pluvieuses peut entraîner des variations saisonnières importantes dans le ruissellement et le transport des nutriments, notamment des nitrates.

Année 2024 : Année nettement excédentaire (+221 mm, soit +18 % par rapport à la moyenne), avec des précipitations supérieures à la moyenne sur la majorité des mois. Les excédents les plus marqués apparaissent en mai (+70 %), septembre (+70 %) et juillet (+63 %), suggérant des périodes à haut risque de lessivage des sols et de flux hydriques intenses. Les mois déficitaires sont rares et modérés (août - 17 %), ce qui indique une humidité relativement constante favorisant une dilution régulière des nitrates.

Année 2025 : Année contrastée et globalement déficitaire (environ -15 % par rapport à la moyenne 1990–2010), caractérisée par un premier semestre sec et un rattrapage significatif à partir d'août. Les mois de janvier à juillet affichent des déficits notables (février -38 %, mars -33 %, mai -41 %, juillet -30 %), tandis qu'août (+28 %) et septembre (+34 %) enregistrent des excédents marqués. Cette répartition irrégulière, combinant un printemps et un début d'été secs suivis de pluies abondantes en fin d'été, peut favoriser l'accumulation des nitrates dans les sols, suivie d'un lessivage rapide et ponctuel lors des épisodes pluvieux.

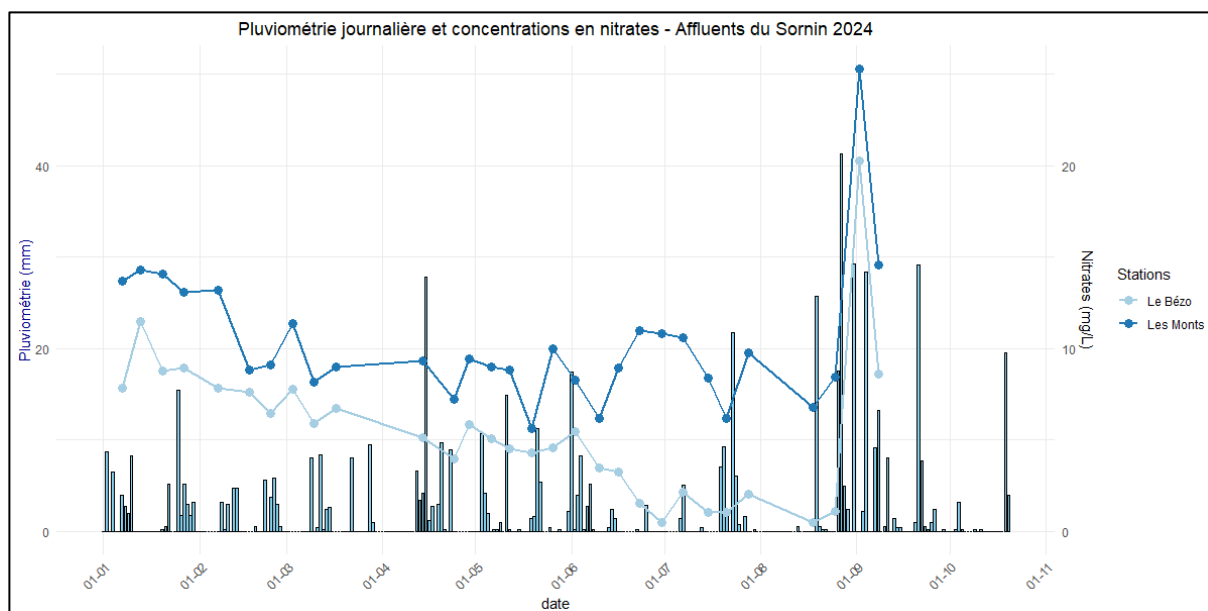
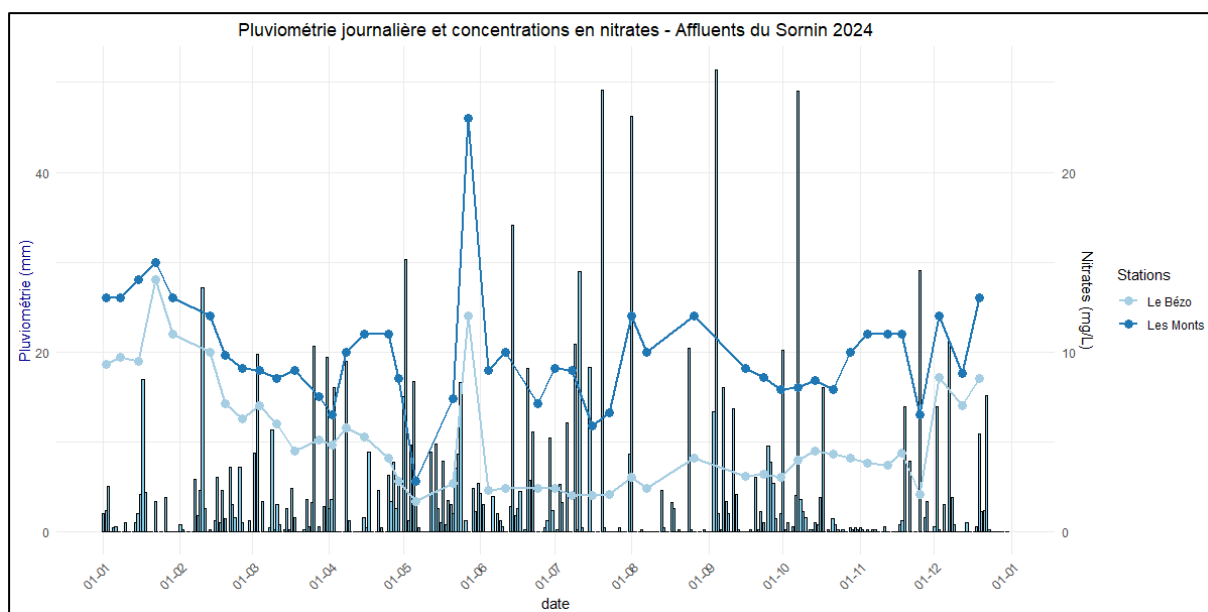


Figure 12 : Comparaison de l'évolution des concentrations en nitrates avec la pluviométrie journalière de la station de Beaudemont sur 2024 et 2025 (Données MétéoFrance et CHAROLN)

En 2024, la pluviométrie apparaît globalement régulière tout au long de l'année, sans période prolongée de sécheresse. Cette répartition homogène des pluies limite les variations brutales de débit et empêche l'apparition d'un véritable effet "chasse d'eau" à l'automne. Les concentrations en nitrates restent donc globalement stables sur les deux stations, avec un comportement relativement lissé dans le temps. On note toutefois un pic simultané en juin sur le Bézo et les Monts, survenant après une courte période sans précipitations. Ce phénomène pourrait traduire soit une minéralisation flash des nitrates dans le sol, favorisée par un réchauffement temporaire et un retour rapide de la pluie, soit l'impact d'une pratique agricole (apport d'engrais ou effluents) suivie d'un épisode pluvieux ayant entraîné un lessivage ponctuel.

En 2025, la pluviométrie devient plus irrégulière et contrastée, avec plusieurs épisodes intenses concentrés au printemps et à la fin de l'année. Ces pluies plus fortes coïncident avec des pics nets de nitrates, notamment observés simultanément aux deux stations, ce qui témoigne d'un lessivage important des nitrates accumulés dans les sols après des périodes plus sèches. La réactivité accrue des concentrations en nitrates face aux précipitations suggère un transfert plus direct vers les cours d'eau lors des épisodes pluvieux.

4.3. Hydrologie

4.3.1. La notion de flux

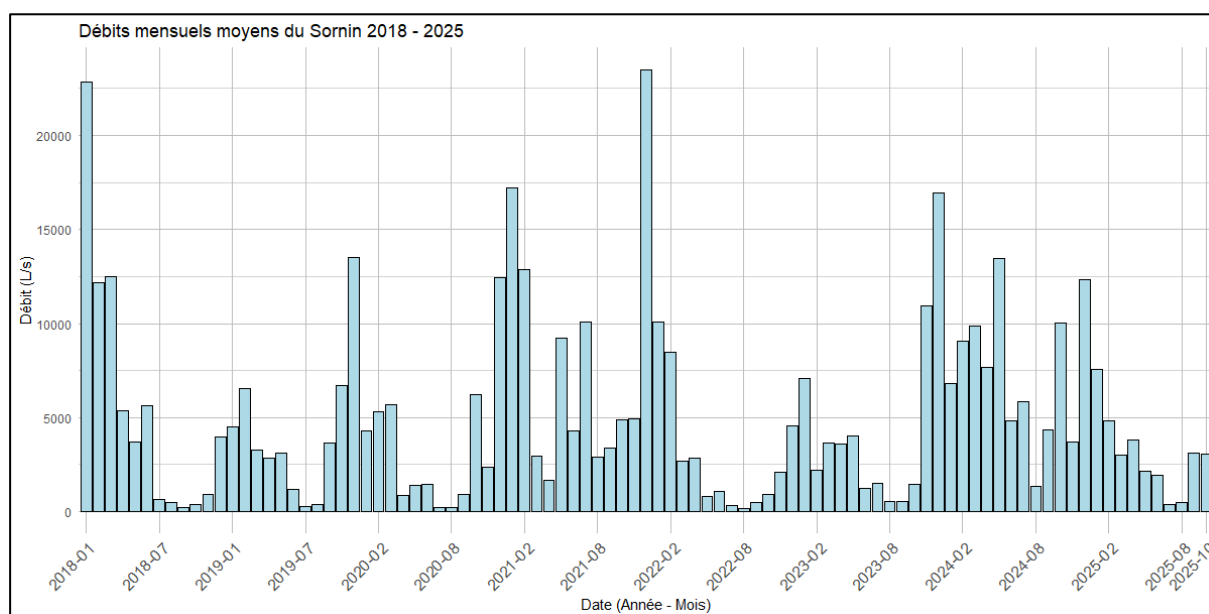


Figure 13 : Evolution du débit mensuel moyen mensuel sur le Sornin (2017 - 2025)

Le graphique présente l'évolution des débits moyens mensuels du Sornin entre 2018 et 2025. La série montre une forte variabilité saisonnière, caractérisée par des débits élevés en hiver et au début du printemps, puis des valeurs très faibles en été. Ce régime traduit l'influence directe des précipitations et de l'évapotranspiration sur les écoulements.

Plusieurs pics de débit importants apparaissent, notamment en janvier 2018, février 2021, février 2022 et début 2024, où les débits dépassent localement les 20 000 L/s. Ces épisodes correspondent à des périodes de fortes précipitations ou de crues. À l'inverse, les étés 2019, 2022, 2023 et 2025 se distinguent par des étiages marqués, avec des débits proches de zéro.

Sur l'ensemble de la période, on ne distingue pas de tendance claire à la hausse ou à la baisse des débits, mais une irrégularité interannuelle importante, alternant années humides et sèches.

Ces variations conditionnent les périodes de transfert ou de rétention des nitrates, en influençant la disponibilité en eau et la dynamique des écoulements dans le bassin versant du Sornin.

A noter que des débits plus élevés peuvent impliquer un effet dilution : réduction de la concentration en nitrate lorsque mélangée à un volume plus important d'eau. Les pluies intenses responsables de ces forts débits entraînent un lessivage plus important et soudain des nitrates, pouvant provoquer des pics modérés par l'effet dilution.

L'effet contraire peut être observé lorsque les débits sont plus faibles. Les pluies plus légères entraînent un lessivage moins prononcé, mais les débits faibles minimisent l'effet dilution. On peut donc retrouver des pics de nitrates.

L'effet de dilution constitue donc un facteur essentiel à considérer dans l'analyse et l'interprétation des résultats de concentration. Une concentration faible ne traduit pas nécessairement une diminution des émissions agricoles : elle peut simplement résulter d'un débit important. **Dans ce cas, l'évaluation du flux de nitrates (intégrant la concentration et le volume d'eau écoulé) offre une mesure plus représentative des transferts réels dans le bassin versant.**

4.3.2. Calcul du flux de nitrates

$$\text{Flux} = [\text{NO}_3^-] \times Q$$

Avec : Flux en $\frac{\text{mg}}{\text{s}}$, $[\text{NO}_3^-]$ la concentration en nitrate en $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$ et Q en $\frac{\text{L}}{\text{s}}$

L'utilisation du flux permet une meilleure intégration du contexte de la mesure dans la comparaison des valeurs de concentration. Si on souhaite comparer les mesures de concentration lors de la phase expérimentale du projet Charol'N à des années antérieures, il sera donc pertinent d'intégrer l'interprétation des flux.

L'utilisation du flux permet une meilleure intégration du contexte de la mesure dans la comparaison des valeurs de concentration. Si on souhaite comparer les mesures de concentration lors de la phase expérimentale du projet Charol'N à des années antérieures, il sera donc pertinent d'intégrer l'interprétation des flux.

Afin d'interpréter les concentrations en nitrates mesuré et de les rendre comparable entre les différents sous bassins versant du projet nous allons *estimer* le flux de transfert en quantifiant les pertes de nitrates en **grammes par jour par hectare**. On pourra ensuite en déduire une estimation des pertes sur une année en kilogramme par hectare par an.

Pour cela, nous avons besoin des débits journaliers ainsi que les concentration journalières.

Débits journaliers : ne disposant pas de station de mesure de débit sur les affluents, on peut l'estimer via la **méthode des aires contributives**. Pour appliquer cette formule, on considère un régime hydrique en fonctionnement normal, on exclut donc les épisodes de crues et les étiages. (*Méthode de transfert de bassin, Guillaume Piton – Ingénieur hydraulicien – Document consultable via ce lien : [Methode de transfert de bassin G Piton.pdf](#)*)

$$Q_{\text{affluent}} = Q_{\text{CEprincipal}} \times \frac{A_{\text{SBV}}}{A_{\text{BV}}}$$

Avec : Q_{affluent} le débit de l'affluent en $\frac{L}{s}$, $Q_{\text{CEprincipal}}$ le débit du cours d'eau principal en $\frac{L}{s}$,
 A_{BV} l'aire du bassin versant et A_{SBV} l'aire du sous bassin versant de l'affluent

Concentrations journalières : Pour avoir une estimation des flux journaliers, nous avons besoin d'estimer les concentrations journalières en nitrates à partir des résultats hebdomadaires obtenus avec les analyses. Pour cela nous avons généré une série de données journalières de concentrations de NO_3 à partir des mesures ponctuelles effectuées. Les valeurs entre deux dates de prélèvement sont interpolées de manière à respecter une règle dite de "moitié", où la valeur de concentration reste constante pour la première moitié de l'intervalle avant de changer à la deuxième moitié. Ce qui nous permet d'obtenir un jeu de données journalières comme illustré sur la figure 13. Les points correspondent à des mesures, les barres horizontales sont les données interpolées.

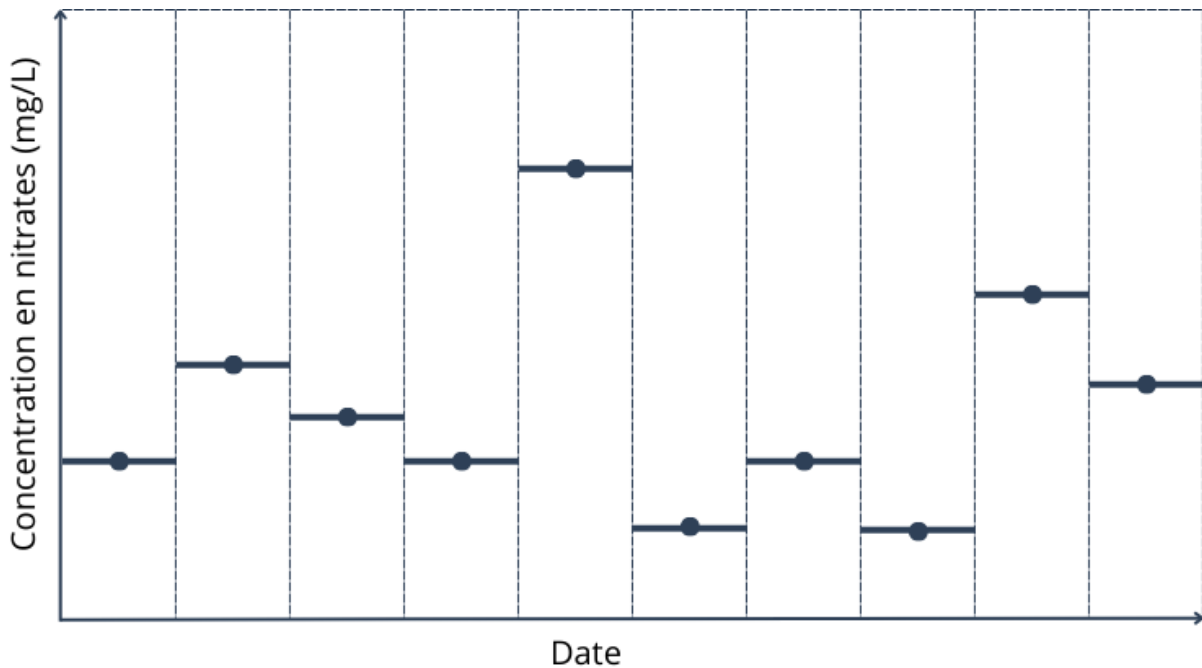


Figure 14 : Schéma de l'interpolation des données de concentration en nitrates.

Par exemple, en appliquant cette méthode aux données obtenues lors de la campagne de prélèvement sur le ruisseau des Monts, nous obtenons le graphique suivant (Figure 14). Nous avons bien transformé des données ponctuelles en données continues. Bien qu'approximative, cette méthode permettra l'obtention d'un ordre de grandeur pertinent. En appliquant la formule du flux aux données interpolées obtenues, nous pouvons calculer l'évolution des pertes en nitrates à l'échelle des sous-bassins versants. Il devient également possible d'estimer la quantité de nitrates perdue sur 1 an sur chacun des bassins versants.

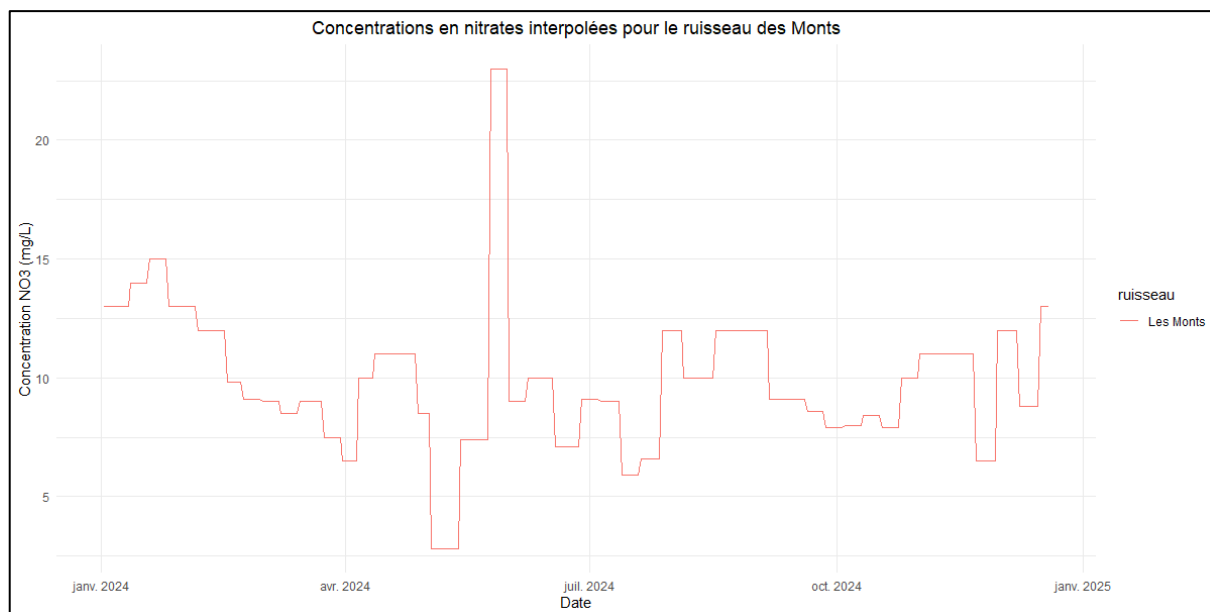


Figure 15 : Représentation des données de concentration interpolées sur le ruisseau des Monts.

4.3.3. Du flux au calcul des pertes en nitrates

Pour calculer les pertes journalières en nitrates nous utilisons cette formule finale :

$$\text{Pertes journalières} = [\text{NO}_3^-] \times Q_{mJ} \times 3600 \times 24 / 10^6$$

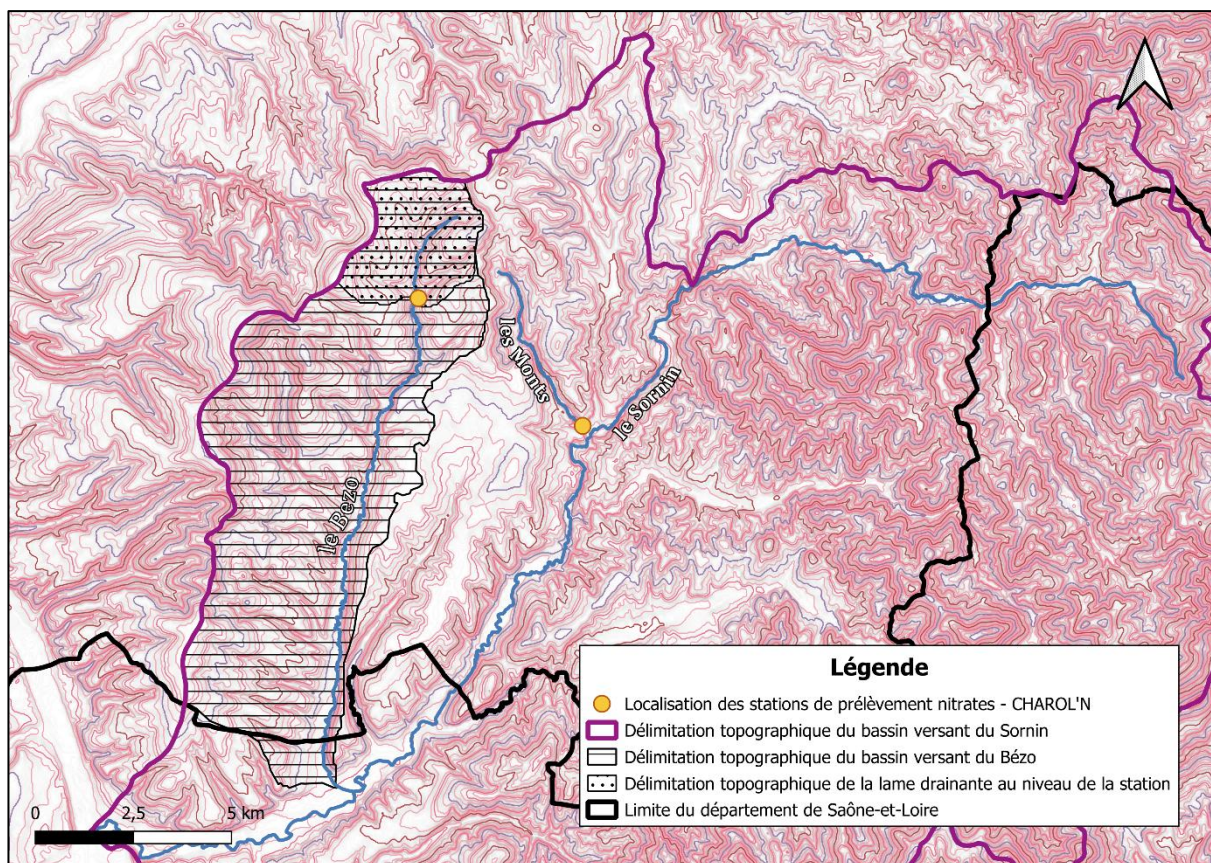
Avec : $[\text{NO}_3^-]$ la concentration en nitrates en $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$ et Q_{mJ} le débit journalier en $\frac{\text{L}}{\text{s}}$,

La multiplication par (24×3600) permet de passer en $\frac{\text{mg}}{\text{jour}}$

La division par 10^6 permet de passer en $\frac{\text{kg}}{\text{jour}}$

Localisation des stations de prélèvements : Toutes les stations expérimentales ne sont pas situées à l'exutoire de leur sous-bassin versant, à l'exception de celles du Lucenay et du ruisseau des Monts. Par conséquent, certaines ne prennent pas en compte la contribution de l'ensemble des parcelles du bassin. Cette limitation est particulièrement marquée pour la station du Bézo, implantée en position amont.

Pour obtenir des résultats plus représentatifs, il est donc nécessaire de calculer et d'utiliser la surface réellement drainante associée à chaque station, plutôt que la surface totale du sous-bassin. Ce calcul est réalisé à l'aide de l'outil « Milieux potentiellement humides de France », qui permet de délimiter un bassin versant à partir d'un point donné.



Carte 11 : Comparaison de la surface drainante au niveau de l'exutoire et celle au niveau de la station du Bézo.

5. Résultats de la démarche et interprétation

5.1. Résultats des calculs : estimation des pertes en azote

Tableau 7 : Comparaison des pertes estimées entre les sous bassins versants de l'étude.

Bassin Versant	Mesvrin			
SBV	Brume		Rançon	
	2024	2025	2024	2025
Pertes estimées en nitrates	51.6		24.7	
	kgNO ₃ ⁻ /ha		kgNO ₃ ⁻ /ha	
Pertes estimées en azote	11.6		5.6	
	kgN/ha		kgN/ha	

Bassin Versant	Arconce			
SBV	Sermaize		Lucenay	
	2024	2025	2024	2025
Pertes estimées en nitrates	26.2		23.2	
	kgNO ₃ ⁻ /ha		kgNO ₃ ⁻ /ha	
Pertes estimées en azote	5.9		5.2	
	kgN/ha		kgN/ha	

Bassin Versant	Sornin			
SBV	Bézo		Monts	
	2024	2025	2024	2025
Pertes estimées en nitrates	25.5		44.3	
	kgNO ₃ ⁻ /ha		kgNO ₃ ⁻ /ha	
Pertes estimées en azote	5.8		10.0	
	kgN/ha		kgN/ha	

5.2. Comparaison avec la littérature

L'article « *Prairies et qualité de l'eau. Évaluation des risques de lixiviation d'azote et optimisation des pratiques* »* propose des estimations des pertes en azote pour une prairie de ray-grass pâturée par des vaches laitières, avec un apport de 250 kg N/ha/an. En comparaison, les apports d'azote dans la zone ouest de la Saône-et-Loire sont estimés, à dire d'expert, à environ 40 kgN/ha/an.

Selon cette étude, les pertes totales par lixiviation varient entre 14 kg N/ha/an pour des sols argilo-limoneux peu drainants et 72 kg N/ha/an pour des sols sablo-limoneux drainants.

Vertes, Françoise & Simon, Jean-Claude & R., Giovanni, & Grignani, Carlo & Corson, Michael & Durand, Patrick & Peyraud, Jean-Louis. (2009). Flux de nitrate dans les élevages bovins et qualité de l'eau : variabilité des phénomènes et diversité des conditions.

Texture du sol	"Perméabilité"	Production (t MS/ha/an)		Volatilisation		Lixiviation (kg N/ha/an)		Dénitrification		Total pertes	
Age (ans)		4-6	11-20	4-6	11-20	4-6	11-20	4-6	11-20	4-6	11-20
Sablo-limoneux	Drainant	8,2	8,5	28	30	62	72	11	13	101	115
	Moy. drainant	8,0	8,2	25	28	45	51	19	22	89	101
Limoneux	Drainant	8,3	8,7	29	30	57	68	19	23	105	121
	Moy. drainant	8,1	8,4	27	29	38	43	31	35	96	107
Argilo-limoneux	Drainant	8,4	8,8	29	31	56	66	24	29	109	126
	Peu drainant	7,7	7,9	25	26	14	15	42	46	81	87
Effet de l'aptitude du sol au drainage		- 5%		- 10%		- 46%		+ 65%		- 17%	

Les pertes en azote estimées dans les bassins versants étudiés (6,7 à 15,1 kg N/ha/an) sont généralement inférieures aux valeurs de la littérature. L'une des principales explications à cet écart réside dans la différence des apports d'azote entre le cas étudié dans l'article et la situation locale des bassins versants.

Dans l'étude de référence, les pertes par lixiviation sont estimées pour une prairie de ray-grass pâturée par des vaches laitières, avec un apport de 250 kg N/ha/an. Or, dans la zone étudiée, l'élevage est quasi exclusivement basé sur des vaches allaitantes, dont les systèmes de production sont caractérisés par :

- Des apports d'azote généralement plus faibles : les prairies destinées aux vaches allaitantes reçoivent moins de fertilisation minérale et organique que celles utilisées pour les vaches laitières.
- Une gestion différente du pâturage : les vaches allaitantes consomment souvent des prairies plus extensives avec une fertilisation plus modérée, entraînant potentiellement une moindre production d'excédents d'azote susceptibles d'être lixiviés.

Ainsi, les pertes estimées dans notre étude, plus faibles que celles issues de la littérature, peuvent en grande partie s'expliquer par ces différences de pratiques agricoles et de niveaux d'apports azotés, ce qui traduit un mode de production moins émetteur de nitrates.

5.3. Les principales incertitudes

Des pertes uniquement par les eaux de surfaces : Les pertes ont été estimées uniquement à partir des eaux de surface, sans prise en compte des pertes liées aux eaux souterraines. Cette approche peut conduire à une sous-estimation des pertes réelles.

Mais ces estimations constituent une première approche précieuse, qui n'avait jusqu'ici jamais été réalisée sur ce territoire. Afin d'affiner ces valeurs, il est pertinent de les confronter aux références disponibles dans la littérature scientifique.

Méthode des aires quantitatives pour estimer le débits des affluents : Cette méthode repose sur l'hypothèse que le débit d'un affluent est proportionnel à la surface de son bassin versant comparé à celle du cours d'eau principal.

Les hypothèses simplificatrices que nécessite cette méthode révèle de nombreuses incertitude dans l'interprétation des flux avec la méthode des aires quantitatives :

- **Hypothèse de linéarité :** Le lien entre débit et surface n'est pas toujours strictement proportionnel (effets géologiques, pédologiques ou climatiques).
- **Variabilité des précipitations :** La répartition spatiale et temporelle des précipitations peut varier au sein du bassin, rendant l'hypothèse d'homogénéité discutable.
- **Conditions locales :** Les différences de couverture végétale, de topographie, et d'occupation des sols influencent l'infiltration, le ruissellement et donc le débit.
- **Non prise en compte :**
 - Des débits souterrains (résurgences ou pertes).
 - Des interactions avec les zones humides et les nappes phréatiques.

Temporalité des débits : L'utilisation d'un débit journalier moyen ne reflète pas forcément les variations instantanées (pics de crue, étiages, fluctuations diurnes), ce qui peut biaiser l'intégration du flux.

Interpolation des concentrations en nitrates : La campagne de prélèvement ne prévoyait qu'une seule analyse par semaine. Bien que cette fréquence ait été nettement supérieure aux mesures habituellement effectuées, elle est restée insuffisante pour capturer l'ensemble des variations. En une semaine, de nombreuses informations peuvent être manquées, limitant ainsi la précision des observations. Par conséquent, les résultats de flux obtenus ne sont que des estimations et doivent être interprétés avec prudence.

5.4. Perspectives

Les travaux de *Vertès et al. (2008)* montrent que les pertes d'azote résultent d'une combinaison beaucoup plus large de facteurs : diversité des pratiques, structure des prairies, âge des couverts, type de sol, organisation du territoire ou encore répartition du pâturage et des apports azotés.

Ainsi, pour affiner l'interprétation des données nitrates et tendre vers une compréhension plus intégrée du fonctionnement du territoire, il serait pertinent d'aller vers une **approche croisée et spatialisée** des déterminants des fuites d'azote. Une perspective serait de rassembler l'ensemble des informations disponibles à l'échelle du département ou du bassin versant :

- Occupation réelle des sols (cultures, prairies permanentes, prairies temporaires, forêts),
- Typologie et profondeur des sols, réserve utile et perméabilité,
- Chargement animal estimé, répartition du pâturage,
- Niveaux moyens d'apports azotés minéraux et organiques,
- Pratiques de fertilisation et périodes d'application,
- Structures paysagères influençant le transfert (haies, talwegs, zones hydromorphes),
- Vulnérabilité climatique (sécheresses, périodes de drainage intense).

Sur la base des enseignements de la littérature, notamment concernant l'importance relative de chaque facteur dans le risque de lixiviation, il serait envisageable de développer un **système de pondération** permettant d'attribuer à chaque parcelle ou zone homogène un **score de pression azotée**. Ce score intégrerait autant les potentialités physiques du milieu que les pratiques agricoles réellement observées.

L'agrégation de ces scores permettrait ensuite de produire une **carte départementale ou intercommunale des pressions azotées**, véritable outil d'aide à la décision.

Conclusion

L'étude du bassin versant du Sornin dans le cadre du projet Charol'N a permis de mettre en lumière les enjeux environnementaux et agricoles liés aux concentrations en nitrates observées dans les cours d'eau. Si le territoire étudié, marqué par une prédominance d'élevage extensif bovin charolais et des prairies permanentes, semblait initialement peu vulnérable à la pollution diffuse, les relevés hydrologiques et climatiques récents montrent une réalité plus complexe. Les pics de nitrates enregistrés, en particulier durant les années marquées par des sécheresses suivies de précipitations importantes, révèlent l'impact des dynamiques climatiques sur la qualité des cours d'eau. Les événements extrêmes, de plus en plus fréquents, accentuent les phénomènes de "chasse d'eau" et de lessivage des sols, fragilisant la capacité des systèmes agricoles actuels à préserver la ressource en eau.

Les données recueillies soulignent également des disparités notables au sein du bassin versant. La rive droite, notamment sur les sous-bassins du Bézo et des Monts, présente des sols à meilleure réserve utile, capables de stocker l'eau et de résister partiellement aux périodes de stress hydrique. À l'inverse, la rive gauche, caractérisée par des sols plus pauvres et séchants, est plus vulnérable aux effets du changement climatique, aggravant ainsi les risques de contamination des eaux par les nitrates.

L'analyse des flux, plutôt que des seules concentrations, apporte une vision plus systémique de la problématique, en intégrant les variations de débit et les dynamiques saisonnières. Cette approche confirme que la simple lecture des valeurs de concentrations ponctuelles ne suffit pas à appréhender le sujet dans sa globalité.

Face à ces constats, le projet Charol'N revêt un caractère essentiel pour accompagner les acteurs agricoles dans l'adaptation de leurs pratiques. La co-construction de solutions avec les exploitants est une étape cruciale pour réduire les risques de pollution diffuse tout en préservant l'intégrité de l'élevage.

Au vu des concentrations en nitrates de la rivière du Sornin observées ces dernières années et des données issues de la campagne de prélèvement sur deux de ses affluents, la situation sur le bassin versant du Sornin semble plus dégradée que sur les autres bassins versants de l'étude. En comparaison du bassin versant du Mesvrin pour lequel les concentrations relevées sont pour la majorité en dessous de 10 mg.L⁻¹, le Sornin présente des concentrations au-dessus de ce palier bien plus fréquemment, y compris au-dessus du seuil réglementaire de 18 mg.L⁻¹.

Bien que des disparités aient été relevées sur le territoire étudié dans le cadre du projet CHAROL'N, il apparaît clairement que le classement en zone vulnérable n'offre pas une solution adéquate pour traiter les pics de nitrates, qui restent très ponctuels. La situation actuelle étant globalement stable, le projet CHAROL'N adopte davantage une dimension préventive que curative.

ANNEXES

Annexe 1 :

**Extraits du compte-rendu de la
première rencontre de la démarche
Eau' Défi**

Evolution des précipitations

LES CUMULS ANNUELS



- une forte variabilité d'une année à l'autre,
- des différences significatives selon que l'on soit en amont, en aval ou au nord du bassin versant.
- des tendances :
 - à la baisse depuis 1960,
 - à l'augmentation à l'horizon 2050.

LA SAISONNALITE DES PRECIPITATIONS A L'HORIZON 2050

Evolution saisonnière du cumul des précipitations à l'horizon 2050 (projection "France")
(par rapport à la période de référence 1951-2005)



- des précipitations plus importantes en hiver et au printemps,
- mais qui diminuent en été et à l'automne (la projection médiane suggère au contraire une légère augmentation des précipitations en été et à l'automne).

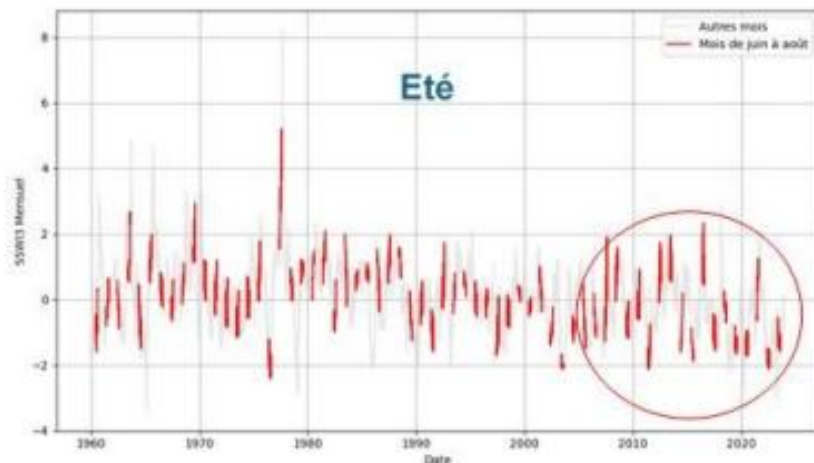


- Des précipitations de plus en plus irrégulières d'une saison à l'autre, d'une année à l'autre.
- Des étés qui semblent plus secs ou plus humides qu'avant.
- Des orages qui semblent plus localisés, plus violents et plus précoces.
- Une même quantité d'eau, mais pas au même moment et, surtout, pas au bon moment.

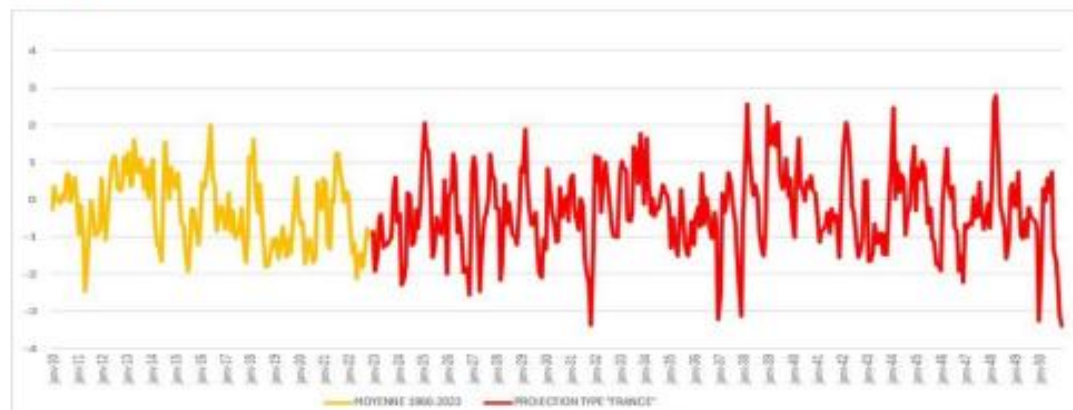
SECHERESSE DES SOLS

Pour caractériser l'état de sécheresse des sols, on utilise un indice : l'indice normalisé de sécheresse des sols (SSWI). Lorsqu'il est négatif (c'est-à-dire inférieur à zéro), cela signifie que la teneur en eau des sols est insuffisante pour la végétation.

Lorsque l'on observe l'évolution de cet indice, de 1960 à aujourd'hui, on constate, comme pour l'été sur cette courbe mais quelles que soient les saisons, une augmentation de la récurrence d'anomalies sèche les dernières années :



Cette tendance va se prolonger, à l'horizon 2050, avec une augmentation de la fréquence des sécheresses dites "agricoles" (ce graphique représente les moyennes annuelles de l'indice de sécheresse des sols, avec la projection "France") :



- ▶ L'indice de sécheresse des sols est en baisse régulière, en toutes saisons, avec une accentuation depuis 2010-2020, une augmentation des extrêmes et de leur fréquence
- ▶ L'assèchement des sols est fortement ressenti.
- ▶ Il y a sur une partie du territoire des sols sableux qui sèchent très vite.
- ▶ Les parcelles agricoles, les prairies sèchent beaucoup à cause du vent, pas seulement à cause des températures.
- ▶ La sécheresse a aussi des conséquences pour les industries du bois, avec notamment de plus en plus d'arbres qui tombent, séchés sur place.

Annexe 2 :
Protocole de prélèvement confié au
organismes responsable des
prélèvements.

Protocole prélèvement des eaux de surface

(D'après le guide technique de prélèvement d'échantillon en rivière, Agence de l'eau Loire-Bretagne 2006)

1. Objet

Ce document a pour objet de décrire le prélèvement l'échantillon d'eau en vue d'analyses de nitrates. Il est destiné à la communauté de préleveurs intervenant dans le cadre du projet « Charol'N ».

2. Consignes générales

1.1 Hygiène et sécurité

Le port de gants et de lunettes est recommandé surtout en aval d'agglomération et de zones industrielles.

Il est fortement recommandé d'effectuer la campagne de prélèvement à deux agents préleveurs, à défaut il doit disposer d'un appareil PTI (Protection travailleur Isolé).

Les zones dangereuses (berges instables, lit profond...) sont à éviter pour effectuer les prélèvements.

1.2 Mise en œuvre

La technique et le matériel seront adaptés aux conditions d'accès aux sites de prélèvements (voir §3) ; L'accès à l'intérieur du cours d'eau est vivement recommandé, le prélèvement se fera face au courant et loin des berges.

Le prélèvement d'eau en surface du cours d'eau est fortement déconseillé.

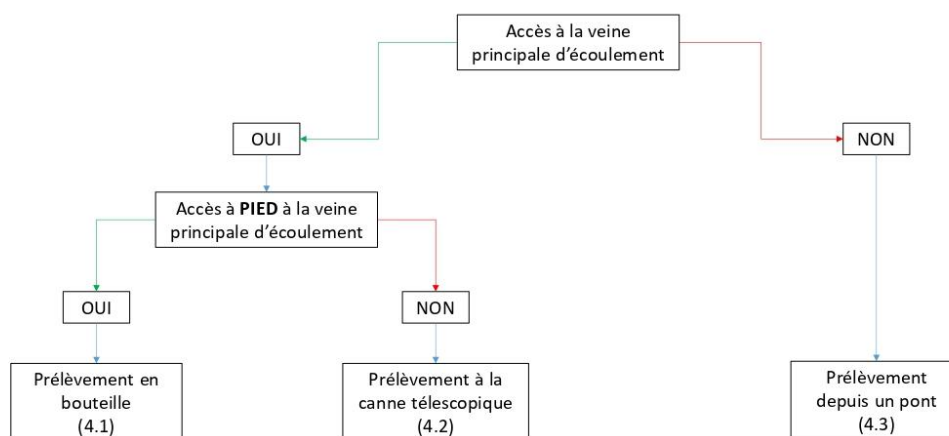


1.3 Matériels

- Flaconnage - Fourni par le laboratoire d'analyses
- Bottes cuissardes/Waders
- Gants et lunettes de protections
- Perche télescopique de prélèvement
- Seau + corde
- Marqueurs indélébiles

3. Arbre de décisions

L'arbre de décisions ci-dessous permet d'utiliser le protocole le mieux adapté au cours d'eau à échantillonner.



4. Les prélèvements

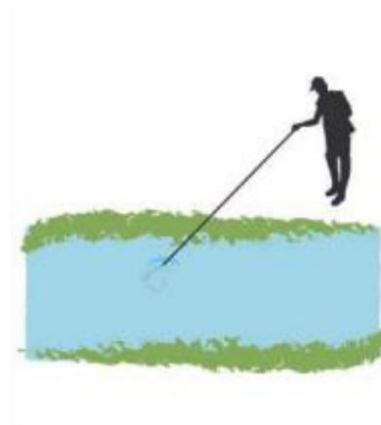
1.4 Prélèvement en bouteille

- Se placer face au courant dans la veine principale (attention à la mise en suspension de dépôts)
- Rincer 3 fois la bouteille
- Egoutter énergiquement la bouteille col vers le bas
- Plonger la bouteille dans l'eau col vers le bas à environ 30 cm
- Relever le col jusqu'à environ 45°
- Remplir la bouteille jusqu'au col
- Remonter la bouteille en évitant la formation de bulles d'air
- Rincer le bouchon dans la rivière
- Fermer la bouteille avec précaution de façon à ne pas emprisonner de bulles d'air



1.5 Prélèvement à la canne télescopique

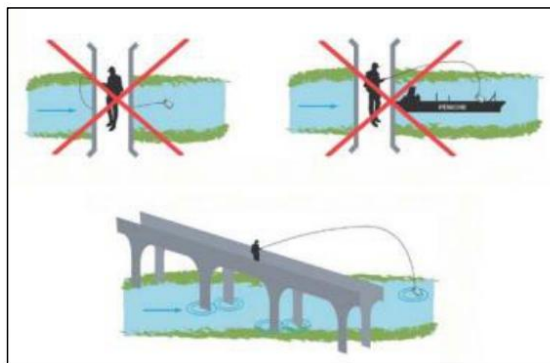
- Etendre la canne de manière à atteindre la veine principale
- Rincer 3 fois la bouteille dans l'eau vive
- Egoutter énergiquement la bouteille col vers le bas
- Fixer la bouteille à la canne
- Plonger la bouteille dans l'eau col vers le bas à environ 30 cm
- Relever le col jusqu'à environ 45°
- Remplir la bouteille jusqu'au col
- Remonter la bouteille en évitant la formation de bulles d'air
- Rincer le bouchon dans la rivière
- Fermer la bouteille avec précaution de façon à ne pas emprisonner de bulles d'air



1.6 Prélèvement depuis un pont (au seau)

Attention : le seau et la corde doivent être propres : ne pas poser sur le sol, ne pas mettre de matériel à l'intérieur.

- Se positionner en aval du pont
- Descendre le seau dans la veine principale en dehors des zones de turbulences des piles
- Remonter le seau quand celui-ci est plein
- Rincer 3 fois la bouteille avec l'eau du seau en jetant l'eau de rinçage en aval du pont et hors de la zone de prélèvement
- Vider le seau en aval du pont et hors de la zone de prélèvement
- Descendre le seau dans la veine principale en dehors des zones de turbulences des piles
- Remonter le seau quand celui-ci est plein
- Remplir la bouteille jusqu'au col avec l'eau du seau
- Eviter la formation de bulles d'air
- Rincer le bouchon dans le seau
- Fermer la bouteille avec précaution de façon à ne pas emprisonner de bulles d'air



5. Conservation des échantillons

Il est recommandé de maintenir l'échantillon à une température inférieure à celle du remplissage. Les échantillons prélevés seront placés dans les glacières fournies par le laboratoire, accompagnés des pains de glace. Ils seront envoyés rapidement afin que le temps de transport jusqu'au laboratoire soit de 24 heures maximum.

Si l'envoi n'est pas possible immédiatement, les échantillons seront placés au réfrigérateur à $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ dans l'obscurité afin de préserver l'échantillon pendant une période relativement brève avant analyse, en réduisant les réactions physiques, chimiques et biologiques qui peuvent se mettre en place.

Il est recommandé de prélever les échantillons en début de semaine pour permettre le transport et la prise en charge rapide par le laboratoire.

Annexe 3 :

**Fiche station du Sornin à Saint-
Maurice-lès-Châteauneuf (Agence de
l'Eau)**

Descriptif de la station

Station : 04015050 - SORNIN à SAINT-MAURICE-LES-CHATEAUNEUF

Station représentative : Oui

Masse d'eau : FRGR0185 - Sornin

Type FR : P21

Réseau(x) : RCS / RCO

Coordonnées (L93) : X = 797 044 m

Altitude : 300 m

Commune : Saint-Maurice-lès-Châteauneuf (71463)

Y = 6 570 619 m

Département : Saône-et-Loire (71)

Bassin-versant de la station de surveillance

Caractéristiques typologiques et d'occupation du sol

Surface de bassin-versant

BV STA	BV ME	BV STA / BV ME
154 km ²	224 km ²	69 %

Linéaire de masse d'eau

BV STA	ME	BV STA / ME
114 km	143 km	80 %

Hydro-écocorégion

	HER principale (niveau 2)	Pourcentage
BV STA	86 - Mont du Lyonnais - Pilat	66 %
BV ME	86 - Mont du Lyonnais - Pilat	68 %

Occupation du sol

	Occupation du sol principale (CLC 2018 niveau 2)	Pourcentage
BV STA	23 - Prairies	61 %
BV ME	23 - Prairies	60 %

Contexte piscicole

	Contexte piscicole principal	Pourcentage
BV STA	Salmonicole	100 %
BV ME	Salmonicole	100 %

Surface de plans d'eau

	Surface (ha)	Pourcentage
BV STA	23	0,15 %
BV ME	29	0,13 %

Entités ponctuelles

Prélèvements tout milieu tout usage (hors UGB)

	BV STA	BV ME	BV STA / BV ME
Volume prélevé (m ³ /an)	218 000	514 280	42 %
Taux d'exploitation (%)	0,56 %	0,97 %	

Rejets des collectivités et industries

	BV STA	BV ME	BV STA / BV ME
Nombre de rejets	9	13	69 %
Pourcentage de linéaire modélisé dégradé - Ptot temps pluie (%)	5 %	3,4 %	
Rejets collectifs - EH	85 058	85 618	99 %
Rejets industriels - Flux DCO (kg/an)	-	-	-

Obstacles à l'écoulement

	BV STA	BV ME	BV STA / BV ME
Nombre d'ouvrages	73	91	80 %
Densité linéaire / km	0,64	0,8	
Hauteur de chute moyenne (m)	0,76	0,77	
Hauteur de chute totale (m)	34	37	93 %

Cartographie du bassin-versant



Sources : AELB, Corine Land Cover (CLC) 2018

Stations	Obstacles à l'écoulement	Villes principales	Prélèvements
★ 04015050	<i>Hauteur de chute</i>	■ Préfecture	+ Eau potable
■ Bassin-versant	● Moins de 1m	■ Sous-préfecture	+ Irrigation
★ Autres	● De 1 à 2m	Rejets	+ Industrie
Masse d'eau	● De 2 à 5m	● Industriel	+ Centrales
FRGR0185	● De 5 à 15m	■ Collectivité	+ Alimentation canaux
◆ Exutoire	● De 15 à 30m	● Industriel prioritaire 11e prog.	
■ Bassin-versant	● Plus de 30m	■ Collectivité prioritaire 11e prog.	
	○ Pas d'information		

La légende de l'occupation du sol est détaillée en dernière page de la fiche.

Distances caractéristiques et environnement proximal de la station

Distances caractéristiques

Distance à l'exutoire de la masse d'eau

	Distance (m)
Station de surveillance	8 743
Site poissons [41]	8 638

Distance à la station de surveillance (site eau)

	Distance (m)
Site diatomées [101]	283
Site macroinvertébrés [131]	283
Site macrophytes [271]	1
Site poissons [41]	105

Occupation du sol

Occupation du sol dans la bande de 100 m autour du linéaire de cours d'eau

	Occupation du sol principale (CLC 2018 niveau 2)	Pourcentage
USRA de la station	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	70 %
TGH de la station	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	64 %
Linéaire ME dans BV STA	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	78 %
Linéaire total ME	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	77 %

Occupation du sol dans le fond de vallée (12FDV)

	Occupation du sol principale (CLC 2018 niveau 2)	Pourcentage
USRA de la station	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	66 %
TGH de la station	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	61 %
Linéaire ME dans BV STA	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	76 %
Linéaire total ME	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	77 %

Groupe de cultures dans la bande de 100 m autour de linéaire de cours d'eau

	Groupe de cultures principal (RPG 2018)	Pourcentage
USRA de la station	18 - Prairies permanentes	98 %
TGH de la station	18 - Prairies permanentes	94 %
Linéaire ME dans BV STA	18 - Prairies permanentes	98 %
Linéaire total ME	18 - Prairies permanentes	98 %

Groupe de cultures dans le fond de vallée (12FDV)

	Groupe de cultures principal (RPG 2018)	Pourcentage
USRA de la station	18 - Prairies permanentes	100 %
TGH de la station	18 - Prairies permanentes	96 %
Linéaire ME dans BV STA	18 - Prairies permanentes	99 %
Linéaire total ME	18 - Prairies permanentes	98 %

Entités ponctuelles

Obstacle à l'écoulement amont le plus proche

	Distance (m)
Station de surveillance	2 578
Site poissons [41]	2 684

Obstacle à l'écoulement aval le plus proche

	Distance (m)	Remous liquide
Station de surveillance	857	-
Site poissons [41]	753	-

Rejets amont des collectivités et industries les plus proches

	Rejet	Distance (m)	EH
Station de surveillance	0471095S0001	4 523	300
Station de surveillance	0471553S0002	8 907	190
Station de surveillance	0471022U0001	9 832	-
Station de surveillance	0471160S0002	12 877	60
Station de surveillance	0471160S0001	12 883	90
Site poissons [41]	0471095S0001	4 628	300
Site poissons [41]	0471553S0002	9 013	190
Site poissons [41]	0471022U0001	9 937	-
Site poissons [41]	0471160S0002	12 983	60
Site poissons [41]	0471160S0001	12 989	90

Plan d'eau amont le plus proche

	Distance (m)	Superficie (ha)
Station de surveillance	5 205	2,2
Site poissons [41]	5 310	2,2

Plan d'eau aval le plus proche

	Distance (m)	Superficie (ha)
Station de surveillance	-	-
Site poissons	-	-

La légende de l'occupation du sol est détaillée en dernière page de la fiche.

Légende occupation du sol

Occupation du sol

Corine Land Cover 2018 - Niveau 2

-  Zones urbanisées
-  Zones industrielles ou commerciales
et réseaux de communication
-  Mines, décharges et chantiers
-  Espaces verts artificialisés, non agricoles
-  Terres arables
-  Cultures permanentes
-  Prairies
-  Zones agricoles hétérogènes
-  Forêts
-  Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée
-  Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation
-  Zones humides intérieures
-  Zones humides maritimes
-  Eaux continentales et maritimes

Annexe 4 :
**Liste des UCS et des UTS présentes sur
le bassin versant du Sornin**

UCS	Nom	Sols
100	Collines liasiques du Brionnais (orientation E-W), viticoles sur les versants Sud, en prairies au nord	- UTS n° 225 : Sol superficiel à peu profond, argileux et calcaire des zones des fortes pentes des versants : RENDOSOL argileux - Type de sol : RENDOSOL argileux - Matériau parental : calcaire • UTS n° 224 : Sol de prairie argileux, localement hydromorphe en profondeur, non ou peu calcaire des pentes liasique : CALCISOL profond argileux - Type de sol : CALCISOL argileux issu de marnes - Matériau parental : marnes grises Toarciennes - UTS n° 226 : Sol argileux moyennement profond, non à peu calcaire des zones à faibles pentes : RENDISOL argileux caillouto-graveleux pachique - Type de sol : RENDISOL argileux caillouto-graveleux pachique - Matériau parental : calcaire marneux
101	Grans versants liasiques à pente modérée à forte (exposés est) du Brionnais généralement en prairie	- UTS n° 219 : Sol colluvionné, argileux à très argileux, non ou peu calcaire de prairies des faibles pentes et bas de versants : CALCISOL colluvial argileux rédoxique - Type de sol : CALCISOL colluvial argileux rédoxique - Matériau parental : colluvions - UTS n° 228 : Sol argileux, non calcaire des fortes pentes issu des marnes : CALCISOL argileux - Type de sol : CALCISOL - Matériau parental : marnes et argiles d'altération - UTS n° 227 : Sol peu profond, peu ou non calcaire issu des marnes sous prairie des fortes pentes : RENDISOL caillouto-graveleux - Type de sol : RENDISOL caillouto-graveleux - Matériau parental : calcaire et marno-calcaire
102	Combes forestières sur formations calcaires, localement recouvertes de colluvions argileuses à chailles	- UTS n° 229 : Sol superficiel, graveleux, calcique sur fortes pentes : RENDISOL graveleux - Type de sol : RENDISOL - Matériau parental : calcaires localement silicifié - UTS n° 230 : Sol colluvial, brun, superficiel, à forte charge en chailles sur calcaires durs : BRUNISOL leptique colluvial - Type de sol : BRUNISOL leptique colluvial - Matériau parental : Colluvions sur calcaire dur
103	Plateaux et pentes sur argile à chailles à dominante forestière	- UTS n° 222 : Sol acide, à charge gravelo-caillouteuse en chaille variable, argileux en profondeur sur faibles pentes et replats : LUVISOL humifère - Type de sol : LUVISOL TYPIQUE - Matériau parental : argile à chailles de couverture - UTS n° 223 : Sol très caillouto-graveleux des vallons et fortes pentes : BRUNISOL oligosaturé - Type de sol : BRUNISOL oligosaturé - Matériau parental : argile à chailles de couverture
104	Vallées et fonds de vallons humides en prairie de la zone granitique	- UTS n° 231 : Sol acide, à charge caillouto-graveleuse variable, argileux en profondeur sur faibles pentes et replats : REDUCTISOL fluviq - Type de sol : REDUCTISOL fluviq - Matériau parental : colluvions graveleuses - UTS n° 232 : Sol profond, à texture variée, hydromorphe à pseudogley : FLUVIOSOL colluvial rédoxique - Type de sol : FLUVIOSOL colluvial rédoxique - Matériau parental : alluvions colluvions
105	Sommets forestiers de croupes et fortes pentes des zones de hautes altitude (> 600 m) du Haut Beaujolais à dominante résineuse	- UTS n° 234 : Sol peu profond humifère, acide à tendance podzolique des hauts de versants : PODZOSOL ochrique sableux - Type de sol : PODZOSOL ochrique sableux - Matériau parental : granite - UTS n° 235 : Sol forestier, sableux, acide, localement gravelo-caillouteux et peu à moyennement profond : ALOCRISOL humifère - Type de sol : ALOCRISOL humifère - Matériau parental : roche granitique
106	Collines de moyennes altitudes du Haut Beaujolais sur formations granitiques	- UTS n° 235 : Sol forestier, sableux, acide, localement gravelo-caillouteux et peu à moyennement profond : ALOCRISOL humifère - Type de sol : ALOCRISOL humifère - Matériau parental : roche granitique
107	Piemont bocager du Haut Beaujolais sur granite et arène granitique	- UTS n° 236 : Sol sableux acide, très graveleux moyennement profond issu de matériau granitique : BRUNISOL mésosaturé - Type de sol : BRUNISOL mésosaturé - Matériau parental : arène granitique - UTS n° 237 : Sol profond, hydromorphe, acide, à texture variée des fonds de versants : COLLUVIOSOL REDOXISOL - Type de sol : COLLUVIOSOL REDOXISOL - Matériau parental : colluvions sur granite
108	Collines oligocènes sur argiles sableuses à dominante de prairie (Melay, Céron)	- UTS n° 239 : Sol argileux profond à charge en éléments grossiers variable, très argileux en profondeur et sur pente : PELOSOL - Type de sol : PELOSOL TYPIQUE - Matériau parental : argiles sableuses

		- UTS n° 244 : Sol hydromorphe des bas de pente en prairie issu de colluvions sur argiles sableuses : COLLUVIOSOL redoxique - Type de sol : COLLUVIOSOL redoxique - Matériau parental : colluvions sur argiles sableuses
109	Replats ou plateaux résiduels, limoneux, hydromorphes des collines oligocènes du Sud Brionnais	- UTS n° 245 : Sol profond, différencié, hydromorphe en profondeur, issu de limons de couverture, - des replats : LUVISOL TYPIQUE - Type de sol : LUVISOL TYPIQUE - Matériau parental : argile à passées sableuses
24	Replats résiduels sur grés triasiques à dominante forestière	- UTS n° 204 : Sol forestier acide, peu différencié à charge gravelocaillouteuse variable : ALOCRISOL à mull acide - Type de sol : ALOCRISOL à mull acide - Matériau parental : grés triasique - UTS n° 205 : Sol limono-argilo-sableux à charge en éléments grossiers faible à moyenne sur grés sous forêt et prairie : NEOLUVISOL argileux en profondeur - Type de sol : NEOLUVISOL argileux en profondeur - Matériau parental : grés triasique
35	Plaine alluviale des affluents de la Loire (Arroux, Bourbince,) et de la Dheune sur alluvions récentes argileuse ou sableuses	- UTS n° 80 : Sol sableux à charge gravelo-caillouteuse variable dans la traversée du Bas-Morvan granitique : FLUVIOSOL TYPIQUE - Type de sol : FLUVIOSOL TYPIQUE - Matériau parental : ALLUVIONS - UTS n° 233 : Sol hydromorphe limoneux à argilo-limoneux sur grève siliceuse : FLUVIOSOL TYPIQUE rédoxique - Type de sol : FLUVIOSOL TYPIQUE - Matériau parental : alluvions récentes sur grève siliceuse - UTS n° 79 : Sol limono-argilo-sableux à argileux, sans éléments grossiers des courts amont de l'Arroux et de la Dheune et de leur affluents : FLUVIOSOL TYPIQUE REDOXIQUE - Type de sol : FLUVIOSOL TYPIQUE REDOXIQUE - Matériau parental : ALLUVIONS
89	Collines et fortes pentes acides des Monts du Charolais sur roches granitiques en forêt ou prairie	- UTS n° 193 : Sol de prairie, acide, sableux, sain des faibles pentes sur arène granitique à dominante sous prairie : BRUNISOL oligosaturé, sableux, sain des faibles pentes sur arène granitique - Type de sol : BRUNISOL oligosaturé - Matériau parental : arène granitique - UTS n° 43 : Sol sableux à sablo-argileux, sain, gravelo-caillouteux à mull acide des forte pente sur arène et roche ALOCRISOL TYPIQUE - Type de sol : ALOCRISOL TYPIQUE - Matériau parental : ARENE GRANITIQUE - UTS n° 194 : Sol peu profond, acide, sablo-graveleux sur arène granitique et granite des fortes pentes : BRUNISOL mésosaturé leptique - Type de sol : BRUNISOL mésosaturé leptique - Matériau parental : arène granitique et granite
90	Replats et versants formations triasiques argileuses et calcaires hettangiens à dominante de prairies	- UTS n° 195 : Sol à texture limono-argileuse, à faible charge en éléments grossiers sur argile lourde : PELOSOL différencié - Type de sol : PELOSOL différencié - Matériau parental : argile lourde - UTS n° 196 : Sol profond à texture équilibrée en surface, à faible charge en éléments grossiers, à hydromorphie variable issu des argiles d'altération : NEOLUVISOL calcique argileux - Type de sol : NEOLUVISOL calcique argileux - Matériau parental : argile d'altération issue du calcaire - UTS n° 197 : Sol de prairie colluvionné, non ou peu caillouteux, sur argile lourde des bas de pentes : COLLUVIOSOL sur argile lourde - Type de sol : COLLUVIOSOL sur argile lourde - Matériau parental : colluvions sur argile lourde
92	Buttes et pentes, sableuses, exposées Nord, sur formations granitiques à dominante forestière	- UTS n° 201 : Sol forestier à dominante sableuse, très acide, humifère des fortes pentes et des versants exposés Nord : ALOCRISOL TYPIQUE humifère - Type de sol : ALOCRISOL TYPIQUE humifère - Matériau parental : granite - UTS n° 200 : Sol sableux, acide, forestier et à forte charge cailloutogreveuse des sommets de dômes : ALOCRISOL TYPIQUE - Type de sol : ALOCRISOL TYPIQUE - Matériau parental : granite et leucogranite
93	Ondulations et collines sur formations granitiques majoritairement en prairies avec quelques cultures.	- UTS n° 202 : Sol de prairie, acide, sableux, à forte charge graveleuse croissante en profondeur sur arène granitique : BRUNISOL mésosaturé - Type de sol : BRUNISOL mésosaturé - Matériau parental : arène granitique - UTS n° 203 : Sol cultivé sableux, profond, à charge graveleuse forte des faibles pentes sur arène granitique : BRUNISOL oligosaturé - Type de sol : BRUNISOL oligosaturé cultivé - Matériau parental : arène granitique

94	Replats et versants sur calcaires du Sinémurien généralement en prairie	- UTS n° 206 : Sol différencié, très argileux en profondeur, à faible charge en éléments grossiers sur calcaire Sinémurien : LUVISOL ferrugineux - Type de sol : LUVISOL ferrugineux - Matériau parental : calcaire en dalles - UTS n° 207 : Sol argileux, à charge pierreuse, de profondeur variable, non calcaire sur calcaire dur disloqué : CALCISOL argileux - Type de sol : CALCISOL argileux - Matériau parental : calcaire en dalles disloqué
95	Versants argileux à pente modérée à forte des collines bocagères sur formations calcaires et marno-calcaires	- UTS n° 210 : Sol profond argileux, sans éléments grossiers, colluvionné des tiers inférieurs de versants, localement hydromorphe : CALCISOL colluvial rédoxique - Type de sol : CALCISOL colluvial rédoxique - Matériau parental : Colluvions sur argile d'altération - UTS n° 208 : Sol argileux, calcaires des hauts de versants issu des marnes : CALCOSOL argileux de versant - Type de sol : CALCOSOL hypocalcaire - Matériau parental : argile d'altération issue des marnes - UTS n° 209 : Sol argilo-calcaire, sans éléments grossiers, des ressauts des pentes liasiques : CALCOSOL argileux - Type de sol : CALCOSOL argileux - Matériau parental : calcaire

