

---

# Chantier Ecole Bassin Versant Le Battereau Et son bassin-versant

4<sup>ème</sup> année [Génie Aménagement &  
Environnement – IMA]

---

Partenaire Professionnel : Syndicat Mixte  
Nouvel Espace du Cher (NEC)  
Adresse : 39 rue Gambetta – 37150 BLÉRÉ



Roxane BIGOT Mathilde BOUCHE Gaël CHENEAU Thomas DAY  
Morgane FINIELS Elise GUIRAUD Marion MANAUD Angel  
NEUENSCHWANDER Adrien PARAIS Stana SAVATTIER Alex SLIMANI

Filière Ingénierie des Milieux Aquatiques  
2019-2020

## Remerciements

L'ensemble des élèves ayant travaillé sur le bassin versant du Battereau tient à remercier toutes les personnes ayant permis le bon déroulement et la réussite de cette étude ; **Virginie Sautère**, chargée de mission au Syndicat Nouvel Espace du Cher, **Jean-Michel Uhart**, adjoint au maire de la commune de Saint-Martin-le-Beau, **Anthony Rassi**, Viticulteur producteur récoltant au Domaine les Pierres Écrites de Saint-Martin-le-Beau, **Frédérique Clavel**, propriétaire de l'étang du Battereau ainsi que tous les habitants interrogés. Nous tenons à les remercier pour nous avoir accordé de leur temps et nous avoir fourni des renseignements essentiels.

Par ailleurs, nous tenons également à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique ainsi que les intervenants pour nous avoir aidé et avoir été à notre écoute :

- M. Christophe BLANCHARD,
- Mme Catherine BOISNEAU,
- Mme Célestine DELBART,
- M. Benoît DELEPLANCQUE,
- Mme Francesca DI PIETRO,
- M. Sébastien LEHMANN,
- M. Stéphane RODRIGUES,
- M. Vincent ROTGE,
- M. Sébastien SALVADOR-BLANES,
- M. José SERRANO,
- Mme Coraline WINTENBERGER.

## Sommaire

Remerciements .....	
Sommaire .....	1
Sigles.....	4
Introduction.....	6
1. Caractérisation physique du cours d'eau et du bassin versant.....	8
1.1. Localisation.....	8
1.2. Le cours d'eau et son bassin versant.....	8
1.2.1. Le réseau hydrographique.....	8
1.2.2. Obstacles à l'écoulement .....	10
1.3. Topographie .....	12
1.4. Géologie.....	14
1.4.1. Les couches géologiques non affleurantes.....	14
1.4.2. Les couches géologiques affleurantes.....	15
1.4.3. Coupe géologique.....	17
1.4.4. Hydrogéologie .....	20
1.5. Pédologie.....	22
1.5.1. Classification des sols .....	23
1.5.2. Textures superficielles.....	26
1.5.3. Réserves utiles potentielles.....	28
1.5.4. Aptitudes agricoles .....	29
1.6. Lien entre la pédologie et la géologie .....	30
1.7. Hydrogéochimie .....	30
1.7.1. Points de prélèvement et méthodes.....	30
1.7.2. Résultats des analyses et évaluation de la qualité de l'eau .....	32
1.7.3. Limites de l'évaluation de la qualité des eaux de bassin versant.....	33
2. Occupation du sol et paysage.....	34
2.1. Occupation du sol.....	34
2.2. Historique du cours d'eau et du bassin versant.....	35
2.2.1. Observation de l'évolution du bassin versant.....	35
2.2.2. Observation de l'évolution de parcelles présentes au sein du bassin versant .....	37
3. Sol et vulnérabilité à l'érosion.....	40
3.1. Etape 1 : Taux de couverture des sols.....	41

3.2.	Etape 2 : Pédologie .....	42
3.3.	Etape 3 : Topographie .....	44
3.4.	Le climat .....	46
3.5.	Résultats et interprétations.....	46
4.	Patrimoine culturel et naturel .....	51
4.1.	Patrimoine naturel .....	51
4.1.1.	Identification des zonages réglementaires .....	51
4.1.2.	Espèces réglementées présentes sur le bassin versant .....	52
4.1.3.	Limites de la démarche .....	53
4.2.	Patrimoine culturel.....	53
5.	Acteurs et usages liés à l’eau.....	54
5.1.	Les usages et conflits d’usages du bassin versant.....	55
5.1.1.	Population et usages domestiques .....	55
5.1.2.	Industries .....	62
5.1.3.	Activités agricoles.....	66
5.2.	Les acteurs et la gestion du cours d’eau et du bassin versant .....	68
5.2.1.	La gestion de l’eau en France .....	68
5.2.2.	La gestion de l’eau à l’échelle régionale et départementale .....	69
5.2.3.	La gestion de l’eau à l’échelle des intercommunalités et des communes .....	70
6.	Synthèse de l’état des lieux des pressions sur l’eau et les milieux aquatiques à l’échelle du bassin versant.....	73
7.	Diagnostic .....	74
7.1.	Atouts / Contraintes – Opportunités / Menaces.....	74
7.2.	Hierarchisation des enjeux de gestion du bassin versant croisés avec les usages .....	75
8.	Mesures d’aménagement de l’espace .....	78
8.1.	Renaturation de la partie aval du bassin versant.....	78
8.1.1.	Contexte .....	78
8.1.2.	Objectif du projet .....	78
8.1.3.	Localisation et mise en place du projet.....	79
8.1.4.	Cadre politique et financier.....	79
8.2.	La gestion des obstacles à l’écoulement .....	80
8.2.1.	Objectif du projet .....	80
8.2.2.	Localisation et mise en place du projet.....	82
8.2.3.	Cadre financier et politique.....	83
8.3.	Sentier de sensibilisation aux écosystèmes aquatiques .....	83
8.3.1.	Concertation entre les habitants et la commune.....	83

8.3.2. Proposition d'aménagement.....	83
Conclusion .....	86
Bibliographie.....	87
Table des figures.....	89
Table des tableaux.....	91

## Sigles

**AAPPMA37** : Association agréée de pêche et de protection des milieux aquatiques

**AFB** : Agence Française pour la Biodiversité

**AOC** : Appellation d'Origine Protégée

**BRGM** : Bureau des Recherches Géologiques et Minières

**CLC** : Corine Land Cover

**DCE** : Directive Cadre Européenne

**DDT** : Direction Départementale des Territoires

**DIG** : Déclaration d'Intérêt Général

**DREAL** : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

**EPCI** : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

**FERDER** : Fond Européen de Développement Régional

**GEMAPI** : Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations

**IBGN** : Indice Biologique Global Normalisé

**ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

**IOTA** : Installation, Ouvrage, Travaux et Activités

**IREP** : Registre des émissions polluantes

**LEMA** : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

**MEDDTL** : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement

**MESALES** : Modèle d'Évaluation Spatiale de l'Aléa Erosion des Sols

**MISE** : Missions Inter-Services de l'Eau

**MNT** : Modèle Numérique de Terrain

**NEC** : Nouvel Espace du Cher

**PAC** : Politique Agricole Commune

**PDIPR** : Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnées

**PPRI** : Plan de Prévention du Risque Inondation

**RGA** : Registre Graphique Agricole

**RPG** : Registre Parcellaire Graphique

**SAGE** : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

**SATES37** : Syndicat d'Assistance Technique pour l'Épuration et le Suivi des Eaux

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

**SEQ-Eau** : Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau

**SICALA** : Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Loire et de ses Affluents

**SPANC** : Service Public d'Assainissement Non Collectif

**ZNIEFF** : Zone Naturelle d'Intérêts Écologique, Faunistique et Floristique

## Introduction

En France, les pouvoirs publics mènent depuis des années une politique de reconquête de la qualité de l'eau. Pour y parvenir, ils s'appuient notamment sur la Directive Cadre sur l'Eau (DCE-2000) ou encore la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA-2006). Cette démarche de reconquête est réalisée dans le cadre des plans de gestion : les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) sur les bassins versants des grands fleuves, et les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sur de plus petits bassins versants. La première étape consiste à réaliser un diagnostic des cours d'eau et de leurs bassins versants. Dans un second temps, le travail comprend une identification des différentes pressions qui menacent la qualité des milieux, ce qui permettra enfin d'élaborer un programme d'action et proposer des aménagements visant à améliorer et restaurer l'état des cours d'eau et de l'ensemble de leurs bassins versants.

C'est dans ce contexte que le diagnostic du bassin versant du Battereau, sous bassin du Cher, qui s'étend sur un peu plus de 10 km<sup>2</sup> et comprend notamment la commune de Saint-Martin-Le-Beau a été réalisé en partenariat avec le Syndicat Mixte Nouvel Espace du Cher (NEC). Cette phase est une approche intégrée comprenant les états des lieux de la géologie, la pédologie, l'hydrogéochimie et la topographie du territoire, ainsi que l'identification des éléments patrimoniaux et des différents acteurs et usages liés à l'eau.

La synthèse complète de ces états des lieux permet d'identifier les atouts, les menaces, les opportunités et les faiblesses du territoire. Enfin pourront être émises des préconisations et mesures d'aménagement et de gestion du territoire en question afin d'atteindre les objectifs fixés.



---

*PREMIERE PARTIE :*  
*DIAGNOSTIQUE DU BASSIN*  
*VERSANT*

---

# 1. Caractérisation physique du cours d'eau et du bassin versant

## 1.1. Localisation

Le bassin versant du Battereau se situe dans le département de l'Indre-et-Loire, en région Centre-Val de Loire, à l'Est de Tours entre Amboise et Saint-Martin-le-Beau. Pour un périmètre de 26,35 km et une superficie est de 10,47 km<sup>2</sup>, il englobe les communes de Saint-Martin-le-Beau, Dierre, Amboise et Lussault-sur-Loire.

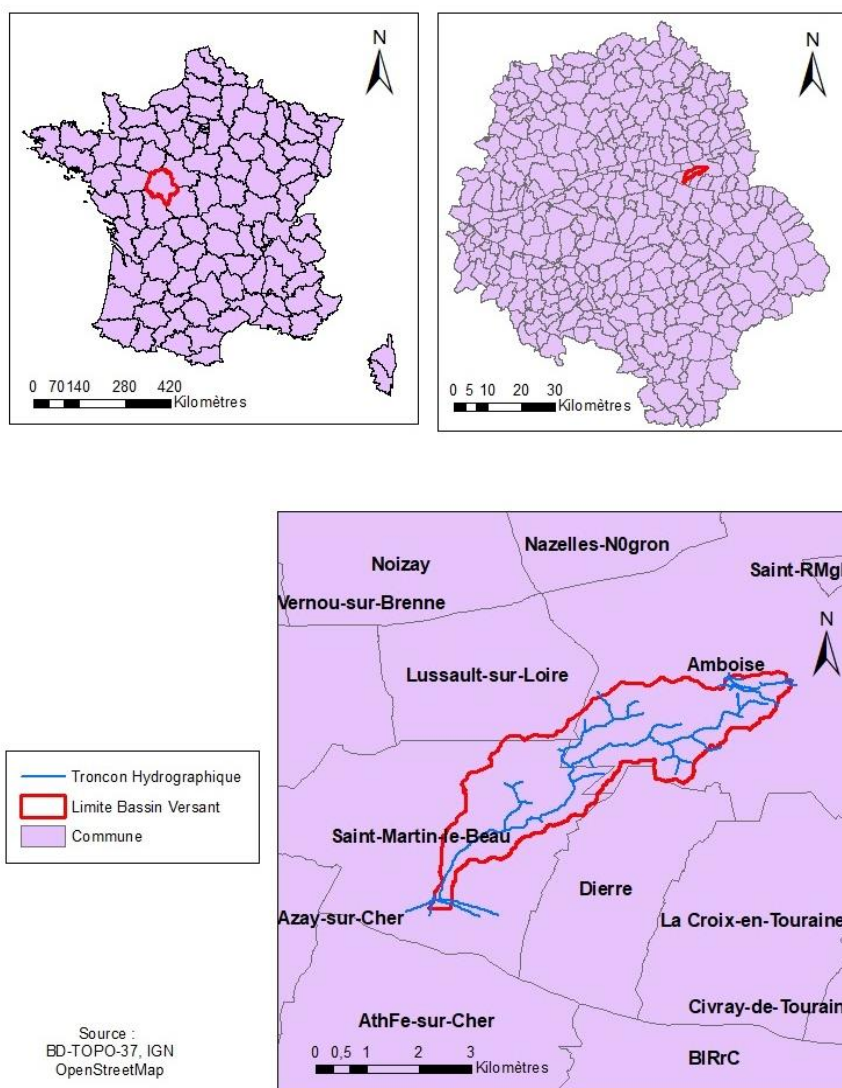


Figure 1 : localisation du bassin versant du Battereau à différentes échelles

## 1.2. Le cours d'eau et son bassin versant

### 1.2.1. Le réseau hydrographique

Le linéaire du ruisseau du Battereau est de 7,44 km. Cependant, seule une partie est classée en tant que "cours d'eau" avec un écoulement permanent tandis que le tronçon à l'amont du bassin versant dans la forêt d'Amboise est classé comme "fossé".

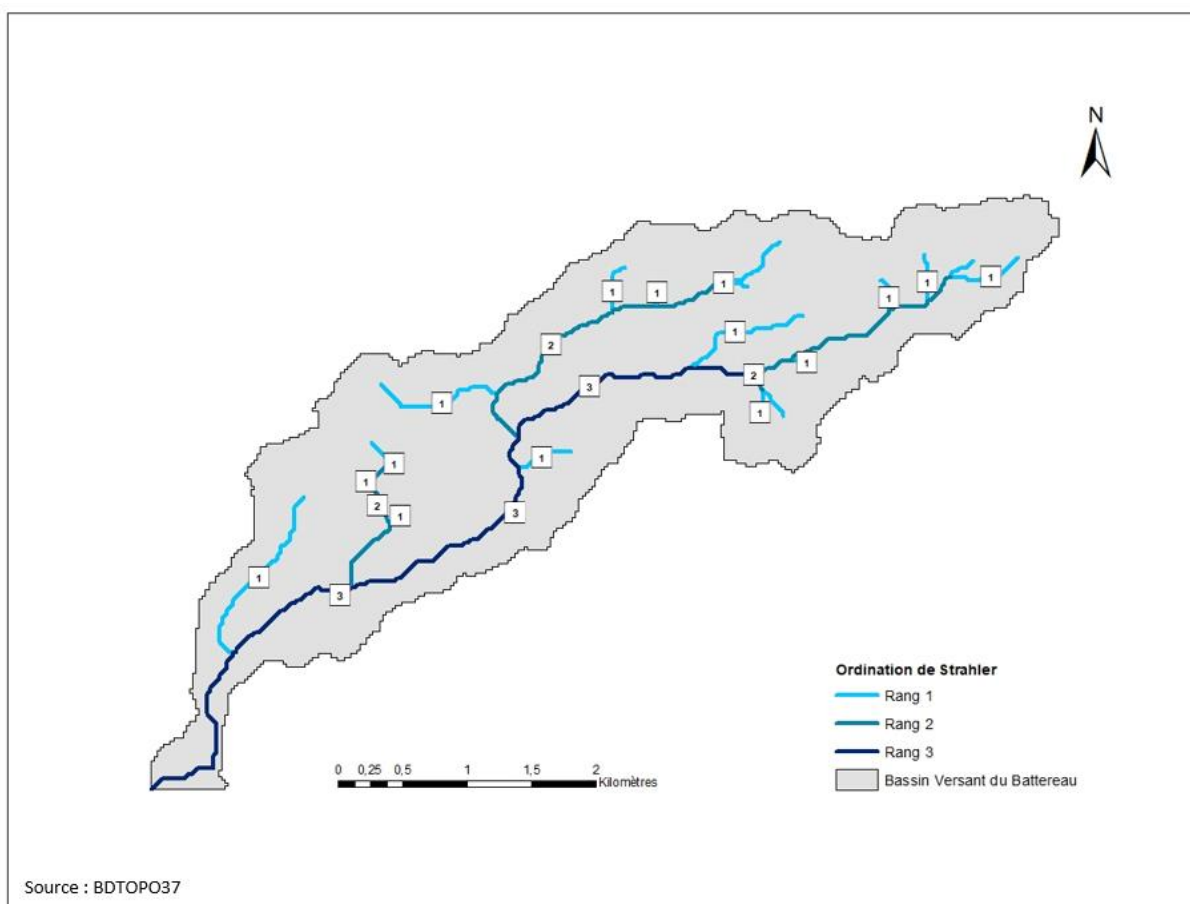


Figure 2 : carte des rangs de Strahler des cours d'eau du bassin versant

Le cours d'eau du Battereau prend son origine dans la forêt d'Amboise où il est alimenté par deux sources. D'une valeur de 3 selon l'ordination de Strahler à son exutoire, il est affluent du Filet, cours d'eau alimentant le Cher en rive droite.

L'aire de drainage du bassin versant égale à 10,47 km<sup>2</sup> permet de caractériser la forme de cette unité grâce à l'indice de compacité de Gravelius KG :

$$K_G = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec P = 26,35 km, le périmètre du bassin versant et A = 10,47 km<sup>2</sup>, sa superficie, nous avons ainsi KG = 2,3.

La valeur de 2,3 de l'indice de compacité de Gravelius indique une forme de bassin versant très allongée. Il présente ainsi des débits de pointe faibles, traduisant un temps de parcours des eaux assez long jusqu'à l'exutoire.

L'unité géographique étudiée est celle du bassin versant topographique et non celle du bassin versant hydrogéologique pour des raisons d'absence de données des écoulements souterrains. Ces écoulements ne sont donc pas pris en compte et seul le ruissellement de surface est compris dans cette étude.

C'est une importante simplification car nous avons la connaissance d'écoulements souterrains d'origine karstique et de sources dans le périmètre de délimitation.

### 1.2.2. Obstacles à l'écoulement

Au sein d'un cours d'eau, plusieurs obstacles peuvent être dénombrés et certains auront plus d'incidence sur la continuité écologique et sédimentaire que d'autres. Dans le but de dénombrer et de connaître la nature des obstacles au sein du cours d'eau le Battereau, un recensement a été effectué le dimanche 20/10/2019 après deux jours de pluie. Au total une quinzaine d'obstacles de différents types ont pu être observés.

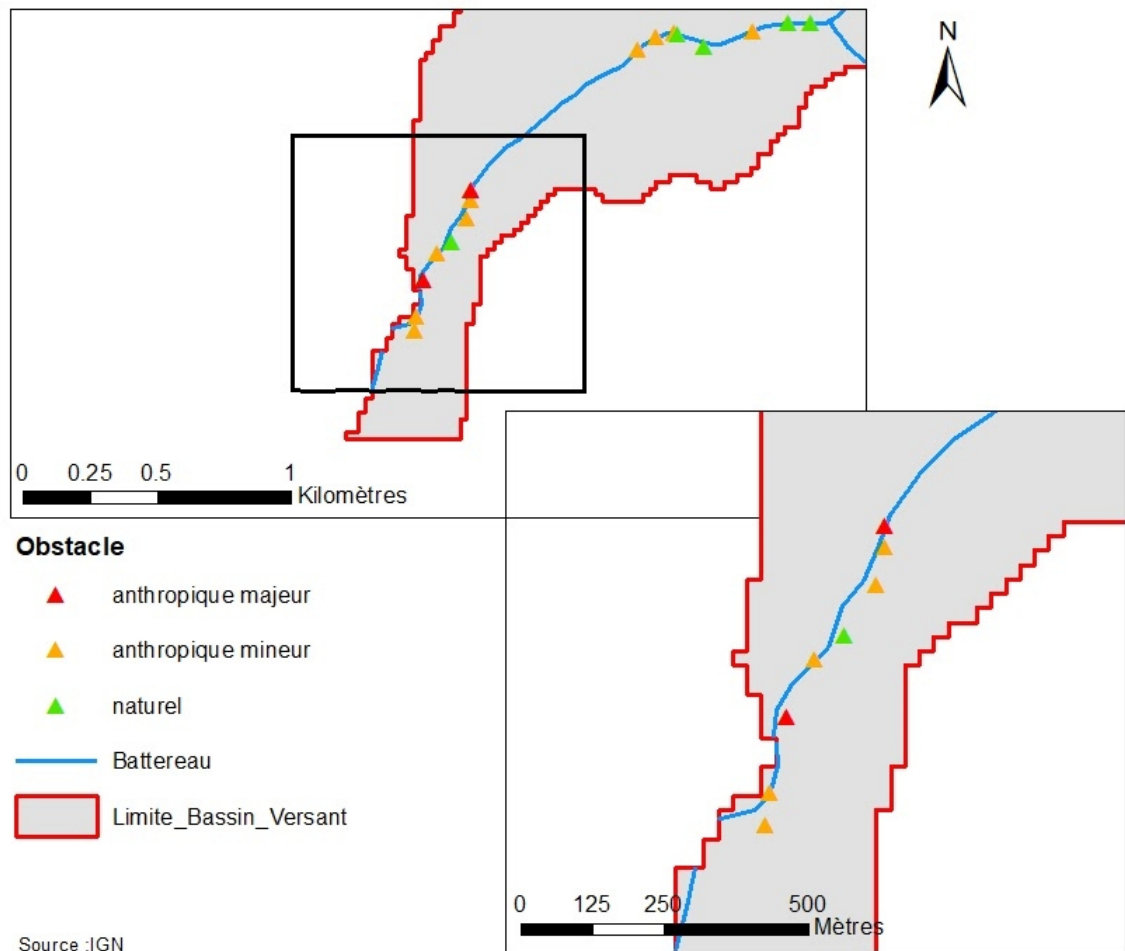


Figure 3 : carte des obstacles à l'écoulement présents sur le Battereau



Figure 4 : photographie d'embâcle sur le Battereau

Les obstacles ont été classés en trois catégories : ceux dit naturels, c'est-à-dire des embâcles (branches, tronc, etc.) présents dans le cours d'eau et qui vont dans certains cas gêner l'écoulement. Ce sont les obstacles les plus nombreux (figure 4) mais ces derniers peuvent servir d'habitats pour de nombreux invertébrés aquatiques. Cependant, ils n'ont pas tous été répertoriés à l'intérieur de la forêt car le cours d'eau était inaccessible.

Les autres obstacles sont de nature anthropique et ont été divisés en deux groupes : mineurs et majeurs. Les obstacles dits mineurs sont ceux ayant une largeur inférieure à la moitié de la largeur de la section. C'est le cas, par exemple, de l'aval du cours d'eau où ce dernier est canalisé et la présence de ponts vient réduire la section du lit mineur. Le lavoir présent

dans le bourg est également considéré comme obstacle mineur puisqu'il contraint le cours d'eau et le fait dévier (figure 5).

Concernant les obstacles majeurs, ce sont les aménagements responsables de la rupture de la continuité écologique et sédimentaire du cours d'eau. Un de ces obstacles est situé à l'aval de l'étang privé où deux ouvrages sont présents : l'un permet la régulation de l'étang et passe par la propriété privée du moulin, l'autre permet d'éviter un débordement de l'étang en cas de crue (figure 6).

Cet obstacle est source de contentieux entre la mairie et la propriétaire du terrain mais cette partie sera abordée plus en détails dans la partie usage et acteur.



*Figure 6 : photographie de l'ouvrage à débordement*

Un autre obstacle majeur est présent sur le cours d'eau et retient l'eau au sein de Saint-Martin-Le-Beau (figure 7). Cet obstacle pourrait servir de retenue d'eau pour les particuliers qui sont aux alentours. A noter que l'ensemble du cours d'eau n'a pas pu être étudié car il passe au sein de plusieurs propriétés privées.



*Figure 5 : photographie du lavoir présent dans le bourg de Saint-Martin-le-Beau*



*Figure 7 : photographie d'une retenue d'eau présente à l'aval du Battereau*



### 1.3. Topographie

Afin de rendre compte de la topographie des lieux, une carte des pentes a été réalisée ainsi qu'un profil topographique.

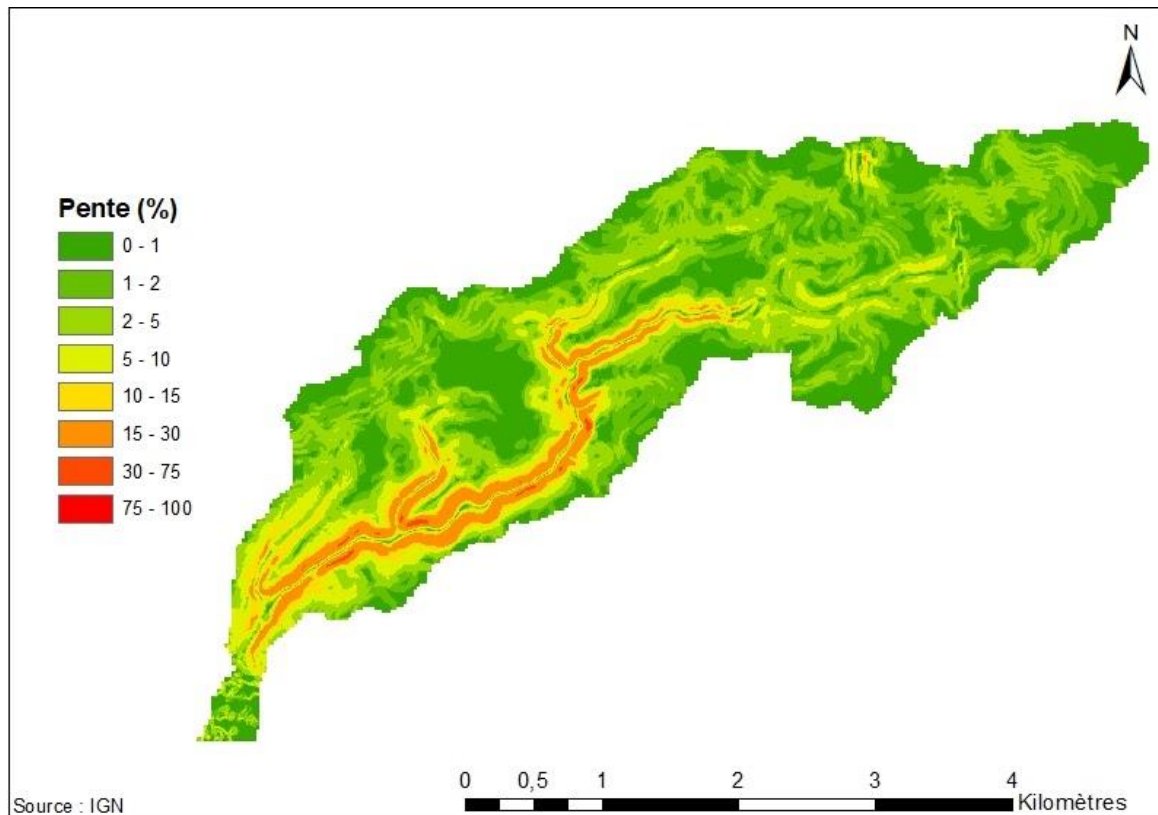


Figure 8 : carte des pentes au pas de 5 mètres sur le bassin versant du Battereau

Globalement, la pente du bassin versant est plutôt faible avec une moyenne de 4,0 % et toutefois un écart-type conséquent de 5,43 %. Les pentes apparaissent de plus en plus importantes en se rapprochant de l'exutoire. Par endroit, celles-ci peuvent atteindre une valeur maximale de 35,27 % sur les berges du Battereau.

La topographie du milieu ne paraît pas favorable à de forts écoulements de surface, limitant ainsi l'érosion. Toutefois, près de la moitié de la surface paraît présenter une pente au moins supérieure à 1,0 %. Ainsi, les écoulements peuvent donc se faire même à faible vitesse sur une grande partie du lieu.

Concernant le profil topographique, celui-ci nous montre que l'altitude maximum du cours d'eau est de 102 mètres et se trouve dans la zone amont. Ce profil présente plusieurs accentuations de la pente notamment à 250 mètres environ de la source et vers l'exutoire.

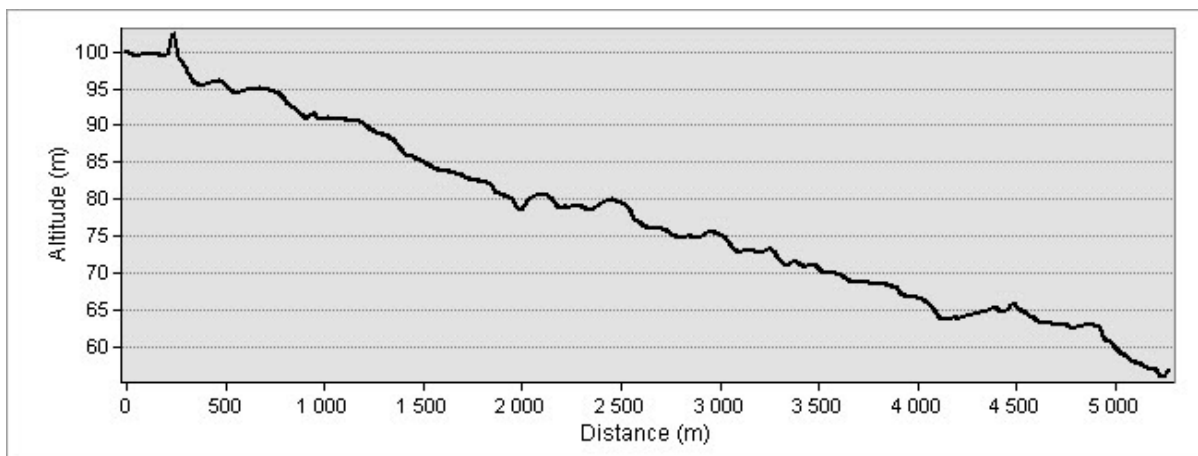


Figure 9 : profil topographique du Battereau

La courbe hypsométrique représente la proportion de la surface du bassin versant en fonction de l'altitude. Elle vient appuyer les observations rendues possibles grâce à la carte des pentes et au profil topographique en fournissant une vue globale de la pente et du relief sur le bassin versant. D'après le Modèle Numérique de Terrain (MNT), l'altitude moyenne est de 89 m, l'altitude maximale est de 127 m et le minimum est de 51 m. L'altitude médiane est de 98 m, ce qui est assez proche de la moyenne. Les pentes les plus fortes se trouvent majoritairement à basse altitude, tandis que la partie à plus haute altitude est plus plate.

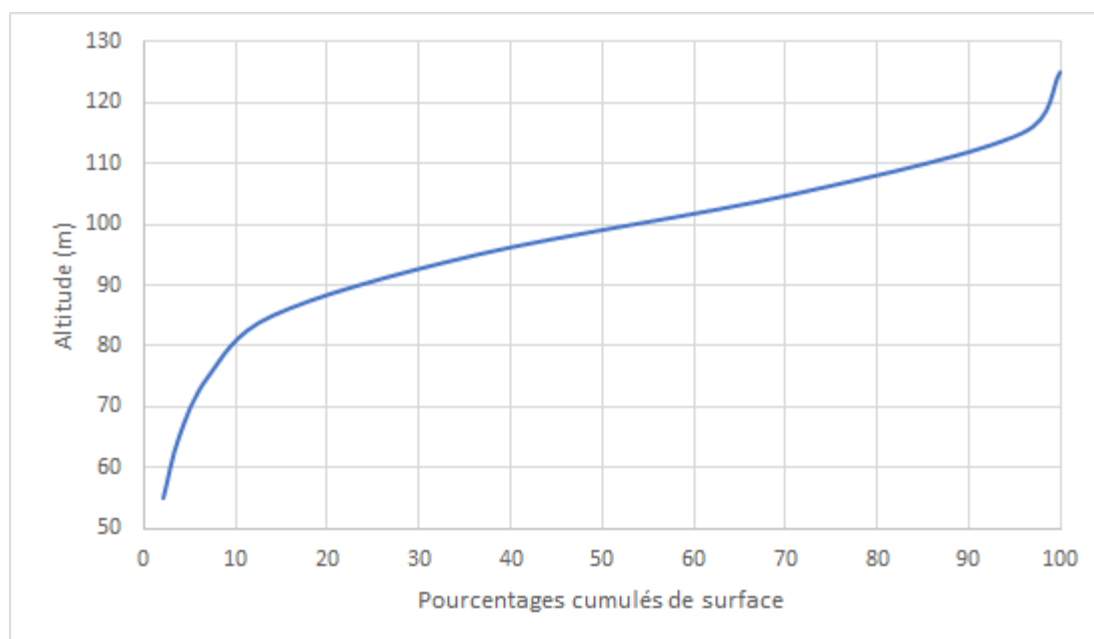


Figure 10 : courbe hypsométrique du bassin versant du Battereau

Ainsi le Battereau prend sa source dans la forêt d'Amboise et se jette dans le Filet, un affluent du Cher. Ce cours d'eau draine une surface très allongée avec une pente faible, ce qui se traduit par des débits faibles. Lors des prospections de terrain, de nombreux obstacles ont été recensés dont deux considérés comme obstacles majeurs. En l'absence de passe à poissons, ces derniers constituent un problème en ce qui concerne la continuité écologique du cours d'eau. Les obstacles naturels peuvent également perturber le cours d'eau en lui apportant des modifications physiques mais cela reste négligeable dans le cas du Battereau au vu de son faible débit voire de l'absence d'eau dans la partie boisée du bassin versant en période d'étiage comme expliqué précédemment.

## 1.4. Géologie

Le bassin versant du Battereau est situé dans la partie centre orientale de la Touraine. La géologie du territoire étudié concorde ainsi avec celle de cette région : une géologie relativement récente dont les débuts remontent à l'Ère secondaire (-252 à -65 millions d'années).

Située au sud-ouest du bassin sédimentaire du Bassin Parisien, l'histoire géologique de la Touraine témoigne d'un contexte maritime. Le retraitement de la mer a précédé un contexte de plaine alluviale dont les reliefs ont été creusés par les cours d'eau (Zadora-Rio 2014).

L'étude géologique suivante du bassin versant du Battereau s'appuie sur la notice de la carte géologique d'Amboise et sur la modélisation faite sur le logiciel ArcGIS de la carte géologique du département d'Indre et Loire (37).

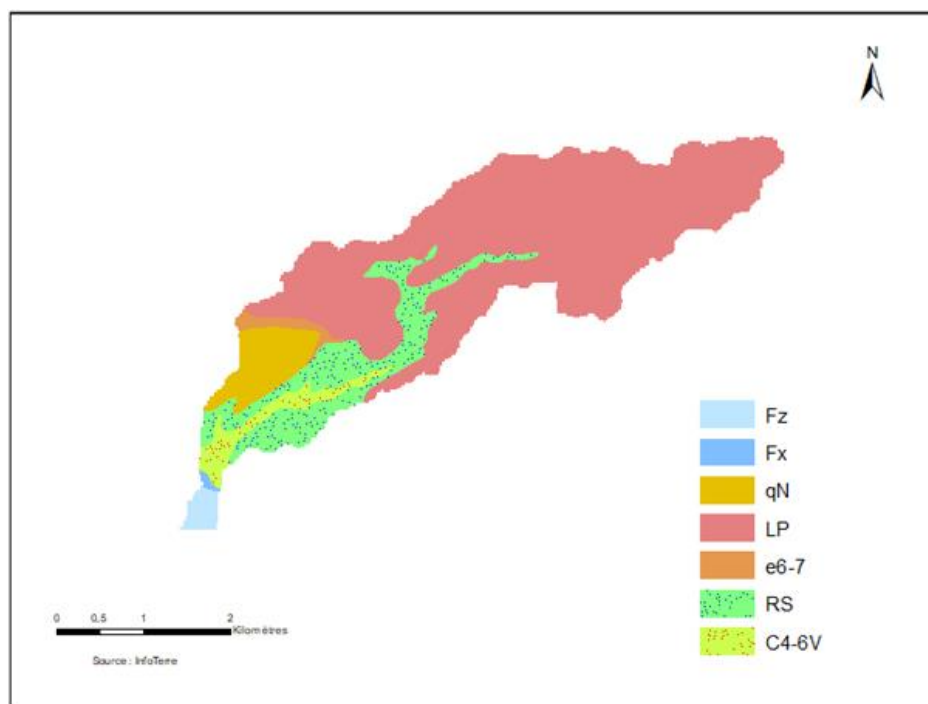


Figure 11 : représentation cartographique des couches géologiques affleurantes sur le bassin versant du Battereau

### 1.4.1. Les couches géologiques non affleurantes

Plusieurs couches n'apparaissent pas à la surface du bassin versant mais ont pu être identifiées car situées à l'affleurement dans des bassins versants adjacents. Ces couches relèvent d'une importance non négligeable puisqu'elles contiennent des nappes phréatiques permettant un approvisionnement en eau potable. Ces différentes couches géologiques datent de l'ensemble de la période du Turonien, période allant de -89,8 à -93,9 millions d'années ainsi que du Cénomaniens datant de -93,9 à -100,5 millions d'années. L'ensemble de cette période est caractérisée par l'instauration d'une sédimentation marine (Alcaydé 1968).

La période du Turonien est divisée en trois couches géologiques différentes. Plus précisément, on y trouve du Tuffeau jaune de Touraine d'une épaisseur de 20 mètres. C'est une formation géologique essentiellement détritique se présentant soit sous forme de calcaires gréseux, soit sous forme de craie jaune sableuse tendre et riche en quartz, soit sous forme de couches à Bryozoaires (invertébré marin



dont l'enveloppe externe est calcaire) bien développées. Des silex composent aussi l'ensemble de cette couche. En-dessous du Tuffeau jaune se trouve la couche de la craie micacée ou "Tuffeau de Bourré" datant du Turonien moyen. Il s'agit d'une couche de craie blanche friable avec des bandes de 1,50 mètre de grains de quartz et de paillettes de muscovite. L'épaisseur de cette couche est d'une quarantaine de mètres. Enfin, la dernière couche est celle de la Craie marneuse d'une épaisseur de 20 mètres aussi composée de silex noirs volumineux disposés en lits épais ainsi que de 15 mètres de craie marneuse sans silex se chargeant de glauconie à la base. La couche correspondant au Cénomani en possède une épaisseur difficilement estimable. Cette couche est composée essentiellement de marnes à Ostracées, sableuses et glauconieuses, reposant sur des grès et des sables grossiers glauconieux. A la base de cette couche se trouve des argiles grises ou noires avec des cailloutis.

#### 1.4.2. Les couches géologiques affleurantes

Les roches les plus anciennes à l'affleurement datent du Crétacé supérieur, plus précisément du Sénonien (-88.5 à -65 millions d'années). Les plus récentes correspondent à des dépôts sédimentaires alluviaux et éoliens.

Le phénomène d'érosion sur ce bassin versant rend non identifiable une partie des dépôts que l'on retrouve d'ordinaire à l'affleurement sur l'ensemble de la Touraine.

Tableau 1 : ères géologiques comprenant celles à l'affleurement

Millions d'années	Ere	Système	Sous-système	Étages	Code
			QUATERNAIRE		q
2 -	CÉNOZOÏQUE TERTIAIRE	NÉOGENE	PLIOCENE		Plaisancien / Astien
5,1 -			MIOCENE	SUPERIEUR	Tabianien = Zancéen
11,3 -					Messinien
14,4 -				Tortonien	m6
			MOYEN	Serravallien	m5
				Langhien	m4
				Burdigalien	m3
23 -		PALÉOGENE (NUMMULITIQUE)	INFÉRIEUR	Aquitainien	m2
38 -				Chattien	m1
42 -				Stampien	g2
			OLIGOCENE		g1
50,5 -			ÉOCENE	SUPÉRIEUR	Priabonien
54,9 -					Bartonien
60,2 -				MOYEN	e7
65				INFÉRIEUR	e6
73 -			PALÉOCENE		Lutétien
83 -					Yprésien
87,5 -					e5
88,5 -					e4
91 -	SECONDAIRE = MÉSOZOÏQUE	CRÉTACÉ	SUPÉRIEUR	Thanétien	e3
97,5 -				Montien	e2
				Danien	e1
			SÉNONIEN	Maestrichtien	c6
				Campanien	c5
				Santonien	c4
				Coniacien	c3
				Turonien	c2
				Cénomani en	c1

Tableau 2 : tableau récapitulatif des couches à l'affleurement dans le périmètre du bassin versant du Battreau

Identifiant	Nom de la roche	Ère	Épaisseur de la couche (m)
Fz	Lit mineur et alluvions récentes	Quaternaire	3
Fx	Alluvions des moyennes terrasses		8 à 10
qN	Sables éoliens		3
LP	Limon des plateaux		< 2
e6-7	Poudingues et cailloutis siliceux, argiles et argiles à silex	Tertiaire	3
RS	Argiles à silex	Secondaire	8 à 9
C4-6V	Craie de Villedieu		13 à 15

#### *1.4.2.1. Les dépôts du Crétacé supérieur (-97.5 à -65 millions d'années)*

Le Sénonien (-88,5 à -65 millions d'années) correspond à la fin du processus de régression marine dans la région. Différents types de dépôts sont mis en place dont la couche C4-6V de la carte géologique. Cette formation, la plus ancienne à l'affleurement, correspond à la craie de Villedieu.

Cette craie blanche à silex est liée au retraitement d'une mer peu profonde. Elle a un caractère poreux et n'est donc pas perméable. Elle représente 4,11 % des roches à l'affleurement sur ce bassin versant et son épaisseur avoisine les 13 à 15 mètres.

Cette dernière est recouverte d'une couche d'argile datant aussi du Sénonien : c'est la seconde formation la plus vieille observable à l'affleurement. Produit de décalcification de la craie, elle résulte de l'altération des formations datant du Turonien. Cette couche d'argile à silex (RS) apparaît sur la carte au niveau des cours d'eau ponctuels : elle correspond aux sources d'apparition des cours d'eau.

Cette couche est aussi témoin de la présence de la mer. C'est une formation argilo-siliceuse constituée d'argiles imperméables, de silex (fossiles de spongiaires) et spongolites (roche friable composée de silice microcristalline, d'argiles et de spicules d'éponges).

Cette formation a une épaisseur de 8 à 9 mètres sur le territoire étudié et représente 1,59 % des roches présentes à l'affleurement.

Cette couche de craie datant du Sénonien est une des subdivisions de la nappe de la Craie Séno-Turonienne. Bien que poreuse, la craie n'est cependant pas perméable et présente de nombreux réseaux karstiques.

Souvent recouverte d'une couche d'argiles à silex, la nappe de la Craie est cependant en majorité libre. Lorsque sa surface piézométrique se situe sous la nappe de la Beauce, elle est considérée comme captive. La nappe est drainée par les importants cours d'eau de la région : dans notre cas, les réseaux karstiques présents dans le périmètre du bassin versant du Battereau sont drainés par le Cher. Cette nappe participe ainsi au soutien d'étiage des cours d'eau en été.

#### *1.4.2.2. Les dépôts de l'Eocène supérieur (-45 à -38 millions d'années)*

La période de l'Eocène correspond à de forts phénomènes d'altération induits par des écoulements fluviaux en provenance du Massif Central. Ce processus a entraîné une dissolution de la silice qui a par la suite précipité pour former une croûte dure.

Après altération, cette dernière s'est fragmentée en poudingues siliceux appelés « perrons » : des éléments grossiers arrondis et blocs isolés cimentés entre eux.

Ces poudingues sont noyés dans des argiles et des cailloutis mêlés à des sables et graviers. Cette couche nommée « poudingues et cailloutis siliceux » correspond au code e6-7 a.

On retrouve cette couche sur une épaisseur d'environ 3 mètres qui représente 1,59 % des roches à l'affleurement.

#### *1.4.2.3. Les dépôts du Quaternaire (-2 millions d'années à aujourd'hui)*

Le Quaternaire est une alternance de périodes de glaciation et de réchauffement. Le climat semblable à celui de la Sibérie actuelle comprenait d'importants phénomènes venteux et un paysage très peu végétalisé.

Les limons des plateaux (LP) que l'on retrouve à l'affleurement sont témoins de cette période périglaciaire : le phénomène de plaquage éolien des particules fines (limons) a recouvert les zones topographiquement élevées de l'ordre d'une centaine de mètres.

Ces dépôts datent de la fin du Pléistocène (110 000 à 10 000 ans), ils représentent 70,06 % des roches à l’affleurement sur une épaisseur inférieure à 2 mètres.

Les sables éoliens (F) observés à l’affleurement sont supposés être très récents : ce sont des sables homométriques rencontrés en bordure de la vallée du Cher. Ils forment une couche d’environ 3 mètres et représentent 6,44 % des roches à l’affleurement du bassin versant.

Des formations alluviales basses (Fx) d’une épaisseur comprise entre 8 à 10 mètres ainsi que des alluvions fluviales modernes (Fz) d’une épaisseur de 3 mètres sont aussi comprises à l’affleurement du bassin versant. Ces couches représentent respectivement 0,24 % et 1,55 % des roches affleurantes.

Le diagramme suivant condense le pourcentage de présence des différentes couches géologiques affleurantes en tenant compte de leur pourcentage respectif d’apparition à la surface.

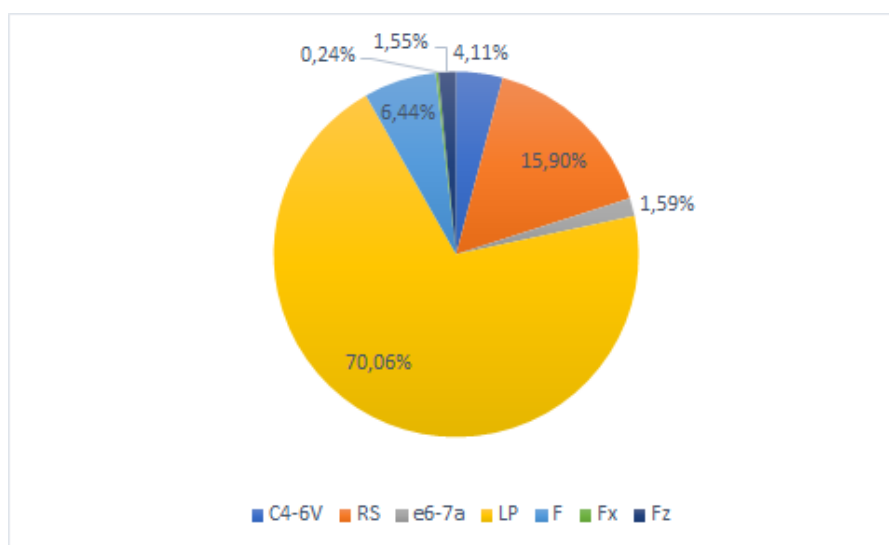
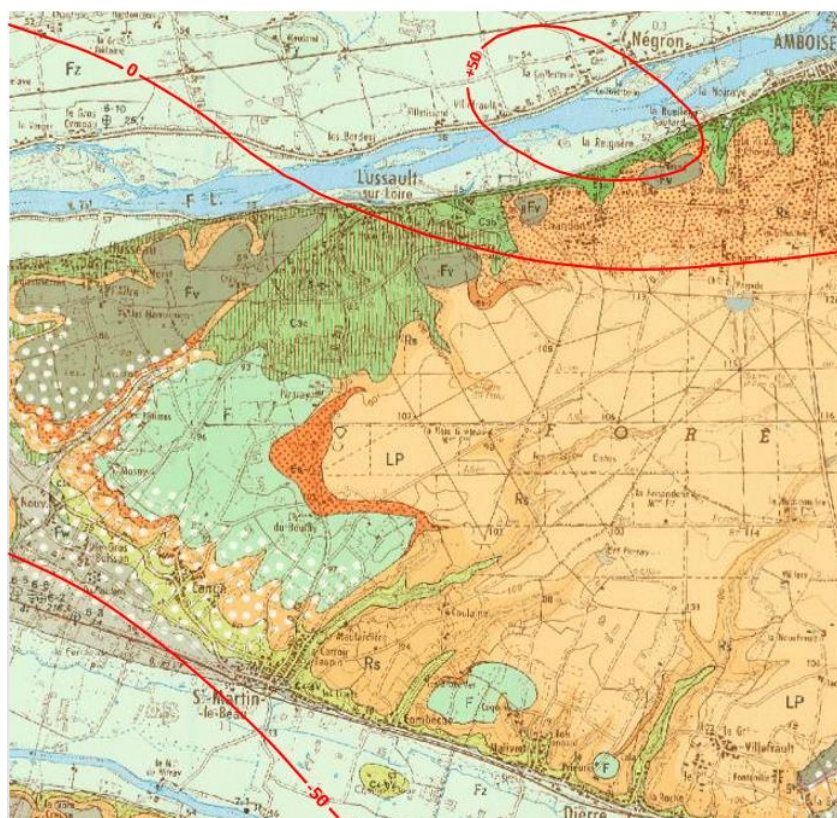


Figure 12 : diagramme représentatif des proportions des couches à l’affleurement sur le bassin versant du Battureau

#### 1.4.3. Coupe géologique

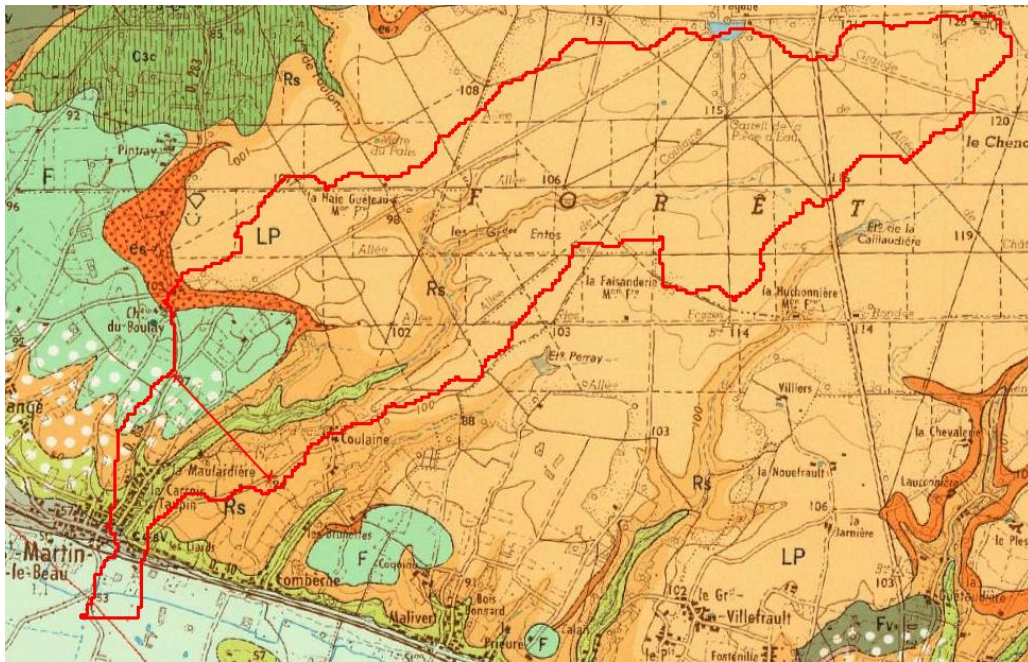
La coupe géologique a été construite grâce aux isobathes définissant le toit du Cénomanien : défini à -40 mètres au niveau du transect de la coupe géologique, ce “toit” délimite la profondeur maximale de représentation des couches géologiques.

Ces isobathes renseignent aussi sur les différences de niveau à la surface de cette couche du Cénomanien et permet de constater que le secteur du bassin versant est localisé sur un dénivelé de 100m.



Source : Visualiseur InfoTerre n.d.  
Figure 13 : isobathes du toit du Cénomanien





Source : Visualiseur InfoTerre n.d.

Figure 14 : localisation du transect de la coupe géologique

Après délimitation du transect, la représentation de la coupe peut être faite à l'aide de la légende de la carte géologique de la région d'Amboise.

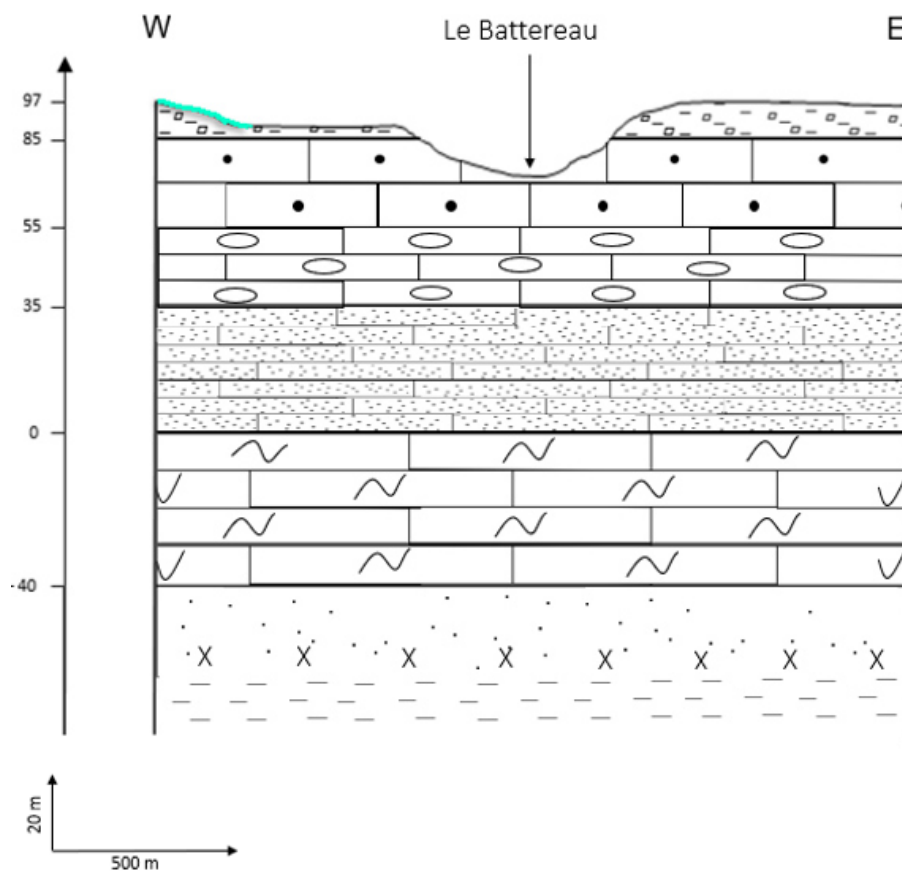
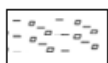


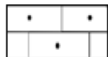
Figure 15 : coupe géologique du transect au sein du bassin versant du Battereau

Légende de la coupe géologique :

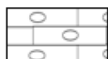
**Formations profondes :**



RS : argiles à silex (13 m)



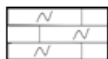
C4-6V + C4-6B : craie de Villedieu et craie de Blois (30 m)



C3c : tuffeau jaune (20 m)



C3b : craie blanche micacée (35 m)




C3a : craie marneuse (40 m)



Cénomanién

**Formations superficielles :**

 F : sables éoliens

#### 1.4.4. Hydrogéologie

Le bassin versant du Battereau comprend plusieurs nappes aquifères. En partant de la surface on trouve :

- La nappe superficielle de Craie du Séno-Turonien du bassin versant du Cher libre. Elle est située dans les faciès calcaréo-gréseux du Crétacé, c'est-à-dire dans les couches de la craie de Villedieu et de Blois ainsi que dans les couches datant du Turonien.
- La nappe semi-profonde au sein des sables du Cénomanién. Au niveau de notre bassin versant, cette nappe est considérée comme captive car elle est recouverte par de la "marne à Ostracées". Il est à préciser que dans l'ensemble de la couche du Cénomanién, de par l'alternance de sables et de bancs de grès, il existe plusieurs niveaux de nappes qui se superposent. Il est cependant admis qu'il s'agit d'une seule et même nappe puisqu'il existe des intercommunications entre les différents niveaux.

On trouve au sein du bassin versant 5 puits et 6 forages différents. Le tableau suivant résume ces différents ouvrages ainsi que la couche géologique la plus profonde atteinte par ceux-ci.

Tableau 3 : tableau récapitulatif des 11 puits de forages présents sur le bassin versant du Battereau

Type	Altitude à la surface (m)	Profondeur de puisement (m)	Couche géologique atteinte
Puit	114	35	Craie de Villedieu et de Blois
	99	21,5	
	67	5,55	
	100	24	
	99	28,75	
Forage	86	41	Turonien
	90	50	
	90	42	
	103	39	
	95	44	
	82	14	Craie de Villedieu et de Blois

Le tableau ci-dessus indique que les forages et les puits vont essentiellement prélever de l'eau au sein de la craie de Villedieu et de Blois et des dépôts du Turonien. Il est alors possible d'affirmer que l'ensemble de ces ouvrages puise uniquement au sein de la nappe libre de la craie du Séno-Turonien du bassin versant du Cher libre. La carte suivante montre l'emplacement des puits et forages sur l'ensemble du bassin versant.

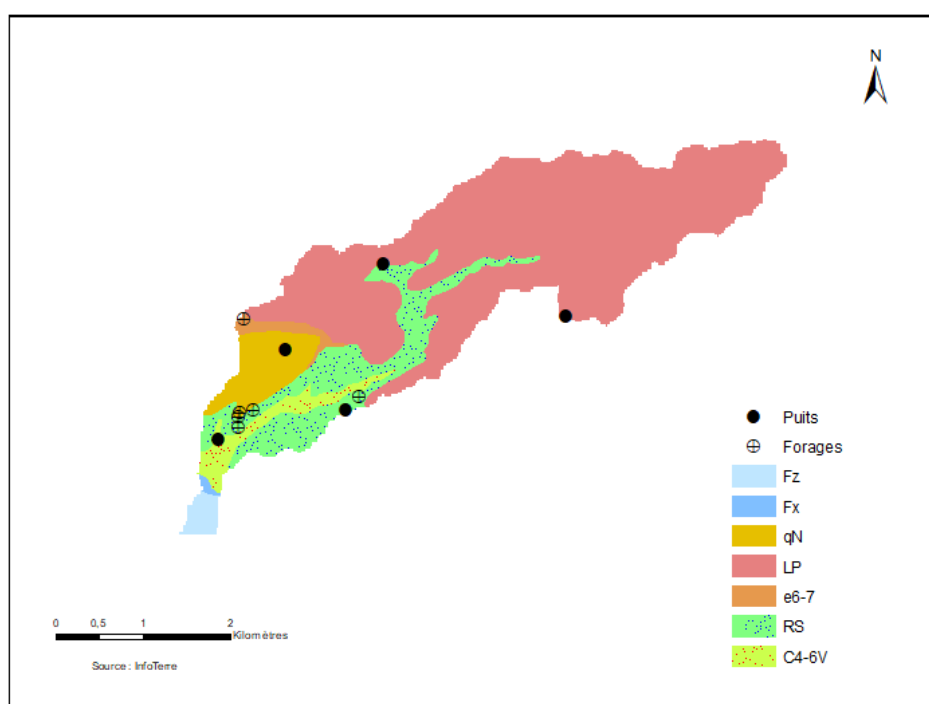


Figure 16 : représentation cartographique des localisations des puits et forages selon les couches géologiques à l'affleurement

Le bassin versant du Battereau présente différentes couches géologiques à dominante argileuse et calcaire. L'ensemble du bassin versant est recouvert par diverses alluvions sableuses et du limons. Ces différentes couches géologiques ont un important impact sur la composition et l'évolution de la pédologie du bassin versant qui sera analysée par la suite.

Concernant l'hydrogéologie du bassin versant du Battereau, nous constatons deux nappes pompées par des puits et forages qui sont la nappe superficielle de Craie du Séno-Turonien du bassin versant du Cher libre et la nappe semi-profonde au sein des sables du Cénomani.

### 1.5. Pédologie

L'analyse pédologique d'un territoire consiste à identifier les différents types de sols et étudier leurs dynamiques de formation et d'évolution au cours du temps. L'objectif de cette étape est d'acquérir des connaissances sur la physique du sol afin de comprendre comment l'eau y circule. A noter que le caractère pédologique d'un sol est très souvent lié aux formations géologiques sous-jacentes, ce qui peut aider à comprendre certains fonctionnements du sol.

La carte pédologique utilisée pour cette partie date de 1985. En 2008, le référentiel pédologique a été mis à jour et les noms des différents types de sols ont été modifiés. Ces noms sont surtout employés par la communauté scientifique. Mais chaque sol possède également un nom dit vernaculaire, c'est-à-dire un nom courant, propre à la région et souvent utilisé en agriculture.

Tableau 4 : différents types de sols et leurs autres noms correspondants

Nom carte pédologique	Nom vernaculaire	Nom référentiel pédologique (CPCS)
Sols colluviaux non calcaires	Terre de fonds, varenne limoneuse	Colluviosols
Sols colluviaux saturés ou calcaires	Terre de fonds, varenne argileuse, champeigne noire	Colluviosols
Rendzines rouges recarbonatées	Galuche	Rendosols
Sols bruns modaux, mésotrophes	Limon argileux sur silice, sable	Fluviosols brunifiés
Complexe de sols bruns et de sols bruns faiblement lessivés	Bournais type sur argile à silex, bournais battants	Brunisols eutriques ou dystriques luviques
Sols bruns lessivés	Bournais mi-lourd à lourd	Néoluviosols
Sols lessivés	Bournais type sur argile à silex, bournais battants	Luviosols



### 1.5.1. Classification des sols

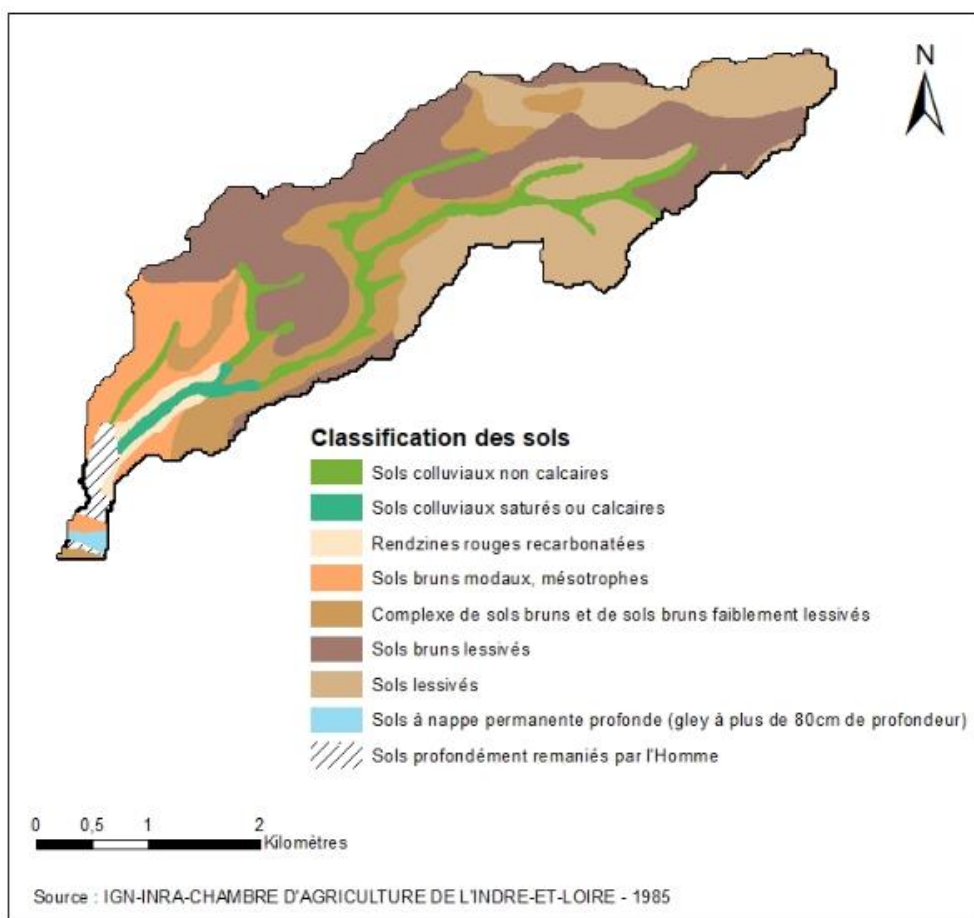


Figure 17 : carte des types de sols sur le bassin versant de Saint-Martin-le-Beau

- **Sols colluviaux non calcaires**

Nom actuel : colluviosols

Nom vernaculaire : Terre de fonds, varenne limoneuse

Ils représentent 9 % de la surface du bassin versant. Leur couleur va du brun noir au gris pâle. L'horizon de surface, entre 15 et 25 cm, est très sensible à la battance et aux tassements. L'activité biologique au sein des sols colluviaux est bonne, tout comme le taux de matière organique, avec un rapport C/N entre 8 et 12.

Et la faible compacité de ce sol permet un enracinement profond de plus d'un mètre.

- **Sols colluviaux saturés ou calcaires**

Nom actuel : colluviosols

Nom vernaculaire : Terre de fonds, varenne argileuse, champeigne noire

Ils représentent 2 % de la surface du bassin versant. Ce sont des sols de bas de pente formés à partir des matériaux arrachés par l'érosion des pentes situées au-dessus. Ces sols sont le plus souvent dépourvus de nappe d'eau souterraine.

- **Rendzines rouges recarbonatées**

Nom actuel : rendosols

Nom vernaculaire : tuf blanc, petite Champeigne, galuche (en Touraine), rendzines

Ce type de sol représente 2 % de la surface du bassin versant. L'horizon de surface, entre 15 et 20 cm, est de couleur gris blanc à blanche, notamment à l'état sec. Il est aussi caractérisé par une forte charge caillouteuse (cailloux de craie de forme arrondie et émoussée). Il est non hydromorphe et n'est pas sensible à la battance. La profondeur d'enracinement est de 30 à 50 cm et le rapport C/N est entre 8 et 10.

- **Sols bruns modaux, mésotrophes**

Nom actuel : fluviolsols brunifiés

Nom vernaculaire : Limon argileux sur silice, sable

Ces sols représentent 9 % de la surface du bassin versant. Il s'agit de sols associés à des roches riches en calcium. Leur structure est à tendance cubique et leur réaction est neutre. Le niveau de fertilité est élevé ce qui explique pourquoi ils sont si prisés pour l'agriculture. Le rapport C/N est de l'ordre de 10. Le pH est situé entre 7,7 et 8,5 (c'est un sol alcalin).

- **Complexe de sols bruns et de sols bruns faiblement lessivés**

Nom actuel : brunisols eutriques ou dystriques luviques

Nom vernaculaire : Bournais (ou bornais) mi-lourd à lourd sur argile à silex

Ce type de sol représente 17 % de la surface du bassin versant.

Les sols se voient attribuer cette typologie lorsque les sols bruns et les sols bruns lessivés ne sont pas différenciables.

- **Sols bruns lessivés**

Nom actuel : néoluvisols

Nom vernaculaire : bournais mi-lourd à lourd

Ils représentent 35 % de la surface du bassin versant. Leur couleur va du brun foncé au brun gris. L'horizon de surface, entre 20 et 30 cm, est sensible à la battance et aux tassements, et son pH est compris entre 5,5 et 7. Il est appauvri en argile et en fer. Son rapport C/N est de 8 à 10. L'horizon sous-jacent concentre l'argile et le fer. Ce sol est également caractérisé par une hydromorphie forte et une profondeur d'enracinement de 60 à 100 cm.

- **Sols lessivés**

Nom actuel : luvisols

Nom vernaculaire : Bournais type sur argile à silex, bournais battants

Les sols lessivés représentent 24 % de la surface du bassin versant. Les Luvisols sont issus des dépôts de limons éoliens (limons des plateaux) qui ont recouvert les formations tertiaires et ont subi un lessivage important des argiles. Cette migration des argiles vers le bas va imperméabiliser le sol et le rendre hydromorphe. C'est-à-dire qu'il a une forte capacité à stocker l'eau. Cette hydromorphie peut occasionner une asphyxie de la microfaune et de la microflore du sol. Le drainage est donc souvent

utilisé pour permettre de les cultiver. Les luvisols sont de couleur brun à brun-gris et sont caractérisés par une nette différenciation entre les horizons supérieurs (15 à 25 cm), appauvris en argile et en fer et assez perméables, et les horizons plus profonds, enrichis en argile et en fer et présentant une perméabilité moindre. Ce type de sol est sensible à la battance et au tassement. Il présente un taux de matière organique moyen à faible (C/N entre 8 et 11).

- **Sols profondément remaniés par l'Homme**

Seuls 2 % sont des sols remaniés par l'Homme. Ils sont situés en partie aval du bassin versant et correspondent au village de Saint-Martin-le-Beau.

- **Sols à nappe permanente profonde**

Nom actuel : réductisols

Nom vernaculaire : varennas

Ils représentent 0,4% de la surface du bassin versant. Ce sont des gleys à plus de 80 cm de profondeur.

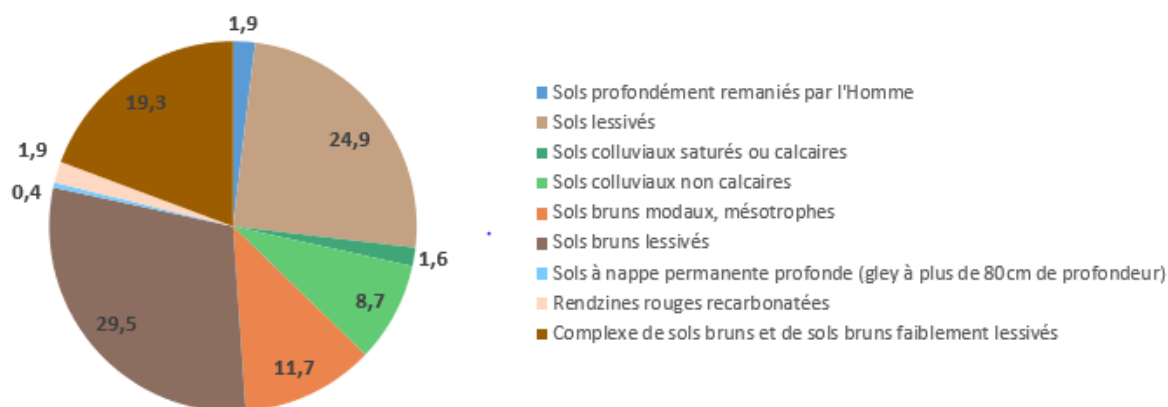


Figure 18 : proportions surfaciques des différents types de sols du bassin versant du Battereau

Les types de sols dominants sur le bassin versant sont les sols bruns lessivés (35 %), les sols lessivés (24 %) et les complexes de sols bruns et de sols bruns faiblement lessivés (17 %). Ce lessivage entraîne les particules argileuses et limoneuses du sol, ou les ions, des horizons supérieurs de celui-ci vers l'aval du bassin versant et vers les horizons plus profonds. Cela peut avoir un impact sur la qualité des eaux souterraines, et des cours d'eau.

Les sols bruns sont les sols les plus fréquemment rencontrés en zone tempérée, notamment dans les forêts de feuillus comme c'est le cas ici. Ils apparaissent à la suite du processus de brunification qui intervient après une décarbonatation et avant un lessivage. Le milieu, bien drainé et non calcaire, libère en quantité suffisante des argiles et des oxydes de fer, permettant ainsi la mise en place d'un complexe argilo-humique avec une liaison  $\text{Fe}^{2+}$  caractéristique.

### 1.5.2. Textures superficielles

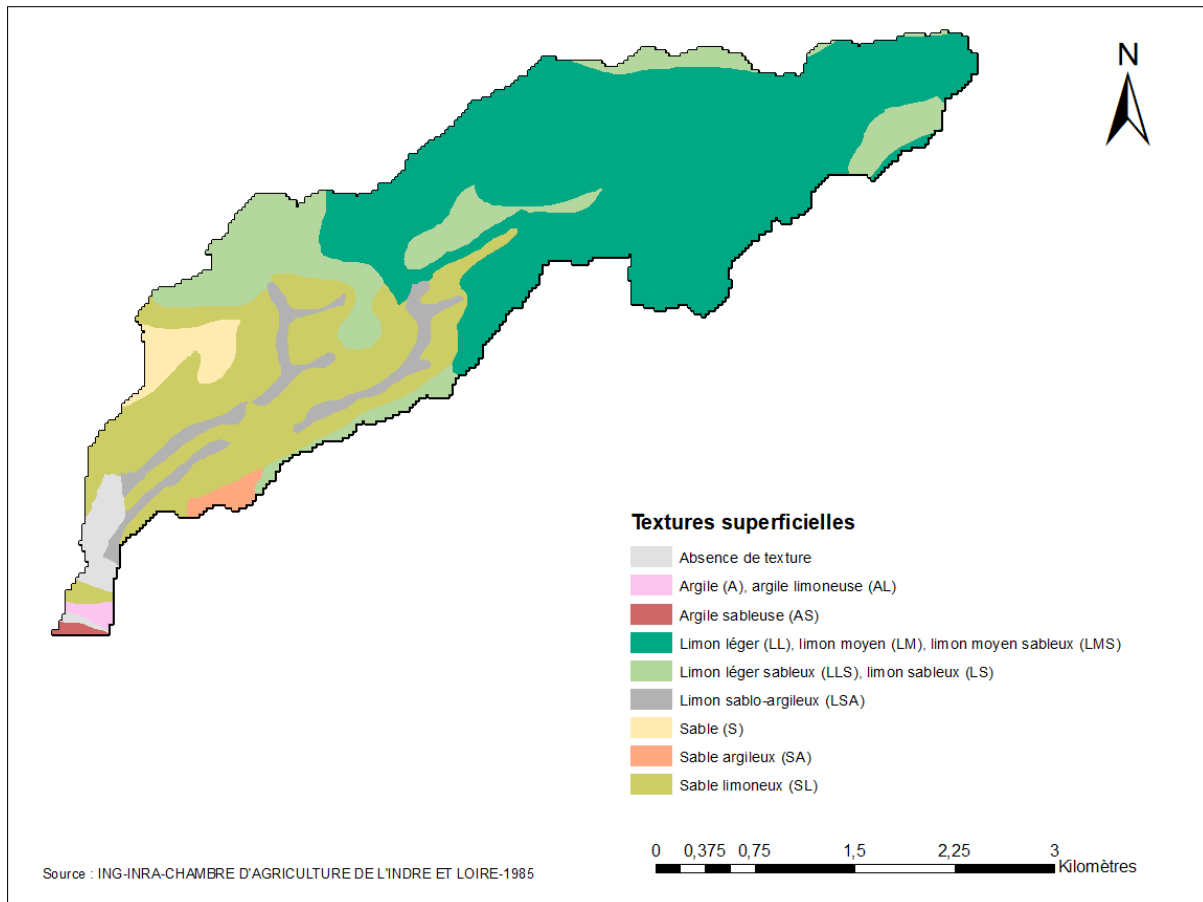


Figure 19 : carte des textures superficielles sur le bassin versant du Battereau

La carte présentée ci-dessus permet de rendre compte des variations de texture présentes sur le bassin versant du Battereau. Avoir une zonation des textures présentes sur la zone étudiée permet de se faire une idée des capacités d'infiltration ou de ruissellement des sols.

Le bassin versant est recouvert à 71 % de terres limoneuses (limon léger à moyen et limon sableux) sur la superficie qui correspond à la forêt d'Amboise, sur une grosse moitié nord de la zone. Ces sols sont surtout composés de bournais, qui ont tendance à créer une couche de battance en cas de précipitations sur des sols nus. Dans le cas présent, la forêt omniprésente empêche ce phénomène grâce à sa capacité d'infiltration de l'eau et à l'interception par la canopée.

22 % du bassin versant est composé de sable limoneux (tous rassemblés au sud-est de la zone étudiée, donc en dehors de la zone forestière). Ces sols ont en général une capacité d'infiltration plutôt élevée et c'est sur ce type de sols que se trouvent les cultures.

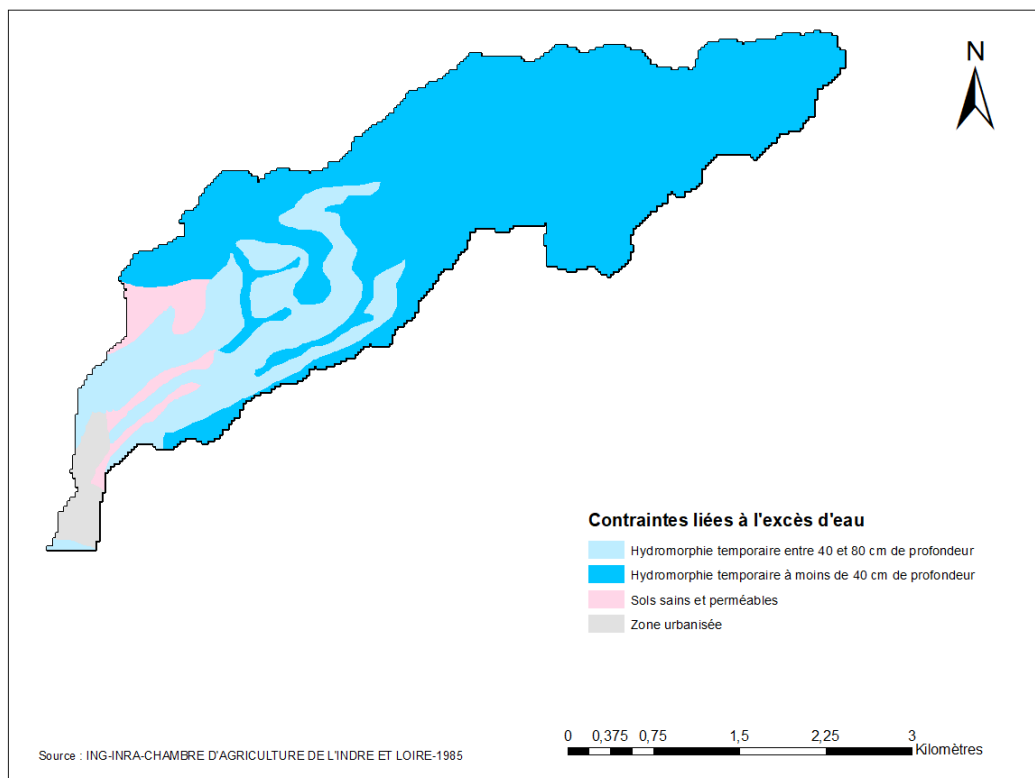


Figure 20 : carte des contraintes liées à l'excès d'eau sur le bassin versant

Cette carte montre la maîtrise de l'eau en excès sur le bassin versant, en catégorisant les sols en différents types. Les sols à drainage faible et très faible sont caractérisés par une stagnation de l'eau dans les quarante premiers centimètres du profil. Enfin, les sols sains et perméables ont un ressuyage correct à rapide. Les sols à drainage imparfait sont des sols qui peuvent subir un engorgement temporaire dans le sous-sol proche (entre 40 et 80 cm de profondeur).

Dans le cas du Battereau, 70 % du bassin versant est caractérisé par une hydromorphie temporaire à moins de 40 cm de profondeur, c'est-à-dire un drainage naturel faible à très faible du sol. Les 40 premiers centimètres du sol ont donc tendance à se gorger d'eau lorsqu'il pleut et en hiver. Cela s'accompagne souvent par une sécheresse importante du sol en été. Par conséquent, tous les végétaux ne peuvent pas s'y développer. L'enracinement doit être assez profond pour éviter l'asphyxie et c'est pour cela qu'on retrouve surtout des arbres sur ce sol (zone forestière du bassin versant).

Les zones plus proches du cours d'eau présentent une hydromorphie moins importante du fait du drainage par celui-ci.

Enfin, dans la partie ouest du bassin versant, une zone à sol sableux est caractérisée par un ressuyage correct et favorable. C'est-à-dire que le sol ne se gorge pas d'eau, il est alors favorable aux cultures. C'est d'ailleurs à cet endroit que se trouvent des vignes.

### 1.5.3. Réserves utiles potentielles

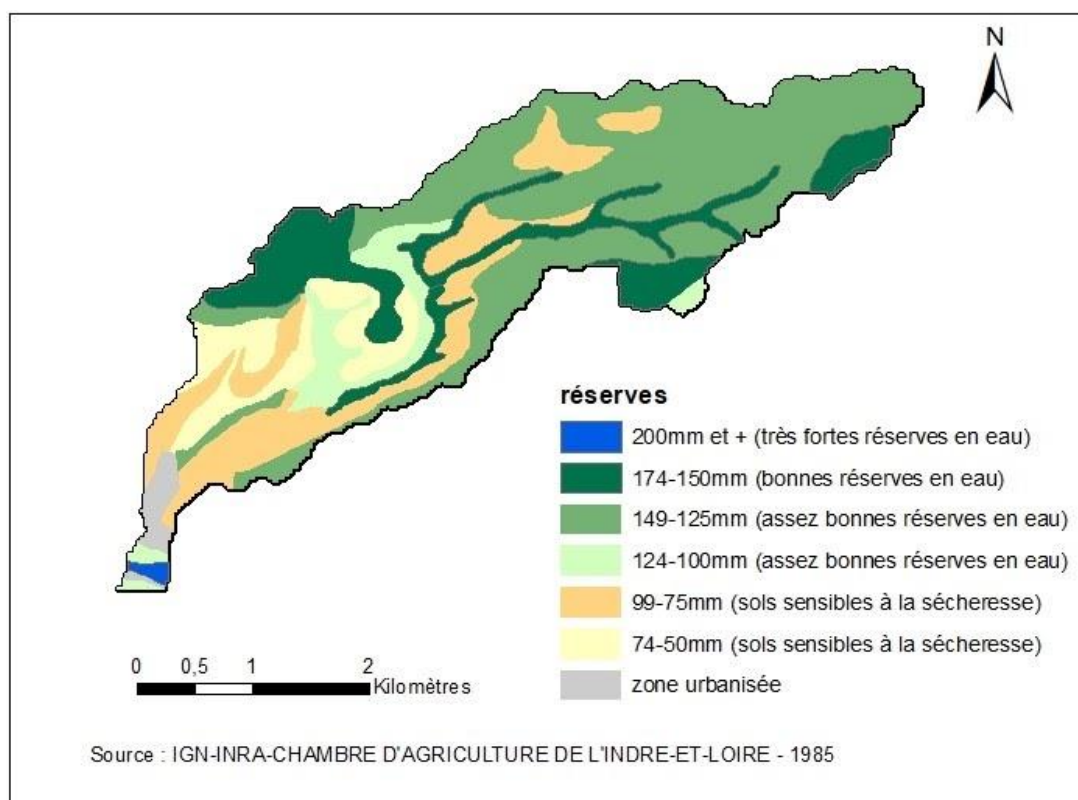


Figure 21 : carte des réserves utiles potentielles en eau

Cette carte montre les réserves utiles en eau sur le bassin versant du Battereau, et nous indique donc la résistance des sols à la sécheresse. Les réserves potentielles sont calculées sur un mètre de profondeur, et les critères pris en compte sont les suivants : la texture, la charge en éléments grossiers, la nature du substrat et sa profondeur d'apparition. Cette carte renseigne donc les zones qui seront les plus impactées en cas de stress hydrique sur le bassin versant. En général, ces informations ont surtout un intérêt agricole, puisqu'elles vont permettre de choisir la rotation culturale et de juger les possibilités d'alimentation en eau pendant les périodes sans pluie.

Le bassin versant du Battereau possède des réserves potentielles en eau au moins assez bonnes sur 70 % de sa surface, qui correspondent majoritairement au sol associé au cours d'eau en lui-même ainsi qu'à la forêt en très grande partie. 29 % du bassin versant montre un sol sensible à la sécheresse, situé surtout au sud du bassin versant, là où l'on retrouve les habitations et les vignes.

Il est donc important de noter que les seules cultures présentes sur le bassin versant du Battereau se situent sur des sols à faible réserve hydrique potentielle et donc assez sensibles à la sécheresse (surtout au sud-ouest et sud-est du bassin versant).

#### 1.5.4. Aptitudes agricoles

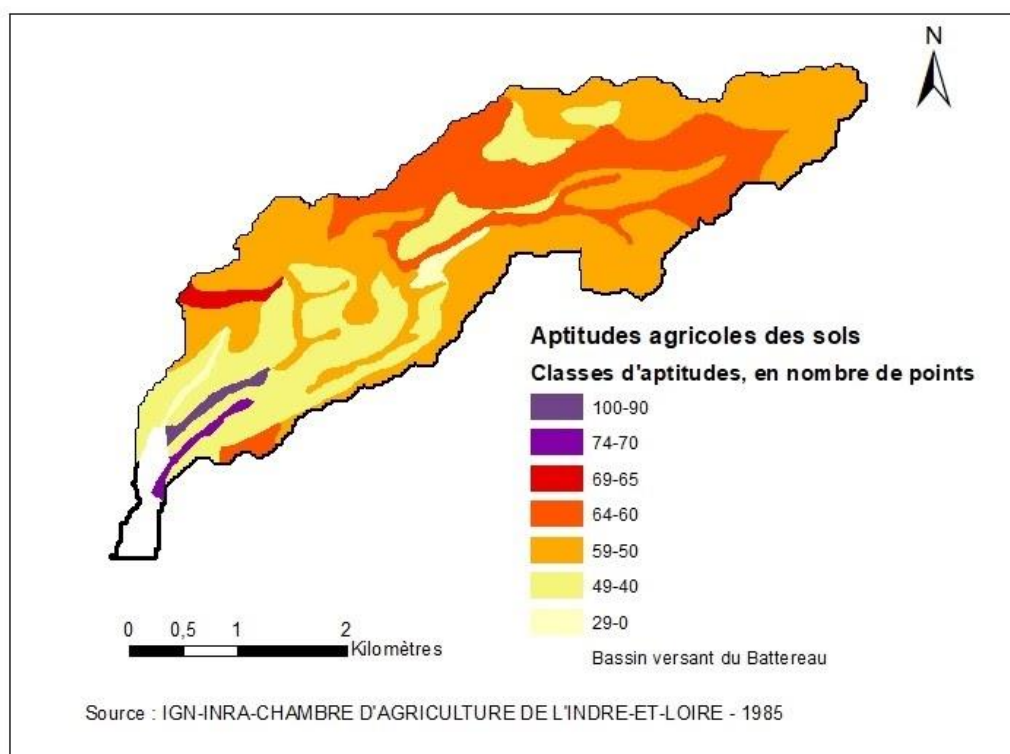


Figure 22 : carte des aptitudes agricoles des sols

La carte des aptitudes agricoles des sols tente de corrélérer plusieurs facteurs (la texture, la profondeur du profil utilisable par les racines, la pierrosité, l'hydromorphie, la réserve utile en eau et l'état calcique et organique de la couche arable) pour représenter la qualité des terres. Le système de notation sur 100 points rend compte des possibilités agricoles : plus la note est élevée, plus l'éventail de possibilités pour les cultures est vaste. Ce système à 100 points est lui-même divisé en classes : classe 1, les très bons sols (entre 100 et 80 points); classe 2, les bons à assez bons sols agricoles (de 80 à 60 points); classe 3, les sols agricoles médiocres (entre 60 et 40 points); et classe 4, les sols à faible ou très faible potentiel (de 40 à 0 points).

De manière générale, les sols du bassin versant du Battereau ne sont pas de très bons sols agricoles. Seul 1 % des sols se situe dans la classe des très bons sols, et 43 % des sols du bassin versant sont considérés comme médiocre concernant l'agriculture. 25 % des sols du bassin versant sont tout de même considérés comme assez bons, mais sont pour la grande majorité situés sur la partie forestière (nord) du bassin versant.

Globalement, les sols montrant les meilleures potentialités pour l'agriculture sont situés sur la moitié nord du bassin versant, soit la partie recouverte par la forêt d'Amboise.

Les sols occupés par les vignes sont des sols considérés comme possédant des potentialités réduites.

Surtout de par l'occupation de ses sols, le bassin versant du Battereau n'est pas un bassin à vocation agricole, puisqu'il est en très grande partie occupé par la forêt d'Amboise, et le village de Saint-Martin-le-Beau au sud. Toute la forêt est caractérisée par des sols limoneux et un drainage faible à très faible. Néanmoins, l'hydromorphie importante qui règne à cet endroit-là n'est pas considérée comme problématique puisqu'aucune culture n'y est présente. Cependant cela peut être une des causes expliquant les très faibles quantités d'eau dans le Battereau.

La partie sud et notamment sud-ouest du bassin versant, où se trouve la majorité des vignes et cultures de la zone étudiée, est caractérisée par un sol sableux et donc à haute capacité d'infiltration, une hydromorphie moins importante que sur le reste du bassin versant, corrélé avec une sensibilité à la sécheresse accrue par rapport aux zones forestières.

Les sols du bassin versant ne sont donc pas considérés comme ayant un fort potentiel pour l'activité agricole, qui est de toute manière minime au vu de l'étendue de forêt présente sur la zone.

## 1.6. Lien entre la pédologie et la géologie

Le nord du bassin versant est caractérisé géologiquement par du limon des plateaux situé à une altitude de 110 et 130 mètres. C'est une formation argilo-sableuse surtout dû aux sables éoliens. Ces limons peuvent recouvrir tous les terrains post-sénoniens, des argiles à silex aux sables et graviers post-vindoboniens. Sur cette même zone, on trouve, au niveau pédologique, des sols bruns lessivés et des sols lessivés. Ce sont des sols caractérisés par des limons des plateaux et donc par des sables éoliens. Il y a donc une continuité entre la couche géologique et la couche pédologique.

La couche géologique autour du cours d'eau du Battereau est composée d'argiles à silex et de craie de Villedieu. Ce sont des argiles très sableuses présentes dans les cours d'eau. Ces argiles sont présentes tout autour des silex. Sur cette même zone, le sol est composé de sols colluviaux saturés ou non en calcaire au niveau du cours d'eau. En périphérie du cours d'eau, il y a des complexes de sols bruns et de sols bruns faiblement lessivés. Le sous-sol en craie de Villedieu correspond aux sols colluviaux saturés en calcaire. En effet, la craie est une formation de calcaire. Les complexes sont des sols où l'on ne sait pas s'ils sont des sols bruns modaux ou des sols faiblement lessivés. C'est un milieu très riche puisqu'il reçoit les apports des eaux de lessivage.

La géologie des coteaux du bassin versant est caractérisée par des sables éoliens, des argiles et argiles à silex. Les silex étant en formation lorsque le milieu était sous l'eau. Or pour arrêter la formation de silex, il faut un dépôt de calcaire au-dessus de la couche siliceuse. Au niveau pédologique, on retrouve du limon argileux sur de la silice, du sable. Il s'agit de sols associés à des roches riches en calcium. Le niveau de fertilité est élevé ce qui explique pourquoi il y a des cultures dans cette zone. On comprend donc la présence de la silice dans la couche supérieure grâce à la géologie de la zone.

## 1.7. Hydrogéochimie

L'hydrogéochimie est une science qui analyse les eaux de surfaces et souterraines afin de rendre compte de la qualité des eaux. Cette dernière peut être altérée par de nombreux facteurs tels que l'anthropisation, l'utilisation de produits phytosanitaires, l'érosion des sols, la topographie du bassin versant, etc. Une mauvaise qualité de l'eau peut avoir des conséquences importantes sur la biodiversité (modification des densités et diminution de la diversité des populations, disparition localisée d'espèces sensibles, etc.).

### 1.7.1. Points de prélèvement et méthodes

Les prélèvements ont été effectués sur le cours d'eau du Battereau le 7 octobre 2019, pendant la période d'étiage. Pour ce qui est du prélèvement, seules les eaux de surface ont été analysées. Trois échantillons ont été réalisés à chaque point afin de faire différentes études.

- Le premier point de prélèvement est situé le plus en amont possible du Battereau puisque ce dernier, en période d'étiage, n'est pas présent sur sa longueur totale.
- Le point de prélèvement 2 correspond à un affluent du Battereau.
- Le point de prélèvement 3 est situé à 10 mètres de la confluence entre les deux points de prélèvement précédents. L'objectif étant d'observer une concentration ou une dilution.
- Le point de prélèvement 4 est localisé à l'amont de la ville.



- Le dernier point de prélèvement se trouve le plus à l'aval du Battereau avant qu'il ne se jette dans le Filet, un affluent du Cher.

Les mesures de débits n'ont pas été effectuées le 8 décembre 2019 soit pendant une période différente de celle des prélèvements. L'ensemble de ces mesures ont par ailleurs été réalisées sur les mêmes emplacements que les points de prélèvements.

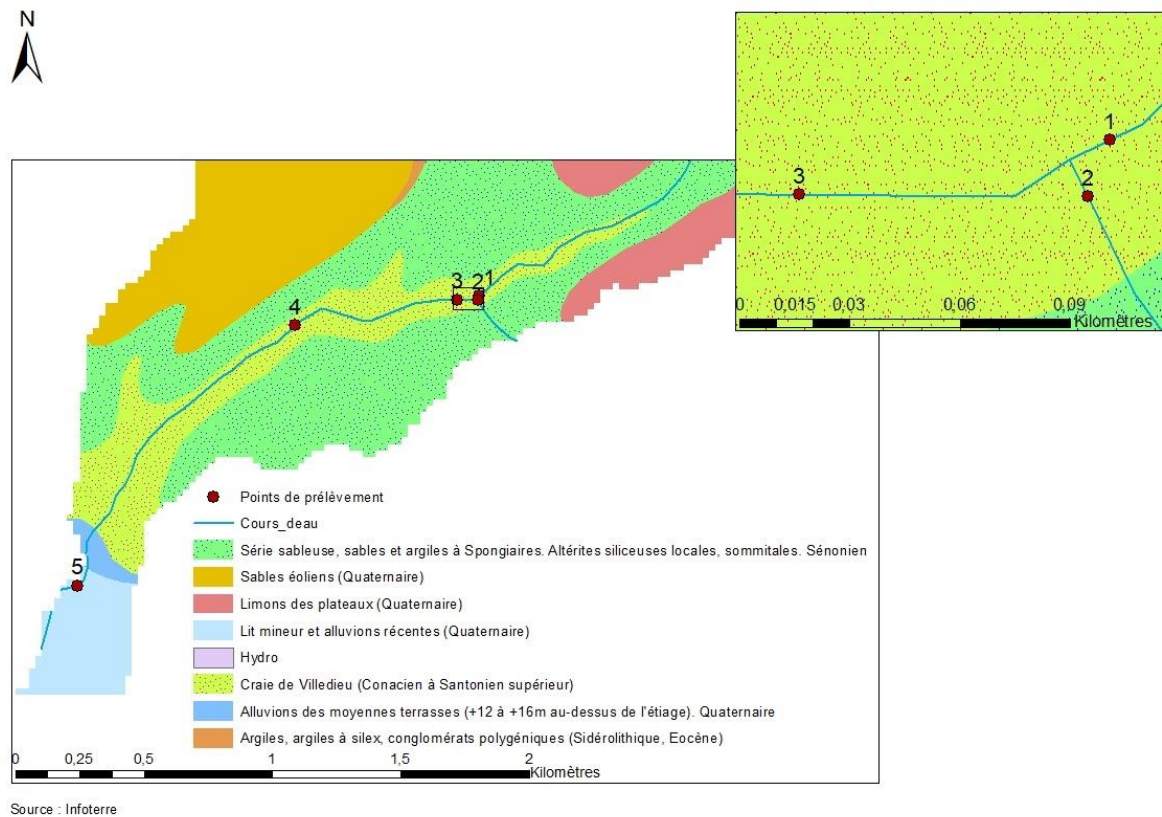


Figure 23 : emplacement des points de prélèvement

Pour mener à bien l'analyse hydrogéochimique du cours d'eau, différentes mesures ont été effectuées.

- Un titrage acido-basique (annexe 1) a été réalisé dans le but d'établir une mesure de l'alcalinité aux différents points du cours d'eau. Ce test s'effectue sur les échantillons filtrés non acidifiés.
- Un dosage du Fe(II) et du Fe total par colorimétrie est effectué. Pour l'analyse du Fe(II), l'échantillon filtré acidifié est utilisé alors que pour le Fe total, l'échantillon non filtré acidifié est étudié.
- Un dosage des orthophosphates a également lieu par colorimétrie (annexe 2). L'échantillon filtré à 0,45 microns, acidifié permet la mesure des orthophosphates alors que l'échantillon non filtré acidifié permet la mesure du phosphore total.
- Un dosage du calcium et du magnésium a été réalisé par complexométrie (annexe 3). L'échantillon filtré acidifié est analysé.
- La concentration en nitrate est évaluée à l'aide de bandelettes spécifiques.

Concernant les mesures de débits, celles-ci ont été mesurées directement sur le terrain avec la méthode des flotteurs.

### 1.7.2. Résultats des analyses et évaluation de la qualité de l'eau

L'ensemble des résultats est indiqué dans le tableau ci-dessous, excepté pour le nitrate puisque toutes les valeurs de concentrations des différents points de prélèvements sont inférieures à 10 mg/L. La qualité de l'eau, d'un point de vue chimique, est déterminée à l'aide de la Grille d'évaluation SEQ-Eau (Version 2) qui est l'acronyme de Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau. La qualité est définie suivant deux classes : celle de la biologie et celle de l'altération potentielle globale pour tous les usages. La dureté de l'eau par rapport à ( $\text{HCO}_3^-$ ), la concentration en orthophosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), la concentration en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), la concentration en ion calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et la concentration en ion magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) sont des indicateurs de classement de la qualité de l'eau liée aux usages. Le pH et la conductivité électrique permettent d'évaluer des altérations globales sur le bassin versant. Enfin, les teneurs en orthophosphates, en nitrates et les valeurs de pH montrent la qualité chimique des eaux pour la biologie.

Tableau 5 : Mesures des 5 points de prélèvements du bassin versant du Battereau

Paramètres	Points				
	1	2	3	4	5
Alcalinité (mg/L)	206,2	201,3	396,6	368,5	146,4
[Fe <sup>2+</sup> ] (mg/L)	/	0,027	0,038	0,037	0,081
[Fe <sup>3+</sup> ] (mg/L)	1,36	0,0916	0,123	0,334	0,526
Phosphore total (mg/L)	0,294	0,0155	0,0442	0,0214	0,0673
[Ca <sup>2+</sup> ] (mg/L)	118	104	121,6	117	92,2
[Mg <sup>2+</sup> ] (mg/L)	1,2	1,2	17,01	5,35	1,22
[Ca <sup>2+</sup> ] + [Mg <sup>2+</sup> ] (dureté de l'eau) (mg/L)	30	26,5	37,4	31,4	23,5
pH	7,2	6,92	7,14	7,55	7,81
Conductivité (mS/cm)	0,58	0,6	0,58	0,55	0,48
Débit (m <sup>3</sup> /s)	/	17,57	23,64	20,56	17,41
Qualité	Moyenne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne

La couleur indique l'état du cours d'eau suivant l'élément étudié : très bonne qualité de l'eau ; bonne qualité; qualité moyenne; mauvaise; très mauvaise qualité.

#### ➤ Alcalinité [ $\text{HCO}_3^-$ ] et dureté de l'eau ([Ca<sup>2+</sup>] + [Mg<sup>2+</sup>]) :

Les résultats de l'alcalinité (pouvoir tampon de l'eau) et la dureté de l'eau (indicateur de minéralisation de l'eau, lié à la composition géologique des terrains traversés) montrent qu'en amont de la ville, pour les points de prélèvement 3 et 4, les valeurs sont élevées comparées aux concentrations des autres points de prélèvement (396,6 et 368,5 mg/L pour [ $\text{HCO}_3^-$ ], 37,4 et 31,4 mg/L pour [Ca<sup>2+</sup>] + [Mg<sup>2+</sup>] respectivement). Seulement cette valeur chute après le passage à travers la ville (146,4 mg/L et 23,5mg/L respectivement). Les points 1 et 2 sont semblables, cependant les résultats ne permettent pas d'expliquer la hausse significative du point de prélèvement 3. En théorie, le Battereau possède une eau plutôt dure, caractéristique d'un sol calcaire, excepté pour le point 5 où il s'agit d'une eau légèrement dure. Cette baisse de concentration peut être due à une dilution par rapport au mélange effectué entre le Battereau et le Filet à l'aval.

➤ Concentration en Fer :

Le fer II est présent dans les eaux souterraines et ne pose pas de problème. Seulement au contact avec l'O<sub>2</sub>, le fer s'oxyde en fer III et sous cette forme, le fer précipite. Il est donc logique que la concentration en fer III augmente de l'amont vers l'aval (0,123 mg/L à 0,526 mg/L), les eaux étant plus riches en O<sub>2</sub>. Quant au point de prélèvement 1, qui possède une très forte concentration, cela peut être dû à un obstacle juste devant ce point de prélèvement. En effet, cet obstacle a formé une zone d'eau stagnante et c'est à l'intérieur de celle-ci qu'a été faite cette mesure.

La mesure du point 3 possède une concentration en fer III plus élevée que le point 2 (0,123 < 0,334mg/L). Le débit quant à lui diminue entre le point 2 et le point 3 (23,64 m<sup>3</sup>/L > 20,56 m<sup>3</sup>/L). Cette diminution pourrait expliquer une partie de cette hausse de fer III. Si le débit est moins important, le fer aura le temps de se déposer et de se former.

➤ Phosphore :

La valeur de la concentration en phosphore tend à augmenter de l'amont vers l'aval, excepté pour le point de prélèvement 1 qui possède une concentration plus élevée que les autres points de prélèvement (0,294 mg/L). La concentration en phosphore total est l'un des facteurs permettant de mesurer l'état trophique d'un plan d'eau. Il est dit qu'au-delà d'une concentration de 0,1 mg/L, le plan d'eau est considéré comme eutrophe excepté pour le point de prélèvement 1 qui peut se justifier par son débit inexistant. Ainsi dans le cas du Battereau, le cours d'eau n'est pas considéré comme eutrophe. De plus cette valeur concerne les lacs et contrairement à ces derniers, un cours d'eau a tendance à s'auto-épurer.

➤ pH et conductivité électrique :

D'après les grilles SEQ-eau, les valeurs de pH et de conductivité électrique indiquent une bonne qualité de l'eau pour le Battereau. Le pH doit en effet être compris entre 6,5 et 8,2 et la conductivité électrique entre 0,180 et 2,5mS/cm.

Le pH donne des indications sur les différentes réactions qu'il peut y avoir au sein du cours d'eau. Il dépend de nombreux facteurs tels que la géologie, la pédologie du bassin versant et aussi de l'anthropisation de ce dernier. Pour le Battereau, le pH tend à augmenter tout au long du cours d'eau. En effet, une partie de l'eau du Battereau provient de la nappe de Craie du Séno-Turonien du bassin versant du Cher qui est une nappe affleurante. Ainsi, cette nappe va fournir une eau "basifiée" au Battereau, expliquant ce pH élevé.

En ce qui concerne la conductivité électrique, elle reste stable tout au long du Battereau.

➤ Nitrate :

Afin de mesurer la concentration en nitrates, la méthode des bandelettes a été réalisée. Le résultat montre que le Battereau ne subit pas de pollution aux nitrates, car les valeurs sont inférieures à 10 mg/L. Une étude d'un autre chantier école datant de 2010 annonçait la même conclusion concernant les concentrations de nitrates.

### 1.7.3. Limites de l'évaluation de la qualité des eaux de bassin versant

Les résultats sont à prendre avec beaucoup de précaution du fait qu'il n'y ait eu qu'une seule campagne de prélèvement effectuée. Ces résultats ne sont pas réellement indicateurs de l'état général

du cours d'eau mais représentatif d'un instant t. Il aurait été intéressant de faire plusieurs prélèvements à différentes périodes afin d'en suivre l'évolution sur une année. Une autre limite du résultat trouvée est le peu de tests effectués sur le cours d'eau et notamment le manque de test concernant le fluor et le sodium, tests qu'il aurait été possible de mettre en place si ces pollutions avaient été connues avant la campagne de prélèvement.

D'autre part, les mesures de débits n'ayant pas été effectuées à la même période, cela a pu être un biais dans l'analyse des données.

D'après la SEQ-eau, le cours d'eau, le Battereau est considéré comme un cours d'eau de bonne qualité par rapport à l'ensemble des paramètres mesurés. En effet, que ce soit par rapport à la qualité de l'eau ou par rapport à la biologie, le cours d'eau est en bon état. Cependant, ce résultat est à prendre avec précaution car beaucoup d'éléments susceptibles d'altérer le cours d'eau n'ont pas été mesurés. De plus, après discussion avec l'adjoint du maire, le Battereau serait susceptible de recevoir une pollution en sodium et en fluor. Ces deux valeurs auraient été intéressantes à mesurer lors de nos relevés.

## 2. Occupation du sol et paysage

### 2.1. Occupation du sol

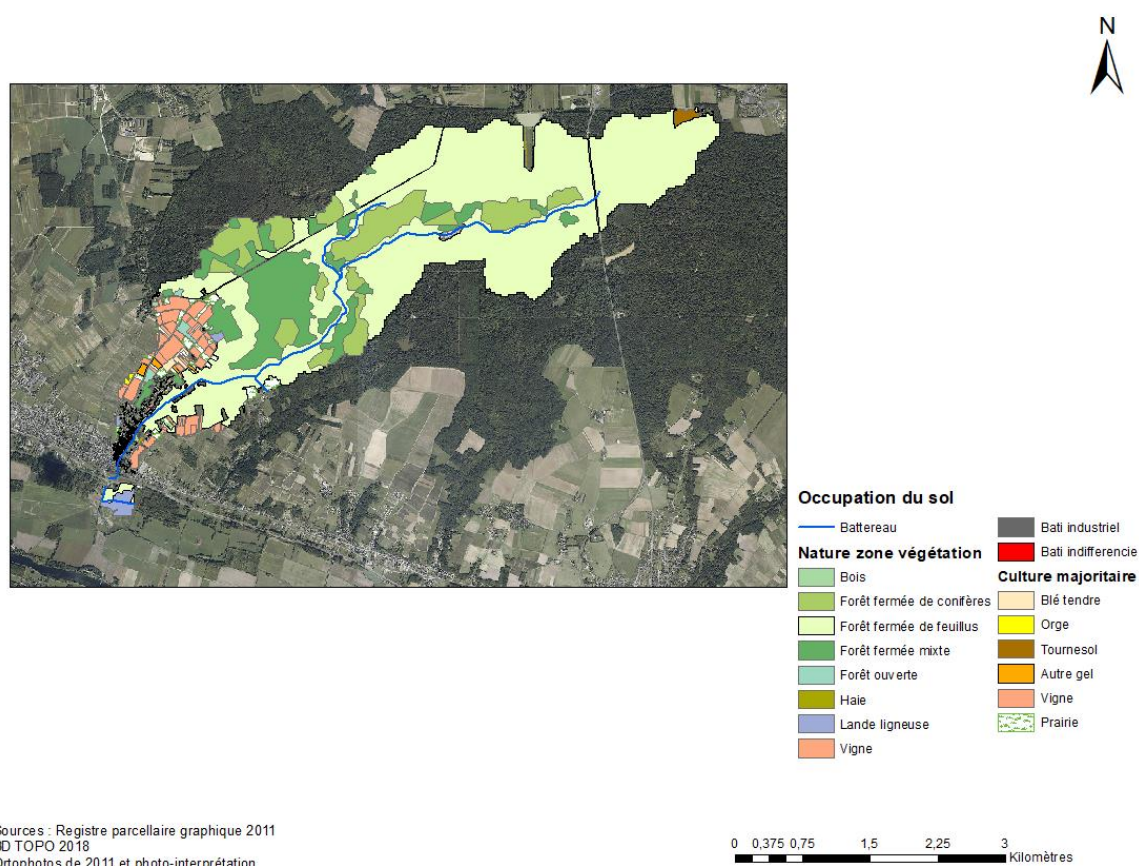


Figure 24 : carte d'occupation du sol du bassin versant du Battereau

L'occupation du sol est un facteur essentiel influençant l'écoulement de surface, l'érosion des sols et les altérations physiques et chimiques du cours d'eau.

D'après la carte d'occupation du sol, le bassin versant du Battereau est en grande partie occupé par la forêt d'Amboise. Elle couvre 938 hectares du bassin versant, ce qui correspond à un couvert forestier de 90 %.

$$K = \frac{\text{Surface des forêts}}{\text{Surface totale du bassin}} * 100$$

D'une superficie de 6 612 hectares au total, c'est l'un des massifs forestiers majeurs d'Indre-et-Loire. Il a un grand intérêt faunistique et floristique. Les principales activités humaines pratiquées dans la forêt sont la sylviculture, la chasse, le tourisme et le loisir. Elle est principalement composée par la classe "forêt fermée de feuillus", ce qui indique que la forêt présente en grande partie des essences de feuillus et que le taux de couvert des arbres est supérieur à 40%. Elle est aussi composée en partie de forêt fermée de conifères et de forêt fermée mixte.

Le bassin versant présente aussi une activité agricole, représentant 44,8 hectares soit 4,3% de la zone étudiée. Nous pouvons voir que la culture majoritaire est la vigne, présente de part et d'autre de la zone urbanisée. Quelques autres cultures sont présentes comme le blé, l'orge, autre gel (pouvant correspondre à la culture de la betterave ou des légumineuses par exemple). Cependant, l'occupation du sol du Battereau n'est pas à majorité agricole.

Les zones urbanisées ont aussi un impact important sur l'hydrologie d'un bassin versant. Elles imperméabilisent les sols et accentuent l'écoulement de surface.

Ici, la zone urbanisée est essentiellement composée de la commune de Saint-Martin-le-Beau, au sud du bassin versant. Elle est présente sur une surface relativement faible.

On peut donc dire que les activités humaines sont peu présentes sur le bassin versant. La présence de la forêt d'Amboise protège le cours d'eau de dégradation physique ou chimique sur toute sa partie amont et intermédiaire. De plus, ce massif forestier, de par la densité et la nature des essences, protège le cours d'eau d'un phénomène de battance et d'érosion des sols. A l'aval, les zones d'agriculture et urbanisées dominent. Les altérations chimiques et morphologiques probables du cours d'eau sont donc essentiellement localisés au sud, soit à l'exutoire du bassin versant. Cependant elles constituent un faible risque compte tenu de l'importance de leurs surfaces. Pour le moment, l'occupation du sol du bassin versant est donc considérée comme peu anthropisée.

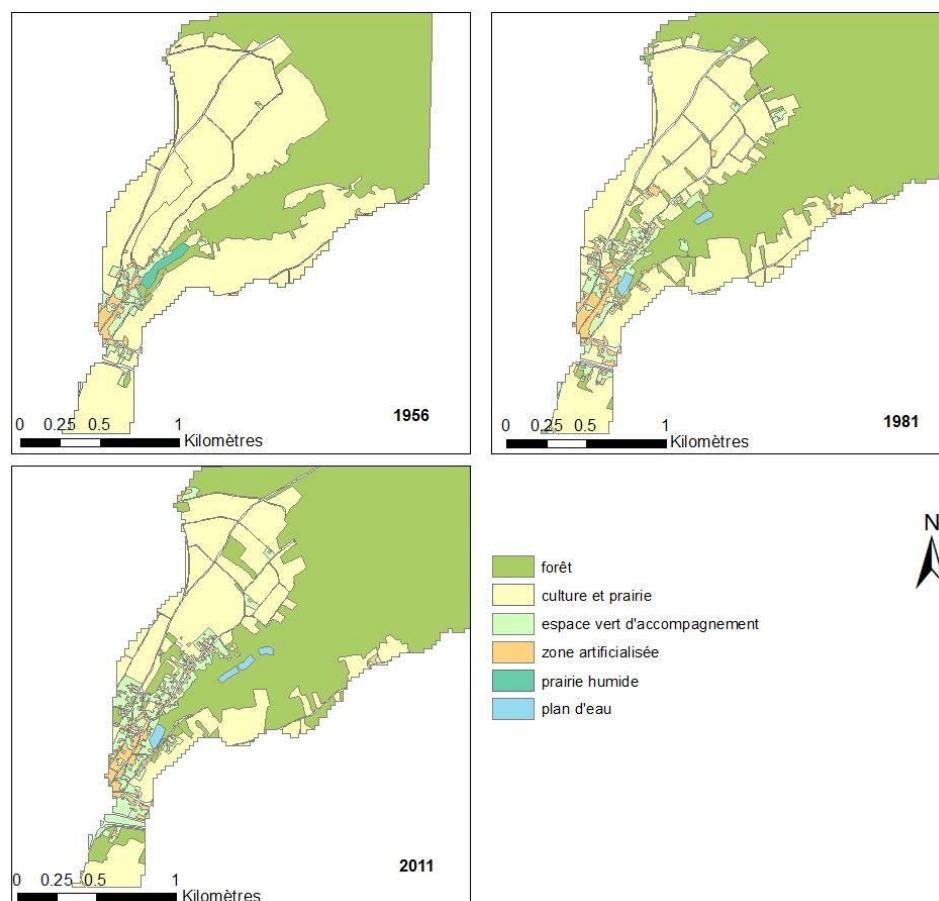
## 2.2. Historique du cours d'eau et du bassin versant

### 2.2.1. Observation de l'évolution du bassin versant

Dans cette partie on suppose que l'évolution du paysage est linéaire afin de prédire l'avenir du paysage du bassin versant du Battereau (Annexe 4). Pour cela, 3 années de référence ont été sélectionnées : 1956, 1981 et 2011 (Figure 25). Ces dernières ont été choisies en fonction de leur contexte :

- Années 50 : évolution des techniques mécaniques massives avec la généralisation des engrais et produits phytosanitaires.
- Années 80 : évolution politique, effet PAC sur le terrain avec l'agrandissement des parcelles.
- 2011 : photo la plus récente.





Source : (Remonter le temps n.d.)

Figure 25 : évolution du bassin versant du Battereau sur 3 années

Afin d'étudier au mieux l'évolution, le paysage a été découpé en plusieurs compartiments :

- Zone artificialisée : ensemble des habitations individuelles, des bâtiments agricoles ainsi que le centre-bourg.
- Forêt : surfaces forestières juvéniles, âgées, ainsi que les friches (photo-interprétation).
- Espaces verts d'accompagnement de bâti et de route : renommés « espaces verts d'accompagnement », représentent les surfaces non soumises à l'agriculture tels que les jardins des particuliers ainsi que les zones enherbées de bord de route.
- Plans d'eau : comme leur nom l'indique, ils représentent les étangs / bassins.
- Prairie humide : plan d'eau asséché.
- Cultures et prairies : parcelles agricoles.

Plusieurs changements sont observables notamment l'artificialisation d'environ 48 000 m<sup>2</sup> entre 1956 et 2011. Cet étalement se manifeste par une augmentation du nombre de maisons individuelles construites le long du Battereau. La majorité de ces maisons possèdent un jardin, ce qui explique le développement des espaces verts. L'aménagement de la route départementale D140 en 1987 (Route départementale française D140 (37) n.d.) participe également à la croissance de ces espaces d'accompagnements situés entres les voies de circulation, anciennement utilisées en tant que prairies ou zones de cultures. Leurs superficies passent de 64 660 m<sup>2</sup> en 1956, 118 660 m<sup>2</sup> en 1981 pour terminer à 203 925 m<sup>2</sup> en 2011. De ce fait, les cultures et prairies voient leur surface fortement diminué. En 1956 elles occupent 1 595 645 m<sup>2</sup>, 1 235 809 m<sup>2</sup> en 1981 puis 911 041 m<sup>2</sup> en 2011, soit une diminution totale de 684 604 m<sup>2</sup> ce qui correspond à 0,68km<sup>2</sup> ou encore un baisse de 42,9%.

Concernant les plans d'eau, leur nombre augmente également avec les années. Des prairies humides remplacent l'étang situé à proximité du centre-bourg en 1956, signe d'un assèchement de l'étang puisqu'il figure sur les cartes de l'état-major correspondant aux années 1820-1866.



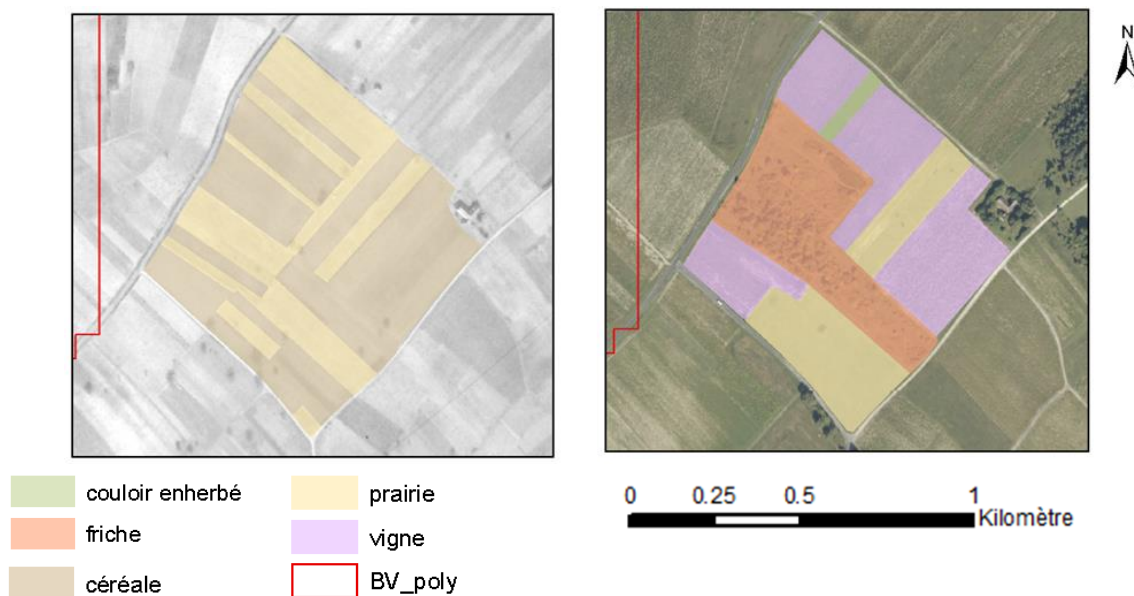
Source : (Géoportail n.d.)

Figure 26 : carte de l'état-major de la commune de Saint-Martin-le-Beau

## 2.2.2. Observation de l'évolution de parcelles présentes au sein du bassin versant

Dans un second temps, deux zones à échelle réduite ont été identifiées afin de voir l'évolution des parcelles agricoles du point de vue de leurs superficies et de leurs utilisations en comparant les années 1956 et 2011 (Annexe 5). La première zone est située dans la partie dite sèche du bassin versant car située sur les coteaux, tandis que la deuxième zone est située à l'aval du bassin versant, soit dans la partie humide car située à proximité du cours d'eau du Battereau.

### 2.2.2.1. Zone sèche étudiée



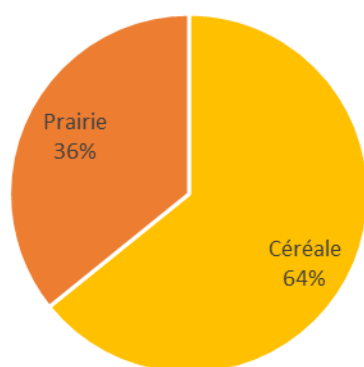
Source : (Remonter le temps n.d.)

Figure 27 : carte de l'évolution des usages de la zone amont du bassin versant du Battereau entre 1956 et 2011

La première zone a subi d'importants changements, tant sur la superficie des parcelles, que dans leur nombre et utilisations. En effet, en 1956, 27 parcelles sont dénombrées avec une superficie moyenne de 2 848 m<sup>2</sup> tandis qu'il n'y en a que 8 en 2011 mais dont la superficie à quasiment triplé avec une moyenne de 8 112 m<sup>2</sup>.

Une diversification des usages s'est également produite de 1956 à 2011, passant de 2 usages (culture de céréales et prairie) à quatre (couloir enherbé, friche, prairie, vigne) respectivement (figure 28). L'introduction de la vigne s'est faite au dépend des parcelles de céréales, indiquant un changement dans les habitudes agricoles. Mise en place en 1938, l'AOC Montlouis-sur-Loire, qui s'étale actuellement sur trois communes dont celle de Saint-Martin-le-Beau (Viticulture n.d.), a probablement incité les agriculteurs à changer leurs pratiques agricoles en raison d'une meilleure valorisation du vin puisque la demande fut croissante à cette époque (Leturcq and Lammoglia 2018). La friche dénote quant à elle un abandon de parcelles agricoles, phénomène assez répandu dans les années 2000 (Moreau 2015).

Usages du territoire sur la zone aval du bassin versant du Battereau en 1956



Usages du territoire sur la zone aval du bassin versant du Battereau en 1956

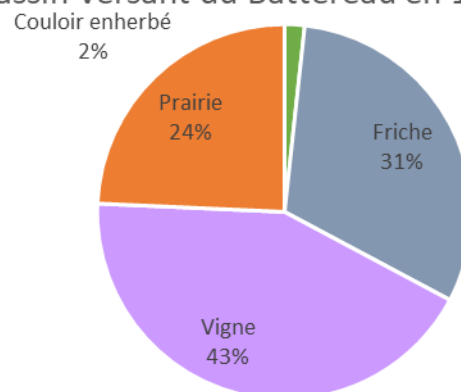
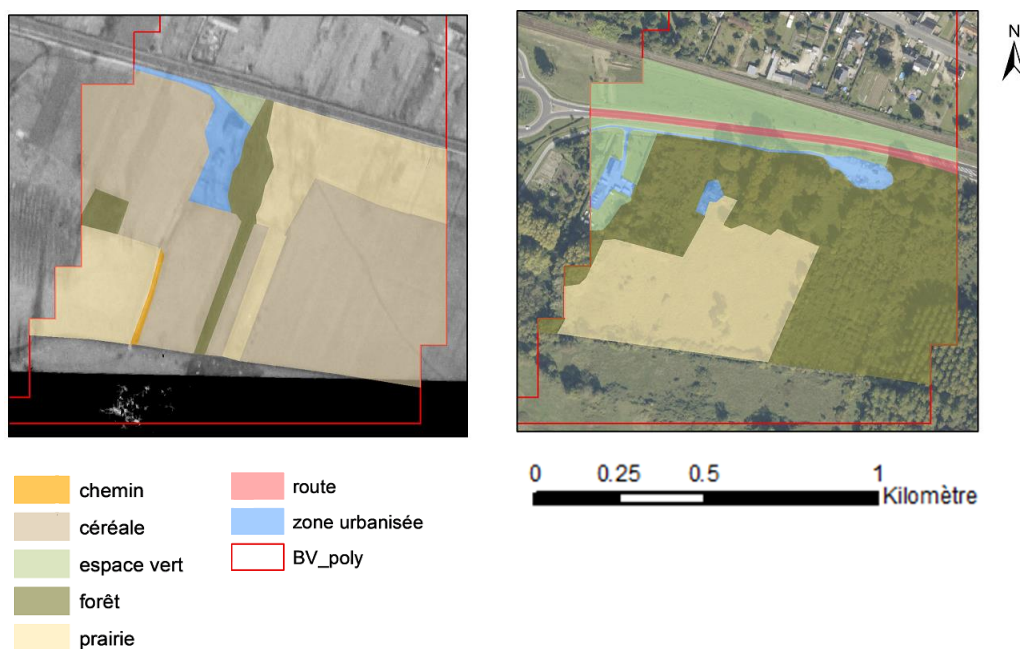


Figure 28 : évolution des usages du territoire entre 1956 et 2011



### 2.2.2.2. Zone humide étudiée

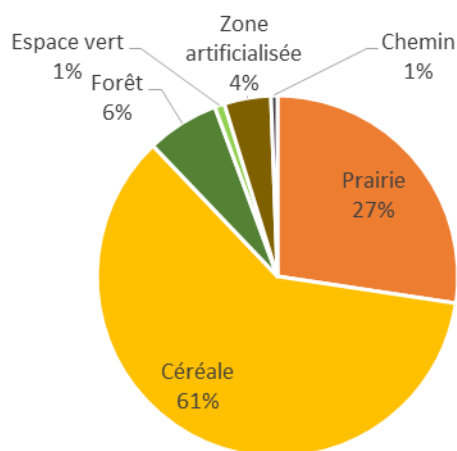


Source : (Remonter le temps n.d.)

Figure 29 : carte de l'évolution des usages de la zone amont du bassin versant du Battereau entre 1956 et 2011

La seconde zone étudiée subit également de nombreux changements (figure 30), à commencer par la superficie de parcelles dédiées à la culture de céréales, passant ainsi de 53 239 m<sup>2</sup> en 1956 à plus aucune parcelle en 2011. La route est en partie responsable de ce changement car elle a divisé les terres qui ne sont plus utilisées comme terrains agricoles mais seulement en tant qu'espace vert d'accompagnement. Cependant, la superficie des prairies a très sensiblement diminué passant de 24 100 m<sup>2</sup> à 23 296 m<sup>2</sup>. Le second secteur ayant très largement augmenté est celui de la forêt : en 1956 elle occupe 5700 m<sup>2</sup> alors qu'en 2011 elle couvre 43 120 m<sup>2</sup>.

Usages du territoire sur la zone aval du bassin versant du Battereau en 1956



Usages du territoire sur la zone aval du bassin versant du Battereau en 2011

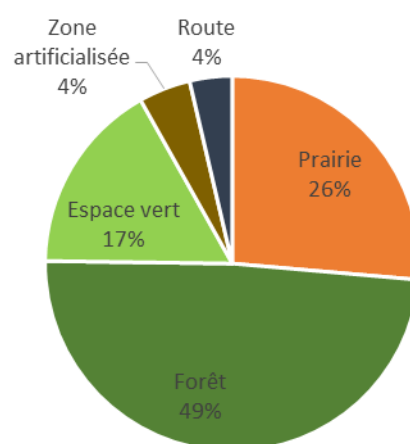


Figure 30 : évolution des usages du territoire entre 1956 et 2011

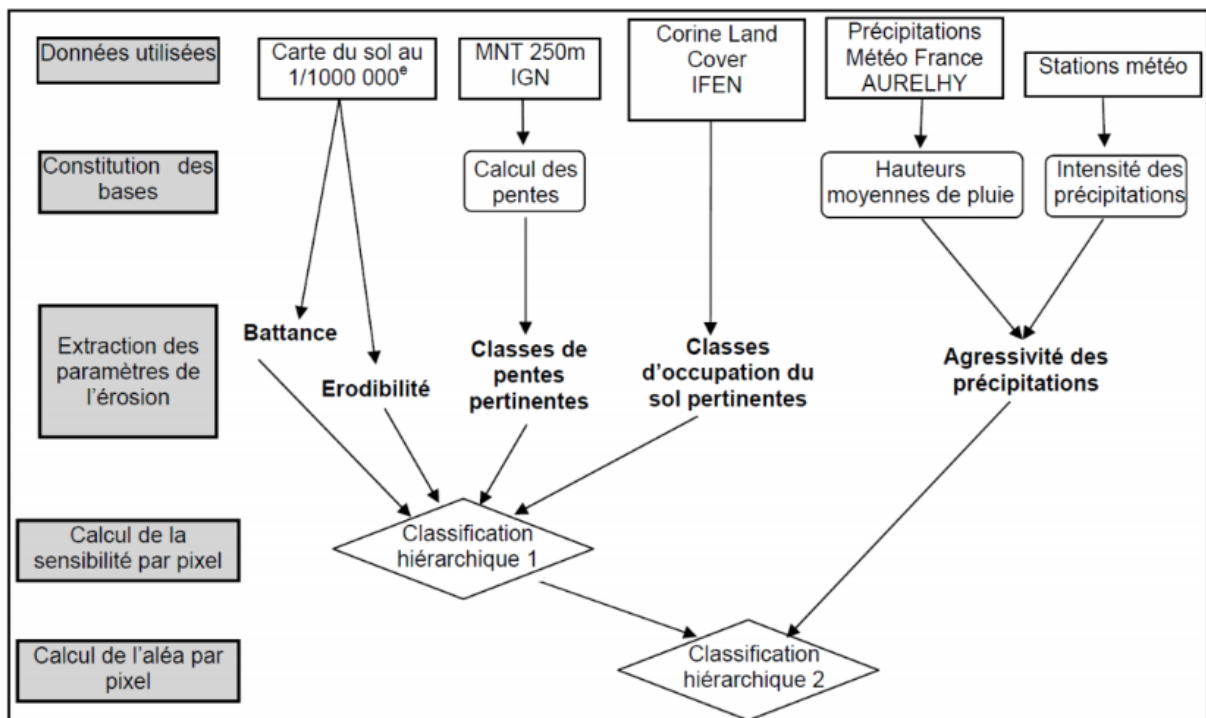
De façon générale l'occupation du sol s'est diversifiée au cours du temps alors que le nombre de parcelles a eu tendance à diminuer, particulièrement dans la zone sèche. Ce changement d'usage peut ainsi avoir des impacts notamment sur l'érodibilité des sols (détaillée dans la partie 3 consacrée à l'érosion).

Ainsi, le bassin versant du Battereau suit l'évolution générale que l'on observe à travers la France tel que l'agrandissement des parcelles agricoles. Cependant, la superficie de la forêt augmente en dépit des parcelles agricoles tout comme l'étalement urbain qui conduit à un mitage de ces espaces.

### 3. Sol et vulnérabilité à l'érosion

Un autre élément crucial à prendre en compte dans l'étude d'un bassin versant est la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique, c'est-à-dire l'érosion des sols par l'action de l'écoulement de l'eau. Même si ce phénomène est naturel, les actions de l'Homme et notamment l'occupation du sol peuvent fortement l'accentuer pouvant ainsi causer des dommages sur les milieux et représenter des risques à la fois pour la population et le milieu aquatique. En effet les sédiments fins érodés risquent à terme de finir dans les cours d'eau et d'engendrer le colmatage du lit. Dans le cas de l'érosion de sols agricoles, le risque de contamination par les produits phytosanitaires est aussi à prendre en compte.

Pour étudier ce phénomène c'est la méthode MESALES 2014 (Degan, Salvador-Blanes, and Cerdan 2015) qui est utilisée selon les étapes décrites en figure X et présentées ultérieurement dans le rapport. La méthode sera cependant légèrement modifiée pour être plus adaptée à notre échelle de travail. Elle prend en compte trois paramètres majeurs pouvant impacter l'érosion du sol; le taux de couverture des sols, la pédologie et la topographie du territoire.



Source : (Degan, Salvador-Blanes, and Cerdan 2015)

Figure 31 : organigramme des étapes de la production de la carte d'aléa érosion

### 3.1. Etape 1 : Taux de couverture des sols

Le premier facteur à prendre en compte lorsqu'on souhaite étudier l'érosion du sol est l'occupation du sol, qui une fois traduite en taux de couverture du sol, permet de mieux comprendre la protection du sol face à la pluie et donc sa sensibilité à l'érosion. Le but de cette partie est donc de produire des cartes du taux de couverture du sol sur trois années ; 2015, 2016, 2017.

En effet, il est ici essentiel d'intégrer la variable temps afin d'obtenir des données réalistes et ce notamment au niveau de l'agriculture. Il existe des systèmes de rotations de culture, parfois même de jachère, et une variation du recouvrement du sol par les plantes selon les saisons - une plante ne possède pas la même envergure au moment du semis et de la récolte - qui vont modifier le taux de couverture du sol en fonction des saisons et des années. C'est pourquoi il est donc nécessaire de se référer au calendrier agricole et de réaliser le travail sur plusieurs années.

Afin de déterminer le taux de couverture du sol, il faut utiliser plusieurs sources de données de façon complémentaire pour obtenir des cartes détaillées et complètes. Ici les quatre sources de données sont ; le Registre Parcellaire Graphique (RPG), la photo interprétation, les sorties de terrain et le Recensement Général Agricole (RGA). L'analyse des Registres Parcellaires Graphiques des années 2015; 2016; 2017 donnent des informations vis à vis des cultures présentes dans le bassin versant. Afin de compléter les informations, une photo-interprétation est réalisée. La photo aérienne de 2014 est utilisée pour 2015, celle de 2016 pour 2016 et celle de 2018 pour l'année 2017. Le RGA quant à lui permet de connaître les types de cultures comme blé d'hiver ou blé de printemps et ainsi déterminer les indices d'occupation du sol (annexe 6).

Une fois ces informations obtenues, il est alors possible de traiter les données via le logiciel ArcGIS. Dans un premier temps, l'ensemble du bassin versant sera identifié selon son occupation du sol (annexe 7). Une reclassification est nécessaire afin d'obtenir les mêmes classes d'occupation du sol données en annexe 7.

On applique cependant une première modification à la méthode MESALES à ce niveau. En effet les vignes sont, dans le rapport, considérées comme étant des sols nus et donc très sensibles à l'érosion. Cependant une prospection de terrain ainsi que la rencontre de viticulteurs permet de constater que l'ensemble des vignes présentes sur le bassin versant du Battereau sont enherbées tout au long de l'année. Elles ne seront donc pas ici considérées comme sol nu mais comme "Gel".

La dernière étape consiste à rassembler chaque saison des trois années afin d'obtenir une nouvelle nomenclature qui déterminera la couverture du sol (annexe 8 et 9).

A la suite de cette méthode, huit cartes ont été obtenues. Quatre considèrent que les vignes sont enherbées, et l'autre moitié donnée en annexe 10 présente une occupation du sol avec des vignes non enherbées. L'ensemble des cartes est effectué à partir d'un MNT au pas de 50 mètres.

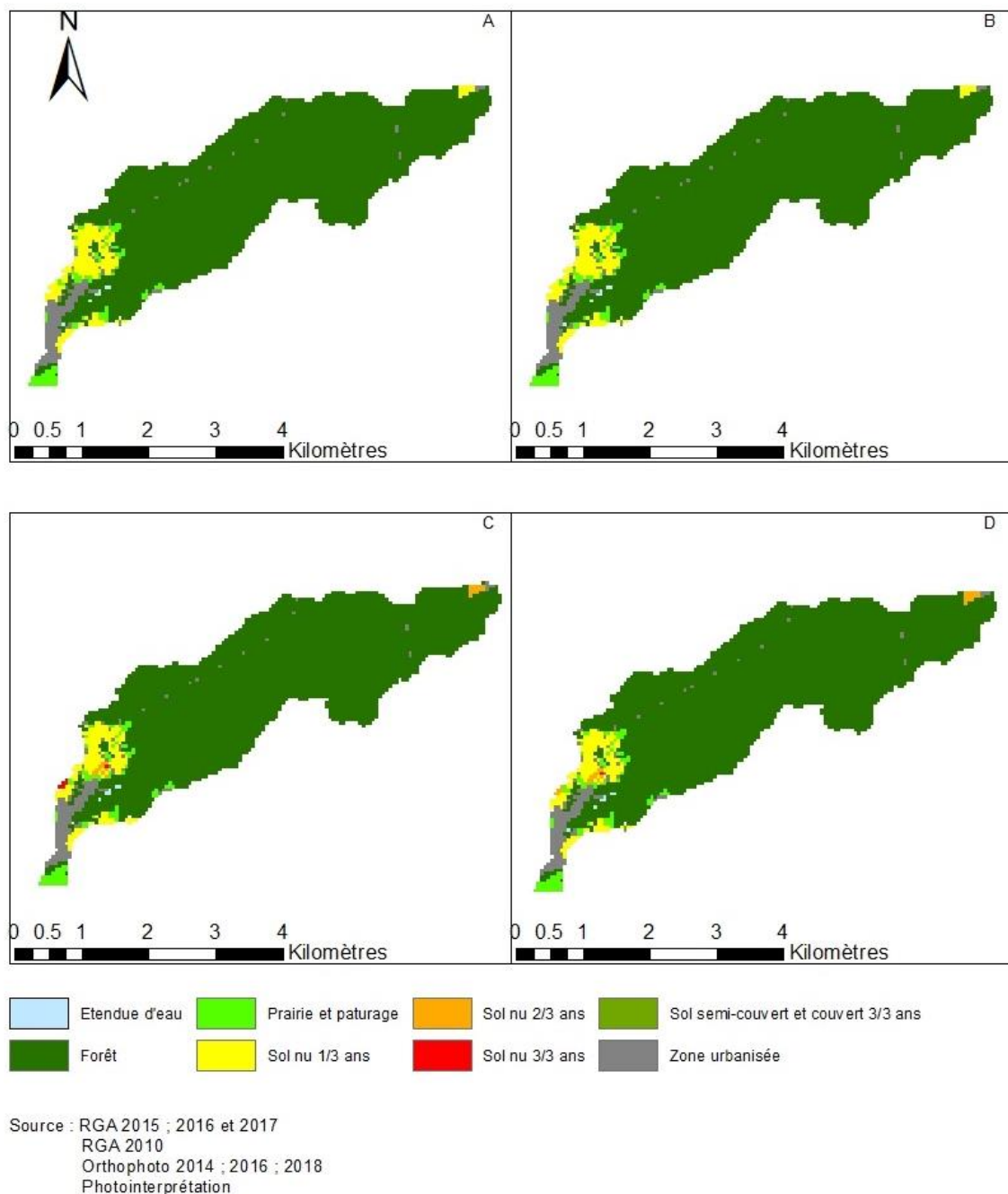


Figure 32 : cartes de l'occupation du sol avec des vignes enherbées (indice 3). (A) été ; (B) automne ; (C) hiver ; (D) printemps.

La comparaison entre les vignes enherbées et non enherbées met en évidence, un sol beaucoup plus sensible à l'érosion dans la partie Ouest du bassin versant. De plus comme dit précédemment, l'ensemble de ce bassin versant est occupé par de la forêt. Un pixel n'a pas été généré lorsque le raster a été créé. La présence de sol nu 3 ans sur 3 et 2 ans sur 3 peut suggérer la présence d'un risque à l'érosion.

### 3.2. Etape 2 : Pédologie

Le second paramètre dont il faut tenir compte lors de l'étude du risque d'érosion des sols est la pédologie, soit la nature et la texture superficielle des sols présents sur la zone d'étude. En effet, tous les types de sol, de par leur composition, n'ont pas la même sensibilité face à l'érosion.

Ici deux paramètres, la battance et l'érodibilité, sont à prendre en compte car ils influent sur l'érosion. La battance indique la propension des sols à former en surface une couche peu perméable, plus ou moins épaisse qui va diminuer l'infiltrabilité et la rugosité des sols en surface. L'érodibilité traduit l'entraînement des particules du sol suite à la désagrégation des agrégats.

Afin de réaliser cette partie, le rapport « Étude et Gestion des Sols » (Le Bissonnais et al. 2004) a été utilisé en complément de la méthode MESALES. La méthode ici employée consiste donc, à partir de la carte des textures superficielles (figure 19), à attribuer un indice de battance et d'érodibilité comme indiqué dans le tableau 6.

Tableau 6 : tableau des correspondances entre texture superficielle des sols et indice de battance et d'érodibilité

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 ( $\text{CaCO}_3 > 50\%$ )	3	3
t : pseudo-tourbe ( $12,5 < \text{MO} < 25\%$ )	1	1
T : tourbe ( $\text{MO} > 25\%$ )	1	1
888 : zones remaniées	-	-
777 : plan d'eau	-	-

Source : (Degan, Salvador-Blanes, and Cerdan 2015)

Une fois ces valeurs obtenues, il faut prendre en compte d'autres facteurs comme le taux de particules grossières (ou pierrosité), le taux de calcaire ou encore le taux de matière organique du sol car ces derniers modifient la sensibilité à l'érosion. Il en ressort donc que pour les textures superficielles limon léger (LL), limon moyen (LM) et limon moyen sableux (LMS) ainsi que le limon argileux (LA) et limon argilo sableux (LAS) la battance est diminuée de 1. De plus, dans les cas où l'occupation du sol est de type "prairie" ou "forêt" c'est cette fois la battance et l'érodibilité qui sont diminuées de 1.

Suite à l'application de ces différentes règles et par le biais du logiciel ArcGIS, nous obtenons deux cartes, une représentative de la battance des sols du bassin versant et l'autre de leur érodibilité pour lesquelles une valeur de 0 représente une battance ou érodibilité minimale et 5 une valeur maximale.

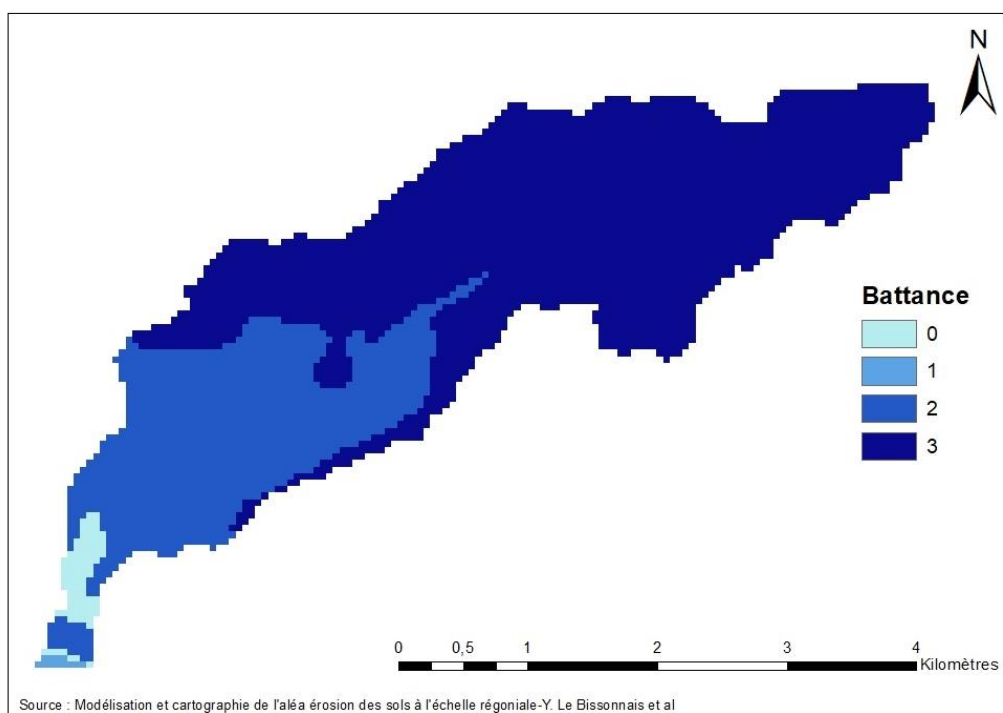


Figure 33 : carte des valeurs de battance du bassin versant du Battereau

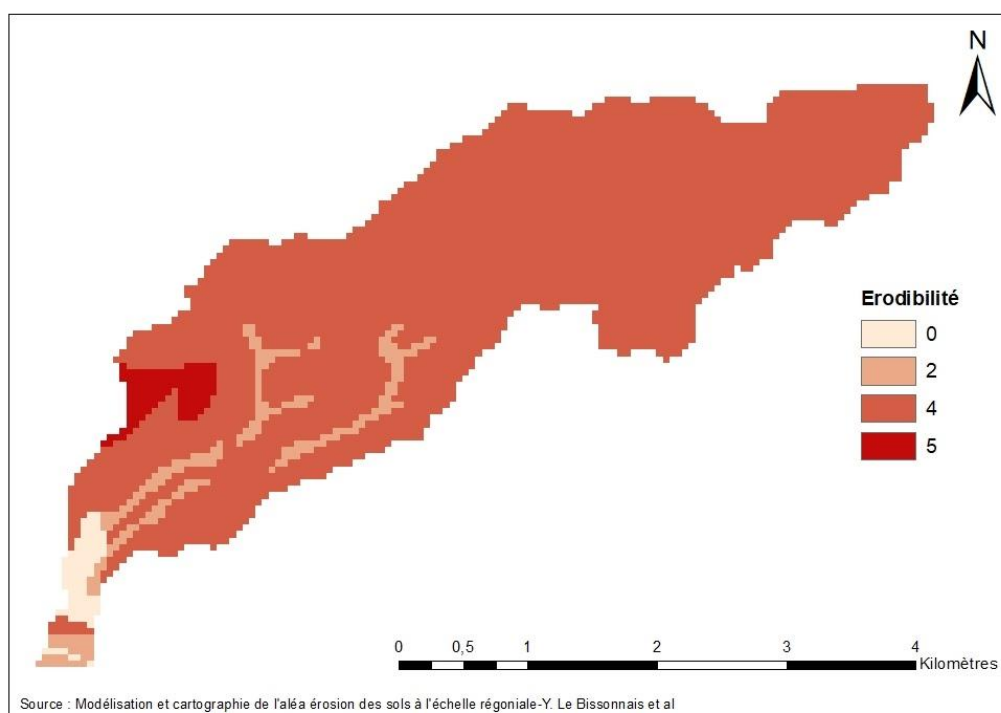


Figure 34 : carte des valeurs d'érodibilité du bassin versant du Battereau

### 3.3. Etape 3 : Topographie

Le troisième facteur à prendre en compte lors de l'étude de l'érosion des sols est la topographie du terrain. En effet cette dernière et notamment les critères de pente et d'aire drainée vont influencer la vitesse et la quantité de ruissellement ayant eu même un impact sur le taux de particules détachées du sol et donc le taux d'érosion.

La première étape concernant la topographie a été la création de la carte des pentes (Géoservices | Téléchargement et services web (ex Espace Professionnel) n.d.). Celle-ci a d'abord été réalisée à partir d'un MNT au pas de 50 mètres. Cependant, cette façon de faire générait des biais dans la carte puisque de nombreuses valeurs n'étaient pas estimées et se voyaient attribuer la valeur de 0%. Afin de palier à ce problème, un MNT au pas métrique en X et Y et au pas centimétrique en Z a été utilisé. Celui-ci a servi à générer des isolignes à partir desquelles a été créé un raster des pentes au pas de 50 mètres plus représentatif de la réalité.

La seconde étape a été le calcul de l'aire drainée sur la surface du bassin versant. Une fois celle-ci réalisée, cette aire drainée a été croisée avec les pentes afin d'affiner le paramètre pente pour la carte d'aléa à l'érosion.

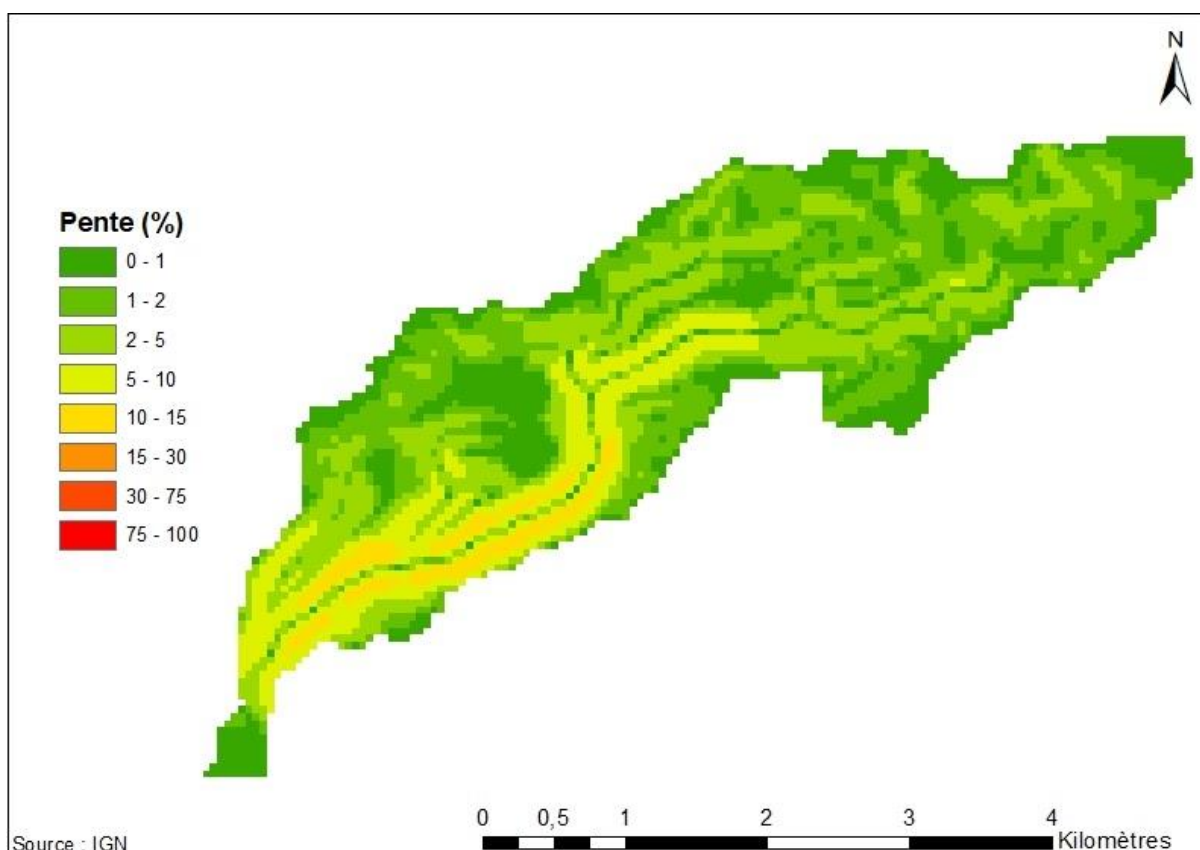


Figure 35 : carte des pentes sur le bassin versant du Battereau



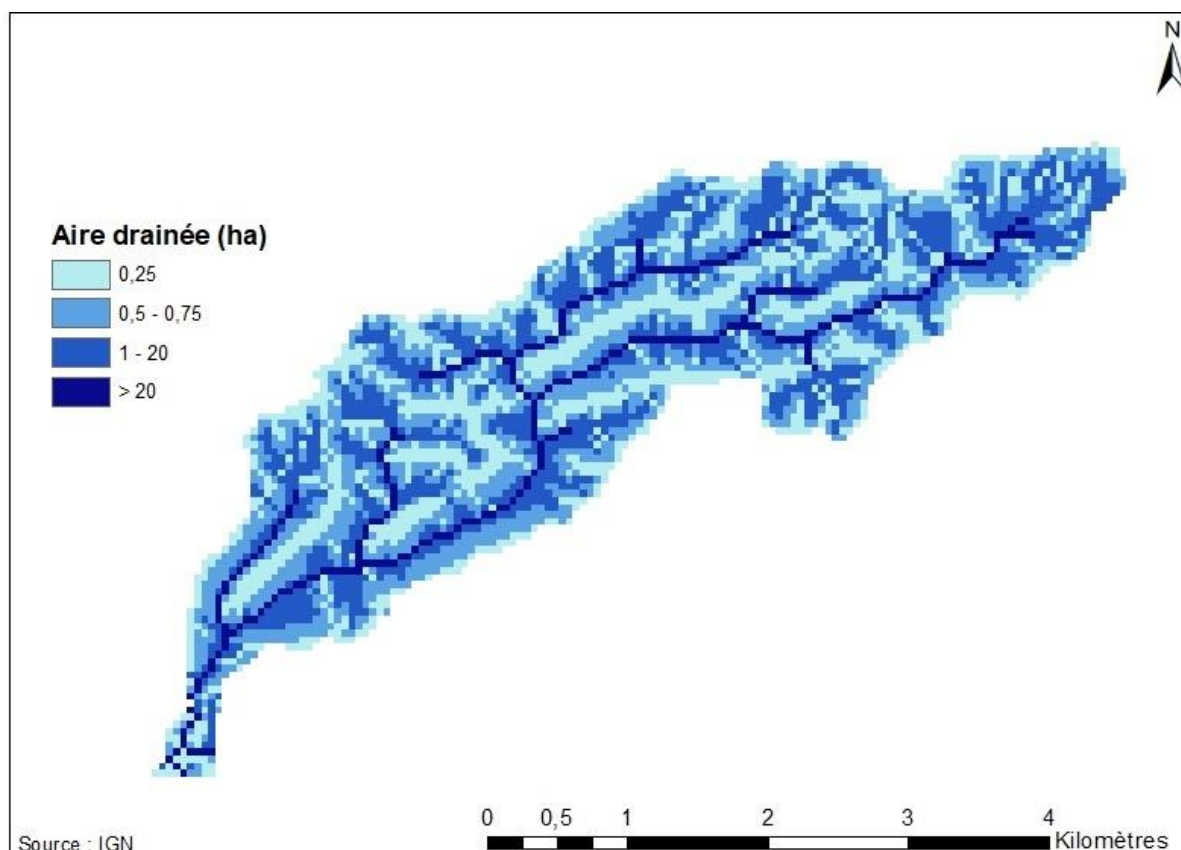


Figure 36 : carte des aires drainées sur le bassin versant du Battereau

### 3.4. Le climat

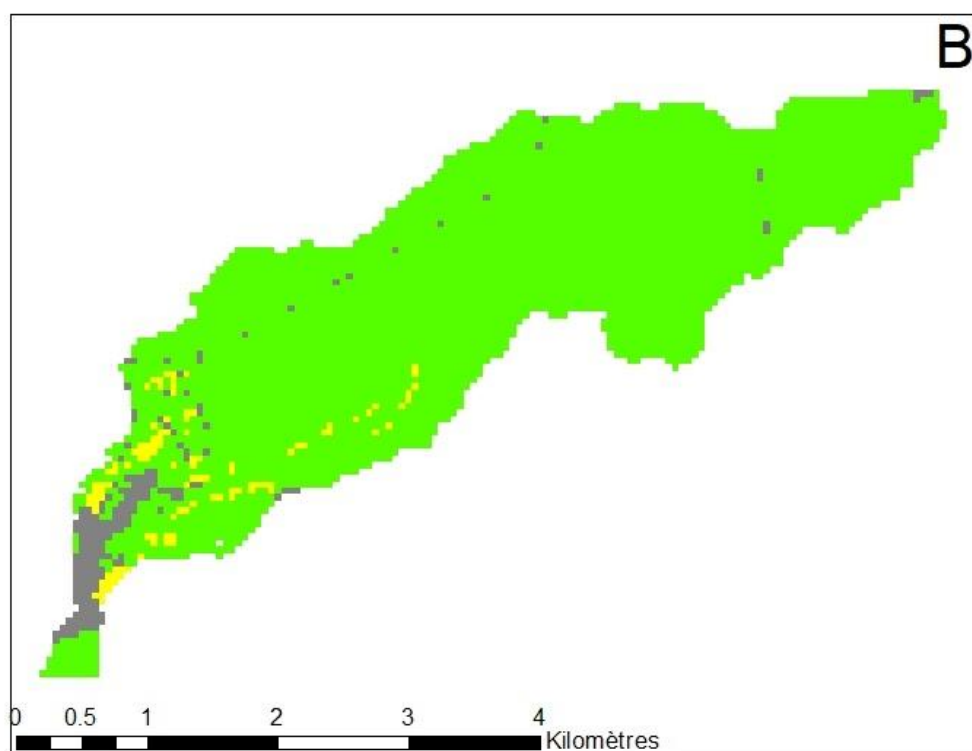
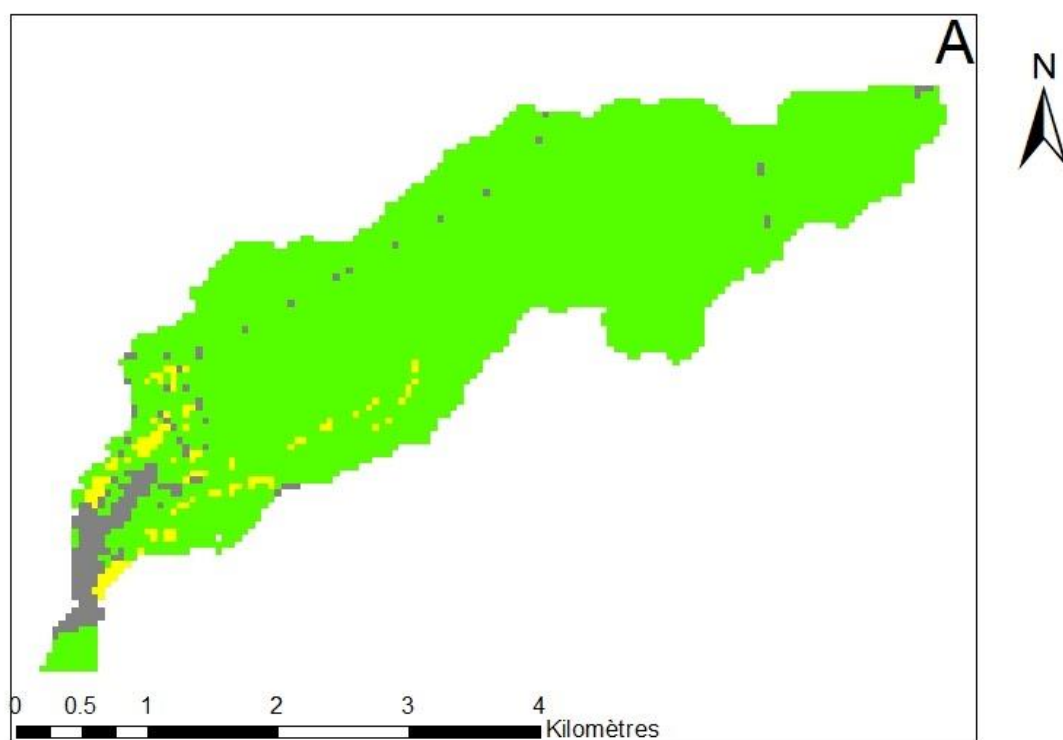
Le facteur climat est le dernier à entrer en jeu dans le rapport MESALES (Degan, Salvador-Blanes, and Cerdan 2015) et il permet de passer de la notion de risque d'érosion à celle d'aléa d'érosion. Dans notre cas et au vu de la superficie de la zone d'étude, le climat est considéré homogène sur toute la surface.

### 3.5. Résultats et interprétations

Ainsi, ces facteurs, hormis le climat, ont été croisés selon un arbre des choix issu du rapport MESALES (Degan, Salvador-Blanes, and Cerdan 2015) (annexe 11) afin d'aboutir à la création de cartes de l'aléa érosion pour chaque saison. Toutes les cartes réalisées pour la qualification de l'aléa érosif sont au pas de 50 mètres. Enfin, ces quatre saisons ont été croisées pour obtenir une carte finale annuelle de l'aléa érosion sur le bassin versant. Cette carte a été réalisée en prenant l'aléa d'érosion maximum possible pour chaque pixel en comparant les quatre saisons.

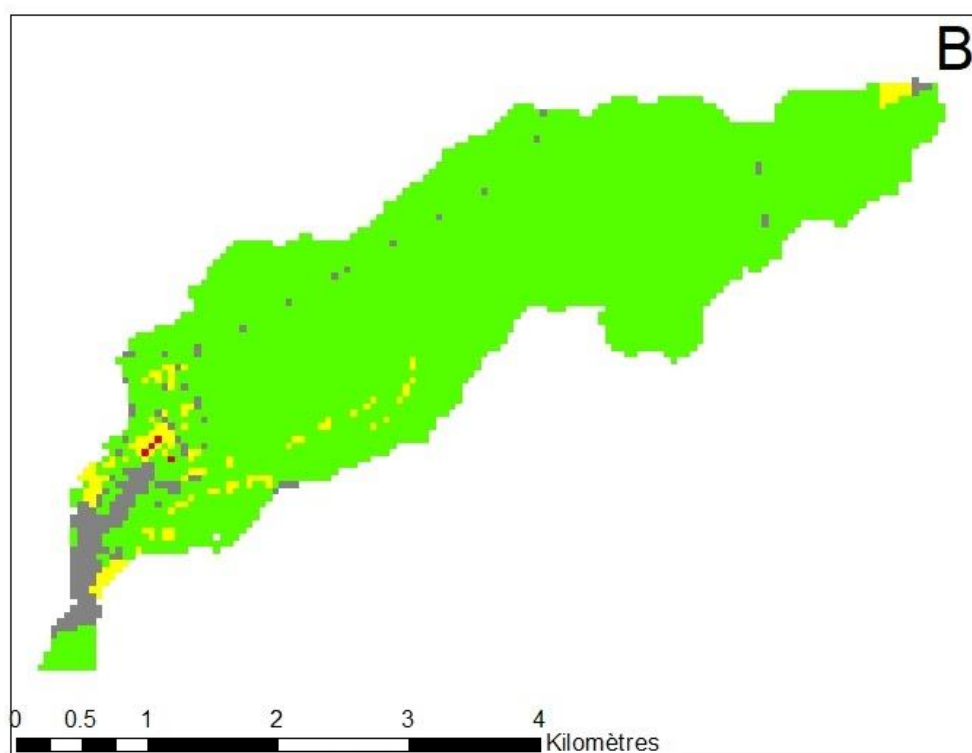
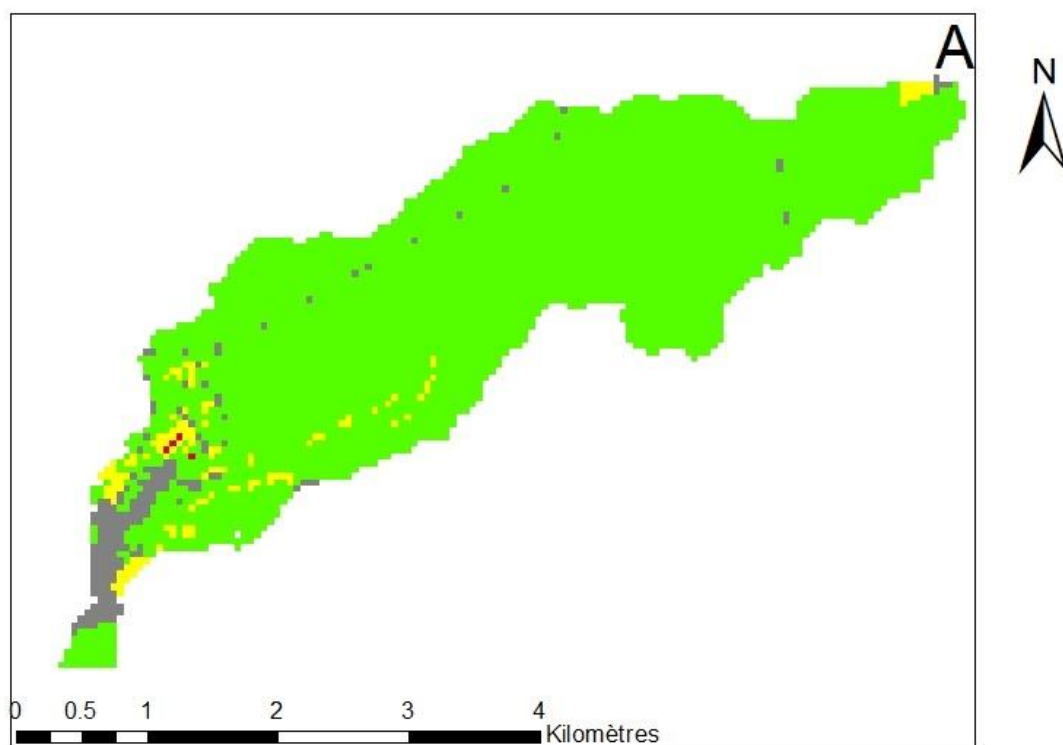
Le territoire est recouvert en majorité par de la forêt, ce qui réduit cet aléa, et possède également une partie urbaine dans l'aléa érosion qui n'est pas représentée par ce modèle. Ainsi, lors de la réalisation de ces cartes, l'hypothèse a été faite que le bassin versant du Battereau n'allait pas présenter de forts aléas à l'érosion. La présence de vignes est apparue comme un critère pouvant influencer sur cet aléa érosion. C'est pourquoi, même si celles-ci sont enherbées actuellement (indice 3 dans la méthode MESALES), le choix a été fait de modéliser également l'aléa érosion dans le cas où elles ne le seraient pas (indice 1).





Aléa nul à très faible     Aléa fort à très fort  
 Aléa faible à moyen     Zone non modélisée  
 Source : carte occupation des sols; battance ;érodibilité ; pente.

Figure 37 : cartes de l'aléa de l'érosion du sol. (A) carte de l'aléa érosion en été avec des vignes enherbées (indice 3). (B) carte de l'aléa érosion en automne avec le même indice



Aléa nul à très faible      Aléa fort à très fort  
 Aléa faible à moyen      Zone non modélisée  
 Source : carte occupation des sols; battance ;érodibilité ; pente.

Figure 38 : cartes de l'aléa de l'érosion du sol. (A) Carte de l'aléa érosion en hivers avec des vignes enherbées (indice 3). (B) Carte de l'aléa érosion au printemps avec le même indice

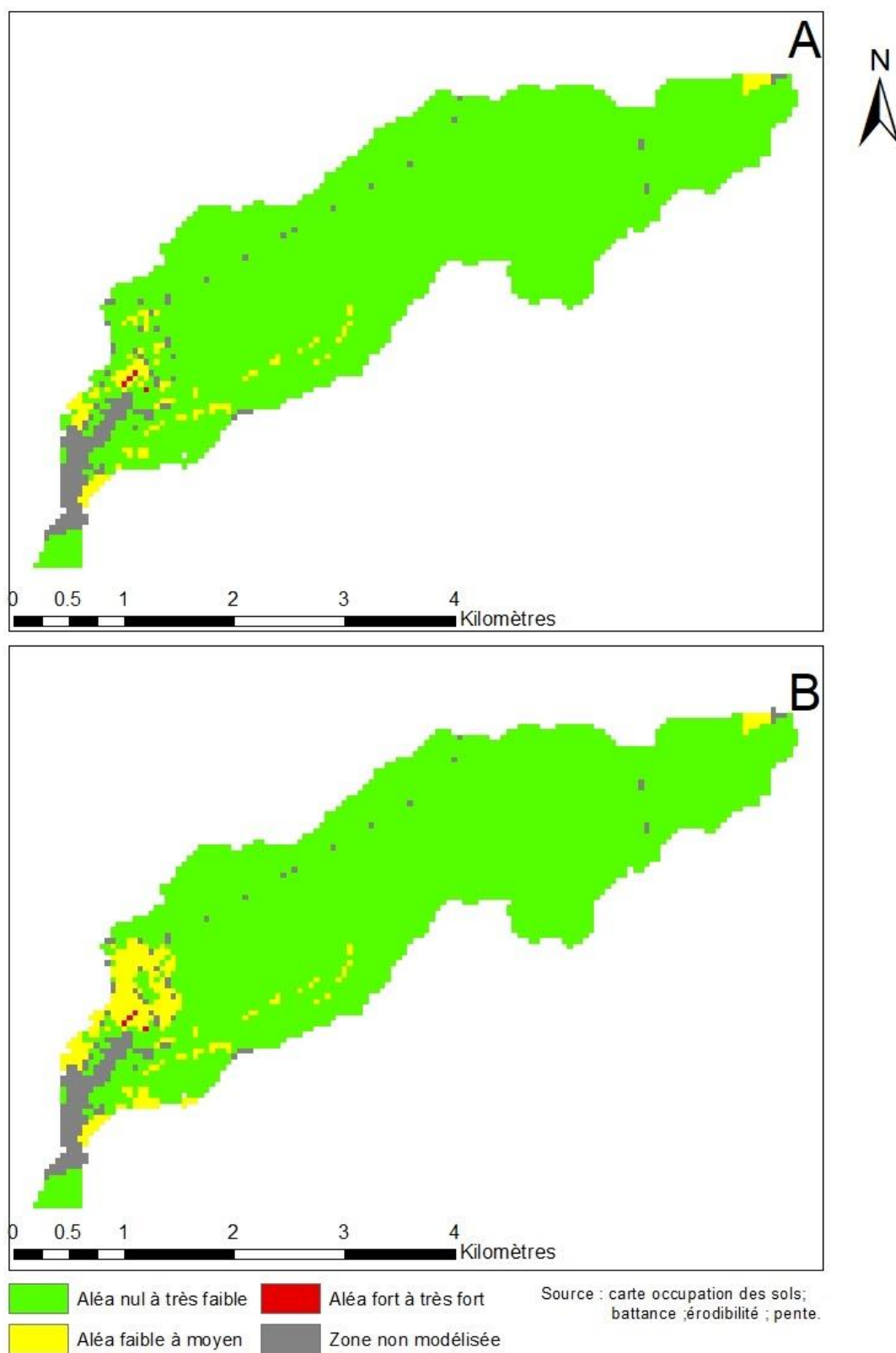


Figure 39 : cartes de l'aléa de l'érosion du sol. (A) Carte de l'aléa érosion annuelle avec des vignes enherbées (indice 3). (B) Carte de l'aléa érosion annuelle avec des vignes non enherbées (indice 1)

Les cartes d'aléa obtenues ci-dessus et en annexe 12 et 13 confirment l'hypothèse de départ, le territoire n'est pas fortement sensible à l'érosion. En effet, la majeure partie du territoire est placée en aléa nul à très faible.

Le long de la forêt se trouvent certains pixels placés en zone non modélisée. Il s'agit des routes traversant la forêt qui ne sont pas modélisées en continu. Cela provient de la génération en raster de la carte d'occupation du sol qui affiche la forêt en priorité sur certains pixels.

L'aléa faible à moyen au sud du bassin versant semble provenir de la combinaison entre l'érodibilité de 2 et les pentes se trouvant entre 10 et 15% le long du cours d'eau.

La zone la plus susceptible à l'érosion semble être la zone viticole à l'ouest du bassin versant. En effet, cette zone présente toujours des aléas faible à moyen peu importe la saison ou l'enherbement. En revanche, la grande différence entre les saisons se trouve dans la présence d'aléa fort à très fort en hiver et au printemps que l'on ne retrouve pas en été et en automne. Cet effet est dû l'absence de la végétation qui revient durant le printemps et qui est présente en été. Les zones concernées par cet aléa sont des vignes. Et l'aléa ne change pas, que les vignes soient enherbées ou non. Toutefois, cet aléa fort à très fort apparaît sur toutes les saisons lorsque les vignes ne sont pas enherbées mais se trouve accentué en hivers et printemps. Enfin, concernant la différence entre les vignes enherbées et non enherbées, l'aléa est beaucoup moins fort que prévu. En effet, au vu des cartes d'occupation du sol, le risque semblait fort car l'occupation du sol passait de nu 1 an sur 3 à nu 3 ans sur 3. Or, si un sol est nu, le risque érosion sera plus élevé. Cependant, l'aléa érosif n'est pas seulement dû à l'occupation d'un sol mais aussi à d'autres paramètres qui, dans le cas du Battereau vont diminuer l'aléa érosif dans cette partie. Ainsi, cet aléa dans les zones viticoles augmente légèrement avec des vignes non enherbées et passe à un aléa faible à moyen. Cependant, il n'atteint pas un aléa fort à très fort.

➤ Critique :

Le modèle MESALES ne prend pas en compte l'occupation du sol qui est urbanisé. Or ce sol semble important car même si l'érosion est nulle, le ruissellement n'est pas non plus absorbé par ces zones urbaines. Par conséquent, l'érosion sera plus élevée à l'aval de ces zones urbaines du fait de l'apport d'eau en plus.

L'érosion d'un sol va être déterminée à partir de plusieurs paramètres : l'occupation du sol, la pente, la battance et l'érodibilité du sol. Un autre paramètre important est le climat mais dans ce rapport il ne sera pas abordé. L'occupation du sol va traduire la protection de ce sol à l'érosion; la battance est la capacité du sol à former une couche peu perméable ; l'érodibilité fait référence à l'entraînement des particules du sol et enfin la pente va avoir un impact sur la vitesse de ruissellement et donc de l'entraînement des particules.

Ainsi au vu des résultats, l'aléa érosif du bassin versant du Battereau est faible. En effet, la majeure partie du bassin versant est constituée de forêt. De plus les trois autres paramètres sont faibles sur la globalité de la zone étudiée. Deux zones pourraient poser problème : la partie Ouest du bassin présente un risque car il y a une présence de vigne qui ne protège pas le sol de manière efficace, et d'une érodibilité forte. Cependant, sur cette zone la pente est faible et réduit ainsi le risque érosion. L'autre zone à risque est la zone située à proximité du cours d'eau du Battereau. En effet, la pente y est relativement élevée (10-15%) pour le bassin mais, cette pente est compensée par la présence de la forêt qui réduit l'aléa érosif. Enfin, une modélisation des vignes enherbées (indice MESALES 3) et non enherbées (indice 1), met en évidence l'importance sur l'érosion de l'enherbement des vignes dans leur secteur.

## 4. Patrimoine culturel et naturel

### 4.1. Patrimoine naturel

L'étude réalisée dans le cadre du dossier de Restauration des masses d'eau Filet et Petit Cher en Indre-et-Loire par la Sarl RIVE nous a permis de compléter notre évaluation de l'état biologique du cours d'eau du Battereau. La station de suivi sur laquelle les prélèvements ont été faits est située à l'amont de l'étang communal du Battereau.

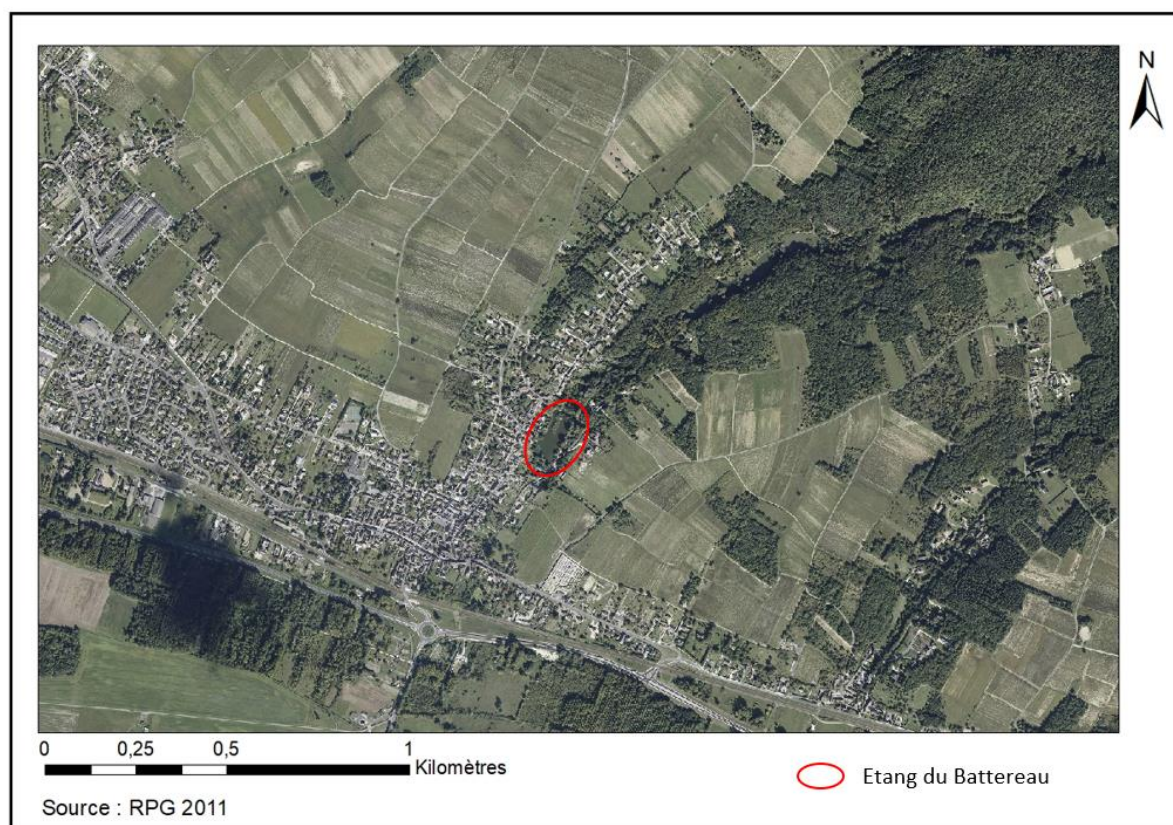


Figure 40 : localisation de l'étang communal du Battereau dans la commune de Saint-Martin-le-Beau

Le calcul de l'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) permet d'évaluer la qualité biologique d'un cours d'eau en fonction des peuplements d'invertébrés macrobenthiques. La note obtenue de l'IBGN sur cette station est de 13 (sur 20), traduisant une qualité biologique moyenne. Le taxon indicateur de groupe est celui des *Glossosomatidae*. L'indice de 7 (sur 9) associé à cette famille témoigne d'un cours d'eau peu pollué et directement alimenté par des nappes d'eaux fraîches. Il est cependant nécessaire de prendre une certaine distance face à ce résultat car le calcul de la Robustesse montre qu'en retirant ce taxon de la liste faunistique, on obtient une note IBGN de 9 attribuant le statut de "médiocre" à la qualité biologique du cours d'eau.

#### 4.1.1. Identification des zonages réglementaires

La surface du bassin versant du Battereau chevauche les communes de Saint-Martin-le-Beau, de Dierre, d'Amboise et de Lussault-sur-Loire, et est composée en très grande partie de la forêt d'Amboise, un territoire classé en ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) continentale de type II. Les données utilisées sont tirées de l'Inventaire Nationale du Patrimoine Naturel (l'INPN), qui fournit de précieuses informations sur les zones réglementées ainsi que sur les espèces présentes sur notre zone d'étude.



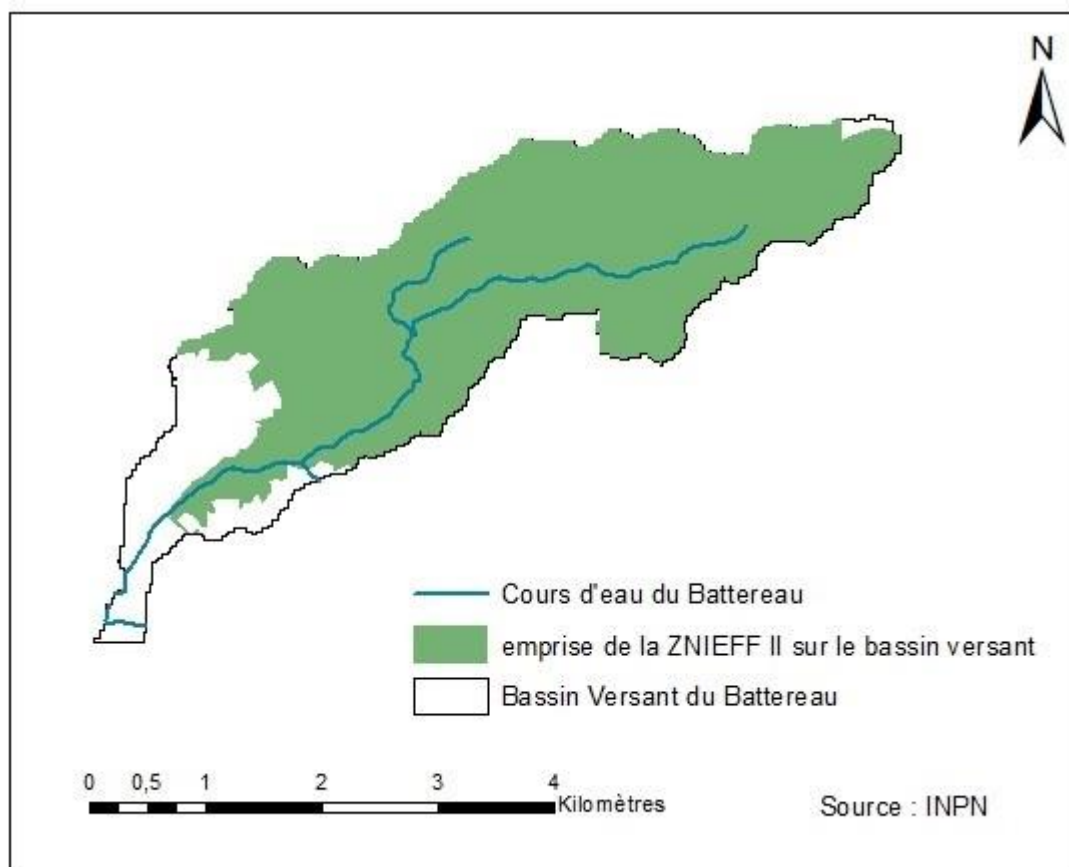


Figure 41 : emprise de la ZNIEFF continentale de type II sur le bassin versant du Battereau

Le massif forestier d'Amboise est un des massifs les plus importants d'Indre-et-Loire. On y trouve des parcelles forestières de nature et d'âge variables, et une population entomologique riche qui a été le critère de délimitation de la zone. Les ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes, mais la ZNIEFF de la forêt d'Amboise est tout de même soumise à diverses pressions humaines : la sylviculture, la chasse, le tourisme et loisirs, ainsi que la circulation routière.

#### 4.1.2. Espèces réglementées présentes sur le bassin versant

L'intérêt faunistique du bassin versant et notamment sur la ZNIEFF d'Amboise est surtout d'intérêt entomologique. Les coléoptères saproxyliques (dont une partie ou la totalité du cycle de vie est associée au bois mort) inscrits en annexe II de la directive Habitats sont identifiés dans la partie amont du bassin versant. Ces informations proviennent du même dossier de Restauration des masses d'eau Filet et Petit Cher, l'absence de données supplémentaires rend difficile l'évaluation de la population des insectes sur l'ensemble du bassin versant.

Aucune espèce piscicole n'est considérée comme déterminante dans les eaux du Battereau. La réalisation d'un échantillonnage via une pêche électrique aurait permis une estimation des espèces présentes ainsi que leur nombre, car les seules données obtenues sont celles du peuplement piscicole dans le Filet. Ces dernières témoignent d'une densité de plus de 700 individus / 100m<sup>2</sup> avec une dominance par des espèces d'eau calme et une très faible présence d'espèces "invasives". Dans le périmètre du bassin versant, c'est l'étang du Battereau est considéré comme une réserve piscicole appréciée des pêcheurs riverains (annexe 14). En revanche, la baisse du niveau de l'eau de ce réservoir

faisant suite à l'important épisode de sécheresse de l'été 2019 a entraîné une diminution du nombre d'individus.

#### 4.1.3. Limites de la démarche

Les ZNIEFF de type II présentant des enjeux moins forts que les ZNIEFF de type I, des aménagements peuvent y être autorisés, sous la condition qu'ils ne modifient ni ne détruisent les milieux contenant les espèces d'intérêt de la zone, et ne remettent pas en cause la fonctionnalité des milieux ou leur rôle de corridor écologique.

#### 4.2. Patrimoine culturel

La commune de Saint-Martin-le-Beau possède des bâtiments inscrits "monument historique". La carte suivante montre l'emplacement des divers monuments relevant du patrimoine culturel de la commune.

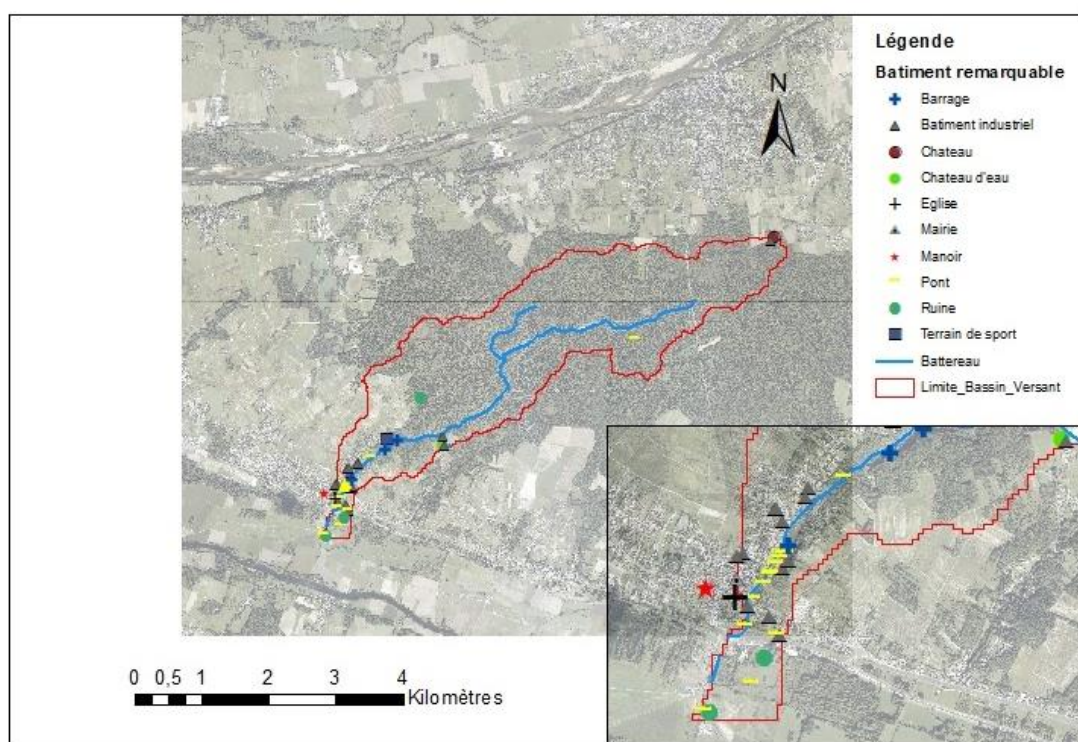


Figure 42 : carte de localisation des éléments du patrimoine culturel du bassin versant du Battereau

Il y a en premier lieu l'église paroissiale de Saint-Martin-le-Beau. L'église a été construite au XII<sup>ème</sup> siècle puis inscrite "monument historique" le 19 juillet 1926. En 2015, la charpente de l'église a été brûlée aux deux tiers suite à un incendie. Cependant, la procédure de rénovation a été lancée en 2016. Cette rénovation est aujourd'hui presque terminée.

Le manoir de Thomas Bohier est lui aussi un bâtiment classé "monument historique". C'est un manoir du XVI<sup>ème</sup> siècle ayant appartenu à Thomas Bohier qui était surintendant des finances de Louis XI à François 1<sup>er</sup>, seigneur de Saint-Martin-le-Beau et reconstruteur du château de Chenonceau. Le manoir possède une façade du style de la Renaissance. Il a été inscrit comme "monument historique" le 13 juillet 1926.



Le dernier site classé “monument historique” est le site du barrage éclusé mobile à aiguilles de Nitray qui a été construit entre 1836 à 1841 et classé “monument historique” en 2011. Il comprend le barrage mobile à aiguilles; l'écluse latérale; la maison double de l'éclusier et du barragiste; le magasin à aiguilles et la dépendance ouest. Le site se situe en bordure de la commune de Saint-Martin-le-Beau mais pas sur le bassin versant du Battereau.

## 5. Acteurs et usages liés à l'eau

Le bassin versant du Battereau est réparti sur les quatre communes que sont Amboise, Saint-Martin-le-Beau, Lussault-sur-Loire et Dierre. En termes de superficie (figure 43) c'est la commune d'Amboise qui occupe la majeure partie du bassin versant avec 52,85% d'occupation. Vient ensuite la commune de Saint-Martin-le-Beau avec 45,23% puis Lussault-sur-Loire avec 1,87% et enfin Dierre avec 0,05% d'occupation. Il semblerait donc que ce soit la commune d'Amboise qui ait le plus de poids sur notre bassin versant.

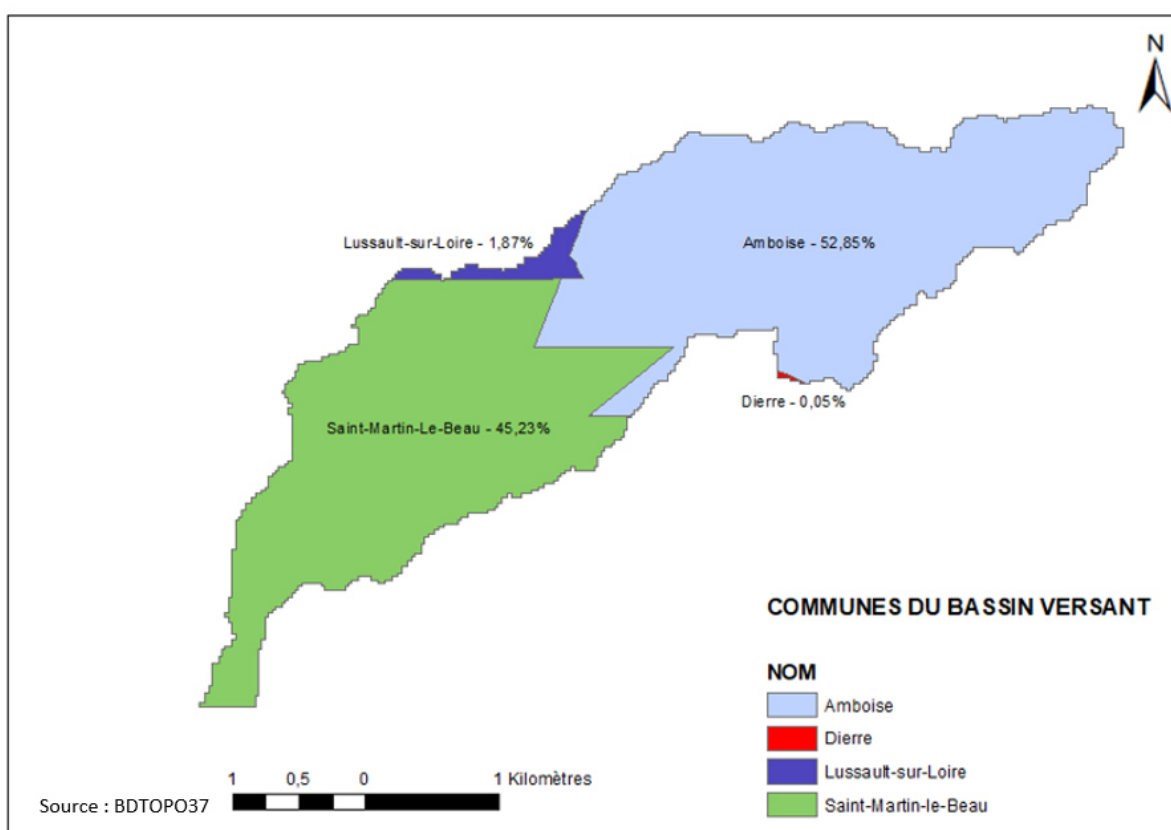


Figure 43 : carte représentative de l'importance d'occupation de chaque commune dans le bassin versant du Battereau

Cependant, l'étude de la carte de l'occupation du sol des différentes communes du bassin versant (figure 43) mène à une autre conclusion. Même si la commune dominante en termes de superficie est celle d'Amboise, son emprise au sol est majoritairement végétative. En effet la partie d'Amboise présente dans notre bassin versant se compose uniquement de forêt et non d'habitation ou autres bâtiments. Le même constat s'applique pour les communes de Lussault-sur-Loire et Dierre.

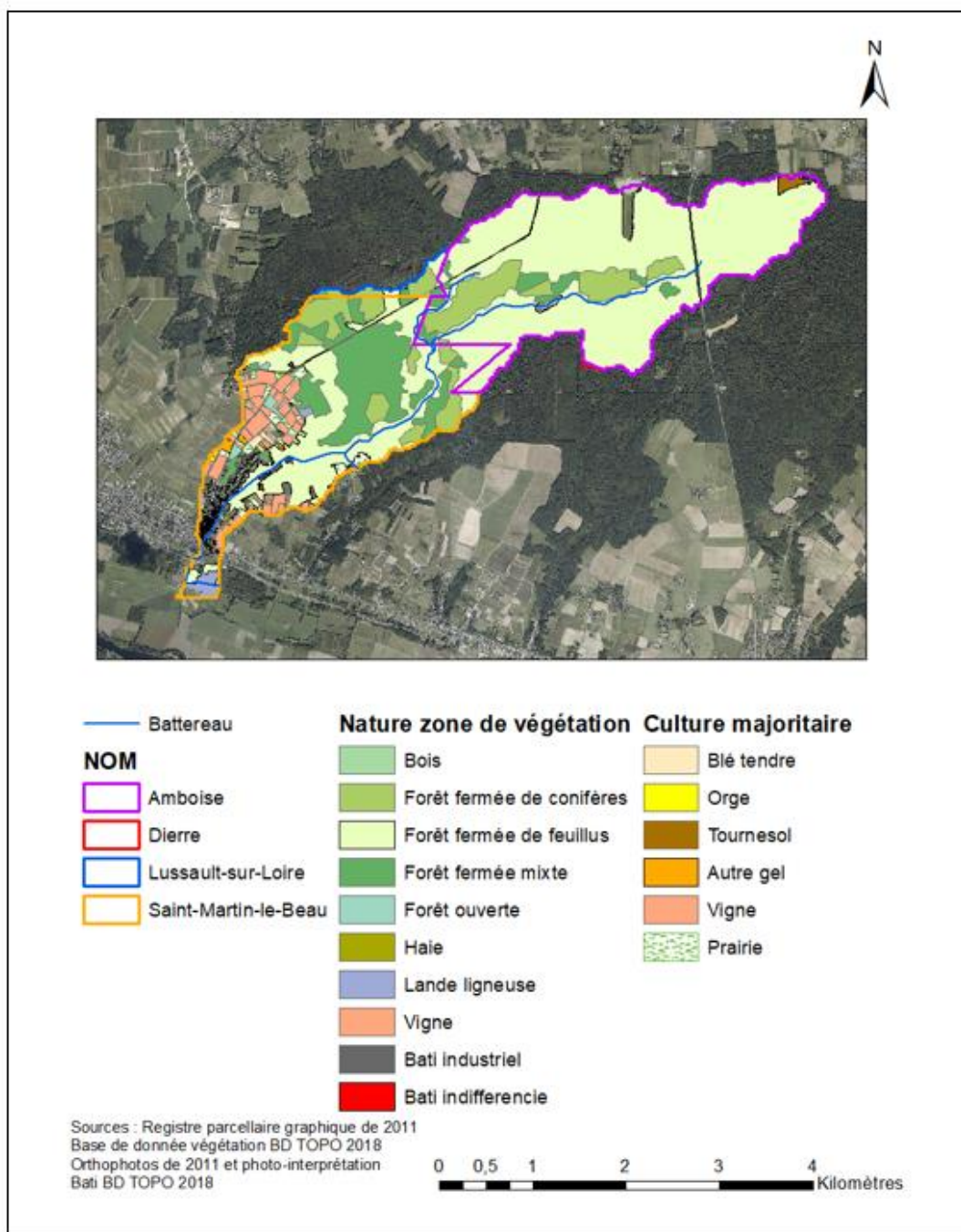


Figure 44 : carte représentative de l'occupation du sol pour chaque commune

Au vu de ces éléments, il ressort donc que la commune ayant le plus d'emprise sur notre bassin versant en termes d'usage et d'impact est celle de Saint-Martin-le-Beau et non Amboise. La partie usage et conflit qui s'en suit sera donc essentiellement tournée sur Saint-Martin-le-Beau.

## 5.1. Les usages et conflits d'usages du bassin versant

### 5.1.1. Population et usages domestiques

A l'échelle du bassin versant, la population ne cesse d'augmenter depuis les années 1969 (figure 45).

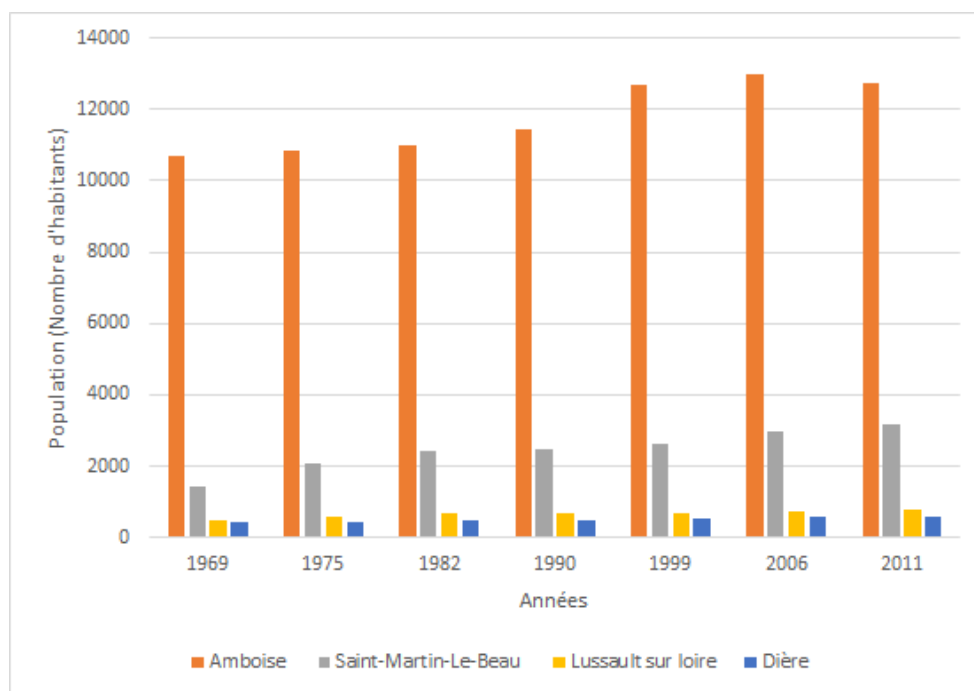


Figure 45 : évolution de la population sur les différentes communes du bassin versant du Battureau au cours de ces 50 dernières années

Cependant, comme expliqué précédemment, seule la population de Saint-Martin-le-Beau réside au sein de notre zone d'étude et c'est pourquoi nous allons nous y intéresser plus en détail.

La commune de Saint-Martin-le-Beau est en croissance démographique depuis les années 1969. Sa population est passée de 1 220 à 3 148 habitants entre 1969 et 2016, ce qui représente un gain de 1 928 habitants (Dossier complet – Commune de Saint-Martin-le-Beau (37225) | Insee n.d.). La population de la commune a donc doublé au cours de ces 50 dernières années. Cependant cette croissance démographique ne s'est pas faite de manière homogène. On constate (figure 46) une période de forte croissance entre les années 1969 et les années 1990, suivie d'une période de légère stagnation dans les années 1990 à 2006 avant un retour à la croissance, qui reste tout de même plus faible que lors de la première phase.

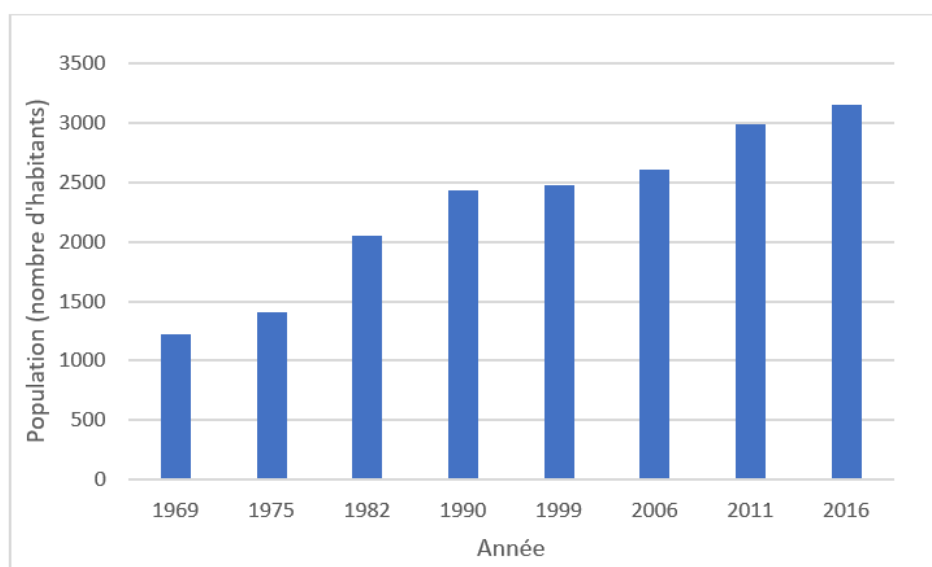


Figure 46 : évolution démographique de la commune de Saint-Martin-le-Beau entre 1969 et 2016

La commune de Saint-Martin-le-Beau doit donc, depuis de nombreuses années, faire face aux problématiques liées à l'étalement urbain telles que la construction de nouveaux logements. Les cartes représentatives de l'évolution de l'occupation du sol à travers le temps (figure 25) montrent que jusqu'à présent la ville s'est fortement étalée pour faire face à sa croissance. Cependant la lecture du POS ainsi que l'entretien avec le maire (annexe 14) nous ont appris, que dans un souci de respect des politiques actuelles de limitation quant à l'étalement urbain la ville souhaite prioriser l'utilisation des "dents creuses" présentes au sein du village. Cette démarche permet d'intégrer les nouvelles constructions à l'intérieur du tissu déjà existant, ou en s'appuyant sur une construction déjà présente, sans en augmenter le périmètre en direction de zones agricoles ou naturelles. Ainsi, aucun projet d'aménagement à proximité directe du cours d'eau du Battereau n'est actuellement envisagé.

Afin d'étudier les usages et impacts de la commune de Saint-Martin-le-Beau sur notre bassin versant il est essentiel de prendre en compte le fait que toute la population du village ne réside pas au sein de notre zone d'étude. En effet seul 24,55% de la commune (source ArcGIS) se situe dans le bassin versant soit une superficie d'environ 4,7km<sup>2</sup>. En termes d'habitants, si l'on se réfère à la densité d'habitant (Dossier complet – Commune de Saint-Martin-le-Beau (37225) | Insee n.d.) qui est de 107,7 habitants par kilomètre carré, cela représente un total d'environ 506 habitants sur le bassin versant soit 16% de la population totale de la commune.

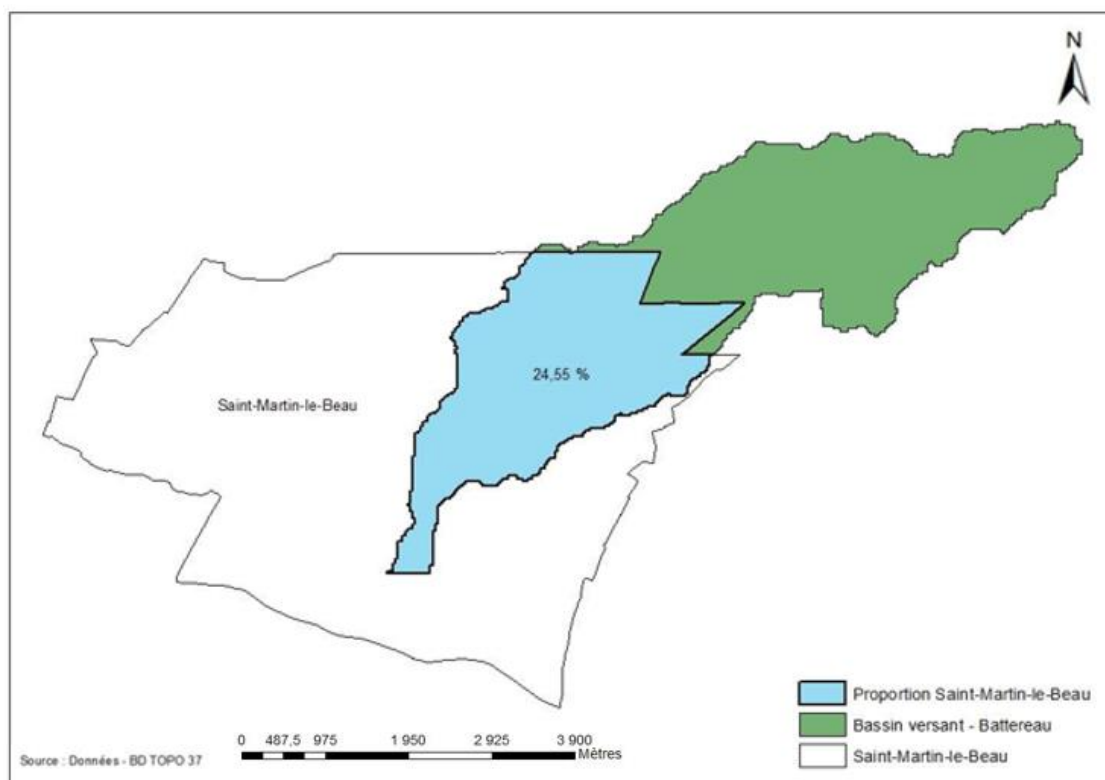


Figure 47 : carte représentative du pourcentage de Saint-Martin-le-Beau compris dans le bassin versant

#### ➤ Gestion des eaux usées :

En ce qui concerne la gestion des eaux usées sur le bassin versant, seules deux des quatre communes possèdent leur propre station d'épuration. Ces dernières sont toutes deux conformes en équipements et possèdent des capacités suffisantes pour traiter correctement les eaux usées leur parvenant. Pour Saint-Martin-le-Beau, le projet d'expansion de la commune est cependant à prendre en compte. Ce dernier ne devrait pas être problématique sachant que les capacités nominales, soit la capacité

maximale, de la station d'épuration sont aujourd'hui largement supérieures à la charge entrante (tableau 7).

A noter cependant qu'aucune des stations d'épuration n'est comprise dans la délimitation de notre bassin versant et ne rejette dans le Battereau (figure 48). Par conséquent elles n'ont pas d'impact sur ce dernier.

*Tableau 7 : caractéristiques des stations d'épurations des communes du bassin versant*

<b>Communes</b>	<b>Amboise</b>	<b>Saint-Martin-Le-Beau</b>
Mise en service	06/2001	12/2003
Mettre ouvrage	Communauté des communes du Val d'Amboise	Commune de Saint-Martin-le-Beau
Nom station	La Varenne	Le Pré aux Oies
Code station	0437003S0002	0437225S0001
Capacité nominale	23000 EH	6580 EH
Charge entrante	18333 EH	3015 EH
Conformité	OUI (2018)	OUI (2018)
Traitement requis par la directive ERU	Traitement secondaire - Dénitrification - Déphosphatation	Traitement secondaire
Traitement des eaux usées	Boue activée - Aération prolongée	Boue activée - Aération prolongée
Traitement et destination des boues	Filtration à plateau - 2012/2014 Valorisation industrielle (100%) - 2014/2019 Absence de données	Table d'égouttage - Épandage (100% en 2017) - Décharge (100% en 2018)
Lieu de rejet	La Loire moyenne - Zone sensible Azote et Phosphore	Le Cher - Zone sensible Azote et Phosphore

L'épandage des boues d'épuration est un processus à prendre en compte. En effet, ces boues issues de stations d'épurations représentent des sources d'azote et phosphore utilisables et valorisables par

l'agriculture. Néanmoins si des évènements hydrologiques intenses surviennent, ces nutriments risquent d'être mobilisés et de finir, à termes, dans les cours d'eau. C'est pourquoi l'épandage des boues d'épuration est soumis à déclaration et doit se faire dans le respect de la législation française afin de garantir la protection de l'environnement et de la santé publique (Epandage des boues des stations d'épuration / La qualité des eaux / Eau / Environnement, eau, forêt, chasse, pêche, réserves naturelles ... / Politiques publiques / Accueil - Les services de l'État dans le Cher n.d.).

Ici encore, le risque est limité sur notre bassin versant. En effet, seule la commune de Saint-Martin-le-Beau fait appel à cette technique et la zone d'épandage, d'après la localisation indiquée dans le POS, se situe hors de notre zone d'étude.

D'après le site du Syndicat d'Assistance Technique pour l'Épuration et le Suivi des Eaux (SATESE37), sur les quatre communes, seule celle de Saint-Martin-le-Beau est adhérente à la compétence permettant d'assurer le Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC). La commune est donc chargée du conseil et de l'accompagnement des particuliers dans la mise en place de leurs installations d'assainissement non collectif et du contrôle des installations. Ce mode d'assainissement, s'il est bien réalisé ne cause pas de préjudice à l'environnement.

➤ Gestion de l'eau potable :

Concernant le service d'eau potable, la distribution de l'eau potable est assurée par la commune de Saint Martin le Beau. Le service est géré en régie et la distribution est réalisée au moyen d'un forage (figure 48) "Les Sablons" (code SISEAUX 37000645) qui se trouve au sein de la commune mais hors du bassin versant du Battereau (LF 2018). Le réservoir de la Coulaine qui est un réservoir sur tour est lui situé sur le bassin versant. On retrouve également un lavoir communal dans les points d'eau référencés au sein de la BDTPO37.



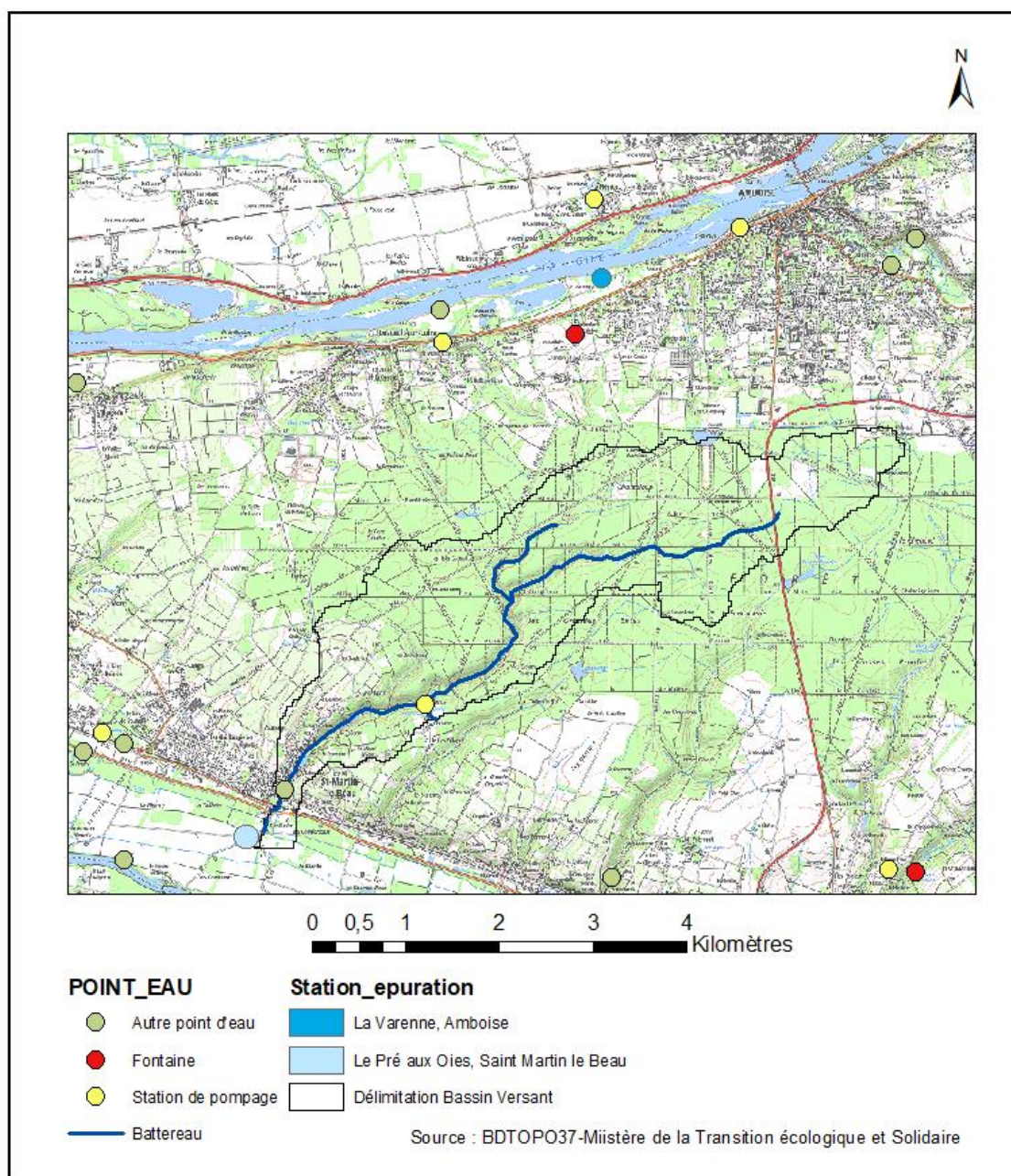


Figure 48 : carte de localisation des éléments pour la gestion de l'eau potable et usée

#### ➤ Les usages de la population :

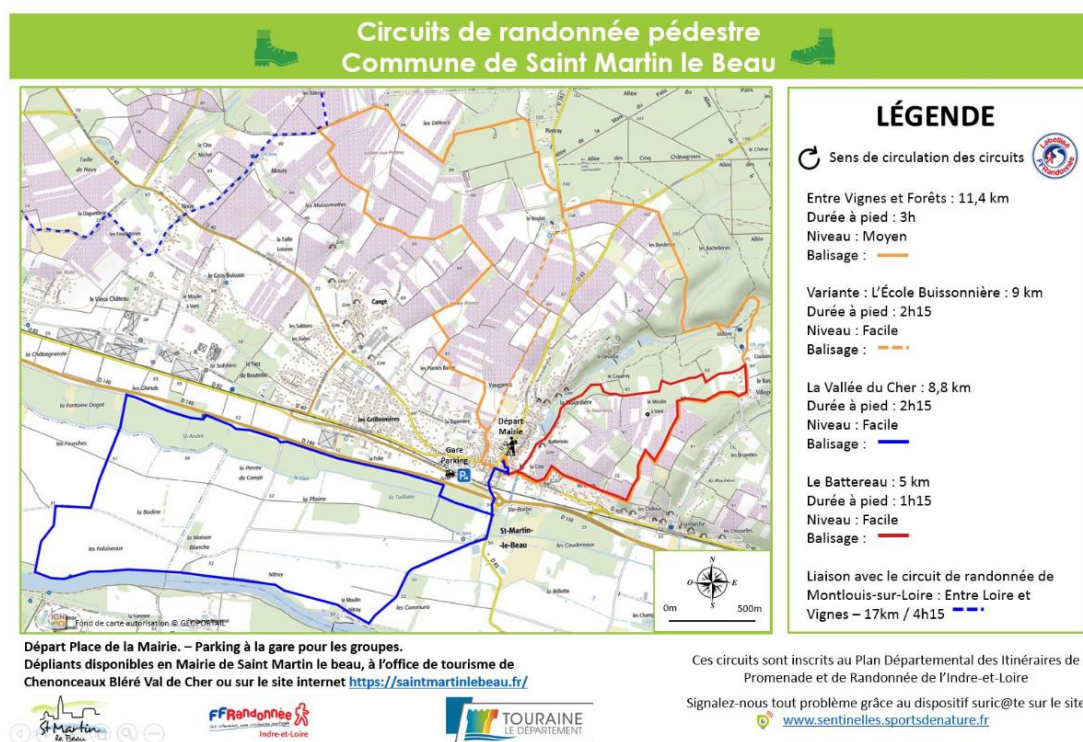
La commune de Saint-Martin-le-Beau est une commune vivante et active qui possède à son actif 34 associations. Néanmoins nous avons pu constater lors des entretiens avec l'adjoint au maire et les habitants (annexes 14 et 15) que le Battereau n'y est pas très connu. Parfois le cours d'eau n'est tout simplement pas connu, parfois il est connu mais c'est son nom qui ne l'est pas. Il arrive aussi que les habitants connaissent son existence mais n'aient pas de raison de s'y rendre.

En effet ce dernier ne fait pas réellement partie de la vie locale ; une seule association (Carpfree37) a un lien avec le cours d'eau. Elle a pour activité la pratique de la pêche sportive à la carpe aux alentours de Saint-Martin-le-Beau. Hormis cette dernière aucune des 33 autres associations n'est directement liée au Battereau ou ne propose d'activités en relation avec ce dernier. Un festival fluvial intitulé "Jour de Cher" existe cependant, mais se situe sur le Cher. Ce festival consiste en une course de radeaux



réalisée par les associations des différentes communes. De plus il n'existe ni de zone navigable ni de zone de baignade, du fait de l'envergure du cours d'eau, et l'activité de pêche n'y est pas très présente. En effet, même si le cours d'eau est classé "deuxième catégorie piscicole" l'Association Agréée de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques du département 37 (AAPPMA37) n'y recense ni parcours ni lieux pratiques. Les lieux recommandés à proximité se situent sur le Cher. Le cours d'eau ne présente donc pas un intérêt piscicole particulier et l'étang situé sur le cours d'eau est privé et n'est donc en théorie pas accessible.

La seule activité pratiquée aux alentours de Saint-Martin-le-Beau ayant un lien direct avec le Battereau est la randonnée. En effet, il existe deux parcours qui longent partiellement le cours d'eau dont un de cinq kilomètres nommé "Le Battereau" qui suit son cheminement jusqu'à la fin du village. Cependant d'après les habitants rencontrés, les sentiers les plus empruntés sont ceux de bord de vigne. Les promeneurs ne cherchent pas à se promener directement aux abords du Battereau mais y passent plus par hasard.



Source : (St-Martin-le-Beau n.d.)

Figure 49 : carte des randonnées pédestres autour de Saint-Martin-le-Beau

Le Battereau n'occupe donc pas une place très importante dans la vie communale, constat également observé lors de notre entretien avec l'adjoint au maire (Annexe 14). Il est ressorti que le cours d'eau du Battereau n'est pas un lieu d'enjeu pour la commune et que les habitants ne le côtoient pas particulièrement, notamment du fait de son manque d'entretien. L'étang du Battereau, qui est à ce jour privé, pourrait lui être un lieu attractif et agréable à aménager pour la commune mais il est à l'heure actuelle plus une source de conflit et de craintes que d'avantages.

Du point de vue des habitants, un constat similaire peut être fait. En effet d'après eux le Battereau rencontre d'importants problèmes d'entretien. Il reste pour eux un lieu ayant un potentiel important, notamment grâce à ses lieux emblématiques comme le lavoir, cité plusieurs fois, mais qui de part un manque de gestion n'est pas attractif. Les abords du Battereau semblent aussi être un lieu d'activités familiales et où les enfants se regroupent pour jouer.

Tableau 8 : récapitulatif des principales activités et problématiques rencontrées aux abords du Battereau

Activités	Problématiques
Promenade	Manque d'entretien
Activités familiales	Manque d'accessibilité
Point de rencontre des enfants	Manque de sécurité
Ramassage de feuilles	

➤ Le conflit autour de l'étang du Battereau :

L'étang de Saint-Martin-le-Beau (Figure 40) qui fut construit il y a 500 ans afin de pouvoir alimenter en eau le moulin présent à proximité est aujourd'hui au cœur des discussions. En effet, d'après l'entretien avec l'adjoint au maire (Annexe 14), il est depuis peu vu comme une source potentielle de danger par certains habitants et par les élus qui, à la suite d'une étude réalisée par le bureau d'étude Artelia, ont appris que la digue de l'étang commençait à présenter des risques d'effondrement. Or, une rupture de la digue pourrait entraîner l'inondation d'une partie des habitations situées juste en aval de celle-ci.

Ainsi, la mairie tenue par ses obligations souhaite à terme pouvoir éliminer cette source de danger pour faire de cet espace une zone de baignade, de pêche ou autre. En effet, le maire, dans le cadre de son pouvoir de police général doit assurer la prévention des inondations et des ruptures de digues sans quoi, en cas de dommages, sa responsabilité pénale risque d'être engagée (Les digues et les obligations du maire dans la gestion du risque d'inondation 2013).

Une partie des habitants vivant dans la zone de danger et ayant vu leur bien immobilier perdre leur valeur foncière, aimerait aussi voir la digue disparaître. La DDE souhaiterait elle aussi l'éliminer afin de restaurer la continuité écologique et sédimentaire. Cependant, l'étang est une propriété privée et la propriétaire ainsi qu'une partie des habitants souhaitent conserver cet étang qui a pour eux une valeur patrimoniale et sentimentale. De plus, Madame Clavel, la propriétaire du domaine, ajoute que l'étang constitue une véritable réserve de biodiversité avec un écosystème qui s'est mis en place depuis la création du plan d'eau (Annexe 16). La propriétaire nous a également fait part du fait que selon un entretien officieux avec un architecte ayant travaillé pour la DDT, la digue ne présentait aucun risque de céder et qu'elle était au contraire consolidée par l'accumulation des sédiments.

A ce jour, le conflit est toujours présent, mais par manque d'informations et de données officielles, il nous est impossible de connaître la réalité de la situation. La mairie souhaite réaliser des travaux au niveau de l'étang mais n'a pas l'autorisation de la propriétaire qui est ressortie vainqueur du dernier procès.

### 5.1.2. Industries

L'activité industrielle du bassin n'est pas très importante et ne comporte pas beaucoup de risques. En effet pour toutes les communes, la majeure partie de l'activité est tournée autour du commerce (tableau 9). De plus même si les différentes communes du bassin versant ont une activité industrielle développée, seuls quelques bâtiments sont directement situés dans la zone d'étude (tableau 9).

Tableau 9 : répartition des différentes industries au sein des catégories d'entreprise

Commune	Saint-Martin-le-Beau		Amboise		Lussault-sur-Loire		Dière	
Représentation	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Ensemble	215	100	1187	100	46	100	46	100
Agriculture, sylviculture, pêche	28	13	17	1,4	3	6,5	3	6,5
Industrie	17	7,9	56	4,7	1	2,2	2	4,3
Construction	32	14,9	88	7,4	9	19,6	3	6,5
Commerces, transports, services directs	117	<b>54,4</b>	822	<b>69,3</b>	26	<b>56,5</b>	33	<b>71,7</b>
dont commerces et réparations automobiles	35	16,3	219	18,4	2	4,3	12	26,1
Administration publique, enseignement, santé, action sociale	21	9,8	204	17,2	7	15,2	5	10,9
<b>Entreprises implantées dans le bassin versant</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

On peut ici constater que les communes de Dière et Lussault-sur-Loire ne possèdent aucune entreprise sur le territoire. La ville d'Amboise est celle qui possède le plus d'entreprises, cependant une seule d'entre elles se trouve sur notre bassin versant. C'est donc la commune de Saint-Martin-le-Beau, avec ses 18 entreprises, qui a le plus d'impact sur le bassin versant.

➤ Les industries sources de pollutions :

L'activité industrielle est un paramètre important à prendre en compte pour connaître l'état de notre bassin versant. En effet, certaines peuvent être source de pollution ponctuelle, présenter des risques pour les habitants, contaminer les sols, etc. Il est donc essentiel de connaître et pouvoir localiser ces risques potentiels.

D'après le Registre des Emissions Polluantes (IREP) (Géorisques n.d.) - inventaire national répertoriant les principaux rejets et transferts de polluants dans l'eau, l'air, les déchets déclarés par certains établissements tels que les installations industrielles, les stations d'épuration et certains élevages - seules les communes de Saint-Martin-le-Beau et Amboise sont concernées pour l'année 2017 (Tableau 10). Cependant les industries ne sont pas implantées dans le bassin versant.

Tableau 10 : récapitulatif des pollutions émises et déchets produits sur le bassin versant du Battereau

	Nom de l'établissement	Quantité de déchets dangereux produits	Emission dans l'air
		(T/an)	(kg/an)
Saint-Martin-Le-Beau	Pullflex	14,323	/
Amboise	Fareva Amboise	82,595	154 (Hydrofluorocarbures (HFC))
	ARCH WATER PRODUCTS FRANCE	474,435	/
	SMITOM d'Amboise	7450	/
	HAUCK HT	108,61	/
	MECACHROME	69,026	/
	SA GALOR	/	15000 (Ammoniac)

En plus de ces industries polluantes, il existe des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) qu'il faut prendre en compte.

Les ICPE regroupent toutes les exploitations industrielles ou agricoles pouvant avoir un impact comme des risques, pollutions ou nuisances concernant la santé et la sécurité des riverains (Installations classées pour la protection de l'environnement | Géorisques n.d.). Ces exploitations et leurs activités sont donc, selon une nomenclature prenant en compte les substances, les substances relevant de la directive SEVESO, les activités réalisées, les activités relevant de la directive sur les émissions industrielles- soumises à une législation particulière. Elles sont donc soit soumises à Déclaration (D), à Enregistrement (E) ou Autorisation (A) pour les exploitations allant respectivement des moins polluantes et présentant peu de risque à celle les plus polluantes et présentant des risques élevés. Le fonctionnement de ces dernières est donc beaucoup plus surveillé et doit d'abord être autorisé par le préfet qui peut ensuite en demander la fermeture.

La directive SEVESO est quant à elle issue d'une directive européenne qui impose aux états membres de l'Union Européenne d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs. Ces sites sont appelés sites SEVESO et un haut niveau de prévention doit y être maintenu.

Le bassin versant n'accueille pas directement d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) (Cartes interactives | Géorisques n.d.) mais il en existe cependant trois à proximité, dont une en cours de cessation d'activité près d'Amboise. Elles sont classées en statut non SEVESO (Figure 50 et tableau 11).



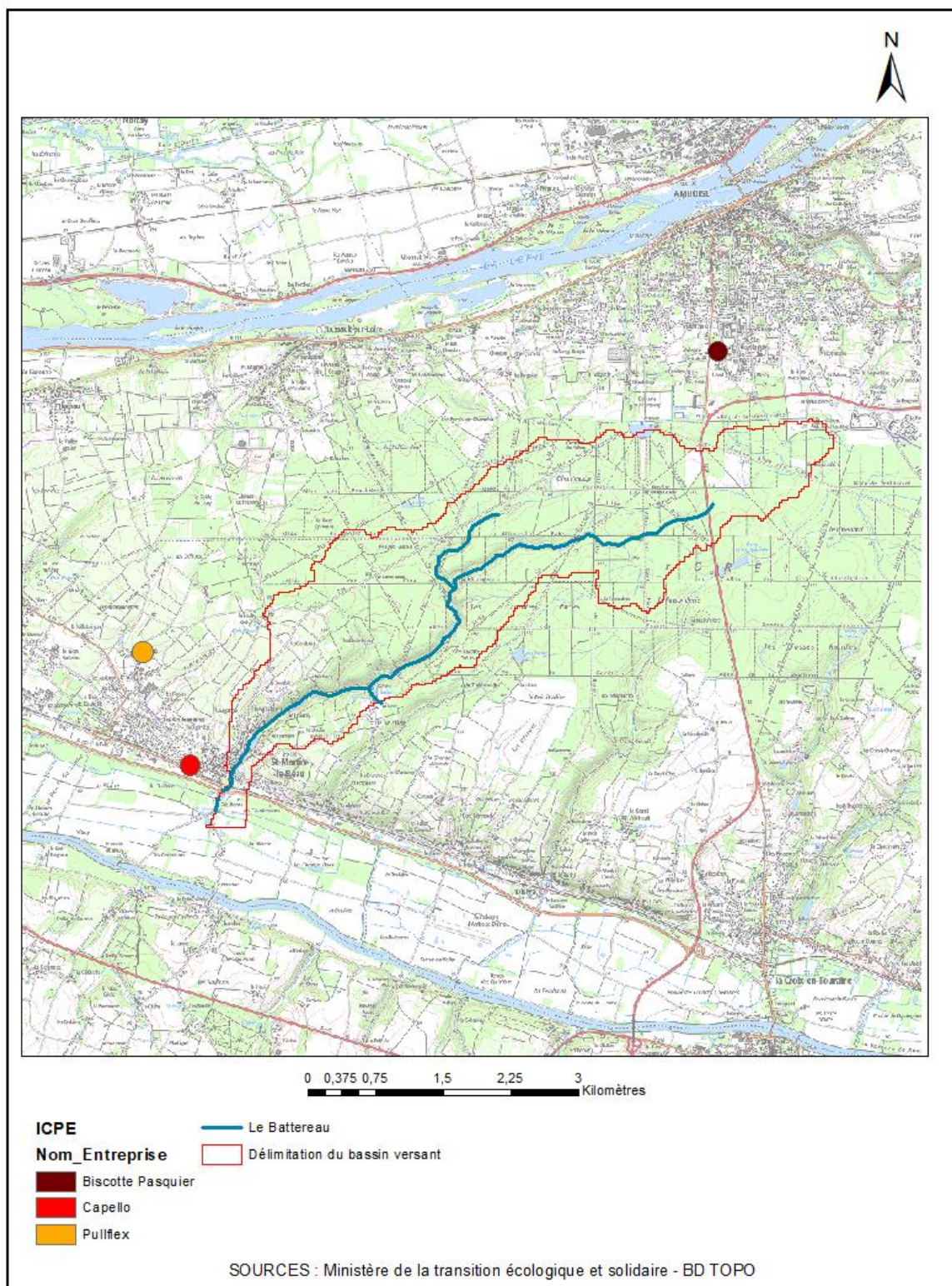


Figure 50 : carte de localisation des ICPE à proximité du bassin versant du Battreau

Tableau 11 : principales caractéristiques des ICPE localisées à proximité du bassin versant du Battereau

Commune	Nom de l'entreprise	Service d'inspection	Dernière inspection	Régime autorisé	Activité	Statut SEVESO
Saint-Martin-Le-Beau	Pullflex	DREAL	26/10/2017	Autorisation	Fabrication de produits en caoutchouc et plastique	Non SEVESO
	Capello	DREAL	30/10/2017	Enregistrement	stockage - dépollution - démontage	Non SEVESO
Amboise	Biscotte Pasquier	DD(CS)PP	08/12/2006	En cessation d'activité	/	Non SEVESO

Les stations d'épuration et de traitement des déchets sont aussi à prendre en considération. Cependant, comme précisé précédemment, aucune station d'épuration n'est présente sur le bassin versant. Concernant les déchets, aucune entreprise de collecte et traitement des déchets de même qu'aucune déchetterie ne se situe sur notre bassin versant.

### 5.1.3. Activités agricoles

Nous analysons ici les données fournies par Agreste concernant les activités agricoles. Ces données sont fournies pour chaque commune, il a donc fallu pondérer les données avec le pourcentage de la superficie de la commune au sein du bassin versant.

La superficie agricole utilisée entre 1979 et 2010 a diminué et est passée de 180 hectares à moins de 80 hectares (Figure 51). Cette faible valeur de superficie agricole utilisée est principalement due au fait que nous sommes sur un bassin versant très boisé. De même, le nombre d'exploitations est passé de 23 en 1979 à 9 en 2010. Ces valeurs en diminution sont notamment dues à l'expansion urbaine. En effet, d'après les cartes d'évolution de l'exploitation des sols, entre 1956 et 2011 on observe une diminution de la part des surfaces agricoles et des prairies au profit des zones artificialisées (figure 25).

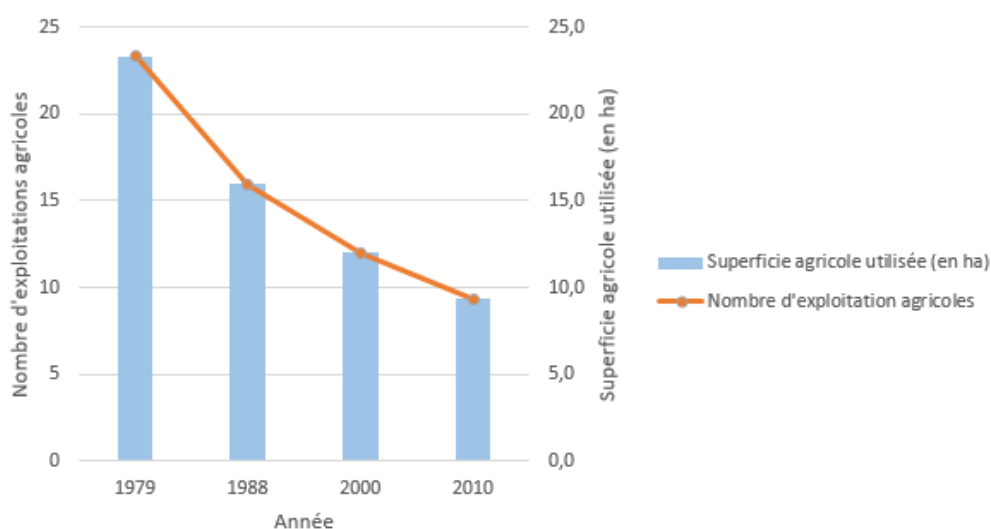


Figure 51 : évolution du nombre d'exploitations agricoles et de la SAU totale

D'après les données fournies par Agreste, la part des vignes dans la SAU en 2010 est de 42,2%, celle des oléo-protéagineux de 18,3% et celle des céréales est de 13,1% (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation - agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole n.d.). Il y a donc une part très importante de vignes dans ces cultures.

Suite aux entretiens menés auprès des viticulteurs présents sur le bassin versant (annexe 17) et à nos visites sur le terrain, il est ressorti que toutes les parcelles viticoles sont enherbées à l'année. Cette pratique de l'enherbement est employée et permet de ne plus recourir à la pratique du désherbage chimique. En effet, les viticulteurs du bassin versant travaillent tous soit en label biologique, soit en agriculture raisonnée ou alors sont en train de changer leur mode de production pour obtenir un de ces deux labels. Pour ces raisons, aucun viticulteur n'utilise de fertilisants ou de produits chimiques pour la protection des cultures, de type herbicide, insecticide ou fongicide. De plus, ces informations sont conformes aux résultats obtenus lors de l'analyse du taux de nitrate aux différents points de prélèvement sur le cours d'eau du Battereau.

Néanmoins, lors des entretiens, nous avons appris que l'un des agriculteurs présents sur le bassin versant employait des désherbants ainsi que des fertilisants sur ces cultures. Cet apport de produits chimiques reste cependant négligeable au vu de l'ensemble des pratiques sur le bassin versant.

Lors des entretiens menés avec les vignerons, ceux-ci nous ont confirmé que du fait du type de sol présent sur les parcelles viticoles, à savoir un sol sableux, aucun drain n'est employé pour évacuer l'eau car nous sommes face à des sols naturellement drainants. Cette observation est confirmée par les données Agreste car la superficie drainée sur la commune en 2010 est de 0%.

D'après les données fournies par Agreste, la superficie irriguée entre 2000 et 2010 a diminué de 6,6% sur la commune de Saint-Martin-le-Beau. En 2010, seul 12% de la superficie agricole de la commune est irriguée. Le sol de notre bassin versant n'est donc soumis à aucune contrainte due au drainage ou à l'irrigation.

Du fait de la faible superficie présente sur le bassin versant de certaines communes et du type d'occupation du sol forestier d'autres communes, c'est finalement celle de Saint-Martin-le-Beau qui impacte le plus le cours d'eau de par ses usages.

Néanmoins, ces derniers restent assez limités et sans réel impact négatif sur l'écosystème aquatique. En effet, l'activité industrielle y est faible et le bassin versant ne comporte aucune



industrie à risque telle que les ICPE ou encore les stations d'épuration. L'activité agricole n'est pas très importante et est pratiquée de manière respectueuse de l'environnement ; les viticulteurs n'utilisent aucun produit chimique tels que les engrais, herbicides, fongicides, pesticides qui peuvent dégrader la qualité de l'eau.

En ce qui concerne les habitants et la vie communale, le Battereau n'occupe pas une place centrale. Une partie de la population ne le connaît pas, de nom ou de manière générale, et n'y réalise aucune activité. L'usage récréatif de promenade est celui le plus souvent cité par l'autre partie des habitants qui s'y rendent parfois. Dans tous les cas, un problème d'accessibilité et d'entretien est dénoté par la population même si cette dernière pense que c'est un endroit avec du potentiel.

## 5.2. Les acteurs et la gestion du cours d'eau et du bassin versant

L'eau est une ressource précieuse et nécessaire aussi bien pour les hommes et la réalisation de leurs activités que pour les écosystèmes et la biodiversité qui en dépendent. La gestion des milieux aquatiques est donc essentielle afin de mettre en place une utilisation durable, équilibrée et équitable de l'eau entre ces différents besoins.

### 5.2.1. La gestion de l'eau en France

En France, la gestion de l'eau dépend des décisions de l'Europe qui indique la direction à suivre et impose un cadre réglementaire pour tous les états membres. Ces ambitions se traduisent sous forme de Directives Cadres Européenne (DCE) dont l'Etat assure l'application et le respect à l'échelle nationale. Une des orientations actuelles fixées par la DCE de 2000 concernant les écosystèmes aquatiques est le retour au bon état des cours d'eau (Gestion de l'eau en France n.d.). Elle se traduit à l'échelle nationale par la mise en place de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA).

Afin de mener à bien cette gestion, la France fonctionne sur un modèle déconcentré dans lequel l'Etat délègue des compétences en termes de gestion de l'eau. Il existe donc une multitude d'acteurs intervenant à des échelles différentes et au plus près des territoires pour une gestion plus précise et efficace. On retrouve donc des acteurs à l'échelle nationale qui assurent l'articulation avec l'Union Européenne et gèrent la ressource de façon générale à l'échelle de la France et d'autres plus locaux dont la gestion est plus adaptée aux différents cas de figures et enjeux locaux.

Tableau 12 : acteurs intervenant à l'échelle nationale de la gestion de l'eau

ACTEUR	RÔLE
Ministère de la Transition Écologique et Solidaire	Normes / Programmes / Contrôle Protection de la ressource en eau et des milieux aquatiques
Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB)	Programmation et coordination des interventions de l'état / Protection et gestion des eaux / Police des eaux douces et de la pêche
Agence Française pour la Biodiversité (AFB)	Police de l'Eau
Ministère des solidarités et de la santé	Normes / Programmes / Contrôle Qualité et traitement des eaux distribuées
Comité National de l'Eau (CNE)	Organisme consultatif composé d'élus, usagers, associations, comité de bassin, service d'état / Participation à la décision des grandes orientations nationales

Dans le cadre du chantier école nous porterons plus d'attention aux acteurs présents à l'échelle des grands bassins hydrographiques car ce sont eux les décisionnaires des actions concrètes mises en place et donc ceux ayant le plus d'influence sur le devenir du cours d'eau.

### 5.2.2. La gestion de l'eau à l'échelle régionale et départementale

Le bassin versant du Battereau est rattaché au grand bassin hydrographique Loire-Bretagne. Ce dernier est géré par le biais du SDAGE Loire-Bretagne qui définit les orientations fondamentales pour une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Le SDAGE fixe également les objectifs de qualité et de quantité à atteindre pour les cours d'eau et met en place des mesures pour améliorer l'état des eaux et des milieux aquatiques. A l'échelle du bassin versant, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne agit également par ses apports financiers pour lutter contre les pollutions, gérer et préserver la ressource en eau et les milieux aquatiques.

A l'échelle de la région Indre et Loire, c'est la DREAL qui intervient principalement en assumant des missions majoritairement dédiées à la mise en œuvre du Grenelle Environnement. La DREAL a pour mission de mettre en œuvre en région Centre la politique de développement durable portée par le MEDDTL, en mobilisant dans cet objectif ses compétences dans les domaines de l'écologie, de la prévention des risques, de l'énergie, de l'urbanisme et de la construction, des transports et du logement. Elle participe à la politique de l'eau et à la prévention du risque d'inondation dans le bassin Loire-Bretagne.

A l'échelle départementale, la "police de l'eau" est assurée principalement par les agents de la DDT 37, de l'AFB Service Départemental de l'Indre-et-Loire, ainsi que par les autres services rassemblés au sein des MISE (Tableau 13).

Tableau 13 : acteurs intervenant sur le bassin versant à l'échelle régionale et départementale

Echelle	Acteur	Rôle
Bassin versant Loire-Bretagne	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	Mise en place de politiques nationales et européennes pour l'eau
	Préfet coordinateur de bassin	Anime et coordonne l'action des préfets des départements et des régions du bassin
	Comité de bassin Loire-Bretagne	Animation des concertations entre usagers de l'eau, élus et Etat pour la gestion des ressources en eau et des milieux aquatiques
Régionale	DREAL Centre Val de Loire	Contrôle du respect des valeurs limites d'émissions de polluants des installations classées et sanction des infrastructures le cas échéant
Départementale	Police de l'eau	Contrôle des rejets et prélèvement, établissement des autorisations de prélèvements, fixation des normes de rejets de polluants
	Fédération départementale de pêche 37 - AAPPMA	protection et entretien des milieux aquatiques, développement et promotion du loisir pêche

### 5.2.3. La gestion de l'eau à l'échelle des intercommunalités et des communes

Pour rappel, le bassin versant du Battereau se répartit sur 4 communes ; Amboise, Saint-Martin-le-Beau, Lussault-sur-Loire et Dierre qui occupent toutes une superficie et une occupation du sol différente au sein de ce dernier. Comme expliqué précédemment même si la commune d'Amboise est celle qui occupe la plus grande superficie, son emprise au sol n'étant que forestière ce n'est pas elle qui a le plus d'impact sur le cours d'eau. C'est donc de la commune de Saint-Martin-le-Beau, dont l'emprise au sol est à la fois rurale et viticole, que la gestion du Battereau dépend le plus.

Ces quatre communes sont réparties sur deux communautés de communes ; Bléré Val de Cher pour Saint-Martin-le-Beau et Dierre et Val d'Amboise pour Amboise et Lussault-sur-Loire (Figure 52). Les communautés de communes sont chargées de la mise en œuvre de la GEMAPI et leurs actions concernent notamment l'aménagement du bassin versant, l'entretien et l'aménagement des cours d'eau, canaux, lacs et plans d'eau, la défense contre les inondations ainsi que la protection et la restauration des zones humides (Tableau 14).

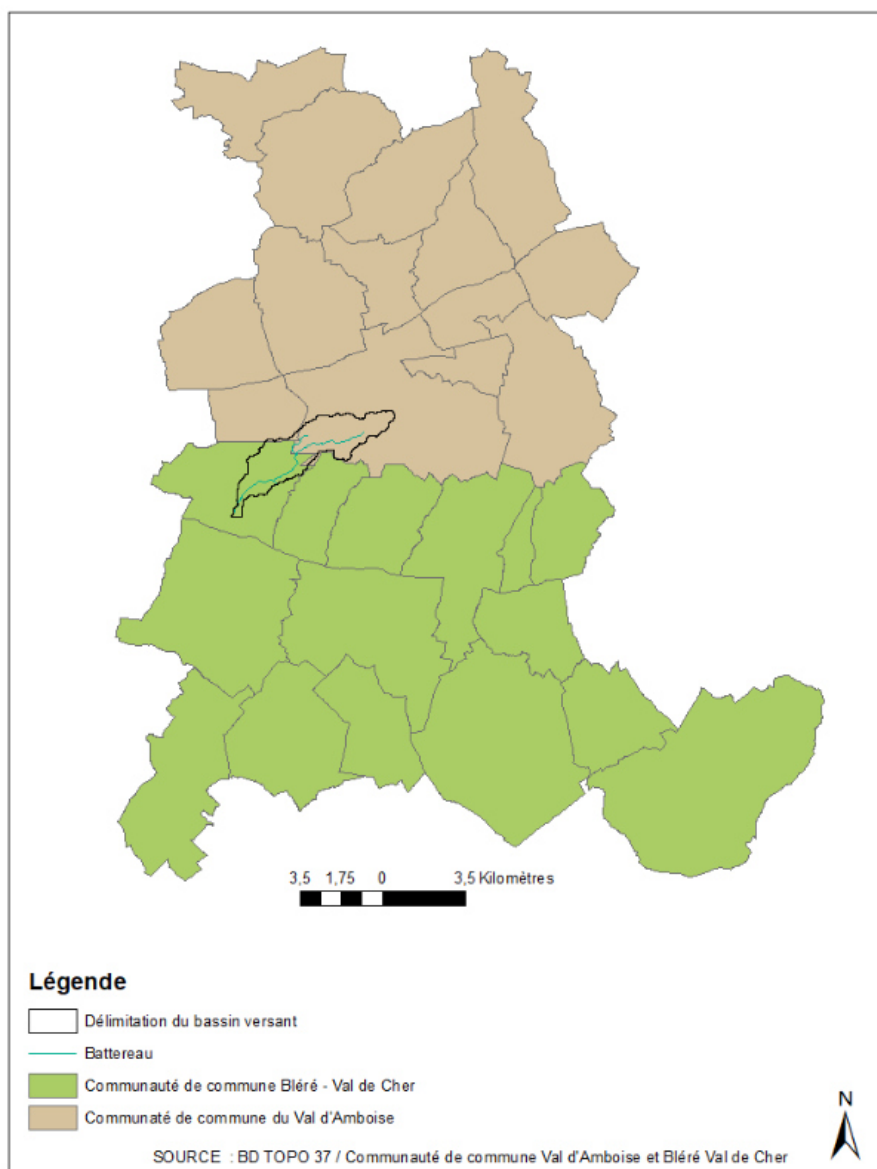


Figure 52 : carte des intercommunalités présentes sur le bassin versant du Battereau

Au niveau de la commune, les maires sont en charge de la distribution d'eau potable et de la gestion des eaux usées. Dans notre cas, la commune de Saint-Martin-le-Beau est membre de l'EPCI SATESE 37. C'est donc à cette dernière que sont déléguées ces fonctions. La commune est également en charge de l'aménagement et de l'entretien du cours d'eau. A cette échelle, des associations locales peuvent jouer un rôle important pour la gestion du cours d'eau. Il y a notamment l'association de pêche Carpfree37 qui est présente au sein de la commune de Saint-Martin-le-Beau.

Tableau 14 : acteurs intervenant sur le bassin versant à l'échelle de l'intercommunalité et de la commune

Echelle	Acteur	Rôle
Intercommunalité	CC de Bléré Val de Cher / CC du Val d'Amboise	Mise en œuvre de la GEMAPI
	Syndicat mixte du nouvel espace du Cher	Gestion, exploitation, travaux d'aménagement, d'entretien et de restauration des berges et du lit du Cher, des barrages, écluses et autres ouvrages
	SICALA	Réalisation d'études, la construction et l'exploitation des ouvrages publics ainsi que les aménagements destinés, sur les cours de la Loire et de ses affluents
	SAGE Cher Aval	Fixation, coordination et hiérarchisation des objectifs généraux d'utilisation, de valorisation et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques, ainsi que de préservation des zones humides.
Commune	Association Carpfree37	Mise en commun des connaissances et activités de pêche à la carpe
	Maire	Gestion des eaux usées et distribution d'eau potable / pouvoir de police

Différents acteurs interviennent donc sur le bassin versant du Battereau pour la gestion du cours d'eau. Cependant, on dénote une faible présence des associations à l'échelle locale. Seule l'association Carpfree37 est présente sur la commune mais elle n'intervient pas sur le cours d'eau du Battereau. Également, du fait de la faible superficie du cours d'eau, les syndicats tels que le SICALA ou le syndicat mixte du nouvel espace du Cher n'interviennent que peu à l'échelle du bassin versant.

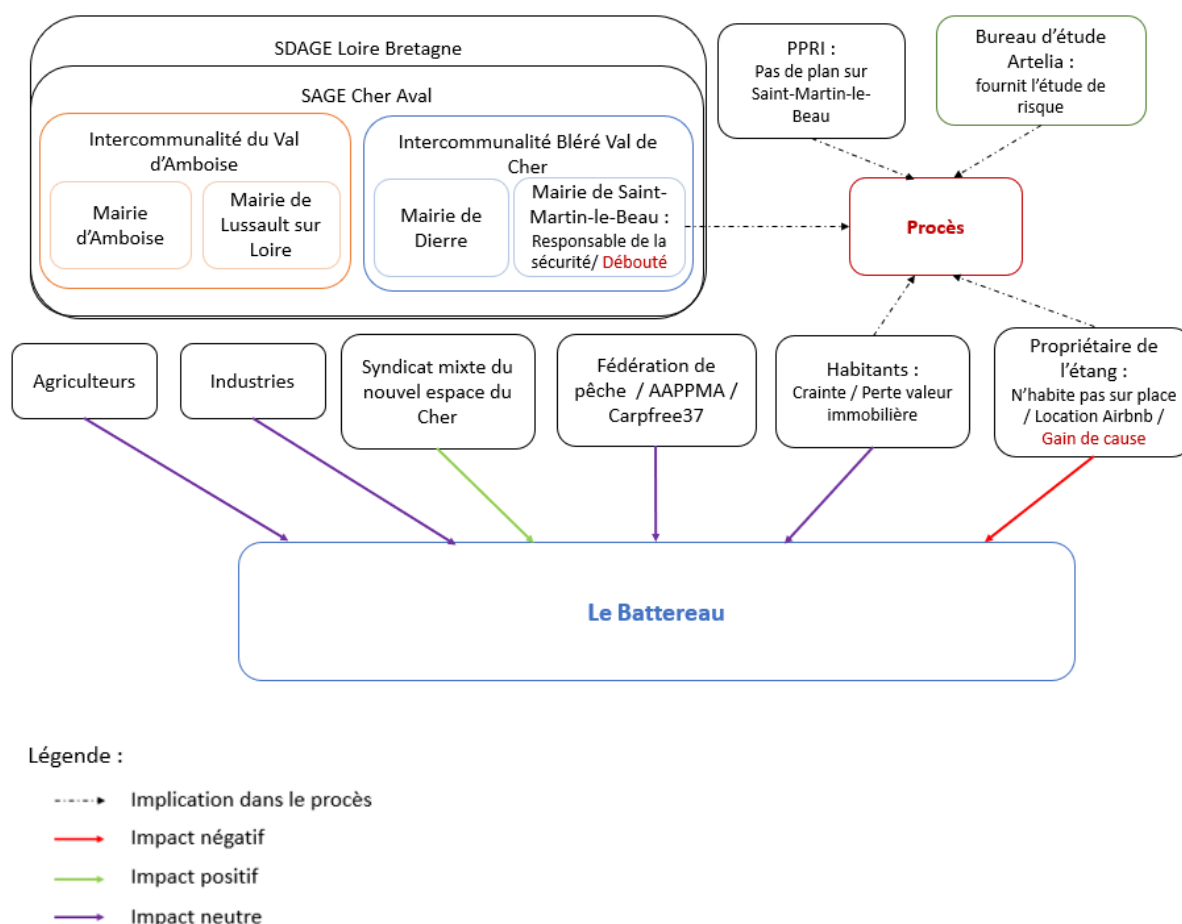


Figure 53 : schéma récapitulatif des acteurs et usagers de l'eau ainsi que de leur impact sur le cours d'eau du Battereau

## 6. Synthèse de l'état des lieux des pressions sur l'eau et les milieux aquatiques à l'échelle du bassin versant

Globalement, le bassin versant du Battereau montre extrêmement peu de risques liés à des pollutions diffuses comme ponctuelles. La seule source potentielle relevée serait un agriculteur utilisant des produits phytosanitaires. Les rares pressions de pollutions relevées peuvent être accentuées par la battance et l'érosion des sols, mais ces deux facteurs sont très nettement tamponnés par la quasi-omniprésence de la forêt sur le territoire.

Les sources de pollution quasiment inexistantes sont une chance pour le bassin versant, qui comporte une nappe phréatique essentiellement utilisée pour l'approvisionnement en eau potable. Il existe 11 puits et forages puisant dans cette nappe, il y a donc une pression relativement importante. Cet aquifère est très poreux de par sa nature géologique (Craie du Séno-Turonien), et constitue donc une zone de faiblesse et de danger potentiel pour les habitants du bassin versant dans le cas de pollutions. En outre, la démographie de la commune étant en hausse, un abaissement progressif de la nappe est à l'œuvre. Ceci pourrait accentuer encore l'effet d'éventuels polluants trouvant leur chemin jusqu'à la nappe.

Il est tout de même important de noter que des pressions de pollution associées à la station d'épuration, à l'épandage des boues, aux ICPE et autres industries sont probablement bien présentes sur les bassins versants avoisinant celui du Battereau. Si celui-ci est très épargné par les pollutions diffuses et ponctuelles, c'est surtout lié à l'absence d'agriculture non raisonnée, de système de traitement des eaux et d'industries sur le territoire.



## 7. Diagnostic

### 7.1. Atouts / Contraintes – Opportunités / Menaces

Un des principaux atouts pour la qualité du cours d'eau est la présence de la forêt d'Amboise sur la majeure partie du bassin versant. D'une part, celle-ci permet de stabiliser l'érosion. D'autre part, elle conserve un espace très naturel le long d'une grande partie du cours d'eau en le préservant d'éventuelles réhabilitations. De fait, le territoire possède un fort patrimoine naturel à travers cette forêt classée en ZNIEFF de type II, ce qui implique qu'elle a l'avantage d'être protégée législativement.

Par ailleurs, l'activité agricole sur le bassin versant du Battereau est faible ce qui permet d'éviter à ce bassin versant de souffrir de pollution liée à l'apport de nutriments en grande quantité tout en ayant une bonne qualité des sols et de l'eau. Par ailleurs, les quelques cultures présentes, à dominante viticole, ne présentent aucun impact néfaste sur le bassin versant, ce qui est un atout non négligeable.

Le cours d'eau ne présente pas de pollution particulière, notamment grâce à la faible présence d'ICPE et d'industries polluantes sur la surface du bassin versant.

Par ailleurs, d'un point de vue de l'érosion des sols, celle-ci est très faible tout comme la battance, ce qui implique une certaine stabilité des sols du bassin versant.

Ainsi, il est possible d'affirmer que ce bassin versant a l'avantage d'avoir un cours d'eau en assez bon état.

Le bassin versant possède également des opportunités de par l'existence d'un patrimoine naturel grâce à l'importante présence de la forêt d'Amboise. En outre, il existe un patrimoine culturel avec notamment une église et un manoir.

Bien que le bassin versant possède plusieurs atouts et opportunités, celui-ci possède également des contraintes.

En effet, celui-ci est fortement anthropisé à l'aval avec une succession de plusieurs obstacles ce qui peut perturber la continuité écologique et sédimentaire du cours d'eau du Battereau. De plus, le bassin versant possède un important étang privé qui va retenir les eaux de ruissellement. Une dernière contrainte est qu'il n'y a pas d'accessibilité ni d'entretien du cours d'eau du Battereau ce qui peut engendrer un oubli de ce cours d'eau par les habitants.

L'ensemble de ces contraintes va engendrer de nombreuses menaces. Comme cité précédemment, l'une des plus grandes menaces qui s'exercent sur le cours d'eau du Battereau est d'être laissé à l'abandon, voire d'être simplement oublié par les habitants de Saint-Martin-le-Beau de par le fait que l'accessibilité à ce cours d'eau soit extrêmement limitée. Par ailleurs, ce processus d'oubli est d'ores et déjà observable puisque, vis-à-vis de l'enquête qui a été menée auprès des habitants, une certaine partie des habitants ne connaissent pas ce cours d'eau. Une autre menace majeure que le Battereau peut potentiellement encourir est l'étalement urbain. C'est une dynamique qui s'observe depuis de nombreuses années comme le montre des photos aériennes de plusieurs années différentes.



Figure 54 : diagramme Atouts / Contraintes - Opportunités / Menaces

A cette partie devait s'ajouter une modélisation des réseaux écologiques à l'aide du logiciel Graphab. Cependant, à cause d'un manque de données sur la question et du fait de l'impossibilité de déplacement de l'intervenante qui devait nous y initier à cause des mouvements sociaux, nous n'avons pas pu réaliser cette étude et nous jetons donc un voile pudique dessus.

## 7.2. Hiérarchisation des enjeux de gestion du bassin versant croisés avec les usages

Le diagramme ci-dessous présente la hiérarchisation des enjeux de gestion du bassin versant croisés avec les usages. Ainsi, les différentes forces motrices, pressions, impacts et états ont conduit à l'élaboration de 3 projets. Ceux-ci sont donc la renaturation du cours d'eau, la suppression des seuils et le réaménagement des sentiers de randonnées.

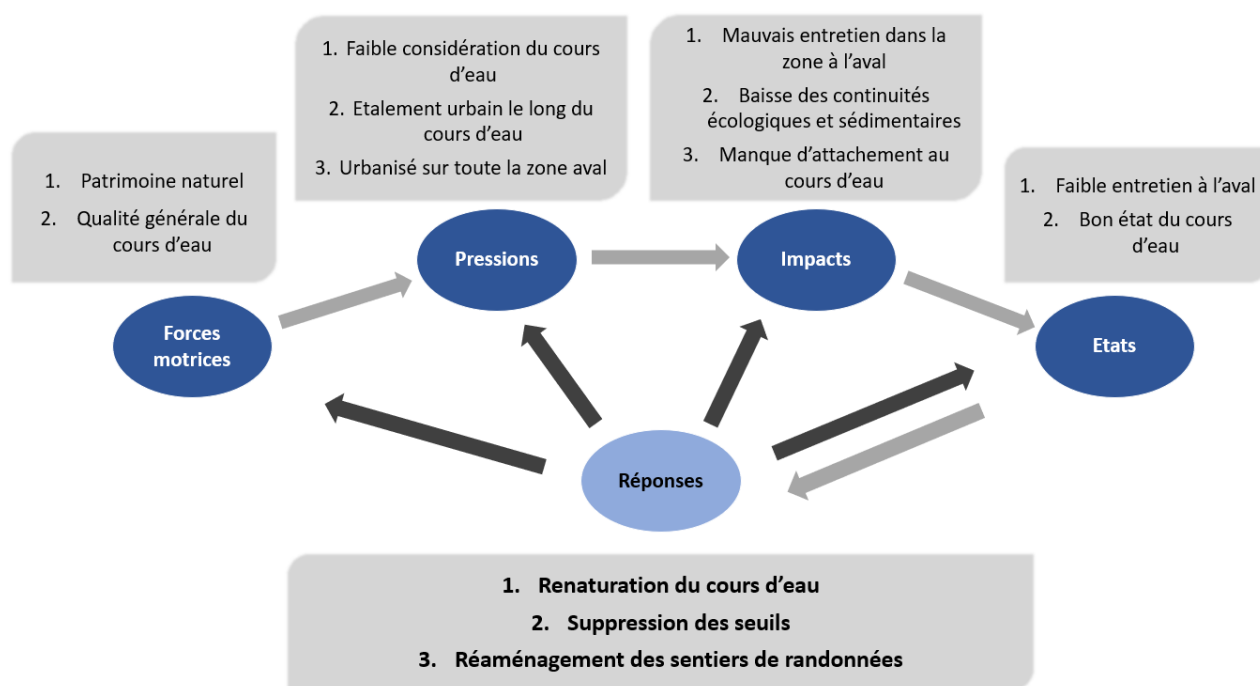


Figure 55 : diagramme de la hiérarchisation des enjeux de gestion du bassin versant croisés avec les usages

---

*DEUXIEME PARTIE :  
ENJEUX, OBJECTIFS ET  
PRECONISATIONS*

---

La réalisation d'un état des lieux ainsi que d'un diagnostic à l'échelle du bassin versant du cours d'eau du Battereau nous ont permis d'identifier les points pouvant être améliorés afin d'être en accord avec la DCE qui vise à rétablir le bon état écologique des cours d'eau. Comme expliqué précédemment, du fait du bon état général du bassin versant dû à la forte proportion de forêt sur le bassin et des efforts fournis par les agriculteurs pour respecter le milieu environnant, les points négatifs ne sont pas nombreux.

## 8. Mesures d'aménagement de l'espace

### 8.1. Renaturation de la partie aval du bassin versant

#### 8.1.1. Contexte

La partie diagnostic a permis de mettre en évidence une urbanisation du Battereau dans sa partie aval, notamment due à l'expansion de la ville de Saint-Martin-le-Beau. Une partie du Battereau est quant à elle canalisée. Or, le fait de canaliser un cours d'eau engendre plusieurs problèmes d'un point de vue sédimentaire et écologique, cela va augmenter le débit ou encore détruire des milieux (Aménagements des cours d'eau | Zones Humides 2015).

#### 8.1.2. Objectif du projet

Le premier projet présenté a pour objectif de renaturaliser le cours d'eau pour que la biodiversité aquatique puisse se développer. L'objectif, est donc de redonner aux cours d'eau un caractère naturel en ajoutant des niches écologiques favorables à l'installation de la vie aquatique.

Dans un premier temps, l'idée est de supprimer le canal en béton afin de redonner une dynamique naturelle à la continuité sédimentaire et écologique. Ensuite afin d'accélérer ces dynamiques deux solutions sont possibles :

- 1- Un méandrage du cours d'eau afin de rétablir une continuité sédimentaire et ainsi permettre l'apparition d'habitats pour les macro-invertébrés. Cette solution ne paraît pas envisageable pour le moment car un méandrage à cette échelle n'aura pas l'impact escompté.
- 2- Le deuxième projet mise sur la présence de végétaux afin de recréer des niches écologiques. En effet, il a été démontré que les végétaux ont un impact sur les berges, la réduction du débit, la réduction de la pollution et permettent la création des conditions propices à l'implantation de macro-invertébrés. Pour fixer les berges et créer des habitats pour la faune, des petits arbustes comme les saules buissonnants (ex: *Salix purpurea*, *Cornus stolonifera*) seraient adéquats. Ils peuvent être plantés en pied de berges et entourés d'herbacées diverses. Cependant, l'idée d'implanter des végétaux afin de réduire les pollutions par certains éléments chimiques comme le nitrate, le phosphate, voire les métaux lourds, n'a ici que peu d'intérêt car il n'y a pas de pollution identifiée dans ce bassin versant.



Source : (Saule pourpre - *Salix purpurea* "Nana" n.d.)

Figure 57 : *Salix purpurea*

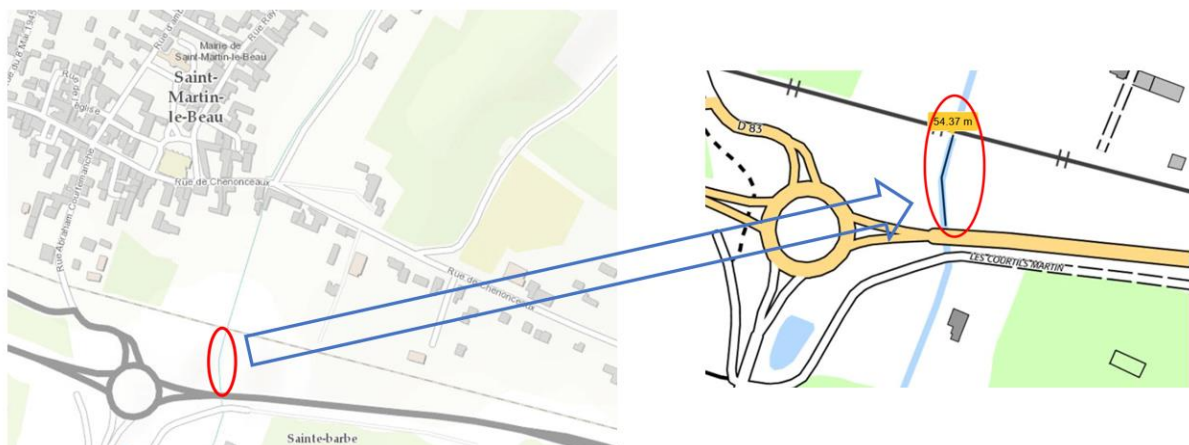


Source : (*CORNUS stolonifera* "Flaviramea" n.d.)

Figure 56 : *Cornus stolonifera*

### 8.1.3. Localisation et mise en place du projet

Le projet se situe sur l'aval du cours d'eau du Battereau, entre le chemin de fer et la route départementale. La proximité avec le cours d'eau le Filet pourrait permettre à certaines espèces de remonter progressivement le long du Battereau pour coloniser de nouveaux habitats.



Source : (Géoportail n.d.)

Figure 58 : emplacement de la zone en aval à renaturer

### 8.1.4. Cadre politique et financier

D'un point de vue financier, la destruction du canal de 50 mètres pourrait coûter environ 2 700 euros juste pour le matériel (location de camions, d'une pelle à pneumatique pour ne pas endommager le sol, le stockage des gravats et de la terre) (Bureau d'études Micha Bunusevac, Bertrange 2007). Cependant, ce chiffre est à prendre avec précaution car très peu d'informations ont été trouvées à ce sujet. Une étude plus approfondie sur les effets et bénéfices exacts de cette renaturation pourrait être intéressante avant d'avancer ce montant. En parallèle, il serait intéressant de réaliser un devis



pour décider ensuite si ce projet a un véritable intérêt justifiant son coût, sachant que les enjeux sur ce tronçon du cours d'eau sont peu importants. Quant à la deuxième partie qui consiste à planter les berges de végétaux, le prix n'est pas très élevé, mais il nécessitera un entretien régulier : coupe, taille, etc.

Ces travaux rentrent dans le cadre politique de la trame verte et bleue puisqu'ils agissent sur la continuité écologique de cours d'eau. C'est la commune de Saint-Martin-le-Beau qui serait en charge de cet aménagement.

## 8.2. La gestion des obstacles à l'écoulement

### 8.2.1. Objectif du projet

La tendance actuelle, visant une fois de plus à se conformer aux attentes de la DCE, est à l'arasement des seuils présents sur les cours d'eau. En effet ces derniers sont considérés comme des obstacles à la continuité écologique, aussi bien du point de vue hydrologique, sédimentaire qu'écologique. L'objectif de cette partie est de mettre en place une discussion sur la faisabilité et l'intérêt de l'arasement au sein de notre bassin versant.

#### ➤ *Avantages et Inconvénients de l'arasement d'obstacles à l'écoulement des cours d'eau :*

Aujourd'hui, il est prouvé que les ouvrages transversaux tels que les seuils ou les retenues dans les cours d'eau peuvent avoir des impacts négatifs sur ces derniers. Ils ont notamment un effet sur les flux liquides et solides de l'amont vers l'aval, ainsi que sur les flux biologiques dans les deux sens longitudinaux.

Les seuils peuvent en effet augmenter la fréquence des débordements lors des crues et piègent la charge sédimentaire grossière de fond. Ce piégeage de la charge sédimentaire provoque en aval du cours d'eau un déficit en substrats alluviaux. Ces substrats constituent pourtant des habitats pour de nombreux invertébrés, végétaux et poissons. La présence d'obstacles à l'écoulement tels que les seuils a aussi un effet sur les flux biologiques. En effet, ils réduisent la franchissabilité pour de nombreuses espèces, notamment les poissons migrateurs et empêchent donc un accès aux zones de reproduction dans certains cas.

Concernant les retenues, qui sont responsables de la présence d'un plan d'eau calme quasi permanent en amont de l'ouvrage, elles ont un impact positif dans le sens où elles permettent la mise en place d'écosystèmes stables et de communautés biologiques pérennes, même si ces dernières ne sont généralement pas naturelles. Le maintien d'une retenue peut se justifier lorsqu'il permet d'atténuer les impacts sur le milieu aquatique. Les seuils présentent l'avantage de favoriser l'implantation de la végétation rivulaire qui elle-même renforce la stabilité des berges. En revanche, ils sont responsables de l'envasement et du réchauffement de l'eau, donc de son eutrophisation et diminuent aussi la diversité des écoulement (Malavoi 2003).

#### ➤ *Le cas du Battereau :*

Dans le cas du Battereau, les sorties de terrain et les recherches documentaires ont permis d'identifier un certain nombre de seuils qui peuvent être regroupés en deux grandes catégories; des obstacles mineurs anthropique non référencés dans les bases de données et des obstacles majeurs, la digue et un seuil présent au sein de Saint-Martin-le-Beau.

Pour le cas des seuils mineurs non référencés, on retrouve tous les petits seuils et obstacles à l'écoulement mis en place par la population de type parpaing (photo d'obstacle à mettre en annexe) ou autre dans le but d'augmenter le niveau d'eau aux abords de leur jardin. Ces derniers nuisent à

l'écoulement des embâcles qui ont donc tendance à s'y accumuler, accentuant cette sensation de manque d'entretien du cours d'eau. Pour ce type de seuil, la solution de l'arasement est donc à privilégier.

En ce qui concerne l'obstacle majeur présent dans la ville, l'arasement est aussi à privilégier. Cependant le coût et la complexité de l'opération seront plus conséquents.

En ce qui concerne la digue de l'étang, la réflexion concernant l'arasement est plus nuancée. A noter ici qu'on met de côté la problématique du risque d'effondrement opposant la commune et la propriétaire de l'ouvrage. En effet, il ne nous est pas directement possible d'intervenir pour résoudre le problème.

Même si comme expliqué précédemment l'arasement des seuils a de nombreux avantages, ils ne sont pas tous évidents à transposer sur notre cours d'eau. Du point de vue de la continuité sédimentaire, les cartes d'érosion des sols ont révélé que très peu de particules se retrouvent dans le Battereau. Si le cours d'eau ne transporte pas beaucoup de sédiments, l'impact modéré de la digue sur ces derniers ne nécessite sûrement pas de travaux d'une telle ampleur.

Ensuite, le potentiel écologique du cours d'eau est faible, notamment à cause de sa forte anthropisation à l'aval qui n'encourage pas le déplacement des espèces depuis le Filet vers le Battereau laissant ce dernier sans grande biodiversité. La destruction de la digue, même si elle rétablirait la continuité hydrologique, n'apporterait sûrement pas assez d'eau au cours d'eau pour créer des environnements propices au développement de la vie aquatique. De plus, araser la digue et donc supprimer l'étang reviendrait à supprimer la seule ressource piscicole conséquente du cours d'eau. Cette ressource peut certes être qualifiée "d'artificielle" du fait que les poissons ont été introduit par l'Homme dans cet étang du Battereau mais elle n'en reste pas moins importante. En effet, depuis la construction de l'étang il y a 500 ans, un véritable écosystème s'y est développé, permettant aux oiseaux et invertébrés d'y vivre. Nous pensons donc que l'arasement de la digue ne permettrait pas d'améliorer considérablement la continuité écologique mais risquerait au contraire de détruire la seule véritable ressource piscicole du cours d'eau.

En plus de cet aspect écologique il faut également prendre en compte le fait que l'étang est un patrimoine culturel très important pour la commune (annexe 15). Pour la plupart des habitants, c'est le dernier lien avec le cours d'eau du Battereau. L'étang constitue également un espace de loisir où les habitants viennent se promener, se détendre et même pêcher étant donné qu'il constitue une réserve halieutique. La décision de détruire la digue laisse donc une large part à la subjectivité si l'on prend en compte ces dernières fonctions.

Le projet aura donc lieu en deux temps, dans un premier temps les obstacles mineurs non référencés évoqués précédemment seront supprimés et la digue de l'étang du Battereau est conservée. Dans un second temps, et suite au projet de renaturation de la partie aval du Battereau présenté dans la partie précédente, une étude pourra être mise en place pour voir si cet aménagement relance la circulation piscicole entre le Filet et le Battereau. S'il advient que les poissons colonisent effectivement le Battereau et parviennent jusqu'à la digue où ils se retrouvent coincés, les conclusions concernant la digue seront à revoir pour cette fois-ci, envisager sa suppression.

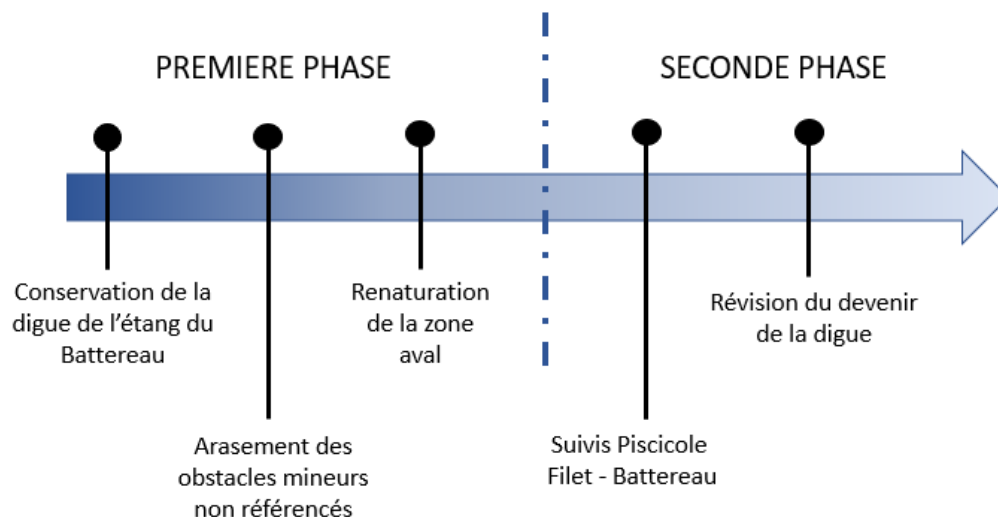


Figure 59 : Temporalité de la gestion des obstacles à l'écoulement

### 8.2.2. Localisation et mise en place du projet

L'aménagement consisterait donc à supprimer un certain nombre d'obstacles à l'écoulement, certains naturels, d'autres anthropisés (figure 60). Dans le cas des obstacles naturels, la gestion est simple cependant elle est plus complexe pour les anthropisés. En effet l'arasement de ces éléments pose le problème de la maîtrise foncière. N'étant pas la propriété de la collectivité une demande auprès du propriétaire doit être faite et si ce dernier n'est pas d'accord, il est possible de lancer une Déclaration d'Intérêt Général (DIG) qui serait beaucoup plus contraignante.

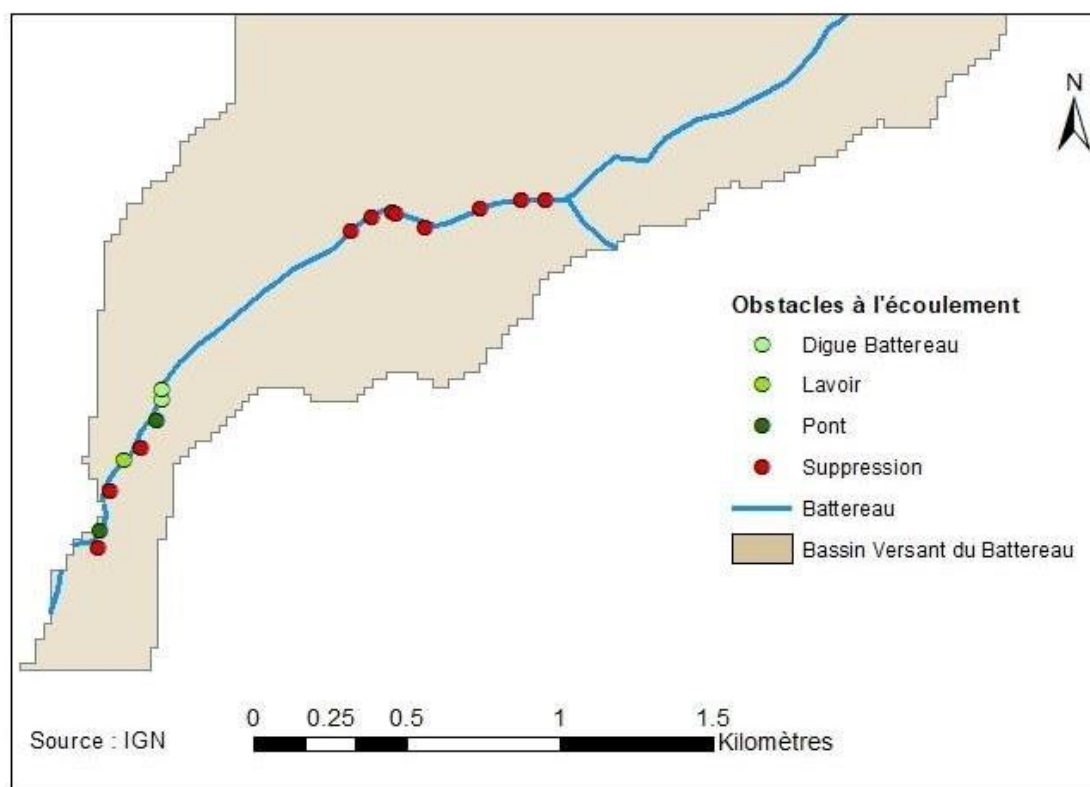


Figure 60 : carte de localisation des obstacles à l'écoulement supprimés (rouge) et conservés (vert)

### 8.2.3. Cadre financier et politique

Pour les obstacles non référencés et naturels, le cadre financier et juridique est relativement simple, une intervention de la mairie devrait suffire.

En revanche, l'obstacle majeur présent en ville est plus complexe. L'effacement des obstacles à l'écoulement sur le cours d'eau fait partie de la nomenclature Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) et est soumis juridiquement à la Loi sur l'Eau du Code de l'environnement. Il doit donc à ce titre faire l'objet d'une déclaration ou d'une demande d'autorisation sous forme de dossier regroupant les impacts sur le milieu aquatique. L'arasement de la retenue d'eau en fera donc partie (Trame verte et bleue 2017).

Pour l'effacement de cet ouvrage en travers du cours d'eau, les coûts estimés sont entre 5 000 euros et 30 000 euros. Le coût est difficile à prévoir sans expertise. Des subventions peuvent être obtenues provenant de l'Agence de l'eau et de l'Union Européenne au titre du Fonds européen de développement régional (FEDER). Le reste doit être payé par la commune et par le propriétaire de l'obstacle (Langumier et al. 2014).

## 8.3. Sentier de sensibilisation aux écosystèmes aquatiques

### 8.3.1. Concertation entre les habitants et la commune

Les enjeux des aménagements du bassin versant sont multiples et concernent à la fois la commune et les habitants. Lors des entretiens avec les habitants, il est souvent apparu qu'ils aimeraient que le cours d'eau soit mieux entretenu et accessible. Quant à la commune, son désir de le rendre plus attractif et sécurisé a été évoqué. Leurs intérêts pourraient donc s'associer au sein d'un projet commun.

Nous proposons pour cela de favoriser un projet conduit de manière participative, résultant de concertations entre la commune et les habitants, ces derniers étant les utilisateurs principaux de l'espace. La concertation est un mode de gouvernance dans lequel les citoyens sont consultés afin de débattre et d'enrichir un projet.

Le but de cette concertation est de favoriser l'échange entre élus et citoyens. Elle pourrait permettre aux habitants de prendre la parole, de se sentir plus investis et d'évoquer leurs souhaits. La commune pourrait de son côté exposer ses projets d'aménagement. De cette façon, le projet final choisi sera en cohérence avec les besoins et les désirs de la population, tout en améliorant leur connaissance de leur environnement. Ainsi, le Battereau prendra une place plus importante dans la vie de la commune et donc dans la conscience des habitants. Il ne sera plus laissé à l'abandon, cela peut être bénéfique pour la qualité du cours d'eau.

Cette démarche participative peut prendre la forme de réunion-débat, dans laquelle les habitants seront amenés à être réellement acteurs des réunions, exposer leurs idées et leurs avis.

Les sujets principaux seraient l'entretien des berges du cours d'eau et l'aménagement des sentiers de randonnées. Concernant ce second point, nous proposons un aménagement qu'il sera possible de modifier après concertation avec les habitants (Subra 2015).

### 8.3.2. Proposition d'aménagement

#### 8.3.2.1. Objectif du projet

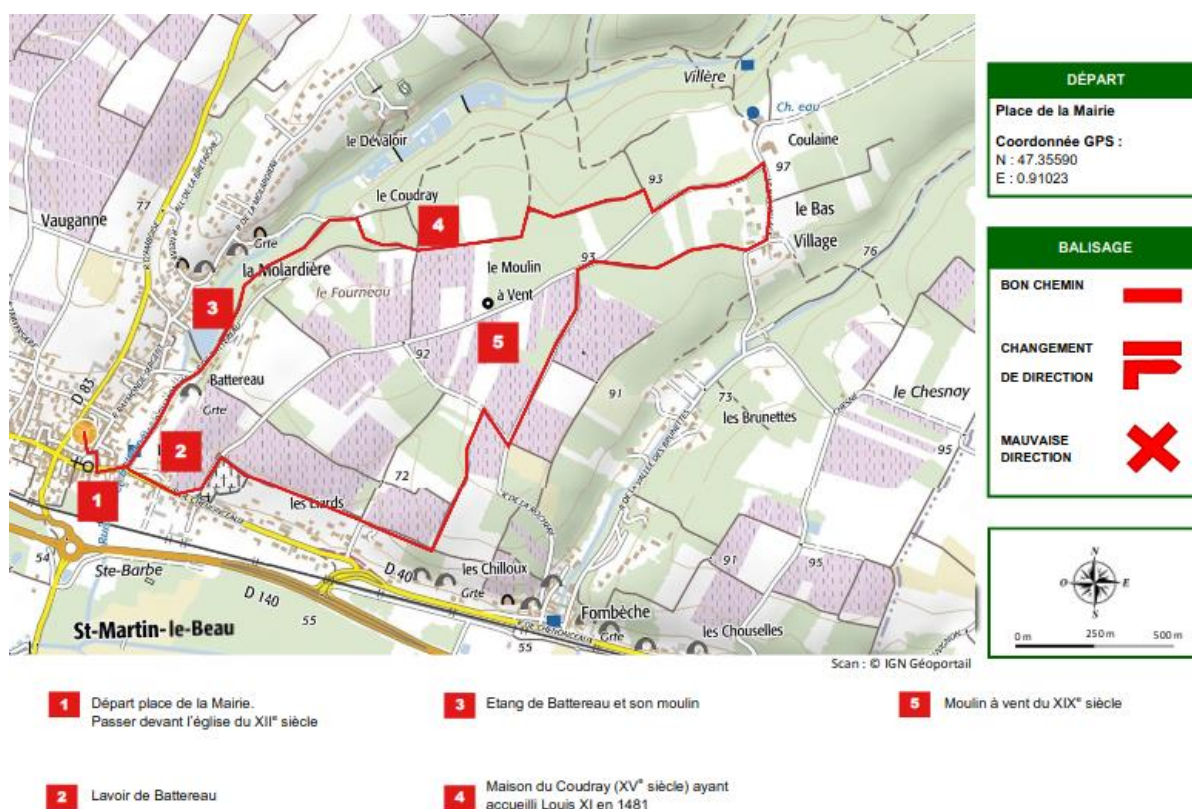
Dans l'état des lieux, nous avons vu que le Battereau était méconnu des habitants, du fait de son manque d'entretien, d'accessibilité et de sécurité.

Pour pallier à son manque de visibilité et reconnecter les habitants avec le cours d'eau, nous proposons d'aménager les sentiers de randonnées existants en y intégrant une dimension pédagogique en lien avec le cours d'eau et les écosystèmes qui en dépendent. Pour cela, nous proposons d'installer des panneaux de sensibilisation. Le but est de rendre ces sentiers attractifs tout en éduquant la population sur des problématiques environnementales afin de faire émerger une conscience citoyenne. Le cours d'eau pourrait devenir un atout pour la commune.

Les avantages de cet aménagement sont multiples. Tout d'abord, ils permettent une communication efficace avec les habitants. Ces panneaux serviront de supports pédagogiques pour la connaissance et l'identification des espèces patrimoniales faunistiques et floristiques. Ils peuvent aussi informer à propos des enjeux et des nouveaux aménagements mis en place sur le Battereau. De plus, ils sont relativement peu onéreux et simples à mettre en place.

### 8.3.2.2. Localisation du projet

Nous avons pu constater que le Battereau avait un fort potentiel de lieu de promenade, de part plusieurs sentiers existants se situant dans le bassin versant ou longeant le cours d'eau. Parmi eux, un sentier nommé "le Battereau" longe le cours d'eau puis traverse le village. Il a une longueur de 5 kilomètres et est déjà balisé et entretenu. Sur la carte ci-dessous, les numéros encadrés correspondent à des lieux d'intérêt (lavoir, église, moulin à vent...).



Source : (La mairie de Saint-Martin-le-Beau 2018)

Figure 61 : circuit de randonnée de 5 kilomètres nommé "le Battereau"

Les panneaux peuvent donc prendre place le long de ce sentier, déjà connu des habitants. De plus, des éléments à valeurs patrimoniales rendent le sentier attractif pour des utilisateurs extérieurs à la commune.

A long terme, il faudra constater si la fréquentation de ce sentier devient plus courante. Si le projet est un succès, les aménagements pourront être déclinés sur d'autres sentiers de Saint-Martin-le-Beau.

#### *8.3.2.3. Cadre politique et financier*

Le sentier "le Battereau" est inscrit au Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDIPR), ce qui le protège juridiquement. Cela garantit sa viabilité et sa continuité en tant qu'itinéraire de promenade.

Les estimations financières sont les suivantes : pour un panneau, les coûts concernant les fournitures (sur la base d'un panneau de dimension 100x120 cm, support en pin) s'élève à 800 euros, et les coûts concernant la pose s'élèvent à 250 euros. Le coût final d'un panneau est donc de 1 050 euros (FRTF Nouvelle-Aquitaine 2017).



## Conclusion

L'objectif du chantier école, en accord avec les orientations actuelles de l'Europe et de la France en matière de gestion et des restaurations des milieux aquatiques, fut d'établir l'état des lieux d'un territoire selon l'échelle du bassin versant. En découle ensuite un diagnostic des pressions et menaces exercées sur le cours d'eau, ainsi que de ses points forts, dans l'optique de proposer des aménagements et actions à mettre en place pour retrouver le bon état écologique des cours d'eau.

Dans notre cas la zone étudiée, d'une superficie de 10,47 kilomètres carrés, fut le bassin versant du Battereau, un cours d'eau d'un linéaire de 7,4 kilomètres s'étalant sur 4 communes ; Amboise, Saint-Martin-le-Beau, Lussault-sur-Loire et Dierre. Suite à l'état des lieux de la zone il a été constaté que le bassin versant n'est pas soumis à beaucoup de pressions. En effet une grande partie de sa superficie se compose de forêt et seule la commune de Saint-Martin-le-Beau y a des usages pouvant impacter le cours d'eau. Nous avons cependant constaté que même au niveau de la commune l'impact est faible au niveau des pollutions, qu'elles soient industrielles ou agricoles, du fait notamment de l'effort des viticulteurs pour respecter le milieu environnant. Les pressions recensées se retrouvent plus au niveau des points de prélèvement et du fort taux d'anthropisation du cours d'eau dans la commune.

Au vu de ces constats plusieurs propositions sont avancées pour essayer de réduire ces impacts sur le cours d'eau.

La première consiste en la renaturation de la partie aval du cours d'eau pour lui redonner un aspect plus naturel et diversifier les habitats. Cet aménagement tente également de rétablir la communication écologique entre le Battereau et le Filet, dans lequel il se jette, pour permettre d'enrichir le Battereau qui ne possède pas une grande richesse écologique.

La deuxième proposition d'aménagement concerne la gestion des obstacles à l'écoulement qui seront en partie arasés afin de remettre en place une continuité écologique. L'un des obstacles, la digue de l'étang du Battereau, sera dans un premier temps conservée car sa destruction engendrerait notamment la disparition de la seule ressource piscicole du cours d'eau. Cependant, si la renaturation permet une recolonisation effective du cours d'eau par la biodiversité et offre suffisamment d'habitats, il faudra envisager de réviser cette décision.

La dernière proposition a pour but de sensibiliser la population aux écosystèmes aquatiques en proposant, de par la concertation entre commune et habitants, la réhabilitation d'un chemin de randonnée déjà présent en l'agréant de panneaux pédagogiques.

Le cours d'eau du Battereau est donc un cours d'eau globalement en bon état mais, comme expliqué, certaines modifications pourraient être mises en place pour améliorer ses quelques points faibles.

## Bibliographie

- Alcaydé, G. 1968. "Carte Géologique Au 1/50 000 Amboise."
- "Aménagements Des Cours d'eau | Zones Humides." 2015. <http://www.zones-humides.org/milieux-en-danger/menaces/amenagements-des-cours-d-eau> (January 18, 2020).
- Bureau d'études Micha Bunusevac, Bertrange. 2007. "Renaturation Des Cours d'eau - Restauration Des Habitats Humides."  
[https://eau.public.lu/publications/brochures/Renaturation/Brochure\\_Bunusevac.pdf](https://eau.public.lu/publications/brochures/Renaturation/Brochure_Bunusevac.pdf) (January 18, 2020).
- "Cartes Interactives | Géorisques." <https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/> (January 17, 2020).
- Degan, Francesca, Sébastien Salvador-Blanes, and Olivier Cerdan. 2015. "Cartographie de l'aléa érosif." : 102.
- "Dossier Complet – Commune de Saint-Martin-Le-Beau (37225) | Insee." <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-37225> (January 17, 2020).
- "Epandage Des Boues Des Stations d'épuration / La Qualité Des Eaux / Eau / Environnement, Eau, Forêt, Chasse, Pêche, Réserves Naturelles ... / Politiques Publiques / Accueil - Les Services de l'État Dans Le Cher." <http://www.cher.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-eau-foret-chasse-peche-reserves-naturelles/Eau/La-qualite-des-eaux/Epandage-des-boues-des-stations-d-epuration> (January 17, 2020).
- FRTF Nouvelle-Aquitaine. 2017. *Livret d'aide à La Sensibilisation Environnementale*.  
<https://www.idrim.com/ressources/documents/9/5319-VERSION-FINALISEE-DES-FICHES-juille.pdf> (January 18, 2020).
- "Géoportail." <https://www.geoportail.gouv.fr/> (January 17, 2020).
- Géorisques. "IREP - Registre Des Emissions Polluantes | Géorisques."  
<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/irep-registre-des-emissions-polluantes> (January 17, 2020).
- "Géoservices | Téléchargement et Services Web (Ex Espace Professionnel)."  
<https://geoservices.ign.fr/documentation/diffusion/index.html> (January 17, 2020).
- "Gestion de l'eau en France." *Ministère de la Transition écologique et solidaire*.  
<http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/gestion-leau-en-france> (January 17, 2020).
- "Installations Classées Pour La Protection de l'environnement | Géorisques."  
<https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/installations> (January 17, 2020).
- Langumier, Antoine, Gaëlle Jaffres, Hélène Luczyszyn, and Frédéric Gruffaz. 2014. *Détermination Des Coûts de Référence Des Travaux de Restauration Hydromorphologique Des Cours d'eau et Conception d'une Base de Données de Projets et d'un Outil d'estimation Du Coût Du Volet Hydromorphologie Des Programmes de Mesures 2016-2021*.  
[http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references\\_bibliographiques/rapport\\_etude\\_couts\\_restau\\_hydromorpho.pdf](http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/rapport_etude_couts_restau_hydromorpho.pdf) (January 18, 2020).

- Le Bissonnais, Y, N Dubreuil, J Daroussin, and M Gorce. 2004. "Modélisation et cartographie de l'aléa d'érosion des sols à l'échelle régionale." *Étude et Gestion des Sols*: 16.
- "Les Dignes et Les Obligations Du Maire Dans La Gestion Du Risque d'inondation." 2013. <https://www.environnement-magazine.fr/territoires/article/2013/04/01/24053/les-dignes-les-obligations-maire-dans-gestion-risque-inondation> (January 17, 2020).
- Leturcq, Samuel, and Adrien Lammoglia. 2018. "La Viticulture En Touraine (Moyen Âge-Xxe Siècle) | Cairn.Info." <https://www.cairn.info/revue-histoire-et-societes-rurales-2018-2-page-31.htm#> (January 17, 2020).
- LF. 2018. "Etude de Connaissance et de Gestion Patrimoniale Des Réseaux d'eau Potable de La Commune de Saint-Martin-Le-Beau." [http://www.cc-blere-valdecher.fr/sites/cdc-blere/files/fichiers/5-2-1\\_plan\\_de\\_localisation\\_des\\_ouvarges\\_alimentation\\_en\\_eau\\_potable.pdf](http://www.cc-blere-valdecher.fr/sites/cdc-blere/files/fichiers/5-2-1_plan_de_localisation_des_ouvarges_alimentation_en_eau_potable.pdf).
- Malavoi, Jean-René. 2003. "Stratégie d'intervention de l'agence de l'eau Sur Les Seuils En Rivière." [http://www.eau-loire-bretagne.fr/espace\\_documentaire/documents\\_en\\_ligne/guides\\_milieux\\_aquatiques/Etude\\_Seuil.pdf](http://www.eau-loire-bretagne.fr/espace_documentaire/documents_en_ligne/guides_milieux_aquatiques/Etude_Seuil.pdf) (January 18, 2020).
- "Ministère de l'agriculture et de l'alimentation - Agreste - La Statistique, l'évaluation et La Prospective Agricole." <http://agreste.agriculture.gouv.fr/> (January 17, 2020).
- Moreau, Sylvain. 2015. "L'occupation des sols en France." : 4.
- "Route départementale française D140 (37)." *WikiSara*. [https://routes.fandom.com/wiki/Route\\_d%C3%A9partementale\\_fran%C3%A7aise\\_D140\\_\(37\)](https://routes.fandom.com/wiki/Route_d%C3%A9partementale_fran%C3%A7aise_D140_(37)) (January 17, 2020).
- "Saule pourpre - Salix purpurea 'Nana.'" *Le carrefour de la fleur*. <https://carrefourdelafleur.com/arbustes-d-ornement/1306-saule-pourpre-salix-purpurea-nana--5420069210410.html> (January 18, 2020).
- St-Martin-le-Beau. "Boucles de Randonnée - Saint-Martin-Le-Beau." <https://saintmartinlebeau.fr/vie-municipale/actualites-municipales/item/610-boucles-de-randonnee.html?highlight=WyJyYW5kb25uXHUwMGU5ZSJd> (January 17, 2020).
- Subra, Antoine. 2015. *Les Démarches Participatives*. [http://www.cedip.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche\\_En\\_lignes\\_no70\\_cle7ce2ac.pdf](http://www.cedip.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche_En_lignes_no70_cle7ce2ac.pdf) (January 18, 2020).
- "Trame verte et bleue." 2017. *Ministère de la Transition écologique et solidaire*. <http://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/trame-verte-et-bleue> (January 18, 2020).
- "Viticulture." <https://www.ville-montlouis-loire.fr/viticulture/> (January 17, 2020).
- Zadora-Rio, E. 2014. "Atlas Archéologique de Touraine." <http://a2t.univ-tours.fr/publication.php> (January 17, 2020).

## Table des figures

Figure 1 : localisation du bassin versant du Battereau à différentes échelles .....	8
Figure 2 : carte des rangs de Strahler des cours d'eau du bassin versant .....	9
Figure 3 : carte des obstacles à l'écoulement présents sur le Battereau.....	10
Figure 4 : photographie d'embâcle sur le Battereau.....	10
Figure 5 : photographie du lavoir présent dans le bourg de Saint-Martin-le-Beau .....	11
Figure 6 : photographie de l'ouvrage à débordement .....	11
Figure 7 : photographie d'une retenue d'eau présente à l'aval du Battereau.....	11
Figure 8 : carte des pentes au pas de 5 mètres sur le bassin versant du Battereau .....	12
Figure 9 : profil topographique du Battereau .....	13
Figure 10 : courbe hypsométrique du bassin versant du Battereau .....	13
Figure 11 : représentation cartographique des couches géologiques affleurantes sur le bassin versant du Battereau.....	14
Figure 12 : diagramme représentatif des proportions des couches à l'affleurement sur le bassin versant du Battereau.....	17
Figure 13 : isobathes du toit du Cénomaniens .....	18
Figure 14 : localisation du transect de la coupe géologique .....	19
Figure 15 : coupe géologique du transect au sein du bassin versant du Battereau .....	19
Figure 16 : représentation cartographique des localisations des puits et forages selon les couches géologiques à l'affleurement.....	21
Figure 17 : carte des types de sols sur le bassin versant de Saint-Martin-le-Beau .....	23
Figure 18 : proportions surfaciques des différents types de sols du bassin versant du Battereau .....	25
Figure 19 : carte des textures superficielles sur le bassin versant du Battereau .....	26
Figure 20 : carte des contraintes liées à l'excès d'eau sur le bassin versant .....	27
Figure 21 : carte des réserves utiles potentielles en eau .....	28
Figure 22 : carte des aptitudes agricoles des sols .....	29
Figure 23 : emplacement des points de prélèvement .....	31
Figure 24 : carte d'occupation du sol du bassin versant du Battereau .....	34
Figure 25 : évolution du bassin versant du Battereau sur 3 années .....	36
Figure 26 : carte de l'état-major de la commune de Saint-Martin-le-Beau .....	37
Figure 27 : carte de l'évolution des usages de la zone amont du bassin versant du Battereau entre 1956 et 2011.....	37
Figure 28 : évolution des usages du territoire entre 1956 et 2011.....	38
Figure 29 : carte de l'évolution des usages de la zone amont du bassin versant du Battereau entre 1956 et 2011.....	39
Figure 30 : évolution des usages du territoire entre 1956 et 2011.....	39
Figure 31 : organigramme des étapes de la production de la carte d'aléa érosion.....	40
Figure 32 : cartes de l'occupation du sol avec des vignes enherbées (indice 3). (A) été ; (B) automne ; (C) hiver ; (D) printemps.....	42
Figure 33 : carte des valeurs de battance du bassin versant du Battereau .....	44
Figure 34 : carte des valeurs d'érodibilité du bassin versant du Battereau.....	44
Figure 35 : carte des pentes sur le bassin versant du Battereau .....	45
Figure 36 : carte des aires drainées sur le bassin versant du Battereau.....	46
Figure 37 : cartes de l'aléa de l'érosion du sol. (A) carte de l'aléa érosion en été avec des vignes enherbées (indice 3). (B) carte de l'aléa érosion en automne avec le même indice .....	47

Figure 38 : cartes de l'aléa de l'érosion du sol. (A) Carte de l'aléa érosion en hivers avec des vignes enherbées (indice 3). (B) Carte de l'aléa érosion au printemps avec le même indice.....	48
Figure 39 : cartes de l'aléa de l'érosion du sol. (A) Carte de l'aléa érosion annuelle avec des vignes enherbées (indice 3). (B) Carte de l'aléa érosion annuelle avec des vignes non enherbées (indice 1)	49
Figure 40 : localisation de l'étang communal du Battereau dans la commune de Saint-Martin-le-Beau .....	51
Figure 41 : emprise de la ZNIEFF continentale de type II sur le bassin versant du Battereau .....	52
Figure 42 : carte de localisation des éléments du patrimoine culturel du bassin versant du Battereau .....	53
Figure 43 : carte représentative de l'importance d'occupation de chaque commune dans le bassin versant du Battereau.....	54
Figure 44 : carte représentative de l'occupation du sol pour chaque commune .....	55
Figure 45 : évolution de la population sur les différentes communes du bassin versant du Battereau au cours de ces 50 dernières années .....	56
Figure 46 : évolution démographique de la commune de Saint-Martin-le-Beau entre 1969 et 2016	56
Figure 47 : carte représentative du pourcentage de Saint-Martin-le-Beau compris dans le bassin versant.....	57
Figure 48 : carte de localisation des éléments pour la gestion de l'eau potable et usée .....	60
Figure 49 : carte des randonnées pédestres autour de Saint-Martin-le-Beau .....	61
Figure 50 : carte de localisation des ICPE à proximité du bassin versant du Battereau .....	65
Figure 51 : évolution du nombre d'exploitations agricoles et de la SAU totale.....	67
Figure 52 : carte des intercommunalités présentes sur le bassin versant du Battereau.....	71
Figure 53 : schéma récapitulatif des acteurs et usagers de l'eau ainsi que de leur impact sur le cours d'eau du Battereau.....	73
Figure 54 : diagramme Atouts / Contraintes - Opportunités / Menaces .....	75
Figure 55 : diagramme de la hiérarchisation des enjeux de gestion du bassin versant croisés avec les usages .....	76
Figure 56 : <i>Cornus stolonifera</i> .....	79
Figure 57 : <i>Salix purpurea</i> .....	79
Figure 58 : emplacement de la zone en aval à renaturer.....	79
Figure 59 : Temporalité de la gestion des obstacles à l'écoulement .....	82
Figure 60 : carte de localisation des obstacles à l'écoulement supprimés (rouge) et conservés (vert)	82
Figure 61 : circuit de randonnée de 5 kilomètres nommé "le Battereau" .....	84

## Table des tableaux

Tableau 1 : ères géologiques comprenant celles à l'affleurement .....	15
Tableau 2 : tableau récapitulatif des couches à l'affleurement dans le périmètre du bassin versant du Battereau.....	15
Tableau 3 : tableau récapitulatif des 11 puits de forages présents sur le bassin versant du Battereau .....	21
Tableau 4 : différents types de sols et leurs autres noms correspondants .....	22
Tableau 5 : Mesures des 5 points de prélèvements du bassin versant du Battereau .....	32
Tableau 6 : tableau des correspondances entre texture superficielle des sols et indice de battance et d'érodibilité .....	43
Tableau 7 : caractéristiques des stations d'épurations des communes du bassin versant .....	58
Tableau 8 : récapitulatif des principales activités et problématiques rencontrées aux abords du Battereau.....	62
Tableau 9 : répartition des différentes industries au sein des catégories d'entreprise.....	63
Tableau 10 : récapitulatif des pollutions émises et déchets produits sur le bassin versant du Battereau .....	64
Tableau 11 : principales caractéristiques des ICPE localisées à proximité du bassin versant du Battereau.....	66
Tableau 12 : acteurs intervenant à l'échelle nationale de la gestion de l'eau.....	69
Tableau 13 : acteurs intervenant sur le bassin versant à l'échelle régionale et départementale .....	70
Tableau 14 : acteurs intervenant sur le bassin versant à l'échelle de l'intercommunalité et de la commune.....	72





**POLYTECH**  
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS  
37200 TOURS

Roxane BIGOT Mathilde BOUCHE Gaël CHENEAU Thomas DAY  
Morgane FINIELS Elise GUIRAUD Marion MANAUD Angel  
NEUENSCHWANDER Adrien PARAIS Stana SAVATTIER Alex SLIMANI

Chantier école Bassin Versant :

2019-2020

Le Battereau et son bassin versant

**Résumé** : Ce document est un rapport faisant état de la **qualité du bassin versant du Battereau**. Il comprend un **état des lieux** et un **diagnostic** complet de ce dernier. L'objectif étant de comprendre le fonctionnement et déceler d'éventuels problèmes qui, dans le cas du Battereau, sont minimes. Ceux-ci sont ensuite hiérarchisés afin de proposer des **actions prioritaires**. Ainsi, au-vue des **pressions identifiées**, un travail peut être réalisé sur la **restauration** d'une portion de cours d'eau à l'aval, l'**arasement** de plusieurs obstacles afin de **renaturaliser** le Battereau. Enfin un **parcours de sensibilisation** pourrait être mis en place pour promouvoir le Battereau.

**Mots Clés** : Battereau, Bassin versant, Etat des lieux, Diagnostic, Forêt d'Amboise, Renaturalisation

Partenaire Professionnel : Syndicat Mixte  
Nouvel Espace du Cher (NEC)



Adresse : 39 rue Gambetta – 37150 BLÉRÉ