

LP Gestion de l'Eau et Développement de ses Territoires

PROJET TUTEURÉ

2023-2024

Etude sur le potentiel d'accueil de la biodiversité par les retenues collinaires en Allier (03)



GRELAUD Zélie
GUILLERY Louis
MASSEIN Lirio
PERTHUIS Thomas
WAGNER Etienne

Commanditaire : Symbiose Allier, M.DURIEUX
Sous la direction de l'Université d'Orléans : P.BARTOUT



Sommaire

Sommaire	1
Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	4
Introduction	5
I-Contexte de l'étude	7
I-1. Commande.....	7
I-2. État des connaissances.....	8
I-2.1 État des lieux de la connaissance sur la biodiversité aquatique.....	8
I-2.2 État des lieux de la connaissance sur les retenues collinaires.....	10
I-3. Contexte territorial multiscalair.....	11
I-3.1 Echelle départementale.....	12
I-3.2 Echelle communale.....	19
II-Outils et méthodes	34
II-1. Le choix du protocole de mesures.....	34
II-1.1. Protocole.....	37
II-1.2. Moyen de prise de mesure.....	38
II-2. Choix des stations.....	40
II-2.1. Choix des prélèvements au Theil.....	40
II-2.2. Choix des prélèvements à Tronget.....	43
II-2.3. Choix des prélèvements à Villefranche-d'Allier.....	45
II-3. Méthode de prélèvement.....	48
II-3.1. Protocole Étang.....	48
II-3.2. Protocole Rivière.....	48
II-3.3. Conditions de prélèvement.....	49
III-Résultats	51
III-1. Biais sur les résultats.....	51
III-2. Présentation des résultats.....	52
III-2.1. Résultats au Theil.....	52
III-2.2. Résultats Tronget.....	58
III-2.3. Résultats Villefranche-d'Allier.....	60
III-3. Interprétation des résultats.....	64
III-3.1. Interprétation le Theil.....	64
III-3.2. Interprétation Tronget.....	65
III-3.3. Interprétation Villefranche-d'Allier.....	65
Discussion	67
Le Theil.....	68
Tronget.....	69
Villefranche-d'Allier.....	69
Conclusion	71
Retour d'expérience	72
Table des matières	73
Glossaire	75
Bibliographie	80
Sitographie	81
Table des figures	83
Table des annexes	86
Annexes	87

Remerciements

Nous souhaitons remercier toutes les personnes nous ayant aidés à réaliser notre projet tuteuré et à atteindre nos objectifs.

Nous souhaitons tout d'abord remercier notre commanditaire Maxime Durieu, chargé de mission à Symbiose Allier, de nous avoir guidés durant tout le projet en nous orientant sur des pistes de réflexion et en nous accompagnant lors des prospections sur le terrain puis dans la rédaction du rapport d'étude.

Nous remercions également Pascal Bartout, Caroline Le Calvez, ainsi que Laurent Touchart, faisant partie de l'équipe enseignante de la licence professionnelle, qui nous ont suivis et ont été source de précieux conseils pour l'avancée du projet à ses différentes étapes de manière à répondre à la commande fixée.

Nous remercions l'ensemble des propriétaires des différentes retenues de nous avoir permis d'accéder aux différents sites de l'étude.

Enfin, nous remercions le second groupe de projet tuteuré de nous avoir apporté des connaissances, savoirs et avis de manière à nous faire progresser.

Résumé

Les possibilités d'utilisation des retenues collinaires sont nombreuses. Toutefois, elles sont très rarement valorisées dans certaines régions agricoles. Aujourd'hui, les retenues collinaires sont peu connues et leurs usages restent très controversés. Dans le département de l'Allier, territoire d'élevage et de culture très fortement travaillé par l'homme, une bonne gestion et utilisation de l'eau est nécessaire et donc une étude propice à la bonne valorisation et gestion de cette dernière est réalisée.

A la suite de nos recherches et par le biais de nos connaissances, nous répondons à une étude d'une durée de 5 ans en appliquant un protocole de prélèvement. Elle aura pour but d'apporter des connaissances au porteur et demandeur de la commande de Symbiose Allier. Le grand nombre de prélèvements permet d'établir en laboratoire différentes analyses présentées et détaillées au sein de ce rapport.

Les analyses de nos échantillons prélevés sur 13 stations dans l'Allier ont permis de démontrer certains problèmes rencontrés par les agriculteurs qui peuvent influencer sur la biodiversité. En effet, si l'analyse des bactéries a révélé des moyennes assez élevées dans certaines stations, elle a aussi relevé des concentrations importantes sur certains points de prélèvement. Les résultats et analyses seront détaillés à l'intérieur de ce rapport.

Les données obtenues sur la première période d'analyse seront ensuite utilisées par notre commanditaire pour comparer les résultats sur une phase d'environ 5 années. Le but étant de trouver les relations mutuelles entre les usages agricoles, qui ont besoin des retenues collinaires, et la biodiversité aquatique qui les peuplent.

Abstract

There are many possible uses for hillside reservoirs. However, in some agricultural regions, they are seldom known or exploited. Today, little is known about hillside reservoirs, and their uses remain highly controversial. In the Allier department, an area of livestock farming and cultivation that has been extensively worked by man, good management and use of water is essential, and so a study is being carried out to promote its development and management.

As a result of our research and knowledge, we are responding to a 5-year study by applying a sampling protocol. The aim of the study is to provide knowledge to the owner and requester of the Symbiose Allier order. The large number of samples taken means that we can carry out a range of laboratory analyses, which are presented in detail in this report.

Analyses of our samples taken at 13 stations in the Allier region have demonstrated some of the problems encountered by farmers. Indeed, while bacterial analysis revealed fairly high averages at certain stations, it also revealed significant concentrations at certain sampling points. The results and analyses are detailed in this report.

The data obtained over the first analysis period will then be used by our sponsor to compare results over a phase of around 5 years. The aim is to identify the mutual relationships between agricultural uses of hillside reservoirs and the aquatic biodiversity that inhabits them.

Introduction

Dans le cadre du projet tuteuré de la licence professionnelle Métiers de la Protection et Gestion de l'Environnement, parcours Gestion de l'Eau et Développement de ses Territoires (LP GEDT) basée à Châteauroux, une commande a été confiée par une structure associative, Symbiose Allier, valorisant le volet professionnel de la formation.

Symbiose Allier agit dans le domaine de l'agri-environnement sur le département de l'Allier (03). Ce département voit l'apparition de quelques projets de retenues collinaires sur son territoire au cours des dernières années alors que la tendance générale en France est davantage à l'effacement des retenues d'eau plutôt qu'à leur création. Cette création est étroitement liée à l'occupation du sol et aux valorisations économiques des terroirs agricoles. En effet, elles ont pour vocation principale de satisfaire des besoins en irrigation pour la sécurisation des systèmes fourragers des élevages ou des besoins en abreuvement. Les retenues existantes se situent principalement en têtes de bassin, avec une alimentation en eau provenant généralement de fossés et/ou drains ainsi que des précipitations. Les retenues sont encouragées par le SDAGE Loire-Bretagne¹. Celles-ci modifient les milieux naturels et impactent la biodiversité sur les sites des retenues collinaires. L'intérêt de cette étude est de comprendre comment la mise en place de retenues collinaires à vocation agricole conditionne la biodiversité aquatique et inversement, comment cette biodiversité, fortement prônée par la réglementation actuelle, amène à repenser les usages agricoles différemment.

Ici l'étude se concentre sur la variété des organismes vivants à tendance humide qui est impactée par les retenues collinaires. Plusieurs pistes de réflexion se présentent. La biodiversité induite par les retenues collinaires est dépendante du marnage forcé par l'utilisation de celles-ci. La biodiversité est impactée par la modification de la température induite par l'implantation d'une retenue collinaire. Elle peut aussi être conditionnée par la qualité de l'eau due à l'implantation d'une retenue collinaire.

Le projet porte donc sur **l'étude de la capacité d'accueil des retenues collinaires en biodiversité conditionnée par l'eau et plus précisément sur la physico-chimie de l'eau** de deux retenues collinaires. En plus de cela, un état des lieux de la physico-chimie avant la réalisation d'une retenue sera réalisé. Cette étude s'intègre dans une démarche pluri-annuelle, ce rapport fait suite à un inventaire des

¹ Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) 2022-2027 du bassin Loire-Bretagne : "L'adaptation aux conséquences du changement climatique pourra, dans certains secteurs, nécessiter la création de retenues artificielles."

cortèges d'espèces floristiques et faunistiques qui peuplent les sites. Les objectifs de cette étude sont multiples :

- Mener une étude qui prend en compte le contexte à l'échelle du département de l'Allier
- Mesurer l'impact des retenues collinaires et le potentiel d'accueil de la biodiversité

Pour permettre cette étude pilote, un protocole sera réalisé à l'aide de recherches bibliographiques et des études précédentes de terrain qui vont permettre d'accumuler des nouvelles données sur les caractéristiques environnementales des retenues collinaires. Les données recueillies chaque année vont permettre une analyse complète de ces impacts.

Pour ce faire, seront présentés, l'ensemble du contexte environnemental du projet avec la structure commanditaire, la présentation de la commande, le contexte du département et des zones d'études. Ensuite, suivront les outils et méthodes utilisés, l'analyse et l'interprétation des résultats pour finir par de potentielles pistes de recherche et de compléments.

I-Contexte de l'étude

Cette première grande partie abordera la commande formulée par Symbiose Allier dans le cadre du projet tuteuré. L'ampleur de l'étude dépasse largement le cadre de ce projet compte tenu de la nouveauté d'associer principes écologiques, ici par la biodiversité aquatique, et pratiques agricoles, ici par le prisme d'un objet en eau, la retenue collinaire. Pour ce faire, nous effectuerons tout d'abord un état de l'art succinct qui permettra de mieux appréhender les termes centraux de l'étude. Ensuite cette approche appliquée sera complétée par un volet territorial multiscalair et multi-paramètres sur les questions agri-environnementales.

I-1. Commande

Cette première sous-partie portera sur la commande formulée par Symbiose Allier dans le cadre d'un projet tutoré portant sur une étude de plusieurs années au sujet de l'impact sur la biodiversité des paramètres physico-chimiques induits par une retenue collinaire.

La commande de cette étude découle du constat fait par l'association Symbiose Allier, qui a remarqué que les effets de l'implantation de retenues collinaires sur la biodiversité sont peu étudiés en France. On peut retrouver un rapport de L.Roger intitulé "*Retenues collinaires et impacts associés : synthèse des connaissances et exploitations des données existantes*". Mais aussi une transcription d'une réunion d'échanges du Syndicat de Rivières Brévenne : "*Les retenues collinaires quel fonctionnement et quels impacts?*". Cependant le terme "retenues collinaires" reste peu documenté en France et dans d'autres pays car elles n'ont pas la même utilisation ni les mêmes caractéristiques. On ne connaît donc que très peu l'impact des retenues collinaires sur le milieu, ce même milieu qui va par la suite pouvoir conditionner l'émergence d'une nouvelle diversité ou maintenir celle déjà présente sur le territoire. On peut alors se poser la question de l'augmentation ou de la régression de la biodiversité et dans quel zonage celle-ci se développe. D'où la problématique du potentiel d'accueil de la biodiversité sur les retenues collinaires. Face à l'implantation des retenues collinaires et leur effet sur la biodiversité qui sont peu étudiés, l'association Symbiose Allier a déjà effectué plusieurs inventaires de la flore, avec l'inventaire de la strate herbacée, arbustive et arborée. Par la même occasion, un inventaire sur la faune est réalisé (odonates, chiroptères, avifaune...). Ces inventaires et études en amont permettent de déterminer l'évolution de la capacité d'accueil lors de la création de retenue. Pour répondre à cet objectif, trois groupes cibles ont déjà été étudiés : la flore macrophyte, les odonates et les amphibiens. Cela va permettre une caractérisation des cortèges présents sur le lieu d'étude.

Comme expliqué précédemment, l'association Symbiose Allier a identifié l'enjeu des retenues collinaires dans la préservation des habitats humides. L'objectif

est de lier des relevés de biodiversité à des variables locales telles que le marnage et la température mais aussi des variables paysagères comme l'occupation du sol. Pour y répondre, l'association a chargé notre groupe de développer un protocole qui sera appliqué sur 5 ans pour comprendre la relation entre la qualité de l'eau des retenues et la biodiversité.

Dans cette commande, nous avons décidé de nous orienter principalement sur les paramètres physico-chimiques de l'eau. L'enjeu est de rechercher d'éventuelles relations entre la physico-chimie de la retenue et la biodiversité présente. Cette étude prend en compte le contexte à l'échelle du département de l'Allier. Elle a aussi pour but de mesurer l'impact des retenues collinaires et le potentiel d'accueil de la biodiversité à travers plusieurs paramètres comme la qualité de l'eau ou l'étude de groupe cible (flore macrophyte, odonates, amphibiens).

Le manque général de données nous pousse à approfondir les connaissances sur le sujet afin d'établir un lien entre la biodiversité présente et les facteurs limitatifs occasionnés par la retenue collinaire.

I-2. État des connaissances

Cette deuxième sous-partie portera sur un état des lieux des connaissances scientifiques, réparties en plusieurs thèmes afin de pouvoir avoir des éléments de définition. Le but est de pouvoir anticiper et prévoir les éléments à rechercher pour mieux connaître le sujet de la biodiversité associée aux retenues collinaires et des connaissances sur les retenues collinaires.

I-2.1 État des lieux de la connaissance sur la biodiversité aquatique

La biodiversité est une notion qui est apparue en 1988 définie par Edward O. Wilson dans une publication scientifique : « La diversité biologique, ou biodiversité, est la variété et la variabilité de tous les organismes vivants. Ceci inclut la variabilité génétique à l'intérieur des espèces et de leurs populations, la variabilité des espèces et de leurs formes de vie, la diversité des complexes d'espèces associées et de leurs interactions, et celle des processus écologiques qu'ils influencent ou dont ils sont les acteurs [dite diversité écosystémique] ». Cependant la définition de biodiversité diffère selon les scientifiques.

Dans le cas de l'étude sur les retenues d'eau collinaires, c'est la biodiversité sur les habitats lenticques qui nous intéresse. Ces habitats comme les lacs ou les étangs qualifient des milieux d'eaux douces à cinétique lente. Les retenues peuvent être rapprochées morphologiquement des étangs, qui sont eux bien documentées. Par exemple, dans la thèse "*Flux de matière en étangs piscicoles extensifs : Rétention, Sédimentation, Exportation*" de Banas en 2001, il nous informe sur la sédimentation et son exportation. Pour le fonctionnement plus généraliste des étangs nous pouvons nous appuyer sur "*Géographie de l'étang: des théories*

globales aux pratiques locales” de Laurent Touchart de 2007. Enfin du côté de la biodiversité dans les étangs nous pouvons lire “*Les étangs piscicoles, des réservoirs de biodiversité végétale*” de Tintignac en 2020. Les étangs accueillent et abritent en effet, une diversité d'espèces. B.Oertli 2009 a étudié des habitats lenticques et il ressort : “Cinq groupes taxonomiques ont été choisis comme représentants complémentaires des habitants des étangs : les plantes aquatiques, les gastéropodes aquatiques, les coléoptères aquatiques, les odonates adultes et les amphibiens.”

L'objectif est donc de savoir si les retenues collinaires ont un impact sur la faune et la flore déjà présentes dans ce type de milieux.

Selon nos hypothèses générales, la biodiversité est dépendante ou conditionnée par des éléments externes, notamment le marnage (Brunaud, 2005) : “L'impact des seules fluctuations de niveau d'eau doit aussi être envisagé en termes de conséquences, positives ou négatives, sur les espèces”.

La qualité de l'eau peut aussi jouer sur la biodiversité : “Une bonne qualité physico-chimique de l'eau reste de très loin la condition primordiale du maintien et de la restauration (grâce à l'épuration des eaux) de la biodiversité aquatique. Mais dans certains cas, la qualité de l'habitat physique (= hydromorphologique au sens de la Directive Cadre sur l'Eau de l'Union européenne) influence aussi la biodiversité aquatique par un effet déterminant sur des éléments clés des besoins écologiques des espèces.” (Philippart, 2008). De plus, les retenues collinaires ont des similarités avec les têtes de bassin versant car les retenues sont en amont du réseau hydrographique. De plus, C. Crenier (2018) ajoute : « Ainsi les têtes de bassin jouent un rôle clé dans la connectivité biogéochimique entre les écosystèmes terrestres et aquatiques, contrôlent l'approvisionnement de l'eau et des macronutriments du réseau hydrographique aval et donc déterminent en grande partie la qualité de l'eau des rivières et des fleuves ». De ce fait, si le positionnement philosophique est centré sur le cours d'eau, alors les retenues ont un impact sur la qualité de l'eau en aval. Mais, si ce positionnement est philosophiquement centré sur la retenue (Touchart et Bartout, 2017), alors la qualité de l'eau de la retenue est impactée par le cours d'eau amont.

Cependant, C. Crenier (2018) parle aussi de facteurs limitatifs physico-chimiques sur la biodiversité notamment l'eutrophisation. Ce phénomène est défini comme une limitation des apports en azote et phosphore diffus ou ponctuels.

Par ailleurs, il est important de connaître et de prendre connaissance de l'état des lieux sur les retenues collinaires.

I-2.2 État des lieux de la connaissance sur les retenues collinaires

Cette partie a pour objectif de balayer les connaissances actuelles sur les retenues collinaires et leurs caractéristiques physico-chimiques qui pourraient impacter la biodiversité commune et naturellement présente avant leur création. De plus, elle abordera aussi les possibles nouvelles espèces qui pourraient apparaître dues à la présence d'une retenue collinaire.

Tout comme l'étang, la retenue collinaire n'a pas de définition inscrite dans la loi. Elle n'a donc pas de définition officielle. Voici donc plusieurs définitions proposées par différents organismes :

Afin de mieux comprendre et appréhender l'étude il est important de définir ce qu'est une retenue collinaire dans le bassin hydrographique de la Loire. Il existe différentes définitions selon les bassins hydrographiques. C'est pour cette raison qu'il a été décidé de retenir deux définitions celle de l'agence de l'eau Loire Bretagne et celle d'EauFrance qui cite l'Onema :

Selon l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, sont définies comme retenues collinaires, les réserves alimentées "par les seules eaux de ruissellement (...) et ne doivent pas être traversées par un cours d'eau permanent (ou non permanent s'il y a des frayères intéressantes)" (SCE & GREBE, 2000 dans Roger.L, 2013)

Enfin, selon une définition sur le site internet EauFrance citant l'Onema, une retenue (sans précision sur son état collinaire) est un « plan d'eau artificiel destiné à l'hydroélectricité, au soutien des étiages ou à l'irrigation ainsi qu'à l'alimentation en eau potable. Généralement ces plans d'eau sont caractérisés par une profondeur irrégulière, un niveau variable selon les crues et les étiages et une masse d'eau homogène » (Dans Roger.L).

Aucune de ces définitions ne correspondant parfaitement à notre cas, nous avons, donc, décidé de créer notre propre définition. La retenue collinaire sera définie comme une retenue constituée d'une contre-pente et d'un système de vidange. Cette retenue doit être déconnectée du réseau hydrographique et son alimentation doit être dûe au ruissellement ou à un cours d'eau intermittent ne possédant pas de frayère d'intérêt. Le fort marnage de la retenue n'est pas lié, comme les étangs piscicoles ou de loisirs, aux seuls événements météorologiques, mais aux prélèvements anthropiques.

La vocation actuelle des retenues collinaires est pour l'agriculture principalement afin de permettre un accès direct à la ressource en eau pour l'irrigation des cultures et l'abreuvement du bétail. (Rapport du Graie, 2006)

Les structures publiques encouragent la création des retenues en accordant des subventions pour la réalisation de retenues collinaires. Ces infrastructures sont un enjeu dans la gestion des zones humides et donnent un cadre juridique pour la création de retenue collinaire. L'encadrement juridique est rédigé par le code de l'environnement répartis en plusieurs thèmes : les mesures de surveillance comme un suivi écologique qui pourra être demandé (inventaire faunistique et floristique) après une ou plusieurs années de fonctionnement (*Guide juridique du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, 2012*). Ce guide indique aussi les mesures de prélèvements : "Pour les prélèvements dans les retenues collinaires alimentées uniquement par ruissellement, le pétitionnaire devra mettre en place soit un dispositif de mesure ou d'évaluation du prélèvement, soit un dispositif de lecture du niveau du plan d'eau, assorti de la fourniture de la courbe de correspondance entre le volume de la retenue et la hauteur du plan d'eau." (*Guide juridique du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement*) et enfin la remise en état du site comme la réhabilitation des retenues de telle sorte qu'aucune atteinte ne puisse être portée à l'objectif de gestion équilibrée de la ressource en eau (*Guide juridique du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, 2012*).

Le manque de connaissances est général, tant sur les retenues collinaires, que sur la biodiversité liée. Nous avons identifié des facteurs limitatifs possibles envers la biodiversité des retenues collinaires tels que le marnage, la physico-chimie et la température. Pour autant, ces retenues s'inscrivent dans un cadre réglementaire avec des aides favorisant leur création (venant de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, mais aussi du département de l'Allier). Pour appréhender les zones d'étude il sera présenté le contexte territorial du département et des différentes communes dans la sous-partie suivante

I-3. Contexte territorial multiscale

Dans cette troisième sous-partie, il sera présenté un contexte général du département en présentant sa localisation. Suivra l'occupation du sol qui permettra de mieux appréhender son paysage. Mais aussi sa géologie qui influe sur les propriétés physico-chimiques. Ensuite, pour mieux comprendre cette occupation du sol, il sera fait mention de sa pédologie. Dans la continuité, il sera mentionné l'hydrologie qui va transporter les éléments physico-chimiques et la matière. Pour conclure cette troisième sous-partie, il sera décliné, à l'échelle communale, un contexte reprenant ces axes d'étude et un bref contexte de la biodiversité à l'échelle des retenues.

I-3.1 Echelle départementale

Le département de l'Allier peut subventionner la réalisation de ces retenues jusqu'à hauteur de 80 %, avec un plafond de 4 000 € (informations provenant du département de l'Allier). Pour bénéficier de cette subvention, la retenue doit être inscrite dans un projet de substitution pour l'irrigation, respecter les encadrements du PTGE et être approuvée par le préfet coordonnateur de bassin ou par le référent, conformément aux instructions gouvernementales du 7 mai 2019. Les collectivités territoriales dans le département de l'Allier ont les compétences pour venir en aide aux exploitants. C'est dans ce territoire de la région Auvergne-Rhône-Alpes qu'on trouve les trois communes où se situent les retenues collinaires étudiées : Le Theil, Tronget et Villefranche d'Allier.

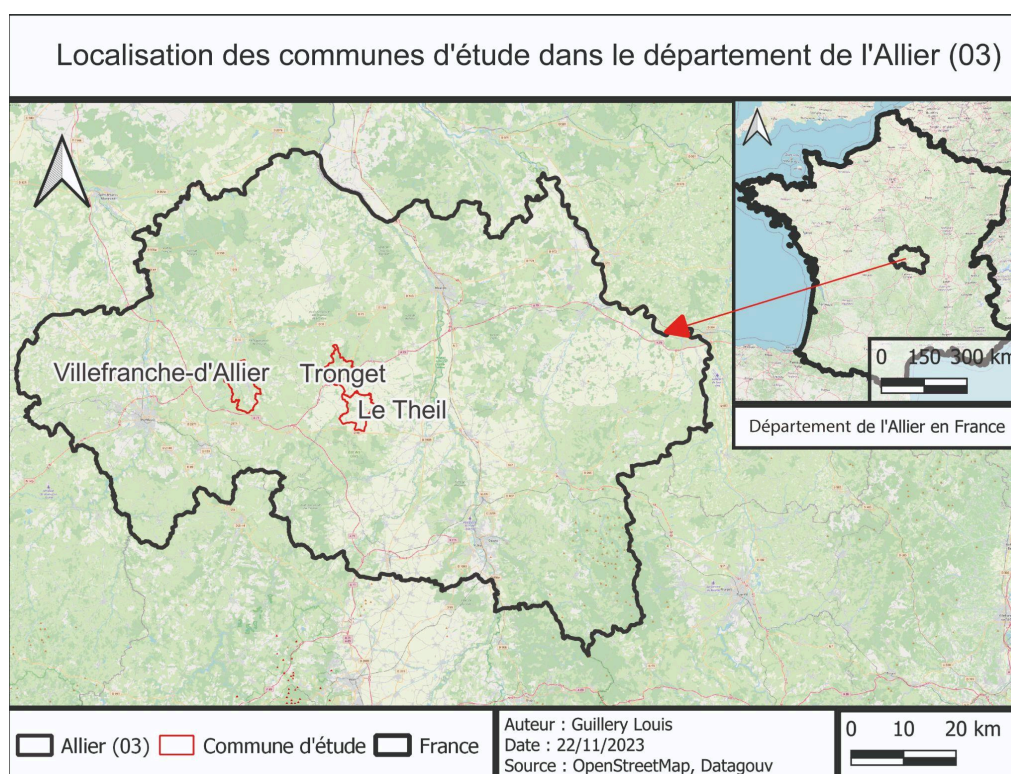


Figure 1 : Carte Localisation des communes d'étude dans le département de l'Allier

Afin de comprendre les activités et les sources potentielles de modification de la physico-chimie liée aux activités humaines, nous avons choisi de nous intéresser à l'occupation des sphères économiques. Dans un premier temps, l'agriculture occupe une place importante (63,60% de la surface agricole utilisée selon la CCI Allier). Elle présente une grande diversité de pratiques agricoles, comprenant notamment l'élevage de bovins et d'ovins (représentant 45,1% de la production selon la CCI Allier) parfois associée à de la polyculture (céréales et oléagineux représentent 51,7% de la production selon la CCI Allier).

De plus, le paysage de ce département a été façonné par cette intervention humaine, créant ainsi le paysage Bourbonnais qui inclut du bocage, des prairies, des plaines, des forêts, des zones céréalières et de nombreux étangs. Ce maillage se nomme : mosaïque d'habitats. Cette mosaïque se retrouve dans les différentes régions naturelles du département, à savoir : le Bocage bourbonnais, la Sologne bourbonnaise, la Combraille bourbonnaise, la Montagne bourbonnaise. Afin de comprendre ce qui a permis le développement de ce paysage et de cette économie, il est important de noter que ces éléments sont étroitement liés à la pédologie. En effet, certains sols permettent une bonne fertilisation pour les plaines céréalières tandis que d'autres moins fertiles permettent un développement de l'élevage et par conséquent du bocage. Enfin, l'étude de la pédologie nous renseigne sur la structure du sol, ce qui nous permet de mieux comprendre son influence sur la qualité de l'eau.

La lithologie de l'Allier est diversifiée comme illustrée par la carte ci-dessous. Elle est très variée en raison de ses trois régions géologiques : le Massif central, le Bassin parisien et la formation superficielle. On retrouve 33 lithologies différentes sur l'ensemble du département qui vont influencer sur la pédologie et sur la physico-chimie de l'eau. La lithologie sera développée dans les parties relatives au contexte des communes où se trouvent les retenues collinaires. (D'après les données de la carte géologique du BRGM)

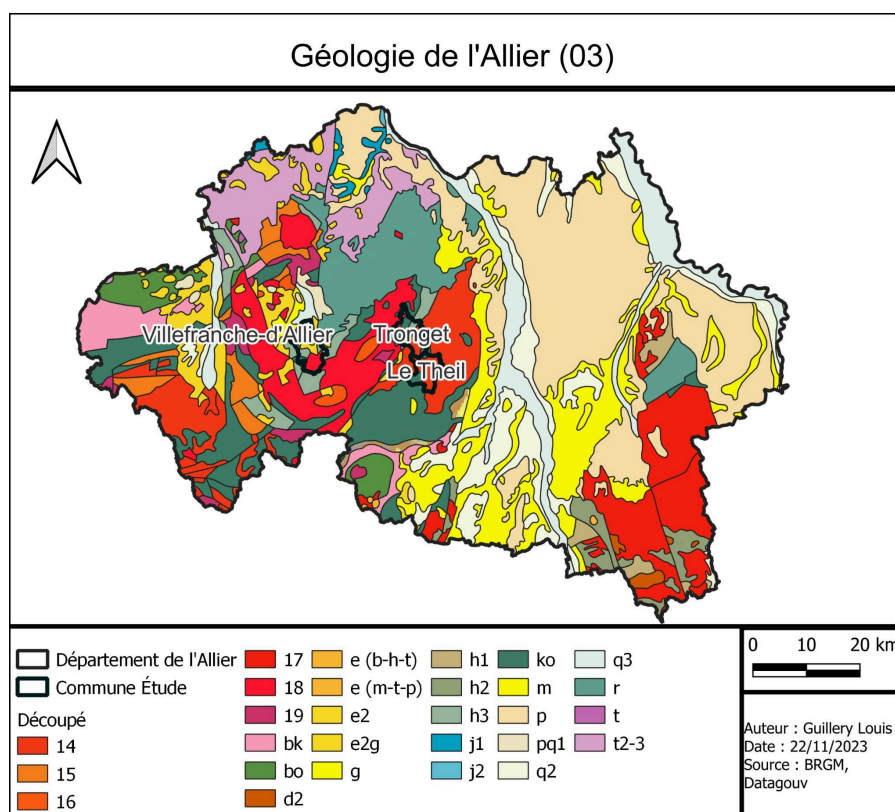


Figure 2 : Carte Sols dominants de l'Allier

La pédologie de l'Allier, elle, se décompose en 5 grands types de pédologie comme montrée sur la carte ci-dessous:

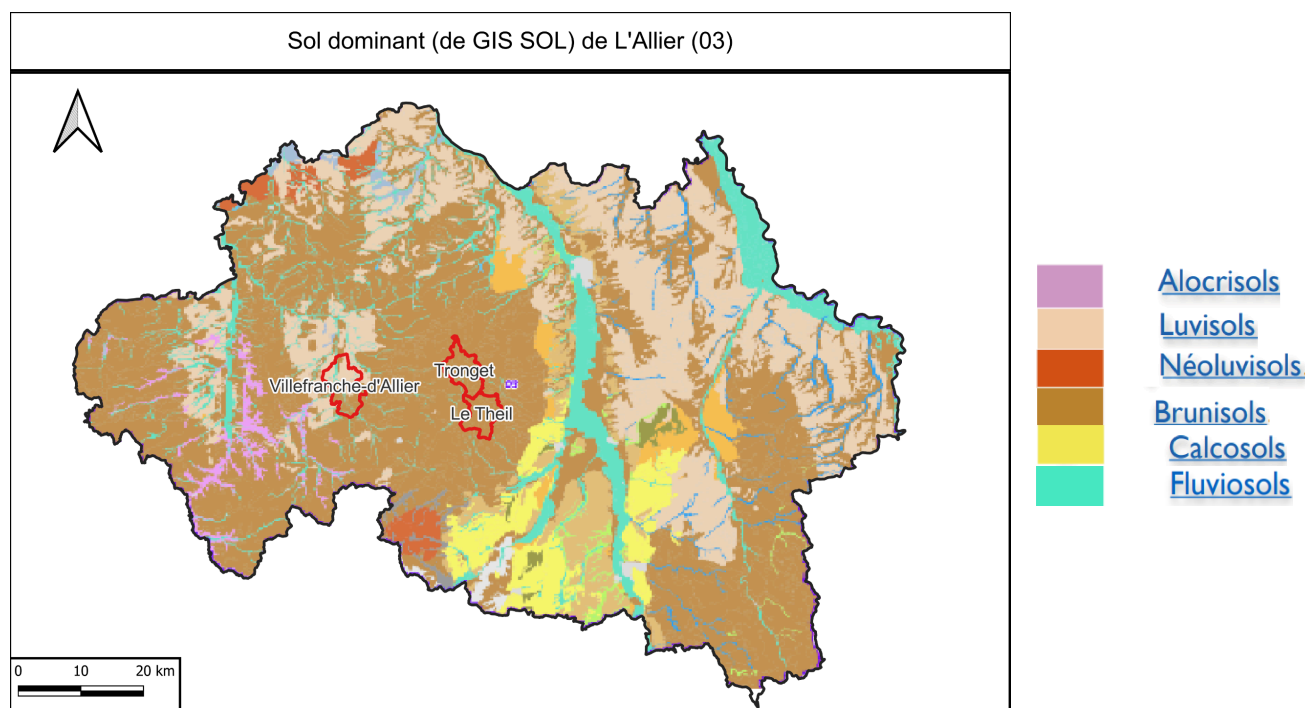


Figure 3 : Carte Géologie de l'Allier

- Luvisols : c'est un sol caractérisé par l'importance des processus de lessivage vertical des particules d'argile et de fer, accumulées en profondeur sur plus de 50 cm.
- Brunisols : sol de plus de 35 cm avec une structure nette et marquée par une forte porosité, sol non calcaire qui est issu de l'altération de matériaux parentaux pouvant être de nature variée (D'après les données de "présentation Pédologie" de Gis SOL et Sols & Territoires 2019)
- Fluviosols : issus d'alluvions déposées par un cours d'eau composé de sable, limon, argiles et des éléments plus ou moins grossiers, galets, cailloux, blocs et souvent marqués par la présence de nappes alluviales généralement inondables. (D'après les données de "présentation Pédologie" de Gis SOL et Sols & Territoires 2019)

La pédologie est étroitement liée à la lithologie, car elle résulte de la dégradation de celle-ci, cela peut également expliquer la physico-chimie du département.

Afin de comprendre dans quelle mesure l'occupation du sol, la pédologie et la lithologie influent sur la physico-chimie, il est pertinent de savoir que les éléments physico-chimiques sont en grande partie transportés par l'eau. Pour cela, il est nécessaire de connaître les bassins versants topographiques et l'hydrologie.

Le département de l'Allier présente trois cours d'eau principaux. Le Cher qui traverse le département sur près de 80 km et qui présente la caractéristique d'avoir une forte variation du niveau de l'eau avec des montées d'eau importantes en période de pluie mais aussi des niveaux très faibles dans les saisons plus sèches. Il est aussi fortement aménagé avec deux ouvrages, la retenue hydroélectrique de Rochebut et le barrage de Prat. Il se jette ensuite dans la Loire. Il est sur un régime pluvio-évaporal.

Il y a ensuite la Loire sur un axe nord-sud et sur près de 80 km, elle traverse des terres essentiellement destinées à l'élevage. Elle constitue un axe de migration important pour la faune aquatique et pour les oiseaux de la région. Sur son linéaire, elle est à deux reprises longée par des canaux, le canal de Roanne et le canal latéral à la Loire. Elle est sur un régime pluvio-évaporal.

Enfin, nous avons l'Allier traversant le département lui aussi du nord au sud sur un linéaire de 100 km. Passant par les communes de Vichy et de Moulin, l'Allier traverse en grande partie des terres de grandes cultures. Il deviendra par la suite un affluent de la Loire et est reconnu pour sa grande diversité d'espèces floristiques et sa grande diversité d'espèces d'oiseaux. Il est sur un régime pluvio-évaporal.

A ces trois cours d'eau est rattaché un réseau hydrographique de près de 4000 km de longueur réparti assez uniformément sur l'ensemble du département. En 2017 ces 4000 km n'étaient, dans la majorité, pas en bon état au vu des paramètres qu'utilise la DCE-2000 : les éléments de qualité biologique, les éléments de qualité physico-chimique et les éléments de qualité hydromorphologique. Voici une carte qui présente l'état écologique des cours d'eau de l'Allier.

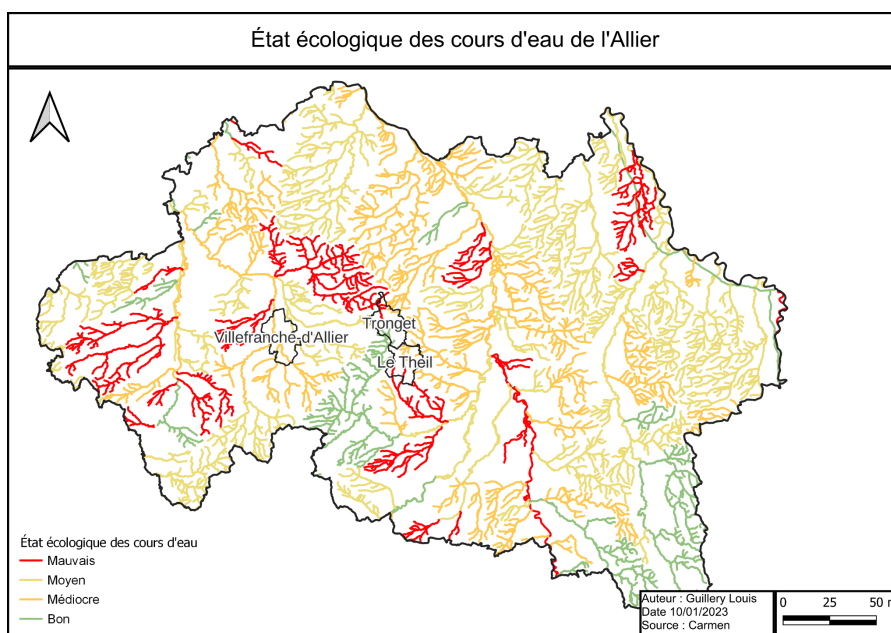


Figure 4 : Carte État écologique des cours d'eau de l'Allier

L'hydrologie est étroitement liée à la climatologie. Les précipitations, l'évaporation et la température jouent un rôle important dans le cycle de l'eau. Cela affecte la quantité et la qualité de l'eau dans les rivières, les lacs et notamment comme dans le thème principal, les retenues collinaires. L'hydrologie est aussi dépendante des roches et de leur perméabilité. Par exemple, sur le département de l'Allier de la roche granitique est présente, elle retient l'eau ce qui est propice pour l'installation de retenues collinaires.

Il semble important de connaître la météorologie et toutes ses composantes (température, pluviométrie, ensoleillement) du département de l'Allier pour mieux appréhender le territoire et comprendre les choix appliqués dans ce département. L'analyse est basée sur les données de 2022 d'après L'internaute basé sur les données Météo France.

Soleil dans l'Allier en 2022

(Source : L'internaute.com d'après Météo France)

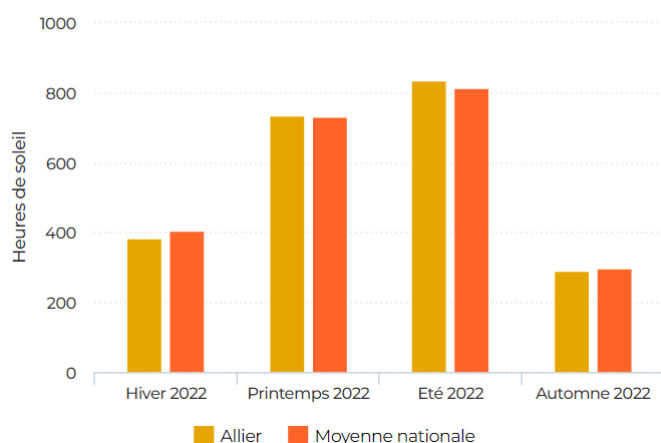


Figure 5 : Soleil dans l'Allier en 2022

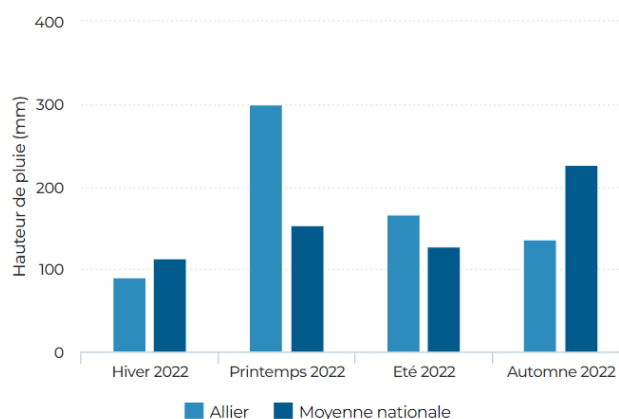
Pour le paramètre pluviométrique, le département de l'Allier est supérieur à la moyenne nationale pour 692 millimètres de pluie contre 620 millimètres de précipitations en 2022. Effectivement, dans l'Allier en 2022, nous pouvons constater de fortes précipitations au printemps avec une hauteur moyenne de 299 mm, ce qui est nettement supérieur à la moyenne nationale de 154 mm. Cependant, en comparant les résultats pluviométriques de l'Allier en 2022 et celle des cinq

Le département de l'Allier à enregistré 2246 heures d'ensoleillement en 2022, ce qui est sensiblement le même résultat que la moyenne nationale des départements qui enregistre 2248 heures de soleil. Par conséquent, le département est dans la norme de l'année 2022.

Figure 6 : Pluie dans l'Allier en 2022

Pluie dans l'Allier en 2022

(Source : L'internaute.com d'après Météo France)



années précédentes nous pouvons constater une baisse de la hauteur moyenne de pluie au fil des années, même si celle-ci reste minime. Cela peut expliquer le besoin des agriculteurs de construire des retenues collinaires. Pour un agriculteur, l'utilisation de l'eau est importante surtout en période de sécheresse. C'est-à-dire le mois où l'eau se fait plus rare. Par exemple en période d'été avec les mois de juin, juillet, août et septembre. Pendant ces périodes un phénomène est mis en avant. Ce phénomène est l'évaporation, il renforce encore plus le manque d'eau déjà fortement présent.

Enfin, en ce qui concerne la température dans le département, le relevé maximal de l'année 2022 est de 29,4°C, qui est identique à la moyenne au niveau national. Toutefois, la température minimale enregistrée dans le département est de -1,4°C tandis que la moyenne française est de -0,7°C. Nous pouvons donc en conclure que l'Allier a connu des températures plus froides que la moyenne nationale. La météorologie sera considéré comme identique pour toutes les communes, car leur météo est fournie par la même station météo (Saint-Bonnet-de-Four par Infoclimat)

Les données météorologiques choisies sont celles de 2022. En ce qui concerne le paramètre d'ensoleillement des communes, il est à 2 247 heures d'ensoleillement au cours de l'année 2022, ce qui équivaut à 94 jours. Cette valeur est quasiment identique à la moyenne nationale qui est de 2 250 heures d'ensoleillement. On peut ainsi constater que, pour cette année, les communes se situent dans la moyenne nationale en termes d'ensoleillement (D'après les données de L'internaute d'après Météo France).

Figure 7 : Soleil au Theil en 2022

Soleil au Theil en 2022

(Source : Linternaute.com d'après Météo France)

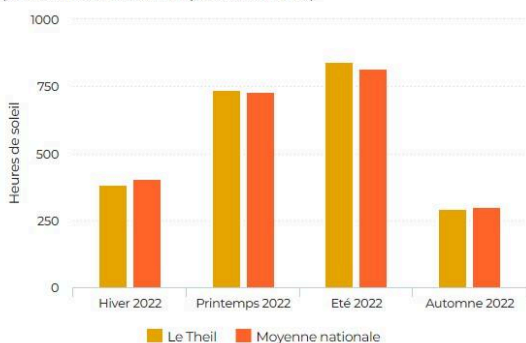
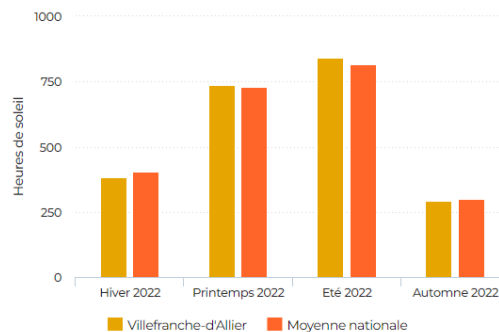


Figure 8 : Soleil à Villefranche-d'Allier en 2022

Soleil à Villefranche-d'Allier en 2022

(Source : Linternaute.com d'après Météo France)



Soleil à Tronget en 2022

(Source : Linternaute.com d'après Météo France)

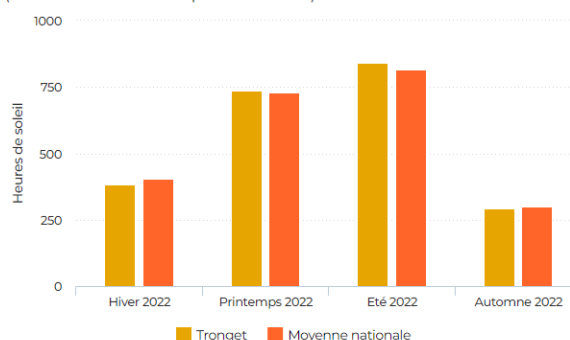


Figure 9 : Soleil à Tronget en 2022

En ce qui concerne le paramètre de la pluviométrie, les communes ont enregistré 688 mm de précipitations au cours de l'année 2022, comparé à la moyenne nationale de 620 mm. On peut donc constater qu'il a légèrement plus plu sur les communes (D'après les données de L'internaute d'après Météo France).

Pluie au Theil en 2022

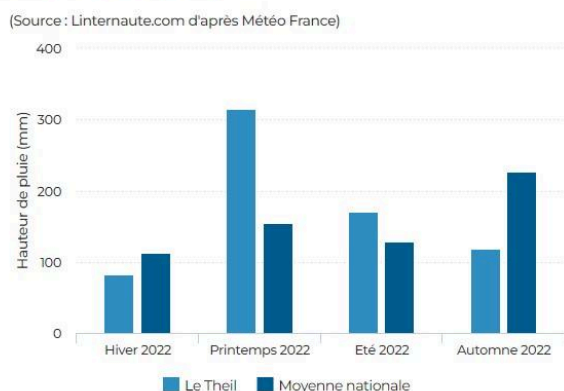


Figure 10 : Pluie au Theil en 2022

Pluie à Villefranche-d'Allier en 2022

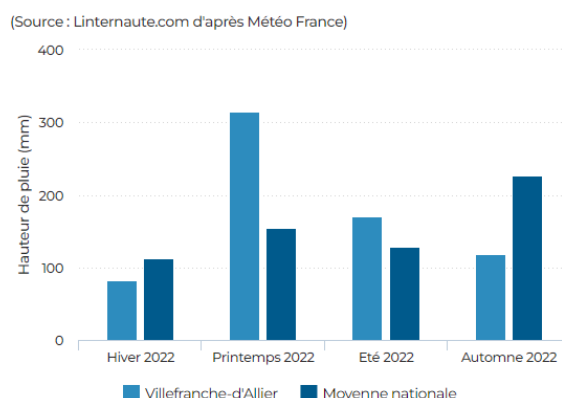


Figure 11 : Pluie à Villefranche-d'Allier en 2022

Pluie à Tronget en 2022

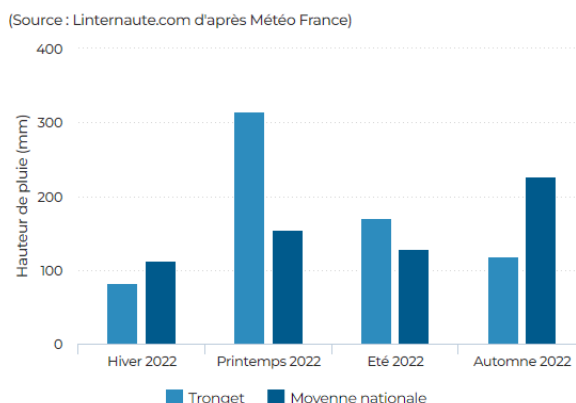


Figure 12 : Pluie à Tronget en 2022

Le graphique montre qu'en automne et en hiver 2022, il y a moins de précipitations sur les communes, mais ce déficit est largement compensé au printemps et en été. Cela suggère que ces communes sont moins impactées par la sécheresse météorologique et hydrologique pendant la période estivale (D'après les données de L'internaute d'après Météo France).

En ce qui concerne les températures, la température maximale enregistrée dans les communes au cours de l'année 2022 est de 37,9°C, ce qui est inférieur à la température maximale enregistrée en France, qui est de 42,9°C pour cette même année. La température minimale enregistrée à Le Theil est de -7,8°C, tandis qu'elle

est de $-12,9^{\circ}\text{C}$ en France. Ainsi, pour l'année 2022, on peut conclure que les communes ont connu des températures plus douces que les extrêmes enregistrés en France (D'après les données de L'internaute d'après Météo France).

I-3.2 Échelle communale

Dans la partie suivante, il sera détaillé les mêmes points que pour le contexte du département mais à l'échelle des communes de l'étude.

I-3.2.1 Le Theil

Cette partie portera sur le contexte environnemental en se basant sur l'emprise des communes et des bassins versants de chacune des retenues, y compris la future retenue. Elle abordera les aspects hydrologiques, environnementaux, pédologiques et géologiques. Dans un premier temps, nous allons nous concentrer sur la commune du Theil. Cette commune se trouve au sein de la communauté de communes de Saint-Pourçain Sioule Limagne. Les deux plus grandes villes aux alentours du Theil sont Montluçon et Moulins.

D'une part, il est important de comprendre ce qui peut impacter la physico-chimie de la retenue en examinant l'intérieur du bassin topographique de celle-ci. Nous avons réalisé le bassin topographique de la future retenue, à l'aide des MNT 30 m de la Nasa de manière automatisée par l'outil Up Slop area.

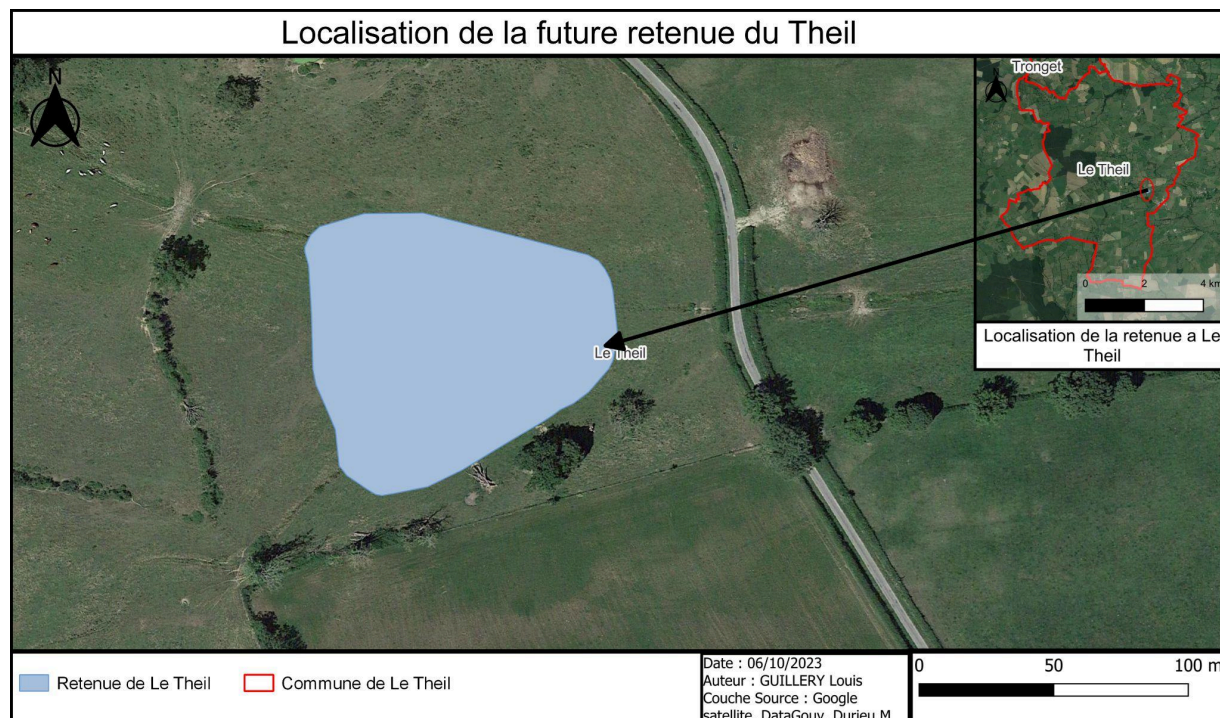


Figure 13 : Carte localisation de la future retenue du Theil

Puis nous l'avons corrigé par rapport aux données topographiques des cartes IGN. Ce qui nous a permis d'estimer que le bassin topographique représente environ 507 982 m² soit 50,8 ha.

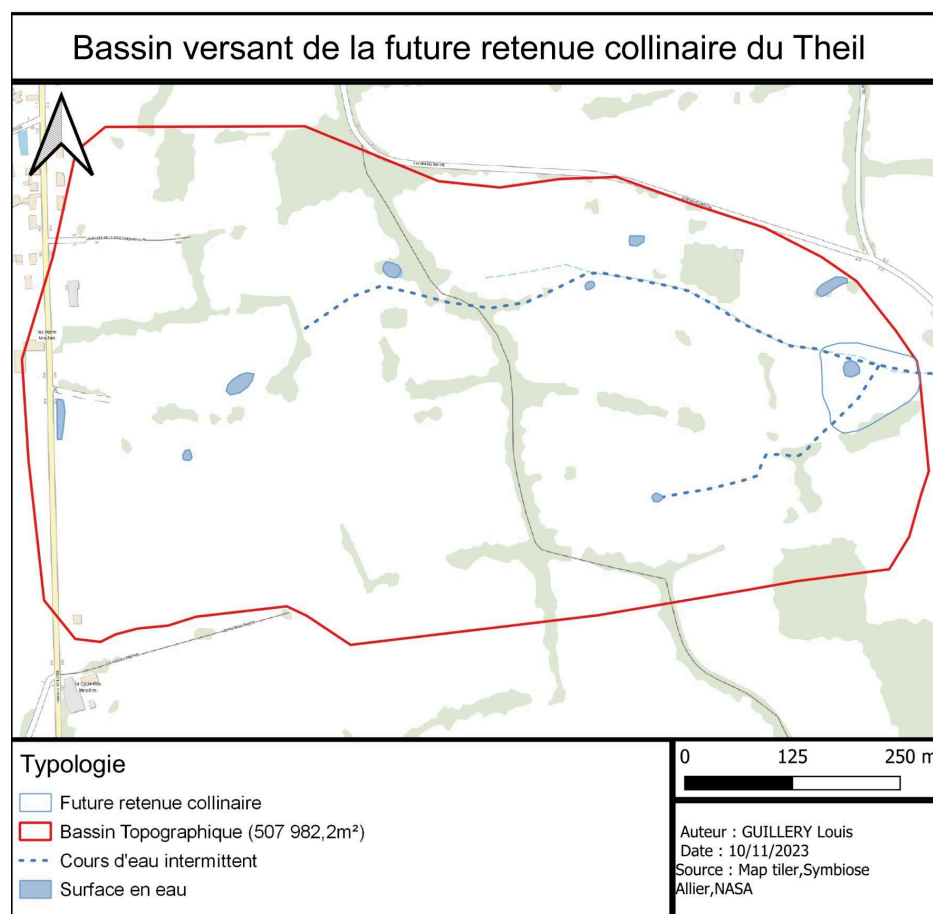


Figure 14 : Carte Bassin versant de la future retenue collinaire du Theil

Afin d'estimer la quantité d'eau parvenant à la future retenue, il convient de noter que cette estimation sera sous-estimée si l'on se base uniquement sur le bassin topographique, car la station d'épuration rejette de l'eau urbaine qui ne provient pas nécessairement du bassin et dont le volume n'est pas mesurable. De plus, pour obtenir une estimation plus précise, nous avons pris en compte le bassin topographique. Bien que nous n'ayons pas besoin d'une précision absolue, cette méthode nous permet d'estimer la quantité d'eau recueillie par la future retenue. Cette information est cruciale pour évaluer le temps nécessaire au remplissage de la retenue ainsi que l'impact d'une pluie sur son niveau et la dilution des concentrations. En considérant qu'une pluie moyenne correspond à 10 mm par mètre carré, la future retenue récupérerait environ 5,8 m³. Cette donnée nous permettra de comprendre dans quelle mesure une averse pourrait influencer le niveau de la retenue.

D'autre part, le choix a été fait d'analyser l'occupation du territoire et les activités économiques susceptibles d'influer sur la qualité de l'eau et, par conséquent, sur la biodiversité et les statuts de protection sur la commune. Elle ne

bénéficie d'aucun statut de protection pour ses limites territoriales. En ce qui concerne le sous-bassin topographique de la retenue, on y trouve une ZNIEFF de type II et une ZNIEFF de type I (D'après Géoportail). En ce qui concerne la répartition de l'occupation du sol, le paysage est principalement caractérisé par des zones bocagères. La commune est occupée à 93 % par l'agriculture, répartie en quatre classes :

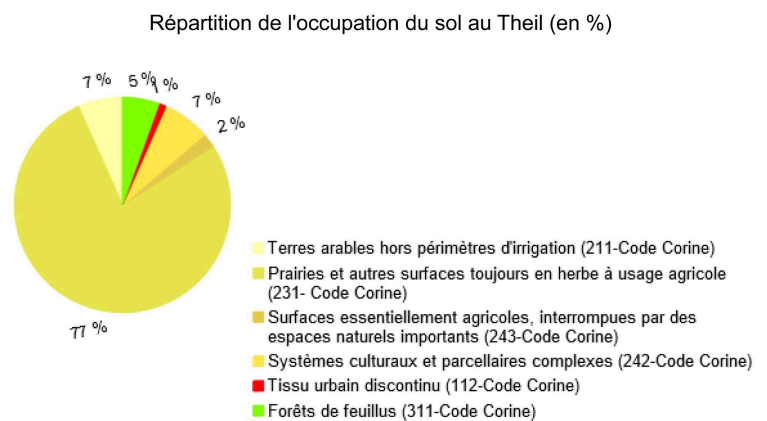
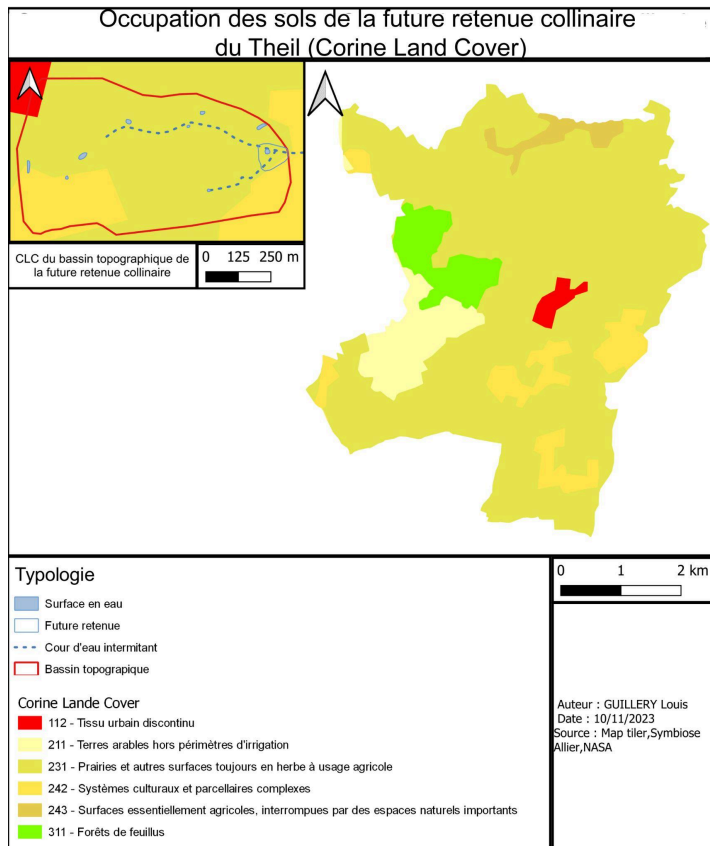


Figure 15 : Carte Occupation des sols de la future retenue collinaire du Theil
Figure 16 : Répartition de l'occupation du sol au Theil (en %)

On peut constater que la commune du Theil a un caractère rural et est fortement tournée vers l'agriculture, comme le montre le graphique (D'après les données de Corine Lande Cover 2012). Ces informations nous permettent de mieux apprécier les résultats physico-chimiques de la retenue qui peut être impactée par les activités humaines comme l'agriculture ou les eaux usées. L'occupation du sol et de manière conditionnée par la pédologie et la géologie. La physico-chimie peut, elle aussi, être impactée par ces paramètres.

En ce qui concerne la géologie, il a été décidé de se concentrer sur celle présente dans la zone de la retenue. Dans la commune, on trouve deux grandes lithologies, à savoir les migmatites paradérivées et des monzogranites et granodiorites. Cependant, au niveau de la retenue, on rencontre principalement des monzogranites et des granodiorites datant du Paléozoïque, d'il y a environ de -542 à

-251 millions d'années. Ces formations géologiques sont situées dans la région géologique du Massif central (D'après les données de BRGM carte géologique).

Les monzogranites sont riches en feldspaths alcalins, ce qui constitue une source de potassium bénéfique pour la croissance des végétaux. Les granodiorites, quant à elles, renferment une grande quantité de plagioclases, libérant du calcium, ce qui peut contribuer à alcaliniser le sol.

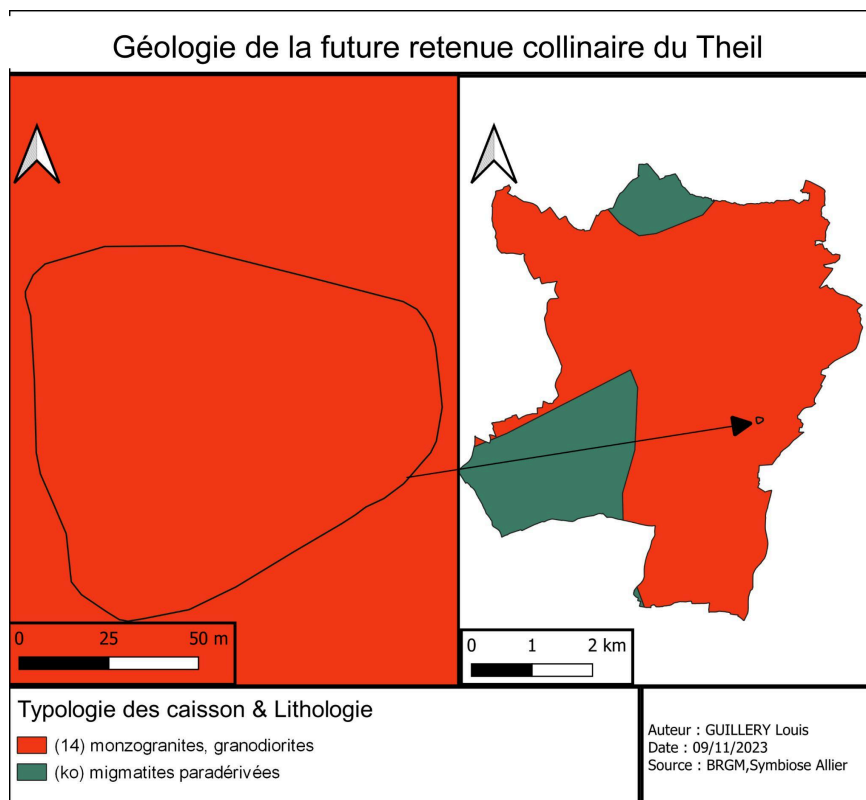


Figure 17 : Carte pédologique de la future retenue collinaire du Theil

La majorité de la pédologie de la commune est constituée de Brunisols dystriques, à hauteur de 99%. Ces sols sont formés à partir du granite. Ils présentent des horizons peu marqués et sont caractérisés par la présence d'agrégats, ce qui entraîne une forte porosité et une grande capacité de stockage de l'eau dans le sol. De plus, il s'agit de sols non calcaires. (D'après les données de GISSOL). La pédologie est conditionnée en partie par la géologie et plus particulièrement la lithologie qui est proche de la surface.

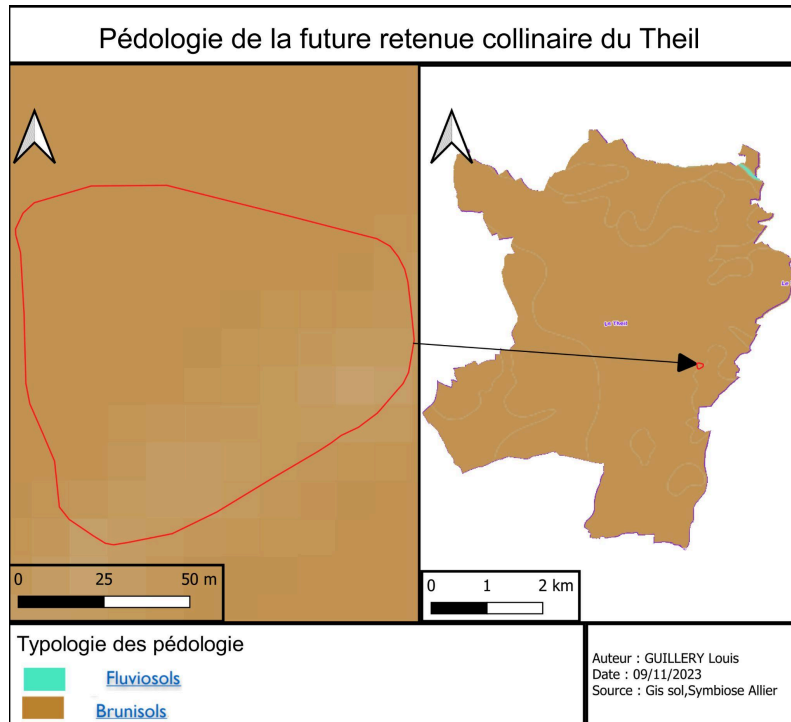


Figure 18 : Carte géologique de la future retenue du Theil

Cette future retenue présente quelques particularités : elle n'a pas encore été construite. Actuellement, à son emplacement, se trouve uniquement un réseau de fossés et de mares. L'alimentation en eau de la retenue se fera à partir de la station d'épuration et du bassin versant qui l'approvisionne. Les préoccupations découlant de ces particularités résident dans le fait qu'en amont de la future retenue, le propriétaire a signalé la mort de plusieurs de ses vaches qui s'y abreuvent, ainsi que l'instabilité du sol à proximité. Cette mare est située à environ 2 mètres du fossé alimenté par les eaux de la station d'épuration communale, qui sera également la source d'alimentation de la retenue. Il est crucial de déterminer la cause de la mortalité des vaches, car lorsque cette mare déborde, elle alimente la future retenue destinée à l'abreuvement du bétail. Cela suscite des inquiétudes majeures concernant la santé du bétail et la qualité de l'eau de la future retenue. Face à ces problématiques, nous avons élaboré des objectifs : déterminer les possibles causes de la mort des bovins qui s'abreuvent dans la mare en amont de la future retenue. Évaluer l'impact de la physico-chimie de la station d'épuration sur la qualité de l'eau de la retenue. Déterminer les caractéristiques physico-chimiques de l'eau avant la création de la retenue (état initial). Examiner les liens entre la physico-chimie de l'eau et la biocénose.

En ce qui concerne la caractérisation de l'habitat pour le site du Theil, il se constitue globalement d'une prairie permanente de pâturage entourée de différents faciès de haies, typique du paysage du bocage bourbonnais. Au sein de cet habitat prairial, on retrouve des fourrés et des points humides représentés par des mares ou

des fossés entourée de différents faciès de haies, typiques du paysage du bocage bourbonnais. Sur l'habitat prairial, on retrouve des fourrés et des points humides représentés par des mares ou des fossés. Le faciès de haies est directement lié aux modes de gestion appliqués. Le faciès majoritaire est celui de la haie basse broyée en carré avec ou non la présence d'arbres de haut jets. Concernant les mares, la plupart présentent une végétation aquatique caractérisée par un voile de lemnées plus ou moins important avec des hydrophytes présents sur une partie des berges avec une strate arbustive développée. Le cortège d'espèces diffère peu entre les mares.

I-3.2.2 Tronget

Cette seconde partie de contexte porte sur la commune de Tronget. Cette commune se trouve au sein de la communauté de communes du bocage bourbonnais. Les deux plus grandes villes aux alentours de Tronget sont Montluçon et Moulins.

Comme pour Le Theil, il nous a paru important de comprendre ce qui peut impacter la physico-chimie de la retenue en examinant l'intérieur du bassin topographique de celle-ci. Nous avons réalisé le bassin topographique de la future retenue, à l'aide des MNT 30 m de la Nasa de manière automatisée par l'outil Up Slop area. Puis nous l'avons corrigé par rapport aux données topographiques des cartes IGN. Ce qui nous a permis d'estimer que le bassin topographique représente environ 504 616,8 m² soit 50,5 ha.

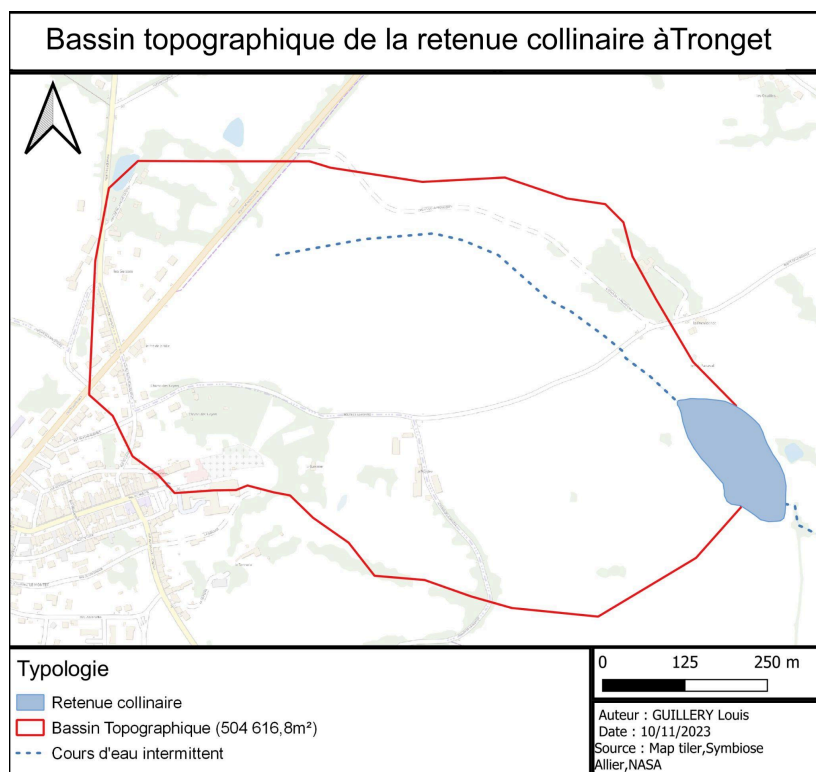


Figure 19 : Carte occupation des sols de la retenue collinaire à Tronget

Afin d'estimer la quantité d'eau parvenant à la retenue, il convient de noter que cette estimation sera sous-estimée, car la station d'épuration rejette de l'eau potable dont le volume n'est pas mesurable. De plus, pour obtenir une estimation plus précise, nous avons pris en compte le bassin topographique. Bien que nous n'ayons pas besoin d'une précision absolue, cette méthode nous permet d'estimer la quantité d'eau recueillie par la future retenue. Cette information est cruciale pour évaluer le temps nécessaire au remplissage de la retenue ainsi que l'impact d'une pluie sur son niveau et la dilution des concentrations. En considérant qu'une pluie moyenne correspond à 10 mm par mètre carré, la future retenue récupérerait environ 5,8 m³. Cette donnée nous permettra de comprendre dans quelle mesure une averse pourrait influencer le niveau de la retenue.

Cette commune ne bénéficie d'aucun statut de protection pour ses limites territoriales. En ce qui concerne la répartition de l'occupation du sol, le paysage est principalement caractérisé par des zones bocagères. La commune est occupée à 84 % par l'agriculture, répartie en différentes classes :

On peut constater que la commune de Tronget a un caractère rural et est fortement axée vers l'agriculture, seulement 10% du territoire est boisée, comme le montre le graphique (D'après les données de Corine Lande Cover 2012). Ces informations, nous permettent de mieux apprécier les résultats physico-chimiques de la retenue qui peut être impactée par les activités humaines comme l'agriculture, les eaux usées par enrichissement. L'occupation du sol est de manière générale conditionnée par la pédologie et la géologie. Cependant la physicochimie peut aussi être impactée par ce paramètre.

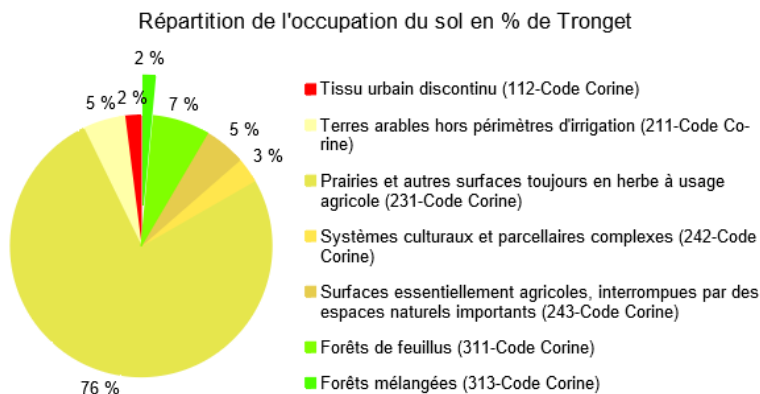
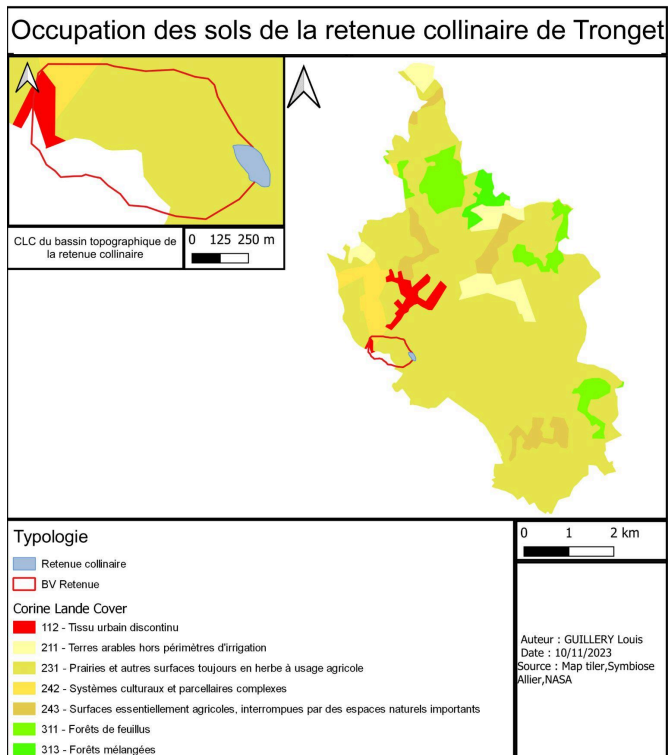


Figure 20 : Carte localisation de la future retenue du Theil
Figure 21 : Répartition de l'occupation du sol de Tronget (en %)

En ce qui concerne la géologie, la zone de la retenue se caractérise par la présence de différentes lithologies. Dans la commune, on trouve plusieurs types de roches, notamment des monzogranites, granodiorites datant du paléozoïque et des migmatites paradérivées datant du paléozoïque. Cependant, au niveau de la retenue, la géologie est principalement composée de grès, conglomérats, charbons, schistes. Cette commune fait partie de la région géologique du massif central (selon la carte géologique du BRGM).

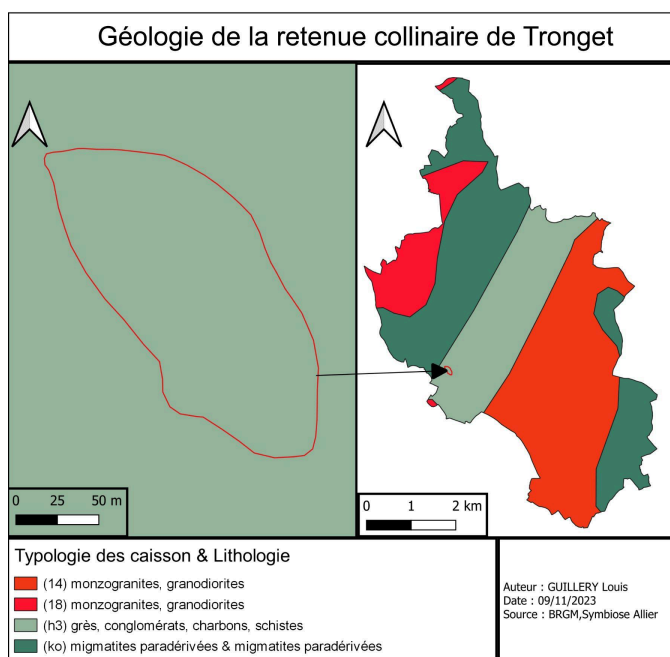


Figure 22 : Carte géologique de la retenue collinaire de Tronget

Ces matériaux géologiques ont un impact sur la physico-chimie. Le grès donne généralement lieu à des sols bien drainés en raison de la taille relativement importante des grains de sable qui le composent. Ces sols ont une capacité de

rétenion d'eau limitée en raison de leur drainage efficace. De manière générale, ces sols tendent à être acides.

La majorité de la pédologie de la commune est constituée de Brunisols Dystriques, ces sols sont formés à partir du granite. Ils présentent des horizons peu marqués et sont caractérisés par la présence d'agrégats, ce qui entraîne une forte porosité et une grande capacité de stockage d'eau dans les sols. De plus, il s'agit de sols non calcaires (D'après les données de GISSOL). La pédologie est conditionnée en partie par la géologie et plus particulièrement la lithologie qui est proche de la surface et elle va aussi influencer sur la physico-chimie.

Il y a un fluvisol typique-redoxisol, à hauteur de 50%. Ces sols sont formés à partir d'argiles sableuses éocènes, oligocènes et loess quaternaire. La spécificité de ce sol est qu'il a été lessivé. Il présente une bonne fertilité agricole malgré des risques de saturation en eau (D'après les données de GISSOL).

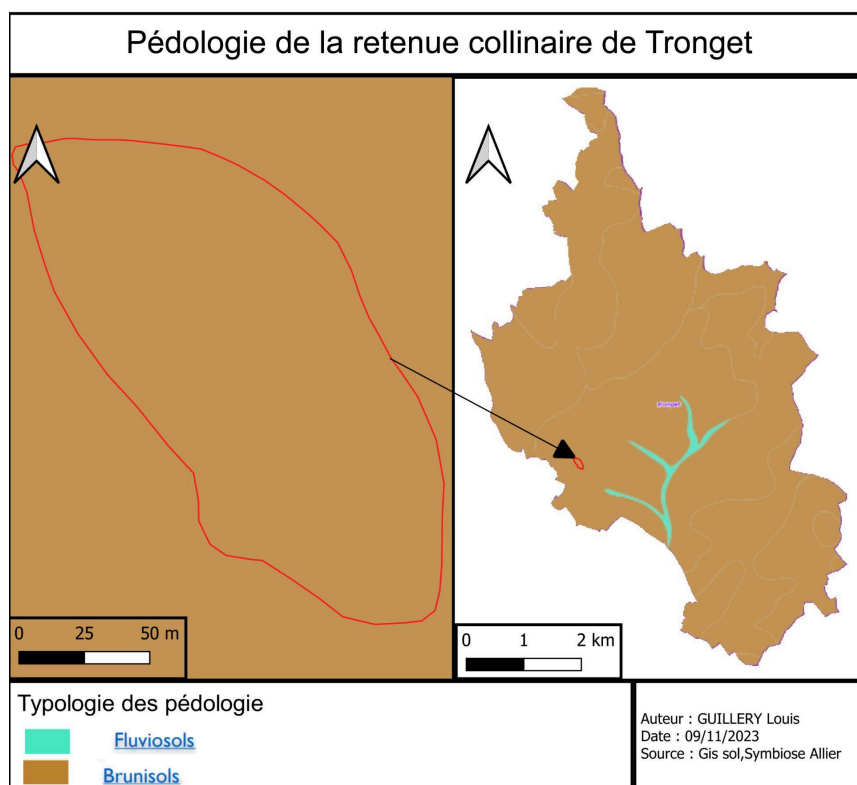


Figure 23 : Carte pédologique de la retenue collinaire de Tronget

Cette retenue a comme caractéristiques le fait qu'elle est alimentée à la fois par le ruissellement et un réseau de fossés. A sa sortie elle est en relation avec un cours d'eau (k3344000). De plus, à proximité immédiate de la retenue, se trouve une mare. Par rapport à ses spécificités il a été trouvé des problématiques. Cette retenue ne sera pas forcément en eau lors de nos prélèvements. Cependant, il est prévu de réaliser des relevés dans l'éventualité où il y aurait de l'eau. Cette eau sera utilisée pour l'irrigation des cultures. Il est important de noter que l'exutoire de la retenue est

un cours d'eau. Les objectifs qui découlent de ses problématiques sont déterminés par la qualité physico-chimique du plan d'eau et l'impact de la retenue sur la physico-chimie sur le cours d'eau.

En ce qui concerne la caractérisation de l'habitat pour le site de Tronget, on retrouve 6 types d'habitats sur la retenue de Tronget, avec, dans la zone en eau, des petites surfaces de tapis à potamot flottant. Dans la zone en eau, on trouve une future typhaie et lors des basses eaux, des patches d'annuelles se développent. Sur la zone de ruissellement en amont de la retenue, le fossé accueille en son centre un herbier à glycérie flottante. Sur ses marges, une végétation prairiale humide se développe dominée par les graminées. Cependant, les autres espèces laissent la place à une communauté pionnière typique des berges d'étang. Sur les zones de berges, on observe deux faciès de végétation se développant sur un sol nu encore bien visible. Ces deux faciès ont un fond commun caractérisé par des espèces des stations piétinées.

I-3.2.3 Villefranche-d'Allier

Cette troisième partie de contexte porte sur la commune de Villefranche d'Allier Cette commune se trouve au sein de la communauté de communes de Commeny Montmarault Néris Communauté. Les deux plus grandes villes aux alentours sont Montluçon et Moulins.

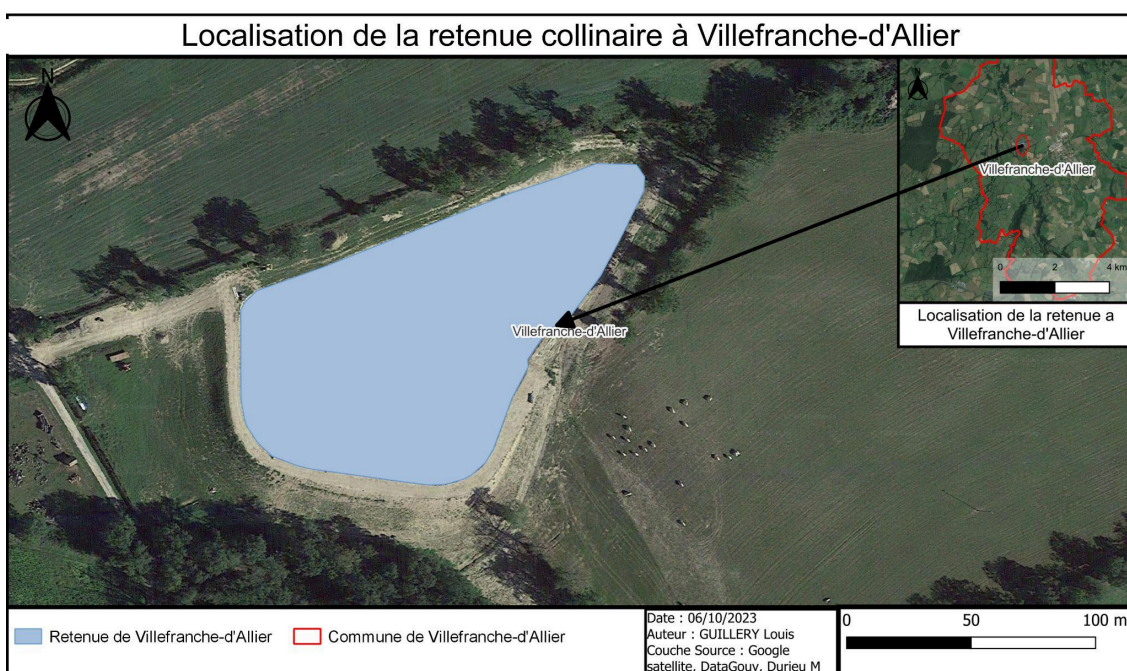


Figure 24 : Carte localisation de la retenue collinaire Villefranche-d'Allier

Comme pour Le Theil, il nous est apparu important de comprendre ce qui peut impacter la physico-chimie de la retenue en examinant de l'intérieur du bassin topographique de celle-ci. Nous avons réalisé le bassin topographique de la future retenue, à l'aide des MNT 30 m de la Nasa de manière automatisée par l'outil Up

Slop area. Puis nous l'avons corrigé par rapport aux données topographiques des cartes IGN. Ce qui nous a permis d'estimer que le bassin topographique représente environ 405 868,8 m² soit 40,6 ha.

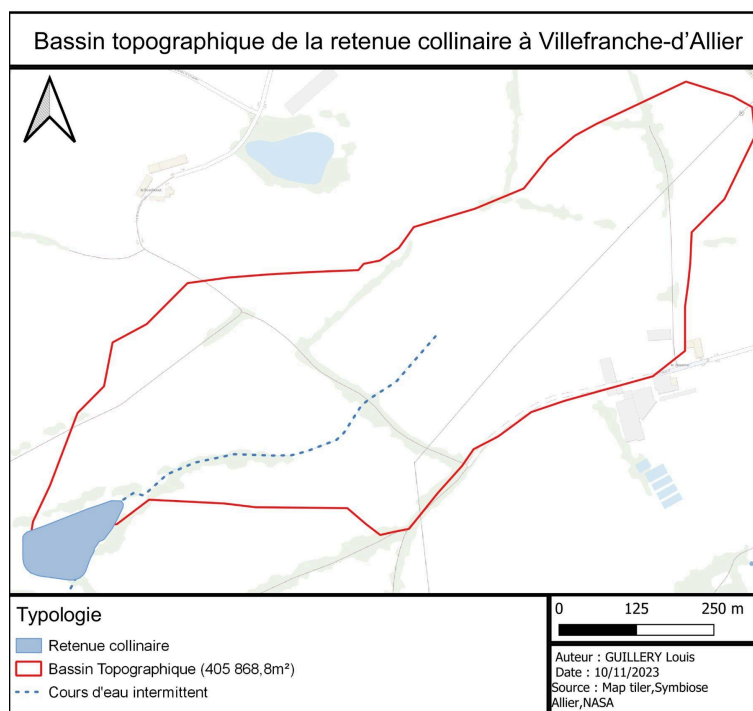


Figure 25 : Carte bassin topographique de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Afin d'estimer la quantité d'eau parvenant à la retenue, il convient de noter que cette estimation sera sous-estimée, car la station d'épuration rejette de l'eau potable dont le volume n'est pas mesurable. De plus, pour obtenir une estimation plus précise, nous avons pris en compte le bassin topographique. Bien que nous n'ayons pas besoin d'une précision absolue, cette méthode nous permet d'estimer la quantité d'eau recueillie par la future retenue. Cette information est cruciale pour évaluer le temps nécessaire au remplissage de la retenue ainsi que l'impact d'une pluie sur son niveau et la dilution des concentrations. En considérant qu'une pluie moyenne correspond à 10 mm par mètre carré, la future retenue récupérerait environ 5,8 m³. Cette donnée nous permettra de comprendre dans quelle mesure une averse pourrait influencer le niveau de la retenue.

Le choix a été fait d'analyser l'occupation du territoire et les activités économiques susceptibles d'influer sur la qualité de l'eau et, par conséquent, sur la biodiversité et des statuts de protection sur la commune. Cette commune bénéficie du statut de protection, on y trouve trois ZNIEFF de type I. En ce qui concerne la répartition de l'occupation du sol, le paysage est principalement caractérisé par des zones bocagères. La commune est occupée à 92 % par l'agriculture, répartie en différentes classes :

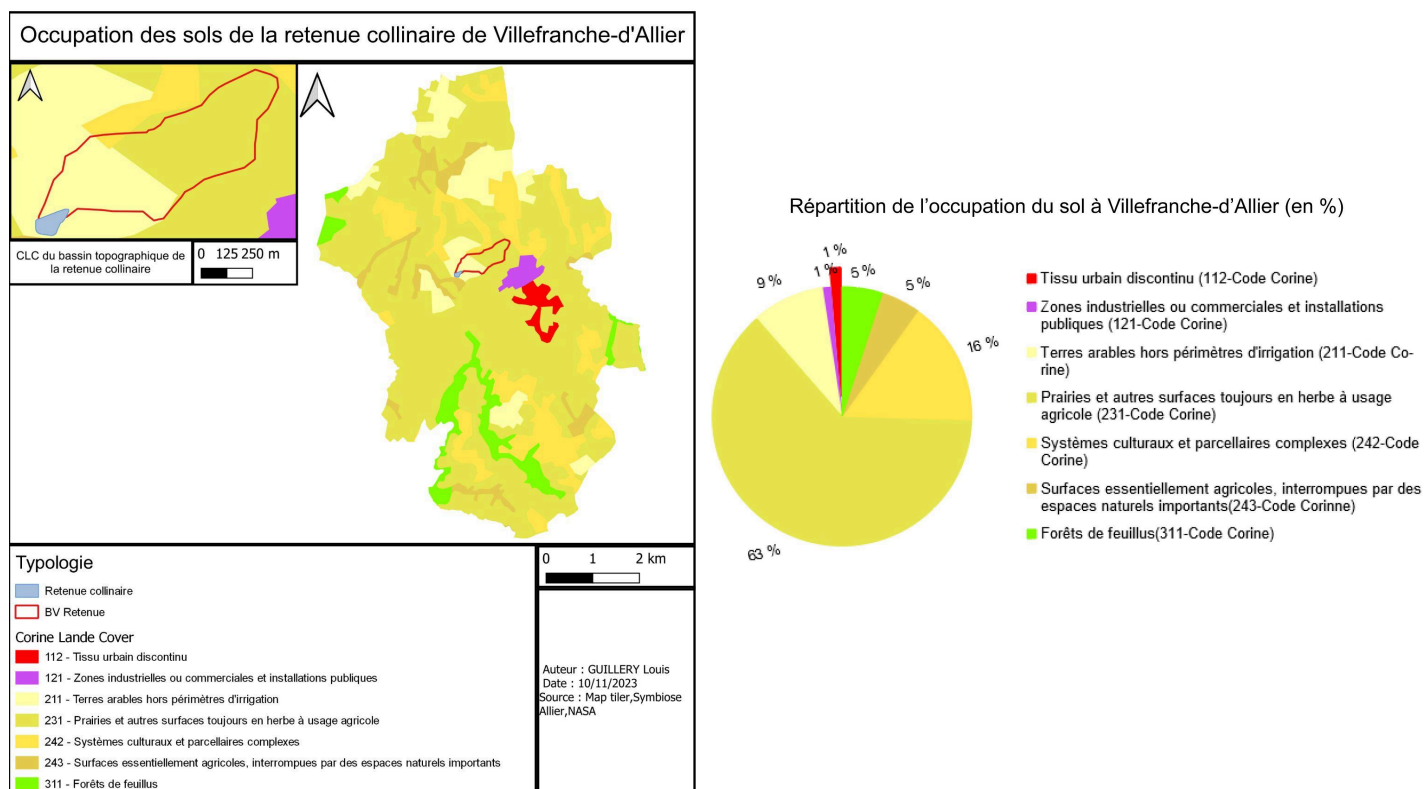


Figure 26 : Carte occupation des sols de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier
Figure 27 : Répartition de l'occupation du sol à Villefranche-d'Allier (en %)

On peut constater que la commune de Villefranche d'Allier a un caractère rural, fortement axée vers l'agriculture, comme le montre le graphique (D'après les données de Corine Lande Cover 2012). Ces informations, nous permettent de mieux apprécier les résultats physico-chimiques de la retenue qui peut être impactée par les activités humaines comme l'agriculture, les eaux usées par enrichissement. L'occupation du sol est de manière générale conditionnée par la pédologie et la géologie. La physicochimie peut aussi être impactée par l'occupation des sols.

En ce qui concerne la géologie, la zone de la retenue se caractérise par la présence de différentes lithologies. Dans la commune, on trouve plusieurs types de roches, notamment des sables, des argiles, des graviers, des galets datant du Cénozoïque, des marnes, des calcaires, des argiles datant également du Cénozoïque, des grès, des conglomérats, des charbons, des schistes datant du Paléozoïque, des migmatites para dérivées datant du Paléozoïque, des monzogranites et des granodiorites datant du Paléozoïque. Cependant, au niveau de la retenue, la géologie est principalement composée de calcaire, de sables, de gypse, de marnes et d'argiles datant du Cénozoïque. Cette commune fait partie de la région géologique du Bassin parisien (sel). Ces matériaux géologiques ont un impact sur la physico-chimie. Le calcaire a tendance à alcaliniser le sol et à modifier son pH.

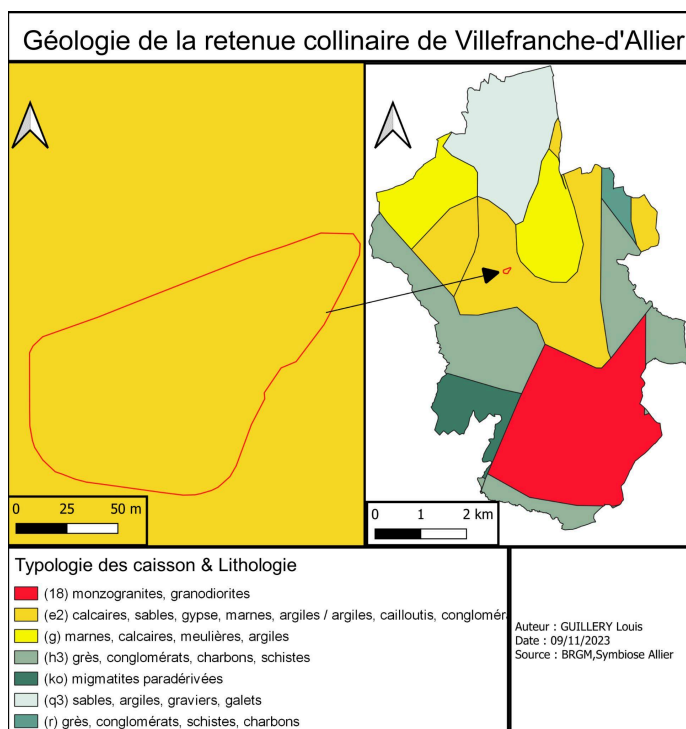


Figure 28 : Carte géologique de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

La majorité de la pédologie de la commune est constituée de Fluvisols Typique-redoxisol, à hauteur de 50%. Ces sols sont formés à partir d'argiles sableuses éocènes, oligocènes et loess quaternaire. La spécificité de ce sol est qu'il a été lessivé. Il présente une bonne fertilité agricole malgré des risques de saturation en eau (D'après les données de GISSOL).

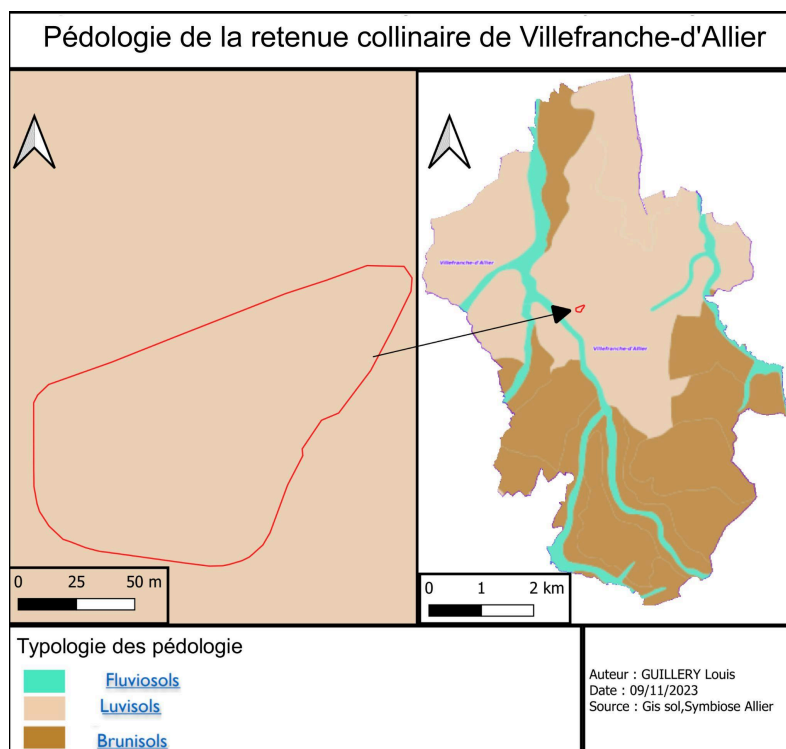


Figure 29 : Carte pédologique de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Le Luvisol est un sol évolué épais, de plus de 50 cm, caractérisé par un lessivage vertical prononcé. Cela a pour conséquence de déplacer des particules de fer et d'argile en profondeur. Ce sol est très riche et très fertile, mais en hiver l'eau s'accumule et peut asphyxier les plantes. Ces sols ont besoin d'être drainés pour pouvoir être cultivés. (D'après les données de GISSOL).

Concernant les Brunisols dystriques, ces sols sont formés à partir du granite. Ils présentent des horizons peu marqués et sont caractérisés par la présence d'agrégats, ce qui entraîne une forte porosité et une grande capacité de stockage de l'eau par les sols. De plus, il s'agit de sols non calcaires (D'après les données de GISSOL). Ce type de sol est propice au développement de l'agriculture, car le sol contient de l'humus de type mull et permet l'apparition du complexe argilo-humique, ce qui facilite l'absorption de minéraux et oligo-éléments pour les plantes et le stockage de l'eau. (D'après les données de GISSOL) La pédologie est conditionnée en partie par la géologie et plus particulièrement la lithologie qui est proche de la surface et elle va aussi influencer sur la physico-chimie.

Cette retenue a des spécificités qui résident dans le fait qu'elle est alimentée par le ruissellement ainsi que par un réseau de fossés et elle se situe à proximité d'un cours d'eau (code sandre k5359900) et d'une exploitation agricole. Due à cette spécificité, une problématique liée à cette retenue est ressortie : quel est l'impact de la retenue sur la biodiversité présente dans le cours d'eau et dans la retenue ? Des objectifs découlent de cette problématique. La première est de déterminer si l'eau provenant de la retenue a un impact sur la physico-chimie du cours d'eau en aval. Le second objectif est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques entre l'eau de surface de la retenue et l'eau en sortie du moine.

Sur la retenue de Villefranche d'Allier, on retrouve 6 types d'habitats. Parmi eux, on retrouve des herbiers à glycérie flottante qui dominent ainsi que des voiles de lemnaées. Certaines sont des annuelles typiques des berges d'étangs que l'on retrouve au cours de la baisse du niveau d'eau dans les zones exondées. Sur les zones de ruissellement et de suintement en amont de la masse d'eau stagnante, une végétation de jonchaie haute se développe sur 2 mètres de large. Juxtaposée à ces habitats, on retrouve une végétation pionnière des stations piétinées moins liée aux zones humides. Dans les zones de transition avec les autres habitats humides, on trouve ponctuellement des espèces pionnières des milieux humides (Rapport Symbiose Allier).

Cette sous-partie, portant sur le contexte territorial, nous a permis de mettre en évidence sa diversité géographique. Ce département est fortement lié à l'élevage comme montré par l'occupation du sol, ce qui a influencé le paysage actuel de l'Allier. Ce paysage et son utilisation ont été fortement liés à la pédologie qui est peu propice à l'agriculture ce qui a permis l'implantation de l'élevage. D'autre part, la

géologie a clairement joué aussi un rôle dans ce paysage en impactant la pédologie en apportant des éléments physico-chimiques tels que le phosphore.

Pour le Theil, elle est sensiblement tournée vers l'élevage. Elle possède des sols qui sont de manière générale propices à la rétention en eau avec une dominance de brunisols détritiques issus du granite. Pour la géologie, elle est principalement constituée de monzogranites et granodiorites, roches qui sont généralement riches en phosphore. La future alimentation de la retenue sera faite par une station d'épuration et une des mares en amont avec la présence actuelle d'une problématique de mort du bétail s'abreuvant dans cette dernière.

Pour Tronget comme les autres communes, elle est tournée vers l'élevage. Le sol est composé des brunisols détritiques et des fluvisols typiques-rédoxisols apportant de manière générale une bonne fertilité malgré les forts risques de saturation en eau. Pour la géologie, elle est principalement constituée de monzogranites et de granodiorites. Ce sont des roches qui sont généralement riches en phosphore. Cette retenue est alimentée par un fossé entouré de culture.

Pour Villefranche d'Allier, la géologie est essentiellement constituée de monzogranites et granodiorites, roches qui sont majoritairement riches en phosphore. Le sol est majoritairement composé de fluvisols typiques-rédoxisols, luvisols et brunisols détritiques influencés par des roches du Cénozoïque. Les lithologies de calcaire, sables, gypse, marnes, et argiles. La retenue est alimentée par un fossé qui prend source à proximité d'une zone industrielle, le propriétaire à la possibilité de remplir sa retenue avec l'eau de la rivière. Dans la seconde partie, à partir des éléments mis en avant dans cette première partie, il pourra être réalisé un protocole et des moyens pour l'appliquer pour répondre à la problématique.

II-Outils et méthodes

Cette deuxième grande partie abordera les raisons de la création d'un protocole adapté pour les milieux lenticques dû à l'absence de protocole pour ces milieux et du choix des différents paramètres. Il sera aussi abordé les raisons de l'utilisation d'un laboratoire pour l'analyse des différents paramètres choisis et celles de l'utilisation des critères du bon état écologique fixé par la LEMA pour ce protocole. Enfin, le choix du laboratoire en fonction de l'analyse du devis et l'explication du choix de ces différentes stations sera aussi abordé. Pour conclure cette partie, il sera détaillé la méthode de prélèvement préconisée par le laboratoire pour les différents paramètres.

II-1. Le choix du protocole de mesures

Il a été créé un protocole pour cette étude car il existe plusieurs protocoles qui permettent de pouvoir connaître l'état écologique comme l'IBGN-DCE, IBD, I2M2, ADN environnemental et IBMR. Ces protocoles sont adaptés aux milieux lotiques et non aux milieux lenticques. D'autre part, aucun de ces protocoles utilise les paramètres physico-chimiques. Pour l'IBGN-DCE et I2M2, ils permettent de traduire hydro-morphologiquement les nutriments et les matières organiques. Tandis que l'IBMR traduit les nutriments présents dans l'eau. Le protocole le plus adapté est l'IBD, il traduit la qualité physico-chimique de la surface en eau sur un mois avant le relevé. Le problème est qu'il y a peu de personnes accréditées pour faire ce protocole et il est très coûteux. De même pour l'ADN environnemental, il permet de connaître toutes les espèces qui ont été présentes dans l'eau sur une durée de trois mois auparavant, mais il est très coûteux. Il a donc fallu réaliser un protocole moins coûteux et plus facile à réaliser.

Il a donc été décidé d'utiliser des analyses physico-chimiques et des inventaires dans le but de pouvoir répondre à la problématique dans la mesure où il n'y a pas de protocole existant permettant d'y répondre. Il reste donc à définir les paramètres physico-chimiques qui impactent le plus la biodiversité. Il a donc été décidé de prendre comme paramètre l'oxygène dissous, la conductivité, les chlorures, les sulfates, le phosphore, les nitrates, le pH et la bactériologie. Ce choix est justifié par le fait que nous avons pris des paramètres qui permettent d'identifier les risques d'eutrophisation, le pH a été choisi parce qu'il détermine les espèces qui peuvent être présentes sur les zones d'étude. Les autres paramètres permettent le bon développement de la végétation et peuvent donc la limiter. La bactériologie va, elle aussi, impacter la biodiversité, mais plus spécifiquement le règne animal, car elle provoque des maladies. Afin de pouvoir avoir un référentiel de l'état des paramètres, le choix s'est porté sur les critères du bon état écologique fixés par la LEMA dans l'arrêté du 25 janvier 2010, article 18, annexe 3 partie 1.2.1. Cas général sur les paramètres physico-chimiques. Les critères de la LEMA sont pour les cours

d'eau, malgré cela, nous avons choisi ces critères dans la mesure où il n'existe pas de critère du bon état écologique sur la physico-chimie dans les milieux lenticques d'où ce choix. Ci-dessous se trouve la liste des paramètres en expliquant, leur indication et les critères fixés par la LEMA quand ils existent :

L'oxygène dissous :

La concentration en oxygène dans l'eau est un facteur essentiel pour le développement de toutes les espèces vivantes dans le milieu aquatique, et elle détermine également quelles espèces peuvent survivre dans l'eau. Par exemple, une eau riche en oxygène est favorable aux salmonidés. Cependant, à la sortie d'un moine, l'eau est souvent moins oxygénée, ce qui peut avoir un impact sur la biodiversité en aval de la retenue.

Les critères fixés par la LEMA pour ce paramètre sont :

Très bon/Bon avec 8 mg/l, Bon/Moyen avec 6 mg/l, Moyen/Médiocre avec 4 mg/l, Médiocre/Mauvais avec 3 mg/l.

Le Potentiel Hydrogène (PH) :

L'eau ayant un pH inférieur à 7 est considérée comme acide, tandis que l'eau ayant un pH supérieur à 7 est considérée comme basique ou alcaline. Une eau très acide peut inhiber le développement de la vie dans l'eau, car elle peut affecter la présence des bactéries responsables de la décomposition et de la minéralisation. Par ailleurs, le pH de l'eau peut influencer la quantité de nutriments dissous dans celle-ci. La plupart des organismes vivants dans les retenues collinaires, par exemple, préfèrent des niveaux de pH compris entre 6,5 et 9.

Les critères fixés par la LEMA pour le PH minimum sont :

Très bon/Bon avec 6,5, Bon/Moyen avec 6, Moyen/Médiocre avec 5,5, Médiocre/Mauvais avec 4,5.

Pour le Ph maximum :

Très bon/Bon avec 8,2, Bon/Moyen avec 9, Moyen/Médiocre avec 9,5, Médiocre/Mauvais avec 10.

La conductivité de l'eau :

La conductivité va impacter les espèces présentes et la diversité taxonomique en fonction de leur capacité à la supporter. La conductivité peut être influencée par la température et la géologie du site. Prendre en compte ce facteur peut permettre de détecter des sources de pollution lors du suivi, car la conductivité est généralement constante dans les cours d'eau en moyenne. *(D'après les informations de GE3 par Crepin-Bournival.M 13 mai 2022).*

Les critères fixés par la LEMA pour ce paramètre sont non fixés, mais à titre de comparaison l'eau potable a généralement une conductivité de 500 $\mu\text{S/cm}$ (D'après Eurowater).

Les chlorures (ion Cl⁻) :

Ils participent au métabolisme et à la synthèse de la chlorophylle. Ils peuvent aussi être un substitut partiel au potassium pour certaines plantes et participer à la photosynthèse, à l'osmose et à l'équilibre ionique de la plante. En cas de forte concentration de chlorures, ils peuvent empêcher l'absorption de micronutriments, ce qui peut à long terme entraîner la mort de la plante (*D'après les informations de Promix par Parent.S*).

Les critères fixés par la LEMA pour ce paramètre sont non fixés.

Les sulfates :

Des niveaux élevés de sulfate dans l'eau peuvent provoquer des diarrhées sévères et même entraîner la mort. (*D'après les informations Lenntech "les Sulfates"*). D'autre part, une forte concentration en sulfates peut perturber l'osmorégulation des organismes, ce qui a des conséquences sur la vie, notamment sur la croissance et la reproduction. (*D'après les informations de INERIS "Sulfate-N°CAS : 14808-79-8"*).

Les critères fixés par la LEMA pour ce paramètre sont non fixés.

Le phosphore :

Cet élément est indispensable pour le développement des végétaux. Il va jouer sur la multiplication cellulaire, il a aussi un rôle dans la respiration cellulaire des plantes et il est utilisé lors de la photosynthèse avec de l'azote. (*D'après les informations UNIFA*).

Les critères fixés par la LEMA pour ce paramètre sont :

Très bon/Bon avec 0,05 mg/l, Bon/Moyen avec 0,2 mg/l, Moyen/Médiocre avec 0,5 mg/l, Médiocre/Mauvais avec 1 mg/l.

Les nitrates et nitrites:

Le nitrate n'est pas dangereux en petites doses, et l'OMS a établi une concentration maximale acceptable de 50 mg/l dans l'eau potable pour les humains. Cependant, l'une de ses caractéristiques est sa grande solubilité, ce qui lui permet de se dissoudre rapidement dans les nappes souterraines et les cours d'eau. Il est considéré comme une substance indésirable dans une retenue d'eau ou tout type de stockage d'eau, car il constitue une source importante de nutriments pour les plantes, en particulier les algues. Cela peut favoriser l'eutrophisation de l'environnement. Le nitrate lors de sa dégradation relâche de l'azote qui est essentiel pour la croissance des végétaux (*D'après les informations GERMON.J.C INREA dans Echosciences Grenoble "Les nitrates dans l'environnement"*).

Les critères fixés par la LEMA pour les nitrates sont :

Très bon/Bon avec 10 mg/l, Bon/Moyen avec 50 mg/l, Moyen/Médiocre non fixé, Médiocre/Mauvais non fixé.

Les critères fixés par la LEMA pour les nitrites sont :

Très bon/Bon avec 0,1 mg/l, Bon/Moyen avec 0,3 mg/l, Moyen/Médiocre avec 0,5 mg/l, Médiocre/Mauvais avec 1 mg/l.

La bactériologie (dénombrement des E.coli et des entérocoques) :

L'eau peut contenir des germes largement répandus dans l'environnement naturel, surtout dans le sol, et non spécifiques d'une contamination fécale. Leur présence peut vouloir dire qu'il y a un mauvais captage du réseau ou peut venir d'une insuffisance ou défaillance du traitement de filtration des plantes ou du milieu. Les critères fixés par les normes de qualité des eaux sont issus du classement pour baignade par le ministère de la Santé et de la prévention.

Pour les entérocoques intestinaux (UFC/100 ml) il faut pour une Excellente qualité 200 UFC/100 ml avec une évaluation au 95e percentile, pour une Bonne qualité elle est de 400 UFC/100 ml avec une évaluation au 95e percentile, pour une qualité suffisante il faut 330 UFC/100 ml avec une évaluation au 90e percentile.

Concernant la norme pour les Escherichia coli (UFC/100 ml) il faut pour une Excellente qualité 500 UFC/100 ml avec une évaluation au 95e percentile, pour une Bonne qualité elle est de 1000 UFC/100 ml avec une évaluation au 95e percentile, pour une qualité suffisante il faut 900 UFC/100 ml avec une évaluation au 90e percentile.

II-1.1. Protocole

Un protocole est essentiel pour les différents relevés physico-chimiques. Ces relevés vont permettre d'analyser la relation entre la qualité de l'eau des retenues collinaires sur la biodiversité à travers différents paramètres : l'oxygène dissous, le potentiel hydrogène (pH), la conductivité, les chlorures, les sulfates, le phosphore, l'azote nitrate et nitrite et enfin la bactériologie de l'eau. Il est donc essentiel de rédiger et de réaliser un protocole clair pour pouvoir les effectuer sur le terrain et pour renouveler ces actions durant les cinq ans de l'étude.

Ce protocole des relevés physico-chimiques se fait sur plusieurs stations dans les trois retenues collinaires : celle de Le Theil, de Tronget et de Villefranche d'Allier. Il est primordial que les stations restent les mêmes durant les différentes années du projet pour pouvoir analyser l'évolution des différents impacts que peuvent avoir les retenues d'eau sur la biodiversité. Les stations de Le Theil sont situées sur les mares en amont de la future retenue ainsi que sur le cours d'eau en aval. Pour les retenues de Tronget et de Villefranche d'Allier, les stations de relevés se situent en amont dans la retenue et en aval. Ces choix permettent de voir l'évolution de l'état physico-chimique de l'eau en comparant l'amont et l'aval.

Pour réaliser les relevés et mesures physico-chimiques, celles-ci sont relevées sur le terrain par le groupe étudiant et l'association puis conduite dans un laboratoire qui

fournit ensuite les résultats. Le choix du laboratoire s'est décidé sur plusieurs critères tels que le prix, la proximité du laboratoire par rapport aux stations, les propositions d'analyse, le délai de réponse et d'analyse ainsi que l'agrégation.

Au niveau des relevés terrain, le matériel qui sert à échantillonner l'eau sur les différentes stations : les flacons ainsi que la glacière sont fournis par le laboratoire. Cependant, il y a des conditions de prélèvement qui sont indiquées dans un livret d'instruction donné avec le matériel. Premièrement, il s'agit d'instructions sur les consignes de prélèvement. Il est primordial de respecter une certaine hygiène (main propre). De plus, il faut aussi suivre les différentes instructions selon le milieu des stations, s'il s'agit d'un prélèvement dans une rivière ou dans une mare (le protocole est référencé dans le livret d'instruction du laboratoire). A chaque relevé il faut aussi renseigner et identifier chaque flacon avec la référence de l'échantillon, la date, l'heure de prélèvement. Deuxièmement, il faut aussi suivre les institutions du conditionnement des échantillons. En effet, pour le transport et la conservation, les échantillons d'eau doivent être conservés entre +2° et +8 °C.

Les relevés doivent être pris pour chaque retenue collinaire si possible dans la même journée. En effet, les relevés pour chaque station d'une retenue doivent être pris dans le même créneau horaire. Cela permet de comparer les résultats d'un même lieu sans que la météo ou de potentielle dégradation influe sur les résultats. Sachant que les premiers relevés ont eu lieu au mois de novembre. Il faut donc que les cinq relevés suivant soit à la même période de l'année (le même mois), là encore pour que l'analyse ait plus de sens. Pour les conditions météorologiques, il est préférable que la période ultérieure aux relevés soit sans précipitations pour éviter que la pluie dilue la concentration de l'eau.

II-1.2. Moyen de prise de mesure

Dans la réflexion de la prise des mesures des paramètres il a été pensé de réaliser personnellement les analyses physico-chimiques à différents points stratégiques sur les retenues collinaires. Ces points stratégiques correspondent à des stations de prélèvement situés en amont, en interne et en aval des retenus. Il a été aussi abordé la possibilité d'utiliser une sonde multiparamétrique pour récolter l'ensemble des paramètres choisis. Celle-ci aurait été employée pour chaque station afin d'y récolter les résultats. Mais le problème est sur la disponibilité de ce type de matériel, de son coût et des biais liés à l'opérateur pour tarer les paramètres et prendre les mesures. Par ailleurs, il a aussi été question d'effectuer des prélèvements sur les stations pour ensuite réaliser une multitude de tests via des bandelettes réactives. La problématique de ce type de matériel, c'est qu'il est peu précis mais peu coûteux. Dans nos recherches, il nous est paru peu pertinent de ne pas avoir une valeur définie et d'avoir une fourche de valeur ce qui nous aurait limité sur l'analyse des données. Nous avons aussi envisagé de faire les analyses d'eau par nos propres moyens dans un laboratoire mais il nous a paru évident que nous

aurions risqué de mal interpréter les réactions et les données et d'avoir des difficultés à respecter les protocoles ce qui aurait nui à la qualité des données récoltées. Dans un second temps nous n'avons pas le matériel pour faire ces opérations et personne ne possédait les compétences requises pour faire ces manipulations. La dernière méthode qui nous est parue pertinente est de faire faire l'analyse d'eau par un laboratoire. Les avantages sont que les données seront pertinentes, faites correctement mais plus coûteuse et la durée limitée pour transporter les échantillons.

II-1.2.1. Choix du laboratoire

Suite à la méthode retenue, celle d'effectuer des prélèvements sur le terrain, il semble indispensable de choisir un laboratoire selon différents paramètres pour l'analyse des données. Pour cela, trois demandes de devis ont été envoyées, seulement deux laboratoires ont répondu et envoyé un devis. En effet, le troisième laboratoire se trouve dans l'incapacité de fournir des résultats bactériologiques dans les délais. Les données des devis sont retranscrites dans un barème qui permet de choisir le laboratoire le plus satisfaisant selon nos demandes et besoins.

II-1.2.2. Barème de notation des devis

Plusieurs paramètres sont importants selon les besoins de l'étude pour choisir le laboratoire, les voici :

Premièrement, **la localisation** du laboratoire. L'étude se déroulant sur cinq ans, il est indispensable de trouver un laboratoire à proximité des zones de relevés pour éviter des frais de transport et une meilleure conservation des échantillons.

Deuxièmement, **le prix** des analyses. Évidemment, il sera privilégié un devis moins cher contenant toutes les analyses demandées. Parallèlement à ce paramètre une autre notion importante sont les **propositions d'analyse** acceptées et proposées. En effet, une liste des analyses à été rédigée et il est préférable qu'elle soit disponible dans le laboratoire.

Les paramètres suivants se focalisent sur le **délai de réponse** et le **délai des analyses**. La temporalité est un enjeu important dû au temps restreint que nous avons à disposition. Les plus rapides sont donc favorisés.

Enfin, en dernier paramètre, la notion de reconnaissance du laboratoire sera à exploiter. Notamment le fait que le **laboratoire soit français** et qu'il soit **agréé**.

L'analyse des devis par rapport aux différents paramètres se fera sur les deux laboratoires qui ont répondu à notre demande, ils sont désignés par les lettres A et B car il nous a été demandé d'anonymiser les entreprises. Nous pouvons constater que le laboratoire B à été plus lent lors des délais de réponse. De plus, il se trouve à une plus grande distance des points de relevés et a aussi des tarifs plus élevés. Il obtient donc une note de 15 sur 20. Tandis que le laboratoire A correspond à la plupart des attentes, omis sur les délais des analyses. Le laboratoire obtient donc une note de 19 sur 20.

Paramètres → Laboratoire ↓	Localisation (3 points)	Prix (7 points)	Délai de réponse (2 points)	Proposition d'analyse (1 point)	Laboratoire français (1 point)	Délai des analyses (4 points)	Agrément (2 points)	TOTAL (20 points)
A	3	7	2	1	1	3	2	19
B	1	6	1	1	1	3	2	15

Figure 30 : Tableau du notation du laboratoire

Pour conclure, cette première sous-partie porte sur le choix du protocole de mesure et de sa réalisation. Il a été mis en évidence le manque de protocole existant pour répondre à la problématique. Il a été créé un protocole dans le but de pallier ce problème. D'autre part, plusieurs paramètres ont été fixés pour le protocole tels que l'oxygène dissous, la conductivité, les chlorures, les sulfates, le phosphore, les nitrates, le pH, et la bactériologie. Ce protocole a pour utilité de garantir la qualité des relevés. De plus, le choix du laboratoire a été fait de façon impartiale grâce à la précédente notation. Le choix de faire appel à un laboratoire s'est fait dans la mesure de la fiabilité des résultats et la reproductibilité. Dans la partie suivante, il sera présenté les raisons du choix des stations en fonction des éléments apportés par cette sous-partie.

II-2 Choix des stations

Dans cette partie sera présentée la localisation des stations de relevés des paramètres physicochimiques et bactériologiques.

II-2.1. Choix des prélèvements au Theil

Afin de visualiser le site d'étude, ainsi que la disposition de chaque élément constituant la zone d'étude, il a été réalisé une cartographie où il est répertorié. L'emplacement de chaque photo prise est représenté avec le numéro correspondant, l'ensemble des photos se trouve en annexe.



Figure 31 : Carte localisation des photographies du Theil : Etat des lieux

Par la suite, grâce à la visite de la zone d'étude et aux photos prises, nous avons pu ultérieurement établir l'emplacement des différentes stations pour le site de la future retenue du Theil. Ces différentes stations ont été choisies en fonction de la problématique. Dans ce cas précis, le but était de faire un état des lieux avant la réalisation de la retenue afin de connaître l'impact de celle-ci sur le plan physico-chimique et de la biocénose. D'autre part, il nous a paru important de connaître la physico-chimie de l'ensemble des mares en amont de la retenue dans un but de comparaison et de prévisualisation de la biodiversité qui aura été conditionnée par la retenue sur les facteurs physico-chimiques. Dans ce cadre, cette station aura une vocation de point de mesure pour constater l'évolution de la biodiversité post création de la retenue.

Pour cette zone d'étude, il a été fixé un total de 5 stations prenant en compte majoritairement l'amont de la future retenue et en aval à l'emplacement du futur exutoire de la retenue. L'ensemble des stations se trouve dans le bassin topographique de la future retenue hormis pour la station placée à l'exutoire. L'emplacement des stations est illustré sur la cartographie ci-dessous.

Stations de relevé de la physico-chimie sur la future retenue collinaire du Theil



Figure 32 : Carte stations de relevé de la physico-chimie sur la future retenue collinaire du Theil

Ce point décrit l'utilité de chacune des stations :

Station 1 : Cette station est située dans la mare la plus en amont située dans la mare du haut. Cette station se trouve aussi à proximité du rejet de la station d'épuration de la commune. Elle permettra de pouvoir servir de point de comparaison et de point de départ pour les autres stations. D'autre part, cette station a aussi été sélectionnée, car nous pensons que l'eau de sortie de station communique avec la mare, de plus le propriétaire avait fait mention que l'une de ses vaches est morte après s'être abreuvée dans la mare.

Station 2 : La deuxième station se localise en aval de la station 1 et cette mare est en surplomb par rapport au fossé de sortie de station d'épuration. Ce point va permettre de connaître la qualité de l'eau qu'aurait pu avoir la station 1 si elle ne communiquait pas avec la station d'épuration. D'autre part, elle fera aussi office de point de comparaison entre les mares et possiblement lors de la réalisation de la retenue si elle est influencée par la retenue.

Station 3 : Cette mare se trouve en aval de la station 1 et 2 à proximité du fossé de sortie de station d'épuration et sur le site de la future retenue. Ce point va permettre

de faire un état initial de l'état physico-chimique de la future retenue avant que cette mare se fasse enoyer. Elle permet de constater les différences en termes de physico-chimie entre les deux et de la biodiversité associés. Elle pourra être comparée avec la station 1 pour voir l'évolution de la qualité de l'eau à proximité du fossé.

Station 4 : La dernière station se trouve au niveau de l'exutoire de la future retenue collinaire. Cette station fera office de limite. Ce point va servir de repère pour comparer tout ce qui a évolué à partir de la station.

Station 5 : Cette mare se localise en amont dans le deuxième sous bassin topographique de la retenue. Ce point va permettre de savoir si les paramètres sont identiques ou proches entre les différentes mares et sous bassin. D'autre part, cette station pourra permettre de mieux préciser les différences entre les mares et d'avoir une idée de la qualité d'eau de la future retenue.

L'ensemble de ces stations a été répertorié sur une carte et les paramètres physico-chimiques choisis. Il n'y a que deux stations qui ont un paramètre en plus, celui de la bactériologie. Nous avons fait le choix de ne pas faire plus de relevés car nous n'avions pas d'idée de données qui pourraient être récupérées. Pour les autres paramètres, ils sont identiques à la partie dédiée au choix des paramètres.

II-2.2. Choix des prélèvements à Tronget

Afin de visualiser le site d'étude, ainsi que la disposition de chaque élément constituant la zone d'étude, il a été réalisé une cartographie où il est répertorié l'emplacement de chaque photo prise est représenté avec le numéro correspondant, l'ensemble des photos se trouve en annexe.

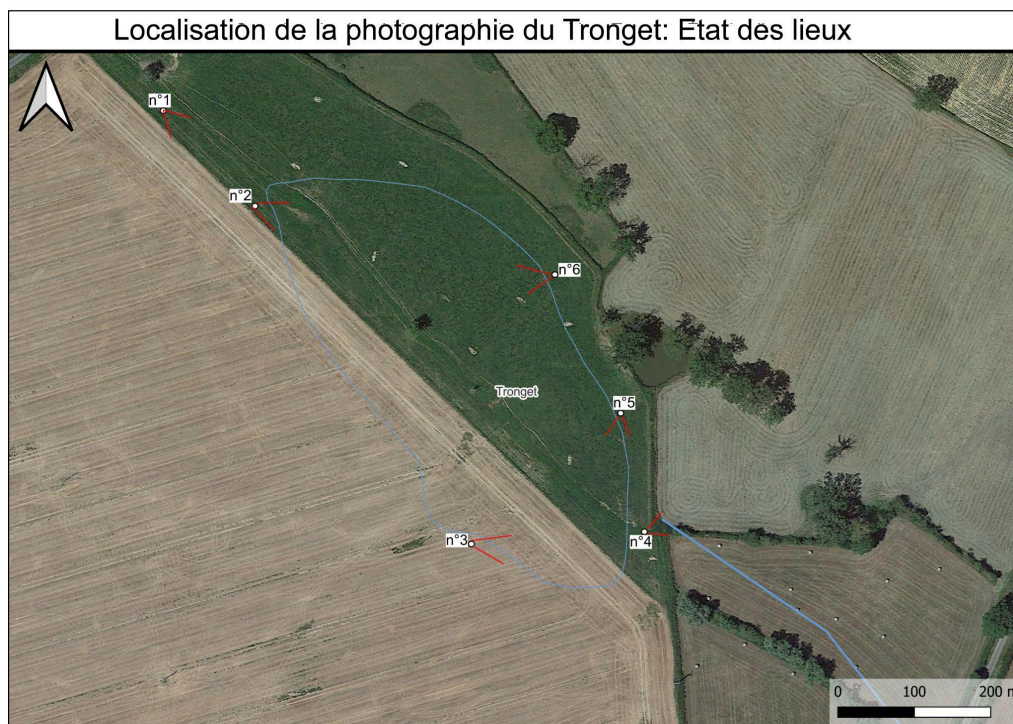


Figure 33 : Carte localisation des photographies de Tronget : Etat des lieux

Ensuite, grâce à la visite de la zone d'étude et aux photos prises, nous avons pu ultérieurement établir l'emplacement des différentes stations pour la retenue de Tronget. Ces différentes stations ont été choisies en fonction de la problématique. Dans ce cas, le but était de pouvoir comparer les différentes retenues en termes de physico-chimie et de biocénose. L'autre idée était de connaître quel rôle joue la retenue collinaire sur la physico-chimie.

Pour cette zone d'étude, il a été fixé un total de 3 stations prenant en compte le fossé d'alimentation de la retenue et l'exutoire de la retenue. L'ensemble des stations se trouve dans le bassin topographique de la retenue hormis pour la station placée à l'exutoire. L'emplacement des stations est illustré sur la cartographie ci-après :

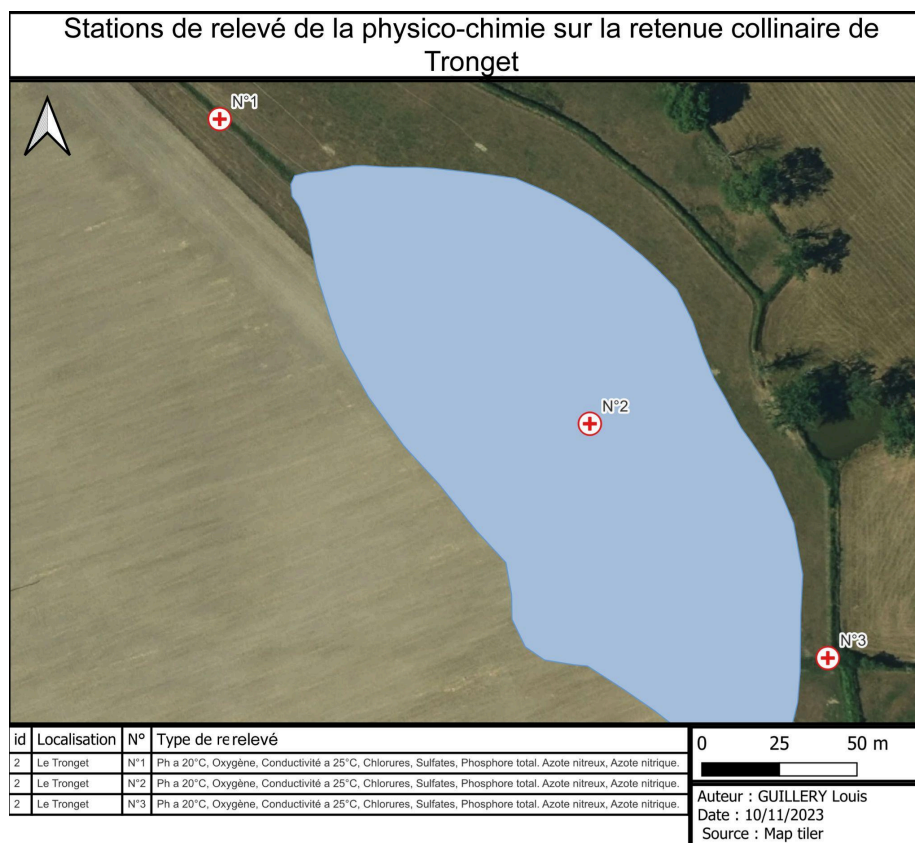


Figure 34 : Carte stations de relevé de la physico-chimie sur la retenue collinaire de Tronget

Ce point décrit l'utilité de chacune des stations :

Station 1 : Elle se situe au niveau du fossé d'alimentation de la retenue avant le répartiteur du bras de dérivation. Cette station a pour vocation de connaître la physico-chimie qui entre dans la retenue comme point de comparaison avec les deux autres stations.

Station 2 : Cette station se trouve dans la retenue, elle permet de nous renseigner sur la qualité d'eau présente dans la retenue et de son évolution. Elle pourra être comparée avec la station 1 pour constater cette évolution.

Station 3 : La station se trouve en sortie de moine dans le bût de pouvoir connaître quelle est la qualité de l'eau en sortie de la retenue qui va impacter le cours d'eau qui se trouve en aval. Cela nous renseignera sur la physico-chimie en fond de retenue.

II-2.3. Choix des prélèvements à Villefranche-d'Allier

Afin de visualiser le site d'étude, ainsi que la disposition de chaque élément constituant la zone d'étude, il a été réalisé une cartographie où il est répertorié l'emplacement de chaque photo prise est représenté avec le numéro correspondant, l'ensemble des photos se trouve en annexe.



Figure 35 : Carte localisation des photographies de Villefranche d'Allier : Etat des lieux

Grâce à la visite de la zone d'étude et aux photos prises, nous avons pu ultérieurement établir l'emplacement des différentes stations pour la retenue de Villefranche-d'Allier. Ces différentes stations ont été choisies en fonction de la problématique. Dans ce cas, le but était de pouvoir comparer les différentes retenues en termes de physico-chimie et de biocénose. L'autre idée était de connaître quel rôle joue la retenue collinaire sur la physico-chimie et son influence sur le cours d'eau. Dans ce cadre, le site aura une vocation d'étudier des points de mesure pour constater l'évolution de la biodiversité autour de la retenue, l'impact de la retenue sur les paramètres physico-chimiques et le point de comparaison avec le cours d'eau.

Pour cette zone d'étude, il a été fixé un total de 5 stations prenant en compte le fossé d'alimentation, le drain et le cours d'eau. L'ensemble des stations se trouve dans le bassin topographique de la retenue hormis pour la station placée dans le cours d'eau. L'emplacement des stations est illustré sur la cartographie ci-après.

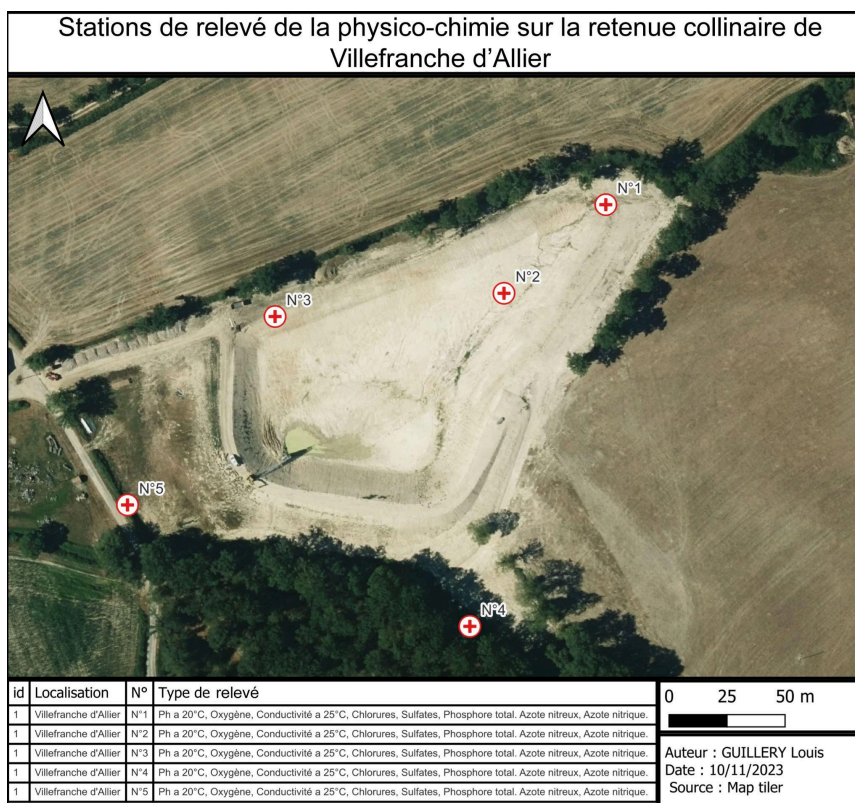


Figure 36 : Carte stations de relevé de la physico-chimie sur la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Station 1 : Cette station est positionnée au niveau du fossé d'alimentation principal de la retenue. Ce point va permettre de connaître la qualité d'eau entrante dans la retenue

Station 2 : Cette station se trouve dans la retenue. Cette station se trouve dans la retenue, elle permet de nous renseigner sur la qualité d'eau présente dans la retenue et de son évolution. Elle pourra être comparée avec la station 5 et 4 pour constater l'influence de la retenue sur le cours d'eau ou de l'accumulation de physico-chimie.

Station 3 : Située à la sortie du drainage (alimentation secondaire de la retenue). Ce point va permettre de connaître la qualité d'eau entrant dans la retenue.

Station 4 : Située dans le cours d'eau en amont du déversoir d'orage et de la sortie du moine de la retenue. Ce point va permettre de connaître la qualité d'eau du cours d'eau avant la retenue.

Station 5 : Située dans le cours d'eau en aval du déversoir d'orage et de la sortie du moine de la retenue. Ce point va permettre de connaître l'impact de la retenue sur le cours d'eau en comparant les résultats avec la station 4.

Pour conclure cette deuxième sous-partie sur le choix de station, chaque station a été choisie de façon méthodologique de manière à pouvoir faire les relevés

sur plusieurs années qui nous permettent de mieux comprendre le fonctionnement de la future retenue et de celles déjà présentes. Il y a un total de 5 stations à le Theil, 3 stations à Tronget et 5 stations à Villefranche d'Allier. Pour la sous-partie suivante, il sera présenté les différents protocoles à utiliser selon la nature de la station.

II-3. Méthode de prélèvement

Cette troisième sous-partie évoquera les méthodes de prélèvement préconisées par le laboratoire d'analyse qui permettent d'obtenir l'accréditation Cofrac sur les résultats pour les différents paramètres choisis et pour les différents milieux aquatiques rencontrés sur les différentes stations positionnées.

II-3.1. Protocole Étang

Afin de prélever les eaux dans les milieux stagnants, le protocole est le suivant. Sur nos stations il s'agit soit de mares soit de retenues. Il faut donc :

- Se laver les mains.
- Ouvrir les trois flacons fournis par le laboratoire juste avant de prélever l'eau.
- Plonger les flacons 20 cm environ en dessous de la surface de l'eau.
- Laisser les flacons se remplir.
- Reboucher rapidement les flacons et les conserver au réfrigérateur (environ 5°C, ne pas mettre les flacons dans le bac à légumes).

II-3.2. Protocole Rivière

Afin de prélever les eaux situées en cours d'eau, le protocole est le suivant. Sur nos stations il s'agit soit de fossés-cours d'eau soit de cours d'eau. Le prélèvement s'opère de la manière suivante :

- En cas de prélèvement à pied directement dans le cours d'eau, l'opérateur pénètre par l'aval du point de prélèvement. Il effectue l'échantillonnage en amont de son positionnement afin de ne pas échantillonner la masse d'eau perturbée par sa présence.
- Rincer trois fois le flacon et son bouchon avec l'eau du cours d'eau en veillant à ne pas prendre l'eau en surface. L'eau de rinçage est rejetée en aval de la zone d'échantillonnage.
- Égoutter le flacon.
- Plonger le flacon dans l'eau avec le goulot orienté vers le bas selon une inclinaison d'environ 45°.

- Tourner lentement le flacon de sorte qu'il soit parallèle au lit du cours d'eau, col orienté vers le préleveur.
- Remplir le flacon lentement en évitant le dégazage.
- Lorsque le flacon est plein, l'agiter doucement afin de libérer les bulles d'air.
- Fermer le flacon directement sous l'eau.

II-3.3. Conditions de prélèvement

La climatologie et notamment la pluviométrie durant les prélèvements et en amont de ceux-ci est un facteur important pour pondérer nos résultats. En effet, une absence de pluie sur la période précédant les prélèvements va augmenter les différentes concentrations des éléments présents dans l'eau en raison de l'évaporation de l'eau, ce phénomène sera surtout marqué dans les plans d'eau, pour nous les mares et les retenues. A l'inverse, les pluies viennent diluer les concentrations en ajoutant de l'eau. En plus de cette dilution les pluies possèdent leur propre qualité de l'eau ce qui peut venir modifier les concentrations.

Les prélèvements et l'envoi des échantillons au laboratoire ont été réalisés le mardi 7 novembre 2023. A cette date le temps en Allier était ensoleillé et il n'y avait pas de vent (rafale max 0 km/h) selon la station de Meillers sur info-climat. Les deux stations météo que nous utiliserons dans cette partie sont les stations de Meillers et de Saint-Bonnet-de-Four. Ce sont les stations les plus proches de nos différentes retenues et qui présentent les informations dont nous avons besoin sur les périodes qui nous intéressent.

Sur la station de Meillers les cumuls des pluies sur le mois d'Octobre sont les suivantes :

cumul des pluies sur le mois d'Octobre 2023 : 69,3 mm
cumul des pluies sur le mois d'Octobre 2022 : 30,6 mm
cumul des pluies sur le mois d'Octobre 2021 : 48,6 mm
cumul des pluies sur le mois d'Octobre 2020 : 83,6 mm
cumul des pluies sur le mois d'Octobre 2019 : 51,0 mm

Sur la station de Meillers les cumuls des pluies sur le mois de Novembre sont les suivantes :

cumul des pluies sur le mois de Novembre 2022 : 51,0 mm
cumul des pluies sur le mois de Novembre 2021 : 52,4 mm
cumul des pluies sur le mois de Novembre 2020 : 18,0 mm
cumul des pluies sur le mois de Novembre 2019 : 116,6 mm

Pour ces deux mois il pleut donc en moyenne 57,9 mm par mois. En étudiant 2022 nous nous situons dans la norme.

Les valeurs de pluviométrie sur la semaine précédant nos prélèvements sont prises sur la station de Saint-Bonnet-de-Four car certaines données étaient manquantes à Meillers, sûrement en raison d'un dysfonctionnement de la station. Les données sont donc les suivantes :

7 novembre : 0 mm

6 novembre : 1 mm

5 novembre : 2,6 mm

4 novembre : 18,6 mm

3 novembre : 3,3 mm

2 novembre : 4,6 mm

1 novembre : 7 mm

Total des pluies sur la semaine précédant les prélèvements : 37.1 mm

Sur la semaine précédant nos prélèvements, les pluies correspondent à 64 % des pluies moyennes sur un mois à cette période de l'année. Dans une situation normale, nous devrions avoir une valeur autour de 25 %. Nous avons donc une pluviométrie remarquable sans être exceptionnelle, qui correspond par exemple à la pluviométrie du mois de novembre 2019 ce qui peut donc avoir modifié nos résultats.

Pour conclure cette troisième sous-partie portant sur le protocole fournie par le laboratoire A, il y a deux protocoles différents, un étang et une rivière. D'autre part, il y a aussi les conditions de prélèvement sur les stations qui diffèrent. Le prélèvement ayant été effectué le 7 novembre 2023, jour ensoleillé, mais la semaine d'avant était très pluvieuse. Les éléments qui seront apportés dans la grande partie trois présenteront les biais puis les résultats et pour finir les interprétations apportées par les éléments présentés dans outils et méthodes.

III-Résultats

Cette troisième grande partie portera sur la présentation des différents résultats obtenus lors de cette première partie de l'étude. Puis, ils seront analysés et interprétés en faisant un lien entre la biodiversité et la physico-chimie.

III-1. Biais sur les résultats

Cette sous-partie permet de démontrer les biais par rapport aux résultats qui sont importants à prendre en compte. En effet, nos résultats ne sont pas des valeurs absolues et présentent des biais, sous la forme de différents facteurs, qui ont pu les modifier.

Dans un premier temps, les résultats découlent de prélèvements ponctuels et on peut donc questionner leur représentativité. En effet, les prélèvements ont été réalisés au début du mois de novembre, en pleine saison d'automne. Dans ces conditions, la végétation présente sur le site est en train de passer en période de sommeil, elle n'est pas très active, ce qui va jouer sur la concentration des différents paramètres analysés. De plus, pour les retenues qui récupèrent des eaux passées dans des cultures (Tronget et Villefranche), la période de prélèvement ne correspond pas à une période de forte utilisation d'intrants. Enfin, comme vu précédemment sur la semaine précédant le prélèvement, on peut noter une pluie importante qui peut avoir modifié les résultats.

Les préleveurs peuvent aussi avoir impacté les résultats. En effet, les prélèvements n'ont pas été réalisés par des professionnels et même si un protocole fourni par le laboratoire a été suivi, les prélèvements peuvent avoir été mal réalisés. Ce risque reste tout de même bien moins important que le premier point abordé.

Enfin, il reste possible qu'une pollution ponctuelle sur les bassins versants ou dans les cours d'eau des retenues collinaires ait eu lieu dans les jours précédant les prélèvements. Ce risque reste tout de même faible.

Tous ces facteurs modifient de manière imprévisible les résultats et ce même si le minimum de risque à été pris lors du choix des prélèvements et leur réalisation. Les résultats présentent donc des biais qui n'ont pu être évités et qui sont difficilement quantifiables.

Pour conclure cette première sous-partie sur les possibles biais. Il y a la période de la prise des données qui s'est effectuée en novembre avec de fortes précipitations. Les données peuvent aussi être biaisées par la prise du prélèvement, car l'analyse n'a pas été réalisée par des professionnels. Ensuite dans la sous-partie suivante, il sera présenté les résultats avec les possibles biais cités.

III-2. Présentation des résultats

Cette deuxième sous-partie présente les résultats obtenus de manière brute de façon à ne pas les orienter. Ces données seront présentées par retenue et ne seront pas comparées les unes aux autres.

III-2.1. Résultats au Theil

Pour cette retenue, on constate une diminution du taux d'oxygène entre Theil 1 et Theil 4 de 1,3 mg/l. Les niveaux d'oxygène de Theil 2 et Theil 3 sont relativement bas selon les attentes de la LEMA, avec respectivement 2,4 mg/l et 3,9 mg/l pour Theil 2 et Theil 5, alors que la norme établie par la LEMA pour un bon état en oxygène est fixée à 6 mg/l ou plus.

Un autre paramètre préoccupant est le taux de phosphore total, qui augmente de l'amont vers l'aval. Il débute à 0,45 mg/l à Theil 1 et atteint 6,74 mg/l à Theil 4, indiquant une accumulation de phosphore le long du cours d'eau.

Le paramètre crucial pour cette retenue est la microbiologie. La norme que nous avons établie pour les Escherichia coli et les entérocoques est de 10/100 ml, conformément à la norme de potabilité. Deux prélèvements ont été réalisés, l'un à Theil 1 et l'autre à Theil 4. Les résultats montrent des conditions médiocres pour ce paramètre : à Theil 1, les Escherichia coli sont à 3511/100 ml et les entérocoques à 1376/100 ml, puis une nette diminution est observée à Theil 4 avec les Escherichia coli à 247/100 ml et les entérocoques à 791/100 ml.

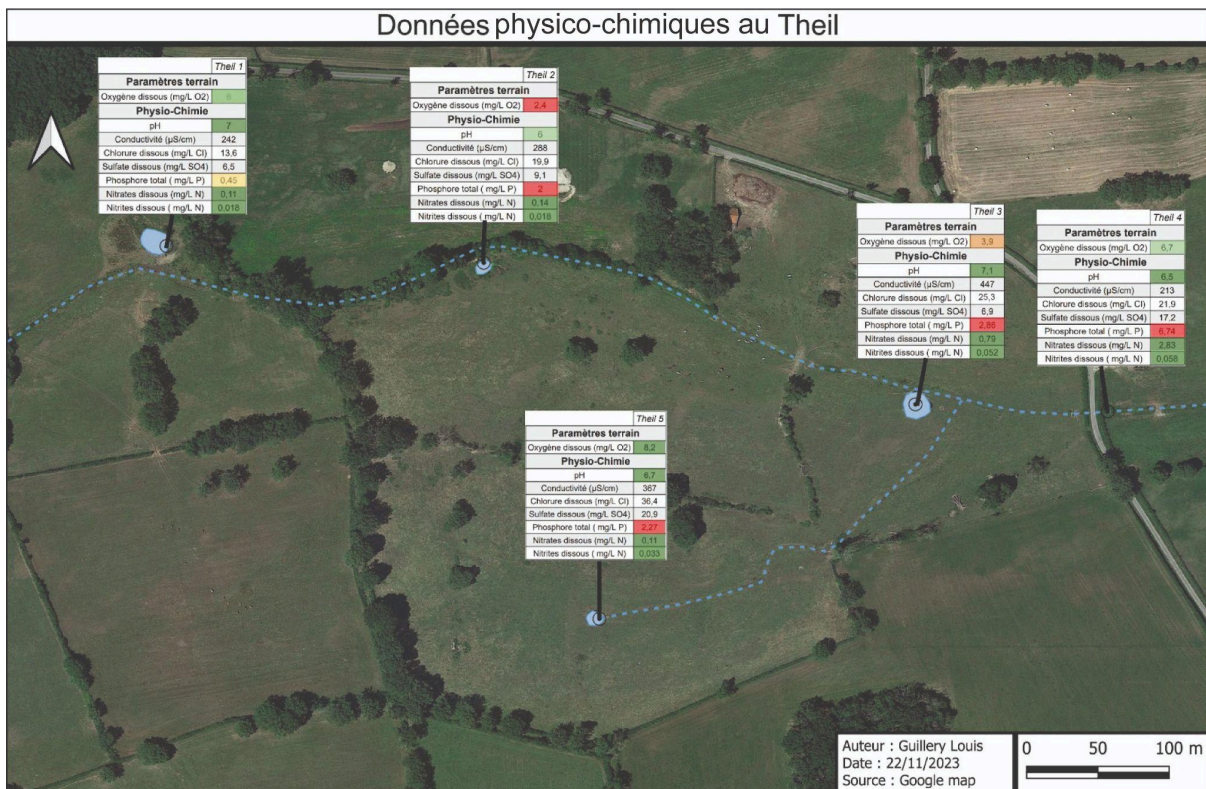


Figure 37 : Carte données physico-chimiques au Theil

Grâce à l'ensemble de ces résultats, il a été réalisé une carte de l'état écologique sur les paramètres physico-chimiques par rapport aux attendus de la LEMA. Le cours d'eau où se jette l'eau de la retenue est classé en état moyen avec la biodiversité. L'eau provenant du fossé est classée pour la physico-chimie en mauvais état comme le montre la carte ci-dessous.

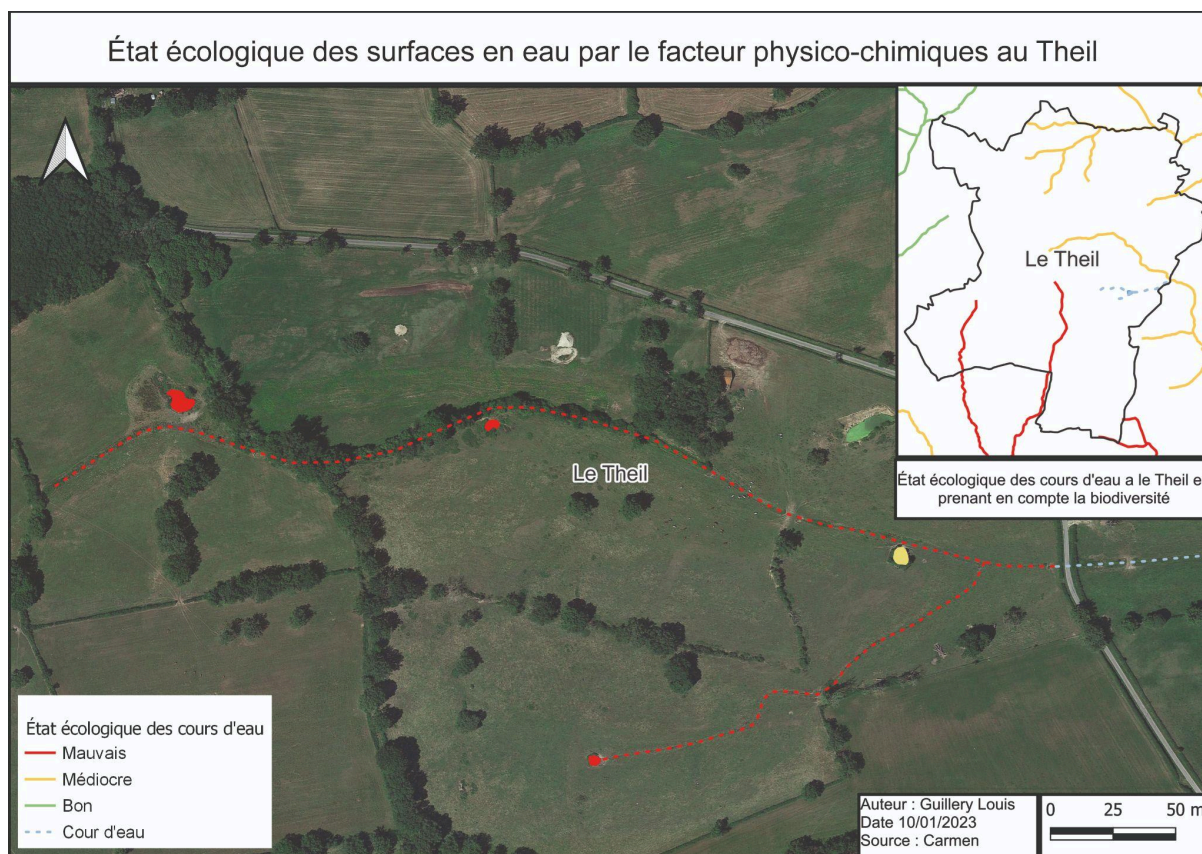


Figure 38 : Carte état écologique des surfaces en eau par le facteur physico-chimique au Theil

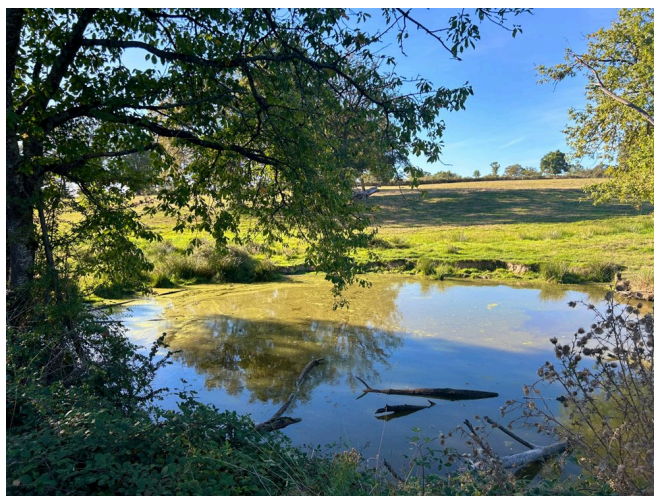
Concernant la biodiversité présente sur le site de la future retenue, il est indispensable de comprendre les milieux présents aux environs des sites des retenues. Des précédents résultats, acquis par Symbiose Allier, font état des milieux présents grâce à des inventaires floristiques et faunistiques qui définissent les milieux. Parmi les inventaires sur ce site, on retrouve essentiellement des zones humides, des prairies et plusieurs linéaires de haies. Ces espèces peuvent être révélatrices d'une physico-chimie spécifique sur les stations.

Concernant les zones humides, il a été dénombré 9 mares sur le bassin versant direct de la future retenue. Leur aspect varie selon les pièces. Il sera traité ici uniquement les mares qui font l'objet de prélèvement et d'analyses, à savoir 4 mares selon notre nomenclature qui correspondra à celle de l'étude.

La Mare 1 (cf nomenclature des prélèvements) présente une biodiversité classique avec des héliophytes et des hydrophytes, une strate arbustive composée de genêts à

balais (*Cytisus scoparius*) avec des ronciers et une strate arborée peu développée (2 arbres seulement).

Ces plantes entourant la mare sont nitrophiles.



(46.350904, 3.137824), 02/10/23, Thomas Perthuis

Figure 39 : Photo mare 1 Le Theil

La mare 2 présente une grosse densité de lentille d'eau (*Lemna minor*), une strate herbacée régulièrement piétinée par les bovins constituée de joncs (*Juncus effusus*) de Glycérie flottante (*Glyceria fluitans*), et de Lycopode d'Europe (*Lycopus europaeus*) avec une strate arbustive dont des Ronces (*Rubus* sp.), des Genêts à balais (*Cytisus scoparius*), du Cornouiller sanguin, des saules (*Salix aurita*) sans aucune strate arborée repérée. Ces plantes entourant la mare sont nitrophiles.



(46.350661, 3.140803), 02/10/23, Louis Guillery

Figure 40 : Photo mare 2 Le Theil

La mare 3 présente une strate herbacée peu développée, où il y a la présence de Gaillet des marais (*Galium palustre*) et de Jonc épars (*Juncus effusus*). Il n'y a quasiment que la strate arbustive et arborée, l'ombrage fort empêchant le

développement d'hydrophytes. La strate arbustive est composée de ronciers (*Rubus fruticosus*) ainsi que de nombreux Églantiers (*Rosa Canina*), de Prunellier (*Prunus spinosa*) et d'Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*). Concernant la strate arborée, on trouve différentes espèces comme du Merisier (*Prunus avium*) et du Frêne commun (*Fraxinus excelsior*). Ces plantes entourant la mare sont nitrophiles. Cependant certaines plantes comme le frêne sont consommatrices d'azote et de phosphore.



(46.349790, 3.144730), 02/10/23, Louis Guillery

Figure 41 : Photo mare 3 Le Theil

La mare 5, situé sur le second versant en amont de la retenue est elle aussi constituée sur la zone en eau, de lentilles d'eau (*Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*), de Glycérie flottante (*Glyceria fluitans*), la Renoncule à feuilles de lierre (*Ranunculus hederaceus*). Concernant la strate herbacée présente sur les berges, un fort piétinement crée une zone abrupte avec des joncs épars (*Juncus effusus*), de la Renoncule (*Ranunculus sardous*), de la Renouée poivre d'eau (*Persicaria hydropiper*). Concernant la strate arbustive, celle-ci se compose principalement de Prunelliers, de Ronces et d'Aubépines monogynes. Ces plantes entourant la mare sont nitrophiles.



(46.348427, 3.141806), 14/06/23, Maxime Durieu

Figure 42 : Photo mare 5 Le Theil

Pour le fossé en aval (Relevé 4), nous sommes sur un milieu totalement fermé avec une végétation neutrophile dominée par le scirpe des bois (*Scirpus sylvaticus*) avec notamment la présence de Carex (*Carex vesicaria*), de Jonc (*Juncus effusus*) avec la présence de Menthe aquatique (*Mentha aquatica*). Ces plantes entourant la mare sont nitrophiles.



(46.350162, 3.149892), 14/06/23, Maxime Durieu

Figure 43 : Photo fossé en aval Le Theil

Par ailleurs, le site actuel présente une diversité importante de prairie au faciès différents. Ces derniers sont nommés en fonction des inventaires naturalistes effectués. Elles peuvent permettre une meilleure compréhension des prélèvements sur les milieux humides par drainage.

On retrouve des prairies pâturées méso-eutrophes plutôt fraîches en amont de la future retenue. Les espèces caractéristiques étant la crétnelle (*Cynosorus cristatus*) la houlque laineuse (*Holcus lanatus*), la renoncule rampante (*Ranunculus repens*), on trouve aussi des trèfles (*Trifolium repens*, *Trifolium pratens*), de la Grande oseille (*Rumex acetosa*), du Ray-grass (*Lolium perenne*) et du Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*).

Par ailleurs, on retrouve une prairie pâturée eutrophe perturbée avec des espèces comme le Brome mou (*Bromus hordeaceus*), le Céraiste commun (*Cerastium fontanum*) ou le Sisymbre (*Sisymbrium officinal*).

Un autre faciès prairial correspond à une zone de prairies rudéralisées avec un recouvrement important d'Orge des rats (*Hordeum murinum*), de Gaillet gratteron (*Galium aparine*) ou encore de la Patience à feuilles obtuses (*Rumex obtusifolius*). Par ailleurs, on en trouve d'autres avec du Vulpin des prés (*Alopecurus pratensis*), Géranium à feuilles découpées (*Geranium dissectum*).

De plus, il y a aussi une prairie de buttes avec des petites zones de fourrés qui se caractérise par du gaillet comme du Gaillet gratteron (*Galium aparine*). Enfin, on trouve une prairie pâturée méso-eutrophe légèrement humide avec du Vulpin des prés (*Alopecurus pratensis*), de la Cirse des champs (*Cirsium arvense*) et du Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*). Ces plantes des écosystèmes prairiaux sont aussi à tendance nitrophile.

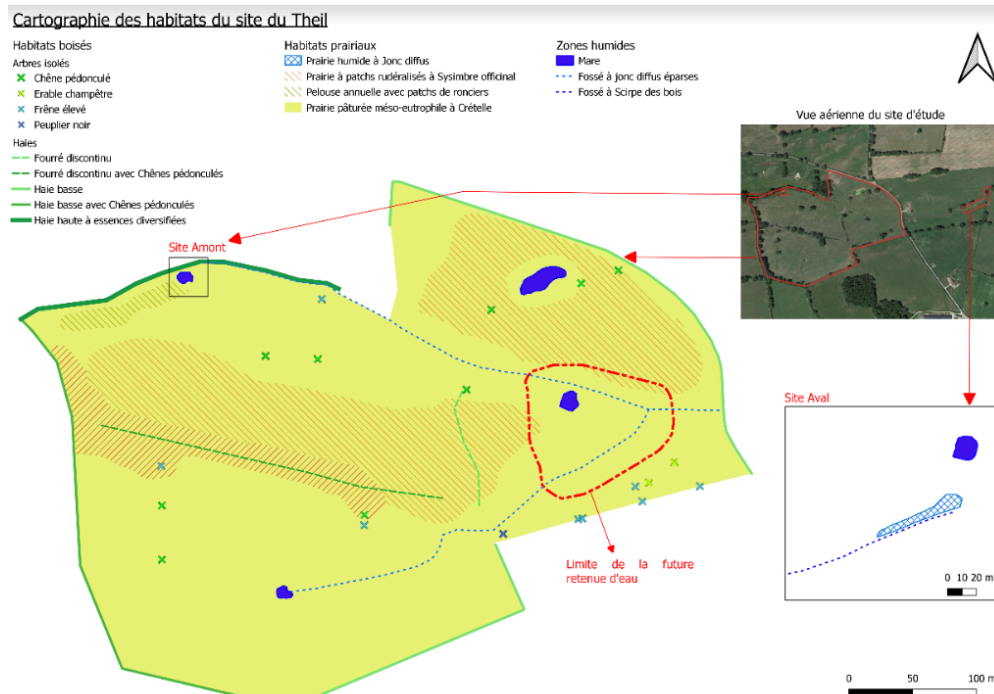


Figure 44 : Cartographie des habitats du site du Theil

Enfin, on remarque un réseau de haie qui regroupe des essences assez diversifiées. Par ailleurs, une haie a un caractère plus humide en longeant un fossé. Elle se compose principalement de fourrés de *Salix aurita*.

La question du nitrate est importante, en effet il faut prendre connaissance des plantes qui sont à tendance nitrophile c'est-à-dire des plantes qui aiment être dans les milieux avec une présence accrue de nitrate. Cela permet par la suite de comparer les résultats obtenus du nitrate dans la zone d'étude avec les plantes. Et donc permettre de voir si les plantes ont une influence sur les résultats obtenus par rapport aux analyses nitrates.

Au Theil, la tendance globale des plantes est d'être nitrophile. Les milieux sont peuplés par une faune variée. On retrouve des taxons tels que les lépidoptères, les odonates, l'avifaune et l'herpétofaune dont les reptiles et les amphibiens. De plus des espèces protégées comme des sonneurs à ventre jaunes ont été observées sur une mare à proximité du site.

III-2.2. Résultats Tronget

Pour Tronget, il n'y a qu'un seul paramètre qui est médiocre en ce qui concerne le phosphore à la station Tronget 3, qui est à 0,53, correspondant à la sortie du moine de la station. Sur les trois relevés de phosphore, on constate qu'il y a une petite accumulation de cet élément. Pour les autres paramètres, ils sont répartis en deux catégories : soit en bon état, soit en très bon état. Ces résultats peuvent être conditionnés potentiellement par les pluies récentes ou bien par le fait que la retenue soit récente et n'ait pas encore eu le temps de capter suffisamment d'éléments.

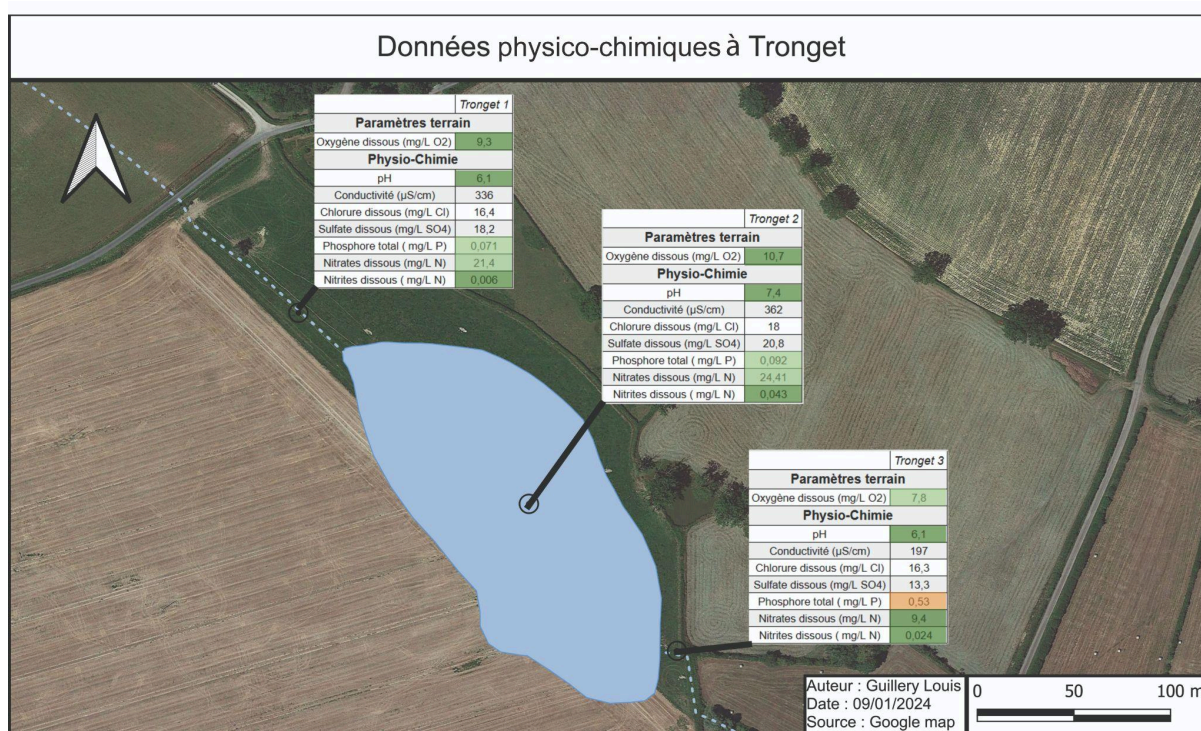


Figure 45 : Carte des données physico-chimiques à Tronget

Grâce à l'ensemble de ces résultats, il a été réalisé une carte de l'état écologique sur les paramètres physico-chimiques par rapport aux attendus de la LEMA. Le cours d'eau où se jette l'eau de la retenue est classé en bon état avec la biodiversité. L'eau provenant du fossé est classée pour la physico-chimie en bon état et dans la retenue et le fossé provenant de la mare est en état moyen comme illustré sur la carte ci-dessous.

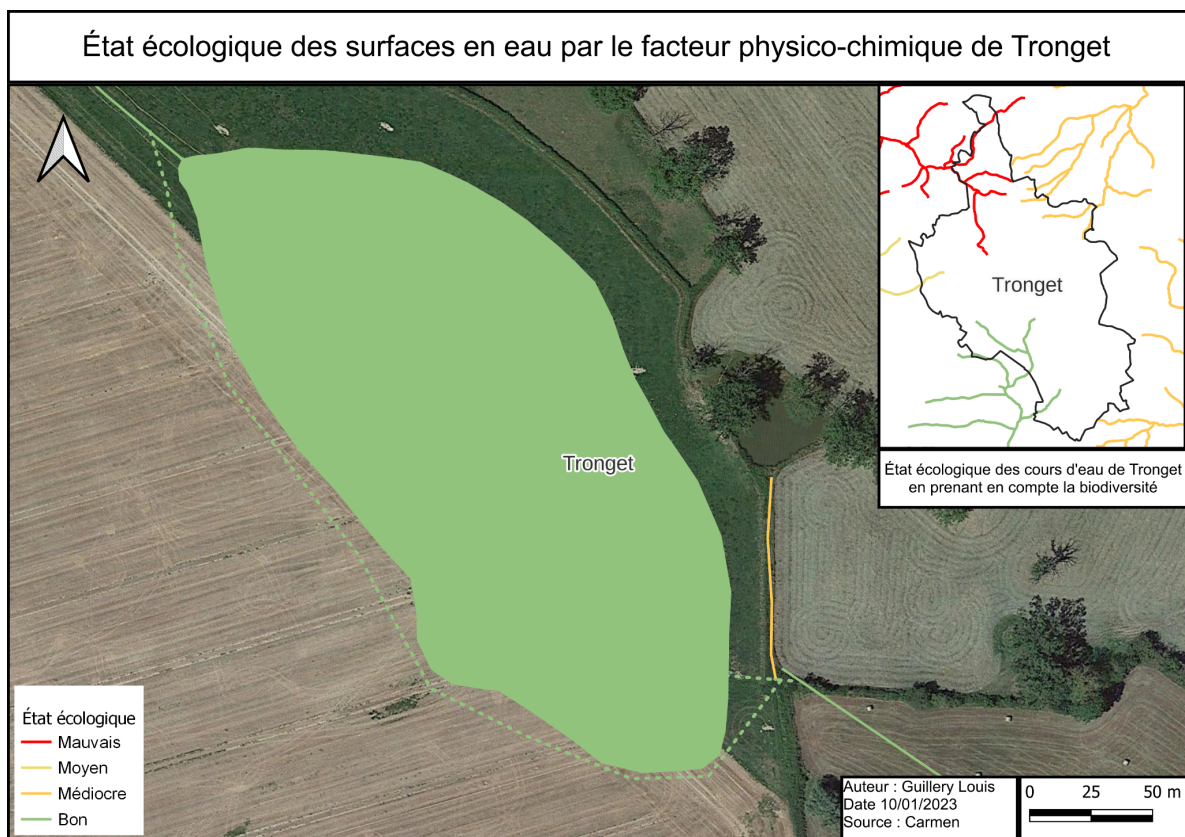


Figure 46 : Carte de l'état écologique des surfaces en eau par le facteur physico-chimique de Tronget

Concernant la retenue du Tronget, nous pouvons observer des milieux différents mais qui restent des végétations pionnières. (Voir les images ci-dessous).

En effet sur le relevé numéro 1, il y a la présence de plusieurs espèces herbacées présentes comme le Jonc épars (*Juncus effus*), le pâturin annuel (*Poa annua*), le Lotus (*Lotus pedunculatus*) ou encore la renoncule rampante (*Ranunculus repens*).

Sur le relevé numéro 2, il y a la présence de différentes herbacées comme le Trèfle blanc (*Trifolium repens*), la Renouée des oiseaux (*Polygonum aviculare*) et aussi des espèces dites héliophytes comme la Renouée poivre d'eau (*Persicaria hydropiper*).

Sur le relevé numéro 4, il y a la présence d'une flore déjà observée auparavant, comme des Jonc épars (*Juncus effus*), de la renoncule rampante

(*Ranunculus repens*) et d'autres espèces comme du Plantain d'eau (*Alisma plantago*) ou encore la spergulaire rouge (*Spergularia rubra*).

Sur le relevé numéro 5, il y a la présence de nombreuses espèces de plantes comme le Vulpin des prés (*Alopecurus pratensis*), le Gaillet des marais (*Galium palustre*) ou encore la véronique des ruisseaux (*Veronica beccabunga*). Ce sont des espèces dites héliophytes. Ce relevé est peu perturbé par la station.

La plupart des plantes sur cette retenue sont là aussi nitrophiles.



Retenue collinaire de Tronget (Maxime Durieu)
Figure 47 : Photos de la retenue collinaire de Tronget

III-2.3. Résultats Villefranche-d'Allier

Les paramètres relevés à Villefranche-d'Allier indiquent que tout est au minimum en bon état, sauf pour la première station et les stations situées le long du cours d'eau, en ce qui concerne les paramètres du phosphore. Nous remarquons une qualité médiocre pour la station 1 située près de la retenue, avec un taux de 0,32 mg/l. En ce qui concerne les stations le long du cours d'eau, le taux de phosphore est presque constant entre les deux points : 1,12 mg/l pour la station 4 et 1,07 mg/l pour la station 5, et ils présentent un état jugé mauvais.

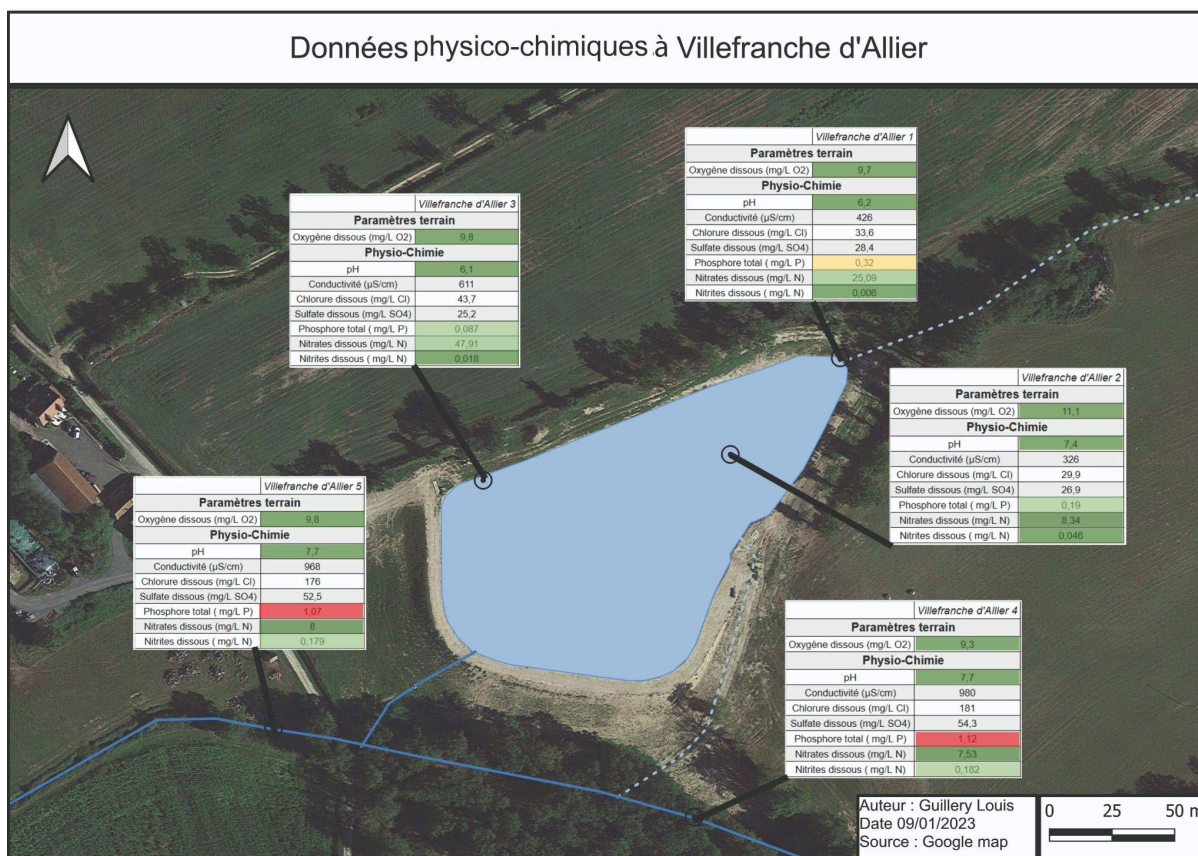


Figure 48 : Carte des données physico-chimiques à Villefranche-d'Allier

Grâce à l'ensemble de ces résultats, il a été réalisé une carte de l'état écologique sur les paramètres physico-chimiques par rapport aux attendus de la LEMA. Le cours d'eau où se jette l'eau de la retenue est classé en état médiocre avec la biodiversité. L'eau provenant du fossé est classée pour la physico-chimie en état médiocre et pour la retenue et le fossé provenant de la mare en bon état, mais a contrario le cours d'eau est en état mauvais comme illustré sur la carte ci-dessous.

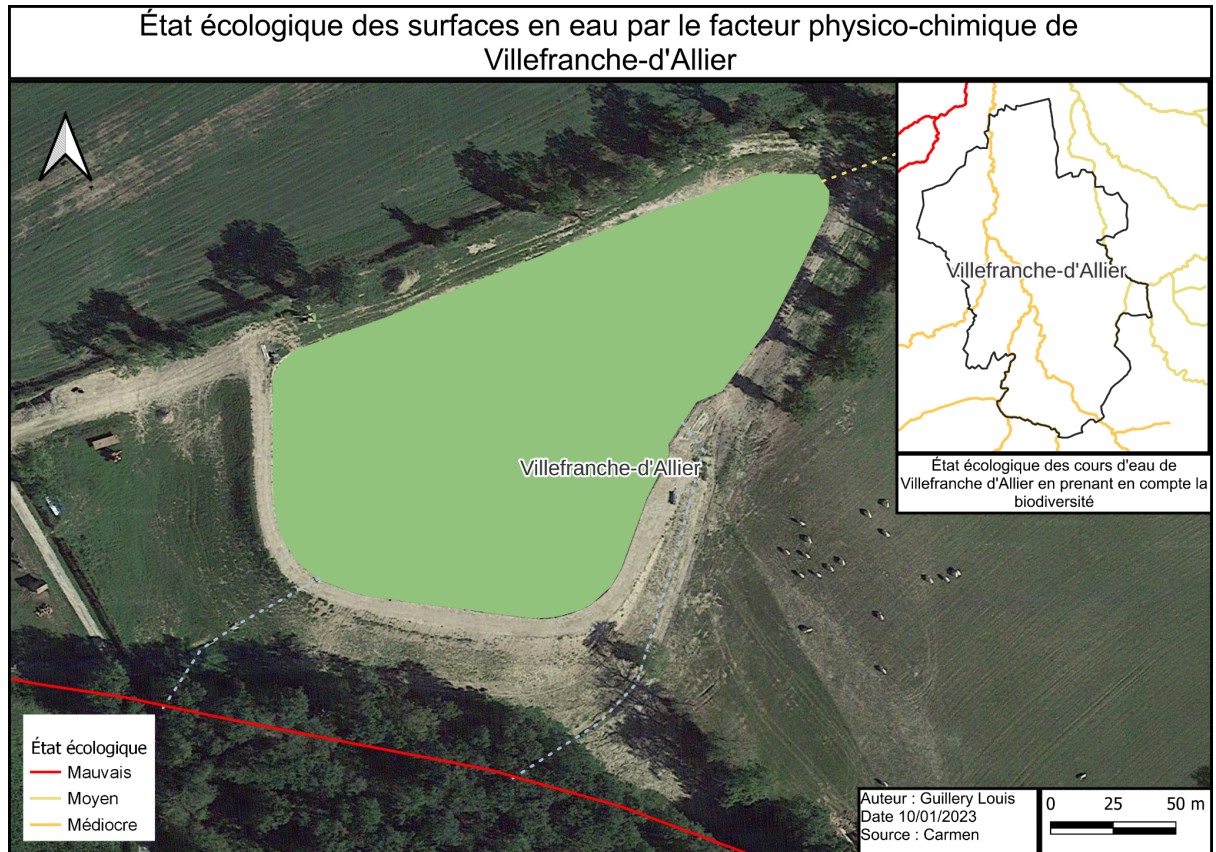


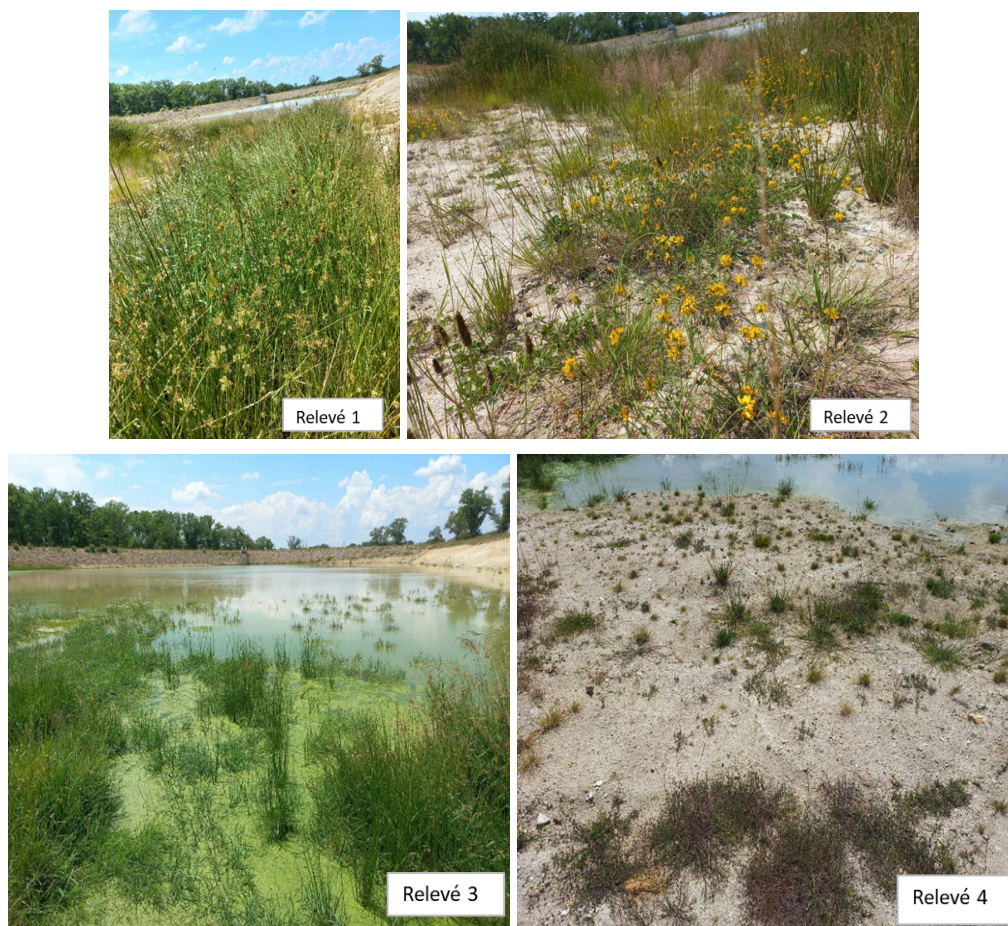
Figure 49 : Carte de l'état écologique des surfaces en eau par le facteur physico-chimique de Villefranche-d'Allier

Concernant la retenue de Villefranche d'Allier, nous pouvons observer des milieux différents des milieux humides en queue de retenue comme sur la photo 1 et 3.

Sur ces deux milieux, il y a la présence d'une faune d'hélophytes, qui aime la présence de l'eau et des milieux humides. La présence de lotier des marais (*Lotus pedunculatus*), et des Joncs des marais (*Juncus effusus*)

Sur les photos 2 et 4, nous avons des milieux sableux argileux sur les bords des retenues.

Sur ces milieux il y a plusieurs espèces comme des Jonc épars (*Juncus effusus*), des lentilles d'eau (*Lemna minor*), de la menthe pouliot (*Mentha pulegium*) et du lotier à gousse (*Lotus angustissimus*)
 Ces plantes sont principalement nitrophiles.



Retenue collinaire de Villefranche d'Allier (Maxime Durieu)
Figure 50 : Photos de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Pour conclure, cette première sous-partie présentant les premiers résultats de l'étude pour le Theil met en avant sur certaines stations un manque d'oxygène selon les normes fixées par la LEMA. D'une part, on détecte sur la plupart des stations des taux élevés de phosphore dans les mares. D'autre part, les résultats montrent des taux inquiétants de microbiologie de l'amont à l'aval de la future retenue. De plus, la carte du bon état écologique réalisée à partir des normes fixées par la LEMA selon physico-chimique, l'état du fossé est mauvais tandis que celle du cours d'eau où se jette le fossé est classée en état médiocre par rapport à la végétation. La végétation abondant la parcelle de la future retenue est majoritairement nitrophile, mais selon nos relevés, il y a peu de nitrate dans les mares et le fossé.

Pour Tronget la physico-chimie relevée est en bon état malgré un fossé en aval où il y a du phosphore en état médiocre. Tandis que l'état du cours d'eau est en bon état pour la végétation, c'est le même constat que pour le Theil.

Pour Villefranche d'Allier la physico-chimie relevée est en bon état malgré le cours d'eau en aval où il y a du phosphore en mauvais état. Tandis que l'état écologique où se jette ce cours d'eau est défini en état médiocre. Ces différentes données seront analysées dans le but de mieux comprendre et appréhender ces données. La sous-partie sera une interprétation des résultats bruts dans le but de mieux les comprendre.

III-3. Interprétation des résultats

Cette seconde sous-partie aborde une interprétation des résultats bruts exposés dans la sous-partie précédente, dans une optique de pouvoir commencer à observer des tendances, de répondre à la problématique et de pouvoir mieux comprendre les retenues.

III-3.1. Interprétation le Theil

Les résultats concernant cette retenue peuvent être influencés par la période de collecte des données, car peu de problèmes ont été détectés. Juste avant les relevés, il y a eu trois semaines de pluie qui ont probablement dilué les concentrations des éléments. De plus, la période peut aussi jouer un rôle, car il n'y avait plus de culture. Cependant, une tendance se dégage : les mares 2 et 3 semblent prédisposées à l'eutrophisation et ont probablement été touchées par ce phénomène pendant la période estivale en raison de leur faible teneur en oxygène et d'un excès de phosphore, mais sans présence de nitrate. Ainsi, il est possible que les autres mares soient également susceptibles de subir une eutrophisation.

Concernant la retenue 3, elle contient une quantité plus importante de minéraux dissous, atteignant 447 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pour comparer les données recueillies, il a été décidé de les mettre en parallèle avec la qualité physico-chimique de la masse d'eau, malgré les différences évidentes entre les retenues et le cours d'eau. Les données de référence datent de 2020 et ont été fournies par le sage Sioul à la station Bransat. Pour cette station, les nitrates sont à 15,8 mg/L, les nitrites à 0,08 mg/L, l'oxygène dissous est de 8 mg/L et le phosphore total est de 0,33 mg/L. Les paramètres nitrate et nitrite sont moins élevés dans les mares que dans le cours d'eau, tandis que le phosphore et l'oxygène sont plus élevés dans les mares que dans le cours d'eau. Ces variations peuvent être dues à la période de collecte des données.

Au vu de la végétation fortement nitrophile des différentes mares, nous devrions nous attendre à avoir une concentration importante de nitrate dans le milieu. Or ce n'est pas le cas et les concentrations en nitrates sont même relativement faibles. L'hypothèse la plus probable pour expliquer ce phénomène est que dans l'année la concentration de nitrate doit varier et être plus importante, ce qui conditionne le milieu et favorise les plantes nitrophiles.

L'autre point, ce sont les taux élevés de bactéries répertoriés dans la mare 1 qui sont énormément élevés. Cela peut venir en amont de la mare, pour cela, il aurait fallu faire un relevé en amont entre la sortie de la station d'épuration et de la mare. Afin de localiser la source du problème, il faut aussi prendre un autre point entre la mare 1 et 3 pour voir s'il y a une diminution puis une augmentation. Car la présence de ces bactéries est accentuée par le piétinement des vaches et leur déjection. Ce taux élevé pourrait être dû pour la mare 1 à une eutrophisation ou par

le fossé de sortie d'eau de la station d'épuration. Ces différentes données forment la base de comparaison pour les années à venir.

III-3.2. Interprétation Tronget

Cette retenue a été creusée assez récemment et a commencé à se remplir grâce aux dernières pluies, ce qui peut expliquer le fait que l'on n'ait qu'un paramètre qui soit médiocre à la sortie de moine. On constate que sur la plupart des paramètres, on observe une accumulation de ses éléments dans la retenue. D'autre part, sur la station 3 qui est en sortie de moine, les données correspondent à la qualité de l'eau du fossé, car la retenue était en train de se remplir donc il n'y avait pas d'eau qui sortait du moine. Ces données serviront de base de comparaison avec les données futures. Il nous a été impossible de pouvoir comparer avec les données de la physico-chimie du cours d'eau, mais le sage Cher amont ne diffuse pas leur donnée physico-chimique pour leur cours d'eau.

Un peu comme au Theil les plantes sont majoritairement nitrophiles et indiquent une présence de nitrates fortement probable dans l'année bien que la retenue ait un faible recouvrement en végétation. En effet, les concentrations en nitrate au Theil sont plus importantes par rapport à Tronget.

III-3.3. Interprétation Villefranche-d'Allier

Cette retenue est la plus vieille des trois. Lors de notre relevé la retenue commençait à se re-remplir, car elle avait presque été vidée. La qualité de l'eau qui rentre dans la retenue est en bon état hormis sur une station et un paramètre le phosphore qui est médiocre. Celui-ci provient d'un fossé en amont qui est entouré de prairies et d'une coopérative agricole, mais nous ne possédons pas assez d'informations pour expliquer ces résultats. En effet, l'hypothèse était que cela provenait des cultures, mais la sortie de drain n'a pas un taux de phosphore élevé ce qui réfute cette hypothèse. L'autre point est que le cours d'eau à un paramètre qui est en mauvais état au niveau du phosphore. Cela pourrait être expliquée par la zone industrielle qui est en amont du cours d'eau où on retrouve un abattoir, un garage automobile et une entreprise de construction ou par les champs qui se trouvent autour. Ces données forment la base des futures analyses, il nous a été impossible de pouvoir comparer avec les données de la physico-chimie du cours d'eau, mais le sage Cher amont ne diffuse pas leur donnée physico-chimique pour leur cours d'eau.

Sur la station de Villefranche, la biodiversité sur l'ensemble de la retenue est majoritairement nitrophile. Au niveau des différentes stations, les concentrations en nitrates sont relativement faibles sauf au niveau de la station 5 où la concentration est un peu plus importante. Néanmoins, elles restent dans la globalité faible et, tout,

comme sur les autres retenues, l'hypothèse la plus probable est que le taux de nitrate varient au cours de l'année et conditionne le milieu.

Pour conclure cette troisième grande partie et la troisième sous-partie sur l'interprétation pour la future retenue du Theil. Les résultats obtenus soulèvent quelques problématiques de part leur représentativité dû aux conditions de prélèvement et des événements météorologiques passés. Un certain nombre des mares présentes est susceptible d'avoir eu une eutrophisation. D'autre part, le taux élevé de microbiologie laisse à penser qu'il est lié pour l'aval au piétinement des bovins et à leur défécation. Pour l'amont, il est plus que le taux de microbiologie soit lié au rejet d'eau de la station d'épuration. La végétation suggère qu'il y a des moments dans l'année où les taux de nitrate sont plus élevés.

Pour Tronget, il a été constaté une légère accumulation du phosphore. De plus, similaire au cas du Theil, la dominance nitrophile des plantes à Tronget suggère une présence élevée de nitrates au cours de l'année.

Pour Villefranche d'Allier, il a été constaté une légère accumulation du phosphore et des flux en état médiocre dans le fossé. Malgré tout, la qualité de l'eau dans la retenue est en bon état, mais le cours d'eau en aval est classé en mauvais état. De plus, semblable au cas du Theil et de Tronget, la dominance nitrophile des plantes à Tronget suggère une présence élevée de nitrates au cours de l'année. La grande partie suivante sur la conclusion de ce rapport.

Discussion

Dans cette partie, il sera abordé les axes d'amélioration sur les relevés et de l'autre des pistes de réflexion pour les autres problématiques et les nuances à apporter au résultat.

Les premiers résultats de l'étude menée dans ce rapport portent sur l'impact sur la biodiversité des paramètres physico-chimiques. Les données récoltées sur le mois de novembre doivent être considérées dans un contexte de pluies survenues la semaine précédant les relevés. Elles ont eu comme conséquence de renouveler l'eau présente et donc d'altérer les résultats. D'autre part, la période où a eu lieu l'étude n'est pas la plus pertinente pour répondre à la problématique mais pour des raisons d'emplois du temps il n'a pas été possible de les réaliser en période estivale, qui est la période la plus représentative pour les paramètres étudiés. L'implantation de retenues est justifiée par un bilan hydrique négatif sur le département de l'Allier et par une interdiction de pompage d'eau dans les nappes en période estivale. En ce qui concerne la pédologie, elle nous indique que les sols de nos retenues sont pauvres et favorise l'élevage et notamment la production de bovins. Les sols sont des brunisols sur la retenue du Theil et celle de Tronget. Par ailleurs, à Villefranche-d'Allier, il y a des luvisols. La présence d'élevage autour des retenues va entraîner une pollution caractéristique et favoriser le développement microbologique. Par ailleurs, les roches présentes sur les sites favorisent les concentrations importantes en phosphore. Enfin, les retenues sont peuplées par de nombreuses espèces floristiques inféodées aux milieux humides mais qui ne semblent pas en corrélation directe avec les résultats physico-chimiques. Pour le Tronget et Villefranche l'impact des retenues collinaires sur la biodiversité reste assez faible au regard de la qualité de l'eau. En effet, sur les paramètres étudiés la présence des retenues concentre les polluants mais pas au point de faire baisser la qualité de l'eau au regard des valeurs de la LEMA. Pour le Theil l'état des lieux donne des valeurs de bonne qualité physico-chimique mais au contraire de très mauvaise qualité pour la microbiologie qui seront à prendre en compte dans la suite de l'étude. Ces analyses permettent donc de comprendre l'impact des retenues sur la physico-chimie de l'eau mais ce n'est pas le seul facteur qui impacte la biodiversité et qui peut être modifié par les retenues. En effet, les variations de niveau d'eau notamment perturbent et conditionnent fortement la biodiversité. Pour des raisons pratiques il n'a pas été possible de réaliser des mesures sur ce paramètre or il risque de conditionner la biodiversité de manière bien plus importante que la physico-chimie.

Malgré cela, il a été possible d'obtenir plusieurs résultats comme la présence importante de phosphore dans tous les relevés, des taux qui sont établis par la LEMA comme mauvais, cela peut être en partie expliqué par la géologie qui fait des apports de phosphore.

Le Theil

Il a pu être déterminé qu'à la future retenue collinaire au Theil, chacune des mares ne possède pas les mêmes taux sur les paramètres physico-chimiques. Il y a une accumulation entre l'amont et l'aval de ses paramètres. A contrario, il a été constaté une diminution de la microbiologie, mais qui reste malgré tout très élevée. Néanmoins, la végétation présente pour un paramètre ne correspond pas. En effet, la végétation est nitrophile mais on a une présence faible de nitrate et de nitrite alors que l'on a un surplus de phosphore.

Dans le but de mieux comprendre la provenance des éléments physico-chimiques et de la microbiologie, il serait pertinent de faire d'autres relevés. Notamment un relevé à la sortie du busage des rejets de la station d'épuration dans le but de savoir ce qui en sort et si c'est elle qui est en cause pour le développement de la bactériologie. Afin de mieux percevoir l'évolution de la bactériologie, il faudrait faire un relevé entre le Theil 1 et le Theil 3.

Pour le point du marnage, il serait intéressant pour prendre cette donnée d'utiliser une échelle limnimétrique dans le but de répertorier l'évolution du marnage au fur et à mesure du temps avec un pluviomètre qui permettra de savoir la quantité de pluie qui sera tombée sur la retenue et de combien la retenue est remplie, afin d'encore plus préciser cette évolution, on peut le coupler avec un thermomètre placé à 1,5 m et couvrir, car c'est de cette façon que météo France relève la température de cette manière, on pourra déduire l'évaporation. Dans la mesure du possible, il faudrait aussi savoir quelle quantité prélève le propriétaire. Tous ces éléments permettront de connaître l'évolution du marnage. L'idéal serait de faire ce relevé tous les jours afin de mieux comprendre l'évolution du marnage. D'autre part, pour mieux voir l'évolution de la biodiversité par le marnage, il faudrait faire des inventaires réguliers environ une fois tous les deux semaines dans le but de pouvoir détecter la végétation qui va apparaître et disparaître rapidement dû à l'évolution rapide du marnage.

Le dernier point est de faire une analyse de la qualité de l'eau sur la mare en aval de la future retenue. Elle est sûrement alimentée par une nappe, car même en plein été elle continue à déborder. Dû aux faits que l'on pense qu'elle est alimentée par une nappe lors de la création de la retenue, la nappe qui présente au niveau de la retenue sera relevée, il sera donc possible que les deux nappes soient communiquées. Donc que potentiellement la retenue influe sur la qualité de l'eau de la mare ce qui pourrait modifier les espèces présentes dans la mare.

Dans le futur, il serait intéressant de faire une analyse des sédiments contenue dans la future retenue collinaire, car les éléments physico-chimiques vont avoir pu s'accumuler dans la retenue.

Il pourrait aussi être intéressant de faire des analyses de sol dans le but de pouvoir faire une comparaison entre sa physico-chimie et celle de la qualité de l'eau de la future retenue. Donc de pouvoir déduire à quel point le sol impacte la qualité de l'eau ou l'inverse.

Tronget

Pour cette retenue, il faudrait refaire l'analyse physico-chimique de la sortie de moine la station n°3 quand l'eau de la retenue sortira par le moine. D'autre part, pour Tronget, ce qui a été déterminant est le fait que la retenue accumule plusieurs paramètres déjà étudiés qui parfois sont mauvais. Mais en se basant sur les critères de la LEMA, elle reste en bon état écologique.

Pour le point du marnage, il serait intéressant, pour prendre cette donnée, d'utiliser une échelle limnimétrique dans le but de répertorier l'évolution du marnage au fur et à mesure du temps avec un pluviomètre qui permettra de savoir la pluie qui sera tombé sur la retenue et de combien ça la remplit, afin d'encore plus préciser cette évolution, on peut le coupler avec un thermomètre placé à 1,5 m et couvrir, car c'est de cette façon que météo France relève la température de cette manière, on pourra déduire l'évaporation. Dans la mesure du possible, il faudrait aussi savoir quelle quantité prélève le propriétaire. Tous ses éléments permettront de connaître l'évolution du marnage, l'idéale serait de faire se relever tous les jours dans l'idéal afin de mieux comprendre l'évolution du marnage. D'autre part, pour mieux voir l'évolution de la biodiversité par le marnage, il faudrait faire des inventaires réguliers environ une fois toutes les deux semaines dans le but de pouvoir détecter la végétation qui va apparaître et disparaître rapidement dû à l'évolution rapide du marnage.

Dans le futur, il serait intéressant de faire une analyse des sédiments contenue dans la retenue collinaire, car les éléments physico-chimiques vont avoir pu s'accumuler dans la retenue.

Il pourrait aussi être intéressant de faire des analyses de sol dans le but de pouvoir faire une comparaison entre sa physico-chimie et celle de la qualité de l'eau de la retenue. Donc de pouvoir déduire à quel point le sol impacte la qualité de l'eau ou l'inverse.

Villefranche-d'Allier

Pour cette retenue, il faudrait faire un autre relevé sur le fossé d'alimentation plus en amont afin de pouvoir comparer les données de Villefranche 1 et de pouvoir savoir s'il y a une évolution entre les relevés. Il pourrait être intéressant de savoir si la source de pollution au phosphore dans la mesure où il est possible pour le propriétaire de remplir sa retenue avec l'eau qui provient de la rivière. En amont de

cette rivière, elle se sépare en deux parties, une provenant d'un fournisseur de matériel agricole et de l'autre un fossé ou l'eau provient de la zone industrielle avec un garage automobile et un abattoir.

Pour le point du marnage, il serait intéressant pour prendre cette donnée d'utiliser une échelle limnimétrique dans la butte de répertorier l'évolution du marnage au fur et à mesure du temps avec un pluviomètre qui permettra de savoir la pluie qui sera tombé sur la retenue et de combien ça la remplit, afin d'encore plus préciser cette évolution, on peut le coupler avec un thermomètre placé à 1,5 m et couvrir, car c'est de cette façon que météo France relève la température de cette manière, on pourra déduire l'évaporation. Dans la mesure du possible, il faudrait aussi savoir quelle quantité prélève le propriétaire. Tous ses éléments permettront de connaître l'évolution du marnage, l'idéale serait de faire se relever tous les jours dans l'idéal afin de mieux comprendre l'évolution du marnage. D'autre part, pour mieux voir l'évolution de la biodiversité par le marnage, il faudrait faire des inventaires réguliers environ une fois tous les deux semaines dans le but de pouvoir détecter la végétation qui va apparaître et disparaître rapidement dû à l'évolution rapide du marnage.

Dans le futur, il serait intéressant de faire une analyse des sédiments contenue dans la retenue collinaire, car les éléments physico-chimiques vont avoir pu s'accumuler dans la retenue.

Il pourrait aussi être intéressant de faire des analyses de sol dans le but de pouvoir faire une comparaison entre sa physico-chimie et celle de la qualité de l'eau de la retenue. Donc de pouvoir déduire à quel point le sol impacte la qualité de l'eau ou l'inverse.

Conclusion

Pour l'aboutissement de ce rapport, il a été mis en avant les particularités de l'Allier et des trois communes de l'étude (le Theil, Tronget, Villefranche d'Allier). Ces communes sont toutes tournées vers l'élevage conditionné par la géologie et la pédologie. Dans ce rapport, il est mentionné le besoin évident de créer un protocole pour les milieux lenticules sur la physico-chimie en utilisant comme critère le bon état écologique fixé dans la LEMA malgré qu'il soit développé pour les milieux lotiques. Dans la mesure où il n'en existe pas pour les milieux lenticules, il reste tout de même un bon indicateur. Les paramètres physico-chimiques utilisés dans cette étude sont l'oxygène dissous, la conductivité, les chlorures, les sulfates, le phosphore, les nitrates, le pH, et la bactériologie.

Pour le moment, les résultats de la qualité de l'eau des retenues collinaires ne semblent pas établir de lien, ou du moins pas encore, entre la biodiversité et la physico-chimie induite par les retenues collinaires.

En revanche, les résultats ont mis en évidence le problème du phosphore dans la plupart des retenues. De plus, la végétation étant nitrophile, et présente dans les retenues ou leurs abords, elle se situe dans une eau peu riche en nitrates et nitrites. Ce résultat est surprenant et peut indiquer que la concentration varie en fonction de la période de l'année avec des saisons où elle conditionne la biodiversité.

Retour d'expérience

Pour répondre aux attentes du projet, il est important de bien connaître son territoire et les acteurs qui sont présents sur place. Dans le cadre de notre étude, nous avons pris connaissance du territoire et des infrastructures présentes, notamment les retenues collinaires.

Tout au long de notre étude, nous avons acquis plusieurs compétences, pour commencer une connaissance importante sur le sujet en générale, en effet les retenues collinaires est un terme nouveau pour l'ensemble du groupe. Par la suite nous avons acquis de nombreuses aptitudes comme par exemple les échéances de correction pour le rapport, analyser les données terrains sur un temps imparti.

Ensuite au cours du projet, plus particulièrement sur les sorties terrains, nous avons adopté une posture professionnelle aussi bien avec notre commanditaire et les propriétaires des terres et des retenues collinaires. En effet, ce qui est difficile est de s'adapter en fonction des connaissances de chacun et des termes techniques utilisés par les agriculteurs. Cependant, concernant les analyses terrains de chaque zone d'études, nous avons su nous adapter pour palier à différents problèmes comme par exemple la présence de bovins sur les zones d'analyses.

Pour finir, de ce qui est de l'organisation du travail, qu'il soit aussi bien bureautique que d'analyses terrain, nous nous sommes adaptés ensemble face aux différentes qualités et connaissances de chacun. Nous avons formé des groupes de travail en fonction des infinis déjà présentes pour un meilleur avancement tout au long de la rédaction du projet. Dans le groupe, certaines tâches ont été affectées en fonction des facilités et des difficultés de chacun.

Pour l'ensemble du groupe, tout au long du projet, nous avons acquis de nombreuses compétences, des nouvelles connaissances que nous pourrions mettre à profit durant nos périodes de stage et notre vie professionnelle future.

Table des matières

Sommaire	1
Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	4
Introduction	5
I-Contexte de l'étude	7
I-1. Commande.....	7
I-2. État des connaissances.....	8
I-2.1 État des lieux de la connaissance sur la biodiversité aquatique.....	8
I-2.2 État des lieux de la connaissance sur les retenues collinaires.....	10
I-3. Contexte territorial multiscale.....	11
I-3.1 Echelle départementale.....	12
I-3.2 Echelle communale.....	19
I-3.2.1 Le Theil.....	19
I-3.2.2 Tronget.....	24
I-3.2.3 Villefranche-d'Allier.....	28
II-Outils et méthodes	34
II-1. Le choix du protocole de mesures.....	34
II-1.1. Protocole.....	37
II-1.2. Moyen de prise de mesure.....	38
II-1.2.1. Choix du laboratoire.....	39
II-1.2.2. Barème de notation des devis.....	39
II-2. Choix des stations.....	40
II-2.1. Choix des prélèvements au Theil.....	40
II-2.2. Choix des prélèvements à Tronget.....	43
II-2.3. Choix des prélèvements à Villefranche-d'Allier.....	45
II-3. Méthode de prélèvement.....	48
II-3.1. Protocole Étang.....	48
II-3.2. Protocole Rivière.....	48
II-3.3. Conditions de prélèvement.....	49
III-Résultats	51
III-1. Biais sur les résultats.....	51
III-2. Présentation des résultats.....	52
III-2.1. Résultats au Theil.....	52
III-2.2. Résultats Tronget.....	58
III-2.3. Résultats Villefranche-d'Allier.....	60
III-3. Interprétation des résultats.....	64
III-3.1. Interprétation le Theil.....	64
III-3.2. Interprétation Tronget.....	65
III-3.3. Interprétation Villefranche-d'Allier.....	65
Discussion	67

Le Theil.....	68
Tronget.....	69
Villefranche-d'Allier.....	69
Conclusion.....	71
Retour d'expérience.....	72
Table des matières.....	73
Glossaire.....	75
Bibliographie.....	80
Sitographie.....	81
Table des figures.....	83
Table des annexes.....	86
Annexes.....	87

Glossaire

ADN environnemental : L'ADN consiste à faire un séquençage de l'eau pour connaître toutes les espèces présentes dans la retenue sur une durée déterminée.

Amphibiens : Le terme amphibien (amphi : double, bios : vie) indique que ces animaux vivent à la fois dans le milieu aquatique (vie larvaire) et dans le milieu terrestre (vie adulte).

Bassin topographique : Le bassin topographique ne considère que les écoulements de surface et ne prend pas en compte les écoulements souterrains et leurs échanges avec les cours d'eau.

Biocénose : Ensemble des êtres vivants qui peuplent un écosystème donné. La biocénose se compose de trois groupes écologiques fondamentaux. Les producteurs (végétaux), les consommateurs (animaux) et les décomposeurs (bactéries, champignons...)

Biodiversité : La biodiversité désigne l'ensemble des êtres vivants ainsi que les écosystèmes dans lesquels ils vivent. Le terme biodiversité, comprend les interactions des espèces entre elles avec les différents milieux.

Bon état écologique : Le bon état écologique correspond à un bon fonctionnement des écosystèmes (au niveau biologique, physique, chimique et sanitaire) permettant un usage durable du milieu étudié.

Brunisol : Brunisol, est un sol brun, se sont la forme classique de sol évolué. Ont rencontré ce sol dans les forêts de feuillue en zone tempérée. Les brunisols sont des sols plutôt acides, c'est-à-dire à pH relativement bas.

Cénozoïque : Le Cénozoïque est la troisième ère géologique du Phanérozoïque et la plus récente sur l'échelle des temps géologiques. Débutant il y a 66 millions d'années, après l'extinction du Crétacé.

COFRAC : Le COFRAC est une association loi 1901 de droit privé, sans but lucratif. Le COFRAC est officiellement reconnu comme une instance nationale d'accréditation qui a été créée en 1994 à l'initiative des pouvoirs publics.

DCE : La Directive-cadre sur l'eau, établie dans un cadre juridique, est destinée à protéger et à remettre en état les eaux sur le territoire de l'Union Européenne. La DCE assure l'exploitation des cours d'eau à long terme et surtout de façon durable.

Détritique : Une roche détritique ou roche clastique est une roche sédimentaire composée d'au moins 50 % de débris issus de l'altération des roches en domaine continental

Échelle limnimétrique : L'échelle limnimétrique est un dispositif installé pour mesurer le niveau de la surface de l'eau par rapport à la cote du zéro de l'échelle.

Entérocoques : Ce sont des bactéries exigeantes qui se développent dans des milieux propices à leur prolifération. Ce sont des pathogènes opportunistes causant des septicémies, infections ou encore des abdominales.

Escherichia coli : C'est une bactérie naturellement présente dans la microflore digestive de l'être humain et des animaux. Cependant une trop grosse présence d'Escherichia coli dans un milieu naturel peut entraîner la mort des animaux quand après absorption.

Eutrophisation : C'est une forme singulière mais naturelle de pollution de certains écosystèmes aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues et que celles-ci en profitent.

Fluviosol : Les fluviosols sont des sols issus d'alluvions, matériaux déposés par un cours d'eau. Ils sont constitués de matériaux fins (argiles, limons, sables) pouvant contenir des éléments plus ou moins grossiers (galets, cailloux, blocs).

Granodiorite : La granodiorite (de « grain » et de « diorite ») est une roche magmatique plutonique grenue proche du granite. Elle est principalement constituée de quartz

Gypse : Le gypse est une espèce minérale composée de sulfate hydraté de calcium. Le même mot, gypse, désigne aussi une roche évaporitique majeure,

Hydrographique : L'hydrographie peut être définie de trois manières. Selon le contexte, avec l'étude et la description des cours d'eau et des étendues d'eau qu'on peut observer à la surface de la terre ou dans le sous-sol. Le terme désigne aussi l'ensemble des cours d'eau d'une région donnée, organisés en bassins hydrographiques.

Hydromorphologique : L'hydromorphologie est l'étude des cours d'eau plus particulièrement l'évolution des profils en long et en travers et du tracé planimétrique: capture, méandres, anastomoses...

Hygrophile : Le terme d'hygrophytes désigne toutes plantes qui poussent en milieux humides mais, selon leur niveau d'adaptation, celles-ci distribuent selon les gradients d'humidité et/ou de salinité.

IBD: L'indice biologique diatomées est un indice de l'état des écosystèmes lotiques basé sur la communauté de diatomées présente dans le périphyton des cours d'eau.

IBGN DCE : Première modification de l'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) pour être adapté à la réglementation de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau).

IBMR : L'Indice Biologique Macrophytique en Rivière est un indice biologiques utilisés en complément des analyses chimiques et hydromorphologiques pour diagnostiquer l'état écologique des milieux aquatiques.

I2M2 : L'Indice Invertébrés Multi-Métriques (I2M2) provient d'une évolution de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN). Il se base également sur l'étude des macro-invertébrés pour évaluer la qualité biologique générale d'un cours d'eau.

LEMA : C'est une loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006. C'est une loi française ayant pour fonction de transposer en droit français la directive cadre européenne numéro 60 sur l'eau d'octobre 2000, afin d'arriver aux objectifs qu'elle a posés.

Lentique: Un écosystème lentique est constitué d'un biotope et des êtres vivants propres aux eaux calmes à renouvellement lent.

Lithologie : La lithologie est la nature des roches formant un objet, ensemble, ou couche géologique. On évoque ainsi la lithologie d'un échantillon de roche, aussi bien que celle d'une formation géologique ou de tout un massif montagneux.

Lotique : L'écologie des systèmes lotiques est l'étude des interactions biotiques et abiotiques dans les flux d'eaux courantes continentales.

Luvisol : Un luvisol dans le Référentiel pédologique français. Le luvisol est un « sol lessivé ». Il est caractérisé du haut en bas par : un horizon A de surface, un horizon E, plus ou moins blanchi et appauvri en argile, un horizon B, plus sombre, riche en argile.

Macronutriments : Les macronutriments ou éléments minéraux majeurs.les plus importants sont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). Le soufre (S), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg)

Macrophyte : Ensemble des plantes aquatiques macroscopiques, visibles à l'œil nu.

Marnage : Différence de hauteur d'eau entre une pleine mer et une basse mer successive. Ce terme est également utilisé pour désigner les fluctuations du niveau de l'eau dans les cours d'eau, canaux, les lacs ou les retenues d'eau.

Marne : Roche tendre composée en proportions variables d'argile et de calcaire mêlés à du sable, qui a la propriété de se déliter et qui est utilisée selon sa composition pour l'amendement des terres.

Monzogranite : Les monzogranites sont des roches granitiques à biotite qui sont considérées comme le produit final de fractionnement du magma.

Mosaïque d'habitats : Une mosaïque d'habitats est l'ensemble de plusieurs habitats présents dans le même environnement. Par exemple les marais avec à proximité des milieux rocheux et boisés. Ce milieu permet d'avoir une richesse faunistique et floristique plus importante dans un même biotope.

Multi paramétrique : Ce terme comprend la mesure de différents paramètres comme le pH, la conductivité, la température ou encore la turbidité de l'eau.

Multiscale : Multiscale signifie : « à plusieurs échelles », l'échelle étant la dimension choisie pour observer un phénomène.

Nappe : Une nappe souterraine est une masse d'eau contenue dans les interstices ou fissures du sous-sol. On distingue deux types de nappes : libres ou phréatiques et captives.

Odonates : Les odonates sont un ordre d'insectes à corps allongé, dotés de deux paires d'ailes membraneuses généralement transparentes, les odonates sont constitués de deux sous-ordres, les zygoptères et anisoptères.

OMS : L'Organisation mondiale de la Santé est une agence spécialisée de l'Organisation des Nations unies pour la santé publique créée en 1948.

Paléozoïque : Le paléozoïque, intermédiaire entre le précambrien et le mésozoïque, s'étend de – 542 à – 251 millions d'années. Cette ère géologique, autrefois appelée primaire, est formée de six systèmes (cambrien, ordovicien, silurien, dévonien, carbonifère et permien).

Pluvio-évaporal : Le régime pluvio-nival est un régime hydrologique présentant une tendance dominante de régime pluvial complétée par un apport nival. Il se caractérise par une période de hautes eaux en automne et en hiver, liée aux précipitations et par un débit qui se renforce au printemps lors de la fonte des neiges.

Redoxisol : La principale caractéristique des rédoxisols résulte du fait qu'ils sont saisonnièrement (saison humide) engorgés en eau. Cela se traduit par une hydromorphie (coloration bariolée du sol) qui débute à moins de 50 cm de la surface

Retenues collinaires : Les retenues collinaires sont des ouvrages de stockage de l'eau qui sont remplis par les eaux de ruissellement et déconnectés du réseau hydrographique. Elles sont utilisées dans le domaine de l'irrigation des cultures par les agriculteurs.

Taxon : Le taxon est une unité quelconque (genre, famille, espèce, sous-espèce, etc.) des classifications hiérarchiques des êtres vivants.

Bibliographie

Banas. D. (2001). *Flux de matière en étangs piscicoles extensifs : Rétention, Sédimentation, Exportation*. Thèse

Brunaud. D. (2005). *Rôle du marnage sur la biodiversité dans un étang peu profond du Limousin (France)*. Thèse

Crenier C. (2018). *Vers une réévaluation des facteurs limitant la production biologique dans les cours d'eau de tête de bassin versant : nutriments, acides gras ou qualité du carbone détritique ?*. Thèse

Germon J.-C. (2022). *Les nitrates dans l'environnement*. Encyclopédie du vivant

Graie (2006). *Rapport du Graie*.

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (2015). *Guide juridique Construction de retenues*. Guide juridique

Philippart J.-C. (2008). *Biodiversité et caractéristiques physiques des cours d'eau*. DGRNE Région Wallonne

Oertli B., Auderset J., Castella E., Juge R., Lehmann A., Lachavanne J.-B. (2005). *PLOCH : une méthode standardisée d'échantillonnage et d'évaluation de la biodiversité des étangs*. Numéro spécial : Conservation et suivi de la biodiversité des étangs. Pages 665-679

Roger L. (2020). *Retenues collinaires et impacts associés : synthèse des connaissances et exploitation des données existantes*. Etude quantitative de quelques cantons irstea. Page 42

Service public d'information sur l'eau (Eaufrance). (2019) *Guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau)*. Guide technique

Symbiose Allier. (2023). *Étude sur le potentiel d'accueil de la biodiversité des retenues collinaires à vocation agricole*.

Syndicat de Rivières Brévenne. (2006). *Les retenues collinaires quel fonctionnement et quels impacts?*. Transcription d'une réunion d'échanges

Touchart L. (2007). *Géographie de l'étang: des théories globales aux pratiques locales*.

Trintignac P. Le Berre M. Haury J. Lambert E. (2020). *Les étangs piscicoles, des réservoirs de biodiversité végétale*. Journal international de géosciences et de l'environnement, n°45, p. 22-34

Wilson, E. (1988). *Biodiversity*.

Sitographie

BRGM. *Info Terre* [en ligne]. Disponible sur : <https://infoterre.brgm.fr/page/cartes-geologiques> (Consulté le 12/11/2023)

CCI. *Surface agricole* [en ligne]. Disponible sur : <https://www.allier.cci.fr/> (Consulté le 22/10/2023)

Corine Lande Cover. *Données et études statistiques 2012* [en ligne]. Disponible sur : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0> (Consulté le 12/11/2023)

Équipédia. *Qualité de l'eau d'abreuvement* [en ligne]. Disponible sur : <https://equipedia.ifce.fr/sante-et-bien-etre-animal/soin-prevention-et-medication/prevention/qualite-de-leau-dabreuvement> (Consulté le 12/11/2023)

Géoportail. *ZNIEFF* [en ligne]. Disponible sur : <https://www.geoportail.gouv.fr/> (Consulté le 15/10/2023)

Gis Sol. *Présentation pédologie* [en ligne]. Disponible sur : <https://www.gissol.fr/donnees> (Consulté le 12/11/2023)

G3E. *Conductivité de l'eau* [en ligne]. Disponible sur : <https://www.g3e-ewag.ca/ressources-interactives/capsules/cours-eau/physicochimie/conductivite-eau.html> (Consulté le 07/11/2023)

Ineris. *Portail substance chimique* [en ligne]. Disponible sur : <https://substances.ineris.fr/fr/substance/2117> (Consulté le 12/11/2023)

Liinternaute. *Températures dans l'Allier en 2022* [en ligne]. Disponible sur : <https://www.liinternaute.com/voyage/climat/allier/departement-03> (Consulté le 01/11/2023)

Parent S. *Le rôle du sodium et du chlorure en horticulture* [en ligne]. Disponible sur : <https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir/le-role-du-sodium-et-du-chlorure-en-horticulture/> (Consulté le 14/11/2023)

Météo France. *Données météorologiques 2022* [en ligne]. Disponible sur : <https://meteofrance.com/> (Consulté le 12/11/2023)

Unifa. *Phosphore* [en ligne]. Disponible sur : <https://fertilisation-edu.fr/nutrition-des-plantes/le-role-des-elements-nutritifs/phosphore.html> (Consulté le 16/11/2023)

Table des figures

Figure 1 : Carte Localisation des communes d'étude dans le département de l'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.12

Figure 2 : Carte Sols dominants de l'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.13

Figure 3 : Carte Géologie de l'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.14

Figure 4 : Carte État écologique des cours d'eau de l'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.15

Figure 5 : Soleil dans l'Allier en 2022

Source : Linternaute Date : 2022 p.16

Figure 6 : Pluie dans l'Allier en 2022

Source : Linternaute Date : 2022 p.16

Figure 7 : Soleil au Theil en 2022

Source : Linternaute Date : 2022 p.17

Figure 8 : Soleil à Villefranche-d'Allier en 2022

Source : Linternaute Date : 2022 p.17

Figure 9 : Soleil à Tronget en 2022

Source : Linternaute Date : 2022 p.17

Figure 10 : Pluie au Theil en 2022

Source : Linternaute Date : 2022 p.18

Figure 11 : Pluie à Villefranche-d'Allier en 2022

Source : Linternaute Date : 2022 p.18

Figure 12 : Pluie à Tronget en 2022

Source : Linternaute Date : 2022 p.18

Figure 13 : Carte localisation de la future retenue du Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.19

Figure 14 : Carte Bassin versant de la future retenue collinaire du Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.20

Figure 15 : Carte Occupation des sols de la future retenue collinaire du Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.21

Figure 16 : Répartition de l'occupation du sol au Theil (en %)

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.21

Figure 17 : Carte pédologique de la future retenue collinaire du Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.22

Figure 18 : Carte géologique de la future retenue du Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.23

Figure 19 : Carte occupation des sols de la retenue collinaire Tronget

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.24

Figure 20 : Carte localisation de la future retenue du Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.26

Figure 21 : Répartition de l'occupation du sol de Tronget (en %)

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.24

Figure 22 : Carte géologique de la retenue collinaire de Tronget

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.26

Figure 23 : Carte pédologique de la retenue collinaire de Tronget

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.27

Figure 24 : Carte localisation de la retenue collinaire Villefranche-d'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.28

Figure 25 : Carte bassin topographique de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.29

Figure 26 : Carte occupation des sols de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.30

Figure 27 : Répartition de l'occupation du sol à Villefranche-d'Allier (en %)

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.30

Figure 28 : Carte géologique de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.31

Figure 29 : Carte pédologique de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.31

Figure 30 : Tableau du notation du laboratoire

Source : Grelaud Zélie Date : 2023 p.4

Figure 31 : Carte localisation des photographies du Theil : Etat des lieux

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.41

Figure 32 : Carte stations de relevé de la physico-chimie sur la future retenue collinaire du Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.42

Figure 33 : Carte localisation des photographies de Tronget : Etat des lieux

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.44

Figure 34 : Carte stations de relevé de la physico-chimie sur la retenue collinaire de Tronget

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.45

Figure 35 : Carte localisation des photographies de Villefranche d'Allier : Etat des lieux

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.46

Figure 36 : Carte stations de relevé de la physico-chimie sur la retenue collinaire de Villefranche d'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.47

Figure 37 : Carte données physico-chimiques au Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.52

Figure 38 : Carte état écologique des surfaces en eau par le facteur physico-chimique au Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.53

Figure 39 : Photo mare 1 Le Theil

Source : Perthuis Thomas Date : 2023 p.54

Figure 40 : Photo mare 2 Le Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.54

Figure 41 : Photo mare 3 Le Theil

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.55

Figure 42 : Photo mare 5 Le Theil

Source : Durieu Maxime Date : 2023 p.56

Figure 43 : Photo fossé en aval Le Theil

Source : Durieu Maxime Date : 2023 p.56

Figure 44 : Cartographie des habitats du site du Theil

Source : Durieu Maxime Date : 2023 p.57

Figure 45 : Carte des données physico-chimiques à Tronget

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.58

Figure 46 : Carte de l'état écologique des surfaces en eau par le facteur physico-chimique de Tronget

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.59

Figure 47 : Photos de la retenue collinaire de Tronget

Source : Durieu Maxime Date : 2023 p.60

Figure 48 : Carte des données physico-chimiques à Villefranche-d'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.61

Figure 49 : Carte de l'état écologique des surfaces en eau par le facteur physico-chimique de Villefranche d'Allier

Source : Guillery Louis Date : 2023 p.62

Figure 50 : Photos de la retenue collinaire de Villefranche-d'Allier

Source : Durieu Maxime Date : 2023 p.63

Table des annexes

Annexe 1 : Photos de la carte “Localisation de la photographie du Theil : Etat des lieux”

Source : Guillery Louis

Annexe 2 : Photos de la carte “Localisation de la photographie du Tronget : Etat des lieux”

Source : Guillery Louis

Annexe 3 : Photos de la carte “Localisation de la photographie à Villefranche d’Allier : Etat des lieux”

Source : Guillery Louis

Annexe 4 : Tableau des résultats physico-chimique

Source : Grelaud Zélie, Guillery Louis, Massein Lirio, Perthuis Thomas, Wagner Etienne

Annexe 5 : Tableau des paramètres d'intérêt et recommandation pour la microbiologie.

Source : Équipédia

Annexe 7 : Tableaux sur la présence des espèces végétales présentes sur chaque zone.

Source : Wagner Etienne

Annexes

Annexe 1 : Photos de la carte “Localisation de la photographie du Theil : Etat des lieux”

Photo n°1



Photo n°2



Photo n°3



Photo n°4



Photo n°5



Photo n°6

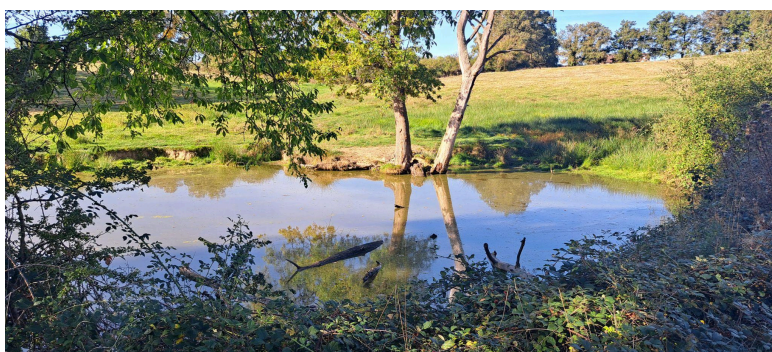


Photo n°7



Photo n°8



Photo n°9

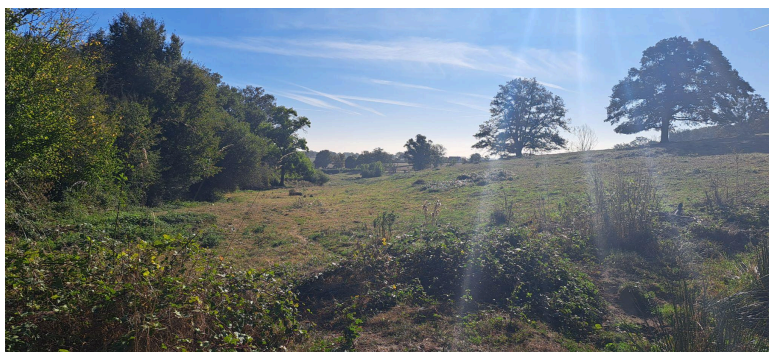


Photo n°10



Photo n°11



Photo n°12



Photo n°13



Photo n°14



Photo n°15



Photo n°16



Photo n°17



Photo n°18



Photo n°19



Photo n°20



Annexe 2 : Photos de la carte “Localisation de la photographie du Tronget : Etat des lieux”

Photo n°1



Photo n°2



Photo n°3



Photo n°4



Photo n°5



Photo n°6



Annexe 3 : Photos de la carte “Localisation de la photographie à Villefranche-d’Allier : Etat des lieux”

Photo n°1



Photo n°2



Photo n°3



Photo n°4



Photo n°5



Annexe 4 : Tableau des résultats physico-chimique

Paramètres terrain	Le Thell					Tronget			Ville-Franche				
	Thell 1	Thell 2	Thell 3	Thell 4	Thell 5	Tronget 1	Tronget 2	Tronget 3	Ville-Franche 1	Ville-Franche 2	Ville-Franche 3	Ville-Franche 4	Ville-Franche 5
Oxygène dissous (mg/L O2)	6	2.4	3.9	6.7	8.2	9.3	10.7	7.8	9.7	11.1	9.8	9.3	9.8
Physio-Chimie													
pH (Acide)	7	6	7.1	6.5	6.7	6.1	7.4	6.1	6.2	7.4	6.1	7.7	7.7
pH (Basique)	7	6	7.1	6.5	6.7	6.1	7.4	6.1	6.2	7.4	6.1	7.7	7.7
Température pH (°C)	19.6	19.9	19.9	19.9	20.1	20.3	20.3	20.2	20.1	20	20.1	20.1	20.1
Conductivité (µS/cm)	242	288	447	213	367	336	362	197	426	326	611	980	988
Température conductivité (°C)	19.6	19.9	19.9	19.9	20.1	20.3	20.3	20.2	20.1	20	20.1	20.1	20.1
Chlorure dissous (mg/L Cl)	13.6	20	25.3	21.9	36.4	16.4	18	16.3	33.6	29.9	43.7	181	176
Sulfate dissous (mg/L SO4)	6.5	9.1	6.9	17.2	20.9	18.2	20.8	13.3	28.4	26.9	25.2	54.3	52.5
Phosphore total (mg/L P)	0.45	2	2.86	6.74	2.27	0.071	0.092	0.53	0.32	0.19	0.087	1.12	1.07
Nitrates dissous (mg/L N)	0.11	0.14	0.79	2.83	<0.11	21.40	24.41	9.40	25.09	8.34	47.91	7.53	8.00
Nitrites dissous (mg/L N)	0.018	0.018	0.052	0.058	0.033	0.006	0.043	0.024	0.006	0.046	0.018	0.182	0.179
Microbiologie													
Dénombrement des Escherichia coli (/100mL)	3514			247									
Dénombrement des Bactéries coliformes (UFC/100mL)	<1			<100									
Dénombrement des Entérocoques intestinaux (/100mL)	1376			791									

Légende :	
	Tès bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais
	Problème dans le prélèvement

Annexe 5 : Tableau des paramètres d'intérêt et recommandation pour la microbiologie.

PARAMÈTRES		VALEURS D'ALERTE issues d'études sur l'espèce équine (*) sinon toutes espèces	RÉFÉRENCES (R) ou LIMITES (L) de qualité de l'Eau à Destination de la Consommation Humaine (EDCH)
PHYSICO-CHIMIQUES	pH	6 ≤ pH ≤ 9	6,5 ≤ pH ≤ 9,0 (R)
	Conductivité	200 ≤ conductivité ≤ 1100 μS/cm à 25°C	200 ≤ conductivité ≤ 1100 μS/cm à 25°C (R)
	Matière Dissoute Totale (MDT)	4000 mg/L *	< 500 mg/L
	Carbone Organique Total (COT)	5 mg/L	2 mg/L (R)
	Cuivre (Cu)	0,3 à 6,0 mg/L *	1 mg/L (R) - 2 mg/L (L)
	Fer (Fe)	0,3 mg/L *	0,2 mg/L (R)
	Manganèse (Mn)	< 50 μg/L	-
	Nitrate (NO ₃ ⁻)	50 mg/L de NO ₃ ⁻	50 mg/L de NO ₃ ⁻ (L)
	Nitrite (NO ₂ ⁻)	0,3 mg/L de NO ₂ ⁻	0,5 mg/L de NO ₂ ⁻ (L)
MICROBIOLOGIQUES	Coliformes totaux	<ul style="list-style-type: none"> • < 10 UFC/mL ⇒ eau acceptable • 11 à 50 UFC/mL ⇒ eau de mauvaise qualité • > 50 UFC/mL ⇒ eau de très mauvaise qualité 	Absence
	<i>Escherichia coli</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Idéalement ⇒ absence • Tolérance ⇒ < 10 UFC/100 mL 	Absence (R et L)
	Entérocoques intestinaux	<ul style="list-style-type: none"> • Idéalement ⇒ absence • Tolérance ⇒ < 10 UFC/100 mL 	Absence (R et L)

Tableau 1 : Exemples de quelques paramètres d'intérêt et recommandations pour l'eau d'abreuvement

Annexe 7 : Tableaux sur la présence des espèces végétales présentes sur chaque zone.

Villefranche d'Allier	nom sc	Lumière	Réaction pH	Nutriments	MO
Platnes	Cirse des marais (<i>Cirsium palustre</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidophiles (4,5<pH<5,0)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	Lemna minor	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	Le jonc diffus (<i>Juncus effusus</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidoclines (5,0<pH<5,5)	mésio-oligotrophiles (≈400 µg N/l)	tourbe
Platnes	La renouée poivre d'eau (<i>Persicaria hydropiper</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	mull actif
Platnes	Le panic des marais (<i>Echinochloa crus-gali</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	perbasophiles (7,5<pH<8,0)	pereutrophiles (≈1250 µg N/l)	mull actif
Platnes	La renouelle scélérate (<i>Ranunculus sceleratus</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	pereutrophiles (≈1250 µg N/l)	mull acide
Le Theil	nom sc	Lumière	Réaction pH	Nutriments	MO
Platnes	L'aubépine (<i>Crataegus monogyna</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif
Platnes	Lemna minor	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	Le jonc diffus (<i>Juncus effusus</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidoclines (5,0<pH<5,5)	mésio-oligotrophiles (≈400 µg N/l)	tourbe
Platnes	Le lycope d'Europe (<i>Lycopus europaeus</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	Frênes (<i>Fraxinus excelsior</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif
Platnes	Cornouiller sanguin (<i>Cornus sanguinea</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif
Platnes	L'épine noire (<i>Prunus spinosa</i>)	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif
Platnes	Saules à oreillettes (<i>Salix aurita</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	L'églantier (<i>Rosa sp.</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	perbasophiles (7,5<pH<8,0)	oligotrophiles (≈300 µg N/l)	mull actif
Platnes	Frêne (<i>Fraxinus excelsior</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif
Platnes	Noisetier (<i>Corylus avellana</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif
Platnes	Genêt à balais (<i>Cytisus scoparius</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	acidophiles (4,5<pH<5,0)	mésio-oligotrophiles (≈400 µg N/l)	mull acide
Platnes	Gailliet des marais (<i>Galium palustre</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	Glycérie flottante (<i>Glyceria fluitans</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidoclines (5,0<pH<5,5)	mésio-oligotrophiles	tourbe
Platnes	La renouelle rampante (<i>Ranunculus repens</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	La renouée poivre d'eau (<i>Persicaria hydropiper</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	mull actif
Platnes	Cirse des marais (<i>Cirsium palustre</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidophiles (4,5<pH<5,0)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	La crénelle (<i>Cynosaurus cristatus</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif
Platnes	Le ray-grass (<i>Lolium perenne</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif
Platnes	Le trèfle rampant (<i>Trifolium repens</i>)	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif
Platnes	Le bromé mou (<i>Bromus hordeaceus</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif
Platnes	Le vulpin des prés (<i>Alopecurus pratensis</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	Orge des rats (<i>Hordeum murinum L.</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	perbasophiles (7,5<pH<8,0)	pereutrophiles (≈1250 µg N/l)	mull actif
Platnes	L'ortie (<i>Urtica dioica</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	hypereutrophiles (≈1500 µg N/l)	mull actif
Tronget	nom sc	Lumière	Réaction pH	Nutriments	MO
Platnes	Le jonc diffus (<i>Juncus effusus</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidoclines (5,0<pH<5,5)	mésio-oligotrophiles (≈400 µg N/l)	tourbe
Platnes	Le Vulpin roux (<i>Alopecurus aequalis</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	La renouelle rampante (<i>Ranunculus repens</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	Le trèfle rampant (<i>Trifolium repens</i>)	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif
Platnes	La renouée poivre d'eau (<i>Persicaria hydropiper</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	mull actif
Platnes	La renouelle sarda (<i>Ranunculus sardous</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	mull actif
Platnes	Gailliet des marais (<i>Galium palustre</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja
Platnes	Veronique des ruisseaux (<i>Veronica beccabunga</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	anmoor, guttja
La prairie pâturée	lumière	réaction pH	Nutriments	MO	
Dans les Zones plates	Dans les Zones plates	Dans les Zones plates	Dans les Zones plates	Dans les Zones plates	
La crénelle (<i>Cynosaurus cristatus</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif	
La flouve odorante (<i>Anthoxanthum odoratum</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidoclines (5,0<pH<5,5)	mésio-oligotrophiles (≈400 µg N/l)	mull actif	
Le vulpin des prés (<i>Alopecurus pratensis</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	anmoor, guttja	
Le ray-grass (<i>Lolium perenne</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif	
Le trèfle rampant (<i>Trifolium repens</i>)	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif	
La renouelle rampante (<i>Ranunculus repens</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	anmoor, guttja	
Sur les butes	Sur les butes	Sur les butes	Sur les butes	Sur les butes	
Le bromé mou (<i>Bromus hordeaceus</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	les butes	
Oseilles des sols riches (<i>Rumex crispus L., Rumex obtusifolius L.</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	hypereutrophiles (≈1500 µg N/l)	anmoor, guttja	
Cirsès (<i>Cirsium arvense, Cirsium vulgare</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	mull actif	
Le sysymbre officinal (<i>Sisymbrium officinalis</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	mull carbonaté	
Orge des rats (<i>Hordeum murinum L.</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	perbasophiles (7,5<pH<8,0)	pereutrophiles (≈1250 µg N/l)	mull actif	
L'ortie (<i>Urtica dioica</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	hypereutrophiles (≈1500 µg N/l)	mull actif	
Les haies et arbres isolés	Les haies et arbres isolés	Les haies et arbres isolés	Les haies et arbres isolés	Les haies et arbres isolés	
Arbustes	Arbustes	Arbustes	Arbustes	Arbustes	
L'épine noire (<i>Prunus spinosa</i>)	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif	
L'aubépine (<i>Crataegus monogyna</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif	
L'églantier (<i>Rosa sp.</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	perbasophiles (7,5<pH<8,0)	oligotrophiles (≈300 µg N/l)	mull actif	
Frêne (<i>Fraxinus excelsior</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif	
Fusain d'Europe (<i>Eucornus europaeus</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif	
L'orme champêtre (<i>Ilmus campestris</i>)	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif	
L'érabie champêtre (<i>Acer campestre</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif	
Noisetier (<i>Corylus avellana</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif	
Cornouiller sanguin (<i>Cornus sanguinea</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull actif	
Sureau noir (<i>Sambucus nigra</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	pereutrophiles (≈1250 µg N/l)	mull actif	
Arbres de hauts jets	Arbres de hauts jets	Arbres de hauts jets	Arbres de hauts jets	Arbres de hauts jets	
Chênes pédonculés (<i>Quercus robur</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	mull acide	
Frênes (<i>Fraxinus excelsior</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	mull actif	
Les zones humides : mares et fossés	Les zones humides : mares et fossés	Les zones humides : mares et fossés	Les zones humides : mares et fossés	Les zones humides : mares et fossés	
Les zones en eau des mares	Les zones en eau des mares	Les zones en eau des mares	Les zones en eau des mares	Les zones en eau des mares	
Lemna minor	héliophiles (50 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja	
Les zones exondées des mares	Les zones exondées des mares	Les zones exondées des mares	Les zones exondées des mares	Les zones exondées des mares	
Bident tripartite (<i>Bidens tripartita</i>)	héliophiles (50 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	blocs, dalles, replats rocheux	mull actif	
Le panic des marais (<i>Echinochloa crus-gali</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	perbasophiles (7,5<pH<8,0)	pereutrophiles (≈1250 µg N/l)	mull actif	
La renouée poivre d'eau (<i>Persicaria hydropiper</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	mull actif	
La renouelle sarda (<i>Ranunculus sardous</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	mull actif	
La renouelle scélérate (<i>Ranunculus sceleratus</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	pereutrophiles (≈1250 µg N/l)	mull acide	
Les berges des mares	Les berges des mares	Les berges des mares	Les berges des mares	Les berges des mares	
Glycérie flottante (<i>Glyceria fluitans</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidoclines (5,0<pH<5,5)	mésio-oligotrophiles	tourbe	
Le Vulpin roux (<i>Alopecurus aequalis</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja	
Le jonc diffus (<i>Juncus effusus</i>)	héliophiles (50 000 lux)	acidoclines (5,0<pH<5,5)	mésio-oligotrophiles (≈400 µg N/l)	tourbe	
Le lycope d'Europe (<i>Lycopus europaeus</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	anmoor, guttja	
Veronique des ruisseaux (<i>Veronica beccabunga</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	anmoor, guttja	
Rubanière érigée (<i>Sparganium erectum</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	eutrophiles (≈1000 µg N/l)	anmoor, guttja	
Scirpe des bois (<i>Scirpus sylvaticus</i>)	hélioclines à scioclines (5 000 lux)	acidophiles (4,5<pH<5,0)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja	
L'agrostis stolonifère (<i>Agrostis stolonifera</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	neutroclines (5,5<pH<6,5)	mésotrophiles (≈500 µg N/l)	anmoor, guttja	
Les fossés humides	Les fossés humides	Les fossés humides	Les fossés humides	Les fossés humides	
Le liseron des haies (<i>Galstegia sepium</i>)	perhéliophiles (75 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	hypereutrophiles (≈1500 µg N/l)	anmoor, guttja	
Pépilobe à tige carrée (<i>Epilobium tetragonum</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	basoclines (6,5<pH<7,0)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	anmoor, guttja	
Saules à oreillettes (<i>Salix aurita</i>)	hémihéliophiles (10 000 lux)	basophiles (7,0<pH<7,5)	mésio-eutrophiles (≈750 µg N/l)	anmoor, guttja	

