

Ecole Polytechnique de l'Université de Tours
Spécialité **Génie de l'Aménagement et de l'Environnement**
Filière Ingénierie des **Milieux Aquatiques** – Année 4

Le Rainsserand et son bassin-versant

Diagnostic du bassin versant et propositions d'aménagement

C.Calvet E.Ferlay I.Serra A.Le Cavil J.Orpel J.Zhu

10/01/2018

Résumé :

L'exercice du chantier école a pour objectif de nous impliquer dans un cas concret de projet d'aménagement par la réalisation d'un diagnostic détaillé sur un cours d'eau ainsi que sur son bassin versant. Les buts principaux sont de définir les différents enjeux du site étudié pour ensuite effectuer une ou plusieurs propositions d'aménagement adaptées. La finalité est de restaurer et améliorer la qualité des milieux aquatiques lorsque cela est défini comme nécessaire.

Pour l'année 2017-2018, cette étude s'intéresse au bassin versant du Rainsserand, situé dans le département d'Indre-et-Loire (37) en concertation avec le Syndicat de Rivière de la Manse et de ses affluents. D'une superficie de 8,5 km², il est compris dans les communes de Sepmes, Bossée et Sainte-Maure-de-Touraine. Son cours d'eau, le Rainsserand, s'écoule sur une distance d'environ 5 km pour finir sa course dans la Manse, cours d'eau de taille plus imposante dont le bassin versant est de 187 km², incluant celui du Rainsserand. C'est un territoire rural marqué par une faible démographie. Ses pentes sont faibles et les sols ont une potentialité agricole correcte ainsi qu'une réserve d'eau importante ce qui a permis un fort développement de l'activité agricole sur ce site. En effet, cette activité domine très largement puisque les zones cultivées représentent près de 82% de la superficie totale du bassin versant. En raison de la forte quantité d'eau retenue dans les sols, un important système de drainage a été mis en place, ce qui génère des rejets dans la rivière et son affluent : le Houteau.

L'activité agricole, de par sa superficie majoritaire sur le bassin versant, est donc supposée avoir une pression forte sur le bassin versant.

L'étude se déroula dans un premier temps avec la réalisation d'un diagnostic général du territoire faisant ressortir ses particularités, ses atouts et contraintes. Selon ces analyses, une synthèse de l'état du bassin versant et des pressions sur l'eau et les milieux aquatiques permettra d'aborder, dans un second temps, des mesures d'aménagement appuyées par des fiches d'actions.

Remerciements

L'ensemble de notre groupe de travail souhaite remercier toutes les personnes qui nous ont aidés, conseillés et encouragés pendant le déroulement du chantier école.

Nous souhaitons tout d'abord remercier les personnes ayant pris le temps de répondre à nos e-mails et appels téléphoniques, en particulier Monsieur Georges ORIO, maire de Bossée et Vice-Président du Syndicat de la Manse et de ses Affluents et Madame Régine REZEAU, maire de Sepmes.

Nos remerciements vont également droit à Monsieur Jonathan LEPROULT, technicien de rivière et animateur du Bassin Versant du Syndicat de la Manse et de ses Affluents, pour nous avoir accordé un rendez-vous riche en échanges. Nous le remercions de nous avoir fait part de ses connaissances sur le terrain étudié et de s'être montré très réactif pour répondre à nos questions et nous fournir des informations.

Nous remercions ensuite les intervenants extérieurs Monsieur Mehdi LOTFI, Chercheur Scientifique du CNRS, Monsieur Antony RODIER, Ingénieur Etude et Développement chez Atos Worldline, Monsieur David RATHEAU et Madame Brigitte NAYET. En effet, leurs cours et expertises nous ont permis d'acquérir des connaissances utiles pour l'analyse du bassin versant.

Nous tenons également à remercier l'équipe pédagogique du chantier école pour leur encadrement tout au long de ce projet : Madame Francesca DI PIETRO, Madame Célestine DELBART, Madame Sabine GREULICH, Monsieur Vincent ROTGE, Monsieur José SERRANO, Monsieur Pierre PEETERS, Madame Catherine BOISNEAU, Monsieur Laurent ETIENNE, Monsieur Sébastien SALVADOR et Monsieur Stéphane RODRIGUES.

Enfin, nous remercions le groupe de chantier école travaillant sur le Montgoger pour leur aide et leur collaboration active tout au long du chantier école.

Sommaire :

1. Introduction.....	1
2. Première partie : Diagnostic du bassin versant	2
2.1. Caractérisation physique du cours d'eau et du bassin versant	2
2.1.1. Localisation	2
2.1.2. Le cours d'eau	3
2.1.3. Géologie, pédologie, hydrochimie	11
2.1.4. Erosion	25
2.1.5. Topographie.....	28
2.2. Occupation du sol et paysage	33
2.2.1. Occupation du sol	33
2.2.2. Occupation du sol en 1950	37
2.2.3. Paysage	38
2.3. Patrimoine culturel et naturel	44
2.3.1. Patrimoine culturel	44
2.3.2. Patrimoine naturel.....	47
2.4. Les usages et conflits d'usages du bassin versant	52
2.4.1. Population et usage domestique	52
2.5. Les acteurs et la gestion du cours d'eau et du bassin versant.....	58
2.6. Synthèse de l'état des lieux des pressions sur l'eau et les milieux aquatiques à l'échelle du bassin versant	61
2.7. Diagnostic	62
2.7.1. Atouts et contraintes / Opportunités et menaces	62
3. Deuxième partie : enjeux, objectifs et préconisations	63
3.1. Enjeux et objectifs	63
3.2. Mesures d'aménagement de l'espace - fiches action.....	64
3.2.1. Travail sur la sensibilisation des agriculteurs	64
3.2.2. Mise en place de zones humides artificielles.....	65
3.2.3. Création de bandes enherbées	67
3.2.4. Création d'une haie	70
3.2.5. Continuité écologique du corridor	71
3.3. Le coût des aménagements dans le bassin versant.....	73
3.3.1. Les bandes enherbées	73
3.3.2. La haie.....	74
3.3.3. Les zones tampons humides artificielles.....	75
4. Conclusion Générale.....	76
5. Bilan personnel.....	77
6. Comparaison entre les deux sous bassins versant	78
7. Bibliographie	79
8. Sitographie	81

Table des Figures

Figure 1: carte du bassin versant de la Manse, Source : syndicat de la Manse	1
Figure 2: exemples de travaux réalisés sur le site de La Chaume à Sainte-Maure (été 2012), Source : bulletin de la Manse 2013.	2
Figure 3: carte de localisation du bassin versant du Rainsserand, Source: IGN, 2015, BD Topo, département 37	3
Figure 4: carte du réseau hydrographique du bassin versant du Rainsserand, Source: IGN, 2015, BD Topo, département 37	4
Figure 5: les différentes formes de bassin versant selon le coefficient de Gravelius, Source: Université de Montpellier 2 Sciences et techniques	5
Figure 6: courbe hypsométrique du bassin versant du Rainsserand réalisée à partir d'une analyse sur ArcGIS	5
Figure 7: photos de drains se jetant directement dans le cours d'eau	6
Figure 8: photos des sédiments grossiers et de l'érosion des berges	6
Figure 9: photo des apports sédimentaires réalisés par le syndicat de la Manse	7
Figure 10: photos de la végétation recouvrant le cours d'eau	7
Figure 11: photo de la zone forestière	8
Figure 12: photos des aménagements réalisés par un particulier	8
Figure 13 : carte de localisation de la pêche électrique, Source : IGN, 2015, BD Topo, Département 37	9
Figure 14: histogramme des captures, Source : données de pêche électrique du Syndicat de la Manse	10
Figure 15: carte géologique du bassin versant du Rainsserand, Source : ALCAYDE.G 1977. Carte géologique de la France à 1/50 000 514	17
Figure 16: coupe géologique d'un transect du bassin versant du Rainsserand	19
Figure 17: graphique des proportions des couches à l'affleurement sur le bassin versant, Source :ALCAYDE.G 1977. Carte géologique de la France à 1/50 000 514	20
Figure 18: carte pédologique du bassin versant au 1/50 000ème, Source : Carte des sols de la région Centre, Boutin J-D., Chevalier S.,1999	22
Figure 19: pourcentage de chaque type de sol présent sur le bassin versant, Source : Carte des sols de la région Centre, Boutin J-D., Chevalier S., 1999	22
Figure 20: carte des aléas érosifs sur le bassin versant du Rainsserand, Source : IGN, 2015, BD Ortho 25m, département 37	27
Figure 21: modèle numérique de terrain du bassin versant du Rainsserand	28
Figure 22: cartographie des pentes du Bassin versant du Rainsserand, Source : IGN,2016,BD Alti, département 37,précision 25m & Eau France, 2017.	30
Figure 23: profil longitudinal du Rainsserand, Source : IGN,2016,BD Alti, département 37,précision 25m	31
Figure 24: profil en long du Houteau, Source : IGN,2016,BD Alti, département 37,précision 25 m	32
Figure 25: carte de l'occupation des sols du bassin versant du Rainsserand, Source: IGN, 2014, BD Ortho, département 37 & RPG 2014	34
Figure 26: occupation du sol du bassin versant du Rainsserand, Source : IGN, 2014, RPG	35

Figure 27: les différents types de surfaces du bassin versant du Rainsserand détaillant les zones hors RPG, Source : IGN, 2014, RPG	36
Figure 28: carte de 1950 et 2014 de l'occupation du sol d'une sélection du bassin versant du Rainsserand, Source: IGN,2014,BD Ortho, département 37 & RPG 2014 et Orthophotographie. g.hirlemann. ArcGIC Online	37
Figure 29: cartographie des Haies et bandes enherbées du bassin versant du Rainsserand Source: IGN,2015, BD Topo & IGN, 2014,Orthophotographies numériques.	40
Figure 30: cartes identifiant les zones sensibles vis-à-vis des zones tampons, Source: IGN,2015, BD Topo & IGN, 2014,Orthophotographies numériques.	42
Figure 31: drain de surface se rejetant dans le Rainsserand, correspondant à la zone 2	43
Figure 32: photographie des drains de surface de champs cultivés à proximité du Rainsserand	43
Figure 33: photographie montrant la disparité des bandes enherbées	43
Figure 34: petits patrimoines troglodytiques typiques sur la commune de St-Maure de Touraine (à gauche) et sur la commune de Sepmes (à droite)	44
Figure 35: seuil de la Guillaiera après travaux, Source : Syndicat de la Manse	45
Figure 36: moulin de Fausset ayant fait l'objet d'un aménagement, Source : Blog Tourainissime	45
Figure 37: le château privé de la Roche-Ploquin situé sur notre bassin versant	46
Figure 38: photo de <i>Tetrax tetrax</i> , classé CR en France, Source : The Internet Bird Collection	47
Figure 39: statut des espèces présentes sur la commune de Sepmes, Sources : MNHN	48
Figure 40: statut des espèces présentes sur la commune de Sainte-Maure-de-Touraine, Source : MNHN	48
Figure 41: statut des espèces présentes sur la commune de Bossée, Source : MNHN	49
Figure 42: carte présentant les différents instruments de connaissance et de protection en matière de patrimoines naturel qui jouxtent notre bassin versant, Source: Géoportail	51
Figure 43: carte des sous-trames des milieux boisés, Source : Schéma de cohérence écologique du Centre, 2014	52
Figure 44: graphique de l'évolution Evolution de la population des communes du bassin versant du Rainsserand sur 24 ans, Source : wikipedia	53
Figure 45: graphique de l'évolution Evolution du taux d'accroissement de la population des communes du bassin versant du Rainsserand sur 15 ans, Source : wikipedia	53
Figure 46: carte des Stations de Traitement des Eaux Usées des communes majoritaires du bassin versant du Rainsserand, Source: IGN, 2015, BD Topo, département 37	55
Figure 47: carte des zones classées vulnérables en Indre-et-Loire, Source : DREAL, 2017	56
Figure 48: évolution du nombre d'exploitations agricoles et de la SAU de Sepmes et Bossé, Source : Agreste, Recensement agricole 2010	57
Figure 49: diagramme des pourcentages des différents types de culture sur le bassin versant, Source : IGN,2014,RPG.	58
Figure 50: schéma global des acteurs intervenant dans la gestion du bassin versant du Rainsserand	60
Figure 51: schéma des impacts positifs en vert et négatifs en rouge dans la gestion du cours d'eau	60
Figure 52: représentation des deux types de ZTHA possibles, Source : ONEMA	66
Figure 53: montage photo de la situation avant aménagement (gauche) et après aménagement (droite).Source : Géoportail	69
Figure 54: photo représentant une variation de la hauteur d'herbe, Source : naturama.over-blog.com	72
Figure 55: carte de localisation des différents aménagements proposés, source : IGN, 2014, RPG	73

Table des tableaux

Tableau 1 : métriques et variables environnementales utilisées pour le calcul de l'IPR	8
Tableau 2 : différentes classes de qualité définies l'IPR	8
Tableau 3: résultats obtenus suite à nos mesures sur le terrain	10
Tableau 4: limites de classes d'état des éléments physicochimiques généraux Source : Eau Poitou Charentes	11
Tableau 5: valeurs de conductivité moyenne pour l'eau, Source : Aquatechnique	12
Tableau 6: critères analytiques du phosphate dans l'eau, Source : CPEPESC	12
Tableau 7: noms des différents types présents sur notre bassin versant et leurs équivalents selon les typologies, Source : S. Salvador-Blanes, pdf Master 1 IHBV Parcours IMACOF Chantier école	21
Tableau 8: récapitulatif des différentes classes obtenues suite au calcul de l'érosion	26
Tableau 9: patrimoine remarquable, 6 monuments historiques inscrits	46
Tableau 10: ensemble des espèces introduites exotiques envahissantes sur le bassin versant, Source : MNHN	47
Tableau 11: récapitulatif des atouts, contraintes, menaces et opportunités du bassin versant	62
Tableau 12 : fonction assurée par la bande enherbée en fonction de sa largeur (CORPEN 2007)	68
Tableau 13 : coûts de l'installation de bandes enherbées	74
Tableau 14: coût de l'installation de haies	74

Abréviations

AFB : Agence Française pour la Biodiversité
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CLC : Corine Land Cover
CR : en danger critique d'extinction
DCE : Directive Cadre sur l'Eau
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale
IBMR : Indice Biologique Macrophytes en Rivière
ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement
IGN : Institut national de l'Information Géographique et forestière
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economique
IPR : Indice Poisson Rivière
MES : Matière en suspension
MNT: Modèle Numérique de Terrain
ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
PLU : Plan Local d'Urbanisme
PNR : Parcs Naturels Régionaux
POS : Plan d'Occupation des Sol
RPG : Registre Parcellaire Graphique
Sandre: Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau
SATESE : Syndicat d'Assistance Technique pour l'Epuration et le Suivi des Eaux
SAU : surface agricole utile
SIC : Sites d'Intérêt Communautaires
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique
ZTHA: Zone Tampon Humide Artificielle

Glossaire

Bande enherbée : les bandes enherbées sont des couverts végétaux multifonctionnels d'au moins cinq mètres de large, composés d'une flore adaptée aux caractéristiques spatiales de la parcelle. C'est dans le cadre de la Politique Agricole Commune de 2003 que les bandes enherbées sont rendues obligatoire le long des cours d'eau dans le but de limiter la dérive des produits phytosanitaires dans les eaux superficielles (Daniels & Gilliam, 1996) et de limiter l'érosion des sols (Montanarella et *al.*, 2003).

Cheptel : ensemble du bétail d'une exploitation agricole (Dictionnaire Larousse).

Corridor Écologique : connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie. (Trame verte et bleue).

Faux-semis : travail superficiel du sol, moins de 5 cm de profondeur, qui a pour objectif de stimuler la levée des adventices puis de les détruire (Arvalis Infos).

Glauconie : silicate hydraté de fer et de potasse présent dans les roches sédimentaires (Aquaportail).

Haie : une haie est une unité linéaire de végétation ligneuse continue d'une largeur maximale de 10 mètres [...]. Elle peut être située en bordures de champ, dans le champ ou en bordures de cours d'eau (Association française de l'agroforesterie). Il sera ajouté à cette définition la prise en compte de la végétation semi-ligneuse.

Hydromorphie : capacité d'un sol à retenir l'eau. Un sol est dit hydromorphe lorsqu'il présente une saturation en eau régulière.

Lessivage : processus de transport d'éléments du sol par les eaux de surface en direction de la nappe phréatique.

1. Introduction

Située en France, au sein du département de l'Indre-et-Loire, et plus particulièrement dans le Centre-Val de Loire, la Manse est une rivière alimentant la Vienne. Affluent droit de celle-ci, elle fait donc partie des sous-affluents de la Loire. Sa source se trouve sur la commune de Bossée, située à une altitude de 117 mètres au niveau du plateau de Sainte-Maure. Cette rivière a une longueur de 36,5 km avec une largeur allant de 3 à 7 mètres et une pente moyenne de 2,4%.

Son écoulement préférentiel s'effectue d'Est en Ouest et conserve cette orientation sur la majorité du cheminement de la Manse. Celle-ci sillonne les territoires de 11 communes, qui sont d'amont en aval : Bossée, Sepmes, Draché, Sainte-Maure-de-Touraine, Noyant-de-Touraine, Saint-Epain, Crissay-sur-Manse, Avon-les-Roches, Crozilles, Panzoult et l'Île-Bouchard (zone de confluence avec la Vienne).

Le bassin versant de la Manse (Figure 1), d'une surface de 187 km² et majoritairement agricole, est pris en charge par un syndicat de rivière depuis les années 70. Ce syndicat a été créé dans le but de réaliser des grands travaux hydrauliques, c'est-à-dire le curage et l'enrochement majoritairement. Aujourd'hui cette collectivité territoriale englobe 13 communes avec 2 délégués élus par commune. Il s'occupe de l'entretien, de l'aménagement et de la restauration du cours d'eau et obtient ses subventions de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, du conseil régional du Centre et du conseil général Indre-et-Loire.



Figure 1: carte du bassin versant de la Manse, Source : syndicat de la Manse

Depuis la mise en place de la DCE, le 3 octobre 2000, le rôle du syndicat est d'autant plus important. En effet, chaque Etat membre de l'Union Européenne se voit contraint d'atteindre le "bon état" des eaux en 2015. Cependant, certains paramètres ayant été trop altérés, cette échéance a été repoussée à 2021 voire 2027.

Le syndicat a déjà réalisé des études et des travaux (Figure 2) sur la Manse et ses affluents pour atteindre ces objectifs. Cependant, il reste encore des actions à mener sur le bassin versant avant de pouvoir atteindre le "bon état" des eaux.



Figure 2: exemples de travaux réalisés sur le site de La Chaume à Sainte-Maure (été 2012), Source : bulletin de la Manse 2013.

Notre travail a donc pour but d'aider le syndicat dans sa mission. A travers le "Chantier école", nous allons effectuer le diagnostic de l'état général d'une partie de ce bassin versant en travaillant à l'échelle de celui du Rainsserand. L'objectif de ce rapport est d'établir son état des lieux afin de dégager ses enjeux et de trouver des solutions en conséquence à travers des propositions d'aménagement.

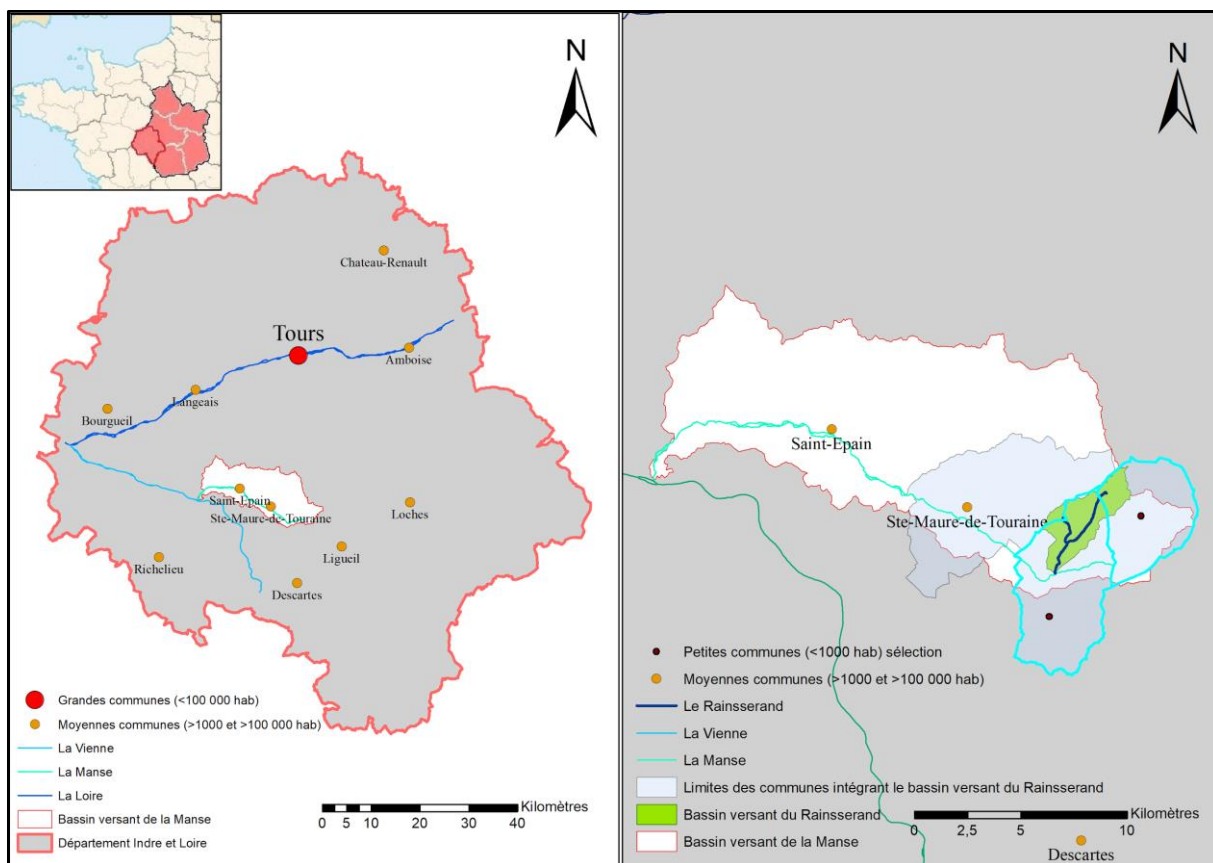
2. Première partie : Diagnostic du bassin versant

2.1. Caractérisation physique du cours d'eau et du bassin versant

2.1.1. Localisation

Le bassin versant du ruisseau du Rainsserand et de son affluent, le Houteau, a été délimité en repérant les lignes de crêtes. Ce sont les points d'altitude les plus hauts et les plus proches de notre cours d'eau. Dans un second temps nous avons déterminé la position de l'exutoire qui est le point de plus basse altitude de la zone d'écoulement du Rainsserand. Ici il se situe au niveau de sa confluence avec la rivière de la Manse. Le bassin versant de la Manse fut délimité par la même méthode (Figure 3). D'une superficie de 8,5 km², le bassin versant du Rainsserand est compris en majorité dans les communes de Sepmes (69%), Bossée (25%). Sainte-Maure-de-Touraine, commune la plus importante en nombre d'habitants, est également concernée mais pour une très faible portion (6%).

C'est donc un bassin versant de petite surface compris dans celui de la Manse et relié à la Loire (fleuve principal du département Indre-et-Loire) par la Vienne.



2.1.2. Le cours d'eau

Le Rainsserand est un cours d'eau de seconde catégorie piscicole constituée essentiellement de poissons blancs et carnassiers, c'est à dire que son eau est cyprinicole. Il draine un bassin versant orienté Nord-Est avec une pente moyenne de 1,2%. C'est donc un cours d'eau de plaine de faible pente d'une longueur de 5 km. Il est alimenté en périodes de basses eaux par un unique affluent temporaire situé sur sa rive droite : le Houteau, qui parcourt une distance de 1,5 km. Cependant, le cours d'eau peut être alimenté par de nombreux fossés de drainage au cours de l'année permettant d'évacuer l'eau présente dans la couche supérieure du sol ou lors d'événements pluvieux ponctuels (Figure 4).

D'après la classification des réseaux hydrographiques de Strahler, nous pouvons caractériser le Rainsserand comme un cours de rang 2. Enfin, il est à noter qu'aucune donnée concernant le cours d'eau n'est présente sur la base de données du Sandre et d'Osur.

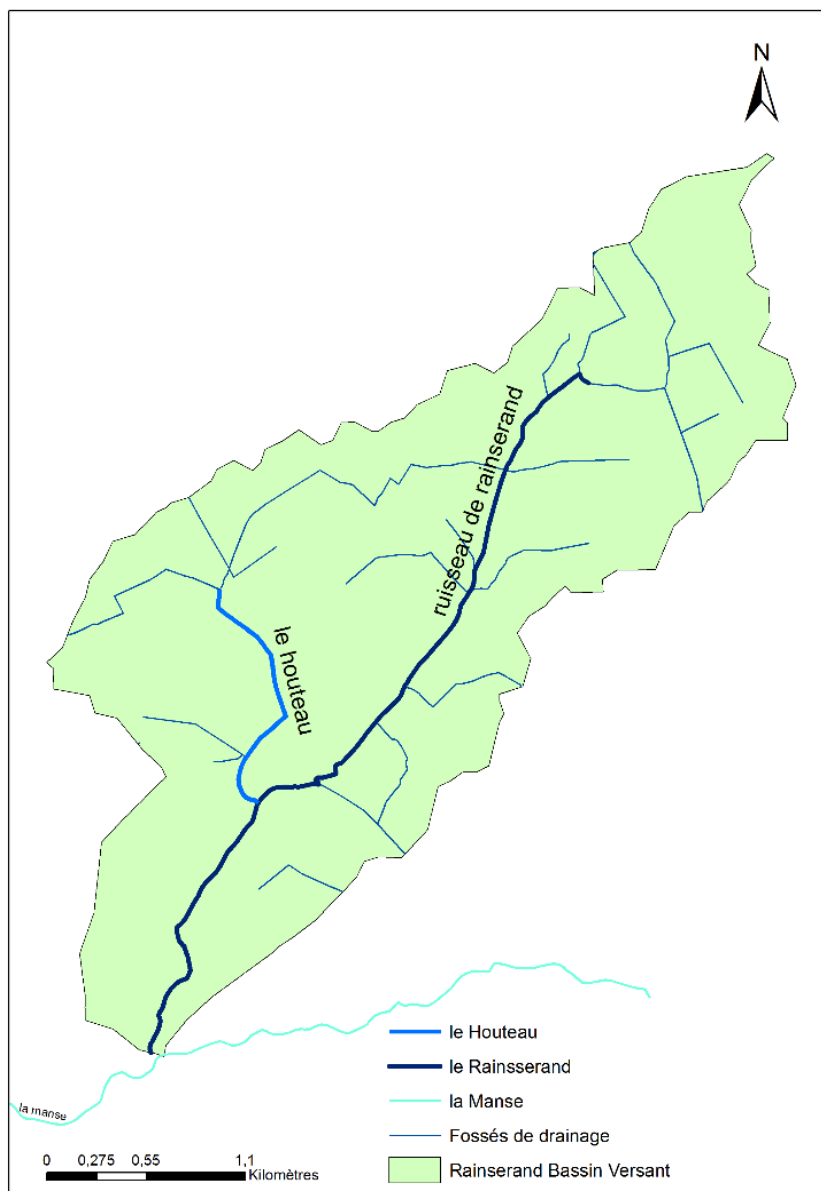


Figure 4: carte du réseau hydrographique du bassin versant du Rainsserand, Source: IGN, 2015, BD Topo, département 37

➤ Calcul du coefficient de Gravelius

Le calcul du coefficient de l'indice de compacité ou autrement dit le coefficient de Gravelius $Kg = 0.282 * \frac{P}{A}$ (P : périmètre, A : aire) permet de déterminer la forme relative du bassin versant et d'estimer les caractéristiques qui en découlent. Le bassin versant du Rainsserand possède un coefficient de Gravelius égal à 1,57. Ainsi, le bassin versant du Rainsserand possède une forme très allongée, ce qui lui confère un temps de parcours de l'eau maximal élevé et de ce fait un débit de pointe faible (Figure 5).

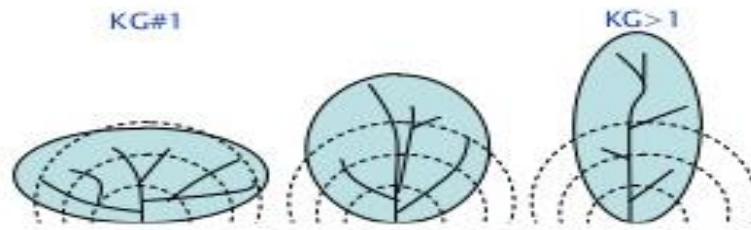


Figure 5: les différentes formes de bassin versant selon le coefficient de Gravelius Source: Université de Montpellier 2 Sciences et techniques

➤ Courbe hypsométrique

La courbe hypsométrique (Figure 6) fournit une vue synthétique du relief du bassin. Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude. Elle porte en abscisse le pourcentage de surface du bassin qui se trouve au-dessus (ou au-dessous) de l'altitude médiane représentée en ordonnée. Elle exprime donc le pourcentage de superficie du bassin, au-delà d'une certaine altitude. Dans notre cas, nous pouvons dire que la moitié de la surface de notre bassin versant possède une altitude supérieure à 99,5 mètres tandis que la moitié restante possède une altitude inférieure 99,5 mètres. Notre altitude moyenne est de 114 mètres et concerne moins d'un pourcent de la superficie du bassin versant.

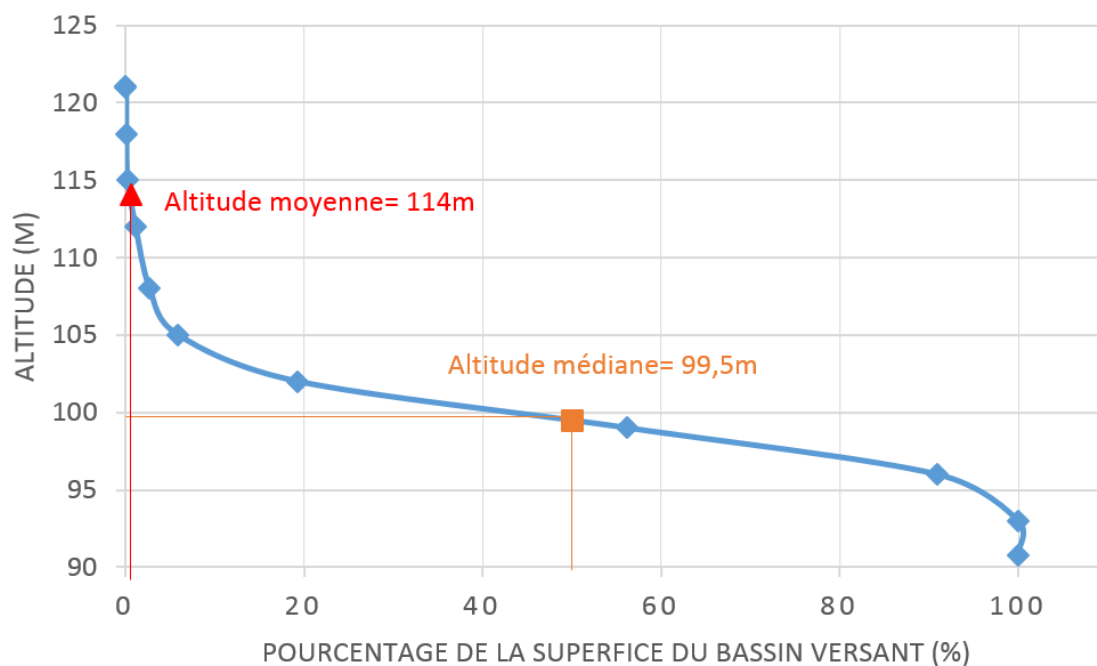


Figure 6: courbe hypsométrique du bassin versant du Rainsserand réalisée à partir d'une analyse sur ArcGIS

La courbe hypsométrique a été réalisée sur ArcGIS à l'aide d'un MNT à 25 mètres. Cela signifie donc que nous possédons sur notre bassin versant une donnée présentant une valeur d'altitude tous les 25 mètres. Le bassin possédant une superficie relativement faible, le MNT a donc été une source d'imprécision lors la réalisation de la courbe.

➤ Prospections terrain

Il s'agit d'un ruisseau fortement dégradé dans sa partie amont. En effet, lors de notre sortie sur le terrain, nous avons pu constater qu'il était soumis à une pression agricole importante dans cette partie avec l'aménagement de nombreux drains de surface (Figure 7) et l'absence de zone tampon. Cette pression, bien que moins importante, est également présente en aval du cours d'eau.



Figure 7: photos de drains se jetant directement dans le cours d'eau

De plus, quelques blocs de berges à l'amont sont tombés dans le cours d'eau. Nous supposons que ces effondrements sont issus du passage des animaux sauvages. A l'aval, une granularité grossière ainsi que de l'érosion des berges ont été observées (Figure 8).



Figure 8: photos des sédiments grossiers et de l'érosion des berges

Il y a une dizaine d'années, le Rainsserand a subi une opération de curage et a récemment été remis en état par l'apport de pierres au sein du cours d'eau par le syndicat de la Manse (Figure 9).

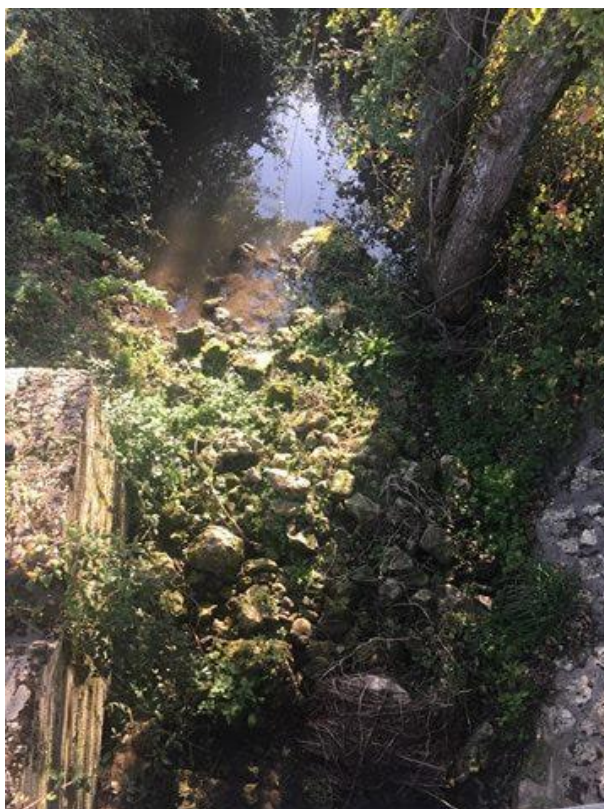


Figure 9: photo des apports sédimentaires réalisés par le syndicat de la Manse

Nous avons également pu observer la présence d'une végétation plutôt dense empêchant la lumière d'atteindre le lit du cours d'eau sur sa partie moyenne (Figure 10).



Figure 10: photos de la végétation recouvrant le cours d'eau

La partie la plus en aval est caractérisée par la présence d'une zone forestière, ce qui offre un cadre plus agréable à cette espace où l'emprise agricole est moins forte (Figure 11).



Figure 11: photo de la zone forestière

Enfin à l'aval, des aménagements permettent l'utilisation de l'eau du ruisseau à titre domestique (Figure 12).



Figure 12: photos des aménagements réalisés par un particulier

En somme, la majeure partie du Rainsserand est caractérisée par des champs cultivés de part et d'autre de son lit. Cette situation particulière peut induire des problématiques liées à cette activité agricole. De plus, les traces d'érosion et d'effondrement montrent une certaine fragilité des berges, fragilité qu'il nous faudra étudier. Enfin nous avons constaté que le substrat majoritaire est de type fin et vaseux.

Il faut également noter l'absence de poisson sur la zone au cours de nos observations sur le terrain, bien que la zone présente une biodiversité terrestre importante (merles, pigeons, lièvres, rongeurs, sangliers, amphibiens...). Ce qui amène à se questionner sur la qualité de l'eau s'écoulant dans le Rainsserand.

➤Qualité du cours d'eau : Indice Poisson Rivière (IPR)






Pour des raisons budgétaires, le syndicat de la Manse a décidé de ne calculer qu'un unique indice mettant en évidence la qualité biologique d'un cours d'eau. L'Indice Poisson Rivière a été retenu pour leur analyse, puisqu'il s'agit de l'indice le plus appréciable par la population.

L'IPR permet d'évaluer la qualité de l'eau en mesurant l'écart entre le peuplement d'une station à partir des résultats du premier passage de pêche électrique, et le peuplement attendu en situation de référence. Il prend en compte 7 métriques (Tableau 1) auxquels il attribue un score en fonction de l'écart observé (Tableau 2).

Tableau 1: métriques et variables environnementales utilisées pour le calcul de l'IPR

Métriques	Variables environnementales
Nombre total d'espèces	Surface du bassin versant (km ²)
Nombre d'espèces rhéophiles	Distance à la source (km)
Nombre d'espèces lithophiles	Largeur moyenne en eau (m)
Densité d'individus tolérants	Pente (‰)
Densité d'individus invertivores	Profondeur moyenne en eau (m)
Densité d'individus omnivores	Altitude (m)
Densité totale d'individus	Température moyenne de l'air en juillet (°C)
	Température moyenne de l'air en janvier (°C)
	Unité hydrographique

Tableau 2: différentes classes de qualité définies l'IPR

Note de l'IPR	Classe de qualité	
<7	Excellente	
]7-16]	Bonne	
]16-25]	Médiocre	
]25-36]	Mauvaise	
>36	Très mauvaise	

Une seule pêche électrique a été effectuée en juin 2011 sur une longueur de 58 mètres (surface : 87 m²) à 2.3 km de la source sur le Rainsserand (Annexe 1), c'est-à-dire à 200 m en aval du pont (Figure 13).

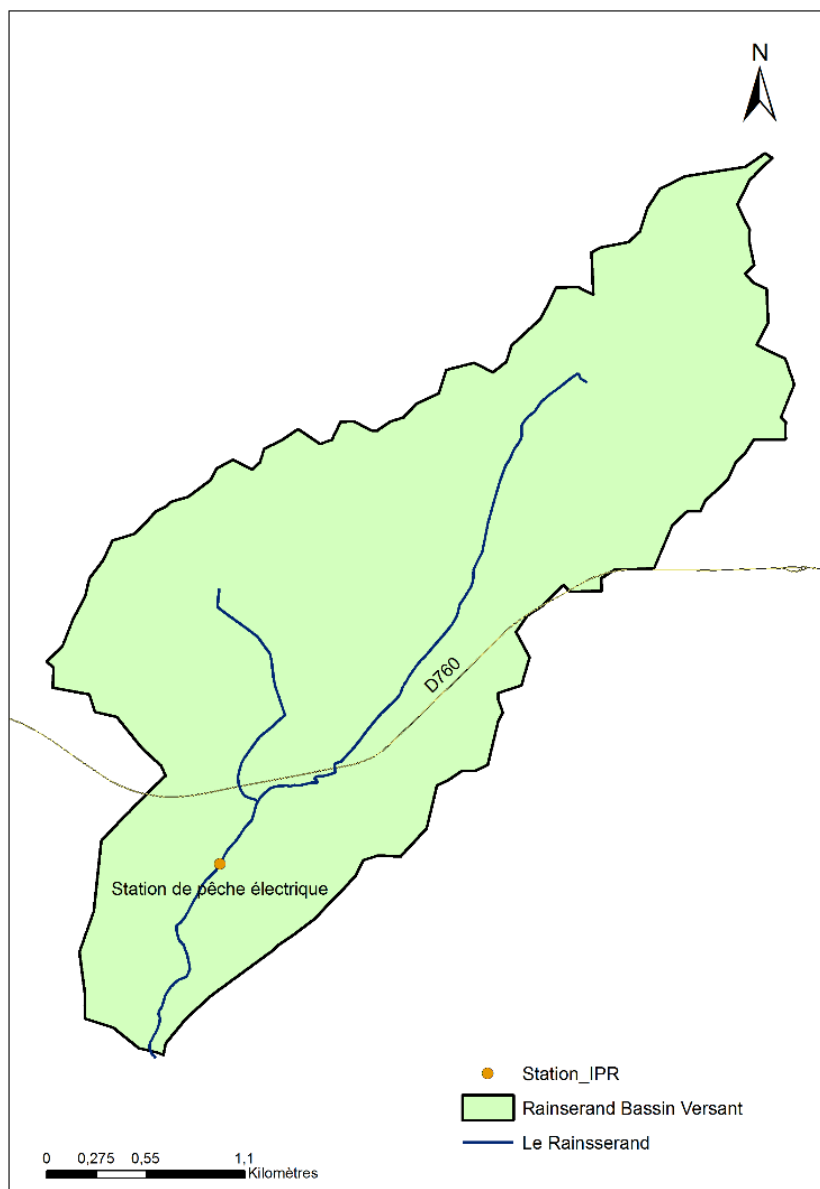


Figure 13: carte de localisation de la pêche électrique, Source : IGN, 2015, BD Topo, Département 37

La station sur laquelle la pêche a été réalisée présentait une bonne diversité des écoulements avec une alternance mouilles/radiers et une granularité variée avec la dominance de cailloux grossiers, cailloux fins et limons. Cependant, à ce point de la station, le cours d'eau était très rectiligne et encaissé (Annexe 2) et présentait un colmatage sur le fond par des sédiments fins et de la vase.

Ainsi, d'après le graphique (Figure 14) visible ci-dessous, on constate que seules trois espèces de poissons ont été prélevés (Annexe 3) : l'épinochette (*pungitius pungitius*) avec une grande majorité de loche franche (*barbatula barbatula*) et de vairon (*phoxinus phoxinus*). C'est sur la base de ces données qu'a été calculé un IPR > 36, ce qui renvoie à une classe de qualité biologique très mauvaise.

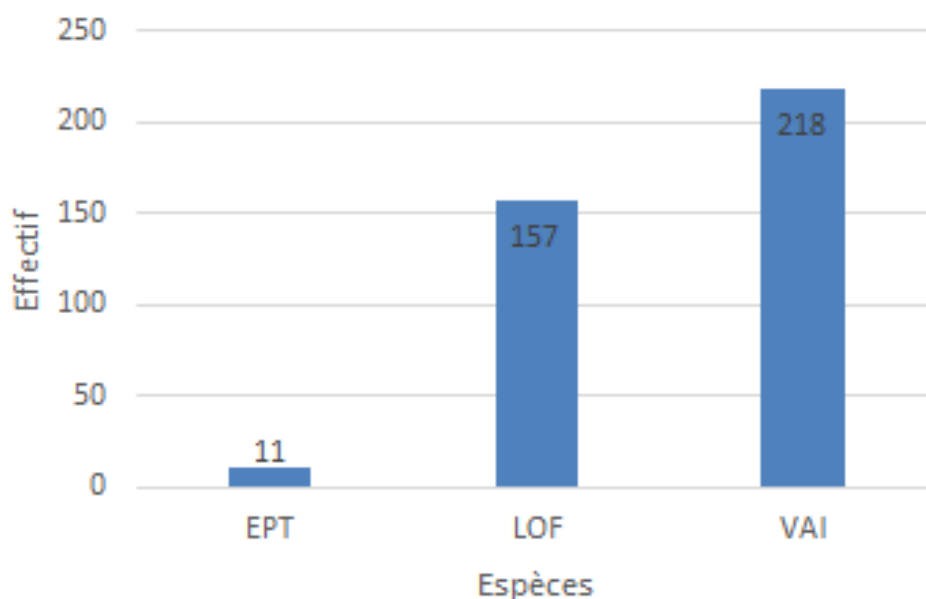


Figure 14: histogramme des captures, Source : données de pêche électrique du Syndicat de la Manse

➤ Limites

Cependant, la réalisation d'une unique pêche sur une seule station n'est pas suffisante pour établir l'état biologique réel du cours d'eau. Il existe d'autres indicateurs, tel que l'IBMR, qui pourraient compléter ces résultats afin que nous puissions émettre des interprétations plus précises.

2.1.3. Géologie, pédologie, hydrochimie

2.1.3.1. Hydrochimie

Des prélèvements ont été réalisés dans le cadre de cette étude. Ils sont, à notre connaissance, les seuls disponibles sur le cours d'eau analysé (Annexe 4 et Tableau 3).

Tableau 3: résultats obtenus suite à nos mesures sur le terrain

Stations Rainsserand	1	2	3	4
Description	Confluence avec la Manse	Zone forestière	D760	Le plus en amont possible
Heure de prélèvement	11h13	11h46	12h55	13h58
Température (°C)	7,9	7,6	8,3	11,5
pH	7,84	8,18	8,36	7,49
Conductivité (µS/cm)	660	690	710	630

Alcalinité (mol/L)	2,92E-03	2,89E-03	3,13E-03	2,79E-03
Ca ²⁺ (mol/L)	3,20E-03	3,20E-03	3,40E-03	3,30E-03
Mg ²⁺ (mol/L)	1,00E-04	5,00E-04	3,00E-04	1,00E-04
Dureté (°f)	33	37	37	34
Fer total (mol/L)	3,38E-06	1,66E-06	2,97E-06	5,09E-06
Orthophosphate total (mol/L)	1,79E-06	2,89E-06	3,57E-06	6,88E-06
Orthophosphate dissous (mol/L)	/	1,98E-06	2,54E-06	3,22E-06

Concernant la température, des évaluations ont été effectuées sur deux stations, durant plusieurs jours à différents moments de la journée. Comme cela a été précisé précédemment, l'étude porte sur des eaux cyprinicoles. De plus, les valeurs maximales des moyennes journalières constatées sont inférieures à 24°C (Annexe 5). Il est donc possible de conclure, à l'aide de ce paramètre de qualité, que l'état de ce cours d'eau est "Très bon" selon les normes fixées par l'Etat (Tableau 4).

Tableau 4: limites de classes d'état des éléments physicochimiques généraux Source : Eau Poitou Charentes

Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état			
	Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / Mauvais
Bilan de l'oxygène				
Oxygène dissous (mg O ₂ /l)	8	6	4	3
Taux de saturation en O ₂ dissous (%)	90	70	50	30
Demande Biochimique en O ₂ sur 5 jours – DBO ₅ (mg O ₂ /l)	3	6	10	25
Carbone organique dissous (mg C/l)	5	7	10	15
Température				
Eaux salmonicoles	20	21,5	25	28
Eaux cyprinicoles	24	25,5	27	28
Nutriments				
Phosphates – PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ /l)	0,1	0,5	1	1
Phosphore total – P (mg P/l)	0,05	0,2	0,5	1
Ammonium – NH ₄ ⁺ (mg NH ₄ ⁺ /l)	0,1	0,5	2	5
Nitrites – NO ₂ ⁻ (mg NO ₂ ⁻ /l)	0,1	0,3	0,5	1
Nitrates – NO ₃ ⁻ (mg NO ₃ ⁻ /l)	10	50	*	*
Acidification¹				
pH minimum	6,5	6	5,5	4,5
pH maximum	8,2	9	9,5	10
Salinité				
Conductivité	*	*	*	*
Chlorures	*	*	*	*
Sulfates	*	*	*	*

¹ acidification : en d'autres termes, à titre d'exemple, pour la classe bon état, le pH min est compris entre 6,0 et 6,5 ; le pH max entre 8,2 et 9,0.

* Les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des seuils fiables pour cette limite.

Les mesures montrent également que la température diminue de manière notable de l'amont vers l'aval. En effet, il y a une perte de 4°C entre le point de prélèvement le plus chaud et celui ayant la température la plus basse. Cette différence peut être expliquée par l'écart de débit entre l'amont et l'aval. Effectivement, plus le débit est important, moins l'eau est stagnante. Ainsi, elle reçoit moins l'ensoleillement ce qui ne favorise pas son réchauffement. Aussi, la partie la plus à l'aval se situe en zone forestière, qui est donc plus ombragée que la partie amont.

Pour le pH, les résultats obtenus sont relativement proches de 8, l'eau est donc plutôt basique. Ces valeurs sont comprises entre 6,5 et 8,2 ce qui correspond à un état "Très bon" du cours d'eau (Tableau 4). Néanmoins, la valeur de l'échantillon n°3 dépasse légèrement la valeur maximum autorisée pour cette qualification. Cet indice peut donc être qualifié de "Bon" puisque c'est la valeur la moins bonne qui caractérise le cours d'eau.

La conductivité de l'eau s'écoulant dans le Rainsserand a également été mesurée. La conductivité d'une eau définit sa capacité à laisser passer le courant par l'intermédiaire des ions qu'elle contient. Plus une eau est chargée en ions, plus sa conductivité sera élevée. Ici les mesures sont comprises entre 500 et 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui témoigne d'une conductivité normale pour une eau courante (Tableau 5).

Tableau 5: valeurs de conductivité moyenne pour l'eau, Source : Aquatechnique

Eau Pure	0,055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Eau Distillée	0,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Eau de Montagne	1,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Eau Courante	500 à 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Max.pour l'eau potable	1055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Eau de Mer	56 mS/cm
Eau Saumure	100 mS/cm

Le calcul de la dureté de l'eau au sein du Rainsserand a été effectué à l'aide de la concentration totale de calcium et de magnésium. Il s'avère que sur l'ensemble du cours d'eau, les valeurs obtenues sont supérieures à 30°f (Tableau 3). C'est à dire que l'ensemble de l'eau qui s'écoule dans le Rainsserand est une eau calcaire.

La quantité d'orthophosphates dissous dans un milieu donne une information sur le degré d'eutrophisation de l'eau du Rainsserand. Ce sont ces orthophosphates qui seront absorbés et utilisés par les végétaux, algues et bactéries aquatiques pour leur métabolisme. En temps normal, ce type de phosphore n'est présent qu'en quantité limitée dans l'eau et représente le facteur limitant de croissance des organismes photosynthétiques aquatiques.

Tableau 6: critères analytiques du phosphate dans l'eau, Source : CPEPESC

- ▶ de 0 à 0,1mg/l. de PO_4 : très bon.
- ▶ de >0,1 à 0,5 mg/l. : bon.
- ▶ de >0,5 à 1 mg/l. : médiocre.
- ▶ de >1 à 2 mg/l. : pollution.
- ▶ de >2 mg/l. : très pollué..

Enfin, d'après le bulletin de la Manse de 2013, la Manse et ses affluents ont des teneurs en nitrates relativement stables de novembre 2010 à octobre 2012. Les valeurs mensuelles moyennes sont comprises entre 13 et 30 mg/L, ce qui est inférieur à la norme (50 mg/L). Ainsi, le cours d'eau ne semble pas présenter de problème concernant les nitrates. Néanmoins, il se trouve dans une zone en vigilance nitrates, il existe donc un risque pour le Rainsserand.

➤ Conclusion

En prenant en compte l'intégralité des paramètres étudiés, nous pouvons en déduire que l'eau du Rainsserand est de bonne qualité chimique. Ce cours d'eau présente donc des caractéristiques chimiques favorables au développement des espèces piscicoles. Néanmoins, comme cela a été mis en évidence précédemment, l'IPR sur ce site est mauvais. La pauvreté de cette biodiversité pourrait donc s'expliquer par un problème physique du cours d'eau. Ce qui peut être vérifié par une étude des roches, des sols et leur occupation ainsi que de leur sensibilité à l'érosion. Cependant, il faut rester critique vis à vis de ces résultats puisque ces interprétations se basent uniquement sur des mesures réalisées par notre équipe. En effet, nous ne sommes pas à l'abri d'erreurs de prélèvement et de manipulation. De plus, seulement quatre mesures ont été réalisées sur des sites différents et dans la même journée, ce qui n'est pas très représentatif. Il serait intéressant d'effectuer des prélèvements sur un plus grand nombre de stations et de manière régulière; c'est-à-dire que les paramètres doivent être mesurés à différentes périodes de l'année.

2.1.3.2. Géologie

Lors de l'étude d'un bassin versant, la connaissance de la géologie permet de mieux comprendre le contexte géomorphologique. Par ailleurs, la géologie du substratum influence l'écoulement des eaux de surface mais également des eaux souterraines. La nature de la roche mère ainsi que la structure tectonique du substratum renseigne sur la perméabilité et la potentielle présence de nappe.

L'étude de la géologie du site permet enfin de mieux comprendre la nature des sols qui le composent et donc leurs propriétés (capacité à retenir l'eau, perméabilité, sensibilité à l'érosion).

➤ Histoire de la géologie de la Touraine rapportée au bassin versant du Rainsserand

L'histoire de la géologie en Touraine est abordée ici à partir du Mésozoïque (250-65 M.a.) afin de comprendre la mise en place des différentes couches géologiques et la présence de certaines à l'affleurement dans le bassin versant du Rainsserand. Cinq couches géologiques sont présentes à l'affleurement. Elles ont été mises en place successivement depuis le Crétacé.

La Touraine au Mésozoïque (240-65 M.a.)

L'Ere du Mésozoïque s'étend entre 250 et – 65 M.a. et a vu se succéder différentes périodes associées à différents dépôts.

Au commencement de cette Ere, la Touraine était exondée et il y a eu des dépôts détritiques provenant de l'érosion des chaînes hercyniennes (chaînes de montagnes). Il a également été observé des débris d'organismes marins, témoins de la présence d'eau marine. L'ensemble de ces dépôts forment les dépôts de la période du Trias.

La période suivante correspond au Jurassique (200 - 145 M.a.) et est marquée par une sédimentation marine. Trois époques sont distinguées ; le Jurassique inférieur, le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur.

Durant le Jurassique inférieur (200 - 175 M.a.), la mer atteint les environs de Tours et les dépôts sont sous formes de marnes noires. Succède au Jurassique inférieure le Jurassique moyen (175-161 M.a.), durant lequel une mer peu profonde s'étend. Les eaux y sont chaudes et agitées permettant la mise en place de dépôts calcaires et d'argiles. Pour finir vient le Jurassique supérieur (161-145 M.a.) où la sédimentation se poursuit. La couche mise en place est l'Oxfordien.

Lors de la période du Crétacé inférieur (145 - 100 M.a.), la mer se retire et l'érosion a pu enlever une grande partie des dépôts du Jurassique supérieur. Par la suite, la mer revient sur une partie de la Touraine mettant en place des dépôts de sables. Aucun de ces dépôts n'est présent à l'affleurement sur le bassin versant du Rainsserand.

Les premiers dépôts à l'affleurement remontent au Crétacé supérieur (100 - 65 M.a.). A cette période, une mer recouvre la Touraine, correspondant à un phénomène mondial d'augmentation des niveaux de la mer. Les dépôts du Crétacé supérieur sont constitués de divers faciès, reflétant les variations de profondeur et la distance au rivage. Trois étages sont distingués : le Cénomaniens (100 - 93 M.a.), le Turonien (93 - 88 M.a.), et le Sénonien (88 - 65 M.a.).

Les dépôts du Cénomaniens sont discordants sur le Jurassique, ils ont une épaisseur allant de 50 à 100 m. Son toit est situé à 25 mètres sur le Bassin versant du Rainsserand. Ces dépôts sont constitués de sables glauconieux, de grès et de marnes à Ostracées. Concernant l'hydrologie il existe un réservoir des sables du Cénomaniens présent sous forme de nappe captive.

Les dépôts du Turonien forment une couche d'environ 100 mètres d'épaisseur. Le paléontologue Alcide d'Orbigny a donné le nom à cette roche d'après sa localité et sa région qui est la Touraine.

Le Turonien inférieur est constitué d'une craie marneuse contenant des fossiles, ces dépôts se sont mis en place dans une mer calme ayant une profondeur de quelques dizaines de mètres. Cette couche a une épaisseur variant de 25 à 30 mètres.

Durant le Turonien moyen, la profondeur moyenne de la mer diminue et son agitation augmente. Avec ces conditions les sédiments deviennent plus sableux, la formation rocheuse formée est la craie micacée. La porosité de cette roche varie de 40 à 50 % (Tuffeau) ce qui lui confère lui permet d'accumuler un volume d'eau important. L'épaisseur de cette couche géologique est d'environ 40 mètres.

Lors du Turonien supérieur, la régression marine amorcée pendant le Turonien moyen s'est amplifiée tout comme son agitation. Ainsi les zones peu profondes se sont vues asséchées et les zones profondes sont alors devenues peu profondes, restant agitées. Des dépôts détritiques (Tuffeau jaune) se sont mis en place. Sur le bassin versant du Rainsserand, le Turonien supérieur est la plus ancienne roche présente à l'affleurement, à proximité de la confluence du Rainsserand et la Manse (C3c sur la figure 15).

La craie du Turonien est recouverte par une formation argileuse blanche (parfois verdâtre ou bariolées). Cette formation à tendance détritique correspond aux formations siliceuses du Sénonien (C46s sur la figure 15), mises en place au cours du Crétacé supérieur. Elles se sont formées dans un contexte laguno-marin où l'abondance d'apports siliceux provenant des massifs cristallins bordiers était notable.

La Touraine au Cénozoïque (65 - 0 Ma)

Le Cénozoïque correspond aux dépôts des périodes du Paléogène, du Néogène, ainsi que de la période Quaternaire.

Au début de la période du Paléogène (65 - 23 Ma) la région est exondée. Ici, les formations à l'affleurement sont fortement altérées, le climat était tropical et humide permettant la formation

d'argiles bariolées et d'oxydes de fer. En période sèche il y a eu formation de conglomérats constitués de silex et spongiaires du Sénonien cimentés par la silice.

La formation de lacs et de marais à la fin de l'Eocène et à l'Oligocène (37 - 23 Ma) a permis la mise en place de calcaires lacustres.

La période du Néogène (23 - 2,6 M.a.) est marquée par diverses phases, marines et fluviatiles, qui sont à l'origine de dépôts de sédiments variés.

Au Langhien (16 - 14 M.a.) ou Helvétien, des Faluns de Touraine (m2a sur la figure 15) se sont déposés et sont encore aujourd'hui présents à l'affleurement au sein du bassin versant du Rainsserand. La formation de cette couche a eu lieu dans une mer peu profonde et sous un climat subtropical sous lequel vivait de nombreuses espèces marines.

Au post-Langhien (14 – 2,6 M.a.), la mer se retire ce qui permet la mise en place de la couche dite « tertiaire continental post helvétien » caractérisée par des sables argileux et graviers, présente à l'affleurement sur le bassin versant du Rainsserand (m3p sur la figure 15).

La dernière grande période est le Quaternaire (depuis 2,6 M.a.). Il est caractérisé par des dépôts toujours minces. Le climat est alternativement tempéré et froid avec des glaciations répétées. Les vallées se creusent avec l'érosion.

Sur le bassin versant étudié, on observe des limons des plateaux, matières transportées sur de courtes distances, soufflées à partir des alluvions des cours d'eaux. Ils se rencontrent souvent en partie sommitale des plateaux (altitude > 100 mètres).

➤Description détaillée des formations géologiques présentes sur le bassin versant

De l'étude des couches inférieures de la Terre découle l'étude des sols et leurs caractéristiques, la composition précise du sous-sol du bassin versant est détaillée sur la figure 16.

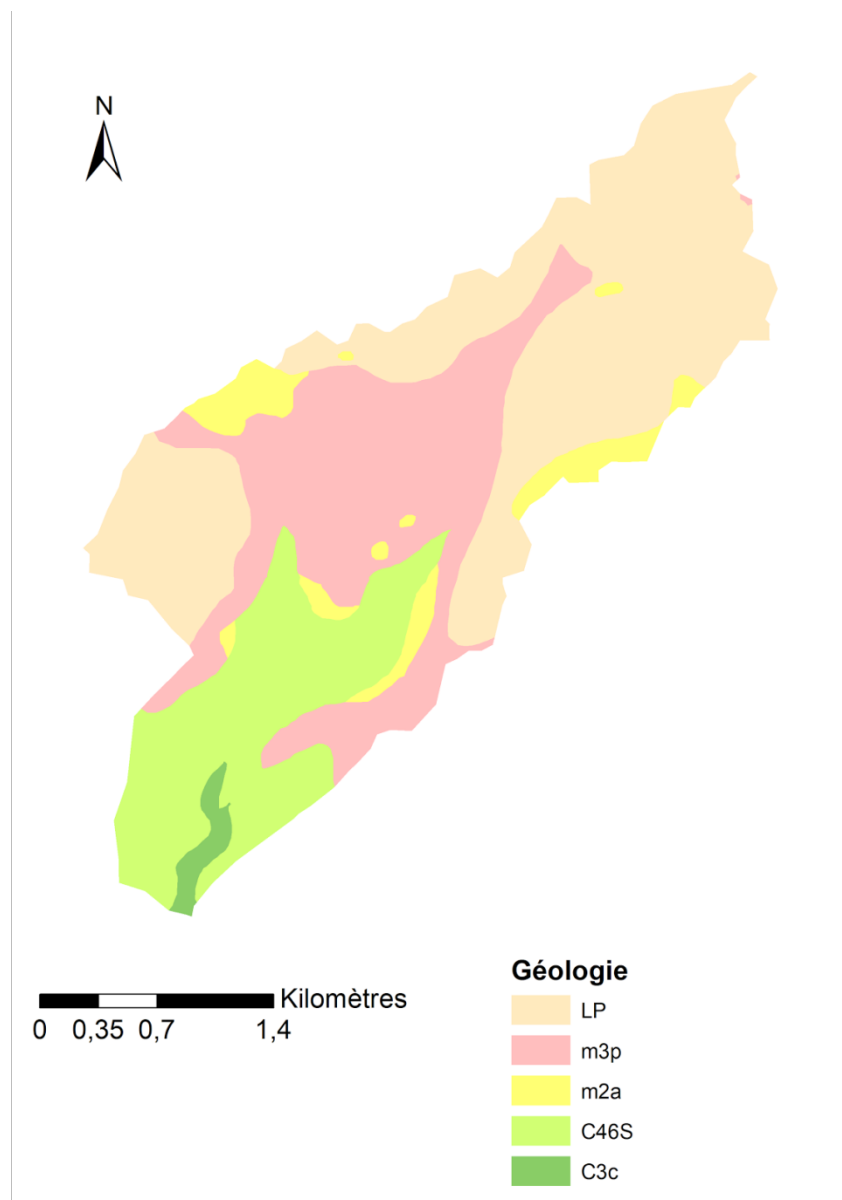


Figure 15: carte géologique du bassin versant du Rainsserand, Source : ALCAYDE.G 1977. Carte géologique de la France à 1/50 000 514

➤ Formations géologiques à l’affleurement Turonien partie supérieure

C3c : Turonien partie supérieur, « Tuffeau jaune de Touraine »

Formation composée de calcaires chargés en sables, glauconie et fossiles. Cette formation est plus grossière que le tuffeau blanc et sa couleur est jaunâtre. « Le tuffeau jaune », est souvent tendre et friable mais il y a parfois la présence d’horizons cimentés et durs. Son épaisseur est de l’ordre de 15 mètres. La stratification est irrégulière, la teneur en carbonate de calcium est comprise entre 75 et 90%.

➤Crétacé

C4-6S : Sénonien -Argiles blanches à Silex et Spongiaire siliceux

Dans cette couche, les silex jaune-cire et les spongiaires siliceux sont abondants. Il n'y a pas de stratification.

La fraction argileuse est constituée soit par la montmorillonite, soit par la kaolinite soit les deux.

La part de matériaux détritiques insolubles qui est inférieure à 10 %. Les carbonates sont quasiment absents. L'épaisseur de cette couche est inférieure à 20 mètres et estimées à 16.75 mètres selon le forage 4.1. (Alcayde.G. 1977. Notice explicative Sainte-Maure-de-Touraine).

➤Ere Tertiaire

Hélvétien

m2a : Vindobonien : Faluns de Touraine (Hélvétien)

Il s'agit du dernier dépôt marin du bassin de la Loire, fortement érodé, par conséquent il ne subsiste que sous forme de lambeau et les dépôts sont discontinus sur le bassin versant. Les dépôts sont sous forme de sables coquilliers grossiers et hétérométriques à stratification entrecroisée. Les fossiles de nombreuses espèces (*Arca turonica*, *Cardita crassa* etc.) y sont abondants.

Post-Hélvétien

m3p : Tertiaire continental post-hélvétien : sables argileux et graviers

Il s'agit de graviers et sables grossiers qui proviennent de l'érosion du Massif central. Il y a également des feldspaths potassiques emballés dans une argile rousse, on y trouve des éléments des formations antérieures telles que des débris de silex ou des fragments de bois. Cette formation correspond à un épandage détritique du post-Langhien. Son épaisseur excède rarement un mètre.

➤Quaternaire

C.a. LP : Limons des plateaux

Ces dépôts sont meubles et grisâtres, possiblement beiges et/ou ocres, devenant brun clair en surface. Sur le bassin versant du Rainsserand, ils reposent sur les formations tertiaires.

La fraction inférieure à 50 microns est la plus importante. Elle est associée à des graviers, sables et limons ainsi qu'à des argiles qui peuvent représenter jusqu'à 20 % du sédiment. La teneur en carbonate est quasiment nulle.

A la base des limons on rencontre très souvent un cailloutis (amas de sédiments cimentés) de faible épaisseur (1 à 10 cm) ayant pour origine le remaniement des formations du substratum. L'épaisseur des limons est faible (inférieure à 2 mètres).

Ces dépôts ont probablement une origine éolienne car ils se rencontrent souvent en haut des plateaux.

La figure ci-dessous est la coupe géologique qui présente les épaisseurs des couches citées précédemment ainsi que les couches géologiques présentes en profondeur et décrites en annexe 8.

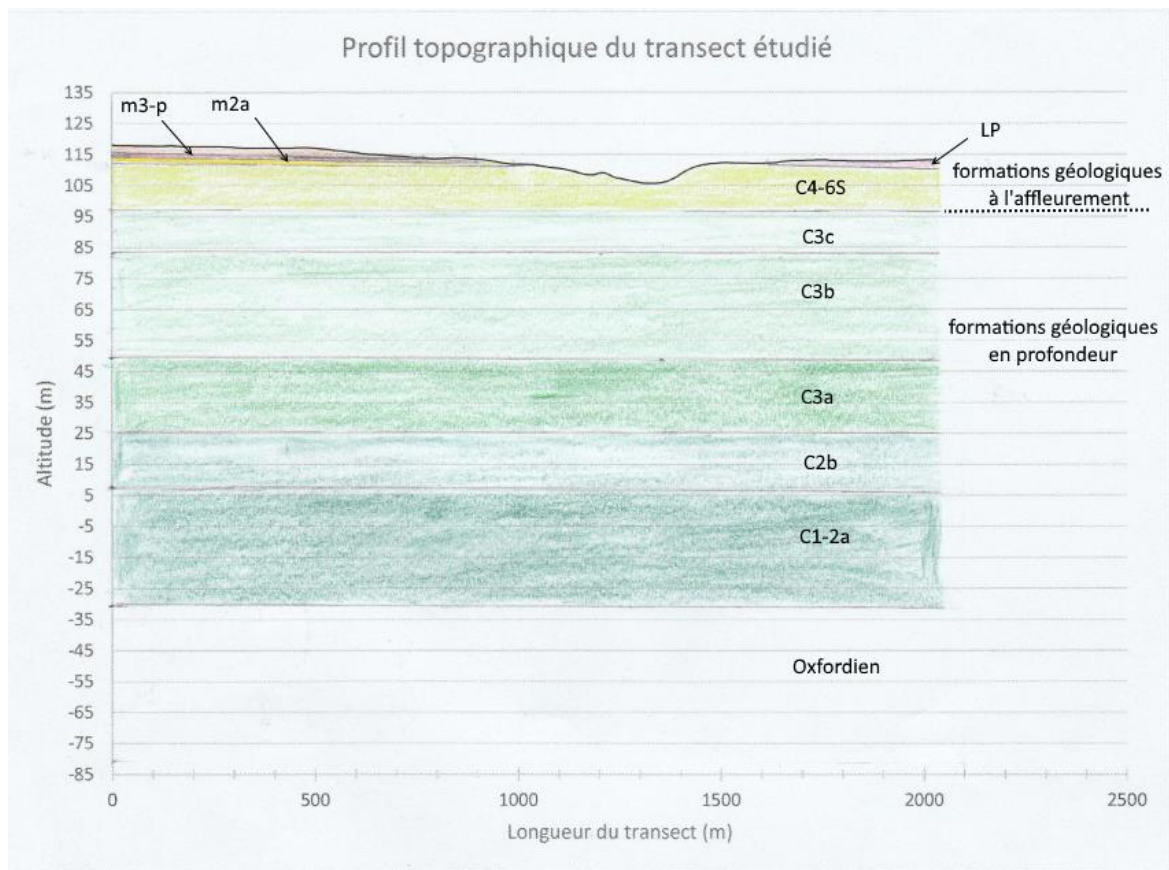


Figure 16: coupe géologique d'un transect du bassin versant du Rainsserand

La coupe géologique a été faite sur un transect précis recoupant le maximum de couches à l'affleurement. Le transect est localisé dans l'annexe 9.

On notera que la couche C4-6S, seule formation à l'affleurement d'épaisseur significative, est particulièrement peu perméable.

➤ Répartition des couches géologiques sur le bassin versant du Rainsserand

A partir de la carte géologique il a pu être déterminé les proportions de présence des différentes couches géologiques à l'affleurement sur le bassin versant comme le montre la figure 17. Les limons des plateaux (LP sur la figure 17) sont majoritaires à 44% sur le bassin versant. Viennent ensuite les sables argileux et graviers (m3p) qui représentent 29% des couches à l'affleurement. Les argiles blanches à silex et spongieuses siliceuses (couche C46S) occupent 20% de la surface du terrain d'étude, principalement au sud-est. Les Faluns de Touraine (m2a) n'affleurent que sur 6% du territoire, de manière ponctuelle. Enfin le tuffeau jaune propre à la Touraine ne couvre que 1% du bassin versant.

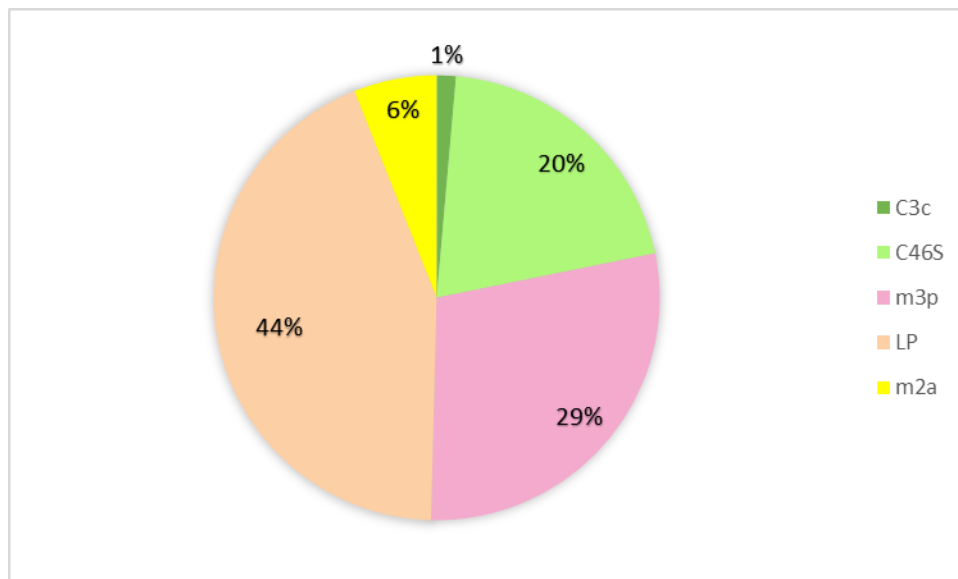


Figure 17: graphique des proportions des couches à l'affleurement sur le bassin versant, Source :AlCAYDE.G 1977. Carte géologique de la France à 1/50 000 514

Le bassin versant du Rainsserand est donc très siliceux (94%) et peu carbonaté (6%) avec des dépôts à l'affleurement relativement jeunes, et peu épais. Les limons des plateaux sont par ailleurs sous-estimés car les cartes géologiques ne les représentent qu'à partir d'une certaine épaisseur. Les roches à partir desquelles se développent les sols vont fortement conditionner la constitution de ces derniers.

Concernant la fourniture sédimentaire du cours d'eau elle proviendra en majeure partie de l'érosion des limons des plateaux (LP) alimentant la charge en suspension. La charge de fond, quant à elle, sera fournie par des sables et graviers remaniés (m3p). Pour finir, les silex et argiles (C46s), sédiments siliceux, vont alimenter la continuité sédimentaire.

2.1.3.3. Pédologie

➤Intérêt de l'étude de la pédologie

L'étude des sols du bassin versant permet non seulement d'en connaître la diversité et la répartition, mais aussi et surtout d'en connaître les propriétés notamment du point de vue physico-chimique : capacité à stocker l'eau et à la restituer aux plantes, perméabilité, excès éventuels d'eau en période humide, etc. La répartition et le pourcentage de chaque catégorie de sol dépend beaucoup de l'origine géologique, de l'affleurement et du relief du bassin versant.

De plus, l'occupation du sol est étroitement liée à la nature des sols. Effectivement, l'implantation ou non d'activités humaines est fortement influencée par les propriétés du sol concerné. Par exemple, les productions agricoles s'installent préférentiellement dans des zones pourvues de sols capables de retenir une quantité suffisante d'eau accessible par les plantes pour permettre le bon développement des cultures.

L'occupation du sol qui en résulte va par la suite avoir un impact sur le cours d'eau en lui-même. En effet, selon l'activité humaine présente sur la zone, une modification des conditions physico-chimiques du cours d'eau peut être observée. Les rejets d'effluents suite à l'action de l'Homme peuvent modifier le pH du sol, modifier le taux d'éléments nutritifs présents ou encore engendrer de potentielles pollutions.

En somme, l'approche pédologique de ce diagnostic, nous permettra dans un premier temps de faire le lien entre la formation des sols, leur nature et leurs propriétés. Ensuite, c'est grâce à l'étude pédologique du site que pourra être commenté l'occupation des sols et de ce fait, déterminer les risques potentiels concernant le Rainsserand.

➤ Les types de sol

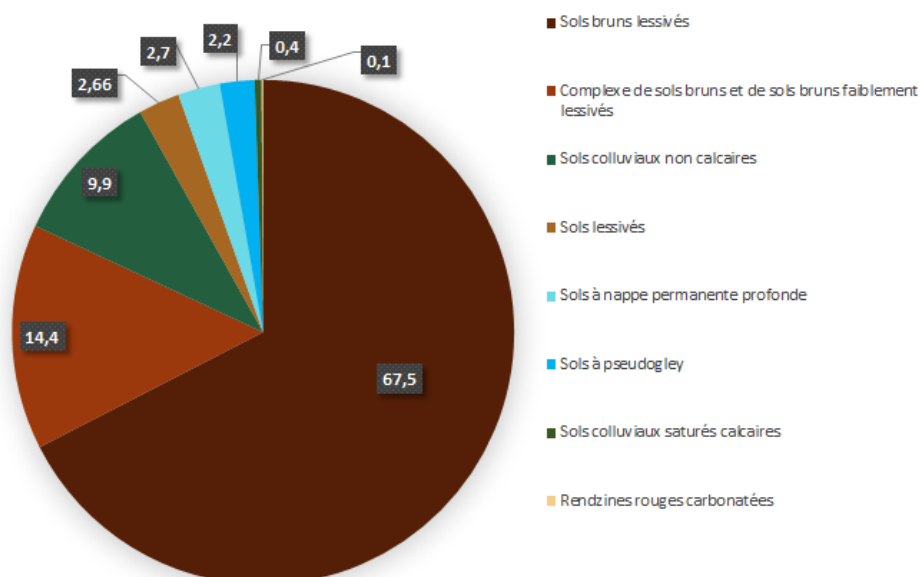
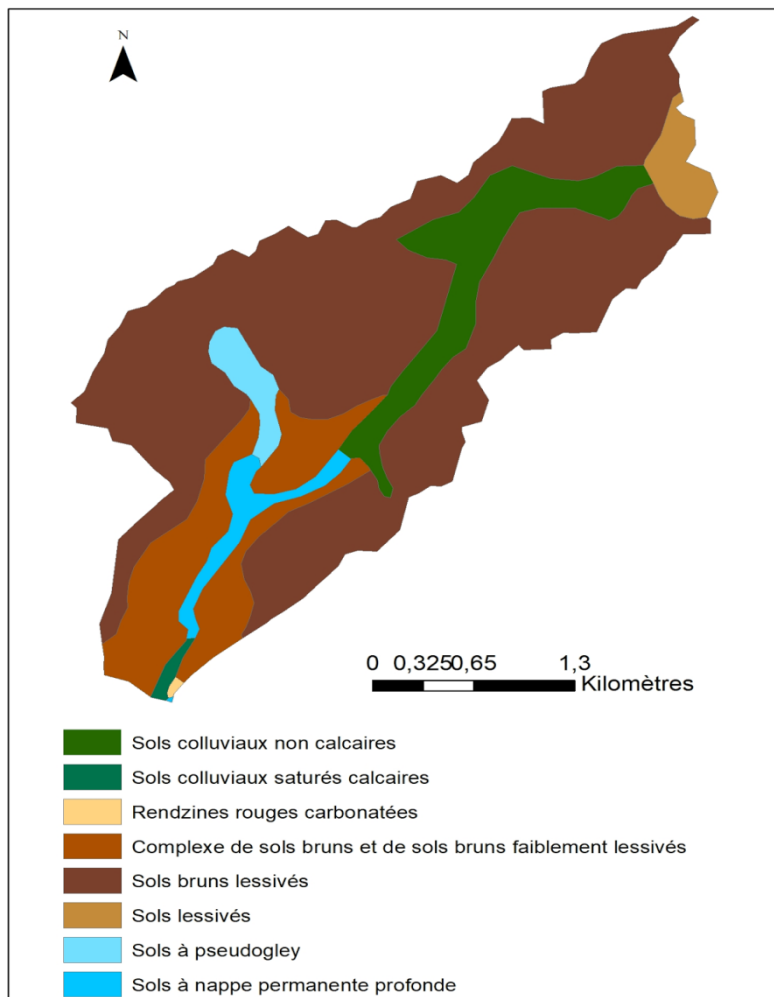
Suite à l'analyse de la carte pédologique, nous avons pu identifier différents types de sol au sein de notre bassin versant. Afin de permettre une meilleure compréhension de la suite de notre étude, nous avons traduit le nom de chaque sol dans les trois typologies existantes dans le tableau suivant :

Tableau 7: noms des différents types présents sur notre bassin versant et leurs équivalents selon les typologies, Source : S. Salvador-Blanes, pdf Master 1 IHBV Parcours IMACOF Chantier école

CPCS (1967)	Référentiel Pédologique (2008)	Noms Vernaculaires
Sols colluviaux	Colluviosols	Terre de fonds, varenne
Rendzines rouges recarbonatées	Rendosols calcosols	Grouailles, petites terres, perrons, tuf, petite Champagne, galuche, rendzine, aubuis léger
Complexe de sols bruns et de sols bruns faiblement lessivés	Brunisols	Perrés, perruches, pierruches, gravouilles, brande
Sols bruns lessivés	Néoluvisols	Bournais
Sols à pseudogley	Redoxisols	-
Sols à nappe permanente profonde	Reductisols	Varenne

Nous avons choisi d'utiliser la typologie CPCS, malgré le fait qu'elle soit abandonnée depuis quelques années, car il s'agit de la classification présente sur les cartes que nous avons utilisées. Nous traiterons, dans la suite de cette partie, les sols selon l'importance de leur surface sur notre bassin versant.

Grâce à la carte pédologique (Figure 18), nous avons pu déterminer les pourcentages de chaque sol présent sur notre bassin versant (Figure 19). Les sols dominants du bassin versant sont les sols bruns plus ou moins lessivés (près de 82% de la surface totale du bassin). Seuls les sols colluviaux non calcaires sont significativement représentés (10%). Les autres types de sols, dont les sols de bas-fond représentent ensemble moins de 8% de la superficie du bassin versant.



La description des différents types de sol et leurs propriétés a été réalisée à l'aide du référentiel pédologique de 2008.

➤ Sols bruns lessivés

Ce type de sol représente près de ¾ de la surface du bassin versant et a été développé dans les limons de plateaux et sur les plateaux de Sainte-Maure. De plus, il repose sur des sables plus ou moins argileux et graviers, et de faluns de Touraine.

Dans le cas où le processus d'appauvrissement et d'illuviation restent faible, les sols bruns lessivés sont des sols essentiellement à dominante limoneuse (Annexe 11), à bonnes réserves en eau et fortes potentialités (Annexe 12). Cependant, dès que le processus d'illuviation de l'argile s'accroît, les problèmes mentionnés ci-dessous apparaissent :

- L'appauvrissement en argile et l'acidification de l'horizon de surface entraînent une perte de cohésion des particules entre elles et de ce fait rendent les sols sensibles au tassement et à la battance (Annexe 11). Ce phénomène engendre la formation en surface d'une croûte de battance qui en réduisant l'infiltration, induit le ruissellement superficiel. Ce dernier crée notamment des dégâts sur les cultures mais entraîne aussi les produits phytosanitaires vers les points bas, ce qui crée alors des zones de concentration.
- En profondeur, le colmatage de l'horizon alluvial réduit l'infiltration verticale de l'eau et provoque l'installation d'une nappe perchée en période humide. La pénétration du sol par les semis est alors impossible et il est nécessaire de recourir au drainage agricole.

➤ Complexe de sols bruns et de sols bruns faiblement lessivés

Ces sols couvrent 14,5% de la surface du bassin versant. Ce type de sol peut avoir différentes roches mères associées. Ici, il repose sur des argiles blanches à silex et spongieuse siliceuse datant du Sénonien. Il est observable lorsque la pédogenèse est encore récente et ne présente aucune illuviation des argiles.

Les sols bruns présentent des caractéristiques minéralogiques et chimiques très favorables avec un pH variable mais jamais très acide. Sous forêt, ces sols possèdent un humus de type mull permettant une nutrition en azote et en cations correcte et une structuration des horizons très favorable à l'enracinement.

➤ Les sols colluviaux non calcaires

Ce type de sol représentant 10% de la surface du bassin versant est défini par la roche mère et est issu progressivement de l'accumulation de matériaux arrachés. Dans notre cas, les sols colluviaux sont issus de l'érosion du Massif Central. En effet, les colluvions sont issues du remaniement sur le versant, de dépôts de sables argileux et de graviers continentaux.

Il s'agit de sols à hydromorphie prononcée. Toutefois, ce sont des sols qui présentent une faible compacité ce qui favorise l'enracinement profond et une bonne activité biologique. Ils sont également très riches et moyennement à peu acides puisqu'ils reçoivent des éléments en solution provenant de la partie haute des versants.

Il s'agit donc de sols aux caractéristiques contrastées, présentant de bonnes potentialités (Annexe 10), malgré une hydromorphie significative.

➤ Les sols lessivés

Ces sols occupent 2,7% de la surface du bassin versant. Ce sont des sols dont les particules argileuses, limoneuses du sol et/ou les ions ont été entraînées, par l'eau de pluie, vers les couches plus profondes. Le sol se trouve donc appauvri en éléments nutritifs, appauvrissement qui peut être compensé par l'utilisation d'engrais pour l'agriculture. Ce processus de lessivage peut également avoir un impact sur la qualité des eaux souterraines et du cours d'eau.

➤ Les sols à pseudogley

Nous avons pu identifier ces sols au niveau de l'affluent de notre cours d'eau. En effet, ils sont présents sur 2% de la superficie du bassin versant. Ce type de sol apparaît au niveau d'une nappe temporaire superficielle suite à une mauvaise évacuation de l'eau au cours des épisodes pluvieux en période humide (Biodis). En effet, sa structure limoneuse (Annexe 11) empêche l'évacuation verticale de l'eau. Certains matériaux, notamment les dépôts superficiels anciens, favorisent la mise en place de ce type de sol, tels que les argiles à silex.

Ainsi, ce type de sol présente un excès d'eau, seulement si celui-ci est maîtrisé, il présente de bonnes potentialités agricoles.

➤ Les sols de nappe permanente profonde

Ce type de sol repose sur une nappe permanente profonde et ses propriétés dépendent de la fluctuation de celle-ci. Il correspond au lit même du cours d'eau avec du gley à plus de 80 cm de profondeur et constitue 3% de la superficie totale de notre zone d'étude. Ces sols présentent une saturation en eau très régulière voire presque constante d'une partie ou de la totalité des horizons du sol. Ceci implique des contraintes importantes pour le développement végétatif.

➤ Rendzines rouges recarbonatées

Ce type de sol est présent sur une très petite surface du bassin versant et repose sur du Tuffeau jaune de Touraine. Il s'agit d'un sol souvent difficile à travailler puisqu'il présente généralement des éléments grossiers. De plus, la réserve en eau est assez bonne mais présente un déficit en saison sèche. Puisqu'il se trouve en zone forestière, ce sol présente un humus de type mull avec de la matière organique abondante. Enfin, le pH dépasse 7 si le calcaire est présent en trop grande quantité.

2.1.3.4. Les caractéristiques globales du sol

La majorité du bassin versant est caractérisée par la présence d'un potentiel agricole limité (Annexe 10). En effet, le site présente de bonnes réserves en eau, pouvant satisfaire les besoins de toutes les cultures avec une hauteur d'eau retenue dans le sol comprise entre 174 à 150 mm (Annexe 12). Cependant, cette zone présente également une hydromorphie temporaire entre 40 et 80 cm de profondeur sur son ensemble (Annexe 13). Ce surplus d'eau empêchant le développement des cultures, des drains permettant d'évacuer l'eau en excès ont été mis en place, particulièrement sur la zone à l'amont du cours d'eau où la densité de surfaces cultivées est plus élevée.

Toutefois, la quasi-totalité de notre zone d'étude est caractérisée par une texture de sol limoneuse à limono-sableuse (Annexe 11). Ceci implique une terre très battante qui constitue un sol relativement tassé, ce qui induit une difficulté de pénétration de l'eau sur la zone étudiée et donc une tendance au ruissellement. Ainsi, de manière générale, les sols de notre bassin versant possèdent une structure fragile liée à leur état calcique et organique. En somme, les sols présentent une sensibilité face à l'érosion que nous présenterons dans la partie suivante. Nous pouvons supposer que cette sensibilité face à l'érosion pourrait être à l'origine d'une augmentation de la charge solide au sein du cours d'eau.

A partir de ces observations, nous pouvons supposer que l'érosion ainsi que l'agriculture et le drainage participent au rejet de particules dans le cours d'eau. Cet apport supplémentaire pourrait être à l'origine du colmatage et de l'envasement que nous avons pu observer sur le terrain, hypothèse qui est appuyée par d'autres travaux de recherche réalisés par Foucher et *al.* en 2014, 2015 et 2016. Ceci pourrait induire une anoxie du milieu et donc expliquer en partie la pauvreté en biodiversité sur le site.

2.1.3.5. Limites

L'échelle de la carte au 1/50 000ème, par rapport à la superficie de notre bassin versant, ne permet pas d'avoir une grande précision sur les sols présents sur notre site.

2.1.4. Erosion

2.1.4.1. Introduction

Le calcul de l'érosion des sols par Systèmes d'Information Géographique repose sur quatre facteurs du bassin versant mis en relation : occupation du sol, topographie, pédologie et aléa climatique de la zone étudiée. Ensuite, chaque facteur est représenté par une ou plusieurs variables.

2.1.4.2. Méthode et calculs :

La méthode de travail du rapport de O.Cerdan *et al.* de 2015 a été utilisée et appliquée à l'échelle du bassin versant du Rainsserand et non à celle du bassin versant Loire Bretagne. Le modèle d'érosion Verseau est utilisé.

➤ Etape 1 : Calcul du taux de couverture du sol par saison

Données de base : Registre Parcellaire Graphique (RPG) pour les années 2010, 2011 et 2012 et Corine Land Cover (CLC) du bassin versant du Rainsserand.

La première étape a consisté à séparer par saisons les données des RPG de chaque année puis à les fusionner avec le CLC. En effet le RPG ne recense que les types de cultures agricoles avec précision tandis que le CLC recense à une échelle générale tous les grands types de couverts du sol, sans distinction des types de cultures. Effectuer une fusion de ces deux couches nous donnera donc une couverture du sol totale avec un bon niveau de précision.

➤ Etape 2 : Calcul de la topographie

Données de base : Modèle Numérique de Terrain (MNT) du bassin versant du Rainsserand

La seconde étape a été de combiner les données de pente avec celles des aires drainées (toutes les deux issues du MNT) pour obtenir une classe de pente. Le but est d'obtenir une valeur numérique unique pour chaque intervalle de pente et aire drainée.

➤ Etape 3 : Calcul de la battance et érodabilité par la carte pédologique

Données de base : Carte des sols de la région Centre, Boutin J-D., Chevalier S., 1999

Par la carte pédologique nous avons des informations sur les différents couverts de sol et leur texture. Le but ici a été de les coder, comme pour les valeurs de pente, pour obtenir des classes numériques uniques correspondant à chaque sol et texture. La classe de sol et sa texture nous renseignent respectivement sur son érodabilité et sa battance.

➤ Etape 4 : Le facteur climat

Données de base : cartes « facteur climatique sur le bassin versant Loire-Bretagne » issue du rapport de O.Cerdan *et al.* réalisées à partir de la base de données météorologiques SAFRAN de MétéoFrance.

Pour cette étape, le facteur climatique de la région du bassin versant de la Manse a été observé sur les cartes réalisées dans le rapport pour les quatre saisons. Il en a été déduit, pour notre zone, que le facteur climatique est égal à Q2 (faible) pour les saisons Hiver Printemps et Été et égal à Q3 (moyen) pour l'Automne. Cela représente le cumul des pluies et leur intensité pour chaque saison et ainsi nous informe sur l'érosivité des pluies. Les pluies sont donc faiblement érosives toute l'année sauf en automne où l'indice d'érosivité devient moyen.

➤ Etape 5 : classe d'érosion finale

Données de base : couverture du sol par saison, facteur pente, battance du sol, érodibilité et facteur climatique.

La dernière étape consiste à créer un arbre final combinant toutes les variables ci-dessus suivant différentes conditions décrites dans le rapport de O.Cerdan *et al.* de 2015 afin d'obtenir un code nous renseignant sur l'aléa érosif du bassin versant. Ce qui nous renseignera donc sur l'importance de l'aléa (nul à très faible, faible à moyen ou fort à très fort).

2.1.4.3. Résultats obtenus à l'échelle du bassin versant du Rainsserand

Une fois les différentes classes de variables obtenues, il a été observé qu'il n'y avait pas toutes les valeurs possibles pour chaque variable. En effet, le bassin versant du Rainsserand étant drastiquement plus petit que celui de Loire-Bretagne il est normal de n'avoir qu'un petit échantillon de valeurs possibles. Cela a permis de diminuer la taille de l'arbre de décision final en ne prenant que les possibilités nous intéressant.

Tableau 8: récapitulatif des différentes classes obtenues suite au calcul de l'érosion

Variable	Classes de couverture du sol	Classes de pentes	Erodibilité	Battance	Facteur climatique
Codes	1, 2, 3, 5, 7, 8	0, 1, 2, 5, 10	2, 3, 4	1, 2, 5	Q2, Q3

Ainsi, la carte des aléas érosifs pour chaque saison entre 2010 et 2012 a été obtenue (Figure 20).

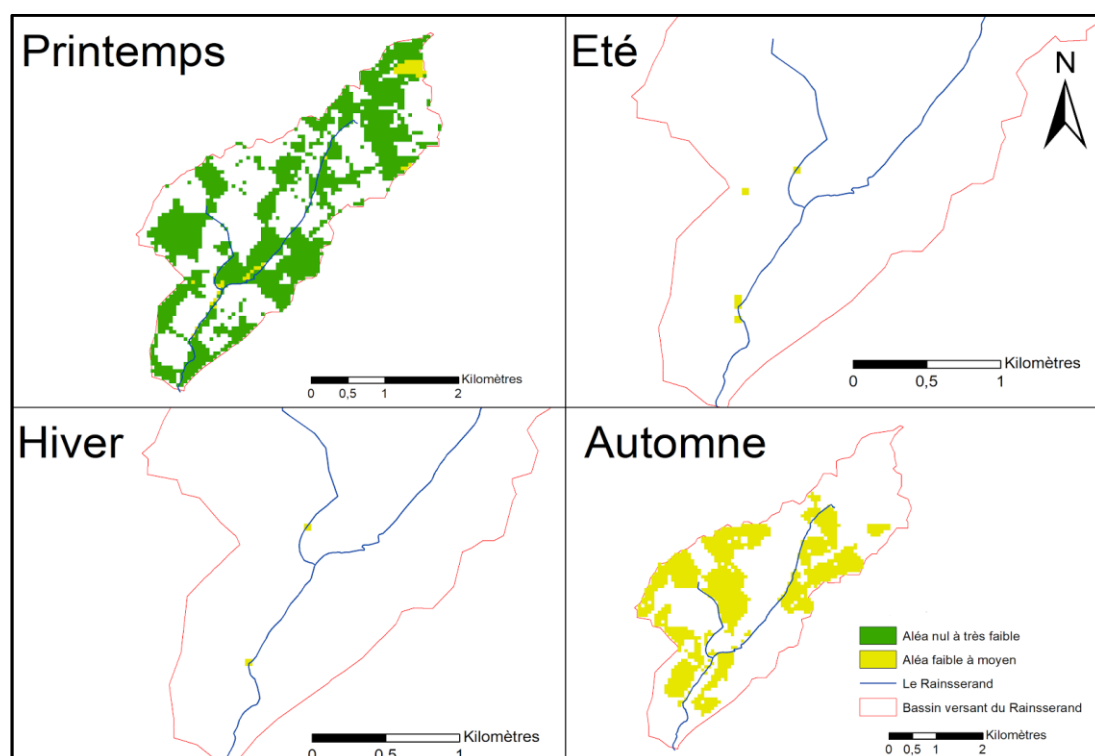


Figure 20: carte des aléas érosifs sur le bassin versant du Rainsserand, Source : IGN, 2015, BD Ortho 25m, département 37

Les quatre saisons possèdent un aléa érosif allant de nul à faible et faible à moyen. Il a été observé que ces aléas sont plus souvent représentés pour les saisons printemps et automne qu'en été et hiver où la répartition est très sporadique voire inexistante. Une grande partie de chaque carte est blanche c'est-à-dire exempte de d'informations.

2.1.4.4. Discussion

Malgré un suivi scrupuleux de la méthode du rapport de O.Cerdan *et al.* le résultat de l'érosion n'est malheureusement pas interprétable. Le manque majeur de données pour certaines saisons et sur plusieurs endroits de chaque carte ne nous permet pas d'être critique sur ce que nous observons. Cela peut être dû à une erreur de saisie lors de la construction des arbres de décision sur modèle builder qui est une étape manuelle et répétitive.

Plus précisément, le problème doit être situé au niveau de l'arbre de décision final (étape 5). Dans cette étape, les classes de pentes demandées pour les calculs sont des intervalles de valeurs (0-1 ; 1-2 ; >2 ; 0-5 ; 0-2 ; 2-5 ; 5-10 ; 5-15). Les valeurs 1, 2 et 5 étant intégrées plusieurs fois dans les calculs, il est possible que cela ait créé une perturbation dans le jeu de données final et donc causé cet important manque de valeurs sur les cartes.

2.1.4.5. Conclusion

L'absence d'informations exploitables par cette méthode pour notre bassin versant est un problème. Une prospection sur le terrain a été faite le long du Rainsserand dans son entièreté. Ainsi, des indices d'érosion sans équivoque ont été remarqués autour du cours d'eau. Elles prennent principalement la forme de berges effondrées et des traces de ruissellement provenant des champs cultivés. Cela nous amène à prendre en compte le facteur d'érosion pour la suite de notre démarche d'aménagement du bassin versant même si notre vision reste focalisée sur les abords du cours d'eau et non sur le bassin versant entier.

2.1.5. Topographie

2.1.5.1. Modèle Numérique de Terrain

L'altitude du bassin versant a été étudiée à partir de la réalisation d'un Modèle Numérique de Terrain (Figure 21). Ses altitudes sont comprises entre 90,8 et 121,09 mètres pour une moyenne de 114,4 mètres. Les plus basses se trouvent vers l'exutoire du bassin versant tandis que les plus élevées sont situées au Nord-Est et Sud-Est, à ses extrémités. De manière générale l'altitude décroît progressivement en se rapprochant des cours d'eau. La différence d'altitude étant de 30 mètres seulement il est supposé que le bassin versant est sur une zone relativement plane, ce qui va être vérifié avec une étude des pentes.

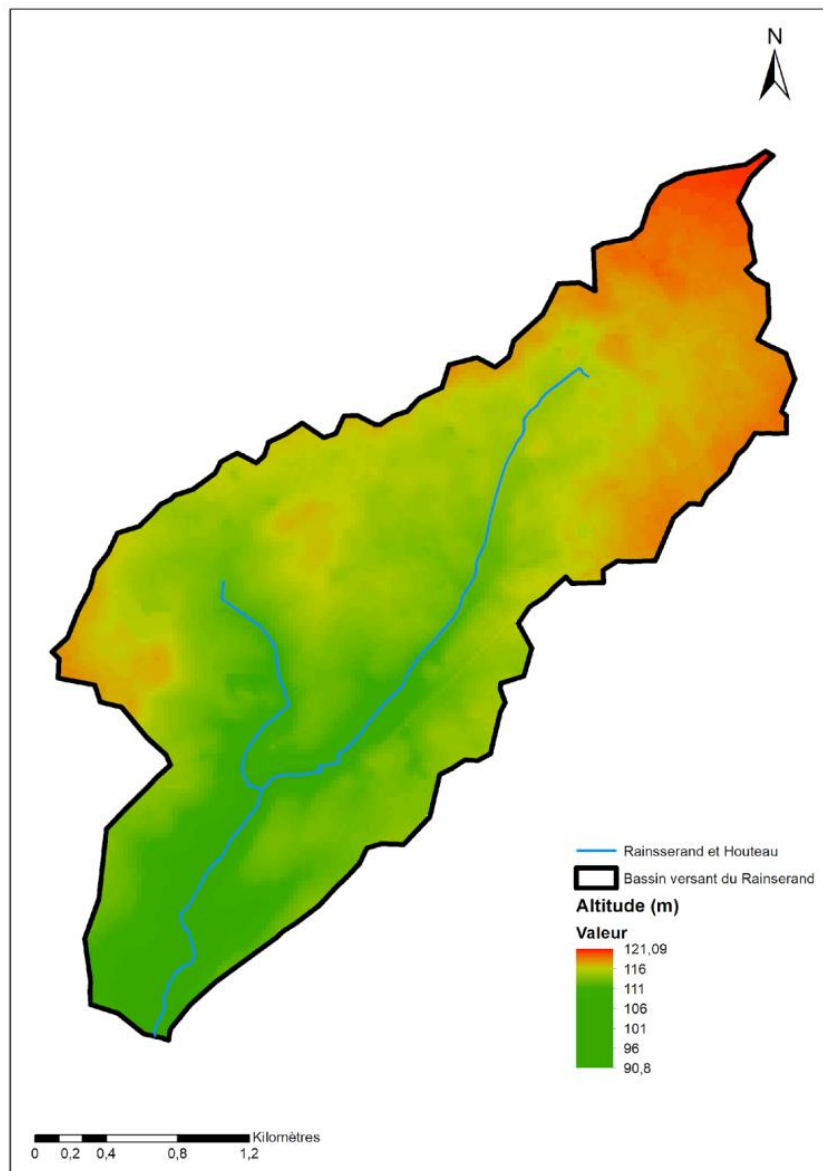


Figure 21: modèle numérique de terrain du bassin versant du Rainsserand

2.1.5.2. Etude des pentes

A propos des pentes il est constaté, à l'inverse des altitudes, qu'elles sont peu élevées dans la partie Nord-Est du bassin versant et plus importantes au Sud (Figure 22). La pente maximale est de 16,1% et se situe autour de la partie basse du Rainsserand. Il est observable que la couleur vert foncé domine (correspondant à des pentes allant de 0 % à 4 %). Les couleurs jaunes et les rouges sont beaucoup moins représentées. En effet la moyenne des pentes est de 1,20 % avec un faible écart type entre les différentes valeurs. Cela confirme bien l'hypothèse précédente quant à la faible inclinaison du bassin versant.

Concernant le cours d'eau du Rainsserand en lui-même, les pentes sont plus importantes sur la rive droite que la rive gauche. En amont de la confluence avec le Houteau, les pentes restent faibles puis s'accroissent pour être comprises entre 6 et 10 % en aval. En se rapprochant vers la Manse elles sont comprises entre 6 et 12 % pour s'accroître et atteindre les valeurs maximales (12 à 16%) sur les 600 derniers mètres du Rainsserand. Cela renseigne que les pentes maximales correspondent majoritairement à l'inclinaison des berges qui encadrent le cours d'eau. En majorité vers l'aval, où les valeurs d'écoulement sont plus importantes et où l'on suppose que l'érosion des berges est plus forte.

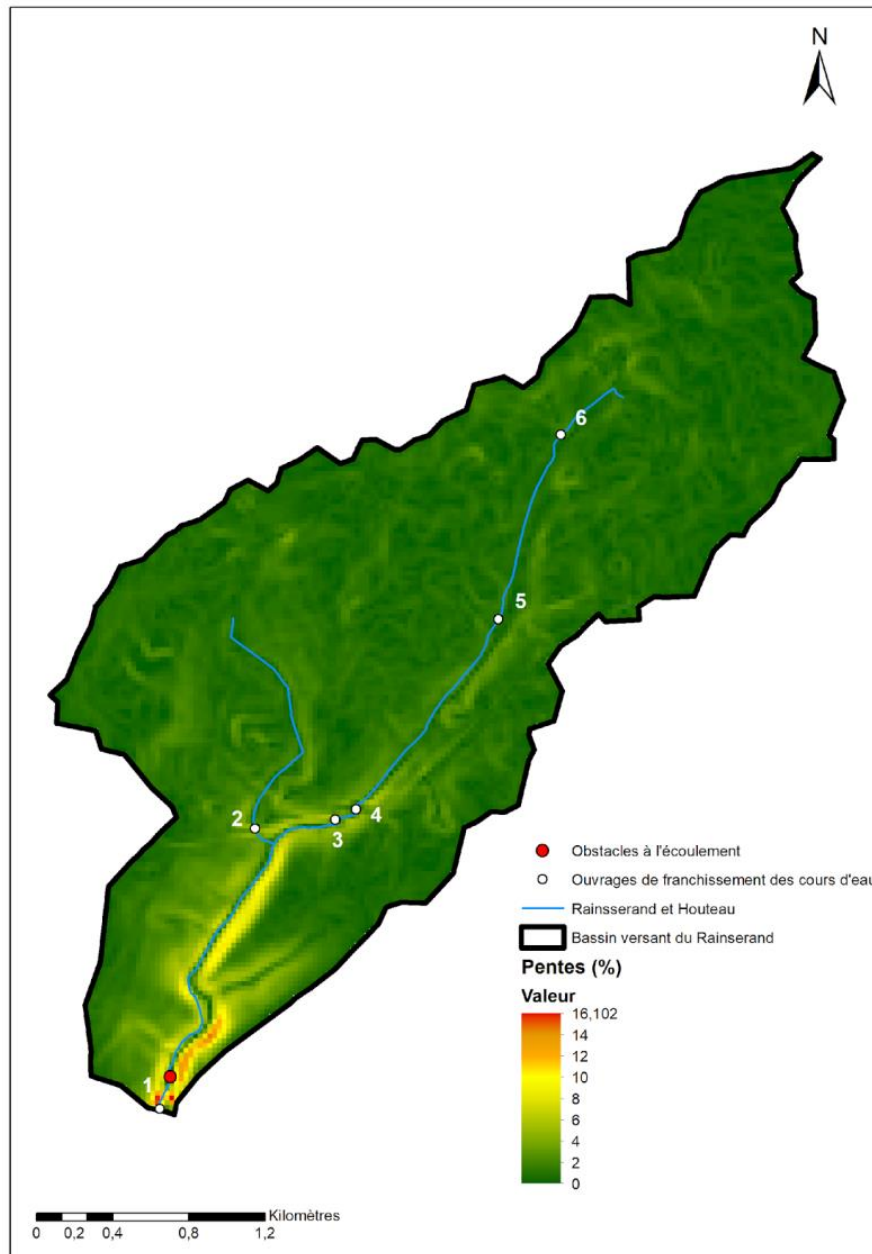


Figure 22: cartographie des pentes du Bassin versant du Rainsserand, Source : IGN,2016,BD Alti, département 37,précision 25m & Eau France, 2017.

2.1.5.3. Obstacles à l'écoulement

Sur la Figure 22 il y a la présence d'un obstacle à l'écoulement. C'est le Seuil de « la Guilleriaie ». Il crée une chute d'eau inférieure à 50 cm, et a été aménagé en 2014 afin de faciliter la circulation des poissons et des sédiments. A présent la continuité piscicole et sédimentaire a été rétablie. Il ne reste sur place qu'une partie de ce dernier de manière à conserver la « mémoire » de cet ancien élément du patrimoine communal.

Lors des sorties sur le terrain il a également été identifié des buses sur l'amont du Rainsserand qui peuvent avoir une influence sur la continuité écologique et sédimentaire. Néanmoins elles ne sont pas référencées en tant qu'obstacles à l'écoulement sur les données recensant les obstacles à l'écoulement (Eau France 2017).

Il a également été cartographié les ouvrages permettant le franchissement du cours d'eau. Il a été pris en compte les ouvrages situés sur les routes et chemins. Ces ouvrages prennent en compte les ponts, les passerelles piétonnes ou encore les buses passant sous une route. Il n'a pas été répertorié les buses se trouvant dans les champs et nous n'avions pas les données et ne connaissions pas leur position exacte.

Ces ouvrages modifient souvent le fond du cours d'eau (fond lisse) et peuvent ou non modifier la pente comme il sera démontré dans la partie suivante. De plus ils peuvent avoir un impact sur la continuité écologique et sédimentaire bien qu'ils ne soient pas répertoriés en tant qu'obstacles à l'écoulement.

2.1.5.4. Profils longitudinaux

Les profils longitudinaux ont été réalisés avec le MNT ayant une précision de 2 mètres par 25 mètres. Cette précision n'est pas la plus adaptée pour réaliser des profils longitudinaux sur des cours d'eau de cette taille ce qui explique l'allure très saccadée des profils.

L'étude du profil longitudinal d'un cours d'eau permet de caractériser la pente du cours d'eau et la présence d'obstacles sur son lit.

➤ Profil longitudinal du Rainsserand

La source du Rainsserand est située à 115,69 mètres et son exutoire à 92,9 mètres ce qui représente un écart maximum de 22,79 mètres (Figure 23). Il y a une alternance de petit pic et creux sur le profil ce qui correspond à une alternance de seuil-mouille et des variations de la profondeur du cours d'eau. La pente moyenne du cours d'eau est de 0,46% ce qui est très faible.

Il y a la présence de deux ouvrages de franchissement du cours d'eau aux points 5 (pont) et 6 (buse) comme le montre la figure 22. Néanmoins ils n'engendrent pas ou peu (<30cm) de modification du profil longitudinal.



Figure 23: profil longitudinal du Rainsserand, Source : IGN, 2016, BD Alti, département 37, précision 25m

A 2,6 km de l'amont, il y a une augmentation visible de la hauteur du cours d'eau. A cet endroit le Rainsserand passe sous la route départementale D760 dans une buse (Figure 22, point n°4). Il y a une variation de 1,7 mètres entre l'amont et l'aval de la buse. Cette variation peut être causée par la buse et une modification de la pente par l'Homme ou encore à une erreur de mesure de par le fait que le cours d'eau passe sous la route.

Vers 2,8 km il y a de nouveau un dénivelé de 1,8 mètres, cette variation s'opère au niveau d'un pont (Figure 22, point n°3), sa présence modifie le profil longitudinal du cours d'eau. En effet son fond est lisse et, en amont de ce dernier, il y a une petite cassure qui est à présent comblée par des pierres.

Vers l'exutoire du Rainsserand il y a une modification importante des pentes. Cette zone est à proximité d'une habitation secondaire. En amont de cette dernière les altitudes varient de 99 à 92,9 mètres sur à peine 83 mètres de longueur ce qui représente une pente de 7,36 %. Visuellement, aucun élément particulier n'a été constaté sur le terrain en amont de la maison. En face de l'habitation il y a un petit pont (Figure 22, point n° 1) permettant le franchissement du Rainsserand à pied avec une chute de 3,2 mètres avant et après son franchissement. En résumé, la pente du cours d'eau est très faible, il y a quelques irrégularités dues à des obstacles et des erreurs de mesures et de précision dues à l'utilisation du MNT précis à 25 m.

➤ Profil longitudinal du Houteau

L'aspect saccadé du profil longitudinal s'explique par la donnée en entrée étant un MNT avec une maille à 25 mètres. La variation d'altitude est plus faible car le dénivelé maximum est de 7,29 mètres. Néanmoins la pente moyenne est légèrement plus élevée que celle du Rainsserand puisqu'elle est de 0,49 % (Figure 24).

A 1100 mètres depuis l'amont il y a un dénivelé de 1 mètre entre deux mesures. Néanmoins la source de cette différence n'est pas identifiée. Le point de mesure lorsque le Houteau passe sous la départementale D760 (Figure 22, point n° 2) a été supprimé car il y avait une variation trop importante d'altitudes, c'est la différence d'altitude entre le Houteau et la route départementale qui a été mesurée. Après son passage sous celle-ci, la pente augmente : de 0,38 à 1,34%.

1,4 km après l'amont il y a une différence d'un mètre entre deux points mais aucune anomalie n'a été identifiée dans le lit du cours d'eau. Cela semble donc être dû à une erreur de mesure ou la présence d'une mouille importante. Après 1., km, la pente décroît progressivement jusqu'à la confluence avec le Rainsserand.

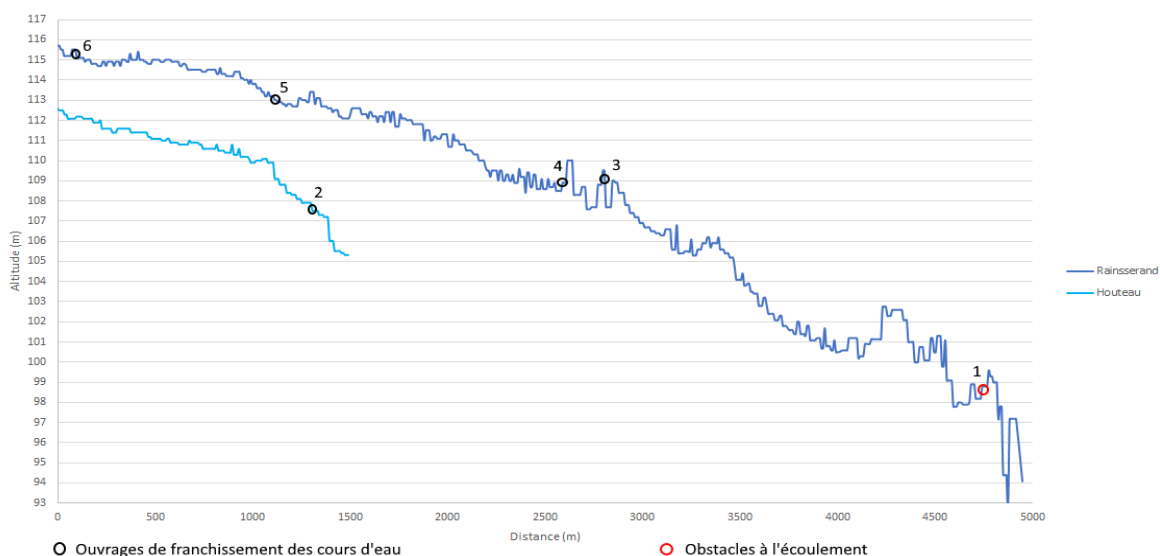


Figure 24: profils longitudinaux du Houteau et du Rainsserand, Source : IGN, 2016, BD Alti, département 37, précision 25 m

2.2. Occupation du sol et paysage

2.2.1. Occupation du sol

La figure 25 représente l'occupation du sol du bassin versant du Rainsserand. Elle se base sur le Registre parcellaire graphique de 2014. Le RPG identifie les zones de culture par rapport à la culture majoritaire ce qui est parfois peu précis. Par conséquent, le RPG a été éclaté, c'est-à-dire qu'une identification plus précise des parcelles a été réalisée. De plus, les zones non renseignées ce sont vu attribuées à différentes couches. Il est important de souligner que la carte a été photo interprétée à partir d'une orthophotographie de 2014 et 2017. Ceci dit, il existe un risque d'erreur humaine sur l'appréciation des différentes zones recouvrant le sol.

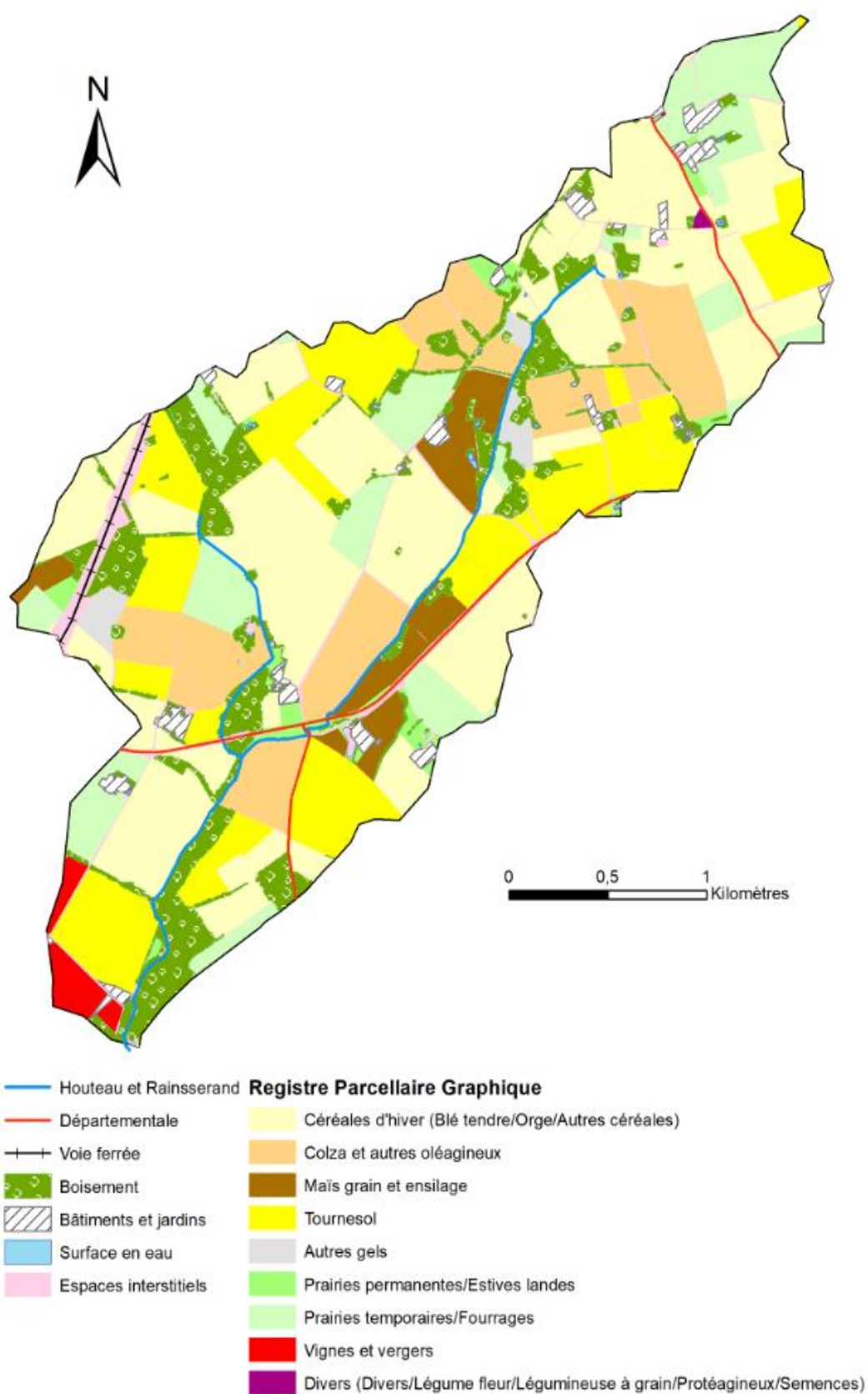


Figure 25: carte de l'occupation des sols du bassin versant du Rainsserand, Source: IGN, 2014, BD Ortho, département 37 & RPG 2014

A partir de cette carte (Figure 25), les proportions des différentes cultures ont été extraites, visible sur la figure 26.

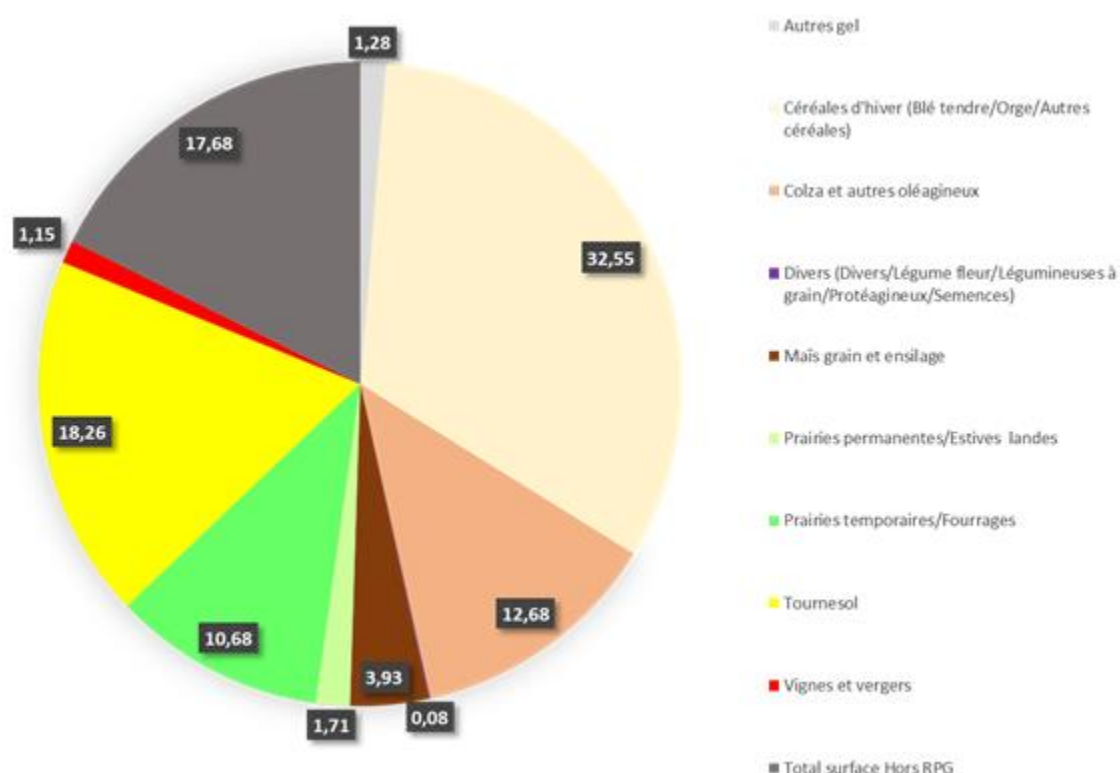


Figure 26: occupation du sol du bassin versant du Rainsserand, Source : IGN, 2014, RPG

Selon la figure 26, il est constatable que seulement 17,7 % des surfaces ne sont pas comprises dans le registres parcellaires graphique de 2014 (Hors RPG sur le graphique). Ce qui signifie que le bassin versant est fortement utilisé pour l'agriculture, en effet 82,3% de la superficie du bassin versant (854,3 hectares) y est consacrée.

Le bassin versant compte quasiment un tiers de sa superficie totale en céréales d'hiver, utilisées principalement pour nourrir le bétail. Ces parcelles sont situées en majorité en tête de bassin et en partie médiane bien qu'elles soient assez présentes sur tout le bassin versant. Les parcelles sont soit, petites et regroupées soit très grandes.

Le tournesol est la deuxième culture la plus représentée avec près de 18,3 % de la superficie. Cette plante est utilisée pour son huile et pour l'alimentation animale, elle est relativement tolérante aux périodes sèches. Elle nécessite l'apport d'amendements tels que l'azote, le phosphore et le potassium. Les parcelles sont plus ou moins grandes et assez proches. Elles sont réparties de manière assez hétérogène sur le bassin versant.

Le colza et les autres oléagineux détiennent la troisième place de la plus grande superficie cultivée avec 12,7 %. De ces cultures sont extraites les huiles à usage alimentaire, énergétique ou industriel. Les produits finaux (résidus) sont utilisés pour l'alimentation animale. Ces cultures nécessitent une fertilisation azotée et phospho-potassique. Les parcelles sont situées vers la partie amont du Rainsserand ainsi qu'à proximité de la confluence avec le Houteau.

Ensuite, les prairies temporaires, fourrages recouvrent 10,7 % du bassin versant. Ces prairies sont composées de graminées fourragères ou en mélange avec des espèces légumineuses. Elles sont dites temporaires car elles ont entre 0 et 5 ans d'âges ensemencées. Ces prairies sont utilisées pour l'alimentation des ruminants. L'utilisation peut se faire directement par pâturage ou sous forme de fourrage vert fraîchement coupé (Agro Paris Tech). Les principaux traitements appliqués sont un

apport d'azote et un désherbage. Ces zones ont néanmoins un rôle de zone tampon important. Elles sont disposées assez loin du cours d'eau et de manière éparse sur le bassin versant, avec une plus grande importance en tête de bassin. A ces prairies s'ajoutent les prairies permanentes, non semées ou depuis plus de 10 ans, qui ne représentent que 1,7% de la surface du bassin versant. Le maïs quant à lui ne représente que 3,9% de la surface. Cette culture est très demandeuse d'eau ce qui peut expliquer son implantation à proximité du Rainsserand et de surfaces en eau. Il y a également la présence de cultures pour l'alimentation humaine tels que les vignes et les vergers (1,2%) ou encore les autres gels (betterave, légumineuse, gel vert) représentés à 1,1%. Le gel divers est quasiment absent du bassin versant.

La figure 27 détaille la superficie hors RPG (17,7 %) afin d'avoir des informations complémentaires sur des éléments importants comme la part du boisement sur le bassin versant.

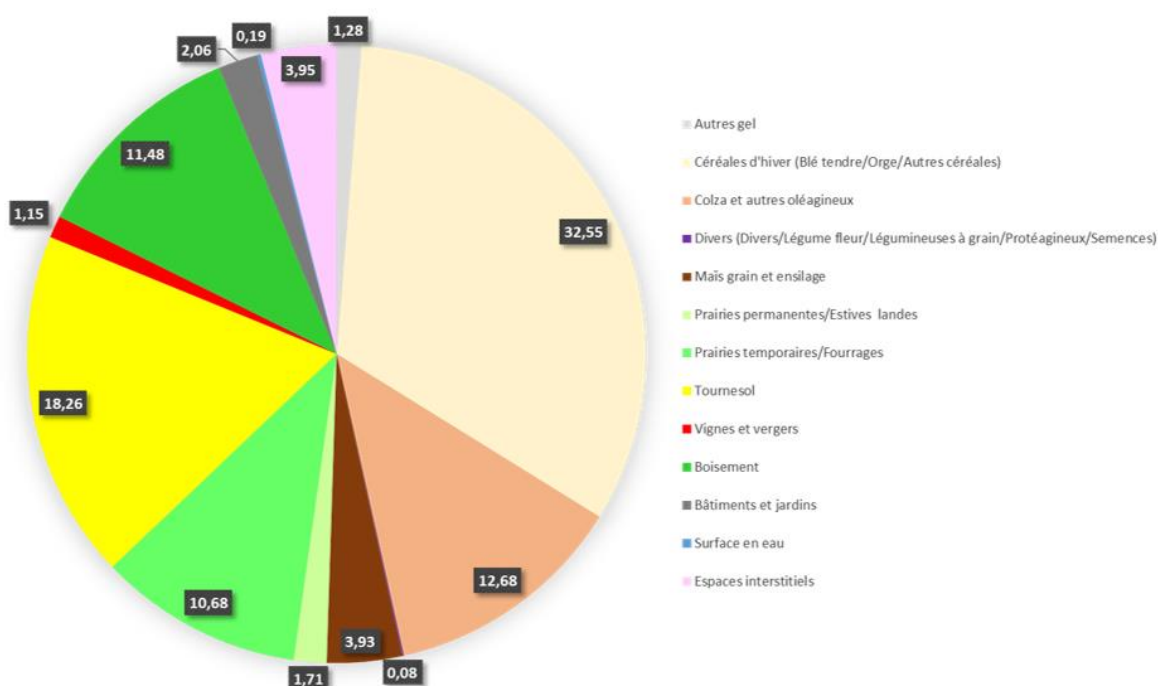


Figure 27: les différents types de surfaces du bassin versant du Rainsserand détaillant les zones hors RPG, Source : IGN, 2014, RPG

Comme le montre la figure ci-dessus, dans les 17,7 % de la surface non comprise dans le RPG il y a 11,5 % de boisement. Ces forêts sont principalement situées à proximité des cours d'eau et ont un rôle tampon vis-à-vis des activités agricoles. Il y a 3,9 % d'espaces interstitiels, zones non traitées par le RPG. Cette couche inclut différentes structures linéaires telles que les haies, les espaces entre cultures ou encore les routes. Pour finir, le bassin versant comporte peu d'espaces habités car les jardins et les bâtiments représentent seulement 2,1 % de la surface et les surfaces en eau 0,2 %.

En annexe 14 il est possible de consulter les valeurs exactes des différentes superficies du bassin versant.

➤Bilan :

Le bassin versant du Rainsserand est un territoire rural avec une grande surface agricole. En effet, 82,3% du territoire est cultivé avec une majorité de cultures destinées à l'alimentation du bétail. L'occupation du sol est composée d'un tiers de céréales d'hiver, 18,7 % de tournesol, 12,7 % de colza, 12,4% de prairies (temporaires et permanentes) et 3,8 % de maïs ainsi que d'autres types peu représentés.

Il est important de souligner que le boisement et les prairies exercent un rôle tampon vis à vis de l'activité agricole, tout comme nous l'avons vu précédemment avec les haies et bande enherbées. Néanmoins, la grande surface agricole et les différents types de cultures nécessitent une quantité d'eau significative, un apport d'engrais et l'utilisation de produits phytosanitaires. Etant donné la surface importante du bassin versant et l'hétérogénéité des zones tampons, le bassin versant semble exposé aux diverses pressions agricoles.

2.2.2. Occupation du sol en 1950

L'activité agricole sur le bassin versant a beaucoup évoluée entre 1950 et aujourd'hui. Les exploitations étaient de plus petite taille avec une alternance de culture plus marquée (Figure 28).

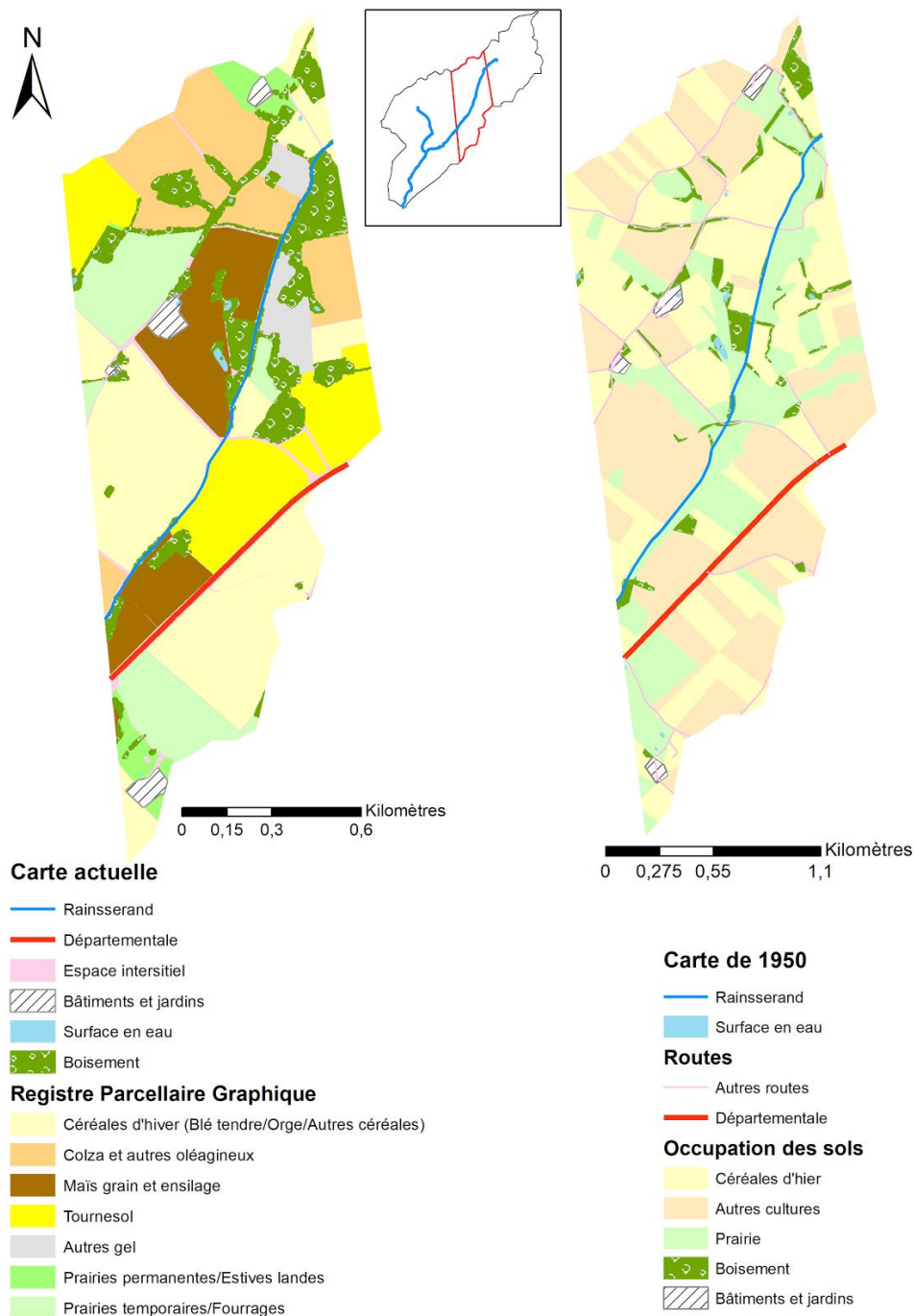


Figure 28: carte de 1950 et 2014 de l'occupation du sol d'une sélection du bassin versant du Rainsserand, Source: IGN,2014,BD Ortho, département 37 & RPG 2014 et Orthophotographie. g.hirlemann. ArcGIC Online

Bien que les cultures en céréales d'hiver soient plus dispersées sur la carte de 1950 par rapport à aujourd'hui, la surface totale n'a guère évolué : elle est passée de 638518 m² à 504033 m². Concernant la végétation, les prairies de 1950 devaient être en grande partie des prairies permanentes. En effet, du boisement y a aujourd'hui pris place, signe d'une activité agricole quasi nulle sur la zone. Le boisement est en effet passé de 77884 m² à 231218 m², multipliant ainsi sa surface par trois. La partie boisée rectangulaire au Nord-Est correspond à une plantation, l'augmentation de la surface boisée n'est donc pas uniquement due à un abandon parcellaire, il a été voulu par les exploitants. La revalorisation des espaces forestiers est donc un souhait qui contribue à l'activité économique du territoire. Il favorise également la diversité écologique et le déplacement de la faune locale sur une grande partie du bassin versant, en agrandissant le corridor écologique.

La photointerprétation de l'occupation du sol de 1950 a été très délicate et peut changer d'un examinateur à l'autre. La cartographie des zones s'est effectivement faite à partir d'une photographie aérienne en noir et blanc.

2.2.3. Paysage

2.2.3.1. Rôles des haies

➤ Réservoirs biologiques

Ces formations végétales sont une source de biodiversité importante. Les haies peuvent abriter des espèces animales (renards, vipères, rapaces) aidant les agriculteurs à la lutte contre les ravageurs des cultures notamment le campagnol terrestre. Les haies peuvent également être associées à la notion de corridor écologique, en effet de nombreux animaux se déplacent selon les espaces les plus abrités et les moins dangereux.

➤ Protection éolienne

Les haies sont également un atout pour les agriculteurs, bien qu'elles prennent de la place sur leurs exploitations, elles peuvent avoir un rôle de brise vent, aussi apprécié par les animaux. De plus, elles peuvent permettre d'augmenter les rendements agricoles dû à une diminution de l'évapotranspiration des plantes. Pour finir, les haies assurent une protection des sols contre l'érosion éolienne.

➤ Modification du comportement hydraulique

Les haies assurent une régulation de la disponibilité en eau puisqu'elles la stockent et la restituent dans le temps. Il y a une augmentation des réserves en eau disponibles dans le sol, ce qui est un avantage pour les cultures. De plus, les haies permettent de limiter les risques de crue en retenant une grande partie des eaux de pluie grâce à l'infiltration dans le sol, accrue par le système racinaire. Il y a également une diminution de la vitesse des eaux de ruissellement.

➤ Lutte contre l'érosion des sols et la pollution

Les haies plantées perpendiculairement à la pente permettent de piéger les particules érodées. Cela engendre une diminution de l'apport en particules dans le cours d'eau et donc une diminution de la turbidité et des phénomènes d'envasement.

Par ailleurs, l'infiltration favorisée au niveau des racines permet la diminution de l'érosion du sol par les processus de ruissellement et limite les risques de pollution diffuse. Les formations végétales peuvent également capter les différents amendements agricoles tels que le nitrates, l'azote ou les pesticides qui seront utilisés, stocker ou bloquer par les plantes. Les haies vont ainsi avoir un réel rôle d'épuration des eaux. La ripisylve contribue également à l'épuration de l'eau et la rétention des particules tout en stabilisant les berges.

2.2.3.2. Rôles des bandes enherbées

L'effet des bandes enherbées sur l'environnement et l'hydrologie du bassin versant est assez similaire à celui des haies. En effet, les bandes enherbées interceptent et filtrent les eaux de ruissellement ce qui permet de limiter les transferts des fertilisants agricoles et produits phytosanitaires. Le freinage des eaux permet un ralentissement des écoulements de surface entraînant une diminution de l'érosion des sols et une rétention des particules solides. Pour finir, les bandes enherbées diversifient le paysage et jouent un rôle dans la biodiversité car elles constituent l'habitat de nombreuses espèces et augmentent les possibilités de déplacement de ces dernières.

➤ Bilan :

Ainsi, les haies, les bandes enherbées et les autres zones de végétation (forêt) apparaissent comme des barrières efficaces, contre le vent, le ruissellement de surface et les phénomènes qui leurs sont liés (érosion, pollutions). Ces formations végétales agissent comme des structures tampon et participent à la régulation du système hydrique. Les agriculteurs qui mettent en place ces formations végétales perdent de la superficie pour leurs cultures, cependant elles améliorent la qualité de leur production et permettent de limiter les impacts environnementaux.

2.2.3.3. Analyse des zones tampons linéaires du bassin versant du Rainsserand

La figure 29 répertorie les haies et les bandes enherbées du bassin versant afin d'étudier les zones tampons. Cette carte a été photo interprétée à partir d'orthophotographie de 2014 (IGN, 2014, BD Ortho, département 37, précision 5m) et 2017 (IGN, 2017, Orthophotographie, France, précision 50cm).

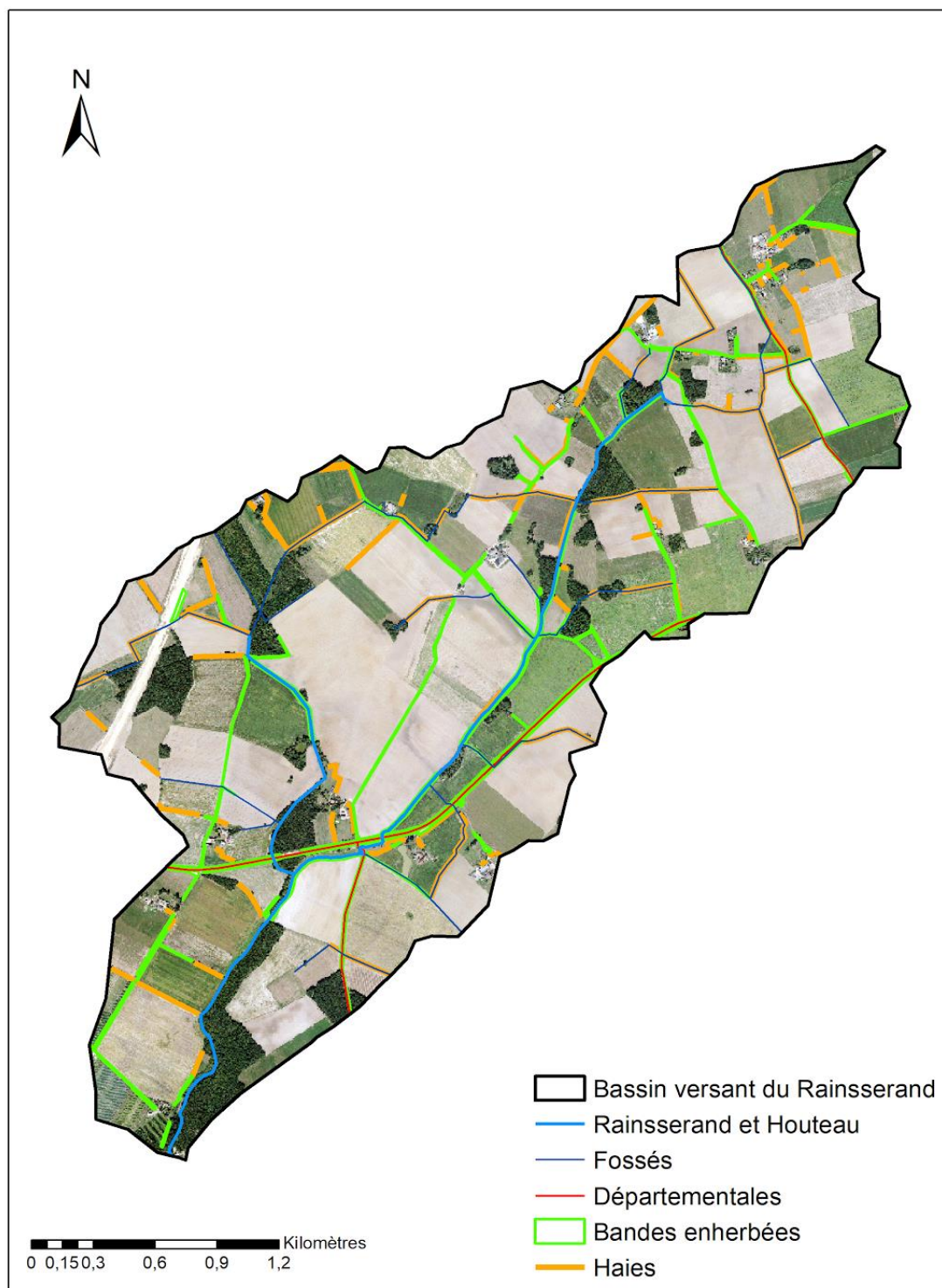


Figure 29: cartographie des Haies et bandes enherbées du bassin versant du Rainsserand Source: IGN,2015, BD Topo & IGN, 2014,Orthophotographies numériques.

Au total, le bassin versant cumule 17,7 kilomètres de haies. Concernant les bandes enherbées, il y en a approximativement 161 000 m² sur le bassin versant, soit 1,9% du bassin versant total. Cependant leur position, apporte une information plus exploitable (Figure 29). Les haies sont principalement localisées au Nord et à l'Ouest du bassin versant. Elles sont souvent situées le long des fossés, des routes ou entre les champs et de manière plus ou moins parallèle à la pente ; ce qui ne permet pas une optimisation des fonctions de ces zones tampons. En effet, il est

préférable que les haies soient implantées perpendiculairement à la pente afin de réduire au maximum les vitesses d'écoulement et de freiner les eaux de ruissellement (L'Agriculteur Normand).

De manière générale les bandes enherbées sont situées de part et d'autre des différents axes routiers et non entre les différentes parcelles cultivées. La plus large bande sur la carte correspond aux bandes enherbées de la départementale D760 tandis que les autres correspondent souvent aux différentes routes, chemins ou sentiers traversant les champs. Néanmoins, sur certaines portions le Rainsserand et le Houteau sont ceinturés par ces bandes enherbées qui limitent les apports des champs au cours d'eau.

La partie aval du bassin versant est la zone où il y a le moins de haies. Il y a toutefois la présence de bandes enherbées perpendiculaire à la pente ainsi qu'une forêt pouvant intercepter les ruissellements.

Sur la partie médiane du Rainsserand, après la jonction avec la départementale D760, il y a la présence de bandes enherbées étroites entre le cours d'eau et les champs cultivés avec quelques zones boisées. Tandis qu'à l'ouest, lorsqu'on s'éloigne du cours d'eau, il n'y a qu'une fine bande enherbée traversant de grandes parcelles cultivées, cette bande enherbée peu importante est sujette au passage d'engin agricoles qui limitent voire annulent l'effet désiré de cette bande. Il y a également peu de haies ce qui rend cette zone vulnérable aux ruissellements, aux pollutions et à l'érosion des sols. A l'est, entre le Rainsserand et la départementale il y a présence uniquement de bandes enherbées étroites, ce qui semble peu par rapport à la surface cultivée (ici du maïs, culture gourmande en éléments fertilisants). Le même constat est fait pour la partie amont du Houteau où une seule bande enherbée protège le cours d'eau. Cet espace est représenté par la zone sensible n°1 sur la figure 30. Cette carte reprend les éléments linéaires de la figure 29 en y ajoutant les zones jugées sensibles aux ruissellements et activités humaines.

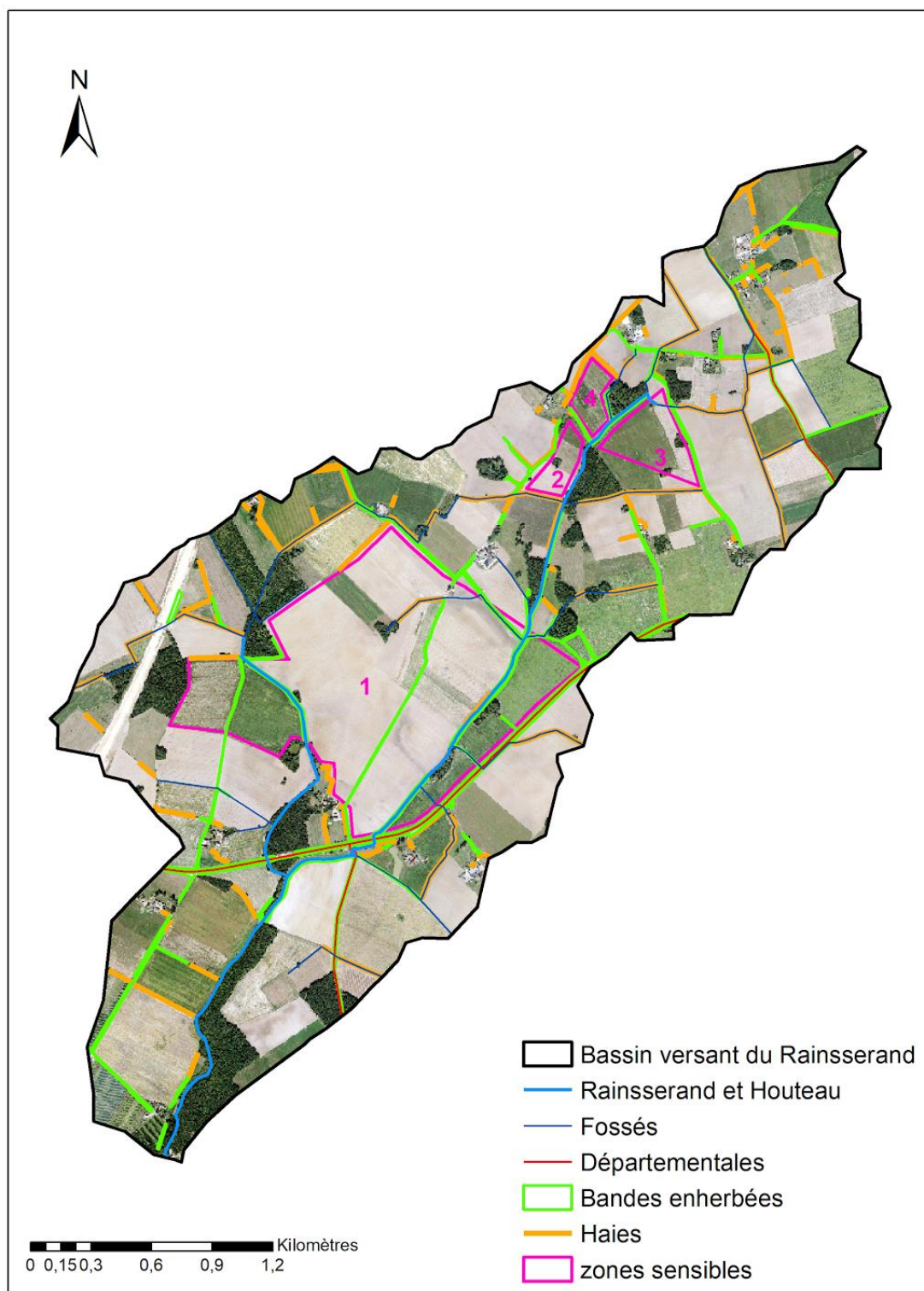


Figure 30: cartes identifiant les zones sensibles vis-à-vis des zones tampons, Source: IGN,2015, BD Topo & IGN, 2014,Orthophotographies numériques.

Au niveau de la forêt proche de la zone 2 sur la figure 30, il y a des drains de surface provenant des champs qui se jettent directement dans le Rainsserand (Figure 31).

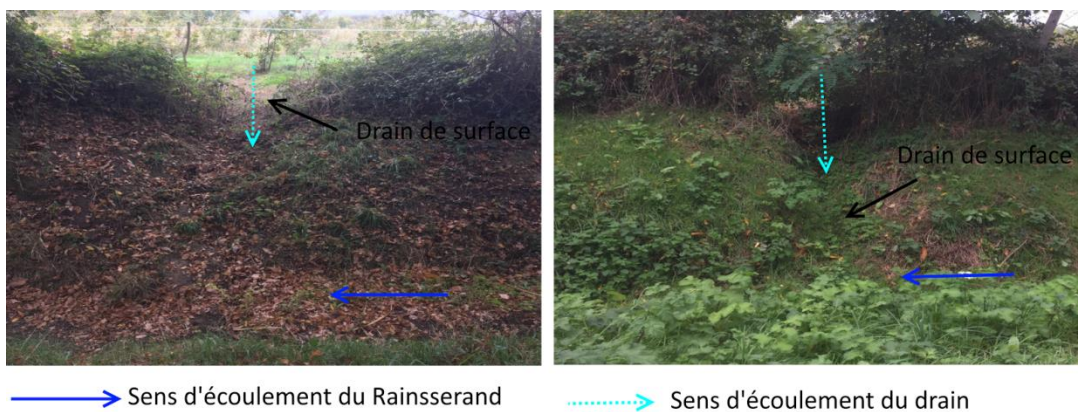


Figure 31: Drain de surface se rejetant dans le Rainsserand, correspondant à la zone 2

A l'amont du Rainsserand le réseau de haies et de bandes enherbées est important. Cependant, il y a de nombreuses tranchées et drains se rejetant directement dans le Rainsserand sans passer par des zones tampons comme le montre la figure 32 qui est représentative de la zone 3 (Figure 30).



Figure 32: Photographie des drains de surface de champs cultivés à proximité du Rainsserand

En plus du rejet des drains de surfaces, les bandes enherbées sont parfois absentes (zone 4, figure 30) ou assez étroites (Figure 33). Ces zones peuvent donc être soumises à un apport en produits agricoles et en particules solides lors d'évènements pluvieux.



Figure 33: Photographie montrant la disparité des bandes enherbées

➤ Conclusion

Au total le bassin versant compte environ 17 kilomètres de haies avec une répartition hétérogène puisque la densité est plus importante au nord et à l'ouest du bassin versant. Les haies sont souvent implantées entre les parcelles et le long des cours d'eau ou des fossés. Leur orientation est généralement parallèle à la pente ; ce qui n'est pas optimal pour capter les eaux de ruissellement. Concernant les bandes enherbées, leur surface représente moins de 2 % du bassin versant. Elles longent souvent les axes routiers ou les cours d'eau et fossés. Il y en a peu entre les différentes cultures. Leur largeur est hétérogène, en effet elles varient de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres. A certains endroits, il y a la présence de forêt, notamment à l'aval du bassin versant où elle est assez représentée le long du Rainsserand. Elle joue un rôle tampon complémentaire aux haies et bandes enherbées.

A l'issu de cette analyse, quatre zones ont pu être identifiées comme potentiellement sensibles aux activités humaines et aux ruissellements du fait d'une faible proportion de zones tampons ou des rejets ayant lieux directement dans le cours d'eau.

2.3. Patrimoine culturel et naturel

2.3.1. Patrimoine culturel

2.3.1.1. Le patrimoine archéologique et historique : les cavités souterraines naturelles et le bâti troglodytique

Le plateau de Sainte-Maure-de-Touraine fut entaillé par l'action érosive de la Manse et de nombreux affleurements présents à proximité témoignent de cette celle-ci. La présence de tuffeau apparent fut très tôt exploitée par l'Homme puisqu'en effet, les nombreuses cavités naturelles présentent dans le périmètre direct de notre cours d'eau (deux cavités) ou sur la commune de St-Maure de Touraine, Sepmes ou encore Bossée ont constitué les premières formes d'habitat d'autrefois.

Bien que cette forme de bâti puisse constituer éventuellement un risque anthropique (effondrement, perte de valeur), elle fut conservée au point de constituer aujourd'hui un élément traditionnel et patrimonial du paysage tourangeau qui contribue à la richesse et à l'intérêt de la vallée et mérite à ce titre d'être préservé.

La figure 34 présente de petits patrimoines troglodytiques typiques : à droite, une habitation troglodyte sur le hameau du coteau à Sepmes et à gauche « Les Bergeaudries », un ensemble d'habitations sur le coteau est de la vallée de Souvre sur la commune de St-Maure de Touraine. La cave de ce dernier est composée de deux pièces et contient un pressoir et des niches creusées avec une grande précision.



Figure 34: petits patrimoines troglodytiques typiques sur la commune de St-Maure de Touraine (à gauche) et sur la commune de Sepmes (à droite) Source: Site Sainte-maure-de-touraine

2.3.1.2. Le patrimoine lié à l'eau : Les ouvrages hydrauliques tels que les moulins et les seuils

A notre connaissance, le Rainsserand ne comporte qu'un seul ouvrage hydraulique : le seuil de la Guillaie évoqué précédemment. Ce seuil a été arasé lors de l'été 2014 par le Syndicat de la Manse car il ne présentait plus aucun intérêt puisque les planches n'étaient jamais ouvertes. Au contraire, ce point dur empêchait la continuité sédimentaire puisque les sédiments avaient rempli la retenue d'eau.

Un seul côté du seuil de la Guillaie a été conservé (visible sur la figure 35).



Figure 35: seuil de la Guillaie après travaux, Source : Syndicat de la Manse

Bien que le cours d'eau ne possède aucun moulin, nous pouvons tout de même noter que de manière générale le fonctionnement hydraulique de la Manse est fortement marqué par la présence des moulins à eau. Aujourd'hui, ces moulins ne sont plus en activité, se dégradent au cours du temps et peuvent à terme exercer une pression hydraulique. Néanmoins, ces moulins d'eau constituent un patrimoine culturel remarquable qui mérite d'être conservé, protégé et valorisé. Ce sont les raisons pour lesquelles, des travaux de réaménagement sur l'île Bouchard menés par le syndicat de la Manse ont été effectués lors des étés 2012 et 2013 sur le vieux moulin de Fausset et ses écluses (Figure 36).



Figure 36: moulin de Fausset ayant fait l'objet d'un aménagement, Source : Blog Tourainissime

2.3.1.3. Le patrimoine remarquable :

Le château privé de la Roche-Ploquin est situé sur notre bassin versant. Il a été édifié aux XIIIe et XVe siècles, puis reconstruit en partie au XVIIIe siècle. Aujourd'hui, les propriétaires actuels l'entretiennent régulièrement et en ont fait un château hôtel restaurant 4 étoiles (Figure 37).



Figure 37: le château privé de la Roche-Ploquin situé sur notre bassin versant

La commune de Sainte-Maure-de-Touraine possède 6 monuments historiques inscrits visibles ci-dessous Tableau 9. De plus, la commune de Sepmes possède aussi un bâti architectural fort remarqué avec notamment l'église de Notre-Dame construite au XII^{ème} siècle et le château privé de Sepmes datant du XVI^{ème} siècle.

Tableau 9: patrimoine remarquable, 6 monuments historiques inscrits

Ancien château (école publique)	Inscrit à l'inventaire MH le 12 novembre 1925 et le 30 juin 1936
Ancienne chapelle priorale Saint-Mesmin	Inscrit à l'inventaire MH le 22 mai 1948
Crypte de l'église	Inscrit à l'inventaire MH le 28 mai 1926
Halles	Inscrit à l'inventaire MH le 24 septembre 1942
Maison du XVI^{ème} siècle – L'hôtel d'Estouteville	Inscrit à l'inventaire MH le 6 mars 1947
Rempart gaulois de l'Oppidum des Deux Manses	Monument Historique le 13 novembre 1986

2.3.2. Patrimoine naturel

2.3.2.1. La biodiversité

Le bassin versant abrite de nombreuses espèces aussi bien animales que végétales. En effet, la commune de Sepmes recense, à elle seule, pas moins de 735 espèces indigènes sur son territoire. Elle est notamment le lieu de vie de douze espèces végétales en danger critique d'extinction à l'échelle régionale, ainsi qu'une espèce animale également dans cette catégorie, menacée à l'échelle régionale et nationale : l'Outarde canepetière (Figure 38).



Figure 38: photo de *Tetrax tetrax*, classé CR en France, Source : The Internet Bird Collection

Sainte-Maure-de-Touraine, quant à elle, dénombre 739 espèces indigènes. Tandis que Bossée n'en compte que 230 (INPN MNHN).

Sur l'ensemble du bassin versant, dix espèces exotiques envahissantes ont été introduites, dont sept au sein de la commune de Sainte-Maure-de-Touraine et trois sur la commune de Sepmes (Tableau 10).

Tableau 10: ensemble des espèces introduites exotiques envahissantes sur le bassin versant, Source : MNHN

Nom Latin	Nom vernaculaire	Commune
<i>Faxonius limosus</i>	Ecrevisse américaine	Sainte-Maure-de-Touraine
<i>Myocastor coypus</i>	Ragondin	Sainte-Maure-de-Touraine
<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche soleil	Sainte-Maure-de-Touraine
<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	Sainte-Maure-de-Touraine
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailante	Sainte-Maure-de-Touraine
<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	Sainte-Maure-de-Touraine
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux-acacia	Sainte-Maure-de-Touraine et Sepmes
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Ambroise élevée	Sepmes
<i>Bidens frondosa</i>	Bident feuillé	Sepmes

Il est donc possible de résumer les statuts des multiples espèces présentes sur chaque commune à l'aide de diagrammes circulaires des pourcentages suivants :

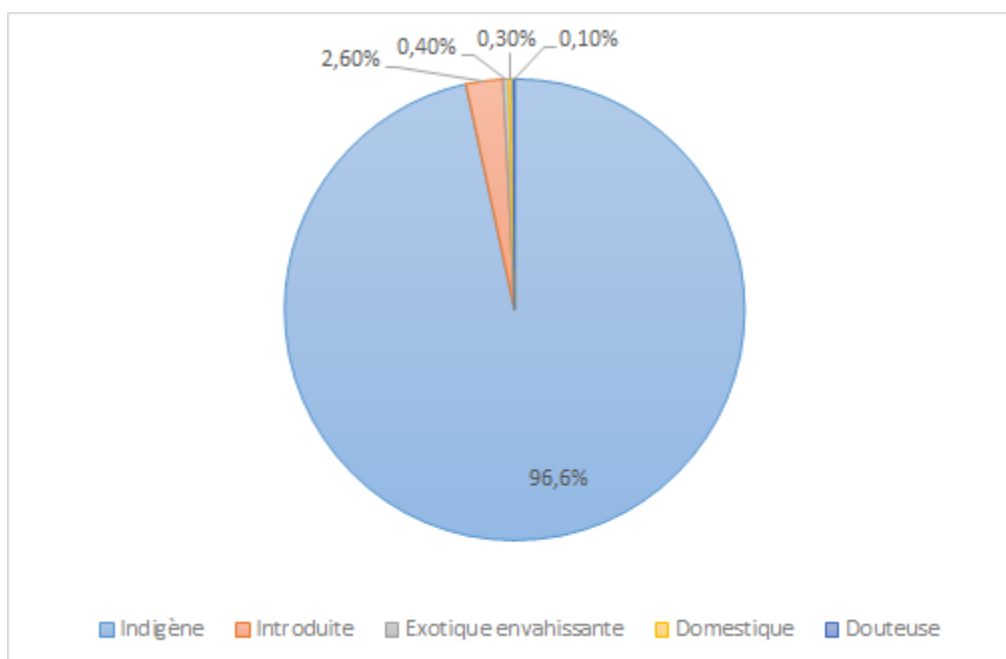


Figure 39: statut des espèces présentes sur la commune de Sepmes, Sources : MNHN

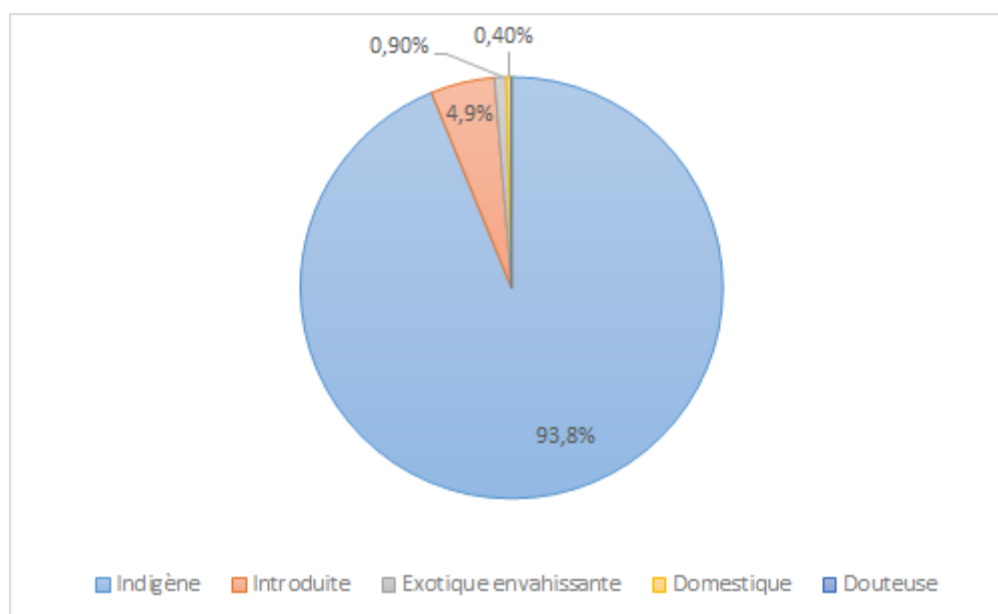


Figure 40: statut des espèces présentes sur la commune de Sainte-Maure-de-Touraine, Source : MNHN

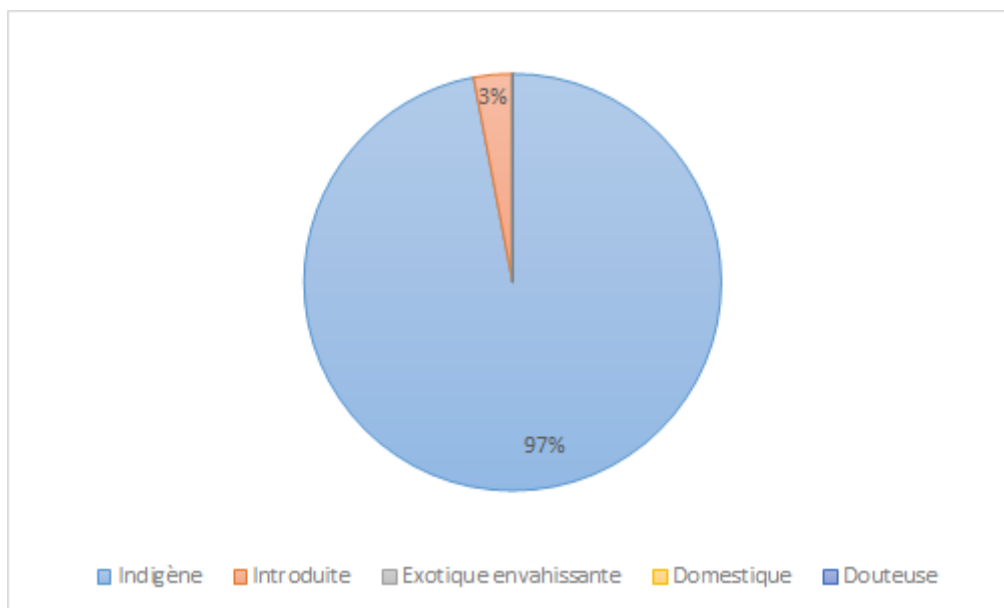


Figure 41: statut des espèces présentes sur la commune de Bossée, Source : MNHN

La majorité des espèces présentes sur les communes du bassin versant sont des espèces indigènes. Néanmoins, au moins 3% des espèces ont été introduites par l'Homme sur chaque commune et peuvent parfois fragiliser les écosystèmes locaux et nuire aux populations d'espèces natives, les mettant ainsi en danger d'extinction.

En somme, les communes de ce bassin versant abritent une grande richesse en termes de biodiversité. Mais celle-ci reste fragile, il est donc important de la préserver et de la prendre en compte pour nos propositions d'aménagement.

2.3.2.2. Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) permettent une connaissance exhaustive des espaces naturels, terrestres et marins, dont l'intérêt repose soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacées, soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème (Conservation-nature).

Le bassin versant ne comporte aucune ZNIEFF. Cependant, à moins de 5 km à l'ouest se situe une ZNIEFF de type II : la Vallée de Courtineau (3,5km²) visible figure 42 appartenant à la commune de Sainte-Maure-de-Touraine. Bien que cette ZNIEFF soit peu prise en compte pour la suite puisqu'elle se situe en dehors des limites de notre bassin versant, il est possible de constater qu'elle est scindée en deux par l'autoroute A10 et la départementale D910 ; ce qui pourrait, entre autres, causer un problème concernant la continuité écologique.

Aussi, il est possible de relever la présence d'une autre ZNIEFF de type II à l'est du bassin versant d'une surface de 8,7 km² : la Vallée de l'Echandon (Figure 42). Cette vallée a conservé, particulièrement sur sa partie sud, plusieurs pelouses calcicoles au niveau de ses coteaux. Dans la partie nord de la vallée, les versants boisés abritent des chênaies-charmaies, des chênaies calcicoles thermophiles. Ce type d'habitat est particulièrement rare en région Centre.

Enfin, à moins de 15 kilomètres du bassin versant du Rainsserand, se trouve une autre ZNIEFF de type II. Celle-ci représente le massif forestier de Chinon (Figure 42) qui constitue l'un des massifs forestiers majeurs d'Indre-et-Loire. Il comprend deux grands ensembles forestiers :

- Les forêts caducifoliées, essentiellement réparties en forêt domaniale, abritent l'essentiel du patrimoine naturel, que ce soit en termes d'habitat, de flore ou d'entomofaune.
- Les plantations de conifères (essentiellement Pins maritimes et Pins sylvestres), sont situées principalement dans la partie privée du massif et abritent un réseau de mares et mardelles acidiphiles, voire tourbeuses. Il existe des enjeux forts sur les plantations résineuses, en termes d'amélioration de la gestion forestière et de restauration, notamment sur les mardelles tourbeuses et les landes de ce massif.

2.3.2.3. Les Parcs Naturels Régionaux (PNR)

Les Parcs Naturels Régionaux (PNR) ont été créés autour d'un projet concerté de développement durable, fondé sur la protection et la valorisation de son patrimoine naturel et culturel. Ils sont généralement mis en place pour protéger et mettre en valeur de grands espaces ruraux habités. Ainsi sont classés généralement "Parc Naturel Régional" des territoires à dominante rurale dont les milieux naturels, les paysages ou encore le patrimoine culturel sont de grande qualité mais dont l'équilibre est fragile (parcs-naturels-régionaux).

Le bassin versant étudié n'est pas compris dans un PNR. Cependant, il est possible de constater qu'à moins d'une quinzaine de kilomètres de celui-ci, se situe le PNR de Loire Anjou Touraine (Figure 42). Ce dernier comprend tout le quart ouest du bassin versant de la Manse soit 37 km², ce qui correspond à environ 20 % de la surface totale du bassin versant de la Manse.

2.3.2.4. Les sites d'intérêt communautaire (SIC)

Les sites d'intérêt communautaire sont des sites Natura 2000 désignés au titre de la Directive Habitats (92/43/CEE) visant à maintenir ou à rétablir le bon état de conservation de certaines espèces ou habitats particuliers, considérés comme menacés, vulnérables ou rares dans la ou les régions biogéographiques concernées (data.gouv).

Le bassin versant ne comprend aucun site d'intérêt communautaire. Cependant, à moins d'une quinzaine de kilomètres de ce dernier, situe un site d'intérêt communautaire de 8 km² (Figure 42) à proximité immédiate de la forêt domaniale de Chinon, elle-même comprise dans le zonage du PNR. Il s'agit de landes sur sables argileux et de milieux tourbeux.

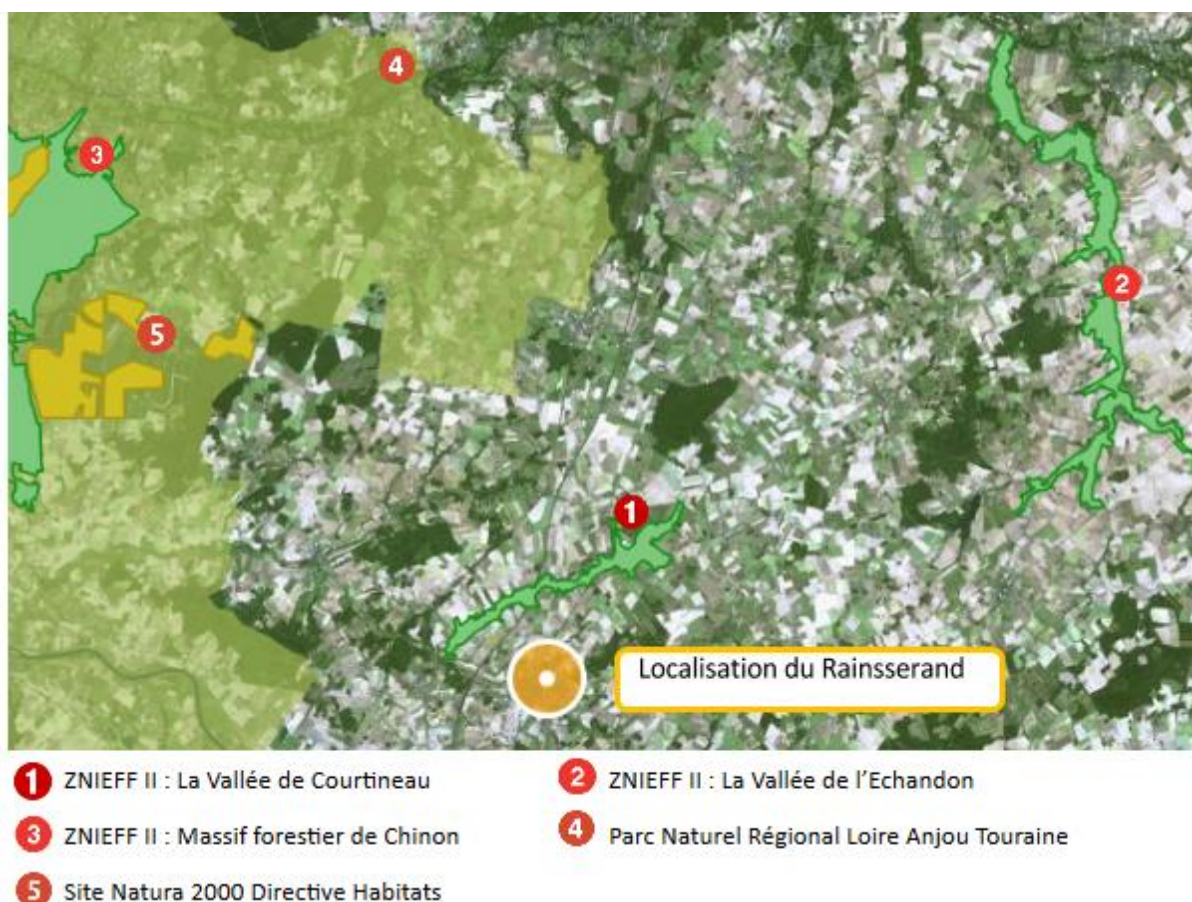


Figure 42: carte présentant les différents instruments de connaissance et de protection en matière de patrimoines naturel qui jouxtent notre bassin versant, Source: Géoportail

2.3.2.5. Les corridors écologiques

Le bassin versant est traversé par des corridors écologiques potentiels à préserver et se trouve à proximité d'une zone de corridors diffus (Figure 43). Ces éléments pourraient être intéressants pour augmenter l'aire de répartition des espèces. Néanmoins, il y a également une intersection avec des infrastructures terrestres difficilement franchissables ; ce qui peut perturber le déplacement des espèces sur le territoire.

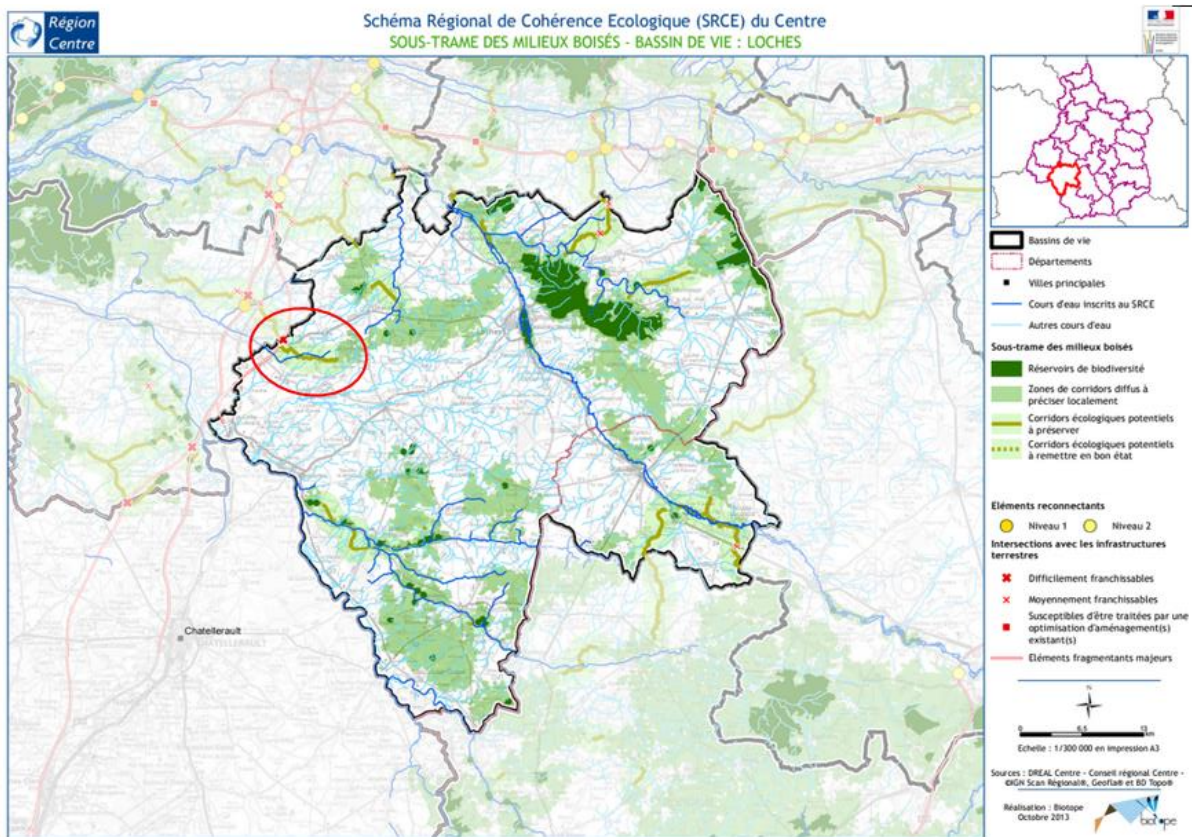


Figure 43: carte des sous-trames des milieux boisés, Source : Schéma de cohérence écologique du Centre, 2014

2.4. Les usages et conflits d'usages du bassin versant

2.4.1. Population et usage domestique

Le bassin versant a un attrait touristique limité. Quelques sites sont notables aux limites du bassin versant et attire des personnes ayant un fort intérêt pour la nature. Quelques sentiers de randonnées passent pourtant par endroit à proximité du cours d'eau. L'activité principale est l'agriculture.

2.4.1.1. Démographie

En moyenne, la population dans les communes de Sepmes et Bossée est très nettement inférieure à celle de Sainte-Maure-de-Touraine. Le nombre d'habitants de chaque commune quant à lui reste relativement constant sur les 27 années observées (Figure 44). Il a donc été supposé que ces communes subissent une faible pression anthropique, ce qui est confirmé lors du calcul du taux d'accroissement de la population par la formule :

$$\text{Taux d'accroissement} = \left(\frac{(\text{population année}+5) - \text{population année}}{\text{population année}} \right) * 100$$

Bossée et Sepmes possèdent un nombre d'habitants très faible, ce qui a pour conséquence de faire varier fortement le taux d'accroissement pour chaque année étudiée. Cela rend l'interprétation de cette variable très peu fiable. Sainte-Maure-de-Touraine possède un plus grand nombre d'habitants mais des variations fortes du taux d'accroissement sont également observées. Si nous nous en tenons aux moyennes calculées (en négligeant l'illusion statistique probable causée par le faible nombre d'habitants et de mesures), l'accroissement de la population est faible (Figure 44 et 45). Pour information, le taux d'accroissement moyen de la population française sur 15 ans est de 3,22% (INSEE).

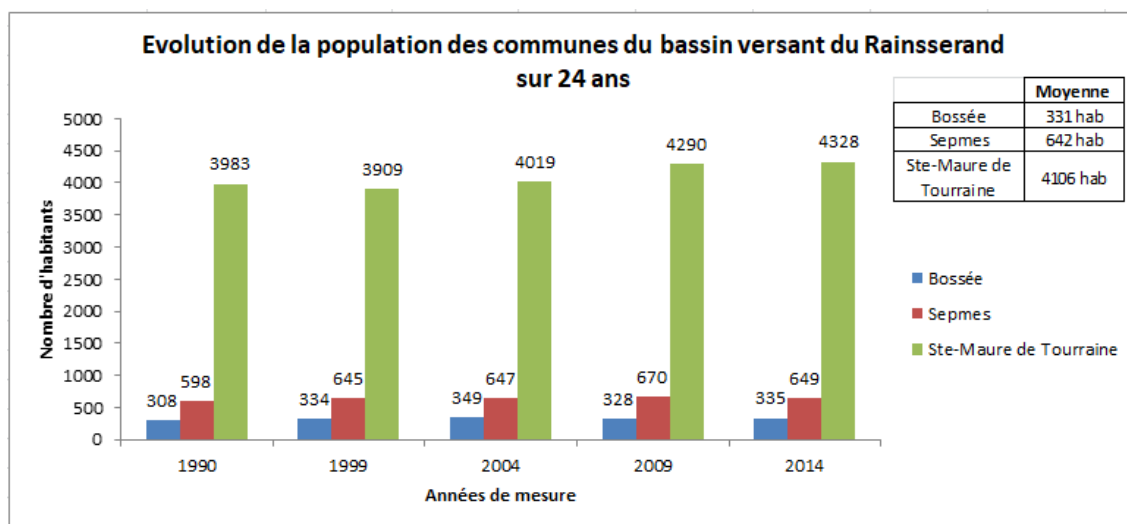


Figure 44: graphique de l'évolution Evolution de la population des communes du bassin versant du Rainsserand sur 24 ans, Source : wikipedia

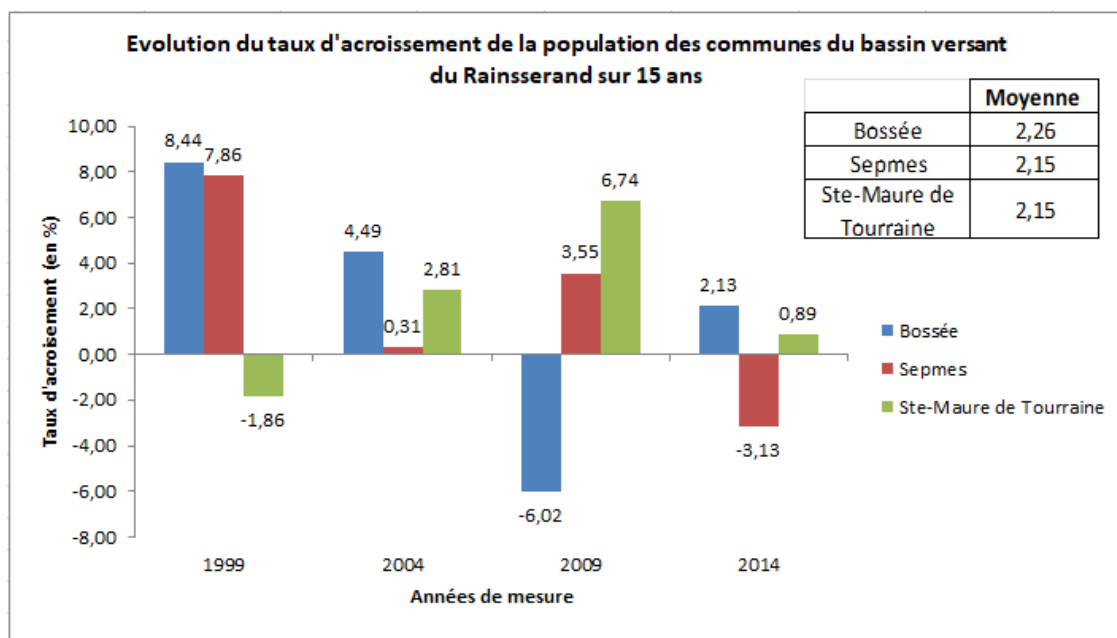


Figure 45: graphique de l'évolution Evolution du taux d'accroissement de la population des communes du bassin versant du Rainsserand sur 15 ans, Source : wikipedia

➤Conclusion :

Sepmes, Bossée et Sainte-Maure-de-Touraine possèdent un faible nombre d'habitants et un taux d'accroissement faible, ce sont donc des zones peu sujettes à une urbanisation future.

2.4.1.2. Assainissement

Les deux communes majoritaires du bassin versant du Rainsserand possèdent des valeurs de rejets comprise entre 200 à 1999 équivalent par habitant (SATESE37). C'est une faible valeur (par comparaison, la commune de Joué les Tours possède des valeurs comprises entre 10 000 et 49 999 éq-hab). Il a donc été supposé que l'assainissement de Sepmes et Bossée serait non collectif ou petit collectif.

➤ Sepmes :

La commune de Sepmes gère son utilisation de l'eau en régie, c'est à dire que la mairie gère directement tous les services relatifs à l'assainissement avec ses propres ressources financières. (Collectivités.gouv).

L'assainissement est petit collectif par les Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU) "Mazière" pratiquant le lagunage aéré (code sandre : 0437247S0001) et "Les Côteaux", utilisant des filtres à sable enterrés ou infiltration par percolation enterrée (code sandre: 0437247S0002),(Sandre France). qui sont toutes les deux situées en aval du Rainsserand et sous son bassin versant. Elles sont gérées par le syndicat mixte SATESE37 (Syndicat d'Assistance Technique pour l'épuration et le suivi des Eaux) (SATESE37)

➤ Bossée :

L'assainissement de la commune de Bossée est également géré en régie et emploie le SATESE37 pour un assainissement non collectif par disques biologiques dans la STEU "La Grande Pièce du Haut Chemin" (services de l'eau de France et Degan et *al.*,2015).

L'assainissement de chaque commune majoritaire sur le bassin versant du Rainsserand est donc de type petit collectif. La position de chaque STEU déterminée par son code sandre a démontré qu'aucune de ces installations n'est présente sur notre bassin versant ou à proximité directe, elles ne sont donc pas à prendre en compte dans les sources de perturbation potentielles du bassin versant du Rainsserand (Figure 46).

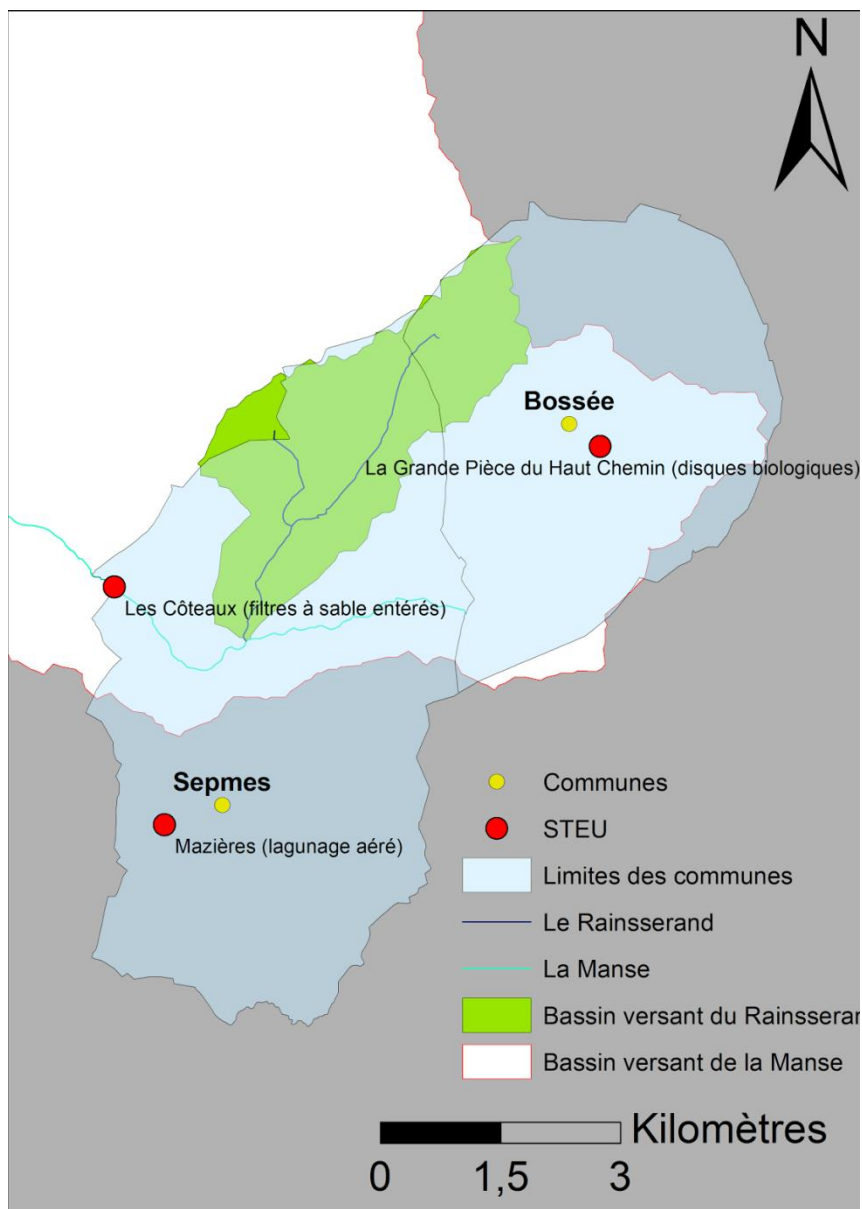


Figure 46: carte des Stations de Traitement des Eaux Usées des communes majoritaires du bassin versant du Rainsserand (Source: IGN, 2015, BD Topo, département 37)

2.4.1.3. Industrie

Aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement nécessitant des précautions particulières pour limiter leur pollution tant vis-à-vis de l'environnement que de la santé publique, n'est présente sur le bassin versant. Trois sont cependant présentes sur Sainte-Maure-de-Touraine.

La commune de Sepmes a cependant deux anciens sites industriels, selon la base de données BASIAS (Géoportail), qui recense les sites industriels abandonnés ou non pouvant potentiellement être source de pollution pour l'environnement. Cependant ces sites sont dans la partie sud de la commune et ne concernent donc pas le bassin versant du Rainsserand. De plus leur activité a cessé ce qui réduit davantage leur impact sur le bassin versant de la Manse.

Aucun rejet industriel n'est donc à prendre en considération dans l'étude du bassin versant.

2.4.1.4. Activités agricoles

Le bassin versant se trouve en zone vulnérable par rapport à la directive européenne nitrates du 12 décembre 1991 (Figure 47). Pour lutter contre la surcharge en nitrates issus de l'agriculture, un zonage a été mis en place selon les valeurs des concentrations en nitrates afin de déterminer les zones les plus sensibles. Les zones vulnérables correspondent à des zones pour lesquelles la concentration dépasse 50 mg/L. Cependant, ces informations sont à nuancer. Effectivement, dans la partie hydrochimie, il a été noté que les valeurs de ces concentrations ne dépassaient pas 30 mg/L suite aux mesures réalisées par le syndicat de rivière. Néanmoins, ces valeurs correspondent aux résultats obtenus sur l'ensemble du bassin versant de la Manse, il y a quelques années. De nouveaux prélèvements pourraient être réalisés afin d'obtenir des valeurs plus précises concernant le Rainsserand et voir l'évolution des valeurs par rapport à celles du bulletin de la Manse de 2013. Des précautions sont donc à prendre pour freiner la présence des nitrates, source potentielle de pollution importante des cours d'eau. De plus, les produits phytosanitaires représentent également un enjeu important sur cette zone.

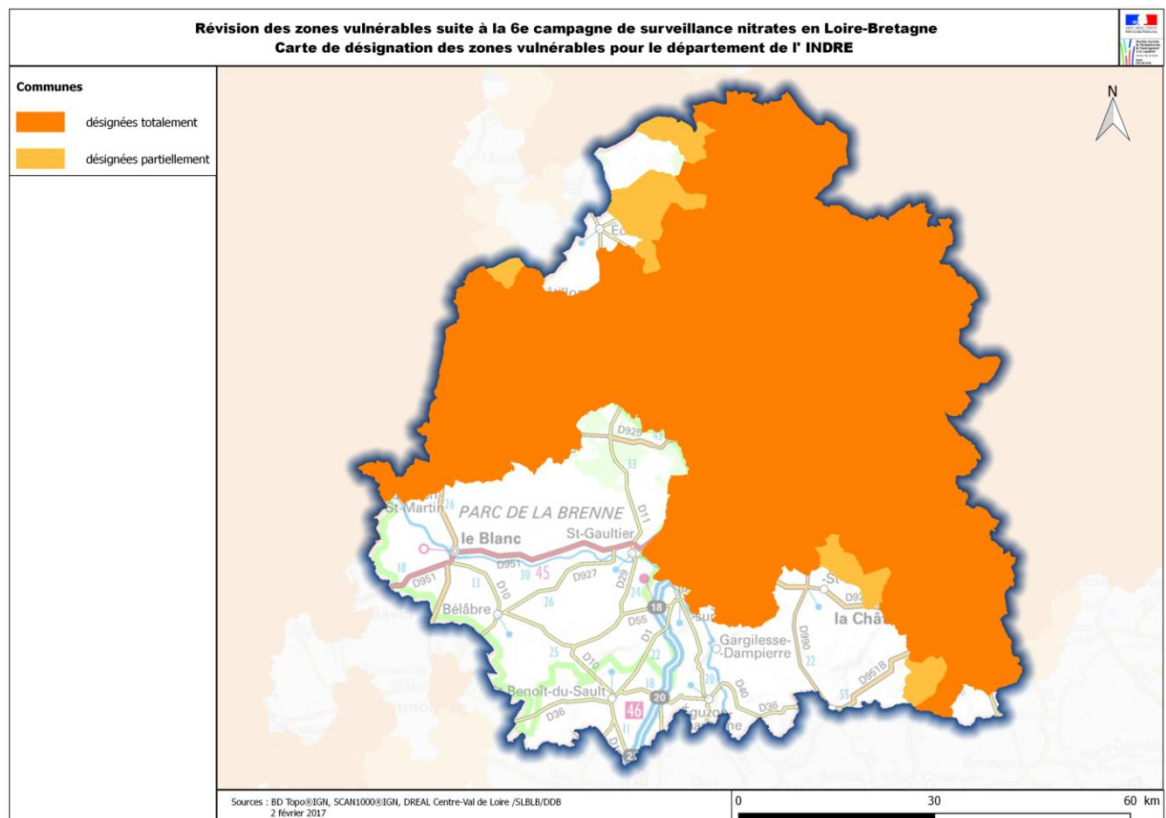


Figure 47: carte des zones classées vulnérables en Indre-et-Loire, Source : DREAL, 2017

Les communes de Sepmes et Bossée occupent la majorité du territoire. En effet, elles couvrent environ 94% de la surface du Bassin versant, par conséquent Sainte-Maure-de Touraine, ne représentant qu'une partie infime du territoire, sera négligé pour l'analyse agricole.

Comme le montre la figure 48 la superficie agricole utile diminue progressivement entre 1988 et 2000 (diminution de 2,5 %) puis la diminution s'accroît entre 2000 et 2010 puisqu'elle est de 15,1 %. Sur une échelle d'une vingtaine d'années la surface agricole utile a chuté de 17,7 %. Conjointement il y a une diminution du nombre d'exploitations agricoles qui à l'inverse est plus forte entre 1988 et 2000. De manière générale la diminution du nombre d'exploitation agricole est plus importante que celle de la surface agricole puisqu'elle est de 42 % entre 1988 et 2010.

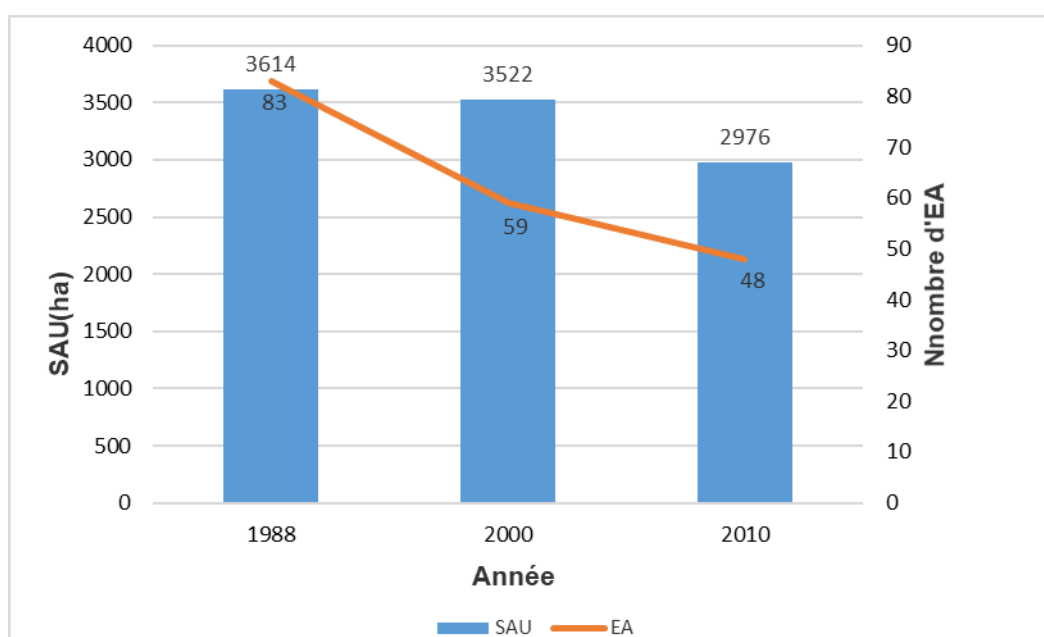


Figure 48: évolution du nombre d'exploitations agricoles et de la SAU de Sepmes et Bossé, Source : Agreste, Recensement agricole 2010

Puisqu'il y a une moins forte diminution de la surface agricole par rapport à la diminution du nombre d'exploitation, il peut être émis comme hypothèse que les exploitations cessant leur activité ont de petites surfaces ou qu'elles sont en partie récupérées par d'autres exploitations, causant une augmentation moyenne de leur SAU.

Les exploitations sont orientées vers de la polyculture et du polyélevage. Concernant l'élevage, les données de l'Agreste montrent que l'élevage bovin est important sur le territoire. En général, le nombre de bêtes diminue entre 2000 et 2010 quel que soit le type d'élevage de même que le nombre d'exploitations avec cheptel. Ce qui pourrait s'expliquer par la cessation de cette activité par certaines exploitations. Cependant, il faut noter que l'analyse des cheptels et leur évolution est limitée par le secret statistique.

De même, la surface utilisée pour la culture et les exploitations diminue également. Il est possible de représenter la répartition des différents types de cultures sur le bassin versant (Figure 49). La plus grande proportion de culture est constituée de céréales d'hiver.

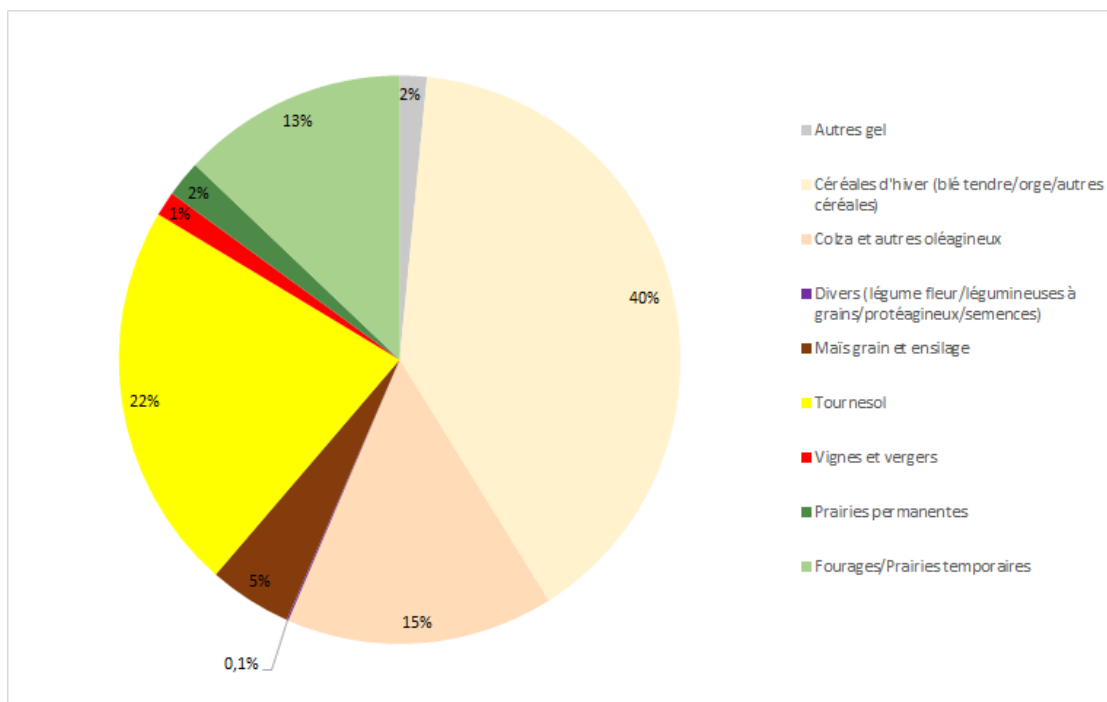


Figure 49: Diagramme des pourcentages des différents types de culture sur le bassin versant, Source : IGN,2014,RPG.

➤ICPE Agricoles

Les activités agricoles pouvant engendrer un risque ou générer des pollutions ou nuisances, pour la sécurité et la santé des habitants et l'environnement sont soumis à la législation des installations classées. Seul la commune de Bossée dispose d'une ICPE agricole mais elle ne fait pas partie du bassin versant du Rainsserand (Data gouv 2017) et n'aura aucun impact sur celui-ci.

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

La gestion du bassin versant du Rainsserand est effective au niveau local, cependant beaucoup d'organismes interviennent, dans des proportions différentes, pour guider au mieux les interventions existantes et à venir.

Avant tout l'Europe joue un rôle, certes à une échelle très éloignée du Rainsserand, mais l'influence quand bien même au travers de différents textes de loi et notamment la DCE de 2000, qui impose une structuration des actions par grands bassins hydrologiques (au nombre de 6 en France métropolitaine), une transparence de la politique de l'eau accrue et une planification de la gestion des travaux avec une méthode rigoureuse de travail. Ce texte de loi a été transposé dans la loi française en 2004 mais la loi LEMA de 2006 est plus concrète en terme d'action, les changements visibles à une échelle plus zoomée sont ceux concernant la restructuration des institutions et l'amélioration des conditions d'accès à l'eau et à l'assainissement. Cette dernière est confiée aux communes.

A l'échelle nationale, l'organisme le plus présent est l'AFB. Cet organisme remplace depuis janvier 2017 l'ONEMA dans les fonctions de protection et restauration du bon état écologique des milieux aquatiques. Le Comité National de l'Eau est moins proche des communes et donne son avis sur des projets impactant une grande partie du territoire français.

A l'échelle régionale, la DREAL tente de mettre en œuvre les mesures adoptées lors du Grenelle de l'Environnement. Elles ont un rôle de coordination et de contrôle de la qualité de l'eau. La région Centre-Val-de-Loire doit également répondre aux objectifs du contrat Etat/Région de 2013 visant à :

- préserver la ressource en eau,
- restaurer le bon état de la ressource,
- développer une utilisation raisonnée de cette ressource

Pour ce faire elle a choisi de déléguer et ainsi de passer des contrats notamment avec l'Agence de l'eau Loire Bretagne, les départements et les syndicats de rivière (Région Centre-Val-de-Loire).

A l'échelle du bassin hydrologique, l'Agence de l'eau Loire Bretagne et le comité de bassin sont présents. L'agence de l'eau est un organisme financier car elle reçoit des redevances sur les principes pollueur-payeur et l'eau paye l'eau. Elle peut ainsi financer une partie des projets environnementaux et apporter une aide technique si besoin. La dimension pédagogique est également importante pour informer les citoyens et les sensibiliser sur les comportements écoresponsables à adopter.

Au niveau du département, la DDT intervient dans la prévention des risques naturels, la promotion du développement durable mais aussi au travers de la mise en œuvre de politiques agricoles et de politiques environnementales, de transport, de logement, d'aménagement et d'urbanisme. Le SATESE 37 est un organisme public en charge de l'assistance technique sur l'assainissement collectif ou non collectif. Enfin, la chambre d'agriculture du département est sollicitée autant pour des missions d'interventions que de consultations auprès des agriculteurs.

Les communes de Sepmes et Bossée font partie de la communauté de communes de Loches qui a une fiscalité propre. Cet EPCI a 28 compétences sur son territoire concernant la production et la distribution d'énergie, l'environnement et le cadre de vie, le sanitaire et social, le développement et l'aménagement économique, le développement et l'aménagement social et culturel, l'aménagement de l'espace, la voirie, le développement touristique, le logement et l'habitat et d'autres domaines couvrant par exemple les réseaux de communication et la mise en place d'aire d'accueil pour les gens du voyage (BANATIC).

Au niveau du cours d'eau, le syndicat de la Manse et de ses affluents réalise des aménagements hydrauliques, intervient auprès des agriculteurs et informe la population via le Bulletin de la Manse. Les agriculteurs ont également un poids important vu qu'ils travaillent pour certains en bordure du cours d'eau et sont susceptibles de polluer le cours d'eau directement ou de créer des aménagements pour le protéger tels que les bandes enherbées. Les élus locaux peuvent également prendre des mesures. Les riverains du cours sont également tenus d'entretenir les berges du cours d'eau.

L'interconnexion entre tous ces acteurs est complexe, sa représentation en figure 50 explique l'emboîtement des échelles qui est très délicat.

Les éléments en rouges sont les facteurs qui freinent voir empêchent les actions pour le retour d'un bon état écologique dans le cours d'eau. Ainsi les rejets des agriculteurs et demandes additionnelles des élus freine le travail de terrain des techniciens de rivière.

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

Le bassin versant du Rainsserand est majoritairement agricole. En effet, la partie "Occupation du sol" a montré l'importance de la surface utilisée pour cette activité. Même si le territoire présente de bonnes potentialités agricoles, l'hydromorphie prononcée du sol ne permet pas l'installation de ce type d'exploitation sans aménagement préalable de la zone. C'est pour cela que de nombreux drains ont été conçus afin d'évacuer le surplus d'eau sur ces terrains. Cependant, ces drains se jettent directement dans le Rainsserand, ce qui peut provoquer une pollution physique du cours d'eau par l'apport de particules fines. Cet apport de MES peut également être engendré par l'érosion. Effectivement, l'étude des sols et la prospection sur le terrain a pu mettre en évidence la sensibilité du sol face à l'érosion. L'augmentation du débit solide dans ce ruisseau pourrait être à l'origine d'un envasement et du colmatage de celui-ci, expliquant ainsi la pauvreté de la biodiversité aquatique.

De plus, la pression agricole peut aussi entraîner une pollution chimique. Le bassin versant se situe en zone vulnérable concernant les nitrates. Même si les valeurs obtenues lors des mesures sont en-dessous de la norme, le risque sur ce territoire n'est pas négligeable. Par ailleurs, la présence de cultures implique souvent l'utilisation d'autres polluants comme les produits phytosanitaires.

En somme, le bassin versant du Rainsserand subit deux types de pressions : physique et chimique. La pression physique semble être source d'une pollution lourde de conséquences pour le cours d'eau, tandis que la pollution reste hypothétique. Des mesures complémentaires de la qualité de l'eau permettraient de savoir si les hypothèses formulées sont avérées ou non et donc de savoir si des mesures environnementales pourraient être pertinentes pour ramener la biodiversité.

2.7. Diagnostic

2.7.1. Atouts et contraintes / Opportunités et menaces

Tableau 11: récapitulatif des atouts, contraintes, menaces et opportunités du bassin versant

ATOUTS	CONTRAINTES
<ul style="list-style-type: none"> ○ Bonne potentialité agricole ○ Bonne qualité chimique du cours d'eau ○ Patrimoine induisant un potentiel attractif : biodiversité et habitats troglodytiques ○ Faible population : impact de l'Homme moins important par rapport à une ville ○ Nombre d'acteurs importants : syndicat de rivière chargé de l'entretien et de la gestion du bassin versant, élus membres du syndicat, bonne relation entre les acteurs et le syndicat de rivière 	<pre> graph TD A[Apport potentiels de particules] --> B((Envasement)) B --> C[Impact sur la biodiversité aquatique : mauvais IPR] C --> A </pre> <ul style="list-style-type: none"> ○ Hydromorphie importante sur le territoire : installation de drains qui se jettent directement dans le cours d'eau pour compenser ○ Apport potentiels de particules ○ Envasement ○ Impact sur la biodiversité aquatique : mauvais IPR ○ Grande surface de terre battante : Sensibilité face à l'érosion ○ Ruissellement ○ Pente plus élevée en fin de bassin versant : risque d'érosion ○ Surface agricole importante ○ Zones tampons peu présentes sur certaines zones : densité des haies hétérogènes souvent parallèles à la pente, peu de bandes enherbées entre les parcelles ○ Habitats troglodytiques et cavités : fragilisation de la roche et patrimoine à prendre en compte ○ Intérêts divergents des différents acteurs : concertation nécessaire
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> ○ Présence d'espaces naturels sur le bassin versant ○ Corridors à proximité <p>➡ Développement de l'attractivité possible</p> <p>➡ Liaison entre ces espaces possible</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Risque de pollution : zone en vigilance nitrates, utilisation de produits phytosanitaires ○ Erosion potentielle

3. Deuxième partie : enjeux, objectifs et préconisations

3.1. Enjeux et objectifs

Au regard de notre diagnostic, nous avons choisi d'axer notre projet autour de 5 actions comme notamment la mise en place de bandes enherbées, de haies et d'une zone humide artificielle. Toutes visent à réduire les impacts des pressions exercées par l'agriculture sur le cours d'eau. Ces trois actions sont en réalité similaires et constituent ce que l'on appelle des zones tampons.

Les zones tampons peuvent assurer différentes fonctions selon la manière dont elles sont conçues et positionnées sur le bassin versant. Certaines configurations seront plus adaptées que d'autres pour atténuer un type de transfert donné. Ainsi, il est important de bien connaître les différentes possibilités pour choisir le type de dispositif le plus adapté au contexte.

Dans notre cas, nous cherchons principalement à réduire:

- 1) l'apport de matières organiques en suspensions (MES), de contaminants adsorbés et d'azote organique
- 2) les produits phytosanitaires solubles


Ainsi, c'est par le biais de la mise en place de zones enherbées et de haies que nous tenterons de limiter les transferts de MES, de contaminants adsorbés et d'azote organique qui s'effectuent majoritairement par ruissellement et secondairement en sortie de drainage agricole.

En effet, grâce à la végétation installée, la mise en place d'une zone tampon sèche permettrait d'une part d'augmenter la perméabilité du sol et d'autre part, de ralentir l'écoulement et donc de ce fait augmenterait son infiltration. La décantation des MES au sein de ce dispositif serait permise grâce à la diminution de la vitesse de l'écoulement. D'après des travaux de l'AREAS pour des débits spécifique allant 2 à 6 l/s/ml, "lorsqu'elles sont bien positionnées, dimensionnées et entretenues, les haies et fascines peuvent intercepter entre 74 et 99% de la charge solide transportée par ruissellement".

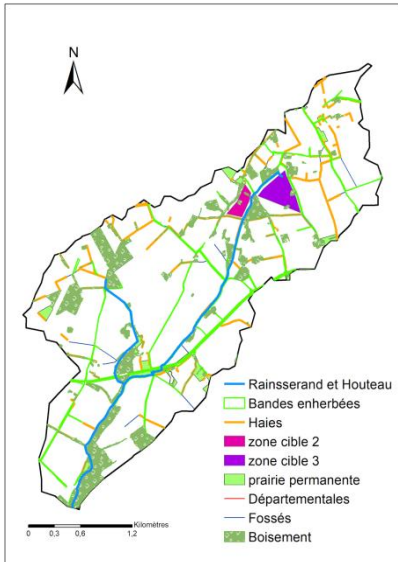
Les produits phytosanitaires solubles ont quant à eux pour spécificité d'être exportés vers le cours d'eau quel que soit le mode de transfert hydraulique mis en jeu. La pollution causée par les pesticides sera donc quant à elle retenue et dégradée à l'aide d'une zone humide artificielle.

3.2. Mesures d'aménagement de l'espace - fiches action

3.2.1. Travail sur la sensibilisation des agriculteurs

Fiche action n° 1	Sensibilisation des agriculteurs	Priorité : Importante
		Capacité de Réalisation : Moyenne
Objectifs :		
<p>-Sensibiliser les agriculteurs de l'ensemble du bassin versant aux différentes pressions que leur activité exerce sur le cours d'eau</p> <p>- Concertation entre agriculteurs, syndicat de la Manse & chambre d'Agriculture 37 afin de pousser les agriculteurs à poursuivre des efforts présents mais pour le moment insuffisant au regard de la qualité du cours d'eau actuel</p> <p>- Initier des changements dans certaines idéologies</p>		
Constat:		
<p>- 82,3% de la surface du bassin versant est agricole</p> <p>- Amont du bassin versant plus agricole que l'aval</p> <p>- Drainage de surface et souterrain important surtout en amont</p> <p>- Utilisation par certains agriculteurs d'intrants comme des produits phytosanitaires (source: enquêtes)</p> <p>- Mesures compensatoires telles que les haie/bandes enherbées non suffisantes en terme de nombre et de taille</p>		
Méthode : Pour réussir la sensibilisation, deux conditions sont primordiales:		
<ul style="list-style-type: none">• Conditions de communication: trouver des messages convaincants passe par le fait de trouver des outils adaptés au contexte particulier de communication. Recenser les supports pédagogiques déjà existants sur la thématique auprès de ce public et les évènements locaux organisés sur le sujet de la vulnérabilité du cours d'eau aux pressions agricole et en faire une analyse comparative.• A la suite de cela, mise en place d'outils d'autodiagnostic (Quizz sur la forme d'un jeu de questions-réponses portant sur la connaissance des conséquences de la pollution du cours d'eau par les nitrates/phosphore/particules fines sur l'écosystème et les services écosystémiques qui nous sont rendus par la nature/expositions mobile légère de plusieurs panneaux illustrant la problématique et le solutions proposées/diffusion documentaire• Conditions d'animation: faire porter la sensibilisation par des médiateurs pertinents au regard des exploitants. Possibilité de mise en place de réunions trimestrielles entre agriculteurs, chambre d'agriculture 37 et Syndicat de la Manse afin de guider aux mieux les agriculteurs vers une démarche plus écologique.		

3.2.2. Mise en place de zones humides artificielles

Fiche action n°2	Création d'une Zone Tampon Humide Artificielle végétalisée (ZTHA)	Priorité : Importante
		Réalisation : Difficile
Objectifs : <ul style="list-style-type: none">● Réduire la contamination phytosanitaire● Renforcer les berges contre l'érosion		Localisation: Zones 2 et 3
Méthode : <ul style="list-style-type: none">● Réaliser un diagnostic hydrologique des zones d'intérêt● Réaliser un bilan financier du cout des opérations d'aménagement● Réaliser une demande d'autorisation auprès de la DDT● Construire● Planter● Entretenir● Coût moyen : 7500 euros pour 1000 m³		
Atouts/contraintes de la méthode : <ul style="list-style-type: none">● Atouts : projet peu onéreux, entretien facile, plusieurs bénéfices engendrés● Contraintes : études pré-implantation nécessaire, espace vaste demandé, fenêtre de 10 à 100 ha maximum		
Politique de mise en place : <p>Demande d'autorisation à adresser à la police de l'eau de la DDT car aménagement régit par la Loi sur l'eau selon la nomenclature de l'article R. 241-1 du code de l'environnement</p>		

➤Création d'une Zone Tampon Humide Artificielle (ZTHA):

L'écoulement direct des eaux de ruissellement et des rejets de drains dans des fossés d'évacuation s'écoulant ensuite dans le Rainsserand est le problème majeur qui a été identifié sur notre bassin versant. En plus de favoriser l'érosion et d'augmenter le débit de charge solide dans le cours d'eau, cela représente une voie d'accès directe pour les intrants et phytosanitaires agricoles dans le Rainsserand. Nous avons donc un problème d'ordre physique et chimique.

La solution la plus adaptée qui a été trouvée est de créer au minimum deux ZTHA dans les deux zones les plus impactées par ces rejets de drains et processus de ruissellements : les zones 2 et 3. En effet le bassin de rétention créé par cette initiative aurait de nombreux rôles bénéfiques pour améliorer la qualité de l'eau et réduire localement le phénomène d'érosion constant.

Les eaux issues des drains et des ruissellements se concentrent dans un endroit précis sans courant. Les MES et les éléments chimiques ont donc le temps de se déposer par décantation et de se faire fixer ou dégrader par les végétaux et les bactéries qui auront été implantés artificiellement et naturellement dans cette zone.

Deux types d'installation de ZTHA sont possibles. La ZTHA branchée en série, à la sortie des exutoires des drains ou la ZTHA branchée en parallèle au fossé d'évacuation des drains. La première agit comme une zone de stockage et de dilution des eaux, la seconde nécessite la manœuvre d'une vanne par l'utilisateur (pour orienter la direction des flux d'eau) (Tournebize J., et *al.*,2015) (Figure 52).

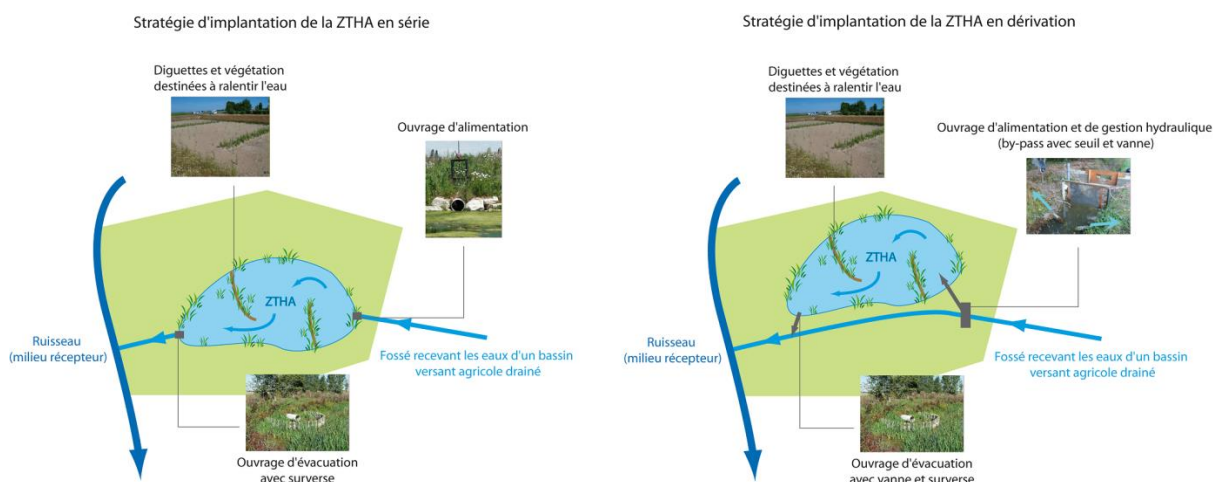


Figure 52: représentation des deux types de ZTHA possibles, Source : ONEMA

Si l'objectif principal est de réduire les entrées de nitrates, il faut privilégier l'installation en série qui aura un effet de dilution et de dénitrification plus important que le branchement en parallèle. Notamment par la profondeur plus importante du bassin en série. En revanche si l'on veut réduire les pesticides en priorité (ce qui est notre cas pour le bassin versant du Rainsserand) le branchement en parallèle est plus adapté. Couplé à une bonne gestion hydraulique avec la vanne, il permet d'adapter les débits d'eau entrants avec les périodes de l'année où l'utilisation des pesticides est la plus importante. De plus sa profondeur est plus faible et son couvert végétal plus important ce qui en fait une zone d'épuration bien plus efficace, en revanche il aura une capacité de stockage des eaux plus faible que celui-ci moins d'eau que le bassin installé en série (Tournebize et *al.*,2015).

Règlementation législation :

La réglementation pour pouvoir implanter une ZTHA est une procédure simple. Il faut dans un premier lieu déposer un dossier d'autorisation auprès du service de la police de l'eau de la Direction Départementale des Territoires car elle est soumise à la loi sur l'eau selon la nomenclature de l'article R. 241-1 du code de l'environnement (Tournebize et *al.*,2015).

Avant de déposer un dossier il faut avoir réalisé un diagnostic hydrologique préalable pour être sûr que l'implantation de cet ouvrage est réalisable et utile bien entendu, c'est ce qui a été fait en partie lors de notre chantier école. Si la demande est acceptée et le bilan financier de coût de construction réaliste, la construction peut avoir lieu. Il ne faut pas oublier de prendre en compte l'entretien annuel qu'il sera nécessaire de faire pour un fonctionnement optimal.

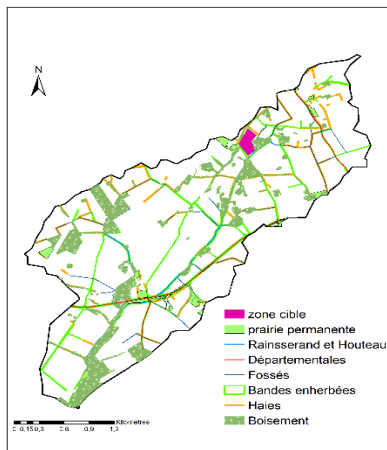
Coût :

Le coût moyen de construction a été estimé à 4,50 euros par m³ pour le terrassement seulement. Il faut également prendre en compte les coûts d'évacuation de la terre, la mise en place des vannes et l'entretien post-travaux. Cela revient en moyenne à un coût total de 7500 euros pour une zone tampon de 1000 m³ (Tournebize et *al.*,2015), frais d'entretiens annuels non compris. La DDT pourra fournir des informations sur les aides financières possibles allouées à cette construction, que le projet soit porté par un agriculteur ou une collectivité.

Depuis 2009 un grand nombre de SDAGE obligent la création de ZTHA si un projet de drainage des espaces agricoles est prévu (Tournebize J., et *al.*,2015). Les drains et fossés étant présents dans le sous bassin versant du Rainsserand depuis une date antérieure à 2009, il est donc normal de ne pas observer ce type d’ouvrage autour du Rainsserand. Cela conforte notre idée de l’utilité de réaliser plusieurs ZTHA dans les zones d’intérêt 2 et 3 du bassin versant.

L’implantation de plusieurs ZTHA dans le bassin versant du Rainsserand serait donc un projet d’aménagement intéressant et réalisable aux vues du diagnostic qui a été réalisé par notre groupe.

3.2.3. Création de bandes enherbées

Fiche action n° 3	Les bandes enherbées	Priorité : Importante
		Capacité de réalisation : Facile
Objectif : Mise en place de bandes enherbées le long des parcelles et du cours d'eau <ul style="list-style-type: none">• Ralentissement et dispersion des écoulements de surface• Augmentation de l'infiltration (épuration)• Interceptions des particules fines• Protection contre la contamination directe par les traitements phytosanitaire		Localisation : zone 4 <div></div>
Méthode : <ul style="list-style-type: none">• Réduire la surface exploitée le long du cours d'eau et fossés pour la remplacer par une bande enherbée d'une largeur minimum de 5 mètres.• Espèces utilisées :<ul style="list-style-type: none">• Graminées• Légumineuses		
Atouts /contraintes de la méthode : <ul style="list-style-type: none">• Atouts : Réduction des pressions agricoles et augmentation de la biodiversité• Contraintes : Utilise de la surface agricole, nécessite de l'entretien		
Politique de mise en place : <p>Les aides financières versées par la PAC se font uniquement s'il y a respect des Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales. L'obligation d'implanter les bandes enherbées en fait partie, il n'y a donc pas d'aide financière s'il n'y a pas respect de cette obligation.</p>		

Sur la zone sensible n°4, il n'y a pas de bande enherbée le long des fossés et du Rainsserand, les cultures sont uniquement séparées par un petit fossé, il n'y a pas conséquent pas d'interception des eaux de ruissellement qui vont directement dans le cours d'eau.

L'objectif serait d'installer des bandes enherbées sur le contour des parcelles qui sont à proximité des fossés et du cours d'eau afin de permettre une rétention des MES, une infiltration et une protection contre les produits phytosanitaires et amendements agricoles.

La largeur minimale à installer serait de 5 mètres, plus la largeur est importante plus la bande enherbée assure de fonctions différentes et de manière complète comme le récapitule le tableau ci-dessous :

Tableau 12 : fonction assurée par la bande enherbée en fonction de sa largeur (CORPEN 2007)

5 mètres	10 mètres	10-20 mètres
Filtration des MES	Filtration MES Atténuation hydrique Protection biologique Azote Produits phytosanitaire (pulvérisés)	Phosphore Produit phytosanitaires

Afin d'avoir une action significative sur le plus de paramètres possibles, il paraît préférable d'implanter des bandes enherbées d'une largeur de 10 mètres.

Les types de plantes les plus appropriées sont les graminées et légumineuses.

Concernant les graminées, elles s'installent rapidement avec une densité importante, leur rugosité permet de ralentir les écoulements et de retenir les sédiments. Quant aux légumineuses, elles permettent en partie d'assurer le besoin en azote des graminées.

Le semis se réalisera en période de pousse rapide en mars/avril ou en septembre. Avec l'utilisation d'un mélange graminées et légumineuses, il sera nécessaire de réaliser deux passages lors du semis.

L'entretien des bandes enherbées se fera par broyage ou fauchage, une à deux fois par an et les ajouts d'engrais et de produits phytosanitaires est interdit.

Ce type d'aménagement et les méthodes employées peuvent également être réitérés sur d'autres zones du bassin versant où les zones enherbées sont jugées peu présentes ou trop étroites.

En effet les bandes enherbées ont un effet au niveau de la parcelle (protection contre les traitements, épuration, réservation des habitats) mais aussi à plus grande échelle. Un bassin versant fourni en bande enherbée aura une limitation du ruissellement et une bonne rétention des MES.

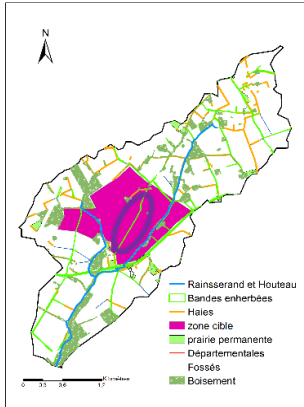
Présentation de l'aménagement

La figure 53 ci-dessous présente l'état initial de la zone puis l'état après aménagement. Il sera implanté des bandes enherbées d'au minimum 5 mètres le long du cours d'eau, d'un fossé et d'un chemin agricole. Grâce à ces structures, les ruissellements seront interceptés et les bandes enherbées pourront tenir leur rôle de zone tampon, ce qui n'était pas le cas auparavant.



Figure 53: montage photo de la situation avant aménagement (gauche) et après aménagement (droite).Source : Géoportail

3.2.4. Création d'une haie

Fiche action n°4	Implantation de haies	Priorité : Importante
		Capacité de réalisation : Moyenne
Objectifs :		Localisation : zone 1 
<ul style="list-style-type: none">• Capter les effluents agricoles, particulièrement les nitrates, phosphates et produits phytosanitaires• Limiter le déplacement des MES• Participer à la continuité écologique		
Méthode :		
<ul style="list-style-type: none">• Plantation d'espèces indigènes, buissonnantes ou arbustives et autres ligneux• Linéaire parallèle au cours d'eau		
Atouts/contraintes de la méthode :		
<ul style="list-style-type: none">• Atouts : limitation de la pollution du cours d'eau, apport de nitrate et phosphate à la flore• Contraintes : coupe la parcelle agricole, diminue sa surface, entretien nécessaire		
Politique de mise en place :		
Mise en place par l'agriculteur avec une aide financière de la PAC dans le cadre des MAE.		

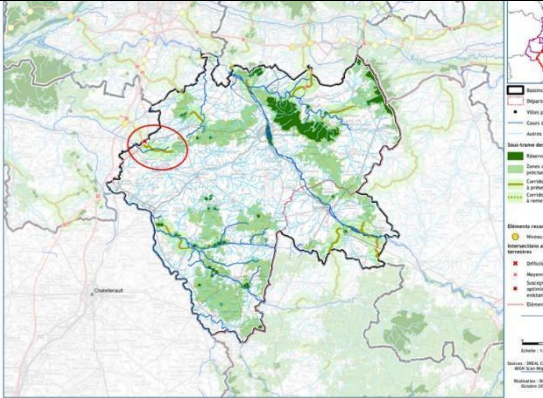
La zone 1 est un espace agricole de 1489819 m². Elle comporte, selon le RPG, une majorité de culture de céréales d'hiver, 3 parcelles de tournesol, 2 prairies temporaires et une parcelle de colza. La végétation ligneuse n'est pas très représentée et la zone ne renferme que 3 éléments parallèles au cours : 2 haies et une bande enherbée. Pour une telle surface, ces aménagements ne sont pas suffisants pour protéger le cours d'eau d'éventuels apports en provenance des champs. Par ailleurs, la bande enherbée coupant la zone en deux est susceptible d'être tassée par le passage d'engins agricoles, ce qui freine considérablement sa fonction primaire d'épuration de l'eau.

Le choix a été fait de remplacer cette bande enherbée par une haie longue de 700 mètres pour que les fonctionnalités de cette zone tampon soit optimales.

Les travaux d'entretien des haies sont à faire en dehors de la période de nidification des oiseaux qui se tient entre le 1^{er} avril et 31 juillet inclus. L'utilisation de désherbant chimique est également à proscrire. Les Mesures Agro-Environnementales permettent une rémunération des agriculteurs qui s'engagent pour minimum 5 ans à aller au-delà des impératifs légaux en matière de protection de l'environnement.

Le syndicat de la Manse et de ses affluents peut s'occuper de l'assistance technique en choisissant les essences et en prenant en charge l'entretien pour que l'agriculteur ne soit pas trop pénalisé dans l'exploitation de ses terres (Les services d'Etat du Finistère).

3.2.5. Continuité écologique du corridor

Fiche action n°5	Raccordement du bassin versant aux corridors à proximité	Priorité : Moyenne
		Réalisation : Moyenne
Objectifs : <ul style="list-style-type: none">• Participer à la continuité écologique• Création de zones de refuge• Diversification des habitats• Favoriser l'installation de populations d'espèces endémiques sur le territoire et augmenter la diversité génétique• Offrir des conditions favorables à l'accomplissement du cycle de vie des espèces• Permettre une plus grande mobilité des populations animales		Localisation  <i>Source</i>
Méthode : <ul style="list-style-type: none">• Création des différentes strates existant à l'état naturel par la plantation d'espèces indigènes, buissonnantes ou arbustives et autres ligneux, une variation de la hauteur d'herbe• Liaison avec les autres aménagements proposés et les corridors proches		
Atouts/contraintes de la méthode : <ul style="list-style-type: none">• Atouts : aucune perturbation des écosystèmes existants, création de zones tampon protégeant le cours d'eau des risques de pollution agricole• Contraintes : entretien et gestion nécessaire, empiètement potentiel sur la surface agricole		
Politique de mise en place : <p>Soutien financier du ministère de l'Environnement pour les appels à projets visant à soutenir des actions permettant la création d'une trame verte et bleue.</p>		

Les surfaces dédiées aux activités humaines s'étendent et empiètent de plus en plus sur les lieux de vie de nombreuses espèces. La conséquence la plus évidente de cette extension est la fragmentation des habitats. Afin de préserver la biodiversité et les écosystèmes, des infrastructures naturelles sont mises en place : les corridors écologiques.

La présence de multiples habitats, permettant la réalisation du cycle de vie d'une ou plusieurs espèces, reliés entre eux de manière fonctionnelle constitue un corridor écologique. De cette façon, il contribue aux interactions entre les individus, à la diversité génétique et à la recolonisation des milieux (Futura Sciences).

Au cours du diagnostic, il a été montré que le bassin versant abritait un grand nombre d'espèces dont certaines en danger critique d'extinction. De plus, des opportunités ont été mises en évidence, notamment la présence de corridors existants à proximité. Le territoire est donc propice à la mise en place d'une trame verte et bleue de plus grande envergure. Les aménagements proposés précédemment pourraient intégrer cette trame en étant reliés entre eux et aux corridors existants.

Pour aménager un corridor écologique, il faut d'abord recréer les différentes strates naturellement présentes dans les zones non anthropisées. Cela est permis grâce à la plantation d'arbres et d'arbustes, notamment à travers la mise en place de haies comme vue précédemment. Il faut également faire varier la hauteur de l'herbe (Naturama), élément essentiel pour les prédateurs et les proies (Figure 54).



Figure 54: photo représentant une variation de la hauteur d'herbe, Source : naturama.over-blog.com

Les zones humides réalisées pourront servir d'habitat ou de zones de refuge. Elles permettent aussi, la réalisation des cycles de vie de certaines espèces, notamment en ce qui concerne les insectes et les amphibiens. Il est important de préciser que chaque espèce végétale utilisée pour la formation du corridor doit impérativement être endémique afin de ne pas perturber les espèces présentes et les écosystèmes.

Enfin, des plans de gestion et d'entretien de ces espaces doivent être instaurés dans le but de les préserver. Cette gestion devra être différenciée, c'est à dire que le corridor sera divisé en plusieurs parties qui bénéficieront chacune d'un entretien spécifique de par son type et/ou sa fréquence. De cette façon, une diversité maximale des habitats et donc des espèces serait garantie. Par exemple, des zones pourraient être fauchées tardivement permettant ainsi la croissance de certains oiseaux et papillons. D'autres pourraient ne pas être entretenues volontairement, les tas de bois mort peuvent également servir de refuge à de nombreuses espèces animales.

Au sein du corridor, plusieurs acteurs sont impliqués dans la gestion : le syndicat de rivière, les élus, les habitants, les agriculteurs, chacun pouvant agir à son échelle pour le maintenir et le préserver, c'est pour cette raison qu'ils doivent être sensibilisés au préalable du fait de l'importance de cet aménagement.

3.3. Le coût des aménagements dans le bassin versant

La figure 55 ci-après montre l'emplacement des différents aménagements au sein du bassin versant. Les actions ne sont pas menées exclusivement le long du cours d'eau car les apports des parcelles agricoles peuvent se faire en grande partie avant d'atteindre celui-ci.

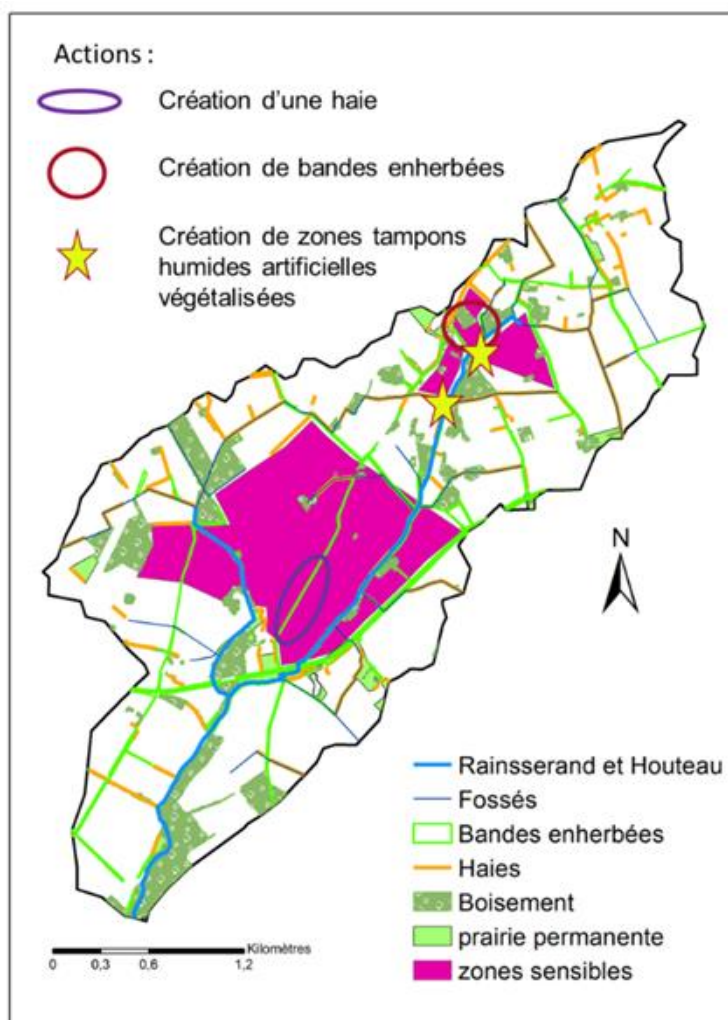


Figure 55: carte de localisation des différents aménagements proposés, source : IGN, 2014, RPG

3.3.1. Les bandes enherbées

Le coût de la mise en place d'une bande enherbée de 100 mètres de long et d'une largeur de 6 à 8 mètres coûte entre 17 et 25 euros par mètre linéaire. Ce prix comprend les divers frais de mécanisation et de carburant pour la préparation du sol, les faux-semis et l'implantation de la bande enherbée en question. L'entretien de la bande enherbée est calculé pour deux fauchages par an (Chambre régionale d'agriculture Centre-Val-de-Loire).

La réalisation de bandes enherbées sur le bassin versant serait globalement de 580 mètres linéaires, ce qui impliquerait les coûts présentés dans le tableau 12 ci-après.

Tableau 13 : coûts de l'installation de bandes enherbées

Aménagement		Pour 100 m linéaires	Pour 580 m linéaires
Bandes enherbées	Mise en place	25,00 €	145,00 €
	Entretien	8,00 €	46,40 €
Coût total			191,40 €

Ainsi pour l'aménagement de la zone sensible 4, le coût total de l'opération serait de 191,40 euros au maximum. Si la facturation de la mise en place était de 17 euros, le coût total serait de 145 euros, ce qui représente une différence de prix non négligeable.

3.3.2. La haie

Concernant l'ajout de la haie en zone sensible 1, le calcul du coût se fait en fonction des frais de préparation du sol, de préparation de la surface de plantation, de plantation et de la taille de la première pousse. Le prix pour 100 mètres de linéaires varie entre 535 et 710 euros. Pour l'entretien, les seuls éléments à prendre en compte sont la taille de la haie et l'entretien de la végétation non ligneuse au sol. Cet entretien peut revenir entre 10 et 13 euros (Chambre régionale d'agriculture Centre-Val-de-Loire). Le tableau 13 ci-dessous montre le prix maximum nécessaire à la réalisation de la haie.

Tableau 14: coût de l'installation de haies

Aménagement		Pour 100 m linéaires	Pour 700 m linéaires
Haies	Mise en place	710,00 €	4 970,00 €
	Entretien	13,00 €	91,00 €
Coût total			5 061,00 €

Le montant des travaux peut donc aller de 3 815 euros à 5 061 euros. La différence de prix est beaucoup plus importante que pour la mise en œuvre des bandes enherbées. Cela s'explique par l'utilisation de nombreux plants d'essences végétales différentes qui doivent être remplacés s'ils meurent. Le coût de remplacement d'un plant mort est de 10 euros.

Les dépenses présentées ici pour répondre au besoin en haie est à relativiser car il correspond à l'implantation d'une haie sur une surface productive hors, dans le cas présent, la haie est positionnée sur une ancienne bande enherbée.

3.3.3. Les zones tampons humides artificielles

Comme expliqué dans la partie “Continuité écologique du corridor”, le coût de mise en fonction des deux ZTHA est de 7500 euros pour 1000 m³. Les zones 2 et 3 font respectivement 4,48 ha et 10,70 ha, soit 44800 et 107000 m². Si l’on construit deux zones tampon de 10 ha chacune (surface minimale pour un bon pouvoir épurateur) en supposant que l’on creuse sur 1 mètre de profondeur seulement, les dépenses totales pour leur mise en place de deux ZTHA seraient de 150000 euros, frais d’entretien non inclus.

4. Conclusion Générale

Le bassin versant du Rainsserand est une zone majoritairement agricole et peu anthropisée où de fortes pressions sur sa biodiversité ont été observées. Tout d'abord, une érosion des berges et des sols des cultures. Les problèmes encourus sont un apport trop important en charge solide dans le cours d'eau qui entraîne un engorgement et empêche la vie aquatique de se développer à son optimum. De plus, les berges érodées sont plus susceptibles de s'effondrer et donc de progressivement faire perdre du terrain cultivable aux agriculteurs.

L'agriculture importante a également entraîné la mise en place d'un réseau de drainage (notamment en surface) et de fossés à grande échelle avec des rejets directs dans les cours d'eau du Rainsserand. Les conséquences sont un passage direct des éléments chimiques des cultures à l'eau du Rainsserand par infiltration mais aussi et surtout un apport fort de particules fines dans la rivière. Une eau de mauvaise qualité est moins susceptible d'accueillir une diversité d'espèces aquatiques importante, il en résulte donc un appauvrissement de la biodiversité aquatique. En effet aucun poisson ne fut observé lors de notre prospection terrain et l'indice IPR du Rainsserand est extrêmement mauvais. Enfin, il y a un certain nombre d'ouvrages de franchissement du cours d'eau, comme les buses, tunnels de dérivation qui peuvent modifier le lit naturel du cours d'eau et la continuité écologique et sédimentaire.

Dans le même sens, une faible présence de bandes enherbées et de haies entre les cultures et les fossés ne permet pas aux espèces animales de se réfugier et végétales de se développer facilement. Il leur est donc difficile pour les animaux de traverser les différentes zones de cultures sans danger comme les routes n'ayant pas de passage aménager pour la faune.

La répartition hétérogène des haies et bandes enherbées favorise les processus d'érosion des sols et de contaminations chimiques de l'eau sur certaines zones.

Les propositions d'aménagements se concentrent sur la diminution voire l'arrêt des sources premières de perturbation. Pour cela nous avons choisis de nous focaliser sur trois zones où les problèmes cités sont les plus importants. Ce sont des zones situées dans la partie médiane et supérieure du bassin versant du Rainsserand.

Afin de limiter l'érosion des berges, des ajouts de bandes enherbées et des haies ont été proposés, leur pouvoir tampon sera complété par la création de zones tampons humides végétalisées au niveau des sorties des différents drains placées en parallèle des fossés afin de collecter et réduire le plus possible l'impact des produits phytosanitaires agricoles sur les eaux. Ce système de branchement en parallèle nécessitera un entretien et donc l'éventuelle participation des agriculteurs occupant ce bassin versant. Un travail de sensibilisation des exploitants apparaît ici nécessaire pour que les propositions soient au mieux acceptées.

5. Bilan personnel

Le chantier école est un exercice permettant d'appliquer et d'approfondir les connaissances acquises au cours des enseignements. De cette façon, nous avons pu notamment enrichir nos compétences en cartographie en prenant en main des logiciels tels que Arcgis, ce qui est un véritable atout pour la suite de notre parcours professionnel.

Au cours de cette étude, nous avons pu prendre conscience de la multiplicité des champs scientifiques nécessaires pour établir le diagnostic complet d'un bassin versant. De plus, cela nous a permis d'apprécier l'importance des acteurs lors de la mise en place d'un projet. En effet, la concertation est un élément indispensable à la réussite de celui-ci, élément que nous avons pu comprendre en prenant contact avec chacun des acteurs agissant sur le territoire étudié.

Le chantier école est aussi et surtout un travail de groupe. A travers cet exercice, nous avons appris à gérer les difficultés du travail en équipe, puis de tirer partie de ses avantages. Enfin, il nous a permis de prendre conscience des désagréments auxquels nous pourrions être confrontés à l'avenir et de la difficulté de produire un rapport dans le délai imparti.

En somme, il s'agit d'une vraie mise en situation professionnelle où nous avons pu entrevoir les missions qui pourront nous être attribuées. Malgré les difficultés rencontrées, le chantier école constitue une véritable opportunité de tester nos limites, progresser et acquérir une certaine expérience professionnelle nécessaire en ingénierie.

6. Comparaison entre les deux sous bassins versant

Caractéristiques	Montgoger	Rainsserand
Surface	30,5 km ²	8,5 km ²
Réseau hydrographique	10 km + 3 affluents principaux	5 km + 1 affluent principal
Géologie	Quaternaire à l'amont, tertiaire dans la partie médiane et secondaire proche du cours d'eau	BV siliceux (94%) Peu carbonaté (6%) Dépôts à l'affleurement jeunes et peu épais
Pédologie	Hydromorphie temporaire sur les parties hautes du BV due à l'imperméabilisation des sols. Sols plus perméables à l'aval proche du cours d'eau, avec un bon potentiel agricole Peu de drainage	Terre battante voire très battante Hydromorphie temporaire sur presque tout le BV → drainage Majorité sols bruns lessivés
Erosion	Globalement faible sur la partie amont et plus forte dans l'espace de céréaliculture	Erosion forte sur les berges du cours d'eau
Topographie	Zone de plateau sur les extrémités du BV et pentes plus fortes vers l'aval	Altitude moyenne : 114,4m Pentes faibles (1.20 % en moyenne) Cours d'eau à pente faible <0.5%
Qualité de l'eau	IPR moyen, pas de problème chimique décelé	IPR très faible, Chimiquement "bonne"
Occupation du sol	Elevage à l'amont, céréaliculture à l'aval sur la rive droite Fôret de Montgoger et verger en rive gauche	82,3% du BV agricole dont ⅓ céréales, 18,7% tournesol et 12,7% de colza il y a 12,4% de prairies et 11,5% de boisement = zones tampon
Patrimoine	Richesse culturelle Biodiversité importante	Grande biodiversité au sein des corridors situés à proximité du bassin versant
Usages	Prélèvement au niveau du verger, récréatif	Pas de pollution domestique et industrielle
Acteurs principaux	Agriculteurs, élus communaux, habitants riverains, syndicat de la Manse	Agriculteurs, élus communaux, syndicat de la Manse
Problèmes principaux	Erosion, impact de la qualité de l'eau par l'agriculture intensive	Erosion et pollution de l'eau par les cultures (drainage important)
Aménagement majeur proposé	ZTP sèches, aménagement de corridors écologiques	Zones tampons variées

7. Bibliographie

Les références bibliographiques et sitographiques sont classées par ordre alphabétique.

ALCAYDE. G.1977. Notice explicative « Sainte-Maure-de-Touraine, XVIII-24 : confluent Creuse-Vienne ». Carte géologique de la France à 1/50 000 514, Ste Maure-de-Touraine Bureau de recherches géologiques et minières. Orléans

ALCAYDE. G.1977. Carte géologique de la France à 1/50 000. 514, Ste Maure-de-Touraine. Bureau de recherches géologiques et minières. Orléans

BIOTOPE, 2014. Schéma régional de cohérence écologique du Centre. Bassin de vie de Loches. Carte de la sous-trame des milieux boisés.

CORDEAU S & CHAUVEL B. Qu'est-ce que les bandes enherbées ? Conséquences environnementales et biologiques. Revue scientifique Bourgogne-Nature - 7-2008, 97-108.

CORPEN, Groupe « Zones tampons » (2007) Les fonctions environnementales des zones tampon Les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 176 p

DANIELS, R. B., and J. W. GILLIAM. 1996. Sediment and Chemical Load Reduction by Grass and Riparian Filters. Soil Sci. Soc. Am. J. 60:246-251

MONTANARELLA, L., VAN ROMPAEY, A. & JONES, R. 2003. Soil erosion risk in Europe. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability).

A. FOUCHER, P. J. LACEBY, S. SALVADOR-BLANES, O. EVRARD, M. LE GALL, I. LEFEVRE, O. CERDAN, V. RAJKUMAR, M. DESMET, 2015. Quantifying the dominant sources of sediment in a drained lowland agricultural catchment: The application of a thorium-based particle size correction in sediment fingerprinting. Elsevier. Geomorphology 250 (2015) 271-281

A. FOUCHER, S. SALVADOR-BLANES, O. EVRARD, A. SIMONNEAU, E. CHAPRON, T. COURPE, O. CERDAN, I. LEFEVRE, H. ADRIAENSEN, F. LECOMPTE, M. DESMET, 2014. Increase in soil erosion after agricultural intensification: Evidence from a lowland basin in France. Elsevier. Anthropocene 7 (2014) 30-41

A. FOUCHER, S. SALVADOR-BLANES, R. VANDROMME, O. CERDAN, M. DESMET, 2016. Quantification of bank erosion in a drained agricultural lowland catchment. Hydrological Processes. doi: 10.1002/hyp.11117

D. BAIZE et al., 2008. Référentiel pédologique. Association française pour l'étude du sol, éditions Quae

J. TOURNEBIZE, C. CHAUMONT, A. MARCON, S. MOLINA, D. BERTHAULT (2015). Guide technique à l'implantation des zones tampons humides artificielles (ZTHA) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage. Rapport Irstea-ONEMA, 60 p.

Institut National de l'Information Géographique et forestière, 2015, Base de données topographiques du département 37

Institut National de l'Information Géographique et forestière du département 37, 2015, Base de données altimétriques du département 37, résolution au 25m

J-D. BOUTIN, S. CHEVALIER, Carte pédologique. Région centre (1/50 000), feuille de Loches 1999, Chambre d'agriculture d'Indre-et-Loire

Communauté de Communes du Grand Ligeuillois, 2013, Rapport annuel sur le Prix et la Qualité du Service public de l'eau potable Exercice 2013, Rapport relatif au prix et à la qualité du service public de l'eau potable pour l'exercice présenté conformément à l'article L22245 du code général des collectivités territoriales et au décret du 2 mai 2007, 16p.

8. Sitographie

L'Agriculteur Normand. La haie bocagère, un atout pour la qualité de l'eau. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.agriculteur-normand.com/actualites/la-haie-bocagere-un-atout-pour-la-qualite-de-l-eau:IWRMFPXN.html> (consulté le : 30.12.2017)

Agro Paris Tech. Fichiers pdf [En ligne]. Disponible sur : https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/PHYTOTECHE/document/phytoteche/pdf_polyphyto.htm (consulté le 03.01.2018)

ASSOCIATION FRANÇAISE d'AGROFORESTERIE. Arbres, haies et bandes végétalisées dans la PAC 2015-2020 [En ligne]. Disponible sur : <http://www.agroforesterie.fr/documents/reglementations/Agroforesterie-AFAF-Agreau-fiche-reglementation-Arbres-haies-et-bandes-vegetalisees-dans-la-PAC-2015-2020-mai-2015.pdf> (consulté le 05.12.2017)

Aquaportail. Définition de glauconie [En ligne] . Disponible sur : <https://www.aquaportail.com/definition-5146-glauconie.html>. (Consulté le 08.01.2018).

Aquatechnique – Les techniques pour l'eau douce [En ligne]. Disponible sur : aquatechnique.pagesperso-orange.fr (consulté le 15.11.2017)

BANATIC - Direction générale des collectivités locales. CC Loches Sud Touraine (Siren : 200071587) [En ligne]. Disponible sur : <https://www.banatic.interieur.gouv.fr/V5/recherche-de-groupements/fiche-raison-sociale-PDF.php?siren=200071587&arch=01/10/2017&dcou=> (consulté le 14.12.2017)

Biodis. Classification des sols, classification des sols 5 [En ligne]. Disponible sur : <http://www.vdsciences.com/pages/sciences-agronomiques-de-base/vi-classification-des-sols/classification-des-sols-5.html> (consulté le 04.12.2017)

Chambre régionale d'agriculture Centre-Val-de-Loire - Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles, Bandes enherbées [En ligne]. Disponible sur : http://www.centre.chambagri.fr/cd_ibis/xdocs/pdf/amenagement/Bandesenherbees.pdf (consulté le 09.01.2018)

Chambre régionale d'agriculture Centre-Val-de-Loire - Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles, Haies [En ligne]. Disponible sur : http://www.centre.chambagri.fr/cd_ibis/xdocs/pdf/amenagement/Haies.pdf (consulté le 09.01.2018)

Collectivités locales.gouv [En ligne]. Disponible sur : www.collectivites-locales.gouv.fr (consulté le 09.01.18)

Conservatoires régionaux - Article [En ligne]. Disponible sur : <http://www.conservation-nature.fr/article3.php?id=148>

CPEPESC – Les dernières nouvelles [En ligne]. Disponible sur <http://cpepesc.org/> (consulté le 14.11.2017)

Data.gouv: Sites-d'intérêt-communautaire-sic-natura-2000. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/sites-dinteret-communautaire-sic-natura-2000/>

Eau France.2017. Fiche de métadonnées du jeu Obstacles à l'écoulement – Métropole [En ligne]. Disponible sur : <http://www.data.eaufrance.fr/jdd/070df464-73d3-4c00-be2f-93f2a97ef8f5>. 10.12.2017)

Eau Poitou Charentes - DÉTERMINER LA QUALITÉ DE L'EAU [En ligne]. Disponible sur : <http://www.eau-poitou-charentes.org/Determiner-la-qualite-de-l-eau.html> (consulté le 15.11.2017)
Futura Sciences - Définitions. Développement durable corridor écologique [En ligne]. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/developpement-durable-corridor-ecologique-6418/> (consulté le 08/01/2018)
Géoportail - IGN et BRGM. géoportail [En ligne]. Disponible sur : <https://www.geoportail.gouv.fr/carte> (consulté le 19.12.2017)

INSEE [en ligne]. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1892117?sommaire=1912926> (consulté le 09.01.2018)

Mairie de Sepmes [En ligne]. Disponible sur : <http://www.mairiedesepmes.fr/satase-article-1-9-232.html> (consulté le 08.01.2018)

Le blog de naturama - Création d'un corridor écologique [En ligne]. Disponible sur : <http://natumara.over-blog.com/article-creation-d-un-corridor-ecologique-111733886.html> (consulté le 08/01/2018)

Les services d'Etat du Finistère - Les haies dans la PAC [En ligne]. Disponible sur : <http://www.finistere.gouv.fr/Politiques-publiques/Agriculture-foret-et-developpement-rural/Coordination-des-contrôles/La-conditionnalite-des-aides/Les-haies-dans-la-PAC> (consulté le 04.01.2017)

MNHN. INPN. Commune de Sepmes [En ligne]. Disponible sur : <https://inpn.mnhn.fr/collTerr/commune/code-sig/INSEEC37247> (consulté le 28.12.2017)

MNHN. INPN. Commune de Bossée [En ligne]. Disponible sur : <https://inpn.mnhn.fr/collTerr/commune/code-sig/INSEEC37029> (consulté le 28.12.2017)

MNHN. INPN. Commune de Sainte-Maure-de-Touraine [En ligne]. Disponible sur : <https://inpn.mnhn.fr/collTerr/commune/code-sig/INSEEC37226> (consulté le 28.12.2017)

Parcs Naturels Régionaux- Qu'est ce qu'un parc naturel régional ? Définition [En ligne]. Disponible sur : <http://www.parcs-naturels-regionaux.fr/article/quest-ce-quun-parc-naturel-regional-definition>
Planet Terre - Craie tuffeau et cavités troglodytiques du Val de Loire [En ligne]. Disponible sur : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/img429-2013-06-24.xml>. (consulté le 20.11.2017)

Région Centre-Val-de-Loire - Région Centre-Val-de-Loire. L'eau au Centre de nos préoccupations [En ligne]. Disponible sur : <http://www.regioncentre-valdeloire.fr/accueil/ma-region-et-moi/une-chance-pour-tous/environnement/eau.html> (consulté le 04.01.2018)

Sainte-Maure-de-Touraine - Patrimoine rural et paysager [En ligne]. Disponible sur : <http://www.sainte-maure-de-touraine.fr/editorial.php?id=131>

SATESE37 - Documentation : Assainissement collectif [En ligne]. Disponible sur : http://www.satase37.fr/doc_ac.php (consulté le 09.01.18)
Services de l'Eau de France - Sepmes [En ligne]. Disponible sur : <http://www.services.eaufrance.fr/donnees/commune/37247> (consulté le 09.01.18)

Services de l'Eau de France - Bossée [En ligne]. Disponible sur : <http://www.services.eaufrance.fr/donnees/commune/37029/2015> (consulté le 09.01.18)

Sandre France - STEU Mazières [En ligne]. Disponible sur :
(<http://www.sandre.eaufrance.fr/geo/SysTraitementEauxUsees/0437247S0001>(consulté le 09.01.18)

Sandre France - STEU Les Côteaux [En ligne]. Disponible sur :
<http://www.sandre.eaufrance.fr/geo/SysTraitementEauxUsees/0437247S0002>(consulté le 09.01.18)

Sandre France - STEU La Grande Pièce du Haut Chemin [En ligne]. Disponible sur :
<http://www.sandre.eaufrance.fr/geo/SysTraitementEauxUsees/0437029S0001>(consulté le 09.01.18)

Trame verte et bleue - Centre de ressource pour la mise en oeuvre de la Trame verte et bleue. Qu'est ce qu'un corridor écologique ? [En ligne]. Disponible sur :
<http://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/foire-aux-questions/qu-est-ce-qu-corridor-ecologique> (consulté le 08.01.2018)

Tuffeau. Le tuffeau de la vallée de la Loire [En ligne]. Disponible sur :
<http://www.tuffeau.com/p28,le-tuffeau-de-la-vallee-de-la-loire>. (consulté le 20.11.2017)

Université de Montpellier 2 Sciences et techniques,slideshare "Le bassin versant" [En ligne].
Disponible sur <https://www.slideshare.net/soungalocisse98/1-l2-bvenligne>. (consulté le 22.11.2017)

Wikipedia - Bossée [En ligne]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Boss%C3%A9> (consulté le 24.11.2017) <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sepmes>

Wikipedia - Sainte-Maure-de-Touraine [En ligne]. Disponible
sur:<https://fr.wikipedia.org/wiki/Sainte-Maure-de-Touraine> (consulté le 24.11.2017)

Wikipedia - Sepmes [En ligne]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Boss%C3%A9> (consulté le 24.11.2017)

➤ Photographies aériennes :

La majorité des cartes ont été réalisées par le groupe de travail à partir des données de l'IGN. Nous avons utilisé la base de données topographique de 2015 et altimétriques de 2016. Une photographie aérienne en ligne de 2017 et une orthophotographie de 2014 font également parties de nos bases de travail.

IGN. 2017. Orthophotographie (50cm).BD ORTH BDO IGN Orthophotographie Raster Mosaïque Datasets Imagerie ORTHO S12017. Institut national de l'information géographique et forestière, Paris (France)

IGN. 1950. Orthophotographie. g.hirlemann. ArcGIC Online

IGN. 2014.Orthophotographies numériques.urn:ogc:def:crs:IGNF:1.1. Institut national de l'information géographique et forestière, Paris (France)