
Chantier Ecole Bassin Versant Le Filet et son bassin versant

4^{ème} année,
Génie de l'Aménagement et de
l'Environnement – Filière IMA

Partenaire Professionnel : Le Nouvel Espace du Cher

Adresse : 39 Rue Léon Gambetta, 37150 Bléré

Auteurs :

Clémence Cazeaux, Roxane Fotius, Quentin Ryckebusch, Hugo Salmon, Pierre Trillaud, Mathis Vignaud, Emmanuelle Waguette

Remerciements

Le groupe d'étudiants ayant travaillé sur le bassin versant du Filet souhaite remercier toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de cette étude :

- Virginie SAUTER, chargée de mission au syndicat de rivière Nouvel Espace du Cher,
- Monsieur Max BESNARD, maire de Dierre,
- Monsieur Marc MIOT, adjoint au maire d'Azay-sur-Cher.

Nous souhaitons les remercier pour le temps qu'ils nous ont accordé et leurs renseignements essentiels.

Par ailleurs nous souhaitons remercier nos camarades de promos qui nous ont apporté leur aide tout au long du semestre ainsi que l'équipe pédagogique et les intervenants pour leur aide et leur écoute :

- M. Alex ANDREAU
- Mme Catherine BOISNEAU
- M. Julien CHARRAIS
- Mme Célestine DELBART
- Mme. Carole GABER
- M. Sébastien LEHMANN
- M. Benoît LOUCHARD
- M. Vincent ROTGE
- M. Stéphane RODRIGUES
- M. Sébastien SALVADOR-BLANES
- M. José SERRANO

Résumé

Ce rapport a pour objectif de réaliser un état des lieux du bassin versant du Filet. L'étude intègre une approche physico-chimique, écologique et patrimoniale.

Le diagnostic de ce bassin versant dépeint ce territoire en trois grandes unités spatiales que sont : l'amont du Filet et de ses affluents dans la forêt d'Amboise, la partie centrale majoritairement agricole et l'aval du cours d'eau très urbanisée. Cet espace présente des écoulements rapides en amont et très faibles en aval, ce qui implique la dominance limoneuse des berges du Filet. Ces sols fertiles, permettant la rétention d'eau et l'aération de leurs différents horizons, apparaissent donc propices à l'agriculture. La présence d'un sol et d'un sous-sol alliant roches silicatées et roches carbonatées permettent de surcroît l'implantation de vignobles de qualité. De plus, le Filet présente des eaux de bonne qualité physico-chimique mais souffre cependant d'une pauvreté écosystémique. Cet enjeu majeur vient se heurter aux conflits d'usages de l'espace.

Le bassin versant du Filet se révèle avec un manque de dynamisme et donc une faible diversité des habitats naturels. Les aménagements proposés ont donc pour objectif de restaurer des habitats en redonnant de nouvelles dynamiques écosystémiques, tout en rendant le territoire attractif.

Abstract

This report aims to realize the status of the Filet's watershed. The study integrates a physico-chemical, ecological and patrimonial approach.

The diagnostic of this watershed depicts this territory in three big spatial units which are: the upstream of the Filet and of its tributaries in the Amboise Forest, the central part mostly agricultural and the Filet's downstream highly urbanized. This space presents fast flows upstream and extremely low downstream, which involve silty dominance of the banks of the Filet. These fertile soils, allowing the retention of water and the aeration of their different horizons, therefore appear to be suitable for agriculture. The presence of a soil and a subsoil combining silicate rocks and carbonate rocks also allows the establishment of quality vineyards. In addition, the Filet has waters of good physico-chemical quality but suffers from ecosystem poverty. This major stake comes up against the conflicts of use of the space.

The Filet's watershed is revealed with a lack of dynamism and therefore a low diversity of natural habitats. The objective of the proposed developments is therefore to restore habitats by giving new ecosystem dynamics, while making the territory attractive.

Sommaire

Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	3
Sommaire	4
Glossaire	6
Liste des sigles	8
Introduction.....	9
I- Caractérisation physique du cours d'eau et du bassin versant.....	10
A) Localisation géographique du Bassin Versant.....	10
B) Réseau hydrographique du Bassin Versant.....	11
C) Topographie	12
D) Géologie.....	14
1. Le bassin versant du Filet et sa situation géologique.....	15
2. Le sous-sol du bassin versant du Filet	16
3. Les couches géologiques à l'affleurement sur le bassin versant du Filet.....	16
4. Hydrogéologie du bassin versant du Filet	18
E) Pédologie.....	19
1. Contexte	19
2. Les sols dans le bassin versant du Filet	20
F) La pédologie en lien avec la géologie, la topographie et l'occupation des sols.....	29
G) Synthèse et enjeux relevés sur le bassin versant	30
H) Paysage, Occupation des sols et Sensibilité à l'érosion	30
1. Paysages	30
2. Occupations des sols	30
3. Sensibilité à l'érosion.....	32
I) Analyse de l'hydromorphologie	43
1. L'hydrologie du Filet	43
2. Continuité	43
3. Conditions morphologiques	46
II- Caractérisation chimique du cours d'eau et des sédiments	46
A) Définir l'état écologique d'un cours d'eau	46
B) Etat physico-chimique du cours d'eau	47
1. Un cadre pour la gestion des eaux.....	47

2.	Analyse physico-chimique	48
C)	Analyse des sédiments	52
D)	Analyse des polluants spécifiques	52
III-	Caractérisation écologique du cours d'eau et de son bassin versant	54
A)	État écologique du cours d'eau	54
B)	Indice poisson rivière.....	55
1.	Définition	55
2.	Résultats des IPR	56
C)	Indice biologique global normalisé et Indice invertébrés multimétrique.....	59
1.	Généralités	59
2.	Les macroinvertébrés du Filet en 2009 et 2015	60
D)	Synthèse des indices.....	61
IV-	Patrimoine et Acteurs.....	62
A)	Patrimoine naturel	62
1.	La ZNIEFF de type 2 "Massif forestier d'Amboise" :.....	62
B)	Patrimoine culturel.....	68
C)	Acteurs et usages de l'eau.....	69
1.	Les acteurs et la gestion du cours d'eau et son bassin versant	69
2.	Les usages sur le Filet et son bassin versant	70
V-	Synthèse	75
A)	État écologique du Filet.....	75
B)	Enjeux relevés sur le bassin versant.....	75
C)	Potentialités du Filet et de son bassin versant.....	76
VI-	Propositions d'aménagements.....	76
A)	Des enjeux pour la restauration du Filet	76
1.	Restauration de la continuité hydraulique et sédimentaire	77
2.	Restauration de la continuité écologique sur le Filet.....	81
VII-	Conclusion	83
VIII-	Bibliographie.....	84
IX-	Table des figures.....	86
X-	Table des tableaux.....	88
ANNEXE	89

Glossaire

Adsorption : Fixation d'un liquide sur une surface solide

Affleurement : Lieu où le substratum rocheux est visible (affleure).

Agrégats : assemblage d'éléments hétérogènes qui adhèrent entre eux.

Aléa : Possibilité d'occurrence d'un événement, événement imprévisible.

Alluvion : Dépôt sédimentaire constitué de matériaux solides transportés par les eaux d'un cours d'eau.

Anticlinal : Structure géologique en forme de pli convexe dont le cœur est occupé par les couches géologiques les plus anciennes.

Ball Trap : Appareil qui lance une cible (plateau d'argile, etc.) simulant un oiseau en plein vol, et que le tireur doit toucher.

Bassin versant : Unité géographique, hydrologiquement close, sur laquelle le cycle hydrologique et ses impacts sont étudiés.

Battance : Capacité du sol à se désagréger et à former une croûte en surface.

Benthique : Relatif au benthos, le lit des rivières.

Biocénose : ensemble des êtres vivants présents dans un biotope

Biogène : relatif à ce qui est produit par les êtres vivants, ou qui est nécessaire à la vie

Biotope : Aire géographique de dimensions variables, souvent de taille réduite, offrant des conditions constantes ou cycliques aux espèces constituant la biocénose

Capacité auto-épuratoire : Capacité d'un milieu à dégrader tout ou partie des éléments présents, notamment organiques.

Chômage du Cher : Moment de l'année, généralement en septembre, où l'on réduit volontairement la hauteur d'eau dans le Cher pour travailler sur les ouvrages hydrauliques.

Débit de pointe : Le débit de pointe est le débit maximal atteint lors d'un événement pluvieux sur un bassin versant.

Dépôts détritiques : dépôts composés de débris de roches préexistante ou de débris de substances animales ou végétales

Diatomée : Algue brune unicellulaire microscopique dont la membrane est entourée d'une coque siliceuse

Dystrophie : État extrême d'eutrophisation

Écoulement lentique : vitesse d'écoulement lentes (inférieure à 30 cm/s)

Érodibilité : Sensibilité d'un sol face à l'érosion.

Hercynienne : Qui est relatif à des mouvements tectoniques survenus au carbonifère.

Hydroécocorégion : Région délimitant des entités géographiques dans lesquelles les écosystèmes d'eau courante présentent des caractéristiques communes

Isobathes : Ligne joignant des points d'égale profondeur (courbe de niveau).

Limnophiles : Qui vit dans les eaux calmes

Lithophile : Qui a besoin d'un substrat rocheux

Lithosphère : couche externe du globe terrestre (100 à 200 km).

Macrobenthique : Population de macro-invertébrés vivant sur le substrat

Macrofaune : Faune de grande taille (supérieur à 2 millimètres)

Macrophyte : Plante de grande taille

Matière sèche : Échantillon de sédiments où on a retiré l'eau pour faire des mesures de masse

Milieu eutrophe : il s'agit d'un milieu où les nutriments s'accumulent.

Nappe alluviale : Nappe libre circulant dans les sédiments des rivières, c'est une masse d'eau se trouvant dans des terrains alluvionnaires.

Orogenèses cadomienne : Cycle orogénique qui correspond à la période de formation des reliefs datant de la fin du Néoprotérozoïque (-750Ma à -540Ma).

Pénéplaine : région faiblement onduleuse.

Pénéplanation : réalisation d'une pénégène.

Périurbain : zone à proximité immédiate d'une ville

Plaine alluviale : Plaine autour d'un cours d'eau dans laquelle se dépose les alluvions provenant de l'érosion lors des cycles de crue

Plaine d'inondation : Surface investi par le cours d'eau lors de ses crues quand il n'est pas restreint, appelée aussi lit majeur.

Planctonique : De la nature du plancton.

Réajustement isostatique : Soulèvement des masses terrestres lié à la déglaciation.

Régime fluvial : Mode d'écoulement à surface libre caractérisé par une vitesse faible associée à une grande profondeur d'eau.

Régime lacustre : Qui est relatif, qui appartient à un lac, aux lacs

Régime torrentiel : Mode d'écoulement à surface libre caractérisé par une vitesse rapide associée à une faible profondeur d'eau

Régression marine : Déplacement du trait de côte en direction de la mer (abaissement du niveau de la mer).

Réserve utile potentielle : fraction de l'eau dans le sol qui est disponible et utilisable par les plantes.

Ressuyage : le fait de laisser sécher le sol après la pluie, par évaporation en surface, et par drainage en profondeur

Rhéophiles : Qui vit dans les eaux torrentielles

Ripisylve : Formations végétales se développant dans la zone de transition entre l'eau et le sol.

Subsidence : Mouvement vertical de la lithosphère du haut vers le bas.

Substrat : Base sur laquelle repose une couche géologique

Substratum : Formation géologique sous-jacente à une unité charriée ou à une couverture sédimentaire.

Terrasse alluviale : Zone plane située sur les versants d'une vallée et composée d'alluvions déposés par le cours d'eau à une certaine période.

Transgression marine : Avancée du trait de côte sur le continent (élévation du niveau de la mer).

Zone hydrographique : Défini les 6 grands bassins versants. Cette zone peut être découpée en plus petits bassins versants.

Liste des sigles

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée
CLC : Corine Land Cover
DCE : Directive Cadre sur l'Eau
DDT : Direction Départementale des Territoires
DREAL : Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DRIEAT : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports
EQR : Ecological Quality Ratio
GEMAPI : GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations
I2M2 : Indice Invertébrés MultiMétriques
IBD : Indice Biologique Diatomée
IBG-DCE : Indice Biologique Global compatible avec la directive Cadre sur l'Eau
IBGN : Indice Biologique Global Normalisé
IBMR : Indice Biologique Macrophyte en Rivière
ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IPR : Indice Poisson Rivière
LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques
NEC : Nouvel Espace du Cher
NGF : Nivellement Général de la France
OFB : Office Français de la Biodiversité
PAC : Politique Agricole Commune
RCA : Réseau Complémentaire Agence
RCS : Réseau de Contrôle et de Surveillance
RPG : Registre Parcellaire Graphique
RPG : Registre Parcellaire Graphique
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
STEP : Station d'épuration des eaux usées
UNESCO : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture.
ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

Introduction

Et pourquoi ne pas laisser nos cours d'eau « se la couler douce »?

Après avoir tenté de maîtriser les cours d'eau et leurs zones humides, l'être-humain donne aujourd'hui la priorité aux écosystèmes et à leurs dynamiques. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE, 2000) et la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA, 2006) posent les axes pour une amélioration de la qualité des réseaux hydrographiques et des zones humides en restaurant de multiples habitats. Cette démarche de restauration et de renaturation est réalisée grâce aux plans de gestion que sont les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) à l'échelle des grands bassins hydrographiques, et les Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE), pour les bassins versants de ces grands bassins. Ces travaux débutent par une phase de diagnostic pour envisager des remaniements de l'espace en faveur de la restauration des dynamiques écosystémiques.

Le Filet est un cours d'eau d'une vingtaine de kilomètres de long, faisant partie intégrante du lit majeur du Cher. Le diagnostic de son bassin versant nous a été confié par le Nouvel Espace du Cher (NEC) dans le cadre d'un projet de renaturation et restauration des zones humides et affluents du Cher.

Le Filet est un cours d'eau né de la main de l'homme suite à la canalisation du Cher. Sa première modification date de 1780. Il a pour but de drainer les terres alluviales fertiles de la plaine d'inondation de ce dernier pour permettre l'implantation de zones agricoles. Aujourd'hui, ce cours d'eau peut être considéré comme intermittent, bien qu'il soit plus souvent considéré comme un fossé qu'un cours d'eau, et semble faire face à plusieurs pressions liées à l'anthropisation de l'espace. Comment est-il alors possible de mettre en place des dynamiques hydrologiques, sédimentaires et écologiques au niveau du Filet?

Ce chantier école a ainsi pour objectif de réaliser un diagnostic du bassin versant du Filet en apportant de nouvelles connaissances sur son état actuel général sous les prismes physico-chimique, écologique et patrimonial. Ce travail s'inscrit dans la continuité d'une démarche d'étude de bassin versant réalisée en 2017 par le bureau d'étude Rive. Il permet de mettre à jour les connaissances sur cet espace tout en apportant une nouvelle vision de son avenir potentiel. Ainsi pourront être mises en exergue ses forces, ses faiblesses ainsi que ses opportunités et menaces, dans l'objectif de proposer des aménagements sur mesure.

I- Caractérisation physique du cours d'eau et du bassin versant

A) Localisation géographique du Bassin Versant

La masse d'eau référencée sous le nom de "Filet" (code Sandre K6715000) et son bassin versant se situent dans la région Centre-Val-de-Loire, dans le département d'Indre-et-Loire (37), plus précisément à l'Est de la ville de Tours (Figure 1). Sa zone hydrographique, à savoir "le Cher du ruisseau Gauthier au Petit Cher" (Code Sandre K671), est incluse dans le bassin de "La Loire, les cours d'eau côtiers vendéens et bretons", défini par la Directive Cadre sur l'Eau, et est administrée à l'échelle du bassin hydrographique Loire-Bretagne. Le Filet traverse plusieurs villes comme Saint-Pierre des Corps à l'aval ou Dierre à l'amont (Figure 1). Il permet aussi de définir la frontière entre différentes communes, comme avec la commune de Montlouis-sur-Loire et celle de Vétetz.

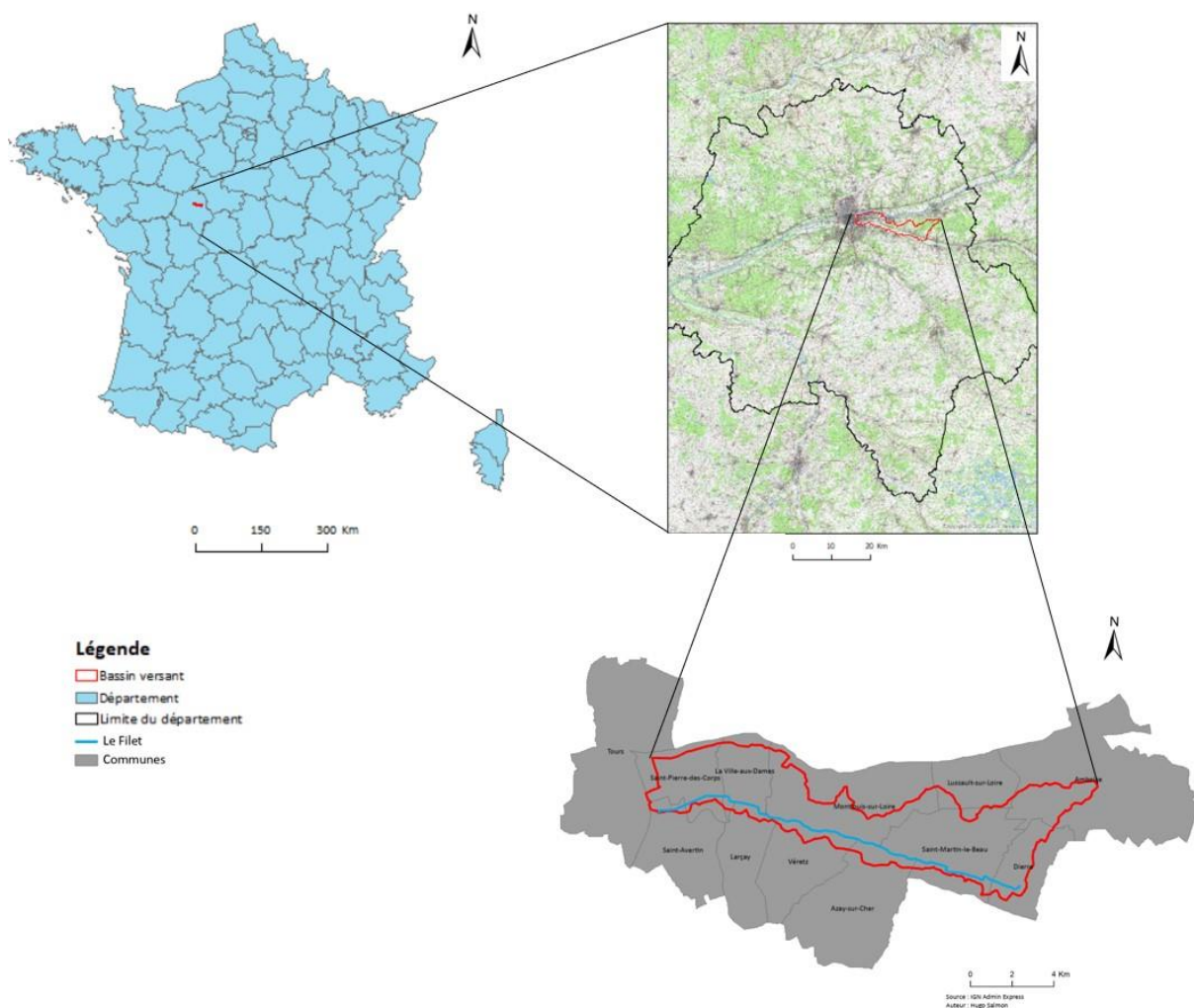


Figure 1 : Localisation du Bassin versant du Filet en France Métropolitaine

Le bassin versant du Filet a une surface de 61 hectares et une forme très allongée. Cette forme est traduite par un coefficient de Gravelius de valeur égale à 2.081. Les crues survenant sur le cours d'eau seront donc caractérisées par un débit de pointe faible et adviendront assez tardivement. Le Filet est un affluent du Cher en rive droite et se situe dans la plaine alluviale de ce dernier.

C) Topographie

Le relief du bassin versant étudié est peu prononcé, avec des altitudes allant de 46 à 127 mètres NGF (Nivellement général de la France) (Figure 3). L'altitude moyenne est de 71 mètres ce qui indique une tendance des altitudes basses sur cet espace. Cette tendance se confirme d'ailleurs en observant la Figure 4 présentant l'altitude en fonction de la surface relative occupée du bassin versant.

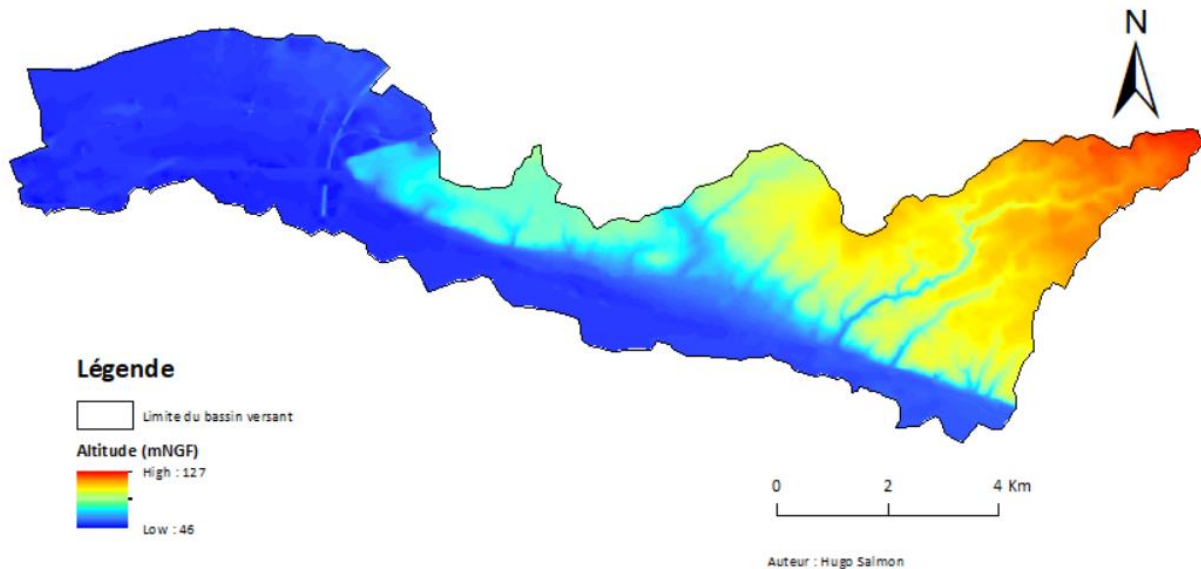


Figure 3: Carte topographique du bassin versant du Filet

La courbe hypsométrique a été obtenue en associant à chaque altitude la surface du bassin versant correspondante, puis en cumulant ces surfaces relatives pour obtenir un total de 100% (Figure 4).

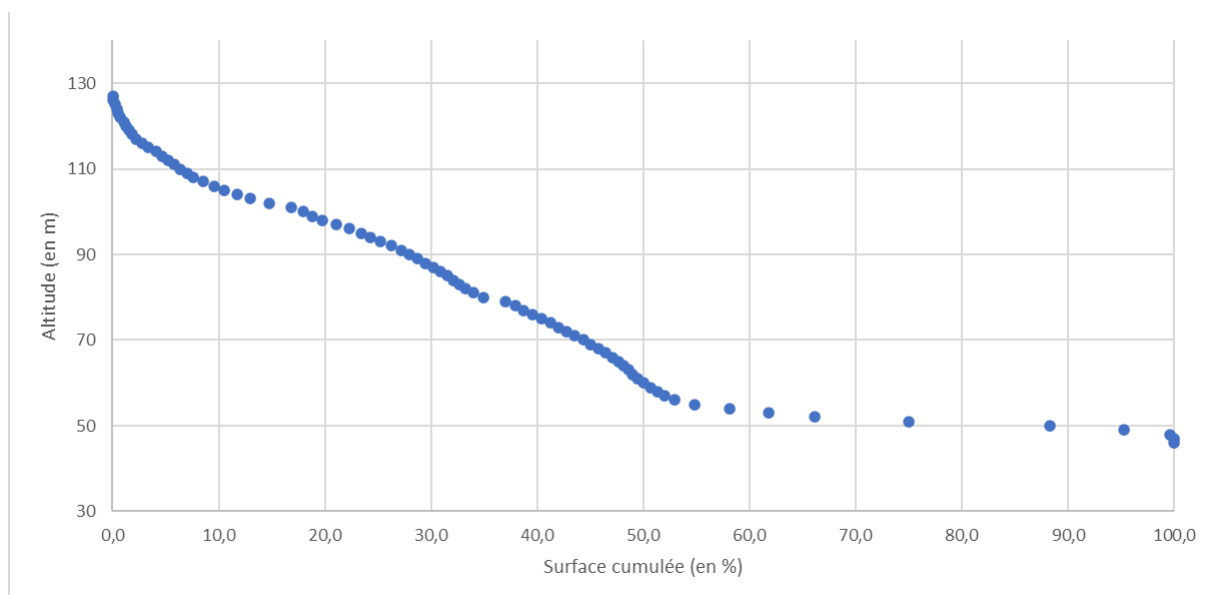


Figure 4 : Courbe hypsométrique du bassin versant du Filet

Un changement radical de répartition des altitudes au niveau de la valeur médiane (60 m NGF) est observable. En effet, la moitié de la surface du bassin versant présente une altitude comprise entre 127 et 60 m NGF, tandis que l'autre moitié varie seulement de 60 à 46 m (étendue de 67 m contre 14 m pour une surface égale). Le bassin versant possède donc deux profils distinguables, induisant deux dynamiques différentes des cours d'eau, et donc des adaptations des paramètres caractéristiques des cours d'eau notamment la vitesse d'écoulement. Ceci concorde avec le fait qu'une grande partie du bassin versant du Filet est située dans l'ancien lit du Cher, donc sur un **substrat** peu pentu et à plus basse altitude que son bassin versant au même niveau.

Cette répartition des altitudes influe ainsi la carte des pentes (Figure 5).

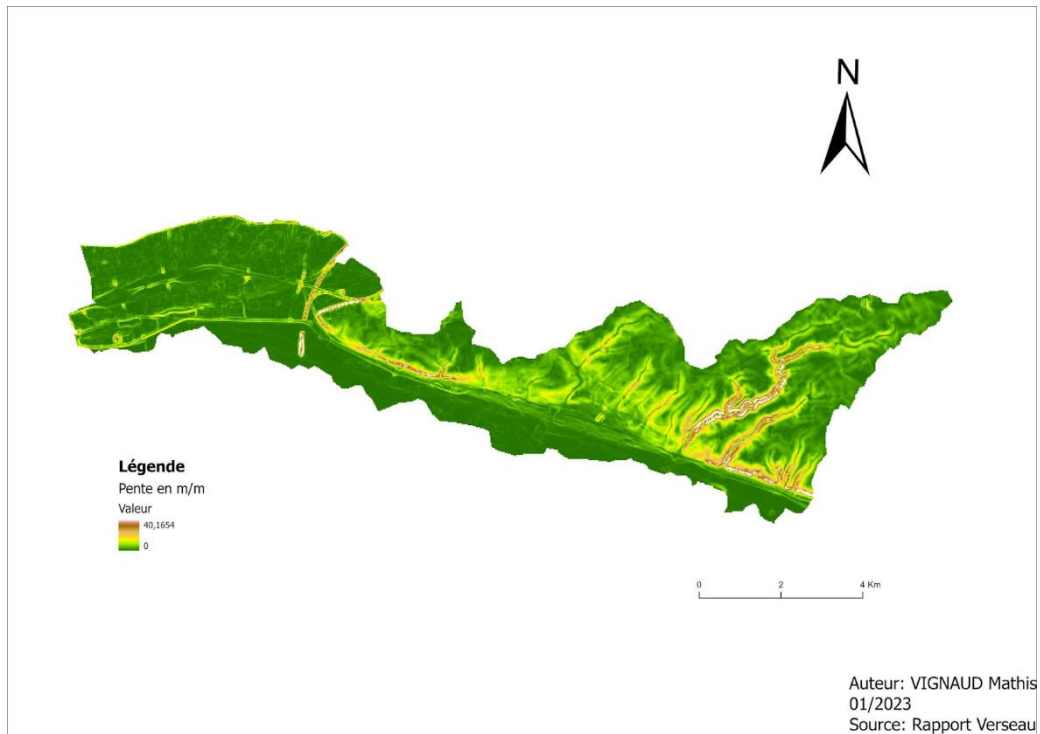


Figure 5 : Carte des pentes du bassin versant du Filet

Ainsi le bassin versant correspond plutôt à un relief de plaine, les pentes sont très faibles sur la partie aval et moyenne du Filet. Les pentes les plus fortes sont sur la partie amont du bassin versant, là où il est possible de trouver les sources du Filet, le Battereau notamment.

Ces pentes induisent des écoulements rapides des sources du Filet, cependant une fois que l'eau arrive dans le Filet, la pente est faible ce qui fait que la vitesse d'écoulement décroît fortement.

D) Géologie

Le diagnostic d'un bassin versant passe par l'étude de ses caractéristiques géologiques. En effet, appréhender la structure géologique permet de cerner plus précisément les qualités du terrain, des eaux qu'il draine ainsi que sa capacité à stocker l'eau en sous-sol. Cela permet dans le même temps d'évaluer la réponse hydrologique du bassin versant face à un événement pluvieux, à une crue. Cette réponse est déterminée grâce à la forme du bassin considéré et par la géologie du substratum qui influence les écoulements en surface et en profondeur.

L'étude géologique du bassin versant du Filet s'appuie sur la carte géologique d'Amboise au 1 :50 000, certains forages au sein et aux environs du bassin, ainsi qu'à l'aide de la carte géologique de France au 1 : 4 500 000. A l'aide des ressources à disposition, il est possible de construire la carte géologique du bassin versant du Filet (Figure 6) utile pour étudier les caractéristiques géologiques du terrain.

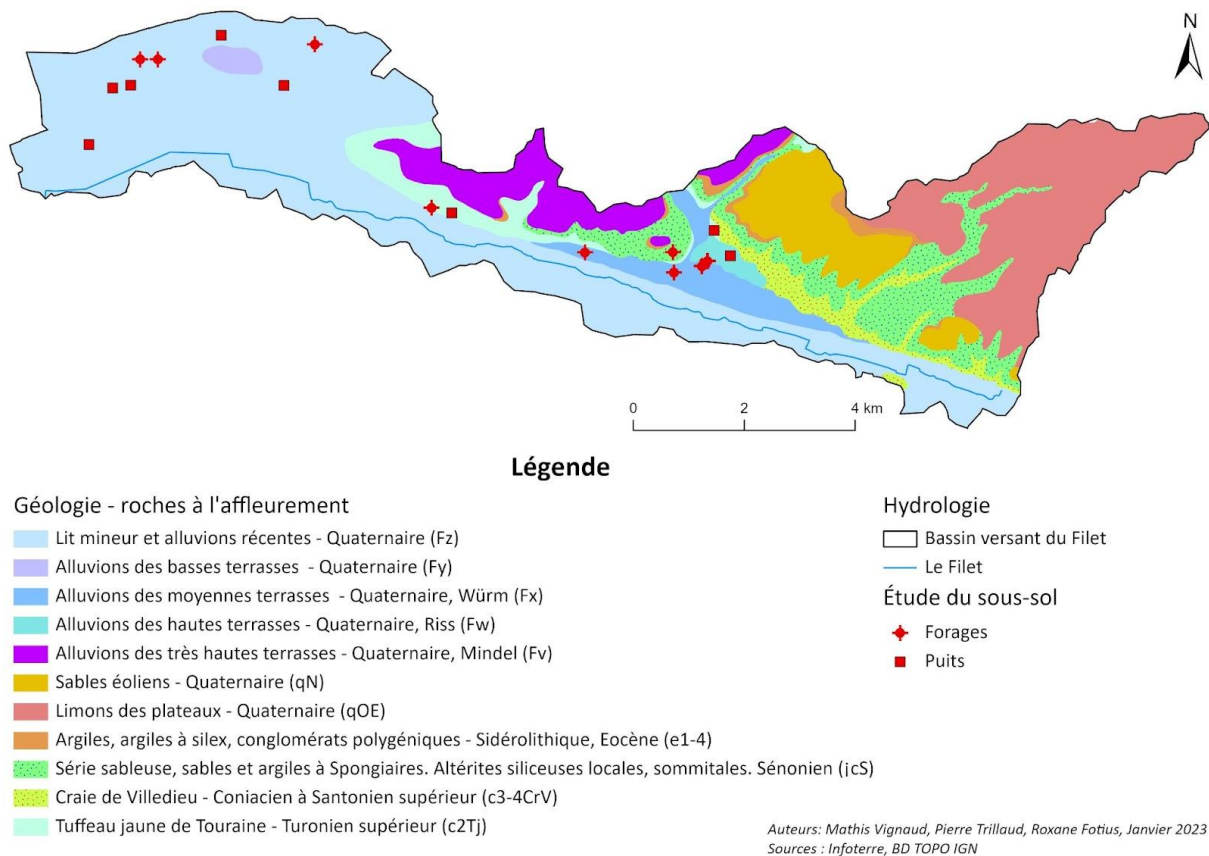


Figure 6 : Cartographie des roches à l'affleurement, avec leurs puits et forages, du bassin versant du Filet

1. Le bassin versant du Filet et sa situation géologique

Le bassin versant du Filet est situé au Sud-Ouest du Bassin parisien, l'un des plus vastes bassins sédimentaires français. Ce bassin est entouré de massifs qui sont : au Nord, les Ardennes ; à l'Est, les Vosges ; au Sud, le Massif central ; à l'Ouest, le Massif armoricain (Figure 7).

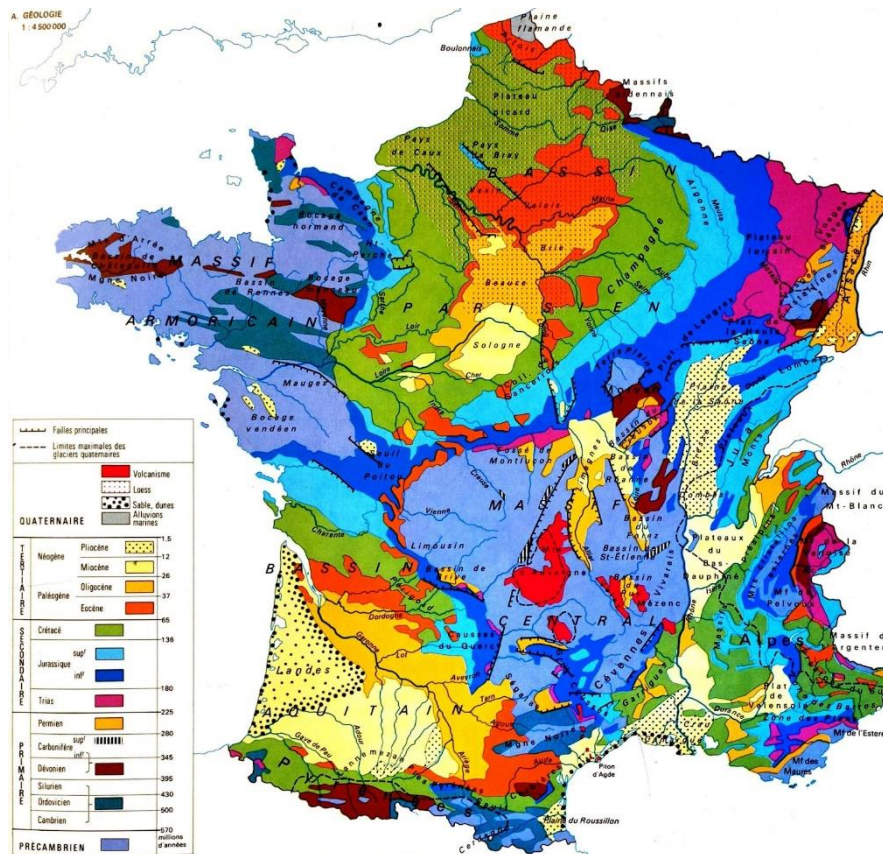


Figure 7 : Carte géologique de la France (1:4 500 000)

La mise en place du bassin versant du Filet résulte de processus océaniques et continentaux. Il est défini comme une dépression de grande étendue ayant connu des périodes immergées permettant le dépôt de sédiments érodés sur les massifs avoisinants. Une fois émergés, les terrains sont façonnés par des processus continentaux liés à la météorologie, au vent et aux réseaux hydrographiques. La mise en place de cet espace est aussi dépendante du mécanisme de **réajustement isostatique** lié à l'érosion et **pénéplanation*** des massifs montagneux, à la fonte des glaciers et à la **subsidence** tectonique par effet de charge du bassin sédimentaire.

Le bassin versant du Filet est donc façonné au sein de cette dynamique globale du Bassin parisien, qu'il est possible de reconstituer aujourd'hui par l'étude des couches géologiques à **l'affleurement**, ainsi que par l'analyse des forages apportant un éclairage sur la qualité des couches en sous-sol.

2. Le sous-sol du bassin versant du Filet

Le socle sur lequel repose le bassin versant du Filet remonte à l'ère primaire ou Paléozoïque. Il se compose de schistes, grès, roches granitiques et métamorphiques issues des **orogènes cadomienne** (Protérozoïque ; 2500-540 millions d'années) et **hercynienne** (Carbonifère - 360 – 295 millions d'années).

Trois cycles de transgression-régression marine mettent en place les couches géologiques qui recouvrent ce socle ancien. Ces cycles sont caractérisés par une avancée de la mer au-delà de ses limites antérieures puis un retrait de la mer en deçà de ses limites antérieures. Ces cycles se manifestent par des dépôts marins surmontant des dépôts continentaux dans le cas de la transgression, et des dépôts continentaux sur des dépôts marins dans le cas d'une régression. Les trois cycles ayant façonné le bassin versant du Filet et la région dans laquelle il se trouve ont lieu à l'aire secondaire ou Mésozoïque, et plus précisément au **Trias** (245 - 205 millions d'années), au **Jurassique** (205 – 135 millions d'années) et au **Crétacé** (135 – 65 millions d'années).

Le Trias correspond au premier cycle marin et est caractérisé par des dépôts de conglomérats, d'argiles, de sables et d'argiles dolomitiques. Ces **dépôts détritiques**, issus de l'altération des silicates contenus dans les roches granitoïdes de la croûte continentale, proviennent de l'érosion du Massif armoricain et du Massif central sédimentant à leur pied.

Le Jurassique correspond au deuxième cycle marin et présente une succession de dépôts d'origine détritique et biochimique que sont les calcaires (graveleux et argileux), les argiles, les marnes, ainsi que de la craie. Ils sont issus de l'altération de roches silicatées, et de la précipitation du carbonate de calcium. La craie témoigne d'une activité **planctonique** et **benthique** qui a amené à la précipitation de carbonates de calcium (CaCO₃).

3. Les couches géologiques à l'affleurement sur le bassin versant du Filet

a) Formations du Crétacé

Le Crétacé regroupe les couches géologiques à l'affleurement les plus anciennes du bassin versant du Filet. Ces couches témoignent du troisième cycle marin du Bassin parisien au Crétacé supérieur (96 – 65 millions d'années). Elles sont composées d'une succession de couches d'argiles, de grès, de sables et de glauconie issus de l'altération de roches granitiques au Cénomaniens non affleurantes sur le bassin versant du Filet. Elles témoignent par ailleurs d'une sédimentation en milieu marin peu profond, par l'affleurement de tuffeau et calcaires sableux issus de la précipitation des carbonates de calcium au Turonien, de silex et de craie (de Blois et de Villedieu) du Sénonien. Il n'y a pas de dépôt du Crétacé : ces dépôts ont été érodés lors de la seconde **régression marine** avant la troisième **transgression** et le dépôt de sédiments d'origine marine au Turonien.

b) Formations du Cénozoïque

La majorité des couches à l'affleurement sur le bassin versant du Filet date du Cénozoïque (66 millions d'années – 2,6 millions d'années) et du Quaternaire (2,6 millions d'années – aujourd'hui). Ces couches résultent de processus continentaux, à l'exception du Miocène (23,5 – 5,3 millions d'années). Le Cénozoïque est scindé en deux périodes : le Paléogène (66-23 millions d'années), le Néogène (23-2 millions d'années). Le Bassin parisien fait face à un soulèvement et la présence d'un pôle de subsidence évoluant, affecte les dynamiques inhérentes à la géologie des bassins versants tels que celui du Filet.

Pendant le Paléogène, les structures composées des craies et calcaires déposées au Crétacé sont érodées et altérées à l'Eocène (53 - 34 millions d'années). Il est ainsi possible de distinguer trois faciès allant des poudingues aux sables argileux en passant par les cailloutis siliceux, façonnés par un **régime fluvial ou torrentiel**. La fin de l'Eocène est aussi marquée par des mouvements tectoniques aboutissant à la mise en place de dômes et de cuvettes alignés suivant la direction armoricaine (Ouest, Nord-Ouest vers Est, Sud-Est). La région comprenant le bassin versant du Filet est ainsi affectée et présente un **anticlinal** au niveau de la forêt d'Amboise, identifiable grâce aux **isobathes** du toit du Cénomaniens (Figure 8, Annexe A).

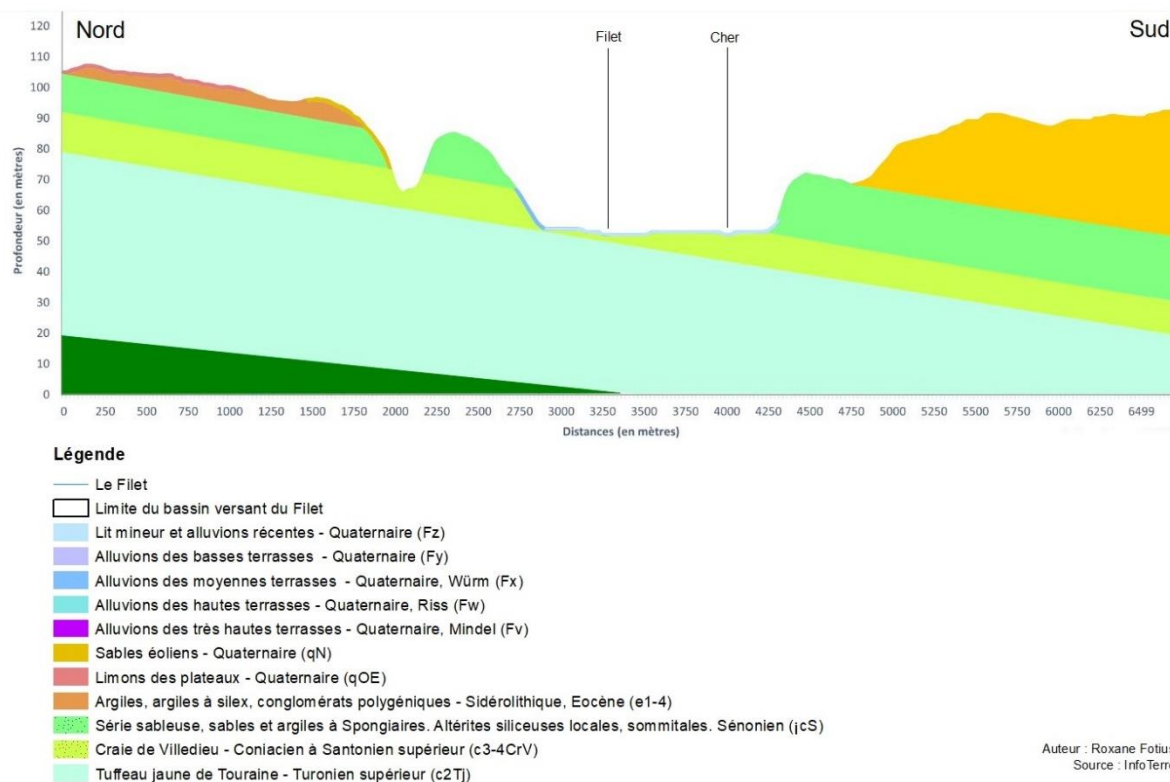


Figure 8 : Coupe géologique du bassin versant du Filet au niveau de Saint-Martin-le-Beau

En réalisant une coupe géologique d'un transect clé du bassin versant du Filet, l'agencement des couches géologiques met en évidence l'influence de cet anticlinal sur les roches à l'affleurement et ainsi sur les propriétés du sol et ses usages.

A l'Oligocène (34 – 23,5 millions d'années), le bassin connaît un **régime lacustre** avec un dépôt de calcaires et de marnes au sein de lacs installés dans les cuvettes. Ces dépôts n'apparaissent pas à l'affleurement sur le bassin du Filet.

Le Néogène correspond à la dernière incursion marine, ici Mer des Faluns, au Miocène (23,5 – 5,3 millions d'années). C'est à l'issue de cette incursion, au Pliocène (5,3 – 1,65 millions d'années), que se mettent en place le réseau hydrographique et la sédimentation continentale observable actuellement en Touraine.

L'ère quaternaire est représentée sur cette carte par les **terrasses alluviales** et **alluvions** du lit des cours d'eau comme la Loire ou le Cher, ainsi que le dépôt de sables éoliens et de lœss ou « limons des plateaux ». Ces cours d'eau ont façonné le paysage en engendrant une sédimentation continentale caractérisée par les alluvions composées de silex, chailles et fragments de basalte venant du Massif central.

La majorité des roches est issue de l'altération de silicates. Seul 7,2 % des couches à l'affleurement présentent des roches carbonatées. Celles-ci sont principalement localisées à l'affleurement sur les zones les plus pentues du bassin versant. Ce résultat est cohérent mis en relation avec l'histoire géologique du bassin versant du Filet.

Les processus de ce bassin versant sont continentaux depuis le Pliocène et pendant l'ère quaternaire ce qui explique une dominance des roches silicatées.

4. Hydrogéologie du bassin versant du Filet

La géologie du bassin versant du Filet témoigne d'une histoire géologique entre continent et océan, instructive quant aux usages que l'homme peut faire de ces terrains. De plus, la structure du sous-sol donne des indications sur les nappes potentiellement présentes.

Le bassin versant du Filet faisant partie intégrante du territoire de Touraine, le sous-sol du bassin versant du Filet présente plusieurs nappes (Figure 9) :

- La nappe de la craie du Séno-Turonien. Cette nappe est libre et majoritairement utilisée pour l'irrigation et l'activité agricole.
- La nappe des sables du Cénomanién. Cette nappe est captive et de bonne qualité car protégée des activités humaines à l'aplomb. Cependant, son niveau a baissé depuis les années 90 à cause de sa surexploitation.
- La nappe des calcaires du jurassique supérieur.
- La nappe des grès du Trias.

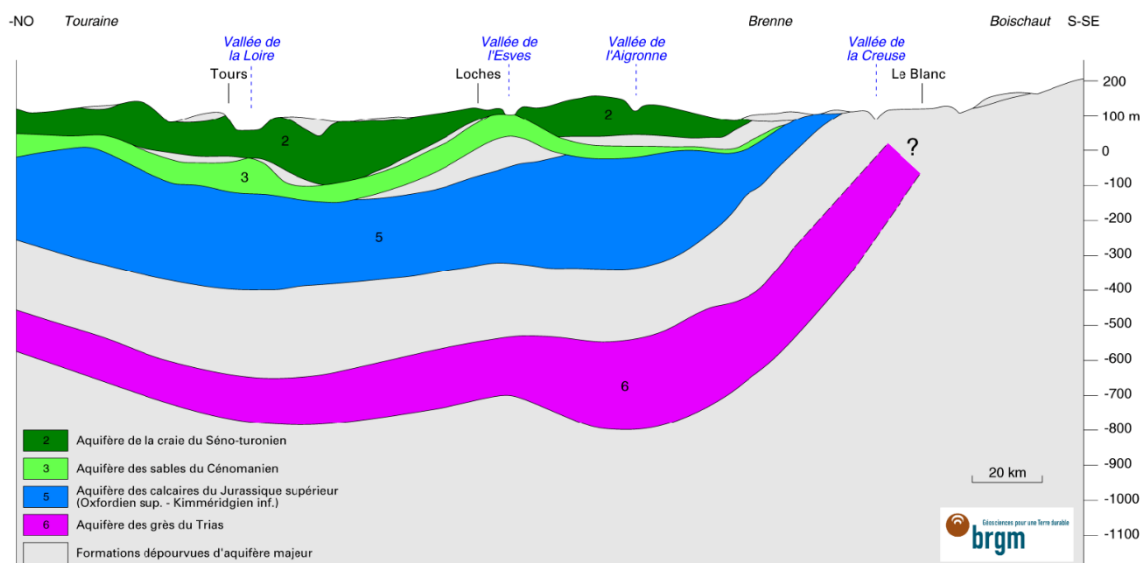


Figure 9 : Coupe représentant les nappes des sous-sols de Touraine

Étant donné la présence de ces masses d'eau, une activité de forage et de captage de l'eau est présente sur le territoire étudié.

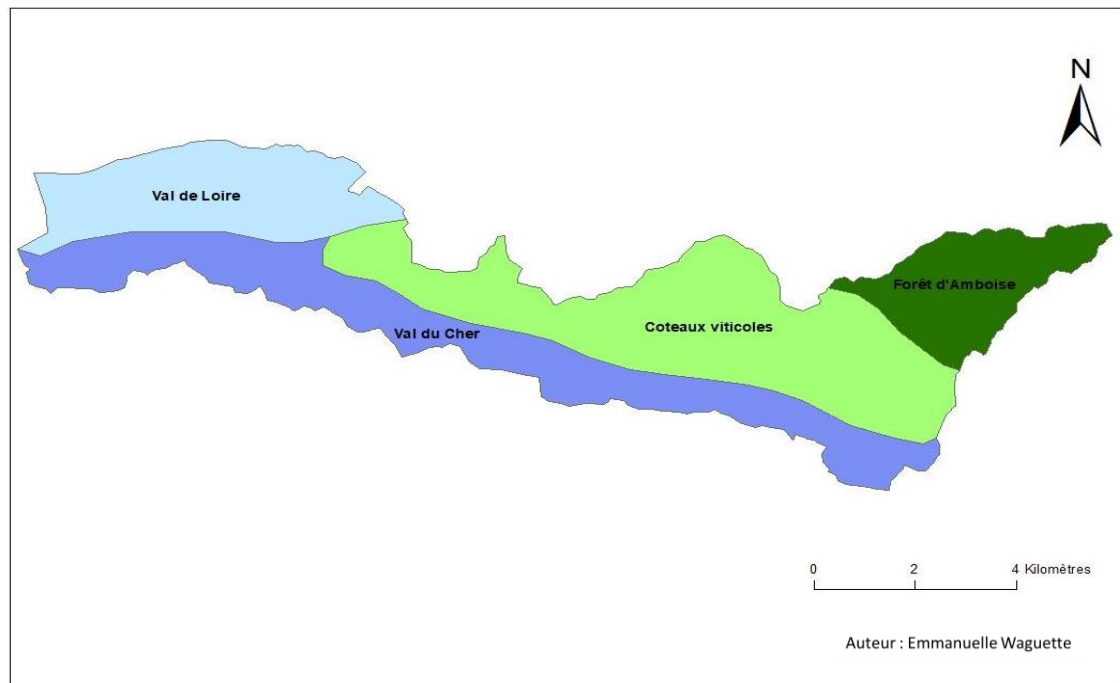
L'utilisation des ressources en eau est répartie sur trois secteurs différents. La majeure partie de ces ressources (60 %) est dédiée à l'alimentation en eau potable des communes. La proportion de cette eau consacrée à l'irrigation s'élève à hauteur de 36%, le reste des ressources étant destiné à des fins industrielles. Malgré le peu de mobilisation des ressources en eau souterraine de l'industrie, il est notable que plus des deux tiers des eaux captées proviennent de la nappe alluviale. Le dernier tiers des eaux est prélevé dans la nappe profonde des couches géologiques du Séno-Turonien.

E) Pédologie

1. Contexte

a) Géomorphologie

Le bassin versant du Filet se décompose en plusieurs unités géomorphologiques. Ces unités sont définies par la forme du relief et le rôle de l'érosion dans la formation du paysage (géomorphologie, 2002). D'après la notice de la carte des sols de la région centre au niveau d'Amboise (Boutin, 1986), les unités géomorphologiques présentes sur le bassin versant du Filet sont d'Ouest en Est : le Val de Loire, le Val du Cher, les coteaux viticoles et la forêt d'Amboise (Figure 10). Le Val de Loire se caractérise par la présence d'alluvions et de terrasses anciennes. Le Val du Cher se caractérise par la présence d'alluvions fins sur un substrat calcaire. Les coteaux viticoles sont marqués par la présence de vignes historiques. La forêt d'Amboise correspond aux plateaux et versants couverts de forêt.



b) Méthode d'obtention de la carte

Les cartes numériques ont été obtenues à partir de la carte des sols de la région centre au 1/50.000 (Boutin, 1986). Les cartes dérivées correspondant aux textures superficielles, aux contraintes liées à l'excès d'eau, aux réserves utiles potentielles et aux aptitudes agricoles sont au 1/100000.

Toutes ces cartes ont été numérisées et traitées avec le logiciel ArcGIS (Redlands, C. E. S. R. I., 2011). Après un géoréférencement, les caractéristiques pédologiques de chaque sol ont été définies sur la carte numérique. Les statistiques, en termes de pourcentage, ont été obtenues à l'aide du logiciel Excel (Microsoft Corporation, 2018).

2. Les sols dans le bassin versant du Filet

Les caractéristiques de chacun des sols proviennent du référentiel pédologique (Baize *et al.*, 2008), de la description des grandes familles de sols réalisée par Messent *et al.* (2019) et les noms vernaculaires proviennent de la Typologie des sols (Froger *et al.*, 1994).

a) Définition d'un sol et des horizons

Un sol se forme à partir de matériaux organiques et minéraux présents dans le milieu. Les sols s'organisent selon trois dimensions : surface, profondeur et évoluent au cours du temps. Ils se divisent généralement en plusieurs horizons. Un horizon est une partie d'un sol homogène et il en existe de plusieurs sortes (Tableau 1).

Tableau 1 : Définitions des différents horizons composant les sols du bassin versant du Filet

Nom de l'horizon	Définition
A	Cet horizon contient un mélange de matière organique et de matière minérale (en surface). La matière organique provient des alluvions
LA	La morphologie et le fonctionnement de l'horizon A ont été artificialisés. Ceci est à mettre en lien avec les pratiques agricoles
BT	Cet horizon est également nommé horizon argilluvial. Il est enrichi en argile et en fer et peu perméable. C'est un horizon structuré qui ne se forme pas en surface.
BC	C'est un horizon de transition entre les horizons B et C
C	Les minéraux présents dans cet horizon de roche altérée ont subi une fragmentation importante et/ou une certaine altération géochimique.
E	Cet horizon est appauvri en argile et en fer et il est assez perméable. Il est peu structuré et beaucoup moins riche en matière organique que l'horizon A
g	C'est un horizon rédoxique. Il correspond à des engorgements temporaires en eau.
G	C'est un horizon réductique. La prédominance des processus de réduction est à mettre en relation avec l'engorgement permanent en eau de cet horizon.
J	Cet horizon est dit "jeune". Il est peu différencié et pauvre en matière organique.
S	Il s'agit d'un horizon structural d'altération. Cet horizon libère des minéraux argileux.
D	Cet horizon est composé de matériaux durs, grossiers et fragmentés.
M	C'est un horizon de roches meubles.
R	Il s'agit d'un horizon de roches massives, peu fragmentées. Ces roches peuvent piéger de la matière provenant des horizons supérieurs au niveau de leurs fissures.

b) Les sols du bassin versant du Filet

Sur le bassin versant, différents types de sols peuvent être rencontrés, notamment des sols peu évolués (sols d'apport colluvial), calcimagnésiques (sols carbonatés et saturés), brunifiés (sols bruns et lessivés), hydromorphes et anthropiques (Figure 11).

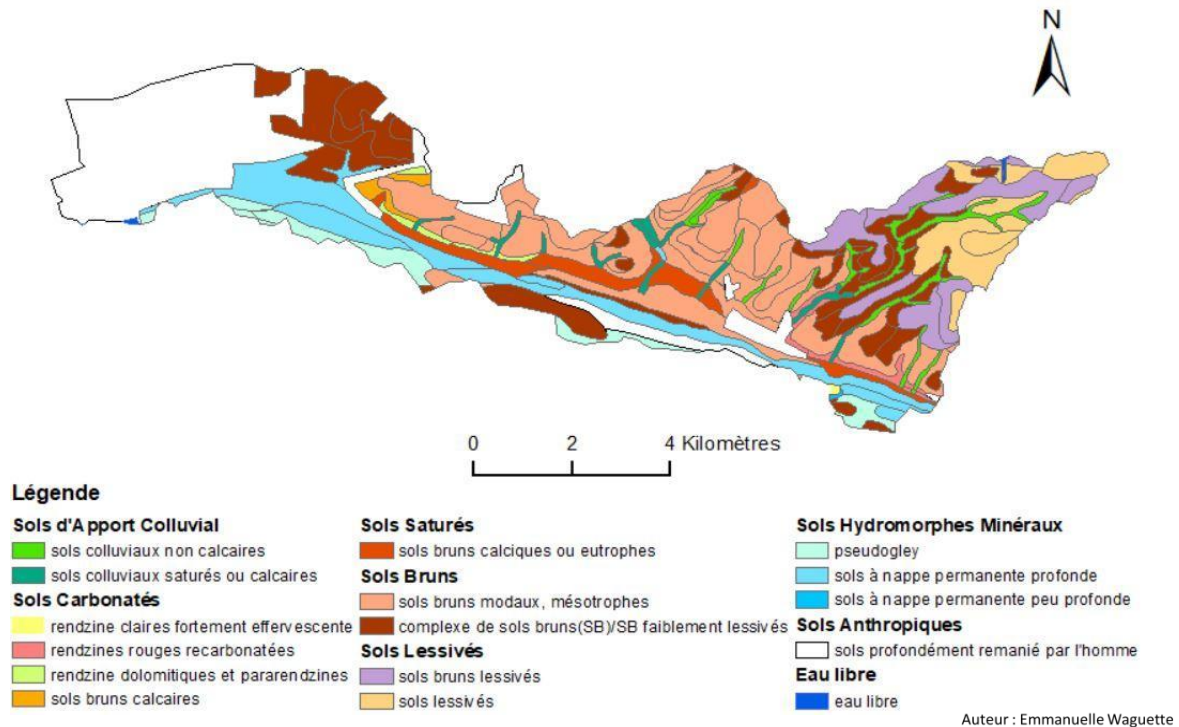


Figure 11 : Les différents types de sols sur le bassin versant du Filet

Les sols peu évolués

Les sols colluviaux non calcaires et les sols colluviaux saturés ou calcaires (les colluviaux sols, Varenne) représentent 4,3% du bassin versant (Annexe B) et sont situés au niveau des vallées (Figure 11) au centre nord-est du bassin versant. Ces sols sont issus de colluvions (matériaux arrachés au sol en haut d'un versant puis transportés par ruissellement de l'eau ou par éboulement ou labour pour être déposés plus en aval du versant, en bas de la pente). Les colluvions se retrouvent donc principalement au fond des vallons, comme c'est le cas dans le bassin versant du Filet. Les sols colluviaux s'enrichissent en particules fines et en matière organique en bas des versants. Dans la plupart des cas, les horizons A, J, S ou C sont présents.

Les sols calcimagnésiques

Les sols carbonatés

Moins de 2% des sols du bassin versant sont des sols à rendzine claire fortement effervescente, rendzine rouge recarbonatée et rendzine dolomitique et pararendzine (Rendosols, Rendzines). Ces sols se situent au sud, sud-est et au centre du bassin versant. Ils se retrouvent généralement sur des roches calcaires très fissurées et riches en carbonate de calcium. Ces sols sont généralement argileux et caillouteux. Ils sèchent rapidement. Ils peuvent également être relativement perméables. Les Rendosols retrouvés sur le bassin versant du Filet possèdent une texture superficielle de type sable limoneux (Boutin, 1986) provenant de la dégradation de tuffeau jaune de Touraine (roche calcaire, Figure 8). L'alternance des horizons est A ou LA suivi de C puis de M ou R ou D. Ces horizons, dans ce cas, ont la particularité d'être calcaires.

Les sols bruns calcaires (Calcosols) représentent seulement 0,7% du bassin versant du Filet et sont présents au centre-ouest du bassin. Ces sols ont pour caractéristiques d'avoir une épaisseur de plus de 35 cm, d'être développés à partir de matériaux calcaires riches en carbonate de calcium. Ils sont fréquemment argileux, plus ou moins caillouteux et séchants, et souvent très perméables. L'alternance des horizons est Aca ou LAca/Sca/Cca ou M ou R ou D.

Les sols saturés

Les sols bruns calciques ou eutrophes (Calcisols, Aubuis) représentent 4% du bassin versant. Ils se retrouvent au centre du bassin entre Montlouis-sur-Loire et Saint-Martin-le-Beau (Figure 11). Les Calcisols sont pauvres en carbonates, souvent argileux et perméables. L'alternance des horizons est Aci ou LAci suivi d'un horizon Sci puis d'un horizon Cca ou M ou R ou D. Les horizons A, LA et S sont calciques et donc saturés en calcium.

Les sols brunifiés

Les sols bruns

Les sols bruns modaux (Fluvisol brunifié, Varenne) se retrouvent sur les coteaux viticoles et sont majoritaires puisqu'ils représentent 23% du bassin versant. Ces sols ont pour caractéristique d'être issus d'alluvions (matériaux déposés par un cours d'eau) (Figure 11). En effet, le bassin versant du Filet est situé dans le lit majeur du Cher. Ces sols sont caractérisés par une texture de type limon sablo-argileux, sable et sable limoneux. Les Fluvisols possèdent une succession d'horizons caractéristiques : A ou LA/S/(M)/D.

Le complexe de sols bruns et sols bruns faiblement lessivés (Brunisols, Varenne) représente un peu moins de 17% du bassin versant et est présent principalement au niveau du Val de Loire. Ces sols se retrouvent également au centre du Val de Cher et à la limite entre les coteaux viticoles et la Forêt d'Amboise. Toutefois, on peut les rencontrer au sud et à l'est autour des sols d'apport colluvial près de la forêt d'Amboise. Les Brunisols sont des sols non calcaires avec des horizons peu différenciés, moyennement épais à épais (plus de 35 cm d'épaisseur). Un horizon intermédiaire ou structural à structure nette (présence d'agrégat ou mottes) est présent. Cet horizon est poreux. L'alternance des horizons est :

- Sous forêt : A/S/C ou M ou R
- Sous culture : La ou Ls/S/ C ou M ou R

Les sols lessivés

Les sols bruns lessivés (Néoluvisols, Bournais) représentent 7% des sols du bassin versant du Filet. Ils se retrouvent principalement au nord-est du bassin, au niveau de la forêt d'Amboise et à la limite avec les coteaux viticoles. Ces sols sont caractérisés par un lessivage vertical des particules d'argile et de fer. Ces particules s'accumulent en profondeur. Ce lessivage entraîne une différenciation nette entre les horizons, notamment entre les horizons de surface A ou LA et l'horizon suivant BT. Sous ce dernier, un horizon BC suivi d'un horizon C ou M se développent.

Les sols lessivés (Luvisols, Bournais) représentent 6% du bassin versant. Ils se rencontrent principalement au niveau de la Forêt d'Amboise. Les Luvisols possèdent les mêmes caractéristiques que les Néoluvisols mais ils présentent un lessivage vertical des particules d'argiles et de fer plus marqué. La succession d'horizons est identique à celle des Néoluvisols mais l'horizon E est forcément présent.

Pour ces deux types de sols, les potentialités agricoles peuvent être bonnes. Les néoluvisols ont également la particularité d'être des sols à réserve maximale en eau.

Les sols hydromorphes

Les sols hydromorphes se situent principalement dans le Val du Cher. Les sols à pseudogley et à horizons réductiques de profondeur (Rédoxisols, Varenne) représentent 14% du bassin versant du Filet. Ils se retrouvent principalement au sud du bassin versant. Les Rédoxisols se développent dans des matériaux parentaux ou des substrats et dans des positions topographiques (plaine, vallée, terrasse, etc...) très variés et divers. Les processus d'oxydoréduction sont prédominants dans ces sols. Ils sont faiblement perméables et saisonnièrement saturés en eau (hydromorphie). Cette hydromorphie débute généralement à moins de 50 cm de la surface. Pour les sols à pseudogley, l'alternance d'horizon est A/g/C. Pour les sols à horizons réductiques de profondeur, l'alternance est A/g/S/G.

Les sols à nappe permanente peu profonde (les Réductisols typiques, Terre de marais) présents au sud du bassin versant, plutôt en basse altitude et lorsque les pentes sont faibles, sont anecdotiques. En effet, ils représentent 0,05% du bassin versant. Ces sols sont saturés en permanence ou en quasi-permanence par l'eau à moins de 50 cm de profondeur. L'alternance des horizons est A/G.

Les sols anthropiques

Les sols anthropiques représentent 22% du bassin versant (ANNEXE B). A l'ouest du bassin versant se trouve une partie de l'agglomération de Tours. D'autres communes, comme St-Martin-le-Beau, se répartissent le long du Filet. Ces sols urbains sont principalement imperméables.

Deux surfaces en eau sont observées dans le bassin versant du Filet : une partie du lac des Peupleraies à Saint-Avertin (Sud-Ouest du bassin) et une partie de la Pagode de Chanteloup à Amboise (Nord-Est du bassin). Ces surfaces en eau représentent moins d'un pourcent du bassin versant.

c) Les textures superficielles des sols

La carte des textures superficielles (Figure 12) des sols montre que le bassin versant du Filet est composé de sables (entre 50 μ m et 2mm), de limon (entre 2 μ et 50 μ m) et d'argile (taille inférieure à 2 μ m).

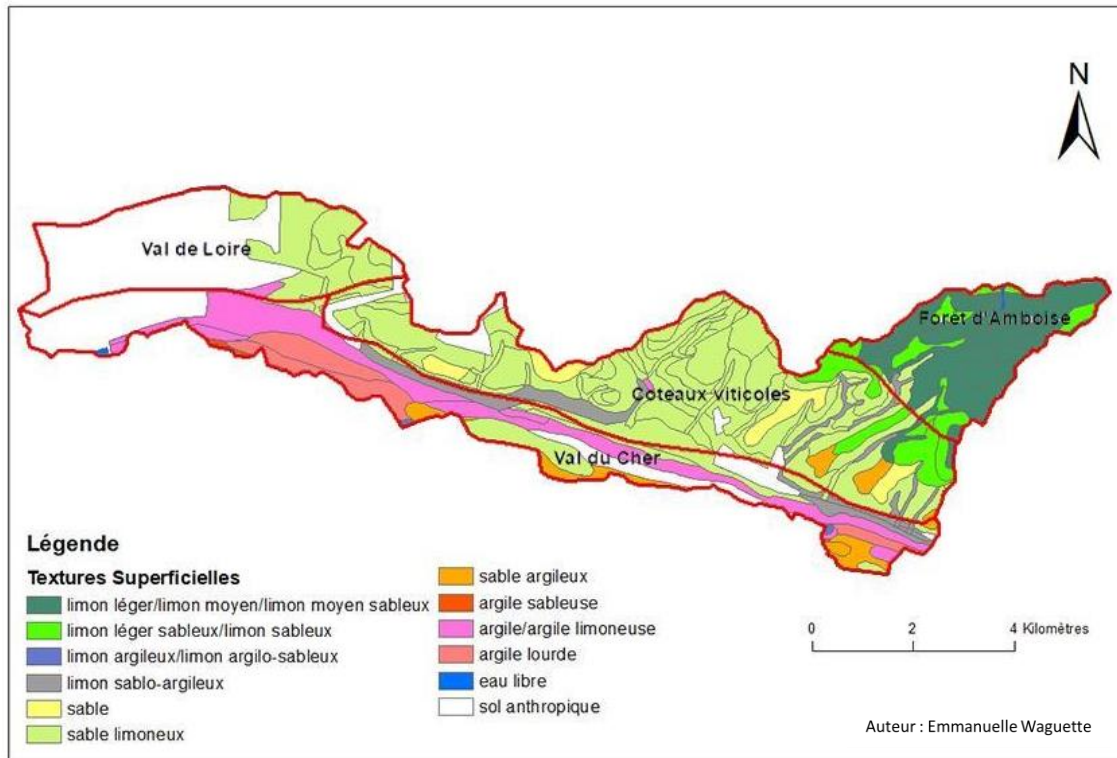


Figure 12 : Les différentes textures superficielles de sol sur le bassin versant du Filet

Les sols du bassin versant du Filet ont des textures superficielles principalement sableuses (44% : sable, sable limoneux et sable argileux, Annexe C). Ces textures sont rencontrées principalement au niveau des coteaux viticoles et du Val de Loire. Ces sols sont donc composés de terres légères, généralement peu structurées et peu ou pas sensibles à la battance (tendance du sol à se désagréger et à former une croûte sous l'action des événements pluvieux). Ces sols sont érodables.

21% des sols sont composés de limons (limon léger, limon moyen, limon moyen sableux, limon léger sableux, limon sableux, limon argileux, limon argilo-sableux et limon sablo argileux). Ces sols sont au niveau de la forêt d'Amboise. Ce sont des terres légères, battantes, et lentes à se réchauffer (limon léger, limon moyen, limon moyen sableux, limon léger sableux, limon sableux) ou des terres à texture équilibrée avec de bonnes propriétés physiques (limon argileux, limon argilo-sableux et limon sablo argileux).

De plus, une étude de la texture, réalisée à l'occasion de ce travail, confirme ce constat. Des prélèvements de sols réalisés sur le linéaire du Filet ont mis en évidence la dominance des limons sur les berges du cours d'eau. En effet, la Figure 13 met en évidence la partition des sols avec une dominante de granularité très fine.

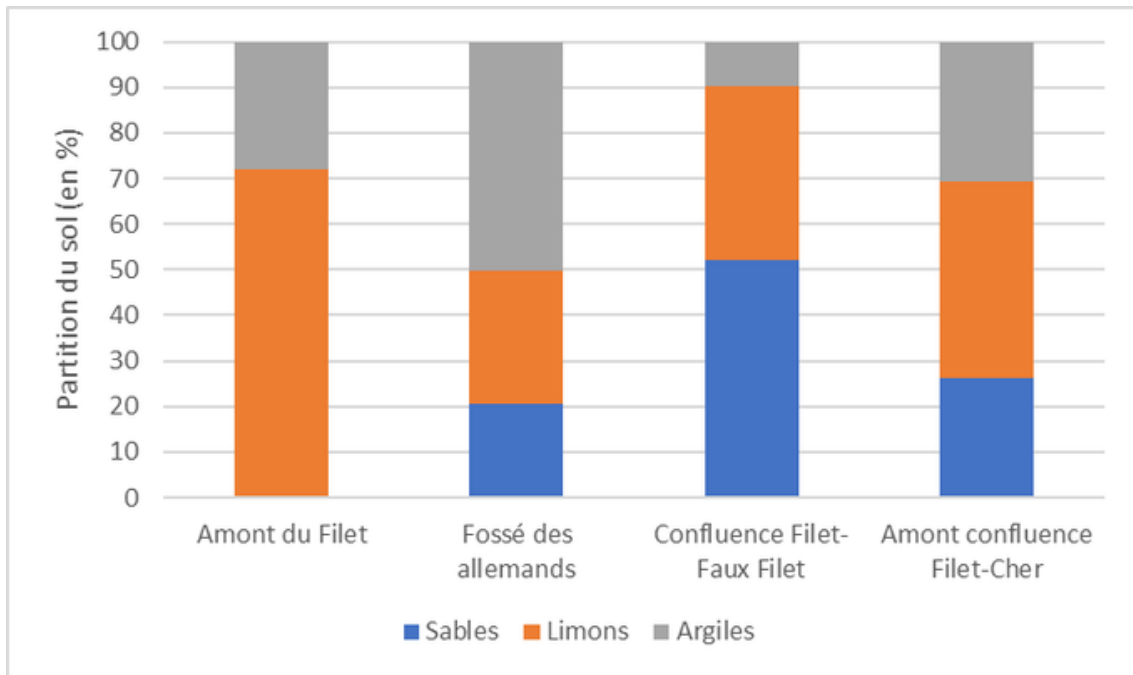


Figure 13 : Composition moyenne de la couche superficielle du sol sur le linéaire du Filet

A partir de ces données et du triangle des textures, il est possible de déterminer les textures des sols sur les berges du Filet (Tableau 2, Annexe D).

Tableau 2 : Textures des sols sur les berges du Filet

	Sables	Limons	Argiles	Type de sol
Amont du Filet	0	72	28	Limon fin
Fossé des Allemands	20	29	50	Limon
Confluence Filet-Faux Filet	52	38	10	Argile limoneuse
Amont confluence Filet-Cher	26	43	31	Limon

Cette étude met en évidence la dominance de sols limoneux et donc une faible dynamique du cours d'eau. Ces sols sont très riches et fertiles, faciles à travailler et propices au bon développement des plantes puisqu'ils sont perméables à l'eau et à l'air. Ils demandent néanmoins d'être travaillés et de bénéficier d'un apport régulier en nutriments pour limiter son appauvrissement et la formation d'une croûte à sa surface. Le Filet ne transporte pas ses sédiments qui décantent le long de son linéaire, empêchant la création de certains habitats et leur diversification.

Au niveau du Val de Cher, la texture superficielle des sols est principalement de l'argile (13% du bassin versant). Ces sols sont peu perméables (sols hydromorphes), et forte réserve utile. Ils sont également souvent riches en matière organique.

d) Les contraintes liées à l'excès d'eau

La contrainte liée à l'excès d'eau est une contrainte importante pour les cultures. En effet, plus le sol est soumis à la présence d'une nappe d'eau stagnante, moins il va être intéressant puisque l'excès d'eau peut entraîner le pourrissement des racines. Dans ce cas, une opération de drainage sera nécessaire pour que le sol puisse accueillir des cultures. Néanmoins, un sol à hydromorphie permanente permet de localiser dans le bassin versant des nappes superficielles potentielles.

Sur la Figure ci-dessous (Figure 14), les couleurs vont du bleu foncé (sol à hydromorphie permanente, peu favorable à la culture) au rose (sol avec un ressuyage correct et favorable à la culture).

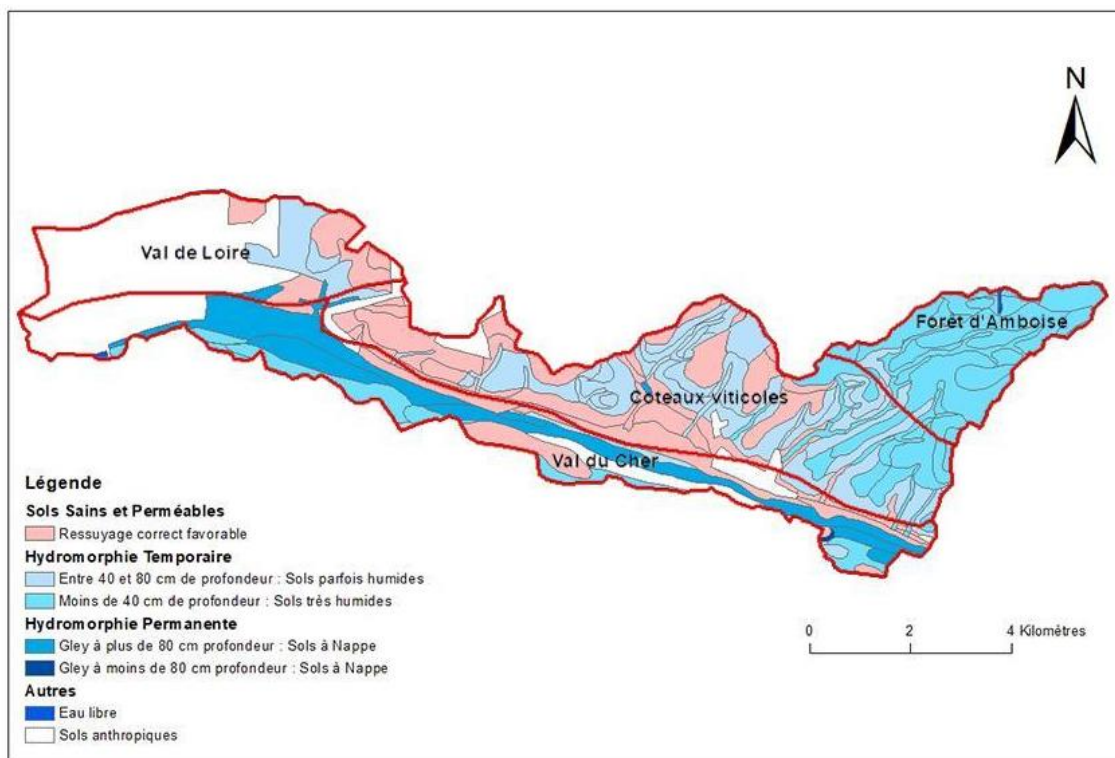


Figure 14 : Les différentes contraintes liées à l'excès d'eau dans le sol sur le bassin versant du Filet

Au niveau de la forêt d'Amboise une hydromorphie temporaire à moins de 40cm de profondeur peut être observée. Les sols subissent un engorgement temporaire dans le proche sous-sol, ceci est dû à la présence d'un horizon argilluvial du fait du processus de lessivage. Le drainage est par conséquent nécessaire et prioritaire pour l'installation de cultures. Cette hydromorphie temporaire à moins de 40cm de profondeur représente 23% du bassin versant du Filet (Annexe E).

Le Val de Cher est plutôt caractérisé par des sols à hydromorphie permanente, que ce soit à plus de 80 cm de profondeur ou à moins de 80 cm de profondeur. Cela signifie qu'il y a une présence de nappe (nappe d'accompagnement du Cher) qui se caractérise par une stagnation de l'eau et donc plus qu'un drainage il faut faire un assainissement pour cultiver sur ces sols. Cependant, la présence de ces nappes peut être bénéfique puisqu'il serait possible d'y prélever de l'eau. Les sols à hydromorphie permanente représentent 11% du bassin versant.

Au niveau des coteaux viticoles, la situation n'est pas aussi claire. Des sols sains et perméables, donc avec un ressuyage correct et favorable vont pouvoir être observés. Ces derniers représentent 24% du bassin versant. Toutefois, des sols avec une faible hydromorphie temporaire entre 40 et 80 cm de profondeur sont eux aussi présents dans cette zone. Ils représentent pour leur part 20% du bassin versant. Ceci signifie que ces sols sont parfois humides et donc qu'ils nécessitent d'un aménagement ponctuel éventuellement associé à un drainage pour pouvoir y installer des cultures.

Le Val de Loire est quant à lui presque entièrement en zone anthropique. Cependant, il est possible d'observer des sols à hydromorphie temporaire entre 40 et 80 cm de profondeur, des sols sains et perméables ainsi que quelques sols d'hydromorphie permanente à plus de 80 cm de profondeur.

e) La réserve utile potentielle en eau

Seule une fraction de l'eau présente dans les sols est utilisable par les plantes. Cette fraction est appelée réserve utile potentielle. Cette grandeur permet notamment de définir la résistance des sols à la sécheresse.

Sur le bassin versant du Filet, 11% des sols possèdent de très fortes réserves en eau (Annexe F). Ils se trouvent dans le Val du Cher (Figure 15). Ces sols sont hydromorphes et riches en argiles. L'alimentation en eau est assurée dans la majorité des cas par une nappe.

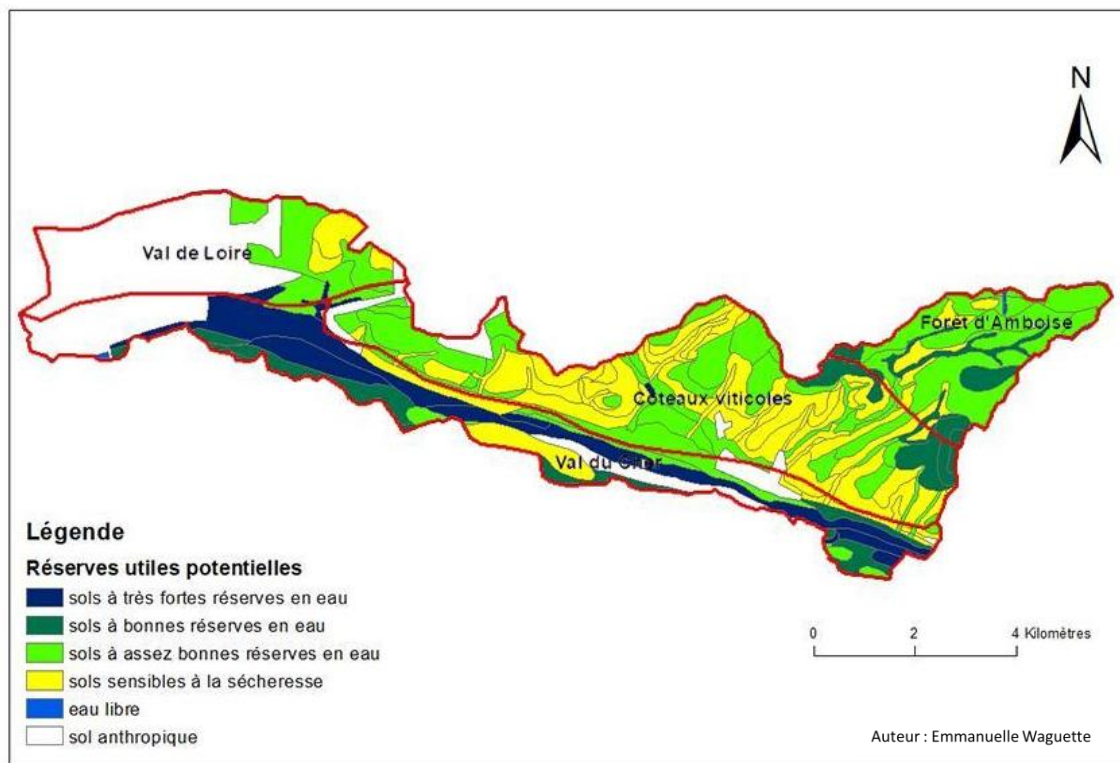


Figure 15 : La Réserve utile potentielle en eau des sols sur le bassin versant du Filet

Les sols avec de bonnes réserves en eau représentent 10% du bassin versant. Les réserves ainsi disponibles conviennent à la majorité des cultures. Ces sols se trouvent au sud du Val du Cher et au niveau de la Forêt d'Amboise.

Les coteaux viticoles et le Val de Loire sont composés de sols à assez bonnes réserves en eau (32% des sols présents sur le bassin versant) et de sols sensibles à la sécheresse (25% des sols du bassin versant). Dans le premier cas, les cultures peuvent subir un déficit en eau en début d'été alors que dans le second, les déficits en eau sont plus fréquents et plus difficilement prévisibles. De plus, la texture de ces sols est composée principalement de sables qui retiennent peu l'eau.

La forêt d'Amboise est composée de sols brunifiés à textures limoneuses. Ces sols ont une capacité de rétention d'eau et de redistribution intermédiaire aux argiles et aux sables. Ceci explique que la majorité des sols de cette forêt dans le bassin versant du Filet sont des sols à assez bonnes réserves en eau.

f) Aptitudes agricoles des sols

L'aptitude agricole d'un sol représente la capacité d'un sol à être favorable ou non à la pratique agricole. Les critères qui ont été retenus pour calculer cette aptitude sont : la texture, la profondeur du profil exploitable par les racines, la pierrosité, l'hydromorphie, la réserve utile en eau et l'état calcique et organique de la couche arable (couche cultivable). Les sols sont donc affectés à différentes classes comme l'indique la Figure ci-dessous, allant de la classe I (bonne aptitude agricole) jusqu'à la classe IV (sols à faible ou très faible potentiel agricole).

La classe I représente donc un sol qui a une bonne aptitude agricole ou autrement dit des sols à haute potentialité. Ces derniers conviennent donc à la majorité des cultures. Dans cette classe, aucun facteur limitant ne vient perturber la croissance des végétaux. La classe I se retrouve tout le long du Filet (Figure 16) et représente environ 2% du bassin versant (Annexe G).

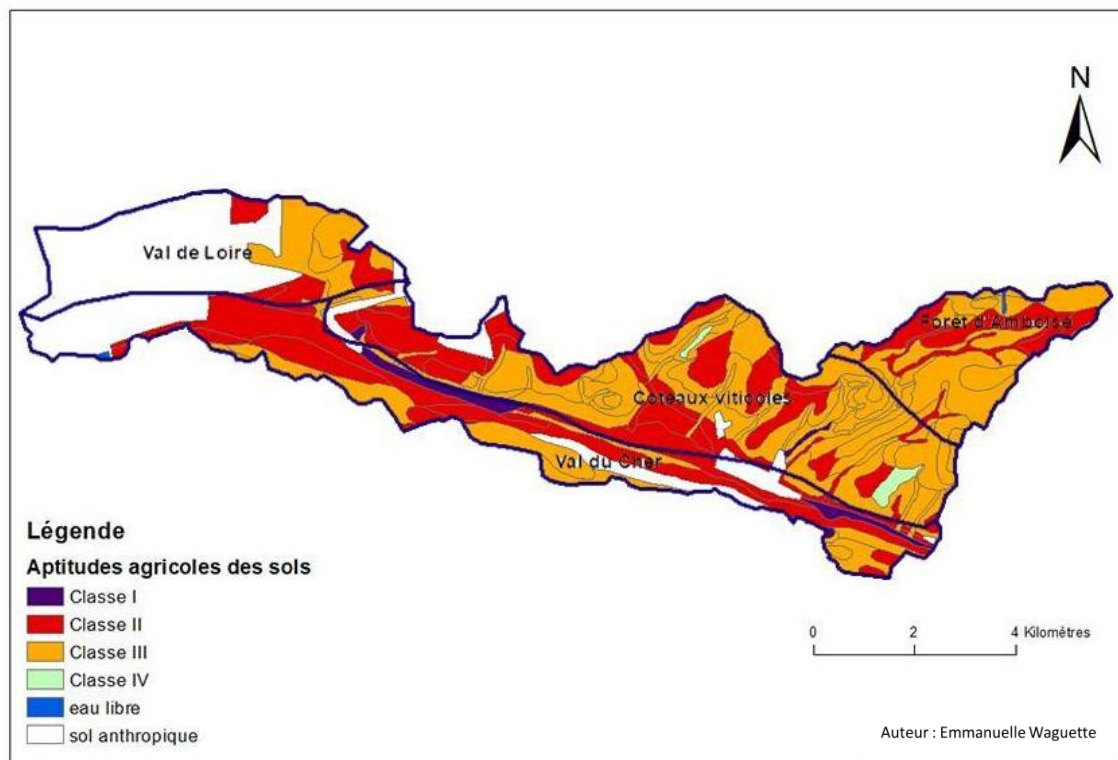


Figure 16 : Les différentes aptitudes agricoles des sols sur le bassin versant du Filet

La classe II représente des sols qui ont une bonne ou une assez bonne aptitude agricole avec, contrairement à la classe I, des facteurs limitants. Ces derniers peuvent être : l'excès d'eau et la réserve utile potentielle. Cette classe représente environ 33% du bassin versant et se trouve principalement au Sud-Ouest de ce dernier. Elle peut toutefois être observée sur l'ensemble du bassin.

La classe III représente les sols agricoles médiocres à faibles potentialités. Ces sols ne sont pas utilisés pour les cultures car les coûts seraient trop importants pour améliorer les sols et les rendre cultivables. Cette classe représente 42% du bassin versant et est localisée vers la forêt d'Amboise, mais comme pour la classe II, elle se retrouve sur l'ensemble du bassin versant.

La classe IV représente les sols à faibles ou très faibles potentiels. Ces derniers sont donc réservés pour des prairies ou du boisement. Cette classe correspond à 0,6% du bassin versant et se localise au Nord-Ouest et à l'Est de la commune de Saint-Martin-le-Beau.

Il est toutefois important de noter que l'aptitude agricole est calculée uniquement à partir des caractéristiques des sols. D'autres facteurs, comme le climat, peuvent également affecter la mise en place ou non des cultures à un endroit donné.

F) La pédologie en lien avec la géologie, la topographie et l'occupation des sols

Le bassin versant se trouve sur d'anciennes terrasses alluviales composés d'alluvions, de limons, de sables et de craies. Les sols de cette composition présentent des caractéristiques relativement favorables à l'agriculture. En effet, les roches silicatées comme les argiles fixent l'eau par adsorption, constituant ainsi une réserve en eau, et elles confèrent au sol sa structure et ses propriétés. Elles constituent les complexes argilo-humiques, permettent une bonne circulation de l'eau et de l'air et retiennent des éléments comme les cations calcium et hydrogène, donnant au sol ses qualités agronomiques.

La présence de roches carbonatées présente aussi des qualités essentielles pour la production de vin. En outre, la qualité du raisin pour la production de vin est meilleure sur un sol équilibré avec des proportions en argile et en calcaire optimales. Sur le bassin versant du Filet au niveau des coteaux viticoles, la craie laisse s'infiltrer l'eau par sa porosité, avant de la retenir dans les couches plus profondes du sous-sol pour être restituée à la vigne. Ces sols permettent la production de vins fins et fruités caractéristiques aux cépages.

La forêt d'Amboise se situe sur des sols à plus faible potentialité agricole. Il n'est donc pas étonnant d'y retrouver principalement des zones forestières. Au niveau du Val de Cher, les sols possèdent un bon potentiel agricole. Il n'est donc pas surprenant de retrouver des cultures diverses et variées (céréales, oléagineux, prairies permanentes, etc...). C'est également le seul endroit où la culture de maïs, nécessitant une forte irrigation, est présente. Ceci peut aussi être expliqué par la présence de sols riches en réserves en eau.

G) Synthèse et enjeux relevés sur le bassin versant

Le bassin versant du Filet est principalement situé sur d'anciennes terrasses alluviales. Les textures du sol peuvent favoriser la rétention ou non de l'eau dans ces zones. La gestion de ces contraintes est primordiale pour la mise en place ou non de différents types de cultures. Les coteaux viticoles présentent des sols sains et perméables. Le reste des sols du bassin versant présente un excès d'eau qui nécessite du drainage voire de l'assainissement pour pouvoir y installer des cultures. Cette présence d'eau peut être favorable car il pourrait être possible d'y prélever de l'eau, que ce soit pour irriguer des cultures ou pour la consommation humaine. Il est toutefois important de noter qu'en cas de prélèvement dans la nappe d'accompagnement du Filet, le niveau du cours d'eau baisserait. La majorité des sols présents dans le bassin versant du Filet sont des sols pouvant connaître des périodes de déficit en eau. Si, au niveau du Val du Cher, le drainage est prioritaire du fait de l'excès d'eau, l'irrigation est un enjeu pour les cultures sur le reste du bassin versant. Dans le cas de la culture de vignes, cet enjeu ne serait prioritaire qu'en cas de sécheresse extrême. La majorité du bassin versant possède des sols peu propices à la mise en place de cultures. Dans l'ensemble des cas, il est nécessaire de réaliser des travaux plus ou moins coûteux pour rendre les terres du bassin versant cultivables.

H) Paysage, Occupation des sols et Sensibilité à l'érosion

1. Paysages

Le bassin versant du Filet se situe dans la plaine alluviale du Cher et à proximité de la plaine alluviale de la Loire. Il est caractérisé par divers types de sols, comme des sols bruns, des sols lessivés ou bien des sols hydromorphes. Le bassin est dominé par des sols agricoles, mais présente une surface non négligeable de forêts, représentées majoritairement par la forêt d'Amboise, et de zones urbanisées.

2. Occupations des sols

Pour la création de cette carte, il faut utiliser le Registre Parcellaire Graphique (RPG) de l'année 2022 afin de déterminer le type de culture sur chaque parcelle. Pour cela, il faut se référer aux codes cultures contenus dans les tables attributaires, qu'il faudra relier à un type de culture grâce à un dossier PAC. Après ça, il est impératif de rajouter le Corine Land Cover afin de compléter les lieux où il n'y avait pas de parcelles agricoles. Pour finir, la BD TOPO 2022 fournira les données concernant les différentes routes traversant le bassin versant ainsi que les voies ferrées étant donné que la gare de Saint Pierre des Corps se trouve dans le bassin versant. Finalement, l'occupation des sols du bassin versant donne la carte présentée à la Figure 17. Il y a besoin ici d'explicitier les différents choix faits sur les types de culture. Il y a eu création d'une classe "Autres cultures" qui contient les cultures peu présentes dans le bassin versant et/ou qui ne rentrent pas dans une catégorie claire. Cette classe peut par exemple comporter des cultures fruitières, de miscanthus ou de féverole. La classe prairie permanente est quant à elle composée des bandes tampons et de prairies en rotations longues (six ans ou plus).

Il est nécessaire de créer cette carte afin de se rendre compte des différentes occupations du sol au sein du bassin versant, qui semblaient être assez variées au vu de la nature urbaine et périurbaine du cours d'eau étudié. Cette carte permet aussi de faire le lien avec les cartes de l'érosion des sols et du recouvrement. En effet, le type d'occupation du sol influencera sa sensibilité à l'érosion, sa sensibilité à la battance et sa sensibilité à l'érosion.

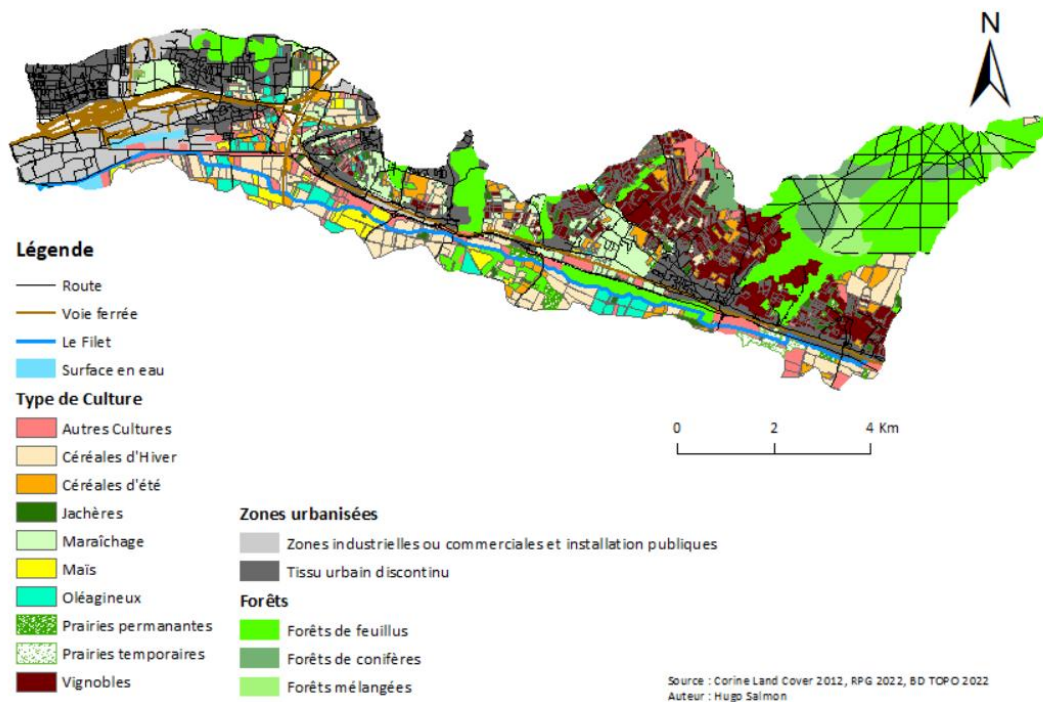


Figure 17 : Carte d'occupation des sols du bassin versant

La Figure 17 montre clairement que le bassin versant est composé de trois grandes parties :

- La partie nord-est représente la forêt d'Amboise, dominée par des feuillus mais contenant quelques parties de forêt de conifères et certaines zones de forêt mélangées. Les hypothèses formulées sont que ces zones sont soit des lieux d'anciennes arboricultures, soit des replantations n'ayant pas respecté les espèces autochtones.
- La partie centrale du bassin versant est majoritairement composée de parcelles agricoles. Une partie notable de cette zone est l'implantation d'une grande viticulture à l'amont, tandis que l'aval est plutôt dominé par de la culture céréalière. La faible présence de jachères et de prairies, aussi bien permanentes que temporaires est aussi une information qui ressort de cette carte. Il est important de noter la légère présence, de façon ponctuelle, d'une ripisylve le long du Filet. Cette ripisylve permet de faire barrage aux métaux lourds arrivant de la départementale et aux produits sanitaires venant des zones agricoles. Les quelques zones de tissu urbain discontinu correspondent aux villes bordant le Filet.
- La dernière partie, située à l'ouest du bassin versant, est essentiellement une zone urbaine correspondant à la ville de Saint-Pierre-Des-Corps. La classe "Tissu urbain discontinu" représente les zones d'habitations, la deuxième classe de zones urbanisées est quant à elle caractérisée par la présence de la gare de Saint-Pierre-des-Corps, du centre commercial des Atlantes, du stade de la Vallée du Cher et du lycée Henri Becquerel. Des surfaces en eau, comme le lac des Peupleraies, sont également présentes dans cette zone.

La Figure 18 met en évidence que le bassin versant du Filet est largement dominé par des vignobles, des forêts et des zones urbanisées. Le maraîchage et les céréales d'hiver sont aussi bien représentés avec des surfaces d'environ 800 hectares. Les prairies permanentes, temporaires et les jachères quant à elles, représentent des surfaces de moins de 200 ha. La classe "Autres cultures" n'a pas été représentée dans cette Figure. Du fait que cette classe contient de nombreuses cultures diverses, il ne semble pas pertinent de l'interpréter.

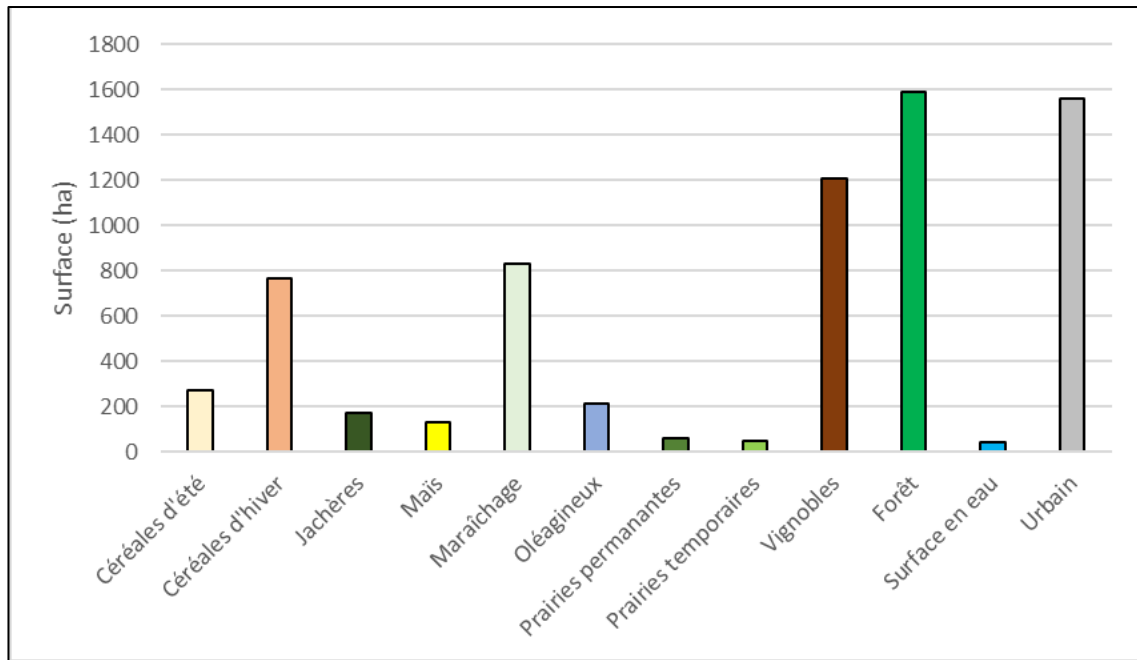


Figure 18 : Les surfaces en hectares de chaque classe d'occupation du sol sur le bassin versant

La carte d'occupation des sols met aussi en exergue le fait que le Filet est constamment bordé d'une départementale et d'une voie ferrée. Ces structures peuvent faire obstacle au flux sédimentaire ou d'eau venant du nord du bassin versant.

Cependant, cette carte peut présenter certaines limites, en effet la précision du Corine Land Cover reste plutôt faible et l'occupation des sols peut changer selon la saison, notamment les parcelles agricoles.

3. Sensibilité à l'érosion

La sensibilité à l'érosion est calculée à partir du modèle MESALES du rapport VERSEAU [DEGAN et al., 2015]. Ce modèle est à l'origine utilisé pour estimer la sensibilité à l'érosion sur le bassin Loire-Bretagne, mais il peut aussi être appliqué à plus petite échelle comme pour le bassin versant du Filet. Ce modèle se base sur différents concepts :

- Le taux de couverture du sol par saison
- La pédologie
- La topographie
- Le climat

a) [Le taux de couverture du sol par saison](#)

Afin de réaliser une carte montrant la sensibilité à l'érosion, il faut d'abord réaliser une carte de recouvrement des sols. Pour cela, il faudra utiliser deux bases de données : le Corine Land Cover et le Registre Parcellaire Graphique (RPG). En suivant le modèle MESALES, il faut récupérer les données du RPG sous 3 ans, l'année 2022, 2021 et 2020, et les données du Corine Land Cover. La table attributaire transmet l'information sur le code de la culture présent sur la parcelle qui est renseignée, et grâce au dossier PAC et au tableau présent dans le modèle (Tableau 3), il est possible de déterminer une valeur de recouvrement allant de 1 pour les cultures laissant le sol à nu, à 3 pour les cultures qui recouvrent complètement le sol. Il y a aussi des valeurs extrêmes comme 7 pour les prairies temporaires ou permanentes.

Tableau 3 : Classification du taux de couverture de sol par saison

Cl.	Libellé	Hiver	Printemps	Eté	Automne
1	Blé tendre : hiver	1	2	3	1
2	Blé tendre : printemps	2	1	3	2
3	Mais grain et ensilage	2	1	3	3
4	Orge : hiver	1	2	3	1
5	Orge : printemps	2	1	3	2
6	Autres Céréales : hiver	2	2	3	1
7	Autres Céréales : printemps	1	1	3	2
8	Colza	1	2	3	1
9	Tournesol	2	1	3	3
10	Soja	2	1	3	3
11	Lin oléagineux	2	2	3	1
12	Pois protéagineux	1	2	2	1
13	Fève, féverole	1	2	3	1
14	Lupin doux	1	2	2	1
15	Plantes à fibres (chanvre)	1	2	3	1
16	Semences	3	3	3	3
17	Gel industriel	3	3	3	3
18	Autres gels				
19	Légumes secs (haricot)	1	1	2	2
20	Fourrage	7	7	7	7
21	Estives landes	7	7	7	7
22	Prairies permanentes	7	7	7	7
23	Prairies temporaires	7	7	7	7
24	Vergers	1	1	1	1
25	Vignes	1	1	1	1
26	Fruits à coques	1	1	1	1
27	Betterave industrielle	2	1	3	2
28	Tabac	1	2	3	2
29	Légumes fleurs	3	3	3	3
30	Arboriculture	1	1	1	1

Sachant que le recouvrement d'un sol pour une même culture varie en fonction des saisons, il est nécessaire de définir une valeur pour chacune des 4 saisons. Ayant un grand nombre de codes cultures différents, il est difficile d'explicitier chaque choix d'association entre le code culture et le code de recouvrement, cependant quelques exemples d'association vont être donnés : le miscanthus par exemple a été indiqué avec un recouvrement de 7, étant donné qu'il s'agit d'une plante très recouvrante. Le même choix a été fait pour les jachères. Pour les cultures d'avoine de printemps, elles ont été attribuées dans la classe "Autres céréales : printemps". Les différentes associations sont disponibles dans les différents codes Python fournis en annexe (Annexe H).

Une fois les valeurs obtenues dans la table attributaire, il faut utiliser le Corine Land Cover pour remplir les endroits du bassin versant où le RPG ne donne aucune information. Un autre tableau du modèle MESALES (Annexe I) fournit l'information nécessaire pour attribuer une valeur de recouvrement du sol aux différentes classes du Corine Land Cover. Ces données seront considérées comme représentative du recouvrement sur les trois années étudiées. Les codes caractéristiques sont par exemple le code de recouvrement 11 pour les zones urbaines ou 8 pour les forêts.

Pour les données comprises dans les trois RPG, il y a nécessité de les fusionner en un seul raster par saison afin d'indiquer le recouvrement des sols du bassin versant sur ces trois années. Pour cela, il faut les combiner afin d'obtenir une couche comportant les données de recouvrement sous les trois années considérées. Quatre cartes, une par saison, sont obtenues. Le résultat final est donc un code à 3 chiffres, ce qui permet grâce au tableau ci-dessous (Tableau 4) d'obtenir le code de recouvrement des sols sur trois ans, allant de 1 pour des terres agricoles avec des sols toujours nus, à 5 pour des sols semi-couverts à couverts trois ans sur trois.

Tableau 4 : Code couvert issu de la classification du code à trois chiffres, obtenu pour chaque saison, suite à la combinaison des trois années du RPG; COUV = code COUVERT; comb. = combinaison

COUV. 1	2	2	3	3	5	5	5	5	7
Comb. 111	112	201	122	271	222	322	722	022	377
110	113	200	123	312	223	323	723	023	737
101	117	311	127	313	227	327	727	027	773
011	120	310	133	321	232	332	732	032	777
010	131	301	137	331	233	333	733	033	370
001	130	711	172	371	237	337	772	030	307
100	171	710	173	712	230	372	702	072	730
	102	701	212	717	273	373	720	003	770
	121	012	132	317	220	300			703
	170	013	177	713	272	302			707
	103	017	213	721	277	303			700
	107	021	217	731	270	320			037
	211	020	221	771	202	330			073
	210	031	231		203				077
		071			207				070
		002							007

Ensuite, il suffit de combiner le CLC avec les couches obtenues pour obtenir les cartes finales.

La précision des cartes était des pixels de 50x50. Cependant, cette précision amenait à des pixels blancs sur les cartes finales à cause de certaines approximations du logiciel. Pour résoudre ce problème, il suffit de créer une seconde couche, mais cette fois-ci au 25x25, qu'il faut ensuite, une fois toutes les étapes précédentes effectuées, retransformer en 50x50. La superposition de ces deux couches permet de combler la majorité des données manquantes et d'obtenir les cartes suivantes (Figure 19).

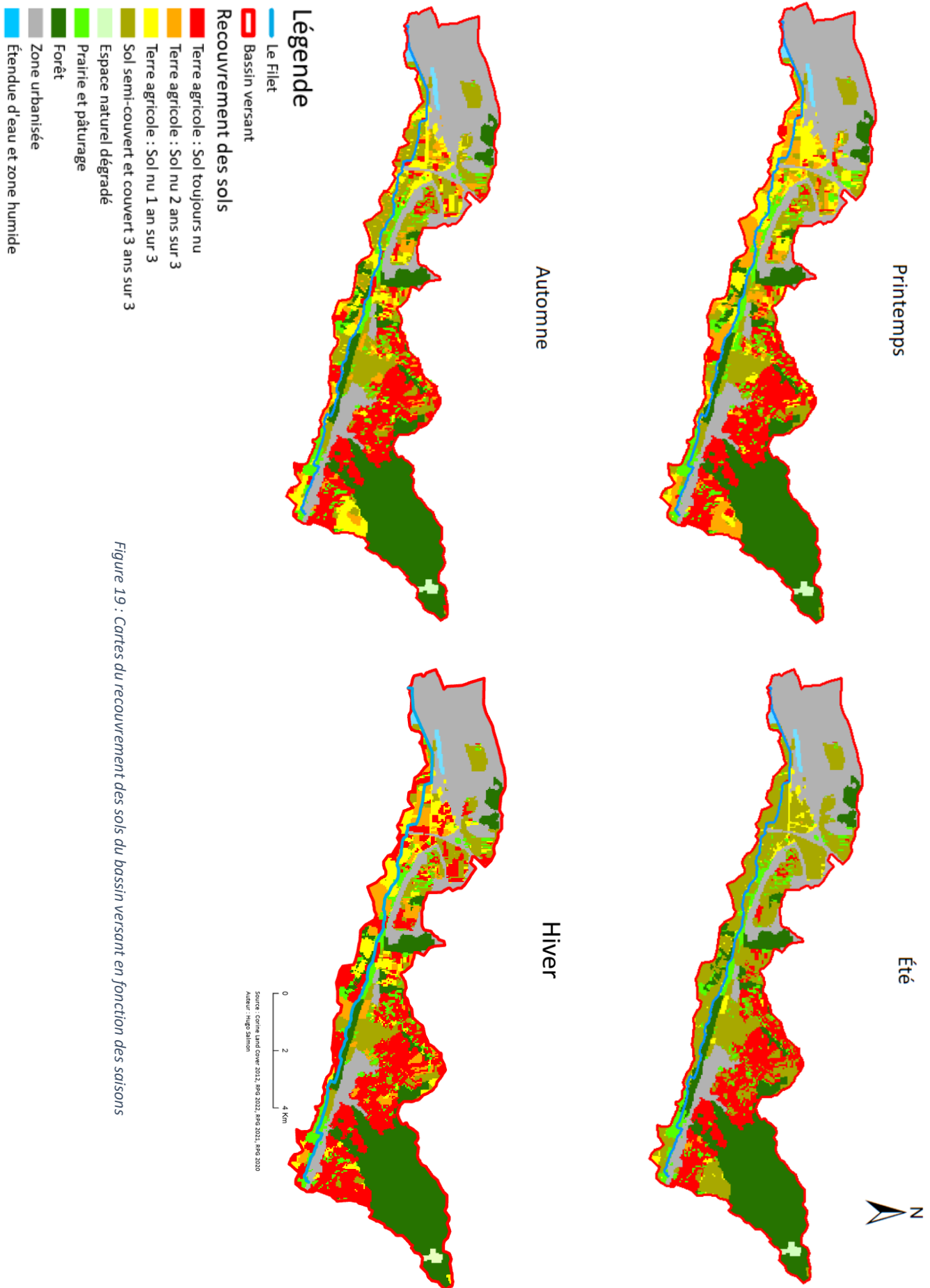


Figure 19 : Cartes du recouvrement des sols du bassin versant en fonction des saisons

Ces cartes montrent de nouveau la division en trois parties de notre bassin versant, qui sont la forêt d'Amboise, les terres agricoles et la zone urbanisée. Elles indiquent aussi que notre bassin versant est dominé par des cultures d'été. En effet, des terres agricoles avec leurs sols nus au moins un an sur trois au printemps et en hiver deviennent semi-couvert à couvert en été et en automne. Les cartes montrent cependant une récurrence des sols nus trois ans sur trois au niveau du coteau viticole du bassin versant. Cela peut donc montrer une certaine sensibilité à l'érosion sur cette partie du bassin versant qui peut être aussi bien une menace pour l'agriculture présent à cet endroit, mais peut aussi être une opportunité du point de vue sédimentaire pour le cours d'eau.

Au printemps, l'ouest du bassin versant est marqué par une hétérogénéité du taux de recouvrement des sols, même si la tendance d'un sol nu un an sur trois se dégage en majorité comme indiqué sur la Figure 19. Cela peut être expliqué par les différentes rotations mises en place par les agriculteurs sur leur parcelle respective.

Cette analyse est aussi valable pour l'hiver, même si les sols toujours nus sont plus présents en cette saison que pour le printemps. Les parcelles laissées nues à la fois durant ces deux saisons peuvent être un problème. En effet, ces sols seront plus sensibles à l'érosion et à la battance, surtout durant des saisons où les pluies sont assez récurrentes comme le laisse paraître la Figure 20. Cependant, cela peut aussi être une ressource non négligeable de sédiments pour le Filet puisque ces parcelles se trouvant sur un sol sableux-limoneux, sol assez érodable. Ces résultats sont toutefois à modérer au vu des cultures intermédiaires mises en place par les agriculteurs, qui n'ont pas été prises en compte dans le modèle. La texture et le matériel parental du sol jouent aussi sur les facteurs d'érodabilité et de battance.

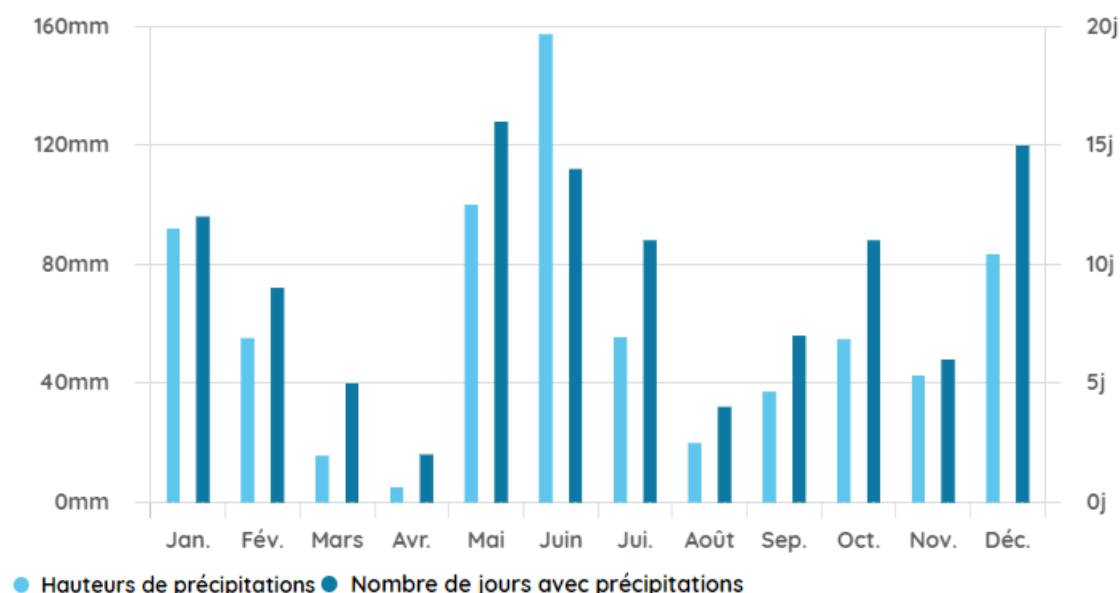


Figure 20 : Hauteur de précipitations et nombres de jours avec précipitations en 2021 à Tours

Pour l'automne, les sols semi-couverts et couverts trois ans sur trois prennent une place plus importante à l'ouest du bassin. Cela est dû à des cultures plus couvrantes sur cette période, ce qui aura pour effet une protection efficace des sols vis à vis de l'érosion. Les parcelles où cette différence est la plus marquée se trouvent entre le Filet et le Cher, sur des sols composés d'argile lourde, donc peu érodables.

Enfin, en été, les sols semi-couverts et couverts trois ans sur trois représentent la très grande majorité des sols agricoles comme le montre Figure 21, en excluant le coteau viticole. Les sols nus 2 ans sur 3 sont quant à eux quasiment absents du bassin. Une explication possible de ce phénomène est que les cultures sont dominées par des semences de printemps, ce qui induit un recouvrement important des sols en été. Il y a cependant toujours des parcelles agricoles présentant des sols nus un an sur trois. Bien que cela ne semble pas poser de problème au bassin versant en lui-même, cela peut être la marque d'un défaut de gestion agricole.

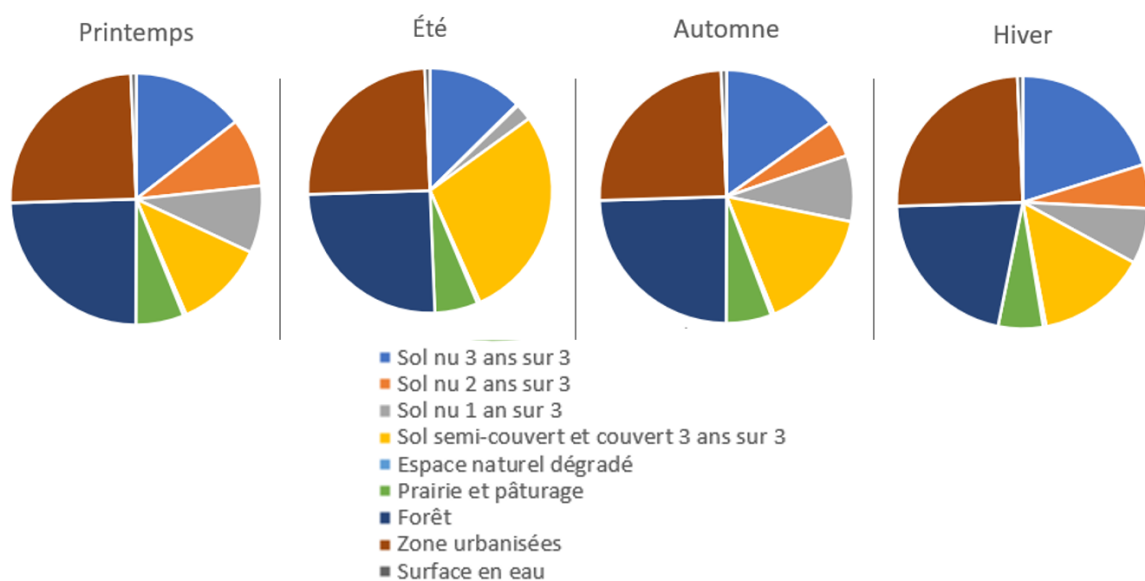


Figure 21 : Répartition des sols en fonction de leur recouvrement sur le bassin versant pour chaque saison

b) Sensibilité à la battance et d'érodibilité des sols

En ce qui concerne la vulnérabilité liée aux paramètres pédologiques, elle comprend deux paramètres principaux :

- L'érodibilité
- La battance

En ce qui concerne la sensibilité à la battance et l'érodibilité, les cartes les représentant ont été obtenues par association des textures superficielles présentées dans la Figure 22 à des valeurs de sensibilité à la battance, selon la méthode de Le Bissonais et al., dont le tableau d'association des valeurs préconisées est présenté en Annexe J, aux côtés du code informatique ayant permis cela. Il suffit ensuite de charger le code dans la calculatrice d'Arcgis® et d'appeler la fonction. La documentation ayant servi à la vectorisation des informations pédologiques ne fournissait, dans certains cas, que des associations de textures et non pas de texture unique. Dans ce cas-ci, les valeurs attribuées correspondent à la valeur de la texture la plus sensible du groupe. On obtient ainsi des cartes traduisant de manière qualitative la sensibilité à l'un ou l'autre des facteurs.

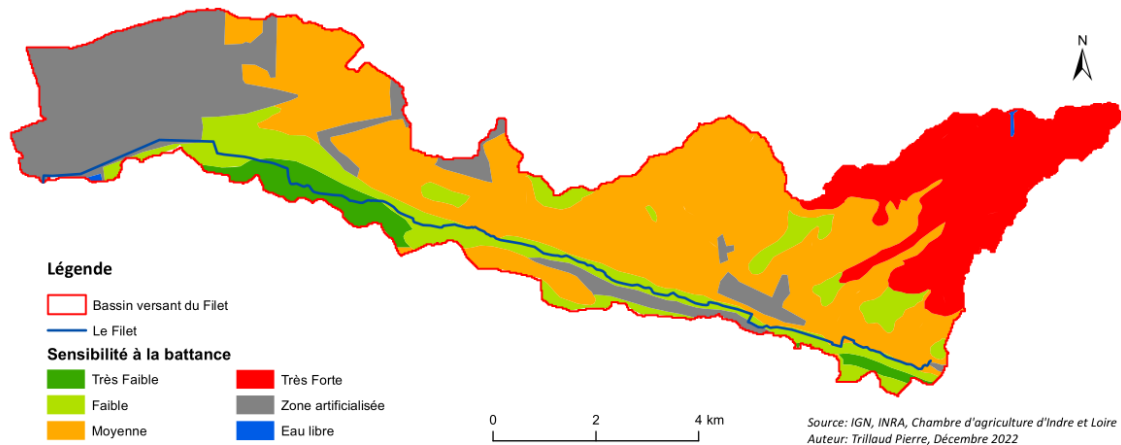


Figure 22 : Carte de sensibilité des sols à la battance sur le bassin versant

La battance est un phénomène clé dans la destruction de la structure superficielle du sol et l'augmentation du ruissellement. Ce phénomène est provoqué par la chute des gouttes de pluies directement sur les microstructures du sol (qui a été mis à nu). L'énergie cinétique accumulée par les gouttes de pluie est relarguée directement sur les agglomérats, résultant en un fractionnement des agrégats de la couche superficielle du sol. Ce fractionnement donne ainsi au cours d'une pluie des constituants de plus en plus fins, qui s'accumulent à la surface, créant une croûte peu perméable en surface.

Comme la carte d'occupation des sols (Figure 17) le montre aussi, une importante surface, c'est à dire presque un quart de la surface étudiée, notamment à l'Ouest du bassin versant, est occupée par des zones artificialisées, ainsi que par des surfaces d'eau libre (bien que certaines aient été négligées), qui ne sont donc pas sensibles à la battance. Les zones à l'amont du Filet, représentant environ 16%, sont en revanche très fortement exposées à la battance, sauf une petite zone en eau. Toute la partie moyenne du bassin versant est, quant à elle, moyennement menacée par ce risque. Ainsi, presque la moitié du territoire (44%) est moyennement menacée par le phénomène de battance. Toutefois, cette zone est fortement cultivée, par du maraîchage notamment, comme cela a été montré, et l'utilisation de serres dans ce domaine permet aussi de protéger le sol en dessous de l'effet de battance. La carte prend pour seule donnée d'entrée la texture du sol ; ces zones ponctuellement protégées n'apparaissent donc pas comme variation de la sensibilité de la battance sur la carte. Enfin on peut noter une très faible proportion de zones faiblement à très faiblement sensibles à la battance (respectivement 14% et 4% du territoire). Elles sont principalement localisées entre le Filet et les digues du Cher. Ce sont très probablement des substrats qui ont été manipulés lors des grands travaux effectués sur le Cher dans les années 1960.

L'érodibilité désigne la non-résistance intrinsèque des sols et des roches à l'érosion. Cela désigne une sensibilité, un aléa, mais ne causant pas pour autant une érosion. En effet, l'érosion, pour se produire, a besoin d'une forte érodibilité du sol ainsi que d'autres facteurs, présentés dans cette partie, sur le même site.

La carte d'érodibilité des sols, quant à elle, traduit une tout autre situation, bien moins modérée que la carte relative à la battance. Comme le montre la Figure 23, il est à noter la prédominance des zones anthropisées sur presque un quart du bassin versant, mais également une importante zone au facteur d'érodibilité très forte. Celle-ci occupe la partie amont et médiane du bassin versant, avec une zone isolée au niveau de la bordure sud du bassin versant. Sa prédominance se confirme à la vue de la surface occupée ; 58% du bassin versant est concerné par l'intensité la plus forte. Les autres zones sont

bien moindres en termes de présence sur le territoire, oscillant entre 2 et 9 % de la surface totale. Cela traduit donc une vulnérabilité globale relativement importante du bassin versant face à l'érodibilité.

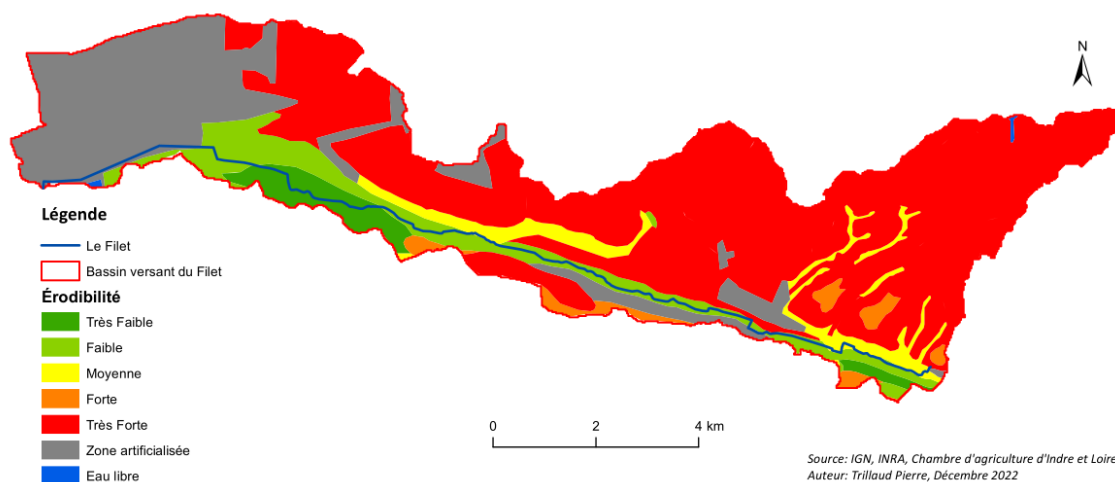


Figure 23 : Carte d'érodibilité des sols sur le bassin versant

Encore une fois, ce modèle est très partiel et ne prend en compte que l'aspect pédologique. Or, la vulnérabilité de la structure du sol ne dépend pas seulement de la nature du sol, mais aussi de l'usage qui en est fait (mise en place de serres par exemple), des végétaux recouvrant le sol qui permettent un maintien des particules face à l'écoulement, mais aussi du feuillage qui protège de la pluie incidente. Ces paramètres réduisent la battance. Enfin, pour une même nature de sol, la structure et donc la résistance peut varier, en fonction notamment des éléments la composant (nombreux anions et cations influençant la microstructure du sol) et de la formation ou non de complexes organo-minéraux, moins sujets à ces phénomènes.

c) La topographie

La topographie influence aussi la sensibilité à l'érosion du bassin versant. Une carte du facteur pente est calculée pour quantifier cette influence.

La carte facteur pente doit être obtenue à partir d'un MNT 50m mais avec cette précision on obtient des artefacts sur les zones quasi plates (correspondants aux lignes de niveaux, en marche d'escalier). Il a donc été décidé de créer un MNT 50m à partir de MNT 1m (fonction "agrégé" d'ArcGIS) ce qui permet d'éliminer ces artefacts puisque la moyenne des altitudes du MNT 1m pour obtenir le MNT 50m permet d'avoir des chiffres décimaux et donc de lisser les marches d'escalier.

Une fois ce MNT obtenu, la carte des pentes est calculée en pourcentage et classifiée selon le tableau suivant :

Valeur de la pente	Classes de pentes	Aire drainée		
		< 1 ha	De 1 à 20 ha	> à 20 ha
0 à 1 %	0	0	1	2
1 à 2 %	1	1	2	5
2 à 5 %	2	2	5	10
5 à 10 %	5	5	10	15
10 à 15 %	10	10	15	30
15 à 30 %	15	15	30	30
30 à 75 %	30	30	30	30
Plus de 75 %	75	75	75	75

Figure 24 : Combinaison des classes de pentes et des classes de l'aire drainée

L'aire drainée est ensuite calculée (sur ArcGIS cela correspond à la carte d'accumulation des flux multipliée par l'aire d'un pixel, ici 2 500m). La Figure 24 est l'association entre la carte des pentes et l'aire drainée qui donne le facteur pente, à l'aide d'un code Python, le facteur pente est calculé sur tout le bassin versant (Annexe K). Ainsi la carte du facteur pente est obtenue (Figure 24).

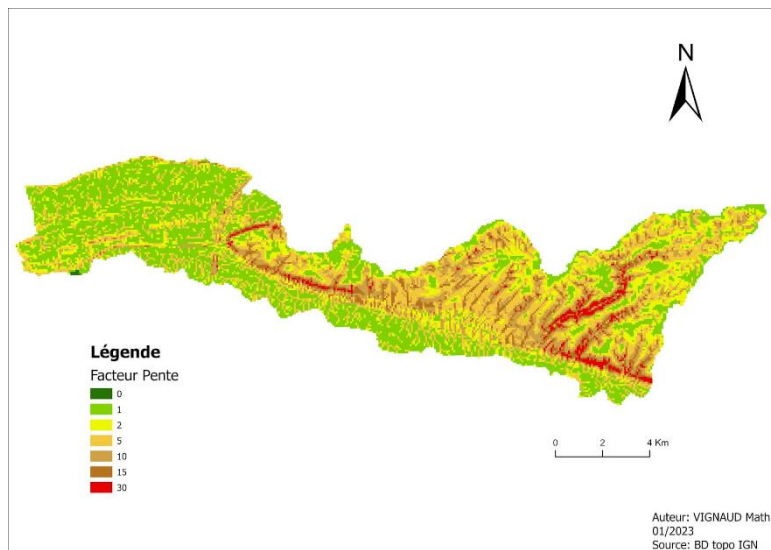


Figure 25 : Carte du facteur pente

Cette carte permet ensuite de calculer la sensibilité à l'érosion du bassin versant.

d) Le climat

Le dernier paramètre qui est le facteur climatique a été considéré comme constant sur l'intégralité du bassin versant. En effet, il est acté que sa surface n'est pas assez grande pour contenir différents climats, et l'échelle temporelle considérée n'est pas assez élargie (Salvador-Blanes) . Pour reprendre le code du modèle MESALES, le climat considéré sera le climat Q2, ce qui correspond environ à un climat continental.

e) Carte de sensibilité à l'érosion

Grâce aux cartes de recouvrement des sols, de battance, d'érodibilité et de facteur pente, il est possible d'obtenir la carte de sensibilité à l'érosion. Pour cela, il faut combiner les quatre cartes en une seule. Dans la table attributive de cette couche, il y aura le code de recouvrement des sols, le code de la battance, celui de l'érodibilité et la classe de pente. Une fois ce jeu de données obtenues, l'arbre des compétences (Annexe L, M) donné dans le rapport permet d'obtenir le code de sensibilité à l'érosion.

L'étude de la Figure 25 permet de constater que le bassin versant du Filet possède des sols peu sensibles à l'érosion de manière générale, et ce, peu importe la saison. Comme montré par la Figure 26, l'aléa nul à très faible prédomine largement, et ce peu importe la saison. Cela est dû à la fois à des matériaux parentaux des sols peu érodables comme de l'argile, à des pentes faibles sur la majorité du bassin, mais aussi à des cultures protégeant efficacement les sols. Les zones les plus sensibles à l'érosion se situent en majorité sur le coteau viticole, caractérisé par un faible recouvrement et une certaine érodibilité de ses sols. La Figure 26 montre d'ailleurs que la proportion des sols soumis à un aléa fort à très fort ne change pas selon la saison, ce qui est expliqué par le fait que cet aléa ne se situe que sur les viticultures, cultures ne permettant pas une rotation saisonnière. Les zones non modélisées quant à elles correspondent aux surfaces anthropiques du bassin.

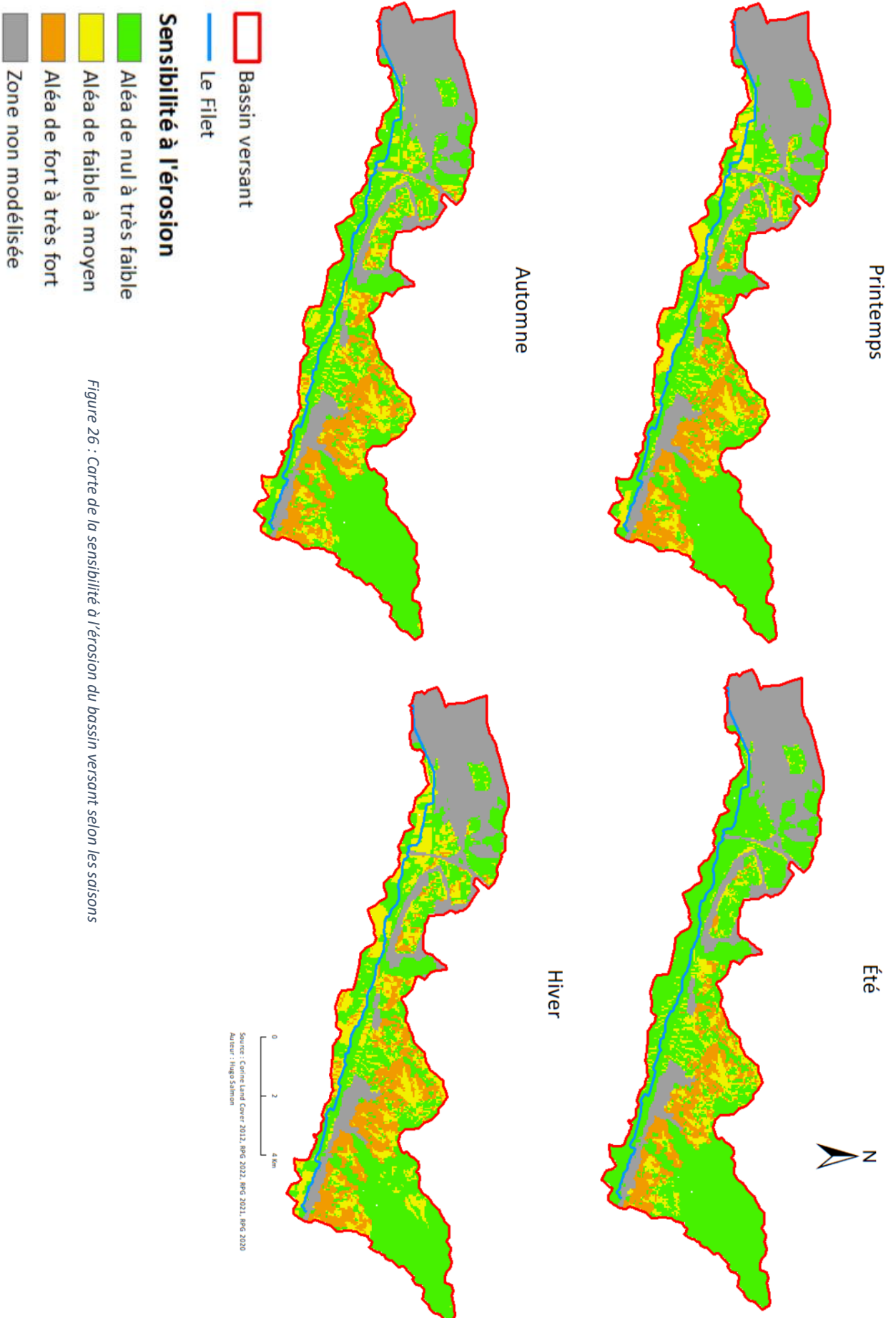


Figure 26 : Carte de la sensibilité à l'érosion du bassin versant selon les saisons

Comme cela est présenté sur les Figures 26 et 27 :

Au printemps, l'aléa faible à moyen représente une surface non négligeable du bassin versant, de plus de grandes surfaces se trouvent à proximité du Filet, sur des parcelles cultivant des céréales d'hiver, visibles sur la carte d'occupation des sols (Figure 17). Cela peut donc induire une reprise des sédiments, mais aussi une perte de la couche superficielle où se trouvent les graines, ce qui peut engendrer des pertes pour les agriculteurs.

Ces analyses fonctionnent aussi pour l'hiver. En effet, les répartitions de classes d'aléa sont approximativement les mêmes, avec cependant une légère augmentation de l'aléa faible à moyen au détriment de l'aléa nul à très faible.

En automne, l'aléa nul à très faible représente la moitié du bassin, il n'y a donc pas de problèmes liés à l'érosion des sols à cette période. Les parcelles proches du Filet, qui était au printemps et en hiver en aléa faible à moyen, sont en aléa nul à très faible. Ceci peut être dû aux types d'agricultures mises en place sur ces parcelles.

Enfin, en été, les parcelles présentant un aléa nul à très faible représentent plus de la moitié du bassin versant, et les sols soumis à un aléa faible à moyen sont fortement réduits. Cela s'explique par une importante présence des sols semi-couverts à couverts trois ans sur trois durant cette saison.

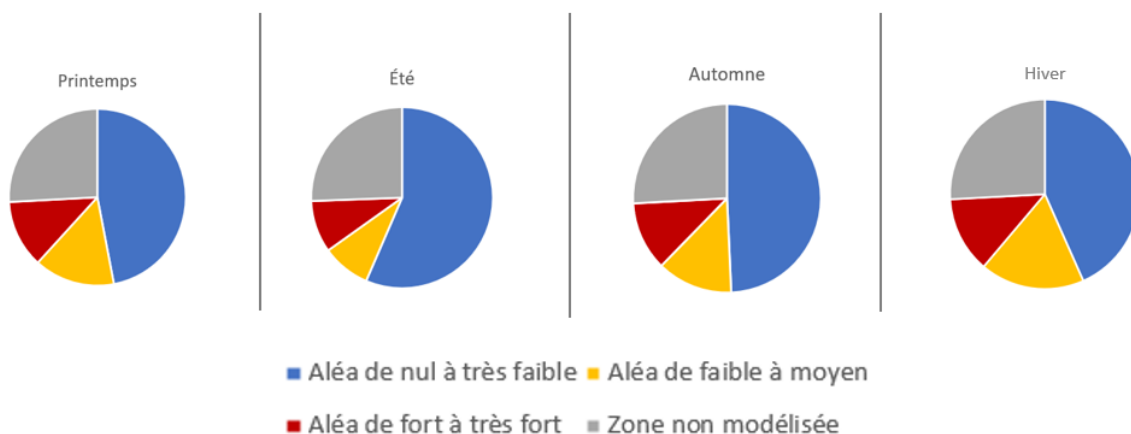


Figure 27 : Répartition de l'aléa érosion sur le bassin versant pour chaque saison

f) Synthèse :

Le bassin versant du Filet possède en majorité une certaine résistance à l'érosion. La saison hivernale et printanière sont les deux saisons les plus problématiques du point de vue érosif, avec certains sols susceptibles de subir une érosion. Ces sols sont porteurs d'agricultures, leur érosion peut donc entraîner des pertes pour les propriétaires de parcelles. La présence ou non d'agricultures alternatives et une meilleure gestion du cycle de cultures peut influencer sur la protection de ces sols. La zone mise en exergue par toutes ces cartes est le coteau viticole. Présentant des sols grandement sensibles à l'érosion dû à un taux de recouvrement quasi nul, une sensibilité accrue à la battance et à l'érodibilité, et à des textures de sol favorisant ce phénomène. Il s'agit donc d'une zone à surveiller. Elle peut, selon comment elle est gérée, devenir une source importante de sédiments pour le Filet, actuellement dominé majoritairement par la vase.

Le bassin versant du Filet est aussi fortement marqué par l'urbanisation, et le sera de plus en plus au vu de la population grandissante des communes que traverse ce cours d'eau. Cette urbanisation peut poser certains soucis, aussi bien du point de vue des pollutions qu'au niveau de l'imperméabilisation des sols, réduisant l'apport sédimentaire au cours d'eau. La présence d'une voie ferrée et d'une départementale, toutes deux surélevées, longeant la quasi-intégralité du Filet peut aussi être une source importante de pollutions, notamment aux métaux lourds. Ces deux infrastructures font, elles aussi, barrages à de potentiels apports de sédiments au Filet.

Le Filet se retrouve encerclé sur la quasi-totalité de sa longueur par des parcelles privées, ces parcelles ne possédant pas le même propriétaire. Cela peut compliquer la mise en place de certaines mesures et peut ralentir certaines procédures, due aux multiples propriétaires à contacter et à convaincre.

1) Analyse de l'hydromorphologie

L'analyse de l'hydromorphologie se divise en 3 compartiments : le régime hydrologique, la continuité et les conditions morphologiques. Ces compartiments supportent la biologie et leur étude est nécessaire afin de mieux comprendre les peuplements biologiques.

1. L'hydrologie du Filet

Peu de données sont disponibles sur l'hydrologie du Filet. La ville de Tours a installé une sonde de suivis au niveau du Clapet du Filet. Cependant, les données n'ont pas pu être récupérées.

Lors des études de terrains, seul des faciès lenticulaires ont été observés. N'ayant relevé de données de vitesse d'écoulement ni de surface d'écoulement, aucune estimation n'a pu être réalisée. Néanmoins, en 2017 dans le rapport de RIVE (Charrais), l'ingénieur a estimé le débit moyen du Filet à 0.145 m³/s. Ce débit estimé semble correspondre aux écoulements observés sur le terrain.

2. Continuité

Malgré une présence peu notable au sein du territoire tourangeau, le Filet est un cours d'eau relativement concerné par des ouvrages transversaux, impactant la continuité écologique (Figure 28).



Légende

Hydrologie

- ▭ Bassin versant du Filet
- Cours d'eau du bassin versant du Filet
- Le Filet

Obstacles

- Obstacles à l'écoulement référencés

Auteur: Pierre Trillaud, Janvier 2023
Source: Carmen carto

Figure 28 : Carte des obstacles à l'écoulement référencés du bassin versant du Filet.

En effet, comme le montre la carte présentée en Figure 28 le Filet est concerné par au moins 8 ouvrages, enregistrés au sein du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE) national, représentant ainsi un taux d'étagement de 17,5% (hauteur de chute cumulée/différence d'altitude amont aval, soit 1,4m/8m). Il a été estimé qu'un taux d'étagement inférieur à 40% était peu impactant pour les peuplements piscicoles, ce qui est le cas ici. Cependant le taux d'étagement présente des limites de représentativité, notamment par son absence de pondération; un même taux d'étagement peut traduire une multitude de petits ouvrages à faible chute ou bien un unique à forte chute, ce qui n'a pas du tout le même impact sur les continuités. De plus, ce résultat est à contextualiser, car un cours d'eau de plaine comme le Filet, avec une faible pente, aura une zone d'influence à l'amont résultant d'un obstacle plus long que sur un cours d'eau à forte pente et avec le même obstacle.

Le référentiel ROE associe à chaque ouvrage connu un numéro d'identification, sa position géographique, ses caractéristiques et son état (encore en utilisation ou non, état dégradé ou non). Toutes les informations du ROE sont ainsi compilées dans la base de données du Système d'Information de l'Eau (SIE). Il est ainsi possible de dresser un bilan sur l'impact de ces ouvrages, et de contextualiser leur cas plus facilement pour compléter le taux d'étagement, ceci dans la mesure où seuls les ceux déclarés sont référencés, mais il existe encore une multitude d'ouvrages "clandestins" inconnus des services et ne figurant pas sur les cartes.

Le premier ouvrage, le plus à l'amont, est le ROE 82927 (Figure 29), présent sur le territoire de la commune de Saint-Martin-le-Beau. Il s'agit du radier de pont du "Pont de la Pérée de Cangé", présentant une hauteur de chute de 0,3 m. Son statut d'ouvrage "gelé" selon la classification Eaufrance nous révèle que son existence a été bel et bien confirmée, lui octroyant un numéro d'identification, mais une anomalie dont la nature n'est pas précisée a entraîné la vérification par un agent et la "création" d'une seconde entité, cette fois corrigée, sur le référentiel. Il est entendu par anomalie un mauvais placement GPS par exemple ou la suppression de l'ouvrage. L'entité fille enregistrée dans le ROE correspond au ROE 111622 (Figure 29), portant le même nom et qui cette fois a bien été "validé" (en 2018), ce qui nous garantit la qualité des informations, l'ouvrage ayant été jugé pertinent et cohérent aux yeux d'un groupe d'experts. Bien qu'une hauteur de chute de 30 cm semble négligeable, sur un cours d'eau à faible débit cela peut rompre les possibilités de montaison des poissons des causes d'une lame d'eau trop faible.



Figure 29 : Obstacle à l'écoulement numéro 82927 / 111622 (Source: Google Maps)

Vient ensuite le "Pont des Fourches" associé au ROE 82928, présentant une hauteur de chute moindre, à savoir 0.15 m. Cet ouvrage est également "gelé" mais ne présente cependant pas d'entité alternative dans le référentiel. Il est également situé sur la commune de Saint-Martin-le-Beau et permet l'accès aux chemins communaux et aux champs à partir de la D140. Il s'agit d'un pont cadre du même type que le ROE 111622 ci-dessus.

Le troisième obstacle référencé est le Pont TGV de la commune de Larçay, ou ROE 82931 (Figure 30). Il est spécifié dans le SIE que la hauteur de chute de cet ouvrage est de 0.1m, or au vu de la configuration de l'ouvrage, et du fait que ses ancrages soient de part et d'autre du Filet sans contact avec son lit, il est possible de dire que son impact sur le Filet est quasi-absent, voire nul.



Figure 30 : Obstacle à l'écoulement numéro 82931 (Source: Google Maps)

Les canalisations de gaz situées à Larçay correspondent aux ROE 82932 et 110427. Le premier est encore une fois un ouvrage gelé et il est fortement probable que le second soit la correction de cela, car lors du passage sur site, aucune installation de ce type n'était visible. La continuité n'était donc pas impactée, malgré des hauteurs de chute spécifiées dans la base de données de respectivement 0,05 et 0 m.

Le clapet basculant au niveau de la confluence Cher-Filet, donc le ROE le plus en amont, est identifié par le code ROE 82933 (Figure 31). Situé sur la commune de Saint-Avertin, cet ouvrage présente une hauteur de chute de 0,5 m; il s'agit du principal verrou du bassin versant. Il est composé de clapets s'ouvrant sur le plan d'eau du barrage et de vannes alimentant une conduite. Cette vanne permet de conduire les eaux jusqu'en aval de la retenue. Le fonctionnement de ce barrage à clapet est défini par l'arrêté préfectoral n°2004-U-6-A du 12 décembre 2004. Ainsi, le clapet est ouvert et la vanne fermée du 1er juin au 30 septembre et du 1er février au 31 mars. L'inverse est réalisé du 1er octobre au 31 janvier. Du 1er avril au 31 mai, le clapet est fermé et la gestion de la vanne est automatisée. Ces dates sont variables selon la période de chômage du Cher, durant lesquelles les clapets régulant le niveau du Cher sont abaissés pour révision. Durant ce laps de temps, le clapet du Filet est fermé pour éviter que ce dernier ne se vidange complètement dans le Cher, lui aussi beaucoup plus bas, et qu'il ne se retrouve à sec.



Figure 31 : Obstacle à l'écoulement numéro 82933. (Source: Google Maps)

Il y a enfin un ouvrage qui n'est pas recensé sur la carte des ROE; il s'agit d'un pont sur la D83, une route entrant dans la ville de Saint-Martin-le-Beau. Or il s'agit d'une voie relativement importante donc il sera compliqué d'y trouver une alternative et de bloquer son accès le temps de travaux, bien que comme le montre la Figure ci-dessous, sa hauteur de chute ne semble pas négligeable.



Figure 32 : Obstacle à l'écoulement important non référencé (Source: CTMA Filet-Petit Cher, J. Charrais, 2017)

3. Conditions morphologiques

Les berges, le lit majeur, le lit mineur ainsi que la ripisylve sont très altérés (Charrais, 2017). Ceci est dû principalement par la présence d'un lit recalibré, une pente faible et un fort envasement du lit. Ce très mauvais état des conditions morphologiques a pour origine les anciens travaux hydrauliques (tracé rectiligne, sur-largeur), la présence du clapet en aval, la perte de débit dû au fossé des Allemands en amont et la présence d'agriculture sur la quasi-totalité du Filet entraînant l'absence de ripisylve.

L'enjeu principal est donc de rétablir la continuité hydro-sédimentaire afin d'améliorer la qualité hydrologique du Filet.

II- Caractérisation chimique du cours d'eau et des sédiments

A) Définir l'état écologique d'un cours d'eau

La Directive Cadre sur l'Eau mise en place en 2000 permet d'organiser la gestion de l'eau au niveau européen. Elle instaure l'obligation d'arriver au bon état écologique d'ici 2027. Afin d'atteindre cet objectif, des indices ont été mis en place afin de réaliser l'état des lieux des milieux aquatiques et de les suivre au cours des années.

Ces indices définissent l'état écologique et l'état chimique en plusieurs classes. Pour les indices biologiques, le classement se fait en 5 classes alors que pour les indices chimiques, le classement se réalise en 2 classes (Figure 33).

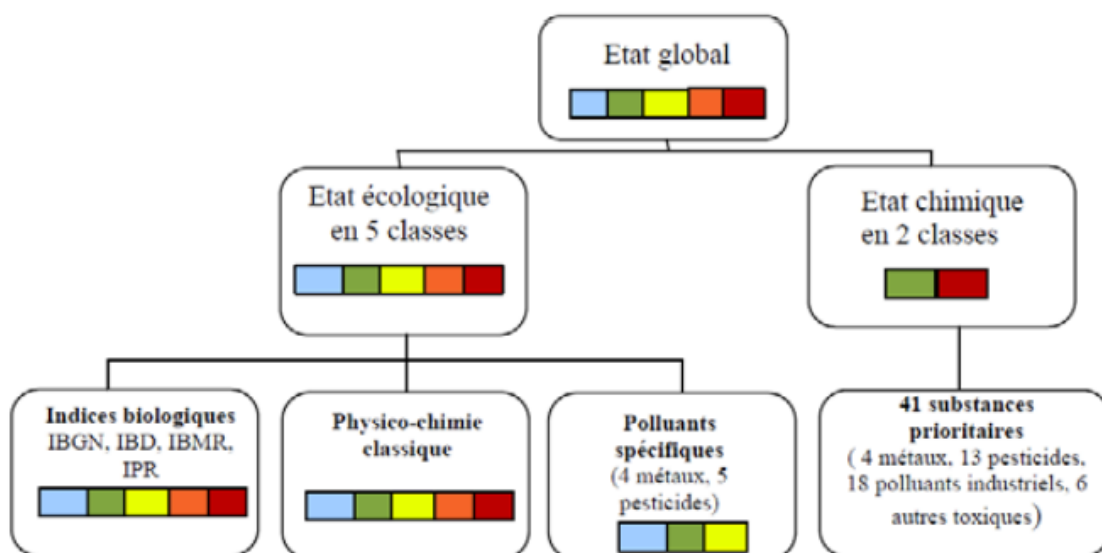


Figure 33 : Principe du bon état des eaux (Source : Guide technique, état des eaux de surface en seine aval)

Lorsque les indices sont assemblés pour noter l'état global d'un cours d'eau, c'est le plus pénalisant qui donne la note finale. Ainsi, si l'état écologique est mauvais mais que l'état chimique est bon, l'état global du cours d'eau sera mauvais. Dans cette partie, seuls les indices physico-chimiques sont étudiés. Les indices écologiques seront traités dans la partie suivante.

B) Etat physico-chimique du cours d'eau

1. Un cadre pour la gestion des eaux

Dans le cadre d'un état des lieux d'un cours d'eau, il faut définir l'état physico-chimique de ce dernier. En effet, la physico-chimie exerce une influence directe sur la biologie du milieu. Cette étude a été réalisée à partir des données physico-chimiques obtenues sur la station Réseau Complémentaire Agence (RCA) du Filet en 2015, 2016, 2017 et 2022. Les données de 2015 et 2016 sont extraites de la base de données OSUR. Les données de 2017 proviennent du diagnostic de RIVE (Charrais, 2017).

La DCE donne des valeurs seuils (Figure 34) pour certains éléments physico-chimiques afin de déterminer l'état physico-chimique d'un cours d'eau. La qualité finale est définie par le paramètre le plus déclassant.

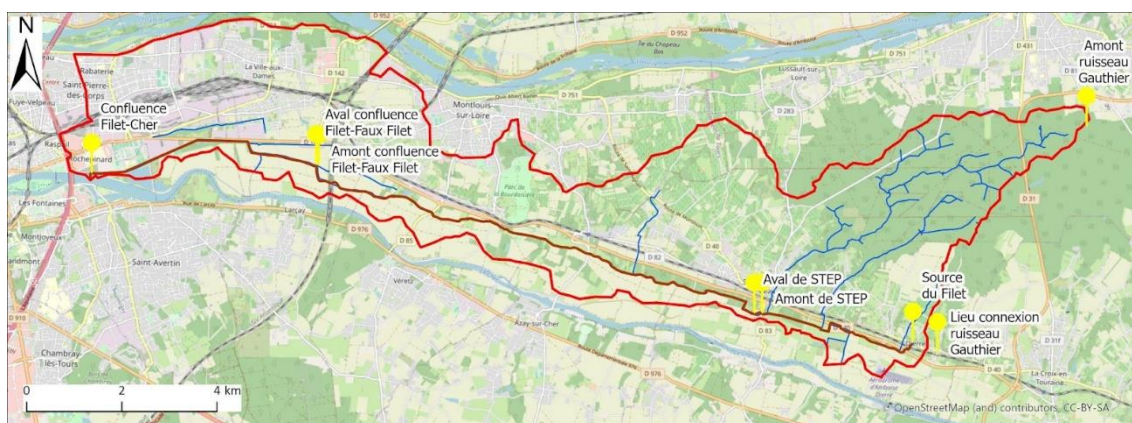
Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état			
	Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / Mauvais
Bilan de l'oxygène				
Oxygène dissous (mg O ₂ /l)	8	6	4	3
Taux de saturation en O ₂ dissous (%)	90	70	50	30
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	3	6	10	25
Carbone organique dissous (mg C/l)	5	7	10	15
Température				
Eaux salmonicoles	20	21,5	25	28
Eaux cyprinicoles	24	25,5	27	28
Nutriments				
PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ /l)	0,1	0,5	1	2
Phosphore total (mg P/l)	0,05	0,2	0,5	1
NH ₄ ⁺ (mg NH ₄ ⁺ /l)	0,1	0,5	2	5
NO ₂ ⁻ (mg NO ₂ ⁻ /l)	0,1	0,3	0,5	1
NO ₃ ⁻ (mg NO ₃ ⁻ /l)	10	50	*	*
Acidification¹				
pH minimum	6,5	6	5,5	4,5
pH maximum	8,2	9	9,5	10
Salinité				
Conductivité	*	*	*	*
Chlorures	*	*	*	*
Sulfates	*	*	*	*
¹ acidification : en d'autres termes, à titre d'exemple, pour la classe bon état, le pH min est compris entre 6,0 et 6,5 ; le pH max entre 9,0 et 8,2. * : les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des seuils fiables pour cette limite.				

Figure 34 : Valeurs des limites des classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d'eau (Source : AIDA, 2015)

2. Analyse physico-chimique

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur la station RCA en 2015, 2016, 2017 et en 2022. En 2017 et 2022, d'autres stations ont été échantillonnées afin de caractériser l'état physico-chimique du Filet sur l'ensemble de son linéaire (Annexe N).

L'état chimique du Filet s'améliore depuis 2015 (Tableau 1). En effet, en 2015 et 2016, l'état était



Légende

Hydrologie

- ▭ Bassin versant du Filet
- Cours d'eau du bassin versant
- Le Filet

Prélèvements

- Points de prélèvements

Auteur : Pierre Trillaud, Janvier 2023

Figure 35: Carte des sites de prélèvements d'eau en 2022

moyen du fait d'une trop grande concentration en nutriments (orthophosphate, phosphore total et nitrite). En 2017, ces concentrations passent dans la classe de bon état ou très bon état écologique. Le Filet semble donc aujourd'hui en bon état écologique.

Tableau 5 : Synthèse des résultats obtenus sur les paramètres physico-chimiques généraux pour la station de suivis du Filet (bleu : très bon état, vert : bon état, jaune : état moyen). Le « * » signifie qu'aucune donnée statistique n'a été réalisée.

	2015	2016	2017	2022
Etat chimique global	●	●	●	●
Bilan de l'oxygène	●	●	●	●
Oxygène dissous (mgO ₂ /l)	6,9	7,94	/	/
Taux de saturation en O ₂ dissous (%)	64,5	86,6	/	82,3
DBO5 (mgO ₂ /l)	4,1	3,28	<3	/
Carbone organique dissous (mgC/l)	5,35	5,88	4,9	/
Température	●	●		
°C	17,8	20,46	/	7,6*
Nutriments	●	●	●	●
Orthophosphate (mgPO ₄ ³⁻ /l)	0,51	0,25	<0,1	<0,1
Phosphore total (mgP/l)	0,3	0,16	/	<0,1
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,17	0,54	0,07	/

NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,32	0,35	<0,04	/
NO ₃ ⁻ (mg/l)	21,5	26	<1,00	14,06
Acidification	•	•		
pH	/	/	7,91*	7,8*
pH max	8,1	8,16	/	/
pH min	7,75	8	/	/
Salinité				
Conductivité	773,5	698,2	528	870
Chlorures	/	/	/	40,19
Sulfates	/	/	/	69,56

Des analyses ont également été réalisées sur l'ensemble du linéaire du Filet (Tableau 6).

Tableau 6 : Ensemble des analyses chimiques réalisées sur le Filet en décembre 2022. Le "-" correspond à des valeurs en dessous du seuil de détection du matériel d'étude

Paramètres	Unités	Amont Filet	Amont STEP	Aval STEP	Amont confluence Filet-Faux-filet	Aval confluence Filet-Faux-filet	Confluence Filet-Cher
Température	°C	8	7,5	7,65	7,6	10,5	7,45
O2 dissous	%	83	75,8	83	82,3	96	74,3
Conductivité	µS/cm	738	735	883	870	821	807
pH	u.pH	7,7	7,6	7,8	7,8	8	7,8
Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/L	26,20	3,52	3,46	16,24	14,06	10,12
Orthophosphates	mg/L	-	-	-	-	-	-
Phosphore total	mg/L	-	1,09 * 10 ⁽⁻³⁾	16,91 * 10 ⁽⁻³⁾	0,56 * 10 ⁽⁻³⁾	-	2,70 * 10 ⁽⁻³⁾
Calcium	mg/L	321	261	265	321	297	269
Magnésium	mg/L	0	21,9	14,6	4,86	21,9	19,4
Chlorure	mg/L	59,24	24,74	24,82	41,26	40,19	35,46
SO ₄ ²⁻	mg/L	22,94	31,91	32,49	69,06	69,56	62,57
[HCO ₃ ⁻]	mg/L	350	410	440	430	440	390

La température et le dioxygène ont des évolutions similaires et restent stables le long du Filet : environ 7,6°C et environ 80% de dioxygène dissous. Un pic est observé à l'aval de la confluence entre le Filet et le Faux-Filet. La saturation en dioxygène, élément essentiel pour le vivant, est considérée en bon état. Ceci traduit une bonne activité biologique du cours d'eau et par conséquent une bonne **capacité auto-épuratoire** de celui-ci. Le pic de température sur cette même station peut s'expliquer par la présence d'un couvert végétal, dans le cours d'eau et la présence de ripisylve, plus importante que sur le reste du cours d'eau. Ce couvert jouerait un rôle de tampon thermique. Ce paramètre est d'autant plus important qu'il est indispensable à la vie aquatique. Il a notamment un impact sur le dioxygène dissous et sur la vie piscicole.

Globalement, le pH a tendance à augmenter d'amont en aval. Il passe de 7.7 à 7.8 après un pic à 8 au niveau de la confluence entre le Filet et le Faux-Filet. Le cours d'eau est neutre à légèrement basique. Ces résultats sont cohérents avec l'acidité naturelle des cours d'eau. Cette acidité dépend de la source du cours d'eau, de la roche sur laquelle il s'écoule ainsi que de la végétation traversée par l'eau qui peut alcaliniser ou acidifier le milieu. De plus, les précipitations ainsi que les activités humaines vont aussi avoir un impact sur le pH. Dans le cas du Filet, les activités humaines semblent peu influencer ce paramètre.

L'alcalinité du cours d'eau (concentration en carbonate et bicarbonate) reste stable d'amont en aval à environ 400mg/L. De fortes concentrations peuvent être néfastes pour la biocénose. Des études ont montré qu'une valeur élevée de dureté et d'alcalinité abaisse la toxicité des métaux lourds présents dans l'eau pour certaines espèces de poissons (Goff, F Le, et V Bonnomet. s. d.). Dans le cas des cours d'eau, aucune valeur seuil n'a été définie à ce jour et donc aucune hypothèse fiable ne peut être émise. Des études supplémentaires sont donc nécessaires pour connaître l'impact d'un fort taux d'alcalinité sur les écosystèmes.

La conductivité d'une solution aqueuse est sa capacité à conduire un courant électrique. Sa valeur dépend de la concentration de ses ions dans l'eau. De ce fait, cela peut être un indicateur d'une source de pollution potentielle. Dans le cas présent, la conductivité reste stable, environ 800 microS/L, sur l'ensemble du Filet. Aucune pollution ne semble donc perturber le milieu.

La présence de végétation dans et autour du cours d'eau permet un apport de matière organique à ce dernier. Lorsque la matière organique azotée commence à se décomposer, des nitrites se forment. Les nitrites empêchent la fixation ainsi que le transport d'oxygène par les hémoglobines, ce qui rend l'azote sous cette forme dangereuse pour la faune aquatique. Une trop forte présence de nitrites dans l'eau peut s'expliquer par un apport trop important en matière organique, liée par exemple aux activités agricoles, aux industries ou encore à des rejets de stations d'épuration. En 2022, la concentration en nitrite n'a pas été mesurée mais elle l'a été en 2017. Les concentrations ne dépassent pas 0.15mg/L sur l'ensemble du Filet. En 2017, le Filet était donc en bon état pour ce paramètre.

Les nitrates proviennent de l'oxydation des nitrites. Bien que moins dangereux que ceux-ci, une trop forte concentration en nitrates dans les cours d'eau est susceptible d'engendrer une **dystrophie** du milieu. Il est aussi important de noter que, même si la toxicité des nitrates ne semble pas avoir un très grand impact sur les poissons adultes, il n'en n'est pas de même sur les œufs ou les larves. En effet, la mortalité de ces derniers serait deux fois plus élevée selon les espèces. Sur le Filet en 2022, la concentration en nitrate est de 26.2mg/L en amont. Cette concentration chute à 3.52mg/L au niveau de la station d'épuration des eaux usées (STEP). Elle augmente de nouveau aux environs de 14mg/L en amont de la confluence Filet/Faux-Filet. Ces concentrations restent en dessous du seuil de bon état défini par la DCE. Le Filet est donc en bon état pour ce paramètre.

Le phosphore total regroupe le phosphore organique et minéral ainsi que dissous et particulaire. Il s'exprime en mg(P)/l. Le phosphore est un élément qu'il n'est pas possible de retrouver en grande quantité dans la croûte continentale. Ce dernier est un nutriment limitant extrêmement important pour les plantes aquatiques puisqu'il est essentiel pour la croissance de ces dernières ainsi que celle des algues. Ce n'est que sous ses formes organiques dissoutes, particulièrement sous forme d'orthophosphate que ce dernier est utilisable par les organismes. En ce qui concerne le phosphore sous forme de phosphate particulaire, ce dernier n'est pas assimilable par les organismes. Lorsque le phosphore est en trop grande quantité dans les cours d'eau, il peut provoquer des phénomènes d'eutrophisation. Dans le Filet, les orthophosphates sont en concentration très faible (en dessous du seuil de détection du spectromètre). De même, le phosphore total est en très faible concentration (inférieur à 0.01mg/L). Le cours d'eau est en très bon état pour ces deux paramètres.

La concentration en ions sulfates et chlorures dans le Filet augmente fortement d'amont en aval (2.5 fois plus et 2 fois plus respectivement), notamment au niveau de l'amont de la confluence Filet/Faux-Filet. Les chlorures sont également fortement présents à l'amont du Filet et diminuent drastiquement (3 fois moins) à l'amont de la Station de traitement des eaux usées. Ces concentrations peuvent traduire une pollution par des eaux usées d'origine domestique ou industrielle. Les ions sulfates ne sont pas nécessairement néfastes. En revanche, des changements importants de leur concentration peuvent le devenir. Dans le cas du Filet, l'augmentation de ces éléments pourrait s'expliquer par la présence de la voie ferrée passant à l'amont de la confluence, de la départementale et/ou des décharges sauvages très présentes dans cette zone qui ont été observées sur le terrain.

Sur l'ensemble des paramètres mesurés, le Filet est un cours d'eau en bon état physico-chimique. Il ne présente de pollution majeure ni d'eutrophisation d'un point de vue des nutriments (nitrite, nitrate et phosphore). Il est toutefois important de noter que peu de paramètres ont été réalisés en 2022 sur l'ensemble de ceux permettant de définir l'état chimique d'un cours d'eau d'après la DCE. De plus, les mesures représentent l'état du Filet à un temps t (une seule mesure) et ne sont donc pas représentatives sur une année entière. Des mesures complémentaires devraient être menées pour définir l'état chimique du Filet avec plus de fiabilité.

C) Analyse des sédiments

L'analyse des sédiments a été menée sur 3 stations (Figure 36). L'objectif principal est de définir si le terrain de **Ball Trap** a un impact significatif sur la concentration en métaux lourds et principalement du plomb dans le Filet.

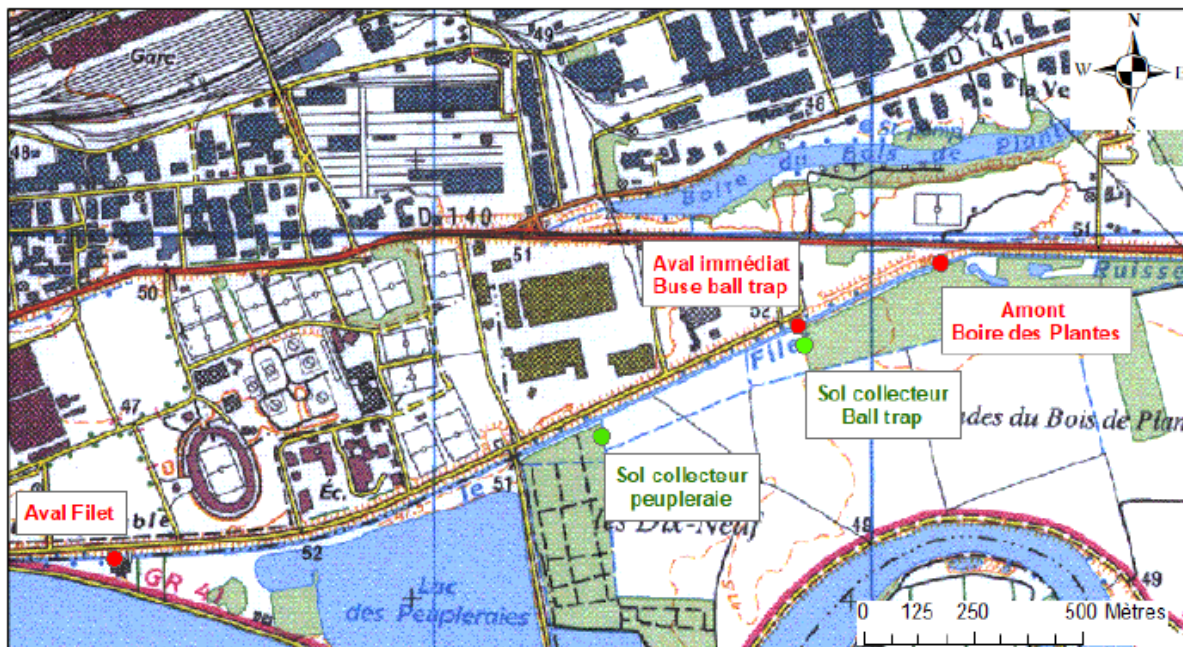


Figure 36 : Localisation des stations de prélèvements de sol et de sédiments sur le Filet en 2017. Les stations en rouge représentent les prélèvements de sédiments dans le cours d'eau tandis que les stations en vert représentent les prélèvements de sol à proximité

D'après les analyses menées (Annexe O), seul l'arsenic est présent en concentration importante (état moyen selon l'arrêté du 9 août 2006). Les autres métaux présentent des concentrations acceptables (bon état). Dans le cas du plomb, les concentrations sont inférieures à 26 mg/kg de **matière sèche**. Cette concentration est considérée comme en bon état par la DCE. Ces concentrations augmentent fortement dans les échantillons de sols à proximité du Filet (pouvant atteindre 102 mg/kg de **matière sèche**). Ces valeurs sont supérieures à la moyenne française (25,6 mg/kg de **matière sèche**).

Étant donné que dans cette zone, seul l'activité de **Ball Trap** peut expliquer la présence de plomb, nous pouvons supposer que cette activité est à l'origine de la forte concentration en plomb dans les sols à proximité du Filet.

D) Analyse des polluants spécifiques

Les polluants spécifiques de l'état écologique sont définis tels que des substances dangereuses (toxiques, persistantes et bioaccumulables), synthétiques ou non. Elles sont recensées comme étant déversées en quantité significative dans les masses d'eau des différents bassins versants. Il est donc nécessaire de surveiller leurs concentrations. Au total, 17 polluants sont utilisés pour évaluer le bon état écologique des cours d'eau. Ils sont catégorisés en deux groupes : les polluants non synthétiques (arsenic, chrome, cuivre, zinc) et les polluants synthétiques.

Ces substances ne doivent pas dépasser une valeur seuil spécifique à chaque polluant qui est donné dans le tableau suivant :

Tableau 7: Polluants spécifiques non synthétiques de l'état écologique (source : Charrais, 2017)

Substances	Origines anthropiques	Risques	NQE_MA
Arsenic	Exploitation minière, combustion (charbon, fuel), fongicide (utilisé jusqu'en 2001), insecticide, engrais, industries électronique ...	Cutanée, cardiovasculaire, hématologiques, système nerveux, hépatiques	0,83 µg/l
Chrome	Apports aux eaux par les précipitations et les rejets industriels : acier et alliages, catalyseurs, tannage du cuir, industrie textile, fabrication des teintures et pigments, traitement de surface	Système digestif, hépatiques, foie, collapsus, système circulatoire, reins, appareil respiratoire ...	3,4 µg/l
Cuivre	Industrie électriques et textiles, agriculture (insecticides et fongicides, épandage de lisiers de porcs), métallurgie, traitements de surface...	Impact important sur la capacité épuratrice du milieu aquatique ou des stations d'épuration en raison de la toxicité vis-à-vis des micro-organismes. À faibles doses, oligo-élément nécessaire à la vie; effets toxiques au-delà de certaines concentrations (impacts sur le foie, le cœur, les os, les reins, la peau).	1 µg/l
Zinc	Galvanisation, piles électriques, pigments, industrie pharmaceutique, revêtement bâtiments, traitement du minerai, raffinage, agriculture (engrais phosphatés, lisier de porc) ...	Toxicité sur la flore et la faune aquatiques plus forte dans les eaux peu calcaires (action protectrice des ions calcium). Appareil respiratoire, anémie, système immunitaire...	7,8 µg/l
2,4 - D	Herbicide	CL50-48h (poissons) : 1,1 mg/l, CL50-24h (daphnies) : 143 mg/l,	2,2 µg/l
Glyphosate	Herbicide à large spectre	CL50-96h (poissons) : 86 mg/l, CL50-48h (daphnies) : >780 mg/l	28 µg/l
AMPA	Principal métabolite de biodégradation du glyphosate	CL50-96h (poissons) : 520 mg/l	452 µg/l
Chlortoluron	Pesticide, herbicide	CL 50-96h (poissons) : 20 mg/l, CL50-48h (daphnies) : 67 mg/l,	0,1 µg/l
Métazachlore	Herbicide		0,019 µg/l
Aminotriazole	Herbicide	CL 50-96h (poissons) : 243 mg/l, CL50-48h (daphnies) : 1,54 mg/l,	0,08 µg/l
Nicosulfuron	Herbicide	CL50-96h (poissons) et CL50-48h (daphnies) >1000 mg/l	0,035 µg/l
Oxadiazon	Herbicide	CL 50-96h (poissons) : 1,2 mg/l, CL50-48h (daphnies) : >2,4 mg/l,	0,09 µg/l
2,4 MCPA	Herbicide		0,5 µg/l
Diflufenicanil	Herbicide	CL50-96h (poissons) : 100 mg/l, CL50-48h (daphnies) : >10 mg/l	0,01 µg/l
Boscalid	Fongicide	CL50-96h (poissons) : 2,7 mg/l	11,6 µg/l
Métaldéhyde	Molluscicide	CL50-96h (poissons) : 86 mg/l, CL50-48h (daphnies) : >780 mg/l	60,6 µg/l
Toluène	Hydrocarbure aromatique polycyclique, fabrication de produits (dérivés benzéniques, produits pharmaceutiques, colorants, parfums, détergents...), carburants, solvants, fabrication du phénol et autres substances.	Système nerveux central, irritations du pharynx et des yeux, troubles psychomoteurs ... CL 50-96h (poissons) : 13-240 mg/l, CL50 (mollusques) : 24-74 mg/l.	74 µg/l

Par manque de données, seuls les polluants spécifiques synthétiques pour les années 2015 et 2016 seront présentés (Tableau 37 tiré de l'étude de RIVE). Les valeurs présentées dans l'étude sont des moyennes annuelles calculées pour chaque paramètre pour l'année d'étude. La couleur bleue correspond à un très bon état écologique (valeur inférieure à la limite de quantification, c'est-à-dire que la concentration de la substance n'est pas détectable par les techniques de mesures actuelles) et le vert correspond au bon état écologique (valeur supérieure à la limite de quantification mais inférieure à la valeur seuil).

Tableau 8 : Synthèse des résultats obtenus sur les polluants spécifiques de l'état DCE pour la station de suivis du Filet (Source : Charrais, 2017)

	2015	2016
Polluants spécifiques non synthétiques		
Polluants spécifiques synthétiques	●	●
2,4 D	0,010	0,001
2,4 MCPA	0,010	0,001
Aminotriazole	0,069	0,030
AMPA	0,232	0,065
Boscalid	0,010	0,008
Chlortoluron	0,010	0,003
Diflufenicanil	0,004	0,005
Glyphosate	0,098	0,060
Métaldéhyde	0,016	0,100
Métazachlore	0,014	0,025
Nicosulfuron	0,005	0,003
Oxadiazon	0,004	0,004
Toluène		

En 2015 et 2016, la station de référence SANDRE reste en bon état physico-chimique au vu des concentrations de polluants spécifiques synthétiques. L'ensemble des valeurs reste stable entre 2015 et 2016. Les concentrations du boscalid et du chlortoluron diminuent. Ceci est dû à un changement de technique et une amélioration de la détection de ces deux substances.

Ainsi, la station est considérée en bon état physico-chimique au vu des concentrations de polluants spécifiques synthétiques. Il faut toutefois prendre en compte que les polluants spécifiques non synthétiques n'ont pas été mesurés.

III- Caractérisation écologique du cours d'eau et de son bassin versant

A) État écologique du cours d'eau

Les indices de l'état écologique d'un cours d'eau sont l'IPR (indice poisson rivière), l'IBGN et l'I2M2 (indice biologique global normalisé et indice invertébrés multimétrique qui analyse la **macrofaune**), l'IBD (indice biologique **diatomée**) et l'IBMR (indice biologique **macrophyte** en rivière). Sur le Filet, seuls l'IPR et l'I2M2 ont été réalisés au cours des 20 dernières années.

Sur le Filet, seuls l'IPR et l'IBGN ont été réalisés. L'IPR a été fait sur la station RCA 04467003 (Figure A) en 2001 (Charrais, 2017), en septembre 2015 (Robinet, 2016), en juillet 2016 (Robinet, 2017) et en juin 2019 (Tiozzo *et al.*, 2020). L'IBGN a quant à lui été réalisé sur la station RCA et sur 3 stations temporaires (sur l'amont de l'étang communal et à l'aval de la station d'épuration à Saint Martin le Beau et à l'amont de la ligne TGV à Larcay) en 2009 (Figure 37).

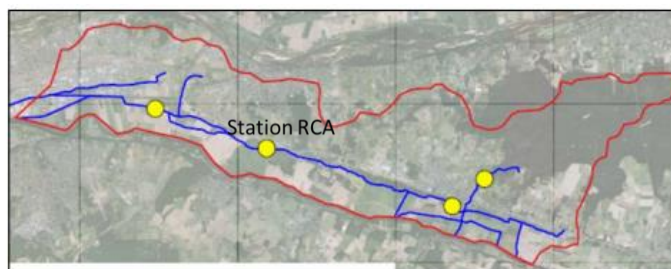


Figure 117 : Carte de localisation des stations de suivi biologique sur le Filet.

Le Tableau 23 ci-dessous présente le chronogramme des différents inventaires biologiques réalisés sur le Filet :

Tableau 23 : Chronogramme des inventaires biologiques réalisés sur le Filet.

		AMONT			AVANT	
		Travail Universitaire			Station RCA - 04467003	
Commune		Station 1	Station 2	Station 3	Larçay	
		Saint Martin-le-Beau	Saint Martin-le-Beau	Larçay		
	Précision(s)	Amont de l'étang communal / Ru du Battereau	Aval de la Station d'épuration	≈ 500 mètres en amont de la ligne TGV	≈ 800 mètres en aval de la LGV	≈ 1000 mètres en aval de la LGV
▼ Années de suivi ▼		Macroinvertébrés			Poissons	Macroinvertébrés
2001					X*	
2009		X	X	X		
2015					X	X

* : Station plus exactement située à 500 mètres en amont de la station 04467003 (Poisson-2015).

Figure 37 : Carte de localisation des différentes stations de suivi sur le Filet (Source : Charrais, 2017)

En 2001, l'IPR est mesuré à 500m de l'amont de la station. En 2015, 2016 et 2019, l'inventaire piscicole a été réalisé à 800 m en amont de la station RCA. Bien que les analyses ne soient pas localisées sur le même emplacement, il existe une similarité dans leurs caractéristiques hydromorphologiques et habitationnelles. Ceci permet leur comparaison. La station RCA est caractérisée par des **écoulements lentiques** et un substrat vaseux (AQUABIO, 2017; Tiozzo *et al.*, 2020).

La qualité hydromorphologique de la station est très dégradée (faible dynamique hydrosédimentaire, écoulements uniformes et **lentiques**, substrat fin sablo-limoneux à vaseux peu **biogène**) (Charrais, 2017). La vase est le substrat majoritaire sur le Filet. Ceci appuie le fait que la qualité hydromorphologique du Filet est dégradée.

B) Indice poisson rivière

1. Définition

L'IPR se base sur l'analyse de l'ichtyofaune, c'est-à-dire sur le peuplement de poissons. Cet indice mesure l'écart entre le peuplement observé à un peuplement théorique de référence (peuplement trouvé dans un milieu équivalent peu impacté par l'être humain). Il permet ainsi de mesurer le niveau d'altération des peuplements piscicoles.

La qualité de l'état écologique du cours d'eau par l'analyse des peuplements piscicoles dépend de la note IPR (Tableau Y).

Tableau 9 : Classe de qualité d'un cours d'eau d'après la DCE (Charrais, 2017)

Métriques de l'Indice Poisson Rivière		Abbréviation	Réponse à l'augmentation des pressions humaines
OCCURRENCE	Nombre total d'espèces	NTE	↗ ou ↘
	Nombre d'espèces rhéophiles	NER	↘
	Nombre d'espèce lithophiles	NEL	↘
ABONDANCE	Densité d'individus tolérants	DIT	↗
	Densité d'individus invertivores	DII	↘
	Densité d'individus omnivores	DIO	↗
	Densité totale d'individus	DTI	↗ ou ↘

Note de l'IPR	Classe de Qualité
<5	Excellente
]5-16]	Bonne
]16-25]	Médiocre
]25-36]	Mauvaise
>36	Très mauvaise

2. Résultats des IPR

a) Situation théorique de référence

En situation de référence, la station s'apparente à un B5+ selon le calcul de la typologie de Verneaux. Pour définir ce classement, les caractéristiques des habitats comme la dureté de l'eau, la température, la section mouillée à l'étiage, la pente et la largeur du cours d'eau sont pris en compte. Il est donc attendu un peuplement piscicole composé essentiellement d'espèces accompagnatrices de la truite fario (chabot, vairon, loche franche et lamproie de planer) ainsi que d'espèces **rhéophiles** (goujon, chevesne, hotu, vandoise, spirilin et barbeau fluviatile) (Charrais, 2017).

b) Résultats observés

18 espèces sont attendues dans le Filet. Dix-neuf espèces sont retrouvées en 2001, 17 en 2015, 21 en 2016 et 6 en 2019.

Seuls le gardon et la bouvière, espèces attendues théoriquement dans le Filet, sont retrouvées sur les quatre années d'études (Tableau 10). D'autres espèces attendues sont également retrouvées selon les années d'étude. Le goujon, le chevesne, la loche franche, l'épinochette et l'anguille sont retrouvés en 2001, 2015 et 2016. Le brochet et la perche sont présents dans le cours d'eau uniquement en 2001. Le spirilin est présent uniquement en 2016 et la tanche est présente en 2015 et 2016. Le barbeau, le chabot, le hotu, la lamproie, la truite, le vairon et la vandoise ne sont jamais retrouvés dans le Filet.

En revanche, d'autres espèces sont également présentes (Tableau). L'ablette, la loche des rivières, le poisson chat et la brème commune sont présents tous les ans sauf en 2019. La brème bordelière et le sandre ne sont plus présents depuis 2015. La perche soleil est retrouvée en 2001 et 2016 uniquement. Pseudorasbora et des espèces invasives d'écrevisses apparaissent à partir de 2015.

Tableau 10 : Inventaire piscicole (présence-absence) sur le Filet en 2001, 2015, 2016 et 2019. Les cases vertes et noires correspondent à la présence de l'espèce dans le cours d'eau et les cases blanches représentent leur absence. Les cases vertes représentent les espèces attendues théoriquement dans le cours d'eau.

Inventaire piscicole			Attendu	Présence - Absence			
Nom vernaculaire	Nom latin	Code		2001	2015	2016	2019
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	GAR					
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	GOU					
Bouvière*	<i>Rhodeus amarus</i>	BOU					
Chevaine	<i>Squalius cephalus</i>	CHE					
Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	LOF					
Brochet	<i>Esox lucius</i>	BRO					
Epinochette	<i>Pungitius</i>	EPT					
Anguille*	<i>Anguilla anguilla</i>	ANG					
Perche commune	<i>Perca fluviatilis</i>	PER					
Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>	BAF					
Chabot*	<i>Cottus gobio</i>	CHA					
Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>	HOT					
Lamproie de Planer	<i>Lampetra planeri</i>	LPP					

Spirlin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	SPI					
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TAN					
Truite	<i>Salmo trutta fario</i>	TRF					
Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i>	VAI					
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>	VAN					
Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>	ABL					
Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i>	BRB					
Loche de rivière	<i>Cobitis taenia</i>	LOR					
Carassin	<i>Carassius carassius</i>	CAS					
Poisson Chat**	<i>Ameiurus melas</i>	PCH					
Sandre	<i>Stizostedion (Sander) lucioperca</i>	SAN					
Brème commune	<i>Abramis brama</i>	BRE					
Perche soleil**	<i>Lepomis gibbosus</i>	PES					
Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	EPI					
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ROT					
Carassin argenté	<i>Carassius auratus gibelio</i>	CAA					
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	CCO					
Carpe miroir	<i>Cyprinus carpio</i>	CMI					
Cyprinidés	<i>Cyprinidae</i>	CYP					
Pseudorasbora**	<i>Pseudorasbora parva</i>	PSR					
Ecrevisse américaine**	<i>Orconectes limosus</i>						
Ecrevisse de Louisiane**	<i>Procambarus clarkii</i>						

* *Espèces protégées ou patrimoniales*

** *Espèces invasives*

En 2001, la bouvière, l'ablette et la brème bordelière dominent le peuplement piscicole. En 2015, ce sont le carassin et la bouvière dont les peuplements ont largement augmenté entre 2001 et 2015. Nous remarquons également une augmentation des effectifs pour la brème commune. En 2016, les espèces dominantes sont le goujon, le gardon, l'ablette et pseudorasbora. En 2019, c'est la bouvière qui domine.

Si entre 2001 et 2016, la densité par 100 m² de population augmente globalement (de 46.2 à 61.3), presque aucun individu est retrouvé en 2019 (densité par 100m² de 0.7). Cette tendance se répète pour le goujon et la bouvière (Figure 38). La population de chevesnes diminue entre 2001 et 2016 et disparaît en 2019. Les densités par 100m² des populations de loche franche, d'épinochettes et d'anguille sont en moyenne de 2 entre 2001 et 2016. La population de brochet retrouvée en 2001 est faible (1.9 individus pour 100m²). Entre 2001 et 2016, le peuplement d'ablettes augmente (densité par 100m² de 14.5 en 2001 et de 48.3 en 2016). Cette tendance est identique pour la loche des rivières (de 3.8 à 19.2 individus par 100m²) et la perche (de 3 à 5 individus par 100m²). Le peuplement de carassin s'effondre entre 2015 et 2016 (de 221.7 à aucun individu par 100m²). Le peuplement de pseudorasbora diminue de 2015 à 2019 (passant de 241.3 en 2015 à 41.25 en 2016 et 2.7 en 2019).

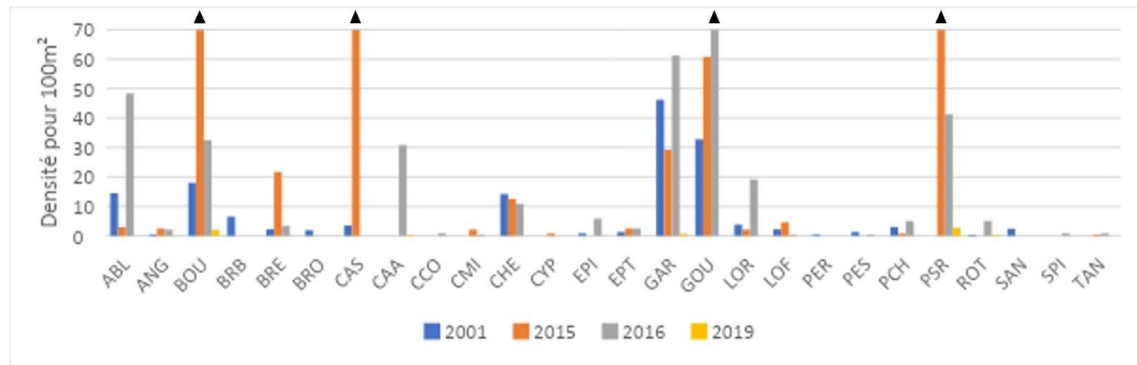


Figure 38 : Densité des peuplements piscicoles pour 100m² selon l'année. Les triangles sur les barres d'histogrammes indiquent que la densité est supérieure à 70 individus par 100m². Les valeurs exactes ne sont pas représentées sur le graphique par souci de lisibilité et sont accessibles en Annexe P (Densité pour 100m² des peuplements piscicoles retrouvés sur le Filet).

En 2001, l'IPR était de 31,25. En 2015 et 2016, il était de 35,37 et 33,1 respectivement (Tableau 11). Enfin en 2019, il était de 61,36. Nous observons donc une dégradation de l'état des peuplements piscicoles au cours du temps, principalement entre 2016 et 2019, passant de mauvais à très mauvais.

Tableau 11 : Notes IPR et classe de qualité selon l'année d'étude

		Niveau typologique théorique :	B5+
		IPR	Classeur de qualité
2001	31,25		Mauvais
2015	35,37		Mauvais
2016	33,1		Mauvais
2019	61,36		Très Mauvais

c) Interprétation

Que cela soit en 2001, 2015, 2016 ou 2019, ce sont les espèces d'eau calme qui dominent les peuplements piscicoles. Ces espèces sont la bouvière, l'ablette, les brèmes, le carassin, le sandre, le rotengle et la carpe.

Or, ces espèces ont une probabilité de présence faible à très faible en théorie. La majorité des espèces attendues est absente comme le vairon et le chabot pour les espèces accompagnatrices de la truite fario ou l'hotu, le barbeau fluviatile, la vandoise et le spirin pour les espèces rhéophiles.

Les espèces **limnophiles** montrent également une surabondance avec la bouvière, la brème bordelière, le gardon, le rotengle ou encore la carpe.

Deux espèces de poissons classées invasives et susceptibles de créer des déséquilibres biologiques ont été retrouvées en 2001 : la perche soleil et le poisson chat. Leur peuplement a régressé en 2015. En revanche, le peuplement de poissons chat a augmenté en 2016. Ces espèces semblent absentes en 2019. Deux espèces d'écrevisses invasives (écrevisse américaine et de Louisiane) sont également retrouvées (AQUABIO, 2017).

En 2015 et en 2019, l'espèce *pseudorasbora* présentait une forte densité. Toutefois, sa population semble régresser d'année en année. Cette espèce est classée nuisible à l'échelle mondiale. Elle présente les caractéristiques des espèces envahissantes, elle est opportuniste, tolère des conditions extrêmes, elle a une reproduction importante, etc... Cette espèce est également porteuse d'un pathogène (*Sphaerothecum destruens*). Ce pathogène peut provoquer une forte mortalité chez les poissons autochtones comme la carpe, le gardon ou la brème (Charrais, 2017).

Les peuplements d'anguilles et de loches des rivières semblent rester stables entre 2001 et 2016. Elles sont cependant absentes en 2019. Le Filet étant classé réservoir biologique pour ces espèces, il serait primordial de suivre l'évolution des populations piscicoles.

Entre 2001 et 2019, la note IPR augmente. Les peuplements piscicoles passent d'un état mauvais à très mauvais. Ceci reflète une dégradation du peuplement piscicole et est due à un nombre insuffisant d'espèces rhéophiles et/ou **lithophiles**, à une densité forte d'individus omnivores comme le gardon et une surpopulation de carassin, de *pseudorasbora* et de bouvière (AQUABIO, 2016). Seules les deux dernières espèces sont présentes en 2019. Elles participent à la forte note IPR pour cette année mais la principale raison pour une note si élevée est le faible nombre d'espèces retrouvées.

La forte dérive des peuplements piscicoles par rapport aux peuplements attendus s'explique par la qualité hydromorphologique dégradée de la station qui résulte principalement des anciennes opérations de recalibrage (sur-largeur) et de rectification du cours d'eau (Charrais, 2017).

La station est dans la **plaine d'inondation** du Cher. Des échanges biologiques entre les deux hydrosystèmes sont possibles et peuvent expliquer la présence d'espèces **limnophiles** sur la station. Ces espèces trouvent des conditions d'implantation et de développement qui leurs sont favorables.

La taille de l'échantillonnage est très inférieure en 2019. Si plus de 1000 individus sont pêchés en 2015 et 2016, seulement 28 (dont 10 écrevisses de Louisiane) le sont en 2019. Les échantillonnages en 2015 et 2016 ont lieu en juillet et septembre alors qu'en 2019, l'inventaire est réalisé en juin. Nous pouvons supposer qu'à cette période, les poissons n'avaient pas atteint la taille minimum d'échantillonnage. Ceci expliquerait la dégradation de l'effectif échantillonné (Boisneau, communication personnelle). D'autres hypothèses pourraient être avancées comme la dégradation du milieu mais le manque de données en 2019 sur les habitats ne permet pas de les confirmer.

C) Indice biologique global normalisé et Indice invertébrés multimétrique

Toutes les informations des parties 1 et 2 sont issues du rapport de Rives (Charrais, 2017).

1. Généralités

Les macro-invertébrés sont tous les animaux visibles à l'œil nu (plus de 0,5mm) qui ne possèdent pas de squelettes. Parmi eux, les macro-invertébrés benthiques sont ceux qui vivent au fond des cours d'eau, dans un substrat soit minéral soit végétal soit les deux. En effet, il est possible de les retrouver dans les graviers, dans le sable mais aussi dans la ripisylve. Ils constituent un élément important dans la chaîne alimentaire. Ils sont à la base de l'alimentation d'autres animaux tels que certains poissons, oiseaux mais aussi certains amphibiens. Beaucoup d'entre eux sont inféodés à certains types de substrats et peuvent donc être représentatifs des conditions de leur milieu. En effet, certains comme les plécoptères sont très sensibles aux perturbations, telles que la pollution de l'eau mais aussi la modification des habitats. Ils sont appelés "polluosensibles". Au contraire, d'autres vont être considérés comme "polluotolérants" et donc bien résister aux perturbations du milieu. Dans des conditions normales, leur durée de vie est assez longue ce qui permet de pouvoir fournir un historique de la qualité environnementale. De plus, ils sont assez nombreux et faciles à collecter. Les

macroinvertébrés benthiques, par leurs caractéristiques, sont donc de très bons indicateurs de la qualité d'un milieu. Ce sont des "bioindicateurs".

L'indice biologique traduisant ces bioindicateurs est appelé IBG-DCE (ou IBGN). Il est calculé à partir du nombre de taxons, ou espèces, capturés et du taxon le plus polluosensible échantillonné. Des classes de qualités sont définies à l'aide des hydro régions. Celle du bassin versant du Filet est l'**hydro écorégion** HER9 (**hydro écorégion** des tables calcaires). Le tableau suivant présente les classes de qualité pour cette **hydro écorégion** pour les intervalles de score IBG-DCE :

Tableau 12 : Classe de qualité pour les peuplements d'invertébrés (Source : Charrais, 2017)

Classe de qualité	Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
IBGN Hydroécorégion « Tables Calcaires »	20 à 16	15 à 14	13 à 10	9 à 6	5 à 0

2. Les macroinvertébrés du Filet en 2009 et 2015

L'analyse de la qualité **macrobenthique** du Filet s'est réalisée au travers de quatre stations. Trois de ces stations étaient temporaires (station 1,2,3), quant à la dernière, elle appartient au réseau de suivi Réseau Complémentaire Agence (RCA) de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne. Elle est identifiée sous le code SANDRE 04467003.

Les stations 1,2 et 3 ont été étudiées dans le cadre d'un projet universitaire en 2009 (Tableau 13). De ce fait, les échantillons prélevés ne suivent pas tout à fait le protocole du Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS). Les comparaisons des notes calculées entre ces échantillons et ceux réalisés au niveau de la station SANDRE, effectués en 2015, ne peuvent pas être stricts du fait de l'approximation de la méthode d'échantillonnage pour les échantillons 1,2,3. Les résultats pour les différentes stations sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13 : Résultats des analyses des macroinvertébrés sur le Filet en 2009 et 2015

	Résultats universitaire 2009			Résultats 2015
	Station 1	Station 2	Station 3	Station SANDRE
Richesse spécifique	24	24	16	42
Note IBGN (/20)	13	9	6	13
Classe de qualité DCE	Moyenne	Médiocre	Médiocre	Moyenne

Les résultats IBGN montrent que la qualité biologique est de moyenne à médiocre. La note pour la station SANDRE prélevée en 2015 à Larçay est de 13/20 ce qui est principalement due à la richesse spécifique, celle-ci étant de 42 familles. La richesse spécifique est le nombre de taxons, donc d'espèces différentes échantillonnées. Il est important de noter que cette dernière ne prend ni compte de l'abondance de l'espèce ni de sa distribution. Il est possible d'observer sur le tableau que les notes pour les stations 2 et 3 sont nettement plus faibles que pour les stations 1 et SANDRE 04467003. La station 3 présente seulement 16 taxons ce qui pourrait expliquer sa note si faible.

En prenant en compte uniquement les résultats des analyses universitaires de 2009, il est possible d'observer une dégradation de l'amont vers l'aval. Une chute de la richesse spécifique ainsi que le note IBGN est observable. La diminution de la note IBGN est liée à la perte de richesse spécifique elle-même liée à la dégradation des habitats.

a) Les macroinvertébrés du Filet en 2019

Toutes les informations pour la partie (a) sont issues de la base de données Naïade.

L'analyse des macroinvertébrés benthiques du Filet en 2019 s'est réalisée à Larçay au niveau de la station SANDRE 04467003. Ce n'est pas l'indice IBGN qui a été calculé mais l'I2M2 qui se trouve être une évolution de l'IBGN. Ce nouvel indice est également basé sur l'étude des macroinvertébrés pour évaluer la qualité écologique d'un cours d'eau. La note de l'I2M2 est obtenue en fonction de la comparaison à un cours d'eau dit de référence. Elle est exprimée en EQR ce qui correspond à une note sur 1 où le 1 représente le cours d'eau de référence. Le tableau suivant présente les classes d'état pour les intervalles de score I2M2 :

Tableau 14 : Classe d'état pour les peuplements de macroinvertébrés (Source : Labocea, 2021)

Classe d'état	Limite inférieur pour l'EQR I2M2
Très bon	0,665
Bon	0,443
Moyen	0,295
Médiocre	0,148
Mauvais	0,000

Les résultats de l'I2M2 en 2019 au niveau de la station SANDRE sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 15 : Résultats des analyses des macroinvertébrés sur le Filet en 2019

	Résultats 2019
	Station SANDRE 04467003
Richesse spécifique	30
Note I2M2	0,33882
Classe d'état	Moyen

Les résultats I2M2 pour la station SANDRE en 2019 montrent une richesse spécifique de 30 taxons et une qualité biologique du cours d'eau qui est moyenne.

Du fait du changement dans le protocole d'échantillonnage entre 2015 et 2019, il n'est pas possible de comparer en profondeur les résultats de ces deux analyses. Toutefois, il est possible d'observer que la qualité biologique du cours d'eau reste moyenne.

D) Synthèse des indices

D'après les suivis IPR, IBGN et I2M2, l'état écologique du Filet est en très mauvais état. Le paramètre déclassant est l'IPR. En effet, la dégradation de la continuité hydraulique entraîne une dégradation des habitats (présence de faciès lenticules et d'envasement par exemple) et donc la présence d'espèces non attendues dans le cours d'eau. De plus, le cours d'eau apparaît être un milieu eutrophe. Afin de restaurer les peuplements piscicoles et d'invertébrés, il semble nécessaire d'agir sur la restauration des habitats avant tout.

IV- Patrimoine et Acteurs

A) Patrimoine naturel

Plusieurs zonages de protection ou de classement sont appliqués sur le bassin versant du Filet. On y retrouve notamment quelques fragments de zone de protection UNESCO du Val de Loire mais surtout une grande partie du bassin est couverte par la zone tampon UNESCO qui elle s'assure qu'aucun aménagement nuisible à la zone protégée UNESCO ne soit fait trop près de cette dernière. L'entièreté de celui-ci est incluse dans une Zone d'Action Prioritaire Anguille. On y retrouve aussi la Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 2 associée au massif forestier d'Amboise ainsi qu'une zone protégée correspondant à la pagode Chanteloup et son parc. Deux zones humides sont aussi présentes sur ce territoire.

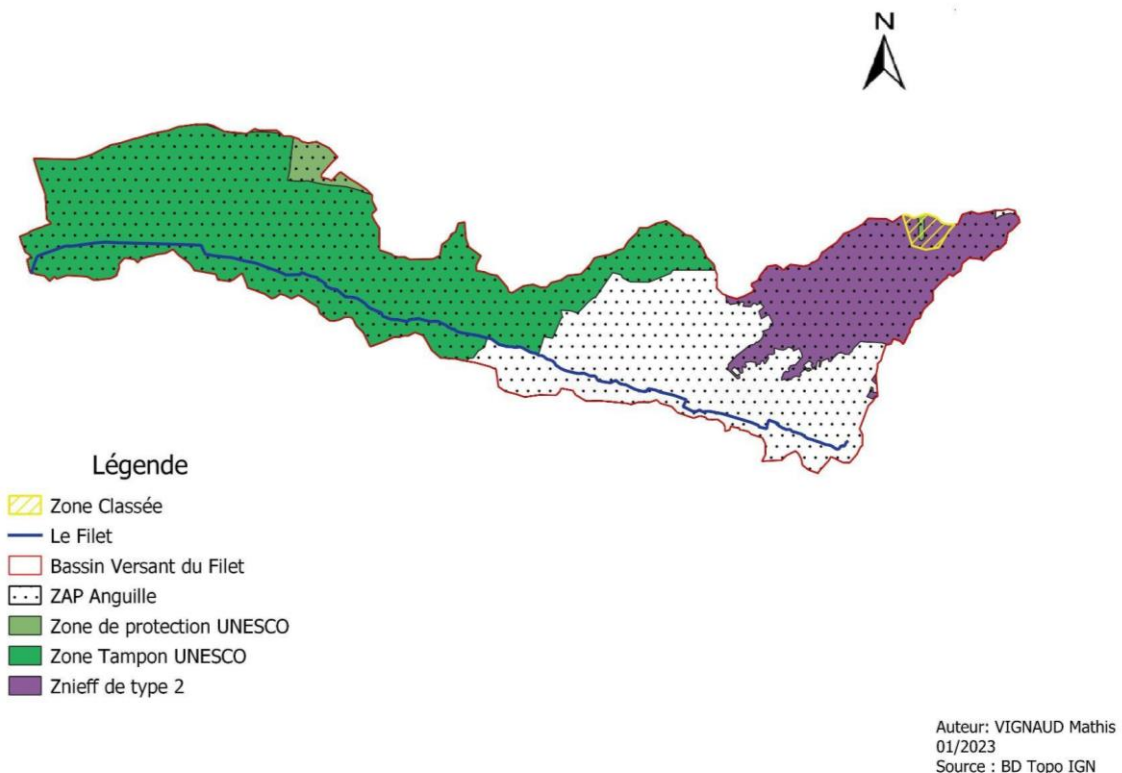


Figure 39 : Patrimoine naturel sur le bassin versant du Filet

1. La ZNIEFF de type 2 “Massif forestier d’Amboise” :

Les ZNIEFF de type 2 sont de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes. Ce type de ZNIEFF couvre des territoires ayant des superficies importantes. Cette dernière comprend des habitats et des espèces dites déterminantes pour l'intérêt écologique de la zone.

En ce qui concerne le bassin versant du Filet, la ZNIEFF de type 2 est située dans la partie Est, entre Saint-Martin-le-Beau et Amboise.

b) Habitats déterminants

Les habitats déterminants sont des zones comprenant des espèces végétales et animales suffisamment "intéressantes" pour qualifier cette zone comme ayant un réel intérêt écologique et implique donc qu'une protection y soit appliquée.

Les habitats suivants sont présents sur le bassin versant du Filet :

- 41.22 : Frênaies-chênaies et chênaies-charmaies aquitaniennes
- 41.55 : Chênaies aquitano-ligériennes sur sols lessivés ou acides
- 44.92 : Saussaies marécageuses
- 53.1 : Roselières

c) Espèces d'insectes déterminantes

- La Dryade** (*Minois dryas* Scopoli, 1763)
- Sylvain azuré** (*Limenitis reducta* Staudinger, 1901)
- l'Empereur** (*Argynnis paphia* L., 1758)
- Carabe doré** (*Carabus auratus* L., 1761)
- Carabe chagriné** (*Carabus coriaceus* L., 1758)
- Pique-prune** (*Osmoderma eremita*, Scopoli 1763) (Soumis à une protection nationale et à la Directive Habitat)
- Akimerus schaefferi** (Laicharting, 1784)



Figure 40 : Photo de Pique-prune (*Osmoderma eremita*, Scopoli 1763)

d) Espèces d'oiseaux déterminantes

- Engoulevent d'Europe** (*Caprimulgus europaeus* L., 1758)

Sur le bassin versant du filet sont présentes plusieurs espèces animales et végétales. Certaines sont plus remarquables que d'autres que ce soit par leur rareté ou bien leur activité dérangeante pour les milieux.

Tout d'abord il est important de rappeler ce qu'est une espèce protégée. Les espèces protégées sont fixées par arrêtés ministériels par application du code de l'environnement. Ce statut est accordé aux espèces en fonction de l'état de conservation de leurs populations sur le territoire national ou bien du besoin de garantir la présence de ces populations.

A noter que la liste qui suit provient en partie des études réalisées sur le terrain mais aussi d'études menées au préalable par d'autres acteurs, notamment RIVE.

Sur le territoire étudié, il est possible de retrouver quatre espèces protégées qui sont toutes des espèces animales. Celles-ci sont très peu visibles actuellement par manque d'habitats propices et de qualité des milieux.



Figure 41 : Photo d'Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus* L., 1758)

e) Espèces animales protégées- **Martin pêcheur d'Europe** (*Alcedo atthis* L., 1758)

Petit oiseau qui aime les eaux riches en petits poissons et non soumises à la glaciation des eaux. Nécessite la présence de talus pour pouvoir nicher.



Figure 42 : Photo de Martin pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis* L., 1758)



Figure 43 : Photo de Triton crêté (*Triturus cristatus* Laurenti, 1768)

- **Triton crêté** (*Triturus cristatus* Laurenti, 1768)

13 à 17 cm de longueur totale, présent dans les zones où les berges ont des pentes douces, très sensibles aux modifications morphologiques de son territoire, très sensible à la présence de poissons carnivores tels que les perches soleil.

- **Chabot commun** (*Cottus gobio* L., 1758)

Poisson de 10 à 15cm de long, affectionne les lieux rocaillieux, très sensible à la qualité des eaux et une forte dynamique.



Figure 44 : Photo de Chabot commun (*Cottus gobio* L., 1758)



Figure 45 : Photo de Anguille européenne (*Anguilla anguilla* L., 1758)

- **Anguille européenne** (*Anguilla anguilla* L., 1758)

Peut mesurer jusqu'à 1m, elle se nourrit dans la vase et donc consomme les polluants qui y sont coincés. De ce fait, sa santé s'en trouve fortement dégradée.

Sur le bassin versant vit aussi un certain nombre d'espèces animales et végétales dont la présence nuit à la stabilité et au bon état écologique des milieux. Celles-ci peuvent prendre la place d'autres espèces indigènes ou bien les consommer jusqu'à extinction.

f) Espèces animales nuisibles- **Ragondin** (*Myocastor coypus* Molina, 1782)

Il consomme une énorme quantité de végétaux aquatiques, déstabilise les berges en creusant des galeries et favorise de fait l'érosion des berges.



Figure 7 : Photo de Ragondin (*Myocastor coypus* Molina, 1782)



Figure 46 : Photo de Rat musqué (*Ondatra zibethicus* L., 1766)

- **Rat musqué** (*Ondatra zibethicus* L., 1766)

Il participe à la dégradation des berges en creusant des galeries et met à mal de nombreuses espèces végétales aquatiques ainsi que des cultures. C'est aussi un animal vecteur de maladies.

- **Perche Soleil** (*Lepomis gibbosus* L., 1758)

Espèce classée comme susceptible de causer des perturbations de l'équilibre écologique. Elle consomme les œufs et alevins des autres espèces de poissons et empêche les populations de se renouveler.



Figure 47: Photo de Perche Soleil (*Lepomis gibbosus* L., 1758)

- **Poisson chat** (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820)

Cette espèce est classée comme susceptible de causer des perturbations de l'équilibre écologique. En effet, elle consomme les alevins et les œufs d'autres espèces de poissons présentes et est de plus vecteur de maladie.



Figure 48 : Photo de Poisson chat (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820)



Figure 49 : Photo de *Pseudorasbora* (*Pseudorasbora parva* Temminck et Schlegel, 1846)

- **Pseudorasbora** (*Pseudorasbora parva* Temminck et Schlegel, 1846)

Cette espèce entre en compétition interspécifique avec des espèces indigènes. Elle est elle aussi vecteur de parasites.

- **Écrevisse américaine** (*Faxonius limosus* Rafinesque, 1817)

Espèce plus compétitive que les espèces d'écrevisses indigènes et supporte mieux les eaux de qualité moyenne.



Figure 50 : Photo d'Écrevisse américaine (*Faxonius limosus* Rafinesque, 1817)



Figure 51 : Photo d'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii* Girard, 1852)

- **Écrevisse de Louisiane** (*Procambarus clarkii* Girard, 1852)

Espèce plus compétitive que les espèces d'écrevisses indigènes et supportent mieux les eaux de qualité moyenne.

g) Espèces végétales nuisibles- **Renouée du Japon** (*Reynoutria japonica* Houtt)

Espèce à croissance très rapide ce qui lui donne une compétitivité forte. Cette plante propose un feuillage très dense, ce qui mène à des diminutions de la diversité spécifique. Elle pose problème à l'utilisation des ouvrages hydrauliques en s'y logeant. De plus, elle peut aussi causer des problèmes de déstabilisation de berges.



Figure 52 : Photo de Renouée du Japon (*Reynoutria japonica* Houtt)

- **Myriophylle du Brésil** (*Myriophyllum aquaticum* Verdc.)

Espèce qui forme des tapis de végétation très denses sur la surface de l'eau. Elle modifie les paramètres physico-chimiques du milieu et cause des difficultés pour la survivabilité des espèces benthiques. Cette espèce modifie le régime hydraulique du cours d'eau et eutrophise le milieu.

Figure 53 : Photo de Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum* Verdc.)

- **Buddleia du père David** (*Buddleja davidii* Franchet)

Espèce végétale arbustive en provenance de Chine. Celle-ci peut atteindre les 5 m de hauteur. Entre en compétition avec d'autres espèces présentes dans le milieu et prend leur place en général, favorise les voies d'eau au niveau racinaire et donc l'érosion du milieu ainsi que les inondations.



Figure 54 : Photo de Buddleia du père David (*Buddleja davidii* Franchet)



Figure 55 : Photo d'Érable négundo (*Acer negundo* L., 1758)

- **Érable négundo** (*Acer negundo* L., 1758)

Espèce en provenance d'Amérique du Nord qui prend racine dans des milieux de types alluviaux. Il possède un pollen fortement allergisant et a donc un impact sur la santé humaine. En ce qui concerne le milieu, sa présence n'est pas néfaste.

- **Robinier faux-acacia** (*Robinia pseudoacacia* L., 1753)

Espèce arborescente qui entre en compétition avec les espèces présentes et fixe l'azote dans le sol. Ce dernier étant déjà particulièrement azoté, cette espèce n'a que peu d'impact à l'échelle des incorporations d'azote dans le sol sur le bassin versant.



Figure 56 : Photo de Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia* L., 1753)

B) Patrimoine culturel

Sur son bassin versant, le Filet intègre des espaces et des lieux culturels protégés comme :

- Site Unesco du Val de Loire
- Zone Tampon UNESCO
- Site classé "Pagode Chanteloup"

- La pagode Chanteloup est une œuvre architecturale du XVIIIème siècle située dans un parc de 14 hectares. Ce site classé présent sur le territoire de la commune d'Amboise, il est présent sur une surface totale de 42 ha et est sur l'extrémité de l'amont du bassin versant.

D'autres monuments et édifices sont présents sur le territoire mais ne sont pas soumis à de telles normes de protection. C'est le cas pour les moulins, lavoirs et puits.



Figure 57 : La pagode Chanteloup

- Moulin de Battereau : Vestige du XVIème siècle, ce moulin servait autrefois à la production de farine de blé à partir de la force hydraulique. Il appartenait à Thomas Bohier, grand argentier du roi François Premier et constructeur du Château de Chenonceau.



Figure 58 : Le Moulin de Battereau



Figure 59 : L'église saint Médard de Dierre

- L'église saint Médard de Dierre : elle a été construite au XIIème siècle puis a été agrémentée de parties supplémentaires au XVème et XVIème siècle. Elle est située à une centaine de mètres du Filet.

C) Acteurs et usages de l'eau

1. Les acteurs et la gestion du cours d'eau et son bassin versant

La politique de gestion de l'eau est régie au niveau européen par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) qui met en place un cycle de gestion qui dure 6 ans ayant pour objectif que les États membres tendent vers un bon état écologique de leurs cours d'eau (*Directive-cadre sur l'eau (DCE)*, s. d.). Elle impose aussi une transparence de la politique de l'eau.

L'État impose ensuite un cadre réglementaire en lien avec cette DCE notamment avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), élaboré par les comités de bassin pour chaque bassin hydrographique, qui est opposable à toute décision administrative. Ce texte permet la mise en place de mesures concrètes et à une échelle plus cohérente en termes de restauration. En complément du SDAGE, à l'échelle des sous-bassins, le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) a été élaboré plus localement pour mettre en place des objectifs de mise en valeur, de protection quantitative ainsi que qualitative de la ressource en eau. Le SAGE doit être en cohérence avec le SDAGE. En 2006, une loi est mise en place, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA). Elle vise à tenir compte du changement climatique dans la prise des décisions concernant la gestion de l'eau (*Gestion de l'eau en France*, s. d.). Ses objectifs majeurs sont l'atteinte des objectifs fixés par la DCE, l'amélioration de l'accès à l'eau pour tout le monde ainsi qu'apporter de la transparence en ce qui concerne le fonctionnement du service public de l'eau. Elle renforce la gestion locale des ressources en eau (DRIEAT Île-de-France, 2010).

L'office français de la biodiversité (OFB) quant à lui est responsable de 3 missions principales : la police de l'environnement, l'expertise sur les espèces, les milieux et les usages, l'appui à la mise en œuvre des politiques publiques et aux acteurs (*Office français de la biodiversité*, s. d.). C'est un organisme majeur de compréhension des milieux et de contrôle des usages à l'échelle nationale.

Les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) pilotent au niveau régional les politiques publiques du ministère de la Transition écologique et solidaire. Elles permettent donc d'élaborer et de coordonner les politiques de l'Etat en matière de développement durable, de transition écologique et de préservation des milieux aquatiques (Auvergne-Rhône-Alpes, 2015). La Direction Départementale des Territoires (DDT), relais de la DREAL, assure quant à elle au niveau départemental la gestion durable des eaux et intervient elle aussi comme l'OFB en tant que police de l'eau.

Les intercommunalités du bassin du Cher se sont regroupées pour créer le syndicat du Nouvel Espace du Cher (NEC). Ce dernier est composé de quatre établissements publics : la Communauté de Communes Val de Cher Controis, la Communauté de communes Autour de Chenonceaux Bléré-Val de Cher, la Communauté de Communes Touraine Est Vallées ainsi que Tours Métropole Val de Loire. L'objectif principal du NEC est la gestion et la restauration des milieux aquatiques. Ce dernier possède plusieurs compétences dont la compétence de Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI) (*Son histoire et ses missions*, s. d.). Le Filet étant un affluent du Cher, il se trouve dans le bassin versant de ce dernier, sa gestion revient donc au NEC.

2. Les usages sur le Filet et son bassin versant

La France métropolitaine est découpée en 7 bassins hydrographiques, chacun piloté par une agence de l'eau. Le bassin versant du Filet se trouve dans le bassin hydrographique Loire-Bretagne piloté par l'agence de l'eau Loire-Bretagne.

Il s'étend principalement sur les communes de Saint-Pierre-des-Corps, La Ville-aux-Dames, Montlouis-sur-Loire, Saint-Martin-le-Beau et Dierre. Il s'étend peu sur les communes de Tours, Azay-sur-Cher et Vézetz.

a) Les usages domestiques

Toutes ces communes ont une population en augmentation depuis 1968 (Figure 60). Une augmentation démographique induit en général une augmentation de la demande en services tels que la disponibilité en logement. Cela induit généralement une surface occupée par la ville plus importante et donc une urbanisation et une anthropisation des sols qui s'étend. La pression sur l'eau et donc sur la nappe phréatique devient elle aussi plus importante ce qui peut occasionner des pollutions ponctuelles.

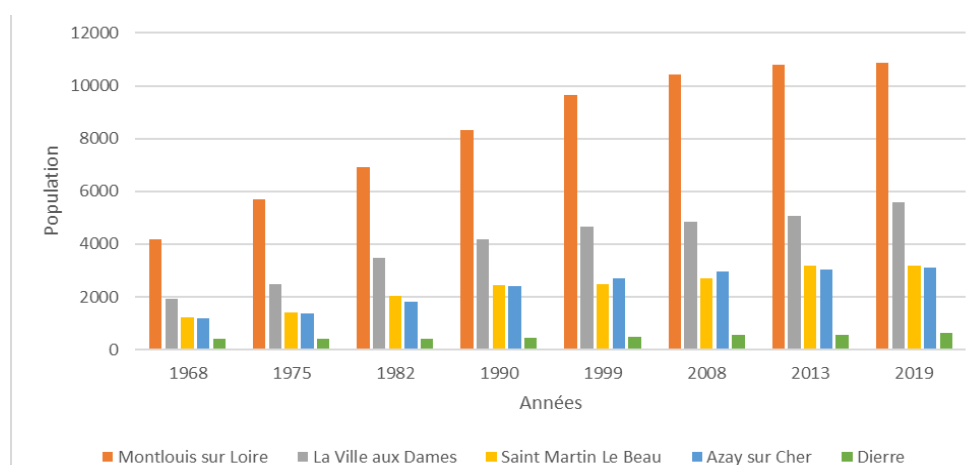


Figure 60 : Evolution de la population des 5 communes principales du bassin versant du Filet entre 1968 et 2019 (Source : Insee)

Les activités, en lien avec les usages domestiques, présentes sur le Filet sont très restreintes. Il s'agit d'un cours d'eau très peu large et avec un débit très faible, qui de plus n'est pas en eau sur toute sa longueur. L'essentiel des activités sont regroupées au niveau de la confluence de ce dernier avec le Cher. Le Filet est simplement utilisé par les kayakistes sur à peu près 50 à 100 mètres de longueur, et par la Fédération de pêche qui organise des sorties initiation à la pêche sur le Filet.

À l'échelle du bassin versant, plusieurs activités se distinguent. En effet, le bassin versant du Filet est assez touristique. Ceci est surtout lié au parcours de la Loire à vélo qui passe dans le bassin et qui est un parcours très emprunté. La forêt d'Amboise est aussi un lieu de promenade privilégié qui accueille un nombre important de promeneurs. Pour finir, il est possible dans le bassin versant de retrouver certains bâtiments appartenant à des monuments classés, tel que l'église de Dierre par exemple, qui peuvent susciter un intérêt touristique.

b) Les usages agricoles

Des cinq communes principales du bassin versant du Filet, les données liées à l'activité économique ne sont disponibles que pour les communes de Saint-Pierre-des-Corps, Montlouis-sur-Loire et La Ville-aux-Dames (Figure 61). Les données pour ces communes permettent d'avoir une représentation de l'activité économique de la partie aval et moyenne du bassin versant. Cette partie étant la plus urbanisée (notamment avec Saint-Pierre-des-Corps), l'activité la plus importante reste le tertiaire et la partie de l'agriculture est très restreinte. Cependant dans l'autre partie du bassin, plus rurale, l'agriculture est beaucoup plus présente et représente une part importante de l'activité du bassin versant.

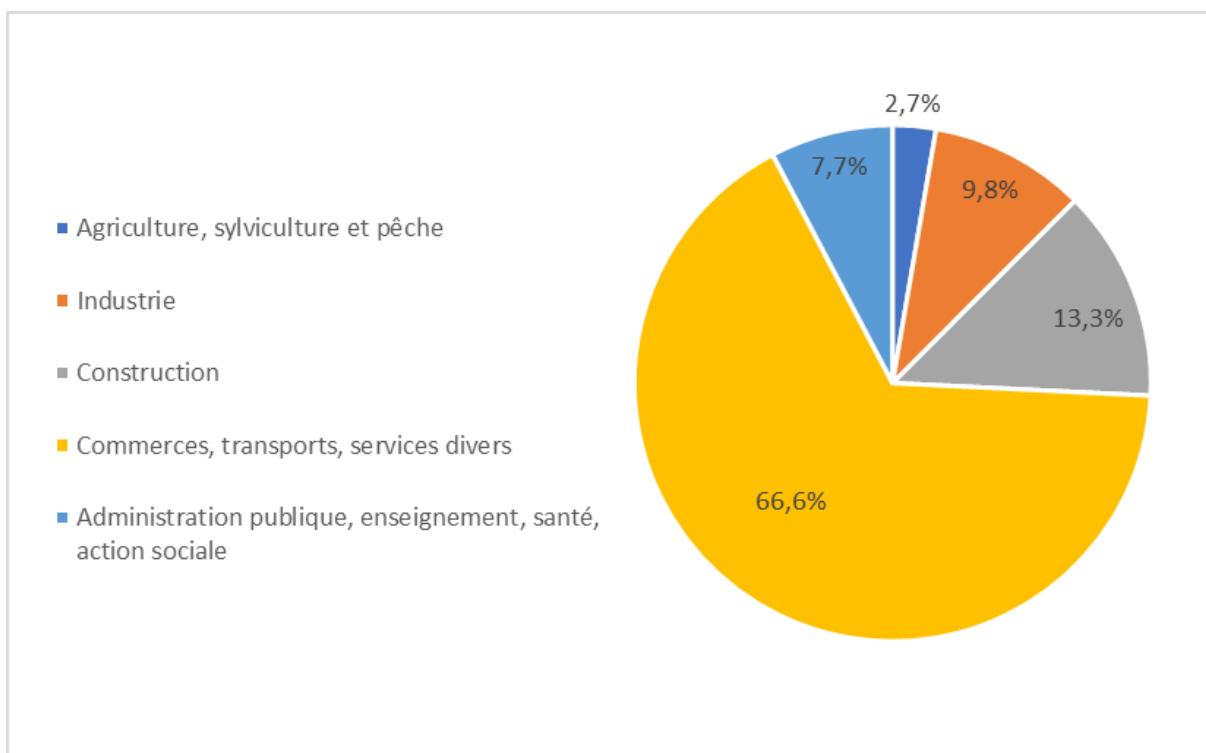
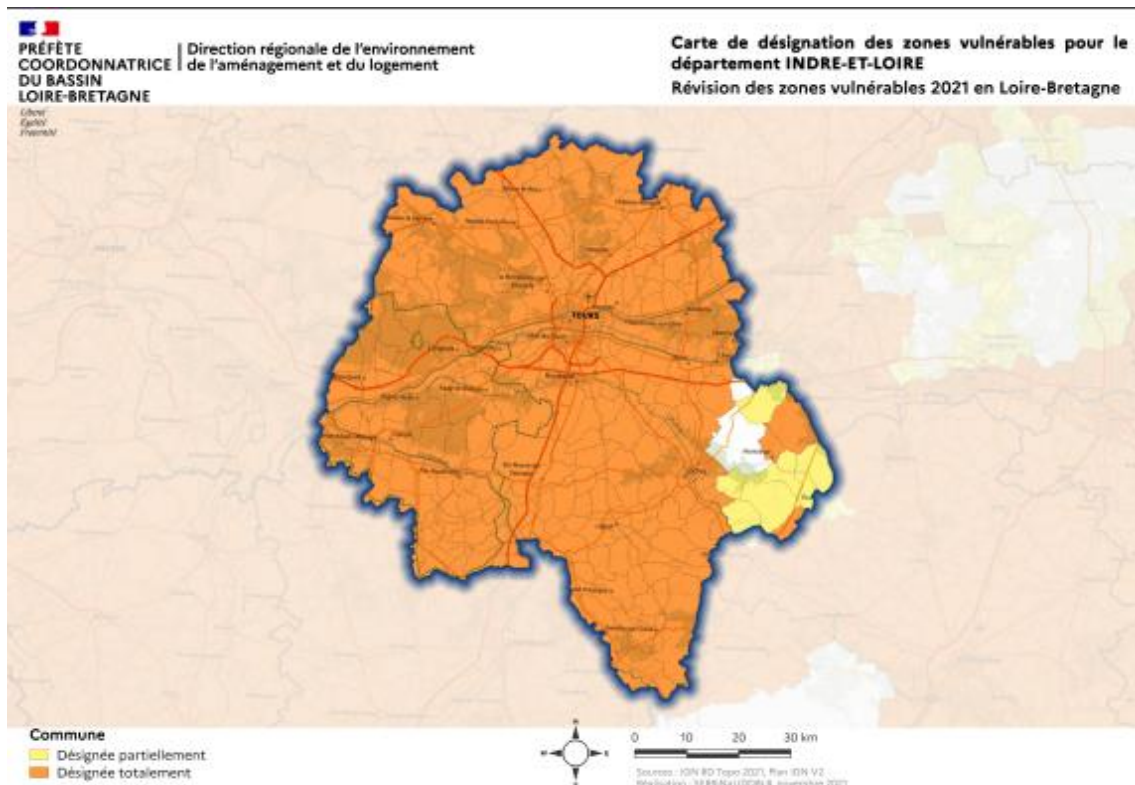


Figure 61 : Activités économique principales sur 3 communes du bassin versant : Montlouis-sur-loire, La Ville-aux-Dames, Saint-Pierre-Des-Corps (Source : Insee)

La carte d'occupation des sols (Figure 17), permet de comprendre que l'agriculture au sein du bassin versant du Filet se compose globalement de deux grandes parties. À l'amont et sur les côtes viticoles, la viticulture en Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) domine. Le long du Filet, dans la plaine, se sont surtout des grandes cultures qui peuvent être observées. Le risque de retrouver des nitrates et des phosphates en abondance dans le Filet est donc important de part cette proximité qu'a le cours d'eau avec l'agriculture.

Afin de désigner les zones vulnérables aux nitrates, de mettre en place des campagnes de surveillance ainsi que des programmes d'action obligatoire, une directive "nitrates" a été mise en place. Cette directive encadrée par la DREAL permet d'obtenir une cartographie des zones vulnérables



quant aux nitrates dans la région (Figure 62).

Figure 62 : Carte de désignation des zones vulnérables pour les nitrates pour l'Indre-et-Loire (Source : Loire, 2022)

L'ensemble des communes du bassin versant du Filet sont classées en zones vulnérables pour les nitrates. Cela signifie que la teneur en nitrate dépasse les 50 mg/L, valeur seuil de classement pour l'eau potable.

Cependant ces résultats sont à nuancer puisqu'ils reflètent une concentration globale sur la commune et non concentrée sur le bassin versant du Filet. De plus, les données datent de 2021. Malgré ce classement en zone vulnérable pour les nitrates, la valeur maximale de concentration de ces derniers dans le Filet calculée avec nos échantillons ne dépasse pas 30 mg/L (cf partie qualité des eaux).

c) Les usages industriels

Le bassin versant accueille très peu d'activité industrielle et aucune n'est placée à proximité du cours d'eau. Le risque de pollution ponctuelle dû à une activité industrielle est donc très faible voire inexistant.

Il y a cinq Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sur le bassin versant du Filet. Parmi celles-ci, quatre sont classées SEVESO. Trois de ces installations sont classées SEVESO seuil haut. La cinquième ICPE est une station d'épuration localisée sur le Filet (Figure 63). Toutefois, il est important de noter que cette dernière ne rejette pas d'eau dans le Filet, elle n'a donc pas d'impact sur ce dernier.

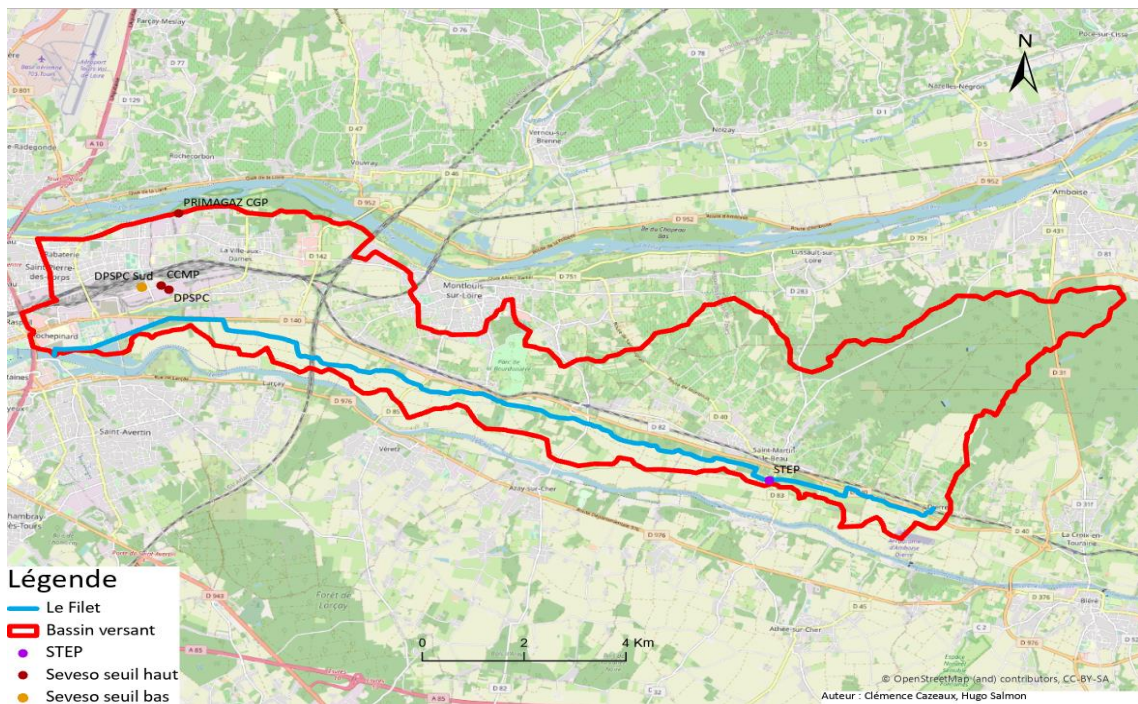


Figure 63 : Carte des ICPE classées SEVESO ainsi que de la STEP sur le bassin versant du Filet

Cette directive SEVESO fait suite à une catastrophe qui a eu lieu en 1976. Cette directive européenne impose aux États membres d'identifier les sites industriels présentant un risque d'accidents majeurs et d'y maintenir une forte prévention. Les industriels ont donc obligation de caractériser leurs activités, de réaliser des études de danger et de mettre en place une politique de prévention. Une coopération entre les acteurs et une maîtrise de l'urbanisme autour de ces sites permet de limiter les effets dominos. Cette directive se compose de deux seuils : hauts et bas. Les sites SEVESO seuil haut présentent un risque plus important (« Qu'est-ce qu'un site classé Seveso ? », 2015).

d) Entretien et enquêtes auprès des acteurs du bassin versant du Filet

Méthodologie

Afin de récolter des informations concernant le Filet et son bassin versant, plusieurs communes appartenant au bassin ont été contactées. Un entretien avec le maire de Dierre ainsi qu'un entretien avec l'adjoint d'Azay-sur-Cher ont ainsi été obtenus. Un questionnaire (Annexe Q) pour les maires a été préparé afin d'avoir une ligne directrice lors des entretiens ainsi que pour récolter des données précises. Ce questionnaire a également été envoyé par mail aux communes qui ont été contactées.

Entretiens

Maire de Dierre

La commune de Dierre se trouve à l'amont du Filet. Ce serait sur cette commune que le ruisseau Gauthier pourrait être connecté au Filet, selon le NEC.

Ce qui ressort globalement de l'entretien avec le maire de Dierre est que le Filet ne représente pas un enjeu fondamental pour sa commune. Toutefois, il ne se dit opposé à aucun projet de restauration en soit. Grâce à cet entretien, beaucoup d'informations concernant l'histoire du Filet et de ses alentours ont pu être apprises. Dans les années 50, les prairies dominaient entre le Cher et le Filet, cependant, avec la mécanisation, les haies et les boires (trous creusés pour permettre l'abreuvement du bétail) ont été rebouchés au détriment de l'élevage. Un retour à plus d'élevage dans cette partie du bassin versant pourrait permettre de laisser plus de place au cours d'eau, de réimplanter des haies et donc une certaine continuité écologique. Le maire se questionne toutefois sur l'utilité d'une telle mesure par rapport aux activités agricoles contemporaines.

La commune de Dierre se trouve entre des côteaux de viticulture AOC et des plaines inondables. Une expansion de cette commune et une urbanisation massive de cette partie du bassin versant n'est ainsi pas à craindre. La commune pourrait être un point important de tourisme ou de loisir liée au Filet, puisque l'église de Dierre est classée monument historique. De plus, un parcours hippique (praticable à pied et à vélo) qui s'appelle le chemin de d'Artagnan passera bientôt par Dierre. Le maire encourage les touristes à s'arrêter dans sa commune en construisant des aires de jeux pour enfants ainsi que des commodités telles qu'une salle pour se restaurer ou encore des toilettes publiques en libre accès.

Adjoint d'Azay-sur-Cher

Pour l'adjoint d'Azay-sur-Cher, Marc Miot, le Filet comporte de nombreux problèmes. Les principaux étant sa morphologie, l'agriculture adjacente et ses sources. D'après lui, le Filet est trop large et sa pente trop faible. Trop de sédiments s'y accumulent et l'eutrophisation y est assez forte. De plus, le Filet sert parfois d'exutoire pour les agriculteurs et une quantité importante de phosphates et de nitrates peuvent se retrouver dans le cours d'eau. Ceci est donc la source de pollution principale de ce dernier car il n'existe aucune activité industrielle à proximité. L'adjoint indique aussi que le fait que le Filet soit essentiellement bordé par des cultures pose aussi un problème pour le reméandrage ou le passage de la Loire à vélo. En effet, il faut pouvoir convaincre les agriculteurs de laisser une partie de leur terres pour valoriser le Filet. D'après lui il faudrait changer en profondeur le modèle agricole actuel en lien avec l'environnement et le réchauffement climatique mais il ne voit aucun début de changement s'effectuer. Une vraie incohérence au niveau des sources du Filet est aussi mise en avant. Avant le fossé des Allemands, les sources se trouvent dans la forêt d'Amboise mais le fossé des Allemands dévie le Filet vers le Cher, ce qui fait que plus en aval le Filet retrouve de nouvelles sources (notamment le Battereau). En dépit de ces problèmes, le Filet possède quand-même des atouts. Ces derniers sont l'irrigation, la pêche et le patrimoine qui se trouve sur le bassin versant.

Conclusion sur les entretiens

Ces deux entretiens ont été d'une aide précieuse pour arriver à mieux cerner le Filet, son histoire et ainsi, ses enjeux. Malgré avoir contacté plusieurs communes et malgré les relances qui ont été envoyées, seulement deux entretiens avec des maires ont pu être réalisés. En ce qui concerne les autres acteurs comme les agriculteurs, malgré de nombreuses relances et un questionnaire (Annexe R) préparé et envoyé, il n'a pas été possible d'entrer en contact avec ces derniers.

V- Synthèse

A) État écologique du Filet

Au vue de la législation de la DCE, le paramètre le plus déclassant pour la qualité des eaux est celui qui détermine cette dernière. Ainsi, malgré un bon état physico-chimique et pour les polluants spécifiques ainsi qu'un état moyen pour l'I2M2, le Filet est en très mauvais état écologique (Figure 64). Le paramètre déclassant est l'IPR. Le très mauvais état des peuplements piscicoles est dû à la dégradation des habitats entraînée par la dégradation du régime hydrologique et de l'envasement.

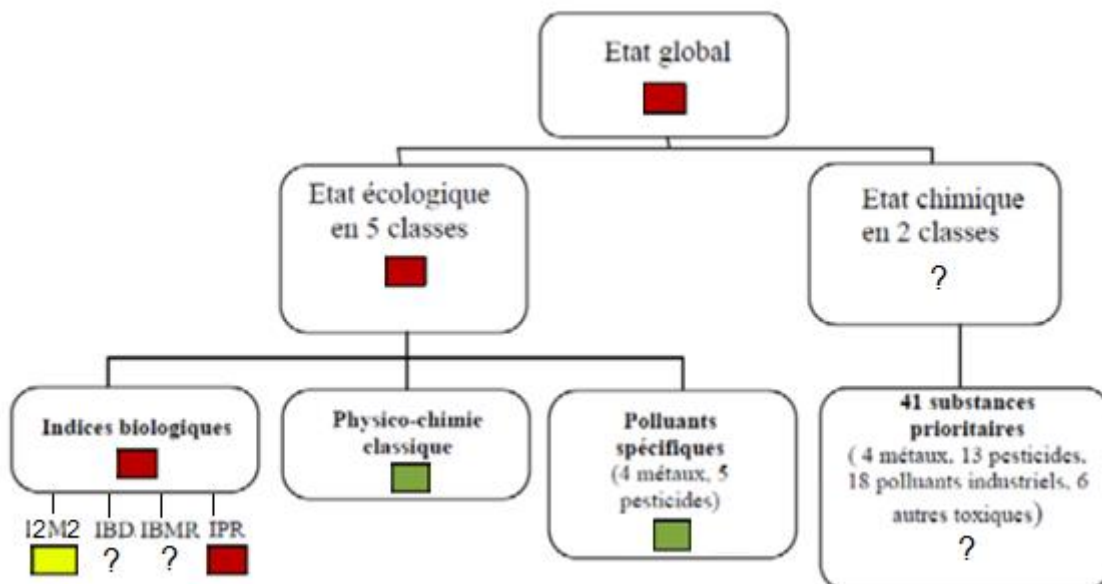


Figure 64 : Synthèse de l'état écologique du Filet

B) Enjeux relevés sur le bassin versant

Durant ce diagnostic, il a été montré que le Filet est un cours d'eau discontinu d'un point de vue hydraulique, sédimentaire et écologique. Le Filet semble également en bon état chimique. Il sera donc important de préserver ce bon état au cours du temps tout en améliorant les autres composantes biologiques (restauration des habitats). De plus, des espèces protégées sont ou étaient présentes sur le cours d'eau (brochet, anguille, chabot, triton crêté, martin pêcheur). Il est donc important d'agir afin de restaurer la dynamique hydro-sédimentaire de ce cours. Des travaux de restauration pourront ainsi favoriser le retour de ces espèces.

C) Potentialités du Filet et de son bassin versant

Le Filet est un cours d'eau créé par l'Homme, qui a aujourd'hui besoin d'être renaturé. Dans cette optique, le diagnostic a mis en évidence ses forces, ses faiblesses. Il est aussi possible de distinguer des opportunités et menaces dans l'ouvrage de remaniement de ce cours d'eau.

Tableau 16 : SWOT du cours d'eau Le Filet

<p>Forces</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un agencement de roches silicatées et carbonatés favorables à la diversification des activités - Une présence de nappes souterraines exploitables - Des sols limoneux fertiles - Une bonne qualité physico-chimique des eaux de surface 	<p>Faiblesses</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une grande partie du linéaire du Filet traversant des terres agricoles - Un cours d'eau envasé lié à un manque de dynamiques - Une faible qualité écosystémique
<p>Opportunités</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des caractéristiques et une localisation proche de celle du Petit Cher, un cours d'eau de plaine naturel, affluent du Cher, récemment renaturé => des pistes pour des aménagements sur mesure 	<p>Menaces</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un manque d'eau pendant une partie de l'année => cours d'eau intermittent ? - Des conflits d'usage du cours d'eau - Un anonymat entraînant un désintérêt des résidents et promeneurs

VI- Propositions d'aménagements

A) Des enjeux pour la restauration du Filet

Le Filet est un cours d'eau, il apporte donc différents aspects positifs pour la société humaine. Le cours d'eau actuel n'est pas dans un état correct. Sa restauration permettrait l'apport de plusieurs points forts pour le territoire. Le Filet pourrait tout d'abord devenir un cours d'eau servant d'habitat à une faune piscicole remarquable, au vu de sa latéralité avec le Cher, il est question ici du brochet ou de l'anguille. Mais il peut aussi devenir un atout économique pour les communes qu'il traverse. Se trouvant près du Cher et du lac des Peupleraies à Saint-Pierre-des-Corps, il est fortement lié à un lieu de promenade à la fois piétonne et cycliste. Plus en amont, par exemple pour la commune de Dierre, le Filet croise un petit complexe sportif. Sa restauration permettrait donc un attrait plus important pour leur territoire. D'un point de vue paysager, les autres communes comme Saint-Martin-le-Beau ou la Ville-aux-Dames peuvent aussi en tirer profit, via de possibles installations de chemin de promenade le long du Filet, créant ainsi une certaine invisibilisation de la départementale. De plus, la restauration du cours d'eau réduirait le risque d'inondation, étant donné que certaines parcelles agricoles se retrouvent enclavées entre le Cher et le Filet. Les aménagements proposés ci-dessous s'inscrivent donc dans l'optique de restaurer une dynamique au Filet et de permettre à ce cours d'eau d'avoir un aspect plus naturel.

1. Restauration de la continuité hydraulique et sédimentaire

a) Restauration des continuités à travers la voie ferrée et la départementale

Au vu de la carte de sensibilité à l'érosion, pour pouvoir remobiliser du sédiment dans le Filet, la zone la plus cohérente serait le coteau viticole, car il présente un aléa érosif de fort à très fort. Cependant, bien que certaines des eaux de pluies tombant sur cette surface finissent dans des affluents du Filet, comme le Battereau, une grande partie dévale le bassin versant et finit intercepté par la voie ferrée ou la départementale, bloquant un important apport d'eau et de sédiments. Une des solutions possibles pour résoudre ce problème serait la création de tunnels sous la départementale à des endroits stratégiques permettant le passage des eaux et des sédiments.

Cette solution est suivie d'un énorme inconvénient, le coût de ces installations est extrêmement élevé, pour des résultats souvent peu visibles. De plus, il est impossible d'effectuer ces travaux sur la voie ferrée pour cause de déstabilisation de l'ouvrage.

b) Un bras de décharge au niveau du fossé des Allemands

Actuellement le fossé des Allemands dévie complètement le Filet vers le Cher. Il serait donc opportun de créer un bras de décharge qui permettrait ainsi de faire passer le Filet dans son ancien lit et donc de le connecter à sa partie moyenne tout en laissant la possibilité au fossé des Allemands de récupérer une partie des eaux de crues.

Pour créer ce bras de décharge, deux scénarios sont possibles :

- Scénario 1 : la parcelle indiquée sur la Figure 65 appartient à une commune, il est donc possible de l'utiliser afin de creuser un nouveau lit pour le Filet, lui permettant de ne pas effectuer un angle droit pour rejoindre sa partie aval. Un reméandrage pourra être initié à cet endroit, et la présence d'un talus de terre déjà existant fera office d'ouvrage de répartition des eaux pour éviter le déversement de l'eau dans le fossé des Allemands, sauf en période de crue. Il sera nécessaire d'effectuer des modèles prévisionnels et un suivi sur cette zone pour vérifier que le talus ne soit ni trop élevé et empêche donc le déversement de l'eau dans le fossé lors des crues, ni trop bas, ne permettant donc pas de conserver l'eau dans le lit mineur du Filet.

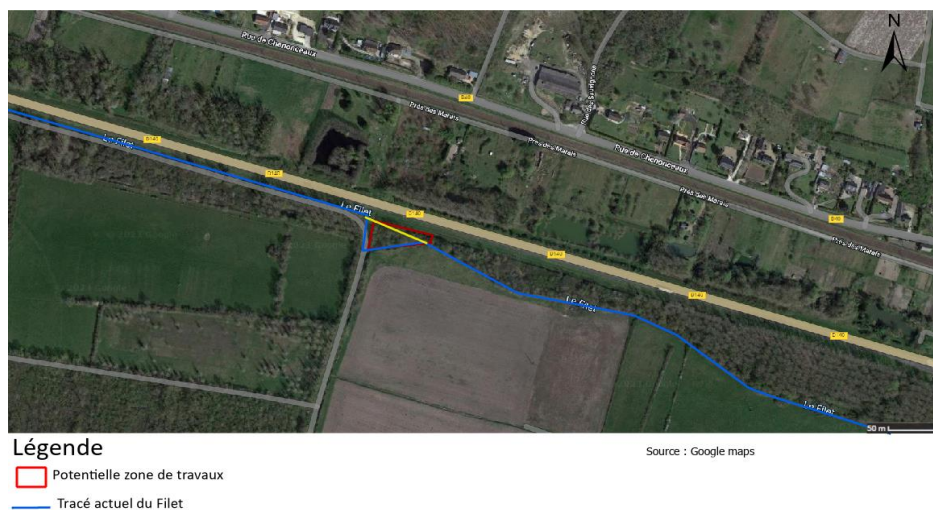


Figure 65 : Schéma de la zone considérée pour le scénario 1

- Scénario 2 : en cas d'impossibilité du scénario 1, la simple mise en place d'un aménagement de répartition des flux en dur ou naturel au niveau de l'actuelle jonction entre le Filet et le fossé des Allemands sera considérée. L'arasement du talus de terre sera aussi à effectuer afin de pleinement restaurer la continuité hydrologique et sédimentaire du cours d'eau.

La mise en place de ces aménagements permettrait d'instaurer une continuité, pour le moment perdue, entre la partie amont et la partie aval du Filet. Il pourrait ainsi être en eau lorsque le Battereau se jette dans celui-ci, ce qui limiterait les problèmes d'intermittence du Filet.

Il apparaît primordial de conserver le fossé des Allemands en cas de fortes crues. Ce fossé permet une décharge du flux liquide lors de la montée des eaux vers le Cher et limite le risque d'inondation entre le Filet et le Cher.

c) Une évolution du profil en long du Filet pour créer une diversité d'habitats

L'un des plus gros problèmes du Filet est sa rapide eutrophisation, qui, couplée à une faible dynamique hydrologique, entraîne la formation d'une épaisse couche de vase, peu propice à la survie des espèces piscicoles et de macro-invertébrés. Afin de supprimer cette vase, une augmentation des vitesses est nécessaire, il faut donc pour cela augmenter la pente. Cependant, des observations sur le terrain ont aussi montré que le Filet était très large, notamment en aval. Ces observations ont été confirmées par l'adjoint au maire d'Azay-sur-Cher. En s'appuyant sur le modèle qualitatif de Rubey qui indique qu'une modification de la pente entraînera une modification du β -ratio.

$$\text{Formule de Rubey : } s\beta \propto G^a D_{50}^b Q^{-c}$$

Avec :

s = Pente

B = β -ratio ou ratio de forme

G = Charge sédimentaire

D_{50} = Taille du grain médian

Q = Débit

L'objectif de cet aménagement est donc de réduire la largeur du Filet, afin de réduire la surface d'écoulement ainsi que le β -ratio. Cela permet d'augmenter la pente et les vitesses d'écoulement. Cette modification mettra en place le phénomène d'érosion régressive, ainsi que l'évacuation de la couche de vase se trouvant en aval. La création de méandres sur le linéaire pourra alors être plus facilement réalisable dans la mesure où la zone de divagation du cours d'eau sera plus importante puisque sa largeur sera réduite. De plus, en créant cette dynamique et ses méandres, le Filet sera en mesure de transporter les sédiments fins, empêchant toute dynamique du cours d'eau. Des habitats seront ainsi créés par la présence de différentes vitesses de courant et différents types de substrats.

Des modifications plus en amont pourraient aussi être cohérentes au vu de la présence de vase à ces endroits, notamment au niveau du fossé des Allemands. La suppression de cette couche de vase pourrait engendrer une recolonisation du Filet par certaines espèces de poissons qui ne sont plus présentes aujourd'hui, comme le brochet ou l'anguille. L'objectif à long terme de cet aménagement sera que le Filet devienne un cours d'eau refuge et serve aussi de nurserie pour les poissons remontant le Cher et qui ont besoin d'une certaine latéralité du réseau hydrologique. Pour atteindre cet objectif, un autre aménagement important à prendre en compte sera la gestion du clapet, précisée plus tard.

Le gros inconvénient de cet aménagement est que les résultats ne seront visibles qu'après une longue durée, le Filet faisant 20 kilomètres de long. L'évacuation complète de la couche de vase prendra probablement plusieurs décennies.

d) Reconnexion avec le ruisseau Gauthier afin d'induire une nouvelle dynamique hydraulique

Le ruisseau Gauthier prend sa source en dehors du bassin versant, à l'Est d'Amboise. Les eaux du ruisseau alimentent le Cher en période de basses eaux et peuvent alimenter le bassin versant du Filet lors des périodes de hautes eaux. Au niveau du lieu-dit nommé ruisseau Gauthier, il existe une ancienne connexion entre le Filet et le ruisseau Gauthier. L'intérêt d'une reconnexion entre le Filet et le ruisseau Gauthier serait de gagner un apport d'eau non négligeable dans le Filet ce qui permettrait de restaurer une dynamique hydrologique plus convenable et permettrait de diminuer l'envasement du Filet ainsi que d'éviter les parties sans alimentation en eau sur le tracé du cours d'eau en période d'étiage. Cela reviendrait à couper le raccordement entre le ruisseau Gauthier et le Cher et de fait, enlèverait une partie de cours d'eau qui peut servir d'habitat. Cependant, le tronçon qui serait écarté du reste du tracé ne représente que peu d'intérêt écologique en comparaison avec la connexion Filet/ruisseau Gauthier qui aura un plus grand intérêt écologique et ce sur une plus grande surface. La partie aval du ruisseau Gauthier qui serait enlevée du cours d'eau restera telle quelle et servirait de bras de décharge vers le Cher en période de crue.

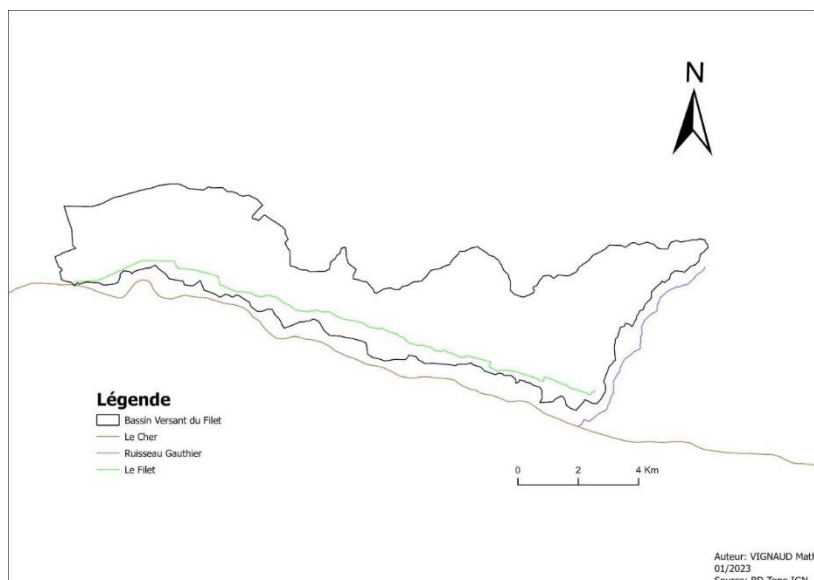


Figure 66 : Tracé des cours d'eau concernés par la proposition

Les aménagements envisagés visent à produire des ouvrages hydrauliques permettant de répartir les débits entre la partie aval du ruisseau Gauthier et le bassin du Filet.

e) Favoriser la continuité sédimentaire au niveau du Battereau

Le Filet possède des affluents, parmi eux se trouvent le Faux-Filet ou encore le Battereau. Ces cours d'eau représentent une source en débit liquide et solide non négligeable pour le Filet, qui en manque déjà cruellement. Le Battereau se jette dans le filet très en amont de ce dernier, ce qui en fait un paramètre important qui régira la dynamique hydrologique du Filet. Un bon état de ce cours d'eau est donc essentiel afin de restaurer une certaine continuité hydrologique et sédimentaire au sein du cours d'eau principal. Traversant la ville de Saint-Martin-le-Beau, l'aval du Battereau est fortement anthropisé, notamment au niveau de ses berges qui se retrouvent colmatées par une couche solide non-érodable (Figure 68). Il a été aussi remarqué qu'une fois la départementale traversée, le lit du cours d'eau se sépare en deux parties : l'une utilisant un tuyau surélevé par rapport au fond du lit (Figure 69) qui permet de faire la liaison avec le Filet, le deuxième continuant le long de la départementale pour finir dans un bassin de décantation.



Figure 68 : Tuyau permettant la liaison entre le Battereau et le Filet (Source : Google maps)



Figure 67 : Berges du Battereau colmatées avant la départementale (Source : Google maps)

Un décolmatage de ses berges permettra de les rendre de nouveau érodable, ce qui redynamisera le Battereau d'un point de vue sédimentaire. Afin que ces sédiments soient amenés jusqu'au Filet, une transformation du tuyau en tunnel passant sous le chemin et se trouvant à la bonne hauteur est nécessaire afin de laisser passer l'eau, même en période d'étiage. Toujours dans le but de fournir plus de sédiments au Filet via le Battereau, des travaux de désherbage de ses berges et de son lit peuvent s'effectuer afin de remobiliser une érosion latérale, au vu de la forte présence de végétation sur certaines parties du cours d'eau (Figure 69). Avant d'effectuer ces travaux, il convient tout d'abord de faire une étude sur l'impact de la végétation afin de ne pas détruire ou dénaturer de potentiels habitats importants.



Figure 69 : Berges du Battereau fortement enherbées en amont de Saint-Martin-le-Beau (source : Google maps)

Pour l'intégralité de ces travaux, un suivi minutieux de l'érosion latérale sera à mettre en place, au vu de la présence d'infrastructures publiques (route, voie ferrée...) proches des zones de travaux. Une surveillance devra être appliquée quant à la possible déstabilisation de ces ouvrages que peut engendrer ces aménagements.

2. Restauration de la continuité écologique sur le Filet

a) Une nouvelle gestion du clapet du Filet

Le clapet du Filet, en plus de réhausser le niveau d'eau du Filet quand il est fermé et d'éviter l'écoulement du Filet lors du chômage du Cher, pose des problèmes pour la continuité hydraulique, sédimentaire et piscicole. De plus, il occasionne des problèmes d'écoulement des eaux ce qui entraîne une homogénéisation des habitats vers l'amont. Les faciès d'écoulement profond et lentique sont dominants. Ceci entraîne un colmatage minéral et organique (présence de vase sur la majorité du linéaire). Les sédiments se retrouvent bloqués en amont, au niveau du barrage. Cette accumulation peut être à l'origine de la perte d'habitat en amont.

Il apparaît donc important d'effacer l'impact de ce clapet sur la dynamique du Filet. Il est toutefois important de noter que le pôle nautique utilise l'aval du Filet pour des entraînements de canoës kayak (Figure 32). La suppression du barrage, même si cela serait la meilleure solution d'un point de vue de la continuité sédimentaire et écologique, ne semble pas être une bonne disposition.



Figure 32 : Terrain de slalom utilisé par les kayakistes au niveau de la confluence Cher-Filet

Une gestion plus adaptée de l'ouverture et fermeture du clapet. En effet, lors des crues du Filet, la montée de la ligne d'eau peut entraîner des inondations sur les terrains agricoles plus en amont. L'ouverture de clapet serait nécessaire lors de ces crues. L'ouverture plus fréquente du barrage (ouvert 6 mois au total) permettrait de rétablir une partie de la continuité sédimentaire et ainsi, d'évacuer le colmatage de sédiments et de vase dans la Cher. De plus, il a été montré que l'anguille, une espèce protégée migratrice, a été retrouvée dans les inventaires piscicoles de 2015 et 2016. Le Filet était donc utilisé par cette espèce. Cependant, le clapet n'est pas toujours ouvert durant la période de migration des anguilles (de mars à juillet). L'ouverture du clapet ne favoriserait pas uniquement l'anguille mais aussi le reste des peuplements piscicoles.

Il semble donc qu'une réflexion sur les périodes d'ouverture et de fermeture du clapet soit un compromis acceptable entre l'utilisation du Filet par le centre nautique mais aussi afin d'améliorer la continuité sédimentaire, hydraulique et écologique du Filet.

Notons que le barrage de Rochefort, plus en aval sur le Cher, a un impact sur les continuités écologique et sédimentaire du Filet. Une réflexion sur la coordination de l'ouverture du clapet du Filet et de ce barrage pourrait également être favorable à la restauration des continuités du Filet.

b) Mise en place d'un suivi après travaux

Dans l'optique de restaurer la dynamique du Filet, un suivi écologique est nécessaire avant et après les travaux. En effet, un état initial rigoureux devra avoir lieu avant les travaux pour permettre une bonne interprétation de l'impact des travaux par la suite. Un suivi après les travaux permettra d'évaluer l'efficacité des travaux de restauration au regard de la DCE. Ce suivi devra s'étendre sur au moins une dizaine d'années. En effet, les changements après travaux sont longs et il ne suffit donc pas de regarder un ou deux après pour voir l'impact réel des travaux.

Plusieurs indicateurs peuvent être retenue afin de suivre l'évolution après travaux:

- Des indicateurs hydraulique afin de voir si les aménagements visant à redynamiser hydrologiquement le cours d'eau ont fonctionné
- Des indicateurs de qualité de l'eau afin de voir si le bon état physico-chimique est préservé et si d'autres métaux lourd ou pesticides ne sont pas apparu dans les analyses
- Des indicateurs écologiques afin de vérifier si oui ou non les peuplements piscicoles, macro-invertébrés, de diatomées, de macrophytes et d'hydromorphologie (ripisylve) ont été restaurés.

De plus, des études sédimentaires permettent de voir si la redynamisation du Filet a permis de rétablir la continuité sédimentaire et diminuer l'envasement du Filet.

Les aspects hydrauliques et sédimentaires sont primordiaux puisqu'ils sont à l'origine des habitats présents sur le Filet et donc de la biocénose. Si ces composants ne sont pas restaurés, la biocénose ne pourra pas être restaurée sur du long terme.

Enfin, il est intéressant de mener des études socio-économiques pour questionner les riverains, usagers et agriculteurs sur leur ressenti avant, pendant et après les travaux. Une sensibilisation serait d'ailleurs un atout pour la mise en place des travaux.

VII- Conclusion

Le diagnostic mis en place sur le bassin versant du Filet a permis de mettre en évidence des caractéristiques importantes selon différents points de vue. L'étude de la géologie et de la pédologie a montré un bassin versant fortement impacté par sa proximité avec le Cher, en présentant des sols caractéristiques d'un lit majeur de grand cours d'eau. La présence du Cher a rendu l'agriculture difficile au regard de la forte présence en eau due à la nappe alluviale, ce qui a forcé l'installation de fossé de drainage sur la quasi-intégralité du bassin. Le Filet a aussi été remanié afin d'évacuer rapidement l'eau vers le Cher, expliquant son tracé rectiligne.

La carte d'occupation des sols a permis de mettre en exergue un bassin versant composé de trois grandes parties, avec la forêt d'Amboise et la ville de Saint-Pierre-des-Corps, séparées par une grande surface majoritairement agricole. Les cartes de sensibilité à l'érosion, quant à elles, montrent que le côteau viticole est la zone la plus à risque pour cet aléa, et que ce risque peut cependant être une opportunité pour le Filet.

Les études menées sur la qualité chimique et écologique du cours d'eau montrent un bon état chimique, soulignant une bonne gestion des intrants de la part des agriculteurs, ainsi que d'un fonctionnement efficace des zones tampons. Cependant, l'état écologique du Filet a été déterminé comme très mauvais, notamment à cause de l'IPR. Cela est dû à l'eutrophisation grandissante de la rivière, caractérisée par une couche de vase importante, rendant peu habitable sa colonne d'eau.

La proximité des parcelles agricoles et du Filet, ainsi que leur présence importante dans le bassin versant n'affecte donc pas tant la qualité de l'eau mais plutôt la morphologie des cours d'eau. Les grandes cultures voisines du Filet ne laissent pas de place pour une variation transversale du cours d'eau et limitent son attrait touristique. Les élus interrogés aimeraient pouvoir augmenter cet attrait touristique du bassin versant mais se confrontent à ce manque de place.

En réponse à ces problématiques, des pistes de solutions ont été évoquées et décrites. Des études plus approfondies de ces propositions d'aménagement doivent cependant avoir lieu pour déterminer si elles seront assez rentables d'un point de vue résultat/financement, afin de réaliser les travaux permettant la reprise rapide d'une dynamique hydrologique et sédimentaire plus naturelle au sein du Filet.

VIII- Bibliographie

Agence de l'eau Loire-Bretagne .et al. . Fiche d'aide à la lecture du SDAGE Loire-Bretagne (page 6)(2017). Consultée le 13 janvier 2023 à l'adresse https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/sdage_fiche7_1c2_1d4_etagement_fractionnement.pdf

AIDA, (2015). *Arrêté du 27/07/15 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.* <https://aida.ineris.fr/reglementation/arrete-270715-modifiant-larrete-25-janvier-2010-relatif-methodes-criteres>

AQUABIO (2017). *Programme de surveillance des cours d'eau du bassin Loire- Bretagne : Acquisition, analyse et synthèse des données hydrobiologiques et hydromorphologiques. : Filet à Larçay (04467003).*

Auvergne-Rhône-Alpes, D. (2015, décembre 4). *Nos missions.* DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. <https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/missions-et-organisation-de-la-dreal-r2986.html>

Baize D., Girard M.C., Jabiol B., Rossignol J.P., Eimberck M., Beaudou A., (2008). *Référentiel pédologique.* Association française pour l'étude des sols (AFES). Editions Quae. 435p.

BD Topo

Boutin. J.D., (1986). *Carte des sols de la région centre au 1/50.000 – Amboise.* Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire.

Charrais, J. (2017). *Etude préalable au contrat territorial sur les masses d'eau du Filet et du Petit Cher.* SARL RIVE.

Degan F., Salvador-Blanes S., Cerdan O., (2015). *Cartographie de l'aléa érosif sur le bassin Loire-Bretagne, projet VERSEAU.* Agence de l'Eau Loire-Bretagne, laboratoire GéoHydrosystèmes COntinentaux de l'Université François Rabelais de Tours, Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

Dictionnaire en ligne Aquaportail, <https://www.aquaportail.com/definition-5043-erodibilite.html>

Directive-cadre sur l'eau (DCE). (s. d.). Consulté le 10 janvier 2023, à l'adresse <https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/?Directive-cadre-sur-l-eau-DCE>

Eaufrance. *Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE); Descriptif du contenu de la version simplifiée (page 12)(2014).* Consulté le 14 janvier à l'adresse <https://files.geo.data.gouv.fr/link-proxy/carmen.carmencarto.fr/2020-01-24/5e2a78b03918c483afc55033/description-roe-v6.pdf>

Froger, D., Moulin, J., Servant, J., (1994). *Les terres de Gatines, Boischaud-Nord, Pays-Fort Tourain-Berry : Typologie des sols.* Chambres d'Agriculture de Cher, de l'Indre, de l'Indre-et-Loire et du Loir-et-Cher.

Géomorphologie — Géoconfluences. (s. d.). 2002 Géoconfluences ENS de Lyon. <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/geomorphologie>

Gestion de l'eau en France. (s. d.). Ministères Écologie Énergie Territoires. Consulté le 10 janvier 2023, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/gestion-leau-en-france>

Goff, F Le, et V Bonnomet. s. d. « Ingénieurs à l'Unité Evaluation des Risques Écotoxicologiques.

Île-de-France, D. (2010, juillet 29). *Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA).* DRIEAT Île-de-France. <https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/loi-sur-l-eau-et-les-milieux-aquatiques-lema-a67.html>

Infoterre <https://infoterre.brgm.fr>

INPN <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

Labocea. (2021, 2 septembre). *Indice invertébrés multi-métriques - I2M2*. LABOCEA. <https://www.labocea.fr/indice-invertebres-multi-metriques-i2m2/>

Loire, D. C.-V. de. (2022, août 5). *Zones vulnérables en vigueur suite à la 7e campagne de surveillance nitrates*. DREAL Centre-Val de Loire. <https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/zones-vulnerables-en-vigueur-suite-a-la-7e-a4195.html>

Messant A., Chafchafi A., Ducommun C., Jalabert S., Lagacherie P., Lehmann S., Lemerrier B., Moulin J., Mure J.-P., Noraz A., Laroche B., Sauter J., (2019). *Pédologie – Les sols dominants en France métropolitaine – Descriptions des grandes familles de sols*. Groupement d'intérêt scientifique sol & Sols et Territoires, réseau mixte technologique.

Microsoft Corporation. (2018). *Microsoft Excel*. Retrieved from <https://office.microsoft.com/excel>

Migrateurs Loire (2021). Taux d'étagement des cours d'eau. Consulté le 13 janvier 2023 à l'adresse <https://www.migrateurs-loire.fr/taux-detagement-cours-deau/>

Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (2021). Dossier PAC, campagne 2021. *Cultures et précisions. Liste des cultures à utiliser pour renseigner le descriptif des parcelles*. https://www.telepac.agriculture.gouv.fr/telepac/pdf/tas/2021/Dossier-PAC-2021_notice-cultures-precisions.pdf

Ministère de l'Hydraulique République du Tchad et Direction du Développement et de la Coopération DDC (2016). Conception et méthodes appliquées à l'élaboration des cartes hydrogéologiques au 1:500 000 et 1:200 000 des régions nord et est du Tchad, consulté le 15 janvier à l'adresse http://reseau-tchad.org/cdig/media/SIRE_Biblio/Publications/Hydrogeologie/DocTec_N1_Concept_methodes_2016-04.pdf

Modélisation et cartographie de l'aléa d'érosion des sols à l'échelle régionale Exemple du département de l'Aisne, Y. Le Bissonais, N. Dubreuil, J. Daroussin et M. Gorce, *Étude et Gestion des Sols*, Volume 11, 3, 2004 - page 319

Naiades. (s. d.-b). <https://naiades.eaufrance.fr/acces-donnees>

Office français de la biodiversité. (s. d.). Consulté le 10 janvier 2023, à l'adresse

Office Français pour la Biodiversité, 2018. *Les typologies des cours d'eau*. https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/RecueilHydro_15-typologies_2018v6.pdf

Qu'est-ce qu'un site classé Seveso ? (2015, octobre 16). *Natura Sciences*. <https://www.natura-sciences.com/comprendre/quest-ce-quun-site-classe-seveso.html>

Redlands, C. E. S. R. I. (2011). *ArcGIS Desktop : Release 10.5.1*

Répertoire d'espèces végétales et animales

République Française. Météo France. *Climat Tours, Relevés*, (2023) <https://meteofrance.com/climat/relevés/france/centre-val-de-loire/tours>

Robinet, J. (2016). *Rapport d'essais Echantillonnage de poissons à l'électricité*. AQUABIO.

Robinet, J. (2017). *Rapport d'essais Echantillonnage de poissons à l'électricité*. AQUABIO.

Son histoire et ses missions. (s. d.). NEC. Consulté 12 janvier 2023, à l'adresse <https://le-nec.fr/son-histoire-et-ses-missions/>

Tiozzo, J., Moreira Da Silva, A., Caupos, F., Peset, S. & Legay, S. (2020). *Rapport d'essai POI 180114 04467003 040619 Ind-0*. Laboratoire d'hydrobiologie de SCE Aménagement et Environnement.

IX- Table des figures

Figure 1 : Localisation du Bassin versant du Filet en France Métropolitaine.....	10
Figure 2 : Carte du réseau hydrographique du département et du bassin versant du Filet	11
Figure 3: Carte topographique du bassin versant du Filet	12
Figure 4 : Courbe hypsométrique du bassin versant du Filet.....	12
Figure 5 : Carte des pentes du bassin versant du Filet.....	13
Figure 6 : Cartographie des roches à l’affleurement, avec leurs puits et forages, du bassin versant du Filet	14
Figure 7 : Carte géologique de la France (1:4 500 000).....	15
Figure 8 : Coupe géologique du bassin versant du Filet au niveau de Saint-Martin-le-Beau	17
Figure 9 : Coupe représentant les nappes des sous-sols de Touraine	18
Figure 10 : Unités géomorphologiques du bassin versant du Filet	19
Figure 11 : Les différents types de sols sur le bassin versant du Filet.....	21
Figure 12 : Les différentes textures superficielles de sol sur le bassin versant du Filet	24
Figure 13 : Composition moyenne de la couche superficielle du sol sur le linéaire du Filet	25
Figure 14 : Les différentes contraintes liés à l’excès d’eau dans le sol sur le bassin versant du Filet ..	26
Figure 15 : La Réserve utile potentielle en eau des sols sur le bassin versant du Filet.....	27
Figure 16 : Les différentes aptitudes agricoles des sols sur le bassin versant du Filet	28
Figure 17 : Carte d’occupation des sols du bassin versant.....	31
Figure 18 : Les surfaces en hectares de chaque classe d’occupation du sol sur le bassin versant	32
Figure 19 : Cartes du recouvrement des sols du bassin versant en fonction des saisons	35
Figure 20 : Hauteur de précipitations et nombres de jours avec précipitations en 2021 à Tours.....	36
Figure 21 : Répartition des sols en fonction de leur recouvrement sur le bassin versant pour chaque saison.....	37
Figure 22 : Carte de sensibilité des sols à la battance sur le bassin versant	38
Figure 23 : Carte d’érodibilité des sols sur le bassin versant	39
Figure 24 : Combinaison des classes de pentes et des classes de l’aire drainée	39
Figure 25 : Carte du facteur pente	40
Figure 26 : Carte de la sensibilité à l’érosion du bassin versant selon les saisons	41
Figure 27 : Répartition de l’aléa érosion sur le bassin versant pour chaque saison	42
Figure 28 : Carte des obstacles à l’écoulement référencés du bassin versant du Filet.	43
Figure 29 : Obstacle à l’écoulement numéro 82927 / 111622 (Source: Google Maps)	44
Figure 30 : Obstacle à l’écoulement numéro 82931 (Source: Google Maps)	45
Figure 31 : Obstacle à l’écoulement numéro 82933. (Source: Google Maps)	45
Figure 32 : Obstacle à l’écoulement important non référencé (Source: CTMA Filet-Petit Cher, J. Charrais, 2017)	45
Figure 33 : Principe du bon état des eaux (Source : Guide technique, état des eaux de surface en seine aval)	46
Figure 34 : Valeurs des limites des classes d’état pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d’eau (Source : AIDA, 2015)	47
Figure 35: Carte des sites de prélèvements d’eau en 2022	48
Figure 36 : Localisation des stations de prélèvements de sol et de sédiments sur le Filet en 2017. Les stations en rouge représentent les prélèvements de sédiments dans le cours d’eau tandis que les stations en vert représentent les prélèvements de sol à proximité	52
Figure 37 : Carte de localisation des différentes stations de suivi sur le Filet (Source : Charrais, 2017)	55

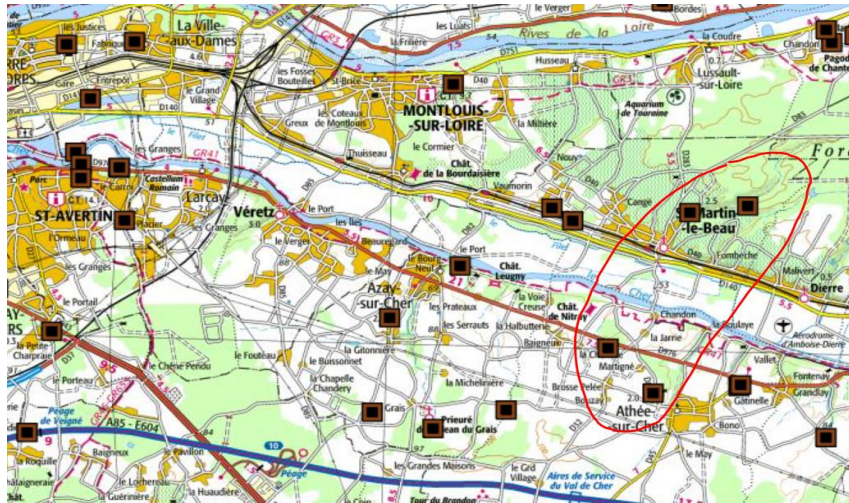
Figure 38 : Densité des peuplements piscicoles pour 100m ² selon l'année. Les triangles sur les barres d'histogrammes indiquent que la densité est supérieure à 70 individus par 100m ² . Les valeurs exactes ne sont pas représentées sur le graphique par souci de lisibilité et sont accessibles en Annexe P (Densité pour 100m ² des peuplements piscicoles retrouvés sur le Filet).	58
Figure 39 : Patrimoine naturel sur le bassin versant du Filet.....	62
Figure 40 : Photo de Pique-prune (<i>Osmoderma eremita</i> , Scopoli 1763).....	63
Figure 41 : Photo d'Engoulevent d'Europe (<i>Caprimulgus europaeus</i> L., 1758).....	63
Figure 42 : Photo de Martin pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i> L., 1758).....	64
Figure 43 : Photo de Triton crêté (<i>Triturus cristatus</i> Laurenti, 1768).....	64
Figure 44 : Photo de Chabot commun (<i>Cottus gobio</i> L., 1758).....	64
Figure 45 : Photo de Anguille européenne (<i>Anguilla anguilla</i> L., 1758).....	64
Figure 46 : Photo de Rat musqué (<i>Ondatra zibethicus</i> L., 1766).....	65
Figure 47: Photo de Perche Soleil (<i>Lepomis gibbosus</i> L., 1758).....	65
Figure 48 : Photo de Poisson chat (<i>Ameiurus melas</i> Rafinesque, 1820).....	65
Figure 49 : Photo de Pseudorasbora (<i>Pseudorasbora parva</i> Temminck et Schlegel, 1846).....	66
Figure 50 : Photo d'Écrevisse américaine (<i>Faxonius limosus</i> Rafinesque, 1817).....	66
Figure 51 : Photo d'Écrevisse de Louisiane (<i>Procambarus clarkii</i> Girard, 1852).....	66
Figure 52 : Photo de Renouée du Japon (<i>Reynoutria japonica</i> Houtt).....	67
Figure 53 : Photo de Myriophylle du Brésil (<i>Myriophyllum aquaticum</i> Verdc.).....	67
Figure 54 : Photo de Buddleia du père David (<i>Buddleja davidii</i> Franchet).....	67
Figure 55 : Photo d'Érable négundo (<i>Acer negundo</i> L., 1758).....	68
Figure 56 : Photo de Robinier faux-acacia (<i>Robinia pseudoacacia</i> L., 1753).....	68
Figure 57 : La pagode Chanteloup.....	68
Figure 58 : Le Moulin de Battereau.....	69
Figure 59 : L'église saint Médard de Dierre.....	69
Figure 60 : Evolution de la population des 5 communes principales du bassin versant du Filet entre 1968 et 2019 (Source : Insee).....	70
Figure 61 : Activités économique principales sur 3 communes du bassin versant : Montlouis-sur-loire, La Ville-aux-Dames, Saint-Pierre-Des-Corps (Source : Insee).....	71
Figure 62 : Carte de désignation des zones vulnérables pour les nitrates pour l'Indre-et-Loire (Source : Loire, 2022).....	72
Figure 63 : Carte des ICPE classées SEVESO ainsi que de la STEP sur le bassin versant du Filet.....	73
Figure 64 : Synthèse de l'état écologique du Filet.....	75
Figure 65 : Schéma de la zone considérée pour le scénario 1.....	77
Figure 66 : Tracé des cours d'eau concernés par la proposition.....	79
Figure 67 : Berges du Battereau colmatées avant la départementale (Source : Google maps).....	80
Figure 68 : Tuyau permettant la liaison entre le Battereau et le Filet (Source : Google maps).....	80
Figure 69 : Berges du Battereau fortement enherbées en amont de Saint-Martin-le-Beau (source : Google maps).....	80

X- Table des tableaux

Tableau 1 : Définitions des différents horizons composant les sols du bassin versant du Filet	20
Tableau 2 : Textures des sols sur les berges du Filet.....	25
Tableau 3 : Classification du taux de couverture de sol par saison	33
Tableau 4 : Code couvert issu de la classification du code à trois chiffres, obtenu pour chaque saison, suite à la combinaison des trois années du RPG; COUV = code COUVERT; comb. = combinaison.....	34
Tableau 5 : Synthèse des résultats obtenus sur les paramètres physico-chimiques généraux pour la station de suivis du Filet (bleu : très bon état, vert : bon état, jaune : état moyen). Le « * » signifie qu'aucune donnée statistique n'a été réalisée.	48
Tableau 6 : Ensemble des analyses chimiques réalisées sur le Filet en décembre 2022. Le “-” correspond à des valeurs en dessous du seuil de détection du matériel d'étude	49
Tableau 7: Polluants spécifiques non synthétiques de l'état écologique (source : Charrais, 2017)	53
Tableau 8 : Synthèse des résultats obtenus sur les polluants spécifiques de l'état DCE pour la station de suivis du Filet (Source : Charrais, 2017).....	54
Tableau 9 : Classe de qualité d'un cours d'eau d'après la DCE (Charrais, 2017).....	55
Tableau 10 : Inventaire piscicole (présence-absence) sur le Filet en 2001, 2015, 2016 et 2019. Les cases vertes et noires correspondent à la présence de l'espèce dans le cours d'eau et les cases blanches représentent leur absence. Les cases vertes représentent le représentent les espèces attendues théoriquement dans le cours d'eau.	56
Tableau 11 : Notes IPR et classe de qualité selon l'année d'étude	58
Tableau 12 : Classe de qualité pour les peuplements d'invertébrés (Source : Charrais, 2017).....	60
Tableau 13 : Résultats des analyses des macroinvertébrés sur le Filet en 2009 et 2015	60
Tableau 14 : Classe d'état pour les peuplements de macroinvertébrés (Source : Labocea, 2021)	61
Tableau 15 : Résultats des analyses des macroinvertébrés sur le Filet en 2019	61
Tableau 16 : SWOT du cours d'eau Le Filet	76

ANNEXE

Annexe A : Les forages et leur localisation utiles pour la réalisation de la coupe géologique



Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
1.00	Tuffeau de Touraine	[Lithologie symbolique]	Tuffeau jaune	Turonien	85.00
19.08			Tuffeau blanc		66.92
22.00			Tuffeau blanc		64.00
35.00			Tuffeau jaune		51.00
40.00			Tuffeau jaune, avec fissures; venues d'eau		46.00
41.00	Tuffeau jaune	45.00			

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
1.00	Sol (terre végétale)	[Lithologie symbolique]	Terre végétale	Quaternaire	94.00
5.00			Tuffeau argileux orange		90.00
19.20	Tuffeau de Touraine	[Lithologie symbolique]	Tuffeau	Turonien	75.80
20.00			Tuffeau avec un passage de silex à 20m		75.00
43.00			Tuffeau; venues d'eau		52.00
44.00			Tuffeau		51.00

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
18.00	Calcaire lacustre de Touraine	[Lithologie symbolique]	Calcaire	Ludien à Sannoisien	74.00
22.00	Formations argilo-siliceuses	[Lithologie symbolique]	Argile sidérolithique et argile à silex; épaisseur estimée	Campanien	70.00
64.00	Craie de Blois	[Lithologie symbolique]	Craie blanche à silex	Campanien inférieur	28.00
65.00			Craie dure, un peu glauconieuse; quelques Bryozoaires, Onychoceles		27.00
66.00			Craie grumeleuse dure, à radiolites et Bryozoaires, Onychoceles neri, glauconie rare		26.00
66.70			Craie grumeleuse dure, à radiolites et Bryozoaires, Onychoceles neri, Crinoïdes, fragments de test de Lamellibranches		25.30
67.80	Craie de Villedieu	[Lithologie symbolique]	Calcaire quartzitique, saccharoïde, piqueté de glauconie, Bryozoaires, test d'Inocerames, Onychoceles neri	Santonien	24.20
69.90			Calcaire dur, saccharoïde, piqueté de glauconie		22.10

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
1.00	Sol (terre végétale)	[Lithologie symbolique]	Terre végétale, sable, cailloux	Quaternaire	69.00
5.00			Marne argileuse noire cire à gros, restant de cailloux blancs calcaires		65.00
7.00	Calcaire lacustre de Touraine	[Lithologie symbolique]	Calcaire blanchâtre, relativement compact, à intercalations d'échailles minces blanches	Sannoisien	63.00
8.00			Argile compacte massive, tendre; à intercalation de calcaire noir		62.00
9.00			Calcaire blanc dur, riche en silex; à petites bécottes et trousses		61.00
10.00			Argile blanc riche en silex de couleur rouge, passant à base à une argile marneuse		60.00
12.80			Marne de couleur noire, d'aspect de cope de silex		57.20
13.00			Craie blanche, compacte, à silex tabulaires gris		57.00
14.00			Craie blanche, compacte, riche en silex gris et noir		56.00
17.00			Craie blanche, compacte, riche en silex tabulaires gris		53.00
20.00			Craie blanche, compacte, riche en silex tabulaires gris		50.00
23.00			Craie blanche, compacte, riche en silex tabulaires gris		47.00
28.00	Craie blanche, compacte, riche en silex tabulaires gris, fossilifère et plus homogène	42.00			
37.00	Craie de Villedieu	[Lithologie symbolique]	Craie de couleur rouge à gris-bleu, riche en silex blancs et en glauconie, parties des bancs sont poreuses et tendres, tendant parfois vers des trousses	Santonien	33.00
50.00			Marne brune grise, compacte, riche en glauconie		20.00
53.00			Craie blanche dure, assez compacte, à bancs chertyques, bécottes et silex troussés		17.00
59.00	Tuffeau de Touraine	[Lithologie symbolique]	Craie blanche dure, assez compacte, à bancs chertyques, bécottes et silex troussés	Turonien	11.00
60.00			Argile grise, assez compacte, à bancs chertyques, bécottes et silex troussés; silex en fragments de silex gris blancs à parties blanches et en bancs troussés		10.00
70.00			Argile de couleur brune passant à une couleur légèrement rosâtre, tendre et moussée; silex blancs sans parties tabulaires		0.00
77.00			Craie de couleur blanc-rose à légèrement rosâtre		-7.00
80.00	Craie blanche à intercalations d'échailles grises, très abîmées, riches en glauconie	-10.00			

ANNEXE B : Proportion des différents types de sols sur le bassin versant du Filet

Types de sols	Proportion (%)
<i>Sols peu évolués</i>	
Sols colluviaux non calcaires	2,8
Sols colluviaux saturés ou calcaires	1,5
<i>Sols calcimagnésiques</i>	
Rendzines rouges recarbonatées	0,9
Rendzine dolomitiques et pararendzines	0,7
Sols bruns calcaire	0,7
Sols bruns calciques ou eutrophes	4,0
<i>Sols Brunifiés</i>	
Sols bruns modaux, mésotrophes	22,7
Complexe de sols bruns (SB)/SB faiblement lessivés	16,7
Sols bruns lessivés	7,1
Sols lessivés	6,2
<i>Sols hydromorphes</i>	
Pseudogley	3,5
Sols à nappe permanente profonde	10,6
Sols à nappe permanente peu profonde	0,1
<i>Sols anthropiques</i>	22,3
<i>Eau libre</i>	0,1

ANNEXE C : Proportion des différentes textures superficielles sur le bassin versant du Filet

Textures superficielles	Proportion (%)
Limon léger/Limon moyen/limon moyen sableux	11,0
Limon léger sableux/Limon sableux	5,2
Limon argileux/Limon argilo-sableux	0,1
Limon sablo-argileux	4,8
Sable	2,6
Sabe limoneux	38,5
Sable argileux	2,8
Argile sableuse	0,2
Argile/argile limoneuse	8,7
Argile lourde	3,7
Sols anthropiques	22,3
<i>Eau libre</i>	0,1

ANNEXE D : Etude des sols sur les berges du Filet par méthode de décantation

Station	n° prélèvement	Sables	Limons	Argiles
Amont du Filet	1	0	100	0
	2	0	44	56
	Moyenne	0	72	28
Fossé des allemands	1	15	28	57
	2	0	17	83
	3	46	44	10
	Moyenne	20	29	50
Confluence Filet-Faux Filet	1	75	21	4
	2	0	86	14
	3	81	8	12
	Moyenne	52	38	10
Amont confluence Filet-Cher	1	52	43	4
	2	0	43	57
	Moyenne	26	43	31

ANNEXE E : Contraintes en eau des différents sols sur le bassin versant du Filet

Contraintes en excès d'eau	Proportion (%)
Sols sains et perméables	23,8
Hydromorphie temporaire entre 40 et 80 cm de profondeur	20,4
Hydromorphie temporaire à moins de 40 cm de profondeur	22,7
Hydromorphie gley à plus de 80 cm de profondeur	10,6
Hydromorphie permanente gley à moins de 80 cm de profondeur	0,1
Sols anthropiques	22,3
Eau libre	0,1

ANNEXE F: Proportion des sols selon leurs réserves utiles potentielles en eau

Réserves en eau	Proportion (%)
Sols à très fortes réserves en eau	10,7
Sols à bonnes réserves en eau	9,5
Sols à assez bonnes réserves en eau	32,3
Sols sensibles à la sécheresse	25,1
Sols anthropiques	22,3
Eau libre	0,1

ANNEXE G : Aptitude agricole des sols sur le bassin versant du Filet

Aptitude agricole	Proportion (%)
Classe I	2,1
Classe II	32,9
Classe III	42,0
Classe IV	0,6
Sols anthropiques	22,3
Eau libre	0,1

Annexe H : Codes couverture de sols en fonction des saisons

Code 1 (hiver) :

```
def R(CODE_CULTU):
```

```
    if(CODE_CULTU=="BTP" or CODE_CULTU=="ACP" or CODE_CULTU=="AVH" or
CODE_CULTU=="BDH" or CODE_CULTU=="CML" or CODE_CULTU=="LIH" or CODE_CULTU=="SGH" or
CODE_CULTU=="TTH" or CODE_CULTU=="MIS" or CODE_CULTU=="ORP" or CODE_CULTU=="TRN" or
CODE_CULTU=="SOJ");
```

```
        return 2
```

```
    elif (CODE_CULTU=="BFS" or CODE_CULTU=="BOR" or CODE_CULTU=="BTA" or
CODE_CULTU=="J5M" or CODE_CULTU=="J6P" or CODE_CULTU=="J6S" or CODE_CULTU=="PPH" or
CODE_CULTU=="PRL" or CODE_CULTU=="PTR" or CODE_CULTU=="SBO" or CODE_CULTU=="MCT" or
CODE_CULTU=="CSS");
```

```
        return 7
```

```
    elif (CODE_CULTU=="POT" or CODE_CULTU=="CAR" or CODE_CULTU=="CEL" or
CODE_CULTU=="LBF" or CODE_CULTU=="MAC" or CODE_CULTU=="PTC" or CODE_CULTU=="SFI" or
CODE_CULTU=="SGE" or CODE_CULTU=="FLA" or CODE_CULTU=="FLP");
```

```
        return 3
```

```
    elif (CODE_CULTU=="PPA" or CODE_CULTU=="MLC" or CODE_CULTU=="HAR" or
CODE_CULTU=="AVP" or CODE_CULTU=="MLT" or CODE_CULTU=="NOX" or CODE_CULTU=="RVI" or
CODE_CULTU=="SOG" or CODE_CULTU=="VRC" or CODE_CULTU=="VRG" or CODE_CULTU=="VRN" or
CODE_CULTU=="SNE" or CODE_CULTU=="BTH" or CODE_CULTU=="CHV" or CODE_CULTU=="CZH" or
CODE_CULTU=="FVL" or CODE_CULTU=="ORH" or CODE_CULTU=="FNO");
```

```
        return 1
```

```
    else:
```

```
return 0
```

Code 2 (printemps) :

```
def R(CODE_CULTU):
```

```
    if(CODE_CULTU=="MLC" or CODE_CULTU=="ACP" or CODE_CULTU=="AVH" or
CODE_CULTU=="BDH" or CODE_CULTU=="BTH" or CODE_CULTU=="CHV" or CODE_CULTU=="CML" or
CODE_CULTU=="CZH" or CODE_CULTU=="FVL" or CODE_CULTU=="LIH" or CODE_CULTU=="ORH" or
CODE_CULTU=="SGH" or CODE_CULTU=="TTH");
```

```
        return 2
```

```
    elif (CODE_CULTU=="CSS" or CODE_CULTU=="MCT" or CODE_CULTU=="BFS" or
CODE_CULTU=="BOR" or CODE_CULTU=="BTA" or CODE_CULTU=="J5M" or CODE_CULTU=="J6P" or
CODE_CULTU=="J6S" or CODE_CULTU=="PPH" or CODE_CULTU=="PRL" or CODE_CULTU=="PTR" or
CODE_CULTU=="SBO");
```

```
        return 7
```

```
    elif (CODE_CULTU=="POT" or CODE_CULTU=="FLP" or CODE_CULTU=="FLA" or
CODE_CULTU=="CAR" or CODE_CULTU=="CEL" or CODE_CULTU=="LBF" or CODE_CULTU=="MAC" or
CODE_CULTU=="PTC" or CODE_CULTU=="SFI" or CODE_CULTU=="SGE");
```

```
        return 3
```

```
    elif (CODE_CULTU=="PPA" or CODE_CULTU=="HAR" or CODE_CULTU=="BTP" or
CODE_CULTU=="AVP" or CODE_CULTU=="SNE" or CODE_CULTU=="FNO" or CODE_CULTU=="MIS" or
CODE_CULTU=="MLT" or CODE_CULTU=="NOX" or CODE_CULTU=="ORP" or CODE_CULTU=="RVI" or
CODE_CULTU=="SOG" or CODE_CULTU=="SOJ" or CODE_CULTU=="TRN" or CODE_CULTU=="VRC" or
CODE_CULTU=="VRG" or CODE_CULTU=="VRN");
```

```
        return 1
```

```
    else:
```

```
        return 0
```

Code 3 (automne) :

```
def R(CODE_CULTU):
```

```
    if (CODE_CULTU=="MLC" or CODE_CULTU=="VRG" or CODE_CULTU=="VRN" or
CODE_CULTU=="VRC" or CODE_CULTU=="RVI" or CODE_CULTU=="NOX" or CODE_CULTU=="SNE" or
CODE_CULTU=="AVH" or CODE_CULTU=="BDH" or CODE_CULTU=="BTH" or CODE_CULTU=="CHV" or
CODE_CULTU=="CML" or CODE_CULTU=="CZH" or CODE_CULTU=="FVL" or CODE_CULTU=="LIH" or
CODE_CULTU=="ORH" or CODE_CULTU=="SGH" or CODE_CULTU=="TTH");
```

```
        return 1
```

```
    elif(CODE_CULTU=="PPA" or CODE_CULTU=="HAR" or CODE_CULTU=="BTP" or
CODE_CULTU=="AVP" or CODE_CULTU=="SOG" or CODE_CULTU=="ORP" or CODE_CULTU=="MLT" or
CODE_CULTU=="FNO" or CODE_CULTU=="ACP");
```

```
        return 2
```

```

elif (CODE_CULTU=="CSS" or CODE_CULTU=="MCT" or CODE_CULTU=="BFS" or
CODE_CULTU=="BOR" or CODE_CULTU=="BTA" or CODE_CULTU=="J5M" or CODE_CULTU=="J6P" or
CODE_CULTU=="J6S" or CODE_CULTU=="PPH" or CODE_CULTU=="PRL" or CODE_CULTU=="PTR" or
CODE_CULTU=="SBO"):

```

```

    return 7

```

```

elif(CODE_CULTU=="POT" or CODE_CULTU=="TRN" or CODE_CULTU=="SOJ" or
CODE_CULTU=="MIS" or CODE_CULTU=="FLP" or CODE_CULTU=="FLA" or CODE_CULTU=="CAR" or
CODE_CULTU=="CEL" or CODE_CULTU=="LBF" or CODE_CULTU=="MAC" or CODE_CULTU=="PTC" or
CODE_CULTU=="SFI" or CODE_CULTU=="SGE"):

```

```

    return 3

```

```

else:

```

```

    return 0

```

Code 4 (été) :

```

def R(CODE_CULTU):

```

```

    if(CODE_CULTU=="NOX" or CODE_CULTU=="RVI" or CODE_CULTU=="VRC" or
CODE_CULTU=="VRG" or CODE_CULTU=="VRN" or CODE_CULTU=="SNE"):

```

```

        return 1

```

```

    elif (CODE_CULTU=="PPA" or CODE_CULTU=="MLC" or CODE_CULTU=="HAR" or
CODE_CULTU=="FNO" or CODE_CULTU=="ACP"):

```

```

        return 2

```

```

    elif (CODE_CULTU=="POT" or CODE_CULTU=="BTP" or CODE_CULTU=="AVP" or
CODE_CULTU=="FLA" or CODE_CULTU=="FLP" or CODE_CULTU=="MIS" or CODE_CULTU=="MLT" or
CODE_CULTU=="ORP" or CODE_CULTU=="CAR" or CODE_CULTU=="CEL" or CODE_CULTU=="SOG" or
CODE_CULTU=="SOJ" or CODE_CULTU=="TRN" or CODE_CULTU=="LBF" or CODE_CULTU=="MAC" or
CODE_CULTU=="PTC" or CODE_CULTU=="SFI" or CODE_CULTU=="SGE" or CODE_CULTU=="AVH" or
CODE_CULTU=="BDH" or CODE_CULTU=="BTH" or CODE_CULTU=="CHV" or CODE_CULTU=="CML" or
CODE_CULTU=="CZH" or CODE_CULTU=="FVL" or CODE_CULTU=="LIH" or CODE_CULTU=="ORH" or
CODE_CULTU=="SGH" or CODE_CULTU=="TTH"):

```

```

        return 3

```

```

    elif (CODE_CULTU=="MCT" or CODE_CULTU=="CSS" or CODE_CULTU=="BFS" or
CODE_CULTU=="BOR" or CODE_CULTU=="BTA" or CODE_CULTU=="J5M" or CODE_CULTU=="J6P" or
CODE_CULTU=="J6S" or CODE_CULTU=="PPH" or CODE_CULTU=="PRL" or CODE_CULTU=="PTR" or
CODE_CULTU=="SBO"):

```

```

        return 7

```

```

else:

```

```

    return 0

```

Annexe I : association de l'occupation du sol à une valeur de couverture du sol

[X] : Reclassification de la base CLC selon le taux de couverture du sol. Lib = Libellé de la base de données; C1 = classe COUVERT; C2 = classe COUVERT modifiée après les enquêtes

CLC	Lib	C1	C2
Territoires artificialisés	100	11	11
Zones urbanisées	110	11	11
Tissu urbain continu	111	11	11
Tissu urbain discontinu	112	11	11
Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication	120	11	11
Zones industrielles et commerciales	121	11	11
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	122	11	11
Zones portuaires	123	11	11
Aéroports	124	11	11
Mines, décharges et chantiers	130	11	11
Extraction de matériaux	131	11	11
Décharges	132	11	11
Chantiers	133	11	11
Espaces verts artificialisés, non agricoles	140	11	11
CLC	Lib	C1	C2
Espaces verts urbains	141	11	11
Équipements sportifs et de loisirs	142	11	11
Territoires agricoles	200	2	3
Terres arables	210	2	3
Terres arables hors périmètres d'irrigation	211	2	3
Périmètres irrigués en permanence	212	2	3
Rizières	213	2	1
Cultures permanentes	220	1	1
Vignobles	221	1	1
Vergers et petits fruits	222	1	1
Oliveraies	223	1	1
Prairies	230	7	7
Prairies	231	7	7
Zones agricoles hétérogènes	240	5	5
Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	241	5	5
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	242	5	5
Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	243	5	5
Territoires agro-forestiers	244	5	5
Forêts et milieux semi-naturels	300	8	8
Forêts	310	8	8
Forêts de feuillus	311	8	8
Forêts de conifères	312	8	8
Forêts mélangées	313	8	8
Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée	320	7	8
Pelouses et pâturages naturels	321	7	8
Landes et broussailles	322	8	8
Végétation sclérophylle	323	6	6
Forêt et végétation arbustive en mutation	324	6	6
Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation	330	1	44
Plages, dunes et sable	331	1	44
Roches nues	332	1	44
Végétation clairsemée	333	1	44
Zones incendiées	334	1	44
Glaciers et neiges éternelles	335	55	55
Zones humides	400	55	55
Zones humides intérieures	410	55	55
Marais intérieurs	411	55	55
Tourbières	412	55	55
Zones humides maritimes	420	55	55
Marais maritimes	421	55	55
Marais salants	422	55	55
Zones intertidales	423	55	55
Surfaces en eau	500	55	55
Eaux continentales	510	55	55
Cours d'eau et voies d'eau	511	55	55
Plans d'eau	512	55	55
Eaux maritimes	520	55	55
Lagunes littorales	521	55	55
Estuaire	522	55	55

Annexe J :

- a) Tableau d'attribution des valeurs de sensibilité face à la battance et l'érodibilité en fonction de la nature pédologique.

Texture de surface (T1)	battance	érodibilité
ALO: argile lourde	1	1
AL: argile limoneuse	2	2
AS: argile sableuse	1	2
A: argile	2	2
S:sable	2	5
SA: sable argileux	2	4
SL: sable limoneux	3	5
LM: limon moyen	5	4
LMS: limon moyen sableux	5	4
LS: limon sableux	4	4
LA: limon argileux	3	3
LAS: limon argilo sableux	3	3
LSA: limon sablo argileux	3	3
LL: limon léger	5	5
LLS et LSL: limon léger sableux	5	5
LC: limon crayeux (CaCO ₃ >50%)	3	3
t: pseudo-tourbe (12,5 <MO <25%)	1	1
T: tourbe (MO> 25%)	1	1
888: zones remaniées	11	11
777: eau libre	55	55

- b) Code pour l'attribution desdites valeurs.

Code pour la battance:

```
def B(Textur_sup):
```

```
    if(Textur_sup=="sol anthropique"):
```

```
        return 11
```

```
    elif (Textur_sup=="argile lourde" or Textur_sup=="argile sableuse" or Textur_sup=="pseudo-tourbe" or Textur_sup=="tourbe"):
```

```
        return 1
```

```
    elif (Textur_sup=="argile limoneuse" or Textur_sup=="argile" or Textur_sup=="sable" or Textur_sup=="sable argileux"):
```

```
        return 2
```

```
    elif (Textur_sup=="sable limoneux" or Textur_sup=="limon argileux" or Textur_sup=="limon argilo-sableux" or Textur_sup=="limon sablo-argileux" or Textur_sup=="limon crayeux"):
```

```
        return 3
```

```
    elif (Textur_sup=="limon sableux"):
```

```
        return 4
```

```
    elif (Textur_sup=="limon leger-limon moyen-limon moyen sableux" or Textur_sup=="limon moyen" or Textur_sup=="limon moyen sableux" or Textur_sup=="limon léger" or Textur_sup=="limon léger sableux"):
```

```
        return 5
```

```
    elif (Textur_sup=="limon leger sableux-limon sableux"):
```

```
    return 5
elif (Textur_sup=="limon argileux/limon argilo-sableux"):
    return 3
elif (Textur_sup=="eau libre") :
    return 55
elif (Textur_sup=="argile/argile limoneuse") :
    return 2
```

Code pour l'érodibilité

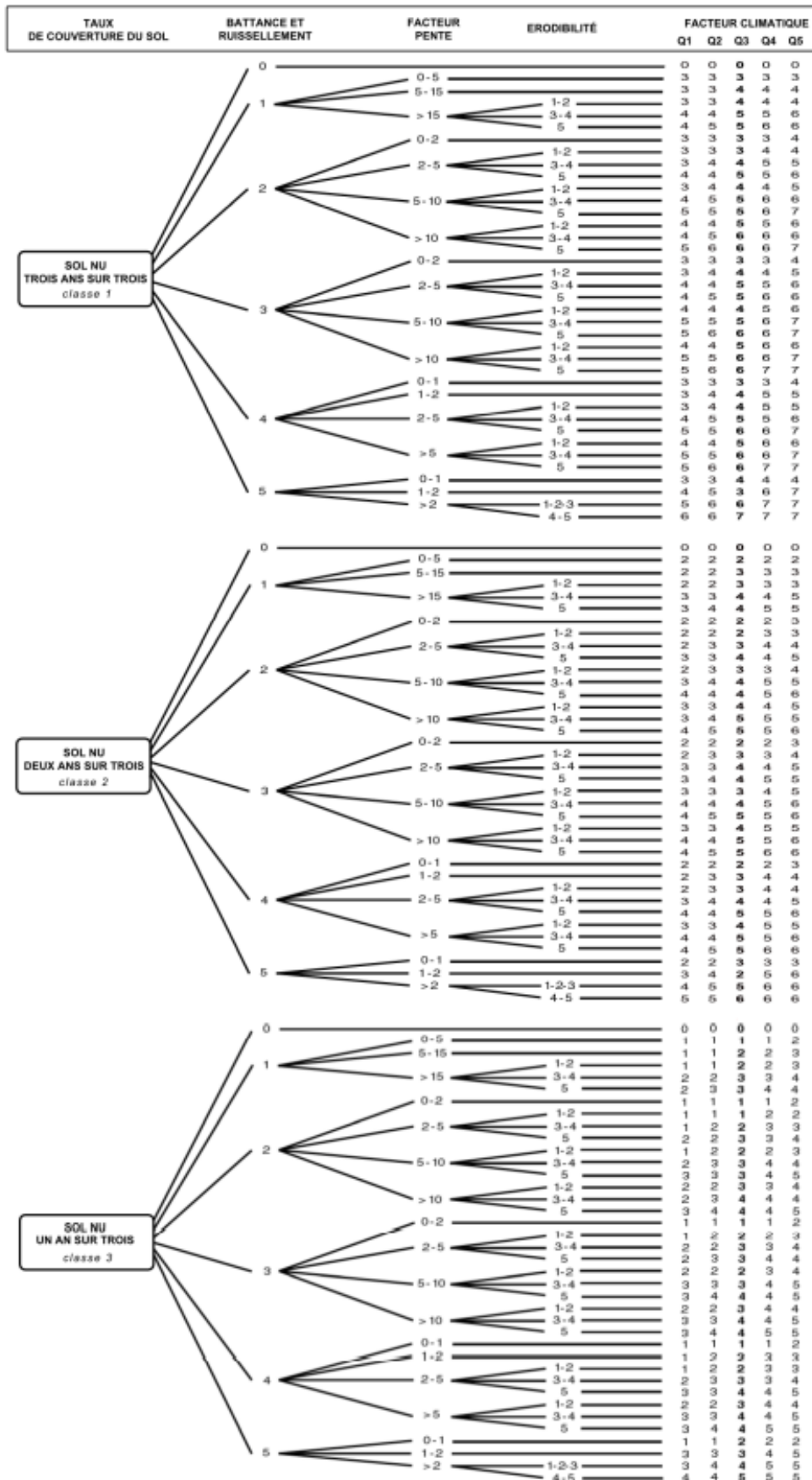
```
def E(Textur_sup):
    if(Textur_sup=="argile lourde"): return 1
    elif (Textur_sup=="argile sableuse") : return 2
    elif (Textur_sup=="argile") : return 2
    elif (Textur_sup=="argile limoneuse") : return 2
    elif (Textur_sup=="argile/argile limoneuse") : return 2
    elif (Textur_sup=="sable") : return 5
    elif (Textur_sup=="sable argileux") : return 4
    elif (Textur_sup=="sable limoneux") : return 5
    elif (Textur_sup=="limon moyen") : return 4
    elif (Textur_sup=="limon moyen sableux") : return 4
    elif (Textur_sup=="limon sableux") : return 4
    elif (Textur_sup=="limon argileux") : return 3
    elif (Textur_sup=="limon argilo-sableux") : return 3
    elif (Textur_sup=="limon argileux/limon argilo-sableux") : return 3
    elif (Textur_sup=="limon sablo-argileux") : return 3
    elif (Textur_sup=="limon léger") : return 5
    elif (Textur_sup=="limon léger sableux") : return 5
    elif (Textur_sup=="limon crayeux") : return 3
    elif (Textur_sup=="pseudo-tourbe") : return 1
    elif (Textur_sup=="tourbe") : return 1
    elif (Textur_sup=="limon leger sableux-limon sableux") : return 5
    elif (Textur_sup=="limon leger-limon moyen-limon moyen sableux") : return 5
    elif (Textur_sup=="sol anthropique") : return 11
    elif (Textur_sup=="eau libre") : return 55
```

Annexe K :

Code pour le calcul du facteur pente :

```
def fct_pente(pente,aire_dr):
    if aire_dr<=10000:
        return(pente)
    if 10000<aire_dr<20000:
        if pente==0:
            return 1
        if pente==1:
            return 2
        if pente==2:
            return 5
        if pente==5:
            return 10
        if pente==10:
            return 15
        if pente>=15:
            return 30
    if aire_dr>=20000:
        if pente==0:
            return 2
        if pente==1:
            return 5
        if pente==2:
            return 10
        if pente==5:
            return 15
        if pente>=10:
            return 30
```

Annexe L : Arbre de décision du modèle MESALES



	TAUX DE COUVERTURE DU SOL	BATTANCE ET RUISSELLEMENT	FACTEUR PENTE	ERODIBILITÉ	FACTEUR CLIMATIQUE				
					Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
SOL SEMI-COUVERT ET COUVERT TROIS ANS SUR TROIS <i>classe 5</i>	0	0-10	1-2	1-2	0	0	0	0	0
				3-4	1	1	1	1	2
				5	1	2	2	3	3
	1-2	10-30	>30	1-2-3	2	2	2	3	4
				4-5	2	3	3	4	4
				1-2-3	2	2	2	3	4
	3-4	0-5	5-15	1-2	1	1	1	1	2
				3-4	1	2	2	3	3
				5	2	2	3	4	4
	5	0-2	2-5	1-2-3	1	2	2	3	4
				4-5	2	2	3	3	4
				1-2-3	1	2	2	3	3
	5	5-15	>15	1-2	2	3	3	4	4
				3-4	2	3	3	4	4
				5	3	3	4	4	5
	5	0-2	2-5	1-2-3	1	1	1	1	2
				4-5	2	2	3	3	4
				1-2-3	1	2	2	3	3
5	5-15	>15	1-2	2	3	3	4	4	
			3-4	2	3	3	4	4	
			5	3	3	4	4	5	
ESPACE NATUREL DÉGRADÉ <i>classe 6</i>	0	0-2	1-2-3	1-2-3	0	0	0	0	0
				4-5	1	1	1	1	2
				1-2-3	1	1	2	2	3
	1-2-3	2-30	30-75	1-2-3	1	1	2	2	3
				4-5	1	1	2	3	4
				1-2-3	2	3	3	4	4
	4-5	0-2	2-15	1-2-3	2	3	3	4	4
				4-5	3	3	4	4	5
				1-2-3	1	1	1	1	2
	4-5	15-30	>30	1-2-3	1	1	2	3	3
				4-5	1	2	2	3	4
				1-2-3	2	3	3	4	5
	4-5	15-30	>30	1-2-3	2	3	3	4	5
				4-5	3	4	4	5	5
				1-2-3	2	3	3	4	5
	PRAIRIE ET PÂTURAGE <i>classe 7</i>	<15	15-30	1-2-3	1	1	1	1	1
				4-5	1	1	1	1	1
				1-2	1	1	2	2	2
>30		1-2	3-4	1-2	1	1	1	1	1
				3-4	1	1	2	2	2
				5	2	2	3	3	4
FORÊT <i>classe 8</i>	<15	15-30	1-2-3	1	1	1	1	1	
			4-5	1	1	1	1	1	
			1-2	1	1	2	2	2	
	>30	1-2	3-4	1-2	1	1	1	1	1
				3-4	1	1	2	2	3
				5	2	3	3	3	4
ZONE URBANISÉE					11				
ESPACE OUVERT					44				
ÉTENDUE D'EAU ET MARAIS					55				

Annexe M : Code pour la réalisation de la carte de sensibilité à l'érosion
def EROSION(HIV_FIN, Batt_rast, carte_pente3, Erod_rast):

```
if(HIV_FIN==1):
    if(Batt_rast==1):
        if(0<carte_pente3<=5):
            return 3
        if(5<carte_pente3<=15):
            return 3
        if(carte_pente3>15):
            if(1<=Erod_rast<=2):
                return 3
            if(3<=Erod_rast<=4):
                return 4
            if(Erod_rast==5):
                return 5
    if(Batt_rast==2):
        if(0<carte_pente3<=2):
            return 3
        if(2<carte_pente3<=5):
            if(1<=Erod_rast<=2):
                return 3
            if(3<=Erod_rast<=4):
                return 4
            if(Erod_rast==5):
                return 4
        if(5<carte_pente3<=10):
            if(1<=Erod_rast<=2):
                return 4
            if(3<=Erod_rast<=4):
                return 5
            if(Erod_rast==5):
                return 5
        if(carte_pente3>10):
```

```
if(1<=Erod_rast<=2):
    return 4
if(3<=Erod_rast<=4):
    return 5
if(Erod_rast==5):
    return 6
if(Batt_rast==3):
    if(0<carte_pente3<=2):
        return 3
    if(2<carte_pente3<=5):
        if(1<=Erod_rast<=2):
            return 4
        if(3<=Erod_rast<=4):
            return 4
        if(Erod_rast==5):
            return 4
    if(5<carte_pente3<=10):
        if(1<=Erod_rast<=2):
            return 4
        if(3<=Erod_rast<=4):
            return 5
        if(Erod_rast==5):
            return 6
    if(carte_pente3>10):
        if(1<=Erod_rast<=2):
            return 4
        if(3<=Erod_rast<=4):
            return 5
        if(Erod_rast==5):
            return 6
if(Batt_rast==5):
    if(0<carte_pente3<=1):
        return 3
```

```
if(1<carte_pente3<=2):  
    return 5  
if(carte_pente3>2):  
    return 6  
if(HIV_FIN==2):  
    if(Batt_rast==1):  
        if(0<carte_pente3<=5):  
            return 2  
        if(5<carte_pente3<=15):  
            return 2  
        if(carte_pente3>15):  
            if(1<=Erod_rast<=2):  
                return 2  
            if(3<=Erod_rast<=4):  
                return 3  
            if(Erod_rast==5):  
                return 4  
    if(Batt_rast==2):  
        if(0<carte_pente3<=2):  
            return 2  
        if(2<carte_pente3<=5):  
            if(1<=Erod_rast<=2):  
                return 2  
            if(3<=Erod_rast<=4):  
                return 3  
            if(Erod_rast==5):  
                return 3  
        if(5<carte_pente3<=10):  
            if(1<=Erod_rast<=2):  
                return 2  
            if(3<=Erod_rast<=4):  
                return 3  
            if(Erod_rast==5):
```

```
    return 4
if(carte_pente3>10):
    if(1<=Erod_rast<=2):
        return 3
    if(3<=Erod_rast<=4):
        return 3
    if(Erod_rast==5):
        return 4
if(Batt_rast==3):
    if(0<carte_pente3<=2):
        return 2
    if(2<carte_pente3<=5):
        if(1<=Erod_rast<=2):
            return 3
        if(3<=Erod_rast<=4):
            return 3
        if(Erod_rast==5):
            return 4
    if(5<carte_pente3<=10):
        if(1<=Erod_rast<=2):
            return 3
        if(3<=Erod_rast<=4):
            return 4
        if(Erod_rast==5):
            return 5
if(carte_pente3>10):
    if(1<=Erod_rast<=2):
        return 3
    if(3<=Erod_rast<=4):
        return 4
    if(Erod_rast==5):
        return 5
if(Batt_rast==5):
```

```
if(0<carte_pente3<=1):
    return 2
if(1<carte_pente3<=2):
    return 4
if(carte_pente3>2):
    return 5
if(HIV_FIN==3):
    if(Batt_rast==1):
        if(0<carte_pente3<=5):
            return 1
        if(5<carte_pente3<=15):
            return 1
        if(carte_pente3>15):
            if(1<=Erod_rast<=2):
                return 1
            if(3<=Erod_rast<=4):
                return 2
            if(Erod_rast==5):
                return 3
    if(Batt_rast==2):
        if(0<carte_pente3<=2):
            return 1
        if(2<carte_pente3<=5):
            if(1<=Erod_rast<=2):
                return 1
            if(3<=Erod_rast<=4):
                return 2
            if(Erod_rast==5):
                return 2
        if(5<carte_pente3<=10):
            if(1<=Erod_rast<=2):
                return 2
            if(3<=Erod_rast<=4):
```

```
    return 3
if(Erod_rast==5):
    return 3
if(carte_pente3>10):
    if(1<=Erod_rast<=2):
        return 2
    if(3<=Erod_rast<=4):
        return 3
    if(Erod_rast==5):
        return 4
if(Batt_rast==3):
    if(0<carte_pente3<=2):
        return 1
    if(2<carte_pente3<=5):
        if(1<=Erod_rast<=2):
            return 2
        if(3<=Erod_rast<=4):
            return 2
        if(Erod_rast==5):
            return 3
    if(5<carte_pente3<=10):
        if(1<=Erod_rast<=2):
            return 2
        if(3<=Erod_rast<=4):
            return 3
        if(Erod_rast==5):
            return 4
if(carte_pente3>10):
    if(1<=Erod_rast<=2):
        return 2
    if(3<=Erod_rast<=4):
        return 3
    if(Erod_rast==5):
```

```
        return 4
    if(Batt_rast==5):
        if(0<carte_pente3<=1):
            return 1
        if(1<carte_pente3<=2):
            return 3
        if(carte_pente3>2):
            return 4
    if(HIV_FIN==5):
        if(1<=Batt_rast<=2):
            if(0<carte_pente3<=10):
                return 1
            if(10<carte_pente3<=30):
                if(1<=Erod_rast<=2):
                    return 1
                if(3<=Erod_rast<=4):
                    return 2
                if(Erod_rast==5):
                    return 2
        if(Batt_rast==3):
            if(0<carte_pente3<=5):
                return 1
            if(5<carte_pente3<=15):
                if(1<=Erod_rast<=2):
                    return 2
                if(3<=Erod_rast<=4):
                    return 2
                if(Erod_rast==5):
                    return 2
            if(carte_pente3>15):
                if(1<=Erod_rast<=2):
                    return 2
                if(3<=Erod_rast<=4):
```

```
    return 3
  if(Erod_rast==5):
    return 3
if(Batt_rast==5):
  if(0<carte_pente3<=2):
    return 1
  if(2<carte_pente3<=5):
    if(Erod_rast==1 or Erod_rast==2 or Erod_rast==3):
      return 2
    if(Erod_rast==4 or Erod_rast==5):
      return 2
  if(5<carte_pente3<=15):
    if(1<=Erod_rast<=2):
      return 2
    if(3<=Erod_rast<=4):
      return 3
    if(Erod_rast==5):
      return 3
  if(carte_pente3>15):
    if(Erod_rast==1 or Erod_rast==2 or Erod_rast==3):
      return 3
    if(Erod_rast==4 or Erod_rast==5):
      return 4
if(HIV_FIN==6):
  if(Batt_rast==1 or Batt_rast==2 or Batt_rast==3):
    if(0<carte_pente3<=2):
      return 1
    if(2<carte_pente3<=30):
      return 1
  if(Batt_rast==5):
    if(0<carte_pente3<=2):
      return 1
    if(2<carte_pente3<=15):
```

```
    return 1
if(15<carte_pente3<=30):
    if(Erod_rast==1 or Erod_rast==2 or Erod_rast==3):
        return 2
    if(Erod_rast==4 or Erod_rast==5):
        return 3
if(HIV_FIN==7):
    if(0<=carte_pente3<15):
        return 1
    if(15<=carte_pente3<=30):
        if(Erod_rast==1 or Erod_rast==2 or Erod_rast==3):
            return 1
        if(Erod_rast==4 or Erod_rast==5):
            return 1
if(HIV_FIN==8):
    if(0<=carte_pente3<15):
        return 1
    if(15<=carte_pente3<=30):
        return 1
if(HIV_FIN==11):
    return 11
if(HIV_FIN==55):
    return 55
```

ANNEXE N : Localisation des stations sur le Filet (A) et Résultats des mesures physico-chimiques réalisées sur le Filet (B) (Source : Charrais, 2017)

A : Localisation des stations d'études en 2017

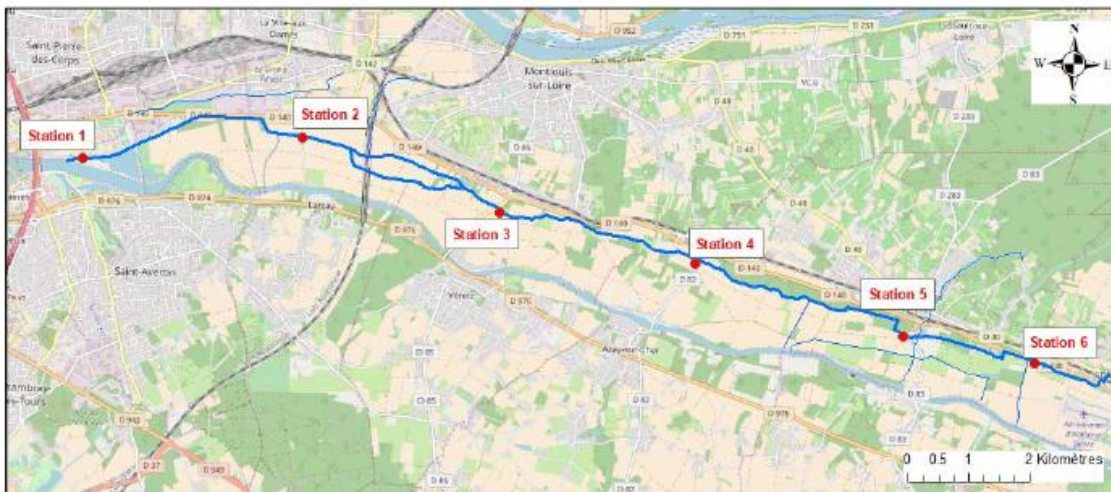


Figure 136 : Localisation des stations physico-chimie sur le Filet

B : Résultats des mesures physico-chimiques réalisées sur le Filet

Tableau 53 : Résultats des mesures physico-chimiques réalisées sur le Filet

Paramètres	Unités	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
		Pôle nautique 20/09/2017	Aval pont lieu dit "Les Montils" 20/09/2017	Aval pont D85 20/09/2017	Aval D82 20/09/2017	Aval Station d'épuration 20/09/2017	Aval Fossé des allemands 20/09/2017
Matières en suspension	mg/l	<2.0	14	28	5	2.1	18
O2 dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-
Taux saturation O2	%O2	-	-	-	-	-	-
Conductivité	µS/cm	405	528	714	788	666	815
pH	u.pH	7,80	7,91	7,78	7,81	7,85	7,83
Chlorophylle a	µg/l	2	12	2.7	1.4	2	1.4
Phéopigments	µg/l	0.8	13	5.8	0.5	1.8	0.5
Nitrates	mg NO3/l	3.69	<1.00	11.1	26.3	<1.00	12.5
Azote nitrique	mg N-NO3/l	0.83	<0.20	2.51	5.93	<0.20	2.82
Nitrites	mg NO2/l	<0.04	<0.04	0.15	0.08	<0.04	0.06
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0.01	<0.01	0.04	0.03	<0.01	0.02
Ammonium	mg NH4/l	0.16	0.07	0.12	0.12	0.05	0.06
Orthophosphates	mg PO4/l	<0.10	<0.10	0.18	0.39	0.11	<0.10
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg O2/l	<30	63	<30	<30	<30	<30
DBO-5	mg O2/l	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Carbone Organique par oxydation	mg C/l	3.3	6.2	5.7	3.8	4.3	2.4
Carbone organique dissous (COD)	mg C/l	3.2	4.9	3.8	3.7	4.1	2.1
Azote (Kjeldahl)	mg N/l	<1.00	2.2	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Azote global (NO2+NO3+NTK)	mg N/l	0.83<x<1.85	2.19<x<2.43	2.55<x<3.55	5.96<x<6.96	<1.24	2.84<x<3.84
Calcium	mg/l	51.9	86.6	108	122	98.9	116
Fer (Fe)	mg/l	0.05	0.27	0.14	0.08	0.06	0.23
Fer soluble	mg/l	<0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
Potassium	mg/l	4.2	10.2	10.9	12.7	4.59	4.23
Silicium	mg/l	5.36	9.62	11.2	12.8	14.2	13.5
Silice (SiO2)	mg/l	11.5	20.6	24	27.5	30.3	28.9

C : Calculs de géochimie des eaux du Filet

Mesure de l'alcalinité

Echantillon (n°)	Equation droite tangente courbe Gran	V _{eq} (en mL)	[HCO ₃ ⁻] en mol/L	C _{eq,ech} (mol/L)	C _{m,ech} (g/L)
1	y = 0,056x - 0,3681	6,57	3,3.10 ⁻³	6,6.10 ⁻³	0,40
2	y = 0,0115x - 0,0659	5,73	2,8.10 ⁻³	5,7.10 ⁻³	0,35
3	y = 0,0608x - 0,408	6,71	3,4.10 ⁻³	6,8.10 ⁻³	0,41
4	y = 0,0526x - 0,3764	7,16	3,6.10 ⁻³	7,2.10 ⁻³	0,44
5	y = 0,0565x - 0,3916	6,93	3,5.10 ⁻³	7,0.10 ⁻³	0,43
6	y = 0,0103x - 0,0735	7,14	3,6.10 ⁻³	7,2.10 ⁻³	0,44
7	y = 0,01x - 0,0636	6,36	3,2.10 ⁻³	6,4.10 ⁻³	0,39

Avec M(HCO₃⁻) = 61 g/mol.

Pour trouver C_{eq,ech}:

Etat d'avancement	HCO ₃ ⁻	H ⁺	H ₂ CO ₃
t ₀	n ₀ (HCO ₃ ⁻)	n ₀ (H ⁺)	n ₀ (H ₂ CO ₃) = 0
t _{équivalence}	neq (HCO ₃ ⁻)	neq (H ⁺)	neq (H ₂ CO ₃)

Remarque : On rappelle que V_{eq} est le volume de HCl versé à l'équivalence.

A l'équivalence, les espèces réactives sont en proportions stoechiométriques:

$$\text{neq (HCO}_3^-) = \text{neq (H}^+)$$

$$\Leftrightarrow [\text{HCO}_3^-] \times V = [\text{H}^+] \times V_{\text{eq}}$$

$$\Leftrightarrow [\text{HCO}_3^-] = [\text{H}^+] \times V_{\text{eq}} / V$$

La courbe tangente à la courbe de Gran coupe la droite des abscisses en F=0, ce qui permet d'obtenir V_{eq}.

Pour obtenir C_{eq,ech}, nous savons que :

$$[\text{HCO}_3^-] = [\text{H}^+] \times V_{\text{eq}} / V = (1.10^{-2} \times V_{\text{eq}}) / 20.10^{-3}$$

$$\text{ET : } C_{\text{eq,ech}} = ([\text{HCO}_3^-] \times 20.10^{-3}) / 10.10^{-3} = 2[\text{HCO}_3^-] \text{ (Car dilution)}$$

Dosage des Phosphate et Orthophosphates

Le dosage des phosphates et orthophosphates est réalisé par spectrophotométrie.

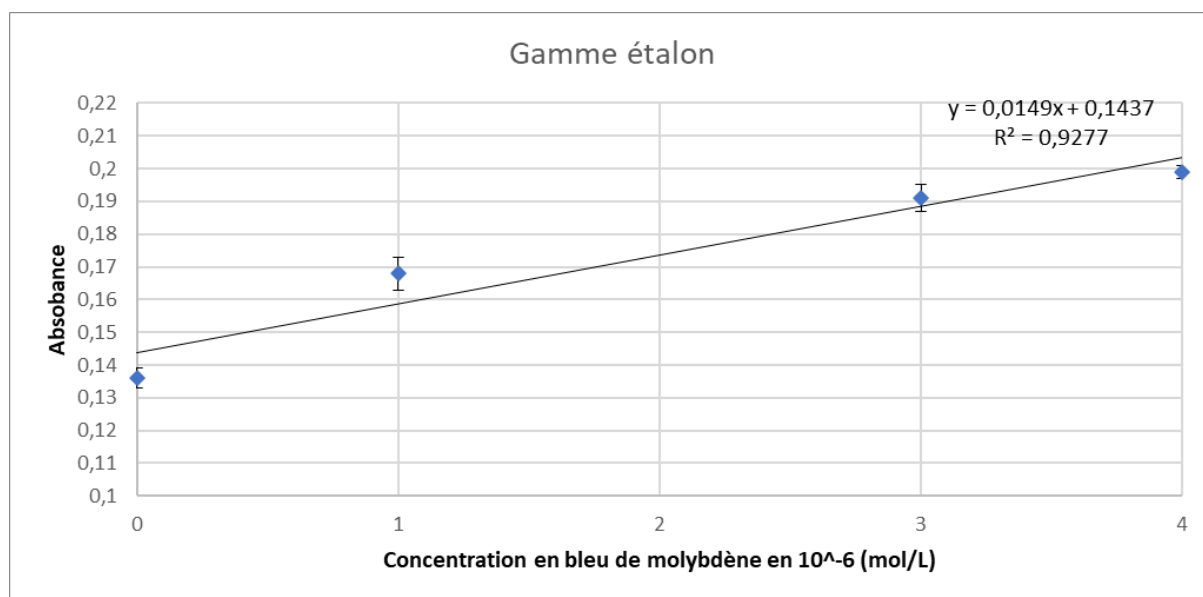
La détermination des concentrations en phosphates et orthophosphates est effectuée à l'aide d'une gamme étalon. Elle est établie à partir des différentes mesures d'absorbance au cours du temps, les mesures d'absorbance des prélèvements prenant un temps supérieur à 20 minutes.

La gamme étalon est telle que:

$$A = \epsilon \cdot l \cdot X \cdot C + \text{cst}$$

avec A, l'absorbance de la solution; ϵ , le coefficient d'extinction molaire du bleu de molybdène; X, le coefficient de proportionnalité entre l'intensité de coloration de la solution et la concentration en phosphate ou en orthophosphates; et C, la concentration en phosphates ou en orthophosphates.

Ainsi, la courbe



Grâce à l'équation de la droite de régression, il est possible de calculer la concentration en phosphates et orthophosphates de l'eau en chaque point de prélèvement sur le Filet. Les résultats suivants sont obtenus:

Echantillon (n°)	Concentration en orthophosphate (en mg/L)	Concentration en phosphate (en mg/L)
1	-	$2,03 \cdot 10^{-3}$
2	-	-
3	-	$1,09 \cdot 10^{-3}$
4	-	$16,91 \cdot 10^{-3}$
5	-	$0,56 \cdot 10^{-3}$
6	-	-
7	-	$2,70 \cdot 10^{-3}$

Dosage des ions calcium et magnésium.

Le dosage des ions calcium et magnésium est réalisable pour complexométrie par l'EDTA, en milieu tamponné. Les deux ions sont dosés simultanément :

Un volume $V_{ech} = 5$ mL du prélèvement étudié est prélevé et introduit dans un bécher de 30 mL, puis 1 mL de solution tampon $pH = 10$ est ajouté ainsi que quelques gouttes de Noir Eriochrome T.

La solution ainsi obtenue est dosée par l'EDTA (ou éthylène diammine tétracétate) à $C = 1.10^{-3}$ mol.L⁻¹.

Le volume équivalent est repéré par le changement de couleur de la solution. L'EDTA est une tétrabase, notée Y^{4-} , associée au tétracide H_4Y . À $pH = 10$, Y^{4-} est la forme majoritaire.

Le NET donne en présence d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} une coloration rouge due à la formation d'un complexe coloré. En l'absence d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , et dans le domaine de pH considéré, la couleur d'une solution contenant du NET est bleue.

Les équations de complexation des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} par l'EDTA sont les suivantes : $Ca^{2+} + Y^{4-} = CaY^{2-}$; $Mg^{2+} + Y^{4-} = MgY^{2-}$.

Il est possible de décrire les réactions dans le tableau d'avancement suivant :

Avancement	$Mg^{2+} + Ca^{2+}$	Y^{4-}	$MgY^{2-} + CaY^{2-}$
Initial	n_0	0	0
A l'équilibre	$n_{eq}(Mg^{2+} + Ca^{2+})$	$n_{eq}(Y^{4-})$	$n_{eq}(MgY^{2-} + CaY^{2-})$

A l'équilibre, la quantité de matière est telle que :

$$C_{ech} \times V_{ech} = C_{EDTA} \times V_{eq} \quad \text{ó} \quad C_{ech} = C_{EDTA} \times (V_{eq} / V_{ech})$$

$$\text{Alors : } [Ca^{2+}]_{ech} + [Mg^{2+}]_{ech} = C_{EDTA} \times (V_{eq} / V_{ech})$$

Ainsi, pour les prélèvements réalisés, les concentrations en Ca^{2+} et en Mg^{2+} sont les suivantes :

Echantillon (n°)	Volume EDTA ajouté (Ca+Mg) en mL	Ceq ($Mg^{2+} + Ca^{2+}$) en mol	Ceq ($Mg^{2+} + Ca^{2+}$) en mol de l'eau (non diluée)
1	4,3	8,60E-04	8,60E-03
2	3,75	7,50E-04	7,50E-03
3	3,7	7,40E-04	7,40E-03
4	3,6	7,20E-04	7,20E-03
5	4,1	8,20E-04	8,20E-03
6	4,15	8,30E-04	8,30E-03
7	3,75	7,50E-04	7,50E-03

Le dosage des ions calcium est réalisable pour complexométrie par l'EDTA.

Un volume $V_{ech} = 5 \text{ mL}$ du prélèvement étudié est prélevé et introduit dans un bécher de 30 mL, puis 2 mL de soude 1N est ajouté ainsi que quelques grains de Calcon.

La solution ainsi obtenue est dosée par l'EDTA (ou éthylène diammine tétracétate) à $C = 1.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le volume équivalent est repéré par le changement de couleur de la solution.

Les équations de complexation des ions Ca^{2+} par l'EDTA est la suivante : $\text{Ca}^{2+} + \text{Y}^{4-} = \text{CaY}^{2-}$

Il est possible de décrire les réactions dans le tableau d'avancement suivant :

Avancement	Ca^{2+}	Y^{4-}	CaY^{2-}
Initial	n_0	0	0
A l'équilibre	$n_{eq}(\text{Ca}^{2+})$	$n_{eq}(\text{Y}^{4-})$	$n_{eq}(\text{CaY}^{2-})$

A l'équilibre, la quantité de matière est telle que :

$$[\text{Ca}^{2+}]_{ech} \times V_{ech} = C_{EDTA} \times V_{eq} \quad \text{ó} \quad [\text{Ca}^{2+}]_{ech} = C_{EDTA} \times (V_{eq} / V_{ech})$$

$$\text{Alors : } [\text{Ca}^{2+}]_{ech} = C_{EDTA} \times (V_{eq} / V_{ech})$$

Ainsi, pour les prélèvements réalisés, la concentration en Ca^{2+} est la suivante :

Echantillon (n°)	Volume EDTA ajouté (Ca) en mL	Ceq (Ca^{2+}) en mol	Ceq (Ca^{2+}) en mol de l'eau (non diluée)
1	3,5	7,00E-04	7,00E-03
2	4	8,00E-04	8,00E-03
3	3,25	6,50E-04	6,50E-03
4	3,3	6,60E-04	6,60E-03
5	4	8,00E-04	8,00E-03
6	3,7	7,40E-04	7,40E-03
7	3,35	6,70E-04	6,70E-03

Ainsi, les valeurs suivantes de Ca^{2+} et Mg^{2+} sont obtenues :

Echantillon (n°)	Ceq (Mg ²⁺ +Ca ²⁺) en mol de l'eau (non diluée)	Ceq (Ca ²⁺) en mol de l'eau (non diluée)	Ceq (Mg ²⁺) en mol de l'eau (non diluée)
1	0,0086	7,00E-03	1,60E-03
2	0,0075	8,00E-03	-5,00E-04
3	0,0074	6,50E-03	9,00E-04
4	0,0072	6,60E-03	6,00E-04
5	0,0082	8,00E-03	2,00E-04
6	0,0083	7,40E-03	9,00E-04
7	0,0075	6,70E-03	8,00E-04

Avec $M(\text{Ca}^{2+}) = 40,08 \text{ g/mol}$, et $M(\text{Mg}^{2+}) = 24,31 \text{ g/mol}$:

Echantillon (n°)	Concentration Ca ²⁺ en g/L	Concentration Mg ²⁺ en g/L
1	2,81E-01	3,89E-02
2	3,21E-01	0,00E+00
3	2,61E-01	2,19E-02
4	2,65E-01	1,46E-02
5	3,21E-01	4,86E-03
6	2,97E-01	2,19E-02
7	2,69E-01	1,94E-02

Mesures des ions Cl-, NO3-,SO42-

	Conc. Cl- (mg/L)	Conc. NO3 (mg/L)	Conc. SO42- (mg/L)
Filet1	53,3999617	17,1962403	19,77061712
Filet2	59,2367854	26,69538639	22,93723414
Filet3	24,7432184	3,522360126	31,91415125
Filet4	24,8201566	3,464074806	32,49120105
Filet5	41,2614631	16,24103667	69,05940008
Filet6	40,1926449	14,05723856	69,56446891
Filet7	35,4612552	10,12491128	62,57199448

ANNEXE O : Résultats des analyses de sédiments et sols sur le Filet (Source : Charrais, 2017)

Tableau 54 : Résultats des analyses de sédiments et sols sur le Filet

Tests	Paramètres	Unités	Sédiment Rivière			Sol agricole	
			Aval Filet	Aval Immédiat buse bal trap	Amont-Boire des plantes	Sol Collecteur Bali trap	Sol collecteur Peupleraie
Nitrate soluble (NO3)	Azote nitrique	mg/kg MS	<25,8	<48,7	<48,8		
Nitrite soluble (NO2)	Nitrites	mg/kg MS	<20,0	<20,0	<20,0		
Orthophosphate soluble (PO4-P)	Orthophosphates	mg/kg MS	<20,0	<20,0	<20,0		
Azote Kjeldahl (NTK)	Azote Kjeldahl	g/kg MS	0,6	4,9	5,4		
Calcul de l'azote global (NO2+NO3+NTK)	Azote global (NO2+NO3+NTK)	g/kg MS	0,59<x<0,6	4,89<x<4,91	5,36<x<5,38		
Ammonium extrait au KCL (NH4)	Ammonium extrait au KCl	mg NH4/kg MS	107	149	206		
Demande Biochimique en Oxygène (DBO 5) soluble	DBO5	mg/kg MS	384	251	631		
Minéralisation eau régle - Bloc chauffant	Minéralisation Eau Régle - Bloc chauffant après p		-	-	-		
Aluminium (Al) après minéralisation Eau Régle	Aluminium (Al)	mg/kg MS	15100	16100	13400	18600	24800
Antimoine (Sb)	Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,00	<1,00	<1,02	<1,00	<1,00
Arsenic (As)	Arsenic (As)	mg/kg MS	10,6	16,9	17,6	35,7	26,4
Baryum (Ba)	Baryum (Ba)	mg/kg MS	130	181	27,1	165	148
Cadmium (Cd)	Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,40	0,48	<0,41	5,4	1,07
Chrome (Cr)	Chrome (Cr)	mg/kg MS	25,2	28,8	24,7	41,9	41
Cuivre (Cu)	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	20,7	24,2	8,47	79,1	24,1
Molybdène (Mo)	Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,00	<1,00	1,93	<1,00	<1,00
Nickel (Ni)	Nickel (Ni)	mg/kg MS	15,5	17,1	15,6	38,2	23,3
Phosphore (P)	Phosphore	mg/kg MS	559	1190	391	-	-
Plomb (Pb)	Plomb (Pb)	mg/kg MS	20	24,8	26,3	102	45
Sélénium (Se)	Sélénium (Se)	mg/kg MS	<5,00	<5,00	<5,10	3,37	<1,00
Zinc (Zn)	Zinc (Zn)	mg/kg MS	74,9	121	78,6	315	148
Mercuré (Hg)	Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	0,16	0,11
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)	Naphtalène	mg/kg MS	0,045	0,074	0,013		
	Acénaphthylène	mg/kg MS	0,015	0,018	0,0043		
	Acénaphthène	mg/kg MS	0,021	0,041	0,009		
	Fluorène	mg/kg MS	0,049	0,075	0,0066		
	Phénanthrène	mg/kg MS	0,072	0,11	0,038		
	Anthracène	mg/kg MS	0,018	0,019	0,011		
	Fluoranthène	mg/kg MS	0,036	0,073	0,051		
	Pyrène	mg/kg MS	0,026	0,056	0,045		
	Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS	0,022	0,051	0,036		
	Chrysène	mg/kg MS	0,026	0,068	0,051		
	Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,029	0,06	0,049		
	Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,014	0,042	0,029		
	Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,029	0,059	0,043		
	Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	0,0037	0,011	0,01		
	Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS	0,026	0,045	0,04		
	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS	0,09	0,049	0,045		
	Somme des HAP	mg/kg MS	0,46	0,85	0,47		
PCB congénères réglementaires (7 composés) (Brut)	PCB 28	mg/kg MS	<0,0012	0,0093	<0,0012		
	PCB 52	mg/kg MS	0,014	0,017	<0,0012		
	PCB 101	mg/kg MS	0,0066	0,006	<0,0012		
	PCB 118	mg/kg MS	0,0017	0,0013	<0,0012		
	PCB 138	mg/kg MS	0,0032	0,0014	<0,0012		
	PCB 153	mg/kg MS	0,0039	0,0024	<0,0012		
	PCB 180	mg/kg MS	<0,0012	<0,0013	<0,0012		
	SOMME PCB (7)	mg/kg MS	0,029	0,037	<0,0012		
Mesure du pH Lixi	pH (Potentiel d'Hydrogène)		7,9	7,9	8,1		
	Température de mesure du pH	°C	20	20	21		
Conductivité lixi	Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	501	362	723		
Demande Chimique en Oxygène (DCO) soluble	Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/kg MS	829	845	1960		

ANNEXE P : Densité pour 100m² des peuplements piscicoles retrouvés sur le Filet

Nom vernaculaire	Inventaire piscicole		Densité sur 100m ²			
	Nom latin	Code	2001	2015	2016	2019
Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>	ABL	14,5	2,9	48,33	0,00
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	ANG	0,5	2,5	2,08	0,00
Bouvière	<i>Rhodeus amarus</i>	BOU	18	132,9	32,50	2,03
Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i>	BRB	6,5	0	0,00	0,00
Brème commune	<i>Abramis brama</i>	BRE	2,2	21,7	3,33	0,00
Brochet	<i>Esox lucius</i>	BRO	1,9	0	0,00	0,00
Carassin	<i>Carassius carassius</i>	CAS	3,5	221,7	0,00	0,00
Carassin argenté	<i>Carassius auratus gibelio</i>	CAA	0	0	30,83	0,34
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	CCO	0	0	0,83	0,00
Carpe miroir	<i>Cyprinus carpio</i>	CMI	0	2,1	0,42	0,00
Chevaine	<i>Squalius cephalus</i>	CHE	14,2	12,5	10,83	0,00
Cyprinidés	<i>Cyprinidae</i>	CYP	0	0,8	0,00	0,00
Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	EPI	0,8	0	5,83	0,00
Epinochette	<i>Pungitius</i>	EPT	1,3	2,5	2,50	0,00
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	GAR	46,2	29,2	61,25	0,68
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	GOU	32,8	60,8	178,33	0,00
Loche de rivière	<i>Cobitis taenia</i>	LOR	3,8	2,1	19,17	0,00
Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	LOF	2,2	4,6	0,42	0,00
Perche commune	<i>Perca fluviatilis</i>	PER	0,5	0	0,00	0,00
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	PES	1,3	0	0,42	0,00
Poisson Chat	<i>Ameiurus melas</i>	PCH	3	0,8	5,00	0,00
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	PSR	0	241,3	41,25	2,70
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ROT	0,3	0	5,00	0,34
Sandre	<i>Stizostedion (Sander) lucioperca</i>	SAN	2,4	0	0,00	0,00
Spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	SPI	0	0	0,83	0,00
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TAN	0	0,4	0,83	0,00

Annexe Q : Questionnaire pour les maires

Questionnaire pour les maires

Présentation

Bonjour,

Nous sommes un groupe de sept étudiants de Polytech Tours qui travaillons actuellement sur le Filet afin d'en faire un diagnostic et à terme un projet de restauration. Dans le cadre de ce projet nous aimerions vous rencontrer afin de discuter des problématiques de gestion et de restauration lié à ce cours d'eau. A ce titre nous aimerions savoir s'il est possible de prendre rendez-vous pour en discuter ? Si oui auriez-vous des disponibilités à nous donner ?

Je vous remercie d'avance pour votre réponse.

Votre territoire :

- Avez-vous une autre activité professionnelle ?
- Quelle est l'histoire de votre territoire ?
- Quels seraient les atouts et points faibles de votre territoire selon vous ?
- Quels sont les lieux d'intérêts (naturels et culturels) selon vous qui devraient être préservés et pourquoi ?

Gestion de l'eau :

- Quelles sont vos problématiques et vos enjeux par rapport à la gestion de l'eau et des milieux aquatiques en lien avec le Filet ? Comment y répondez-vous ?
- Avez-vous connaissance de sources de pollution sur ce cours d'eau ?
- Avez-vous remarqué des différences entre avant et après l'installation de la station d'épuration sur le Filet ?
- Avez-vous eu des requêtes d'habitants concernant l'aménagement du cours d'eau ?
- Avez-vous connaissance de conflits d'usages en lien avec le cours d'eau ? si oui, lesquels ?
- Quelles sont vos attentes vis-à-vis des cours d'eau (notamment du filet) et des milieux aquatiques ?
- Est-ce que vous avez connaissance d'un projet de restauration écologique sur le Filet ? Et d'autres projets éventuellement ?

MERCI DE VOTRE PARTICIPATION

Annexe R : Questionnaire pour les agriculteurs

Question pour les agriculteurs :

Présentation :

Bonjour,

Nous sommes un groupe de sept étudiants de Polytech Tours qui travaillons actuellement sur le Filet afin d'en faire un diagnostic et à terme un projet de restauration. Dans le cadre de ce projet nous aimerions vous rencontrer afin de discuter des problématiques de gestion et de restauration lié à ce cours d'eau. A ce titre nous aimerions savoir s'il est possible de prendre rendez-vous pour en discuter ? Si oui auriez-vous des disponibilités à nous donner ?

Je vous remercie d'avance pour votre réponse.

Questions :

- Depuis quand exercez-vous votre métier ?
- Quels types de culture pratiquez-vous ?
- Quels sont pour vous et vos activités les principaux enjeux et problèmes liés à l'eau ?
- Connaissez-vous ou avez-vous eu connaissance de conflits liés à l'usage du cours d'eau ?
- Est-ce que vous utilisez la ressource en eau qu'est le Filet ? Si oui, comment (irrigation, drainage...)?
- Constatez-vous sur votre parcelle des traces d'érosion ou d'un sol ? Si lesquelles ?
- Considérez-vous que vos pratiques aient une influence importante sur le Filet ?
- Est-ce que vous trouvez que les politiques sur l'eau sont pertinentes par rapport à votre activité ? Est-ce assez facile à mettre en place ?
- Connaissez-vous des projets liés à la thématique de l'eau sur votre territoire ? Vous sentez vous intégrés à ces projets ou en êtes-vous acteur ?

MERCI DE VOTRE PARTICIPATION