

Le Montgoger Et son bassin versant

Diagnostic du bassin versant et propositions d'aménagement



Valentin BONDU, Thomas BONNAFOUX, Gaëlle JEAN, Joséphine MARCHESIN, Tabea STANKE, Louis VERVYNCK, Zhi WANG

Résumé

Le rapport suivant consiste en un diagnostic suivi de propositions d'aménagement pour le bassin versant du Montgoger.

Ce dernier, d'une superficie de 30,5 km² est situé dans le département de l'Indre et Loire, au sud de la commune de Tours. Ce bassin versant inclut dans son périmètre le cours d'eau du Montgoger, long de 10 km et ses affluents, pour la plupart cours d'eau temporaires.

L'étude présente dans ce rapport commence par la réalisation d'un diagnostic de ce bassin versant. Ce diagnostic comprend notamment l'étude de plusieurs paramètres physiques comme la géologie, pédologie, l'érosion, ou encore l'occupation du sol pour le territoire considéré, ainsi qu'une étude des acteurs et du patrimoine présents sur ce territoire.

Puis à partir des enjeux et objectifs identifiés dans la partie diagnostic, des propositions d'aménagements sur ce bassin versant ont été réalisées. Elles portent par exemple sur la mise en place de bandes enherbées qui ont pour objectif de limiter une érosion importante des parcelles agricoles sur la partie aval du Montgoger.

Mots clefs : Montgoger, Aménagement du territoire, Etat des lieux, Milieux aquatiques, Restauration

Remerciements

Le groupe de travail du bassin versant du Montgoger tient à remercier particulièrement l'ensemble des personnes suivantes qui nous ont aidées à mener à bien notre projet :

- Monsieur Jonathan LEPROULT, Technicien de rivière du syndicat intercommunal de la Manse et ses affluents.
- Monsieur Serge LECOMTE, Maire de la commune de Saint-Epain.
- Monsieur Marc FOUQUIER, Adjoint au Maire chargé du tourisme et du patrimoine.
- Madame Chantal BOUVIER, Botaniste amatrice.
- Monsieur Dominique DESLIS, Ancien adjoint au maire.
- Monsieur Jacques DE-SENETY, Agriculteur et professionnel du tourisme.
- Madame Cécile COLLA, Chargé de communication au verger expérimental de la Morinière.

Nous tenons également à remercier l'équipe pédagogique du chantier école et les intervenants pour leur appui tout au long de notre projet : Monsieur Stéphane RODRIGUES, Monsieur Sébastien SALVADOR-BLANES, Madame Catherine BOISNEAU, Monsieur Vincent ROTGE, Monsieur Laurent ETIENNE, Monsieur José SERRANO, Madame Francesca DI PIETRO et Monsieur Pierre PEETERS.

Sigles

AAPPMA : Association Agréée de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques
AEP : Adduction d'Eau Potable
AFB : Agence Française pour la Biodiversité
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
DCE : Directive Cadre sur l'Eau
DDT : Direction Départementale du Territoire
DPSRI : Driving forces - Pressures - State - Impact - Response
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
CLC : Corine Land Cover
CPCS : Commission de Pédologie
EA : Exploitation Agricole
EARL : Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée
GAEC : Groupement agricole d'exploitation en commun
ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
IGN : Institut Géographique National
INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IPR : Indice Poisson Rivière
MAE : Mesure Agro-Environnementale
MES : Matière en suspension
MNT : Modèle Numérique de Terrain
ONF : Office National des Forêts
ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
PLU : Plan Local d'Urbanisme
PFI : Production Fruitière Intégrée
RGA : Registre général agricole
RPG : Réseau Parcellaire Graphique
SATESE : Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Station d'Épuration
SAU : Surface Agricole Utile
SEQ-Eau : Système d'Évaluation de la Qualité de l'eau des cours d'eau
SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SIG : Système d'Information Géographique
STEP : Station d'Épuration des eaux usées
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Faunistique et Floristique
ZTP : Zone Tampon

Glossaires

Bassin versant : Espace drainé par un cours d'eau et ses affluents.

Néoruraux : Anciens citadins vivant maintenant en zone rurale.

Réseau hydrographique : Ensemble des cours d'eau présents sur un endroit donné.

Lessivage : Transport d'éléments du sol par les eaux de surface.

Apport alluvial : Sédiments charriés par un cours d'eau.

Colluvion : Dépôt de pente meuble de bas de pente, relativement fin, hétérométrique et dont les éléments ont subi un faible transport.

Sol hydromorphe : Sol présentant des marques physiques d'une saturation régulière en eau.

Talweg : Ligne de réunion de tous les points d'eau situé en fond de vallée.

Exutoire : Point de convergence de l'ensemble des eaux qui s'écoulent sur un bassin versant.

Substrat : Élément ou association d'éléments minéraux et/ou organique présentant des caractères physiques homogènes sur une certaine surface.

Battance : Désagréation d'un sol et formation d'une croûte sous l'action de la pluie.

Dureté de l'eau : Indice du taux de minéralisation d'une eau, dépend des ions calcium et magnésium.

Continuité écologique : Circulation des espèces et bon déroulement du transport des sédiments.

Affermage : Contrat de délégation d'une exploitation.

Produit phytosanitaire : Produit chimique utilisé afin de protéger les végétaux d'éventuelles maladies ou parasite

Table des matières

Table des matières	1
Sommaire des figures	3
Sommaire des tableaux	5
Introduction.....	6
DIAGNOSTIC DU BASSIN VERSANT DU MONTGOGER.....	7
Partie 1 : Présentation du cours d'eau et du bassin versant.....	8
1.1 Localisation	8
1.2 Réseau hydrographique.....	9
Partie 2 : Caractérisation physique du Montgoger et de son bassin versant	12
2.1 Topographie.....	12
2.2 Géologie et pédologie.....	14
2.2.1 Géologie	14
2.2.2 Pédologie.....	18
2.3 Occupation du sol et paysage.....	26
2.4 Erosion	30
2.5 Qualité de l'eau	34
2.5.1 Hydrogéochimie	34
2.5.2 Indice Poisson Rivière (IPR)	36
Partie 3 : Les activités anthropiques et les acteurs associés.....	38
3.1 Patrimoine culturel et naturel	38
3.1.1 La biodiversité	38
3.1.3 Les lieux d'intérêt culturel.....	40
3.2 Acteurs et usages liés à l'eau.....	41
3.2.1 Les usages et conflits d'usages du bassin-versant	41
3.3.2 Les acteurs et la gestion du cours d'eau et du bassin versant.....	48
Partie 4 : Synthèse.....	51
4.1 Synthèse de l'état des lieux des pressions sur l'eau et les milieux aquatiques à l'échelle du bassin versant.....	51
4.2 Diagnostic	52
ENJEUX, OBJECTIFS ET PRÉCONISATIONS.....	54
Partie 1 : Enjeux et objectifs.....	55
Partie 2 : Préconisation	56
2.1 Les zones tampons	56
2.1.1 Qu'est-ce qu'une ZTP?	56
2.1.2 Conditions pour qu'une ZTP soit efficace	56
2.1.3 Quel type de ZTP utilisée?	56

2.2 Première proposition d'aménagement : La zone de céréaliculture sur la partie aval.	57
2.2.1 Aménagement sur la partie nord de la zone d'étude	57
2.2.2 Aménagement au bord du Montgoger	58
2.2.3 Aménagement près des affluents du Montgoger	58
2.2.4 Budgétisation des aménagements de la zone de céréaliculture	59
2.3 Deuxième proposition d'aménagement : le verger expérimental	61
2.4 Troisième proposition d'aménagement : La trame verte	61
2.4.1 Définition de la trame verte	61
2.4.2 Les méthodes pour rétablir la continuité écologique	62
2.4.3 Application sur le bassin versant.....	63
2.4.4 Budgétisation des aménagements concernant les corridors écologiques	64
2.5 Récapitulatif et limites des aménagements envisagés.....	65
Conclusion	67
Comparaison du bassin versant du Montgoger avec le bassin versant du Rainsserand.....	68
Bibliographie.....	69
Sitographie	71

Sommaire des figures

Figure 1 : Carte de localisation du bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTopOr_2-1, Via ArcGIS)	8
Figure 2 : Carte présentant le réseau hydrographique du bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTopOr_2-1 , Via ArcGIS).....	9
Figure 3 : Graphique présentant différents coefficients de Gravelius (Source : Cours de A.Mussy).....	10
Figure 4 : Pente forte des berges dues au curage (Source : Google Maps)	10
Figure 5 : Carte des obstacles sur le bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTopOr_2-1, Via ArcGIS)	11
Figure 6 : Cartes des courbes de niveau du bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTopOr_2-1, Via ArcGIS).....	12
Figure 7 : Carte géologique simplifiée des roches à l’affleurement (Source : BRGM, Via arcgis)	14
Figure 8 : Graphique représentant le pourcentage des roches à l’affleurement sur le bassin versant.....	16
Figure 9 : Coupe géologique du bassin versant réalisée selon le transect AB	17
Figure 10 : Carte des sols du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d’agriculture de l’Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS)	18
Figure 11 : Part surfacique par type de sol (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d’agriculture de l’Indre - Et - Loire - 1989, Via ARCGIS)	20
Figure 12 : Carte des textures superficielles du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d’agriculture de l’Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS).....	21
Figure 13 : Carte des contraintes liées à l’excès d’eau du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d’agriculture de l’Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS).....	22
Figure 14 : Carte des réserves utiles potentielles du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d’agriculture de l’Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS).....	23
Figure 15 : Carte des potentiels agricoles du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d’agriculture de l’Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS)	24
Figure 16 : Occupation du sol en fonction de l’utilisation (source donnée : IGNF_BDTopOr_2-1, RPG)	26
Figure 17 : Occupation des sols sur le bassin versant du Montgoger (Source donnée : IGNF_BDTopOr_2-1, RPG , via ArcGIS)	27
Figure 18 : Carte de l’évolution des sols sur une zone du bassin versant du Montgoger entre 1950 et 2014 (Source IGNF_BDTopOr_2-1 ,Via ArcGis).....	28
Figure 19 : Carte présentant le réseau hydrographique du bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTopOr_2-1, RPG, RGA, BRGM , Via ArcGIS)	32

Figure 20 : Carte de localisation des points de prélèvements (Source : Open Street Map, Via ArcGis)	34
Figure 21 : Evolution des orthophosphates et du Fer au sein du cours d'eau	35
Figure 22 : Evolution de l'alcalinité, du calcium et du magnésium au sein du cours d'eau	36
Figure 23 : Carte des espaces boisés sur le bassin versant du Montgoger (Source : datagouv, Via ArcGis) ..	39
Figure 24 : Localisation de certains corridors autour du Montgoger (Source : Géoportail)	40
Figure 25 : Figure présentant l'évolution de la population sur la commune de Saint-Epain (Source : INSEE)	41
Figure 26 : Carte de la répartition de la population sur le bassin versant du Montgoger (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 ,Via ArcGis)	42
Figure 27 : Carte de localisation des forages en eaux potables sur le bassin versant du Montgoger (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 ,Via ArcGis)	43
Figure 28 : Cartes présentant les communes s'occupant du captage de l'eau potable (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 ,Via ArcGis)	44
Figure 29 : Evolution du nombre d'exploitations agricoles et de la SAU (Source : INSEE).....	45
Figure 30 : Graphique présentant la répartition céréalière à l'échelle de la commune de Saint-Epain (Source: Agreste)	46
Figure 31 : Carte de répartition des terres agricoles autour du Montgoger et des affluents (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 , Via ArcGis)	47
Figure 32 : Répartition des terres agricoles autour du Montgoger et ses affluents (Source : Agreste)	47
Figure 33 : Organigramme des acteurs agissant sur le bassin versant du Montgoger	50
Figure 34 : Schéma récapitulatif des pressions ponctuelles ou diffuses qui s'exercent sur le cours d'eau	51
Figure 35 : Schéma des enjeux de gestion du bassin versant croisés avec les usages (méthode DPSIR)	53
Figure 36 : Tableau synoptique des scénarios de gestion avec phasage de cette gestion	53
Figure 37 : Carte présentant la zone d'étude pour le projet sur la partie aval du bassin versant (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 ,Via ArcGis)	57
Figure 38 : Carte présentant les pentes et leur orientations sur la zone d'étude (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 ,Via ArcGis)	58
Figure 39 : Carte présentant l'aménagement de la zone 3 (Source : Géoportail)	59
Figure 40 : Jeu d'acteurs dans l'élaboration d'une trame verte, (source : Cormier et Guerveno, 2010)	62
Figure 41 : Images présentant des exemples d'écoducs (Sources : Planète Bruxelles)	62
Figure 42 : Carte présentant la reconnexion des espaces boisés par des corridors (Source : Géoportail).....	64

Sommaire des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des différentes couches présentes à l’affleurement sur le bassin versant	16
Tableau 2 : Tableau permettant de convertir en classes de données les valeurs brutes obtenues via la banque de données SAFRAN	31
Tableau 3 : Résultats des analyses chimiques de l’eau du Montgoger	34
Tableau 4 : Tableau présentant les atouts et contraintes relevée lors du diagnostic du bassin versant du Montgoger	52
Tableau 5 : Estimation des coûts pour les bandes enherbées (source : ONCFS)	59
Tableau 6 : Estimation des coûts pour la mise en place des haies et la restauration de la ripisylve (source : DDT Lot et Garonne, Arrêté déclarant l'intérêt général et autorisant le programme des travaux pluriannuel de gestion du bassin versant des Auvignons).....	60
Tableau 7: Tableau présentant les estimations des coûts pour la trame verte	64
Tableau 8 : Tableau présentant les problèmes rencontrés en fonction des acteurs et les actions préconisées	65

Introduction

Le bassin versant de la Manse est situé dans le Centre-Val de Loire, plus précisément dans le département de l'Indre et Loire. La Manse est un cours d'eau de 36,5 km qui prend sa source dans le plateau de Sainte-Maure de Touraine et est un affluent de la Vienne. Dans cette étude nous allons étudier le bassin versant du Montgoger, sous bassin du bassin versant de la Manse.

L'objectif de cette étude va être de réaliser un diagnostic via l'analyse de ce bassin versant pour relever les différentes pressions exercées et en déduire des propositions d'aménagement à l'échelle du bassin versant.

Ce bassin versant est composé notamment du cours d'eau du Montgoger, cours d'eau de 10 km de long, et de ses affluents, des cours d'eau de quelques kilomètres de long pour la majorité temporaires.

L'activité majoritaire de ce territoire est l'agriculture. Sur sa partie aval se trouve le bourg de Saint-Epain, qui comprend 1600 habitants. Sur le reste du bassin versant la population est assez dispersée. Il y a cependant une augmentation significative de la population depuis les années 90. Ceci est représentatif d'un phénomène de quasi péri-urbanisation du fait de la proximité avec la ville de Tours

Ainsi ce rapport s'organise en deux principales parties. La première est consacrée à la mise en place d'un état des lieux du ruisseau du Montgoger et de son bassin versant. Cette partie traitera donc des caractéristiques physiques et morphologiques du bassin versant. Aussi seront analysées les activités anthropiques et les acteurs qui leur sont associés. Ce travail permettra d'élaborer un diagnostic, indispensable pour la phase de proposition d'aménagement.

La deuxième partie du rapport consiste à identifier et localiser les mesures de gestion et d'aménagement du bassin versant en vue de répondre aux enjeux et aux objectifs de l'aménagement du bassin versant. Ils ont aussi pour but d'être en adéquation avec la DCE qui demande de rétablir un bon état des masses d'eau superficielles.

DIAGNOSTIC DU BASSIN VERSANT DU MONTGOGER

Partie 1 : Présentation du cours d'eau et du bassin versant

1.1 Localisation

Le bassin versant du Montgoger s'étend sur 30,5 km² (source : délimitation SIG avec RPG à 25 m) et est localisé à 20 km au sud de la métropole Tourangelle et au Nord-Ouest de Sainte-Maure-de-Touraine. Sa surface est en quasi-totalité comprise dans le périmètre de la commune de Saint-Epain, avec seulement quelques pourcents de cette surface appartenant à la commune de Villeperdue.

Ce bassin versant est défini grâce au cours d'eau du Montgoger qui s'écoule selon un axe Nord-Est / Sud-Ouest. Dans sa partie Est, le bassin versant est traversé par l'autoroute A10 et une voie ferrée.

Vis-à-vis du bassin versant de la Manse, celui du Montgoger est positionné de manière centrale et en rive droite du cours d'eau. La confluence entre les deux réseaux hydrographiques est localisée dans le bourg de la commune de Saint-Epain (Figure 1).

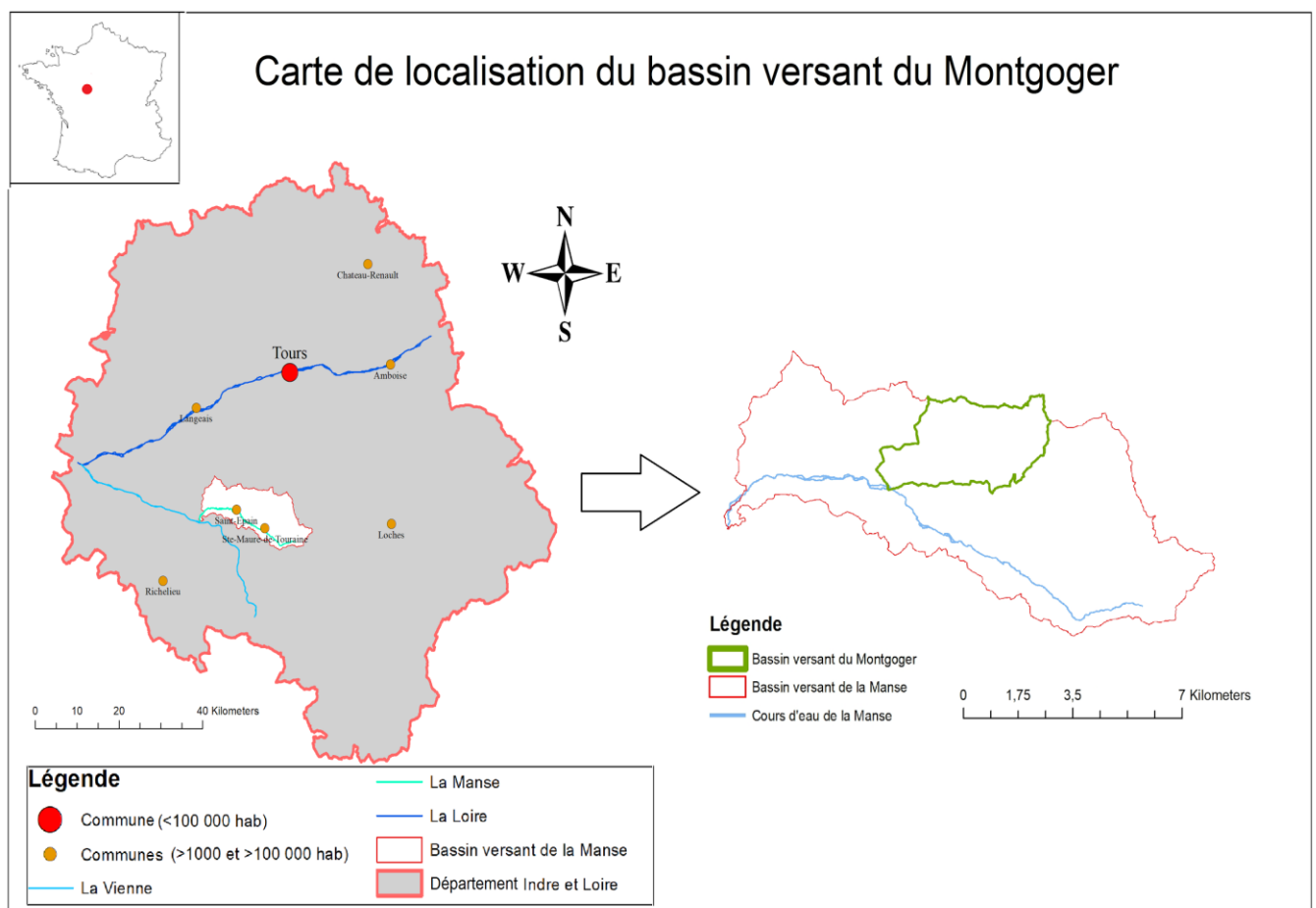


Figure 1 : Carte de localisation du bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTOPOr_2-1, Via ArcGIS)

1.2 Réseau hydrographique

Le Montgoger est un ruisseau possédant trois affluents principaux situés en rive droite. Il présente un linéaire 10 km.

Pour repérer les limites du bassin versant, le support utilisé est le MNT 37 traité à l'aide du logiciel Arcgis. La précision du MNT étant de 25 m, cela entraîne une source d'incertitude dans la délimitation du bassin. De plus, cette opération se base sur les altitudes qui, dans l'espace concerné, varient très faiblement. De ce fait, les limites calculées correspondent plus ou moins à la réalité et de faibles parties du bassin versant peuvent être ignorées ou d'autres surfaces ajoutées. L'utilisation de la base de données topographique de l'IGN permet d'identifier des ruisseaux et fossés prenant naissance dans le bassin versant. Certains de ces segments hydrographiques sont déconnectés du cours d'eau ou quittent le bassin versant. Ces segments visibles seront donc laissés de côté pour la suite de ce rapport (Figure 2).

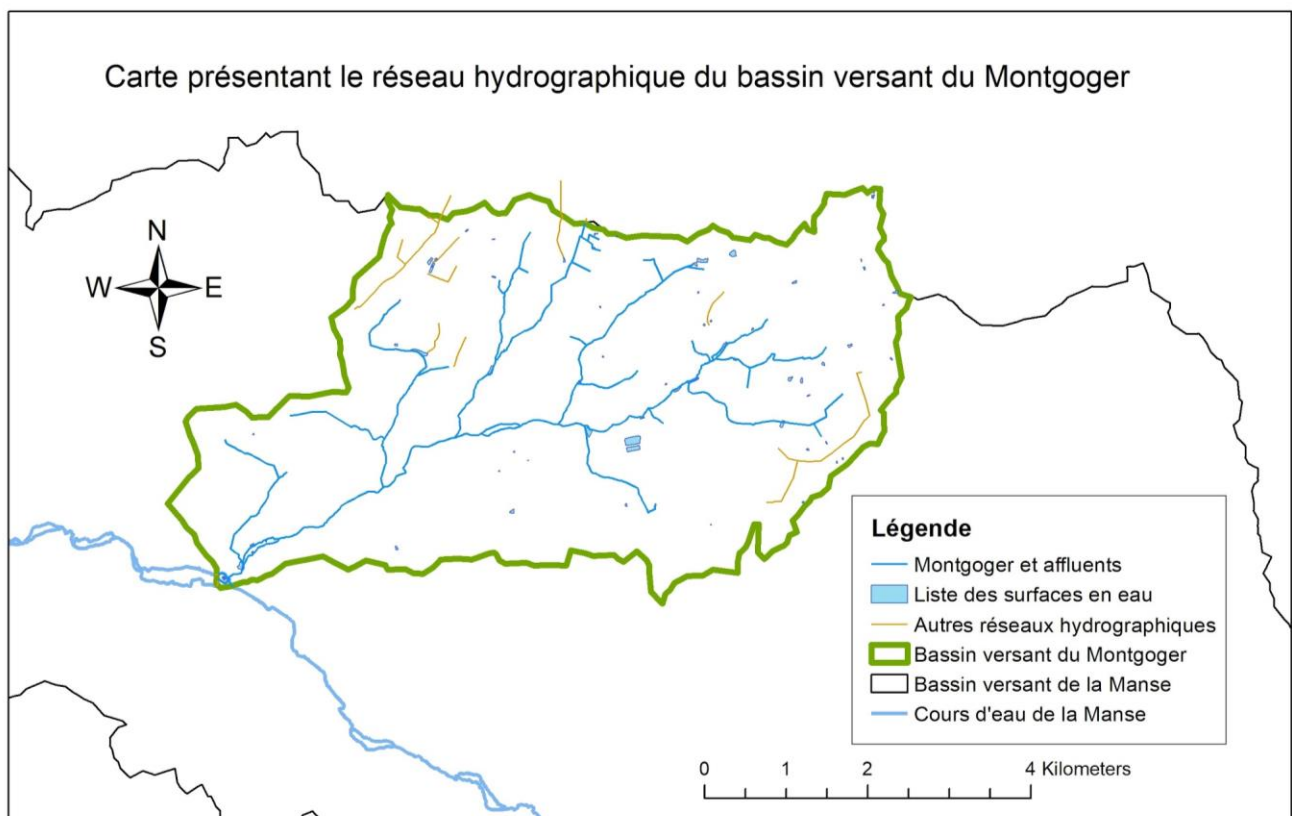


Figure 2 : Carte présentant le réseau hydrographique du bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTopo_r_2-1 , Via ArcGIS)

Grâce au calcul du coefficient de Gravelius $Kg = 0.282 * P / \sqrt{A}$, il est possible de déterminer la forme relative du bassin versant. Celui-ci a une forme relativement allongée, car le coefficient de Gravelius est égal à 1,5 (Figure 3). Cette forme allongée du bassin versant est visible sur les différentes cartes figurant le bassin versant.

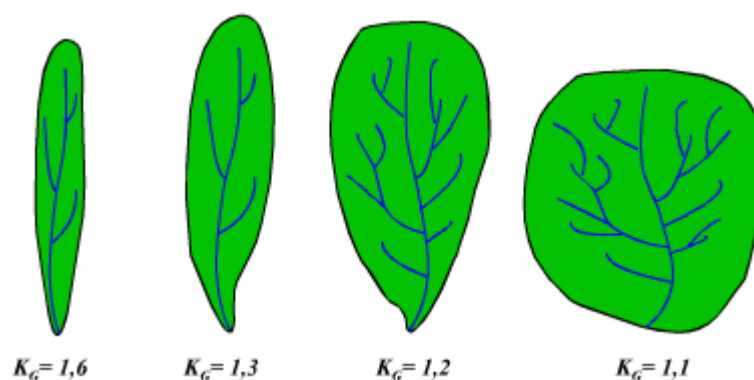


Figure 3 : Graphique présentant différents coefficients de Gravelius (Source : Cours de A.Mussy)

Sur la partie amont, le cours d'eau est très encombré par la végétation (arbres morts, branches...) et traverse un secteur très majoritairement agricole. Sur la partie aval, la présence d'un fort enjeu humain avec la ville de Saint-Epain implique une gestion et un entretien plus important (fauchage, élagage des arbres...).

Le Montgoger a subi plusieurs travaux, notamment un reméandrage au niveau de l'étang communal situé à proximité de la confluence avec la Manse. Cette opération consiste à la mise en place de banquettes sédimentaires alternes permettant de diversifier les faciès d'écoulements et de dynamiser les flux sédimentaires. D'autres travaux réalisés au niveau du moulin de l'étang de Saint-Epain, ont consistés à réduire la pente des berges ainsi qu'à la mise en place de radiers empierrés et de mouilles.

Malgré la réalisation de ces travaux, le Montgoger comporte encore des sections où les berges ont des pentes très fortes (Figure 4), et où le lit ne possède aucun changement de faciès d'écoulements notamment dû à un curage du cours d'eau au niveau de certaines parcelles agricoles.



Figure 4 : Pente forte des berges dues au curage (Source : Google Maps)

Pour finir, de nombreux ouvrages sont présents sur ce bassin versant au niveau du Montgoger ou de ses affluents. Ce sont des obstacles qui compromettent un bon écoulement et un bon fonctionnement morphodynamique et écologique des cours d'eau. L'ensemble de ces obstacles sont listés sur la Figure 5. Il est possible d'observer qu'ils sont d'origines diverses : moulins, lavoirs, alimentations d'étangs etc. Le syndicat de la Manse réalise déjà de nombreuses actions de suppressions de ces seuils (source : J. Leproult, comm.pers.).

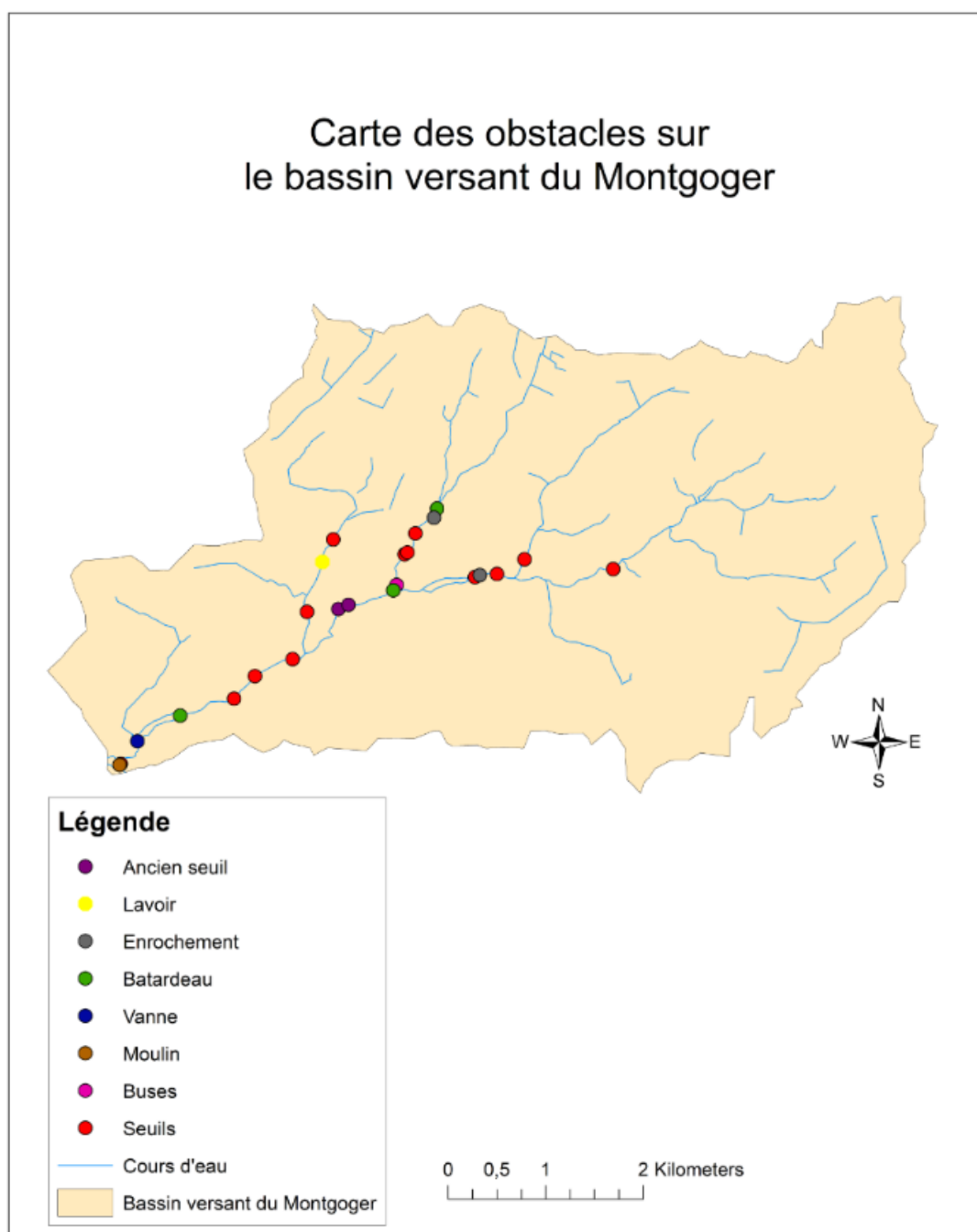


Figure 5 : Carte des obstacles sur le bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTOPOr_2-1, Via ArcGIS)

Le réseau hydrographique du bassin versant du Montgoger est composé principalement du cours d'eau du Montgoger et de ses trois affluents localisés en rive droite, affluents dont l'écoulement n'est pas permanent. Ces cours d'eau possèdent une vingtaine d'ouvrages sur lesquels des actions sont aujourd'hui réalisées par le syndicat de la Manse, pour essayer de les supprimer ou limiter leur impact.

Partie 2 : Caractérisation physique du Montgoger et de son bassin versant

2.1 Topographie

Le bassin versant du Montgoger présente une topographie variée. L'altitude moyenne est de 102,8 m avec un maximum de 120,8 m et un minimum de 52,9 m observé au niveau de l'exutoire.

La courbe hypsométrique du Montgoger (Annexe 1), montre que 65% de ce bassin versant est compris entre 100 et 115 m d'altitude. Ce fort pourcentage s'explique par la présence d'un plateau sur la partie amont de ce bassin versant, visible sur la carte des pentes (Annexe 2) et de celle des courbes de niveau disponible (Figure 6).

Sur le reste du bassin versant les variations d'altitudes sont plus importantes et laissent entrevoir une vallée plus encaissée. En effet, en rive droite et gauche du Montgoger les rives sont plus pentues. Elles présentent toutes les deux des dénivelés assez similaires comme visible sur la carte des courbes de niveau.

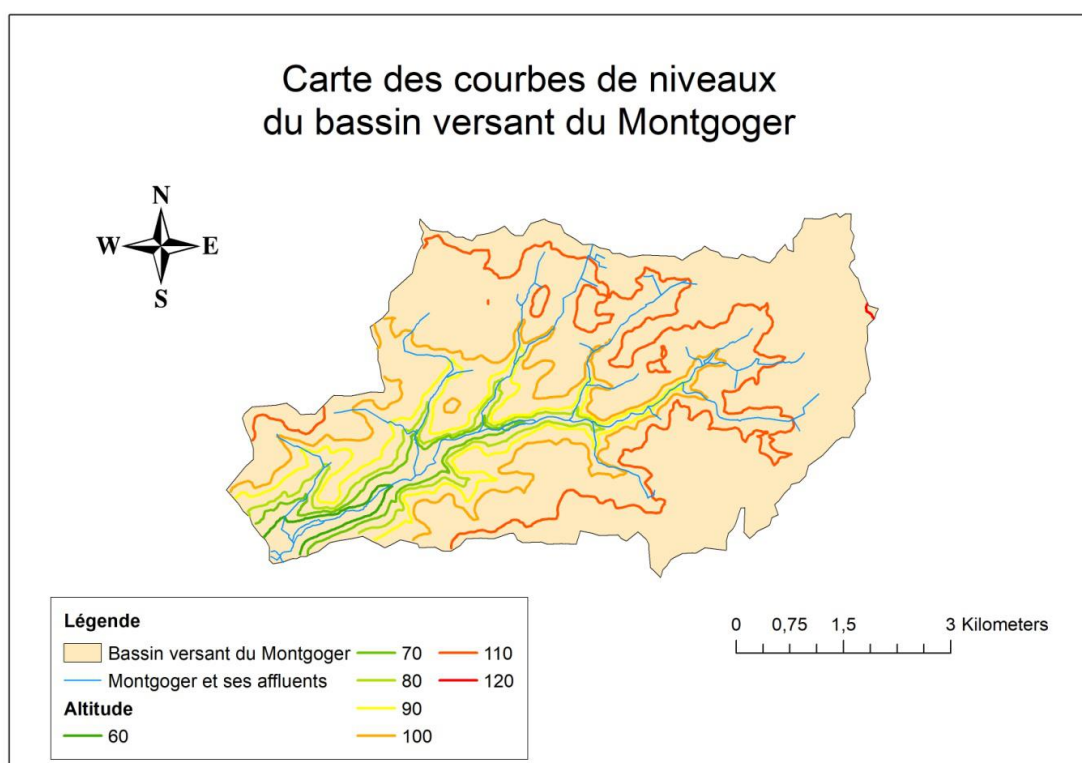


Figure 6 : Cartes des courbes de niveau du bassin versant du Montgoger (Source : IGN_BDTopo_2-1, Via ArcGIS)

Sur le Montgoger des transects et un profil altimétriques ont aussi été effectués (Annexe 3 et 4). Pour les profils altimétriques, ils montrent que le cours d'eau du Montgoger indique une pente faible (<10%). La pente est relativement régulière. Concernant les trois affluents du Montgoger, la pente y est encore plus faible et régulière. En ce qui concerne les transects, ils sont au nombre de huit, le premier correspondant à l'exutoire et le dernier à la source.

L'observation de ces transects montre qu'à la source du cours d'eau, la vallée est peu profonde mais étroite avec des versants abruptes et des coteaux assez plats laissant entrevoir un plateau. En allant vers l'aval la vallée se creuse de plus en plus mais les versants restent pentus. Et selon les transects les coteaux subissent des variations plus fortes avec des zones plus ou moins érodées.

Ces transects confirment donc la présence d'un plateau sur la partie amont et sur la partie aval d'une vallée plus encaissée. Ils font ressortir la présence de fortes pentes au niveau des deux versants du Montgoger, élément aussi visible sur la carte des pentes. Mais surtout il démontre que l'activité érosive du cours d'eau du Montgoger varie de l'amont vers l'aval.

Cette différence d'érosion peut être expliquée par la nature du substrat qui change sur le bassin versant. En effet, en tête de bassin, les roches à l'affleurement datent principalement du tertiaire et sont composées principalement de limon et d'argile. Ces matériaux sont assez compacts et imperméables donc l'eau a du mal à pénétrer dans ces couches. Une fois un sillon creusé, l'eau empreinte toujours ce même chemin et favorise l'incision plutôt que l'élargissement du lit.

A l'aval du bassin versant, la vallée a tendance à s'élargir induisant des versants moins pentus mais toutefois assez raides ainsi qu'une diminution de la largeur des coteaux. A ce niveau, les formations qui affleurent proviennent du secondaire avec notamment la présence de tuffeau. Cette roche est une roche molle facilement érodable. De cette manière, l'action de l'eau sur les berges est plus importante provoquant l'élargissement du lit.

Le bassin versant du Montgoger est caractérisé par un plateau sur sa partie amont qui va aboutir en une vallée plus encaissée au niveau du cours d'eau du Montgoger. L'altitude va aussi varier de 120,8 m au maximum à 52,9 m au minimum.

2.2 Géologie et pédologie

2.1.1 Géologie

L'histoire géologique du bassin versant du Montgoger correspond à l'histoire géologique de la Touraine. Les dépôts les plus anciens observés à l'affleurement datent du Crétacé (100-65 Ma). Cependant, plus en profondeur des formations Jurassiques (200-145 Ma) sont présentes. Encore plus en profondeur, les couches inférieures remontent au Trias (251-200 Ma) et sont issues de l'érosion de la chaîne hercynienne.

Sur le bassin versant du Montgoger, huit couches géologiques sont présentes à l'affleurement. La plus ancienne date du Crétacé supérieur et la plus récente est constituée des dépôts actuels. Les couches rencontrées sont disposées selon un gradient d'âge par rapport au cours d'eau. Les formations les plus anciennes sont observées à proximité du cours d'eau, là où l'érosion est la plus importante. Ensuite un gradient décroissant dans l'âge des couches est observé du cours d'eau vers les extrémités du bassin versant.

La Figure 7 présente les différentes roches à l'affleurement et localise la coupe géologique réalisée par la droite AB. Cette carte a permis de déterminer le pourcentage à l'affleurement de chaque roche sur le bassin versant.

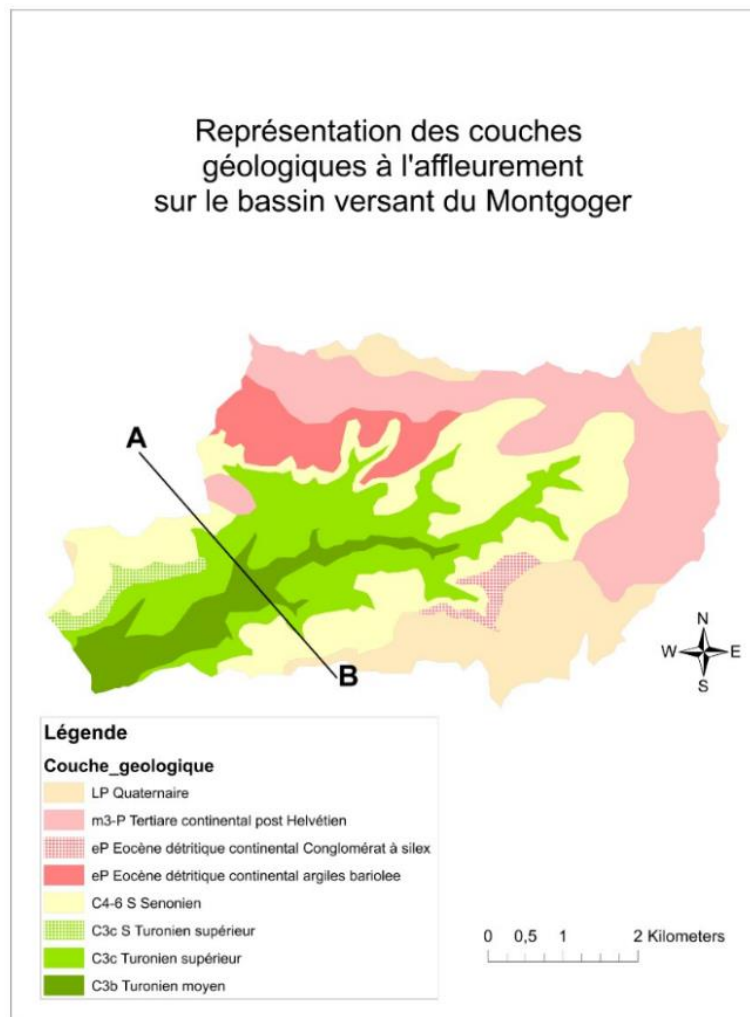


Figure 7 : Carte géologique simplifiée des roches à l'affleurement (Source : BRGM, Via arcgis)

Le tableau 1 liste les différentes roches présentes sur le bassin versant du Montgoger.

Les couches les plus anciennes à l'affleurement datant du crétacé sont :

- Le Turonien moyen : la mise en place s'est effectuée en présence d'une mer peu profonde et assez agitée. Il s'agit principalement de sédiments carbonatés, entraînant la formation d'un dépôt d'une épaisseur de 40 m.
- Le Turonien supérieur : la mer peu profonde a laissé place à une mer littorale agitée. Ici le dépôt de sédiments détritiques provient principalement de l'érosion des Massifs Central et Armoricaïn.
- Le Sénonien : durant cette période, la mer a commencé à se retirer légèrement. Il s'agit ici de dépôts dans un contexte laguno-marin, entraînant une abondance d'apport siliceux depuis les massifs cristallins bordiers.

Au cours de la première partie du Paléogène nous retrouvons de l'éocène détritique continental. Cette formation est due à la disparition de la mer. Les roches, suite au retrait de la mer, se retrouvent à l'air libre. Elles subissent alors une intense altération sous un climat tropical humide. Il y a alors formation d'argiles bariolées et d'oxydes de fer ainsi que du conglomérat formé suite à des périodes sèches. Parmi ces conglomérats sont présents des "perrons" créés par la cimentation des silex et spongiaires par la silice. Ces dépôts sont caractéristiques de l'Eocène détritique continental.

A la fin du Néogène la mer a totalement disparu. Elle laisse place à un vaste épandage détritique de graviers et de sables grossiers qui proviennent de l'érosion du massif central. Il s'agit des dépôts post helvétiques.

Enfin des limons des plateaux datant du Quaternaire sont aussi observables sur la carte géologique. Ces limons sont dus à un transport, sur de courtes distances de matériaux soufflés à partir des alluvions des cours d'eau. Les dépôts limoneux sont la source d'alimentation du cours d'eau en MES.

Les formations observées (Figure 7) ont été déposées à des âges différents et selon des conditions climatiques particulières.

Il est possible de dire que ce sont les âges du Sénoniens et du Tertiaire continental post Helvétique qui dominent avec à eux seul une occupation de plus de 47,9% du bassin versant (Figure 8). Les types de roches correspondant à ces âges sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des différentes couches présentes à l’affleurement sur le bassin versant

Age de la couche	Identifiant	Ere	Type de roche
Quaternaire	LP	Quaternaire	Limon des plateaux
Tertiaire continental post-helvétien	m3-p	Tertiaire	Sables argileux et graviers
Eocène détritique continental	eP	Tertiaire (Paléogène)	Argile bariolée
Eocène détritique continental	eP	Tertiaire (Paléogène)	Conglomérats (“perrons”) à silex
Sénonien	C4-6S	Secondaire (Crétacé supérieur)	Argiles blanches à silex et spongiaires siliceux
Turonien supérieur	C3cS	Secondaire (Crétacé supérieur)	Sable glauconieux argileux
Turonien supérieur	C3c	Secondaire (Crétacé supérieur)	“Tuffeau jaune de Touraine”, calcaire bioclastique
Turonien moyen	C3b	Secondaire (Crétacé supérieur)	“Tuffeau blanc”, craie micacée

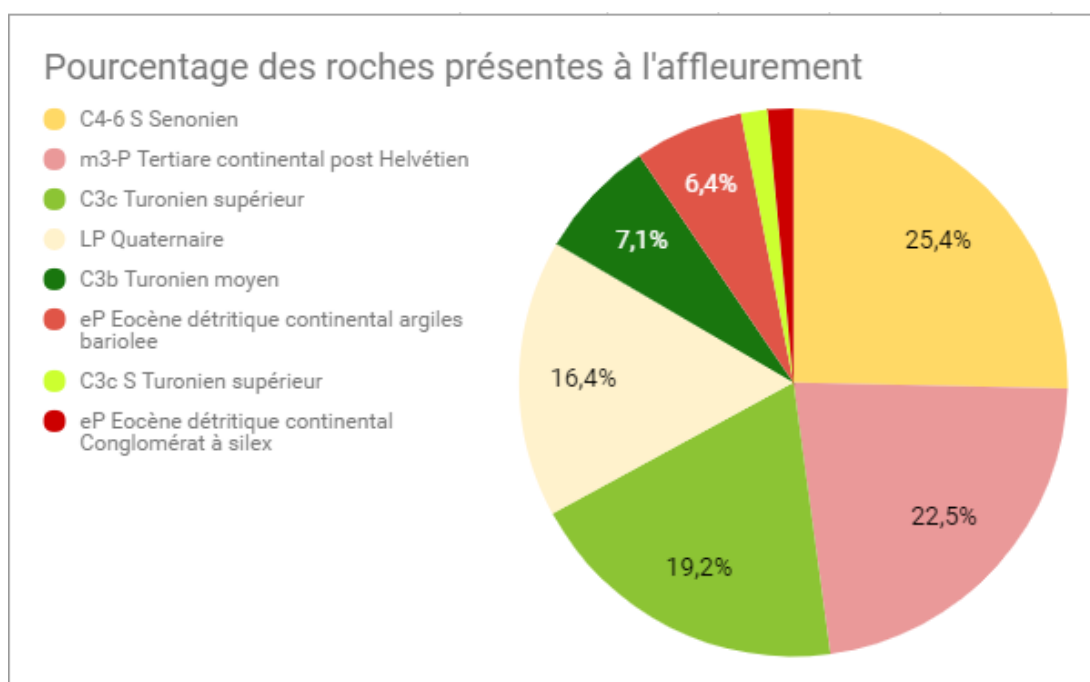


Figure 8 : Graphique représentant le pourcentage des roches à l’affleurement sur le bassin versant

Grâce à la coupe géologique (Figure 9) réalisée sur la section AB représenté sur la Figure 7, il y a confirmation que les roches du Sénonien (C4-6S) sont celles qui sont majoritairement présentes à l’affleurement sur la portion considérée. Il s’agit d’une couche imperméable que l’eau va pénétrer difficilement. Il y a aussi présence de Turonien supérieur (C3c) et de Turonien moyen (C3b) visibles au niveau

droit du cours d'eau. L'affleurement de ces couches est dû à l'incision effectuée par le cours d'eau. Ces formations sont relativement perméables ce qui induit une infiltration de l'eau lorsqu'elle se trouve à leur surface. Plus en profondeur, la formation Cénomaniennne composée de couches de sables et de marnes (C1-2 et C2b) permet le stockage de ces eaux et ainsi la création d'une nappe, dans laquelle des prélèvements d'eau potable sont effectués.

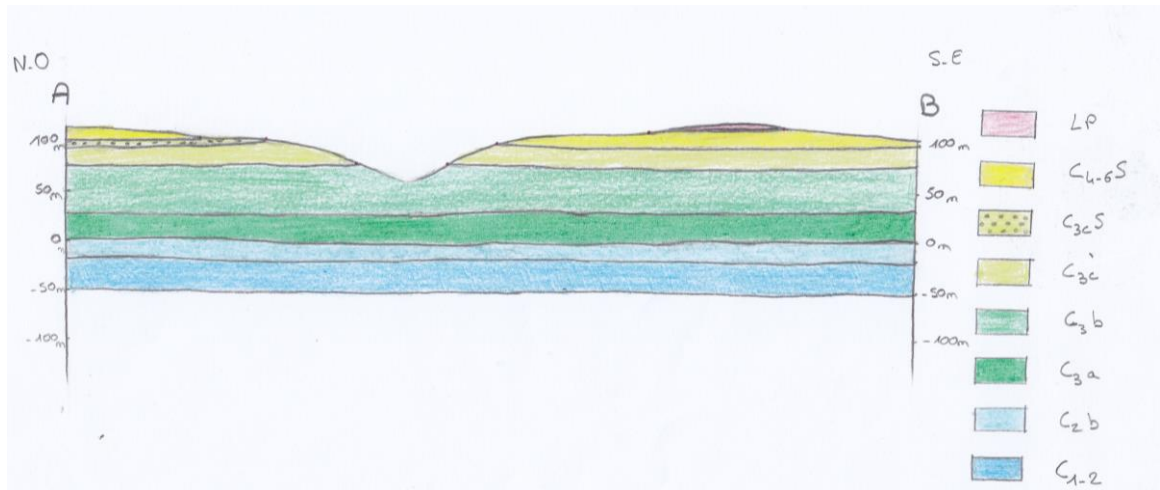


Figure 9 : Coupe géologique du bassin versant réalisée selon le transect AB

Sur le bassin versant du Montgoger les roches présentes à l'affleurement se sont déposées dans un contexte marin, à l'exception des roches du Quaternaire (limons des plateaux sur les parties hautes du bassin versant). Les argiles blanches à silex et spongiaires siliceux dominant avec les sables argileux et graviers. Ce sont des roches imperméables dans laquelle l'eau va pénétrer difficilement.

Dans les parties basses du bassin versant, les roches à l'affleurement présentent des caractéristiques plus proches de celles des formations géologiques calcaires.

2.2.2 Pédologie

Les types de sols présents sur le bassin versant du Montgoger et les caractéristiques qui leur sont attribuées sont le fruit de transformations de la matière minérale et organique selon certains paramètres géologiques biologiques et environnementaux. Les différents sols du bassin versant peuvent être visualisés sur la carte des sols du bassin versant du Montgoger (Figure 10).

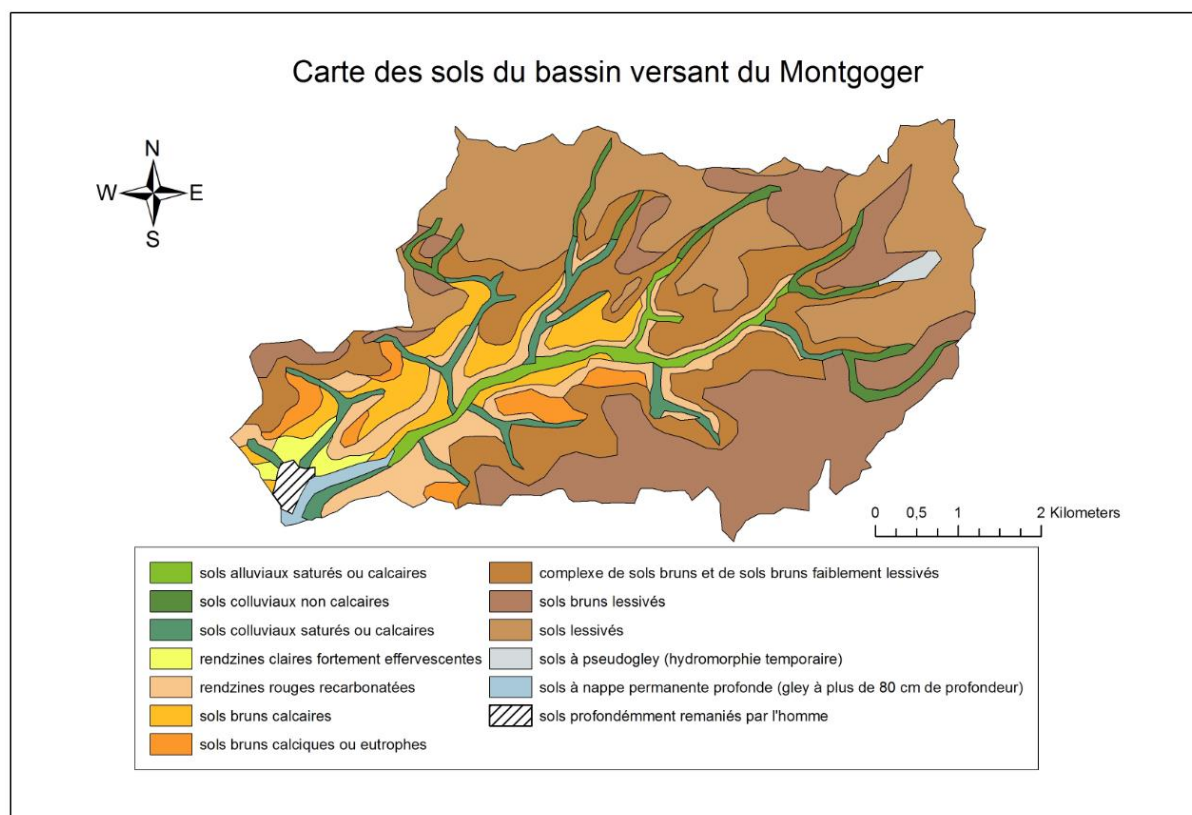


Figure 10 : Carte des sols du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d'agriculture de l'Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS)

Il est possible d'observer sur cette carte que trois grands ensembles de couleur se dégagent.

Le premier ensemble aux couleurs relevant du brun/marron, correspond aux sols dits brunifiés intégrant eux même les sols bruns et lessivés selon la classification CPC. Ces derniers occupent la plus grande surface du bassin versant (69,7% de la surface considérée). Dans ce groupe de sol se retrouvent les sols lessivés et les sols bruns lessivés. Cette brunification d'un sol consiste en la libération de fer au cours de l'altération des minéraux silicatés, une insolubilisation de ce fer puis la formation d'associations ARGILE-FER-HUMUS. Ces BRUNISOLS sont observés dans le cas de sols jeunes ou encore rajeunis par l'érosion et le lessivage. D'une manière générale les limons éoliens perméables, profonds et non calcaires favorisent le lessivage et aboutissent à la formation de NEOLUVISOLS et de LUVISOLS où le lessivage entraîne une migration en profondeur des argiles et du fer. Dans le cas de matériaux peu perméables on assiste à la formation de BRUNISOLS.

Au sein de ces sols brunifiés nous trouvons plus précisément sur le bassin versant des structures relevant de sols bruns au travers de complexes de sols bruns et de sols bruns faiblement lessivés (BRUNISOLS) sur 19,3% de la surface totale du bassin versant. Ces sols sont principalement retrouvés sur des roches riches en argiles du Tertiaire, de l'Eocène et du Sénonien sur les parties amont du bassin versant. Apparaissent aussi dans les parties amont du bassin versant des structures relevant de sols dits lessivés, au travers des sols lessivés (LUVISOLS) et des sols bruns lessivés (NEOLUVISOLS ; *Bournais*), représentant respectivement 25,5% et 24,9% de la surface du bassin versant. Ces sols sont globalement retrouvés aux

emplacements des limons des plateaux du Quaternaire, substrat plus propice à un lessivage des sols que les matériaux argileux précédents.

Le deuxième grand ensemble présent sur le bassin versant correspond aux sols de couleur jaune/orange, les sols calcimagnésiques de la classification CPCs. Ce groupe recouvre 19% de la surface du bassin versant et inclut les sols carbonatés et les sols saturés. Dans les sols carbonatés se trouve aussi des rendzines rouges recarbonatées et les rendzines claires fortement effervescentes (RENDOSOLS ; *Grouailles, petites terres...*) et couvrent 9,9% du bassin versant. Ces sols sont issus d'une attaque des roches calcaires par le gel, l'hydratation et la dissolution de l'eau et du dioxyde de carbone. On obtient un mélange de débris calcaires, de substances organiques et de plus ou moins d'argile de décarbonatation, présentant une bonne abondance en calcium, une structure stable et une bonne aération et la dégradation de la matière organique y est efficace.

On trouve aussi dans les sols saturés les sols bruns calcaires (CALCOSOLS ; *Champeigne, groie, galuche...*) et les sols bruns calciques ou eutrophes (CALCISOLS ; *aubuis, champeigne profonde...*) sur 9,15% de notre superficie totale. Ces types de sol correspondent aux étapes intermédiaires de la séquence évolutive des sols carbonatés vers les sols brunifiés. Cette décarbonation s'opère de la surface vers la profondeur et donne naissance d'abord aux CALCOSOLS puis aux CALCISOLS.

Il est possible de retrouver ces sols en se rapprochant du cours d'eau depuis la tête et la périphérie du bassin versant. En effet, ils correspondent à des horizons géologiques érodés et mis à nue plus récemment que les sols brunifiés. Sur notre zone d'étude on retrouve ces sols en périphérie du cours d'eau, où ce dernier a plus récemment érodé son substrat et découvert des couches géologiques plus anciennes (Tuffeaux du Turonien supérieur et moyen) subissant une décarbonation moins avancées que les sols brunifiés.

Le dernier ensemble se dégageant de la carte des sols du bassin versant correspond aux couleurs vertes de la classification CPCs; les sols peu évolués. Ce groupe est retrouvé sur 9,5% de la superficie du bassin versant et inclut les sols d'apport alluvial et les sols d'apport colluvial. Nous retrouvons ainsi sur notre zone d'étude 2,5% de sols alluviaux saturés ou calcaires (FLUVIOSOLS ; *Varennnes*). Ces apports alluviaux sont constitués de sédiments récemment déposés et ne se développant pas en différents horizons. Cette dépendance à des dépôts récents transportés par la force de l'eau explique la présence de ces sols le long du lit des parties les plus permanentes du Montgoger.

Il est possible de noter que sur les parties les plus intermittentes il est possible d'observer 7% de sols d'apport colluvial parmi lesquels nous distinguons les sols colluviaux non calcaires (COLLUVIOSOLS) et les sols colluviaux saturés ou calcaires (COLLUVIOSOLS ; *Terres de fond, Varennnes*). Ces sols sont le fruit d'une accumulation de matériaux arrachés par l'érosion aux pentes de la vallée. Ils se distinguent des sols alluviaux par une absence quasi générale de nappe. On retrouve ces structures pédologiques dans les fonds de vallées des affluents temporaires du Montgoger, où les effets de l'érosion permettent d'accumuler les matériaux.

On trouve aussi sur le bassin versant des sols moins représentés caractéristiques de milieux hydromorphes : les sols à pseudogley présentant une hydromorphie temporaire (REDOXISOLS) et les sols à nappe permanente profonde (REDUCTISOLS). Ces sols sont caractérisés par une saturation en eau au moins temporaire sur une période plus ou moins longue de l'année. Ainsi, on retrouve ces sols soit en bas de bassin sur les parties les plus basses du bassin versant où une nappe permanente profonde est présente (proximité de la manse, fond de vallée) ou ponctuellement sur le haut du bassin versant correspondant à une résurgence à l'origine du ruisseau du Montgoger.

Enfin, un sol considéré comme anthropique et profondément remanié par l'homme (ANTHROPOSOL) est identifié sur l'emprise de la commune de Saint-Epain.

Une représentation des valeurs de recouvrement des différents sols par un diagramme circulaire (Figure 10) permet de visualiser la part de chaque sol sur la surface du bassin versant.

Part surfacique par type de sol sur le Bassin Versant du Montgoger

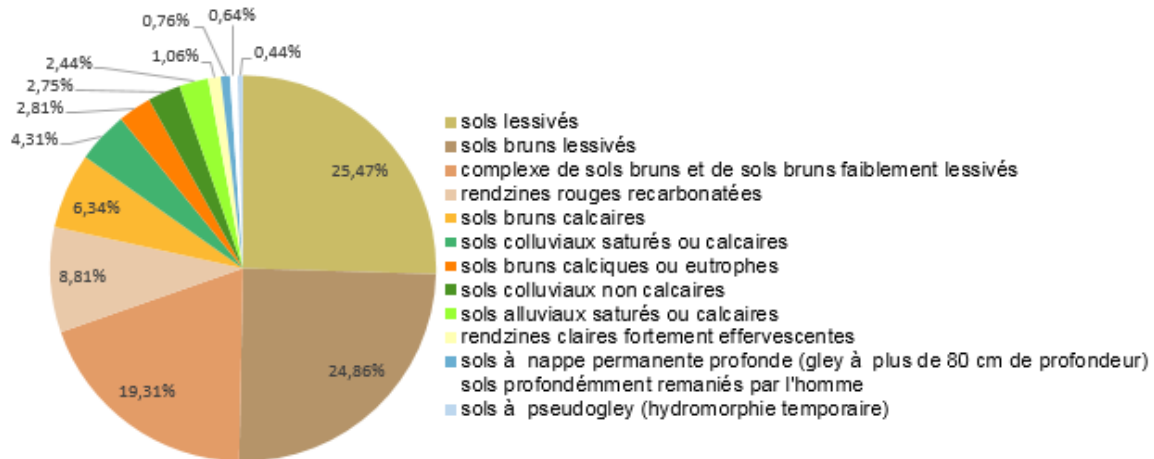


Figure 11 : Part surfacique par type de sol (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d'agriculture de l'Indre - Et - Loire - 1989, Via ARCGIS)

Il est ainsi possible d'observer que la majorité des sols du bassin versant peuvent être considérés comme des sols plus ou moins bruns et lessivés (jusqu'à 69,6% de la superficie du bassin versant). Ces sols sont des sols évolués et lessivés, où l'argile et le fer ont précipités avec les eaux dans les couches les plus profondes pouvant plus ou moins imperméabiliser ces dernières et aboutir à la formation de nappes perchées.

En complément de l'énumération des types de sols présents sur le bassin versant du Montgoger, il est intéressant de se pencher sur les réactions et comportements de ces derniers. En effet, l'étude de la pédologie du bassin versant du Montgoger permet de comprendre un peu mieux la répartition de l'activité agricole sur le territoire en fonction de ce qu'offre ou impose chaque substrat. La partie suivante présente les propriétés des sols sur le bassin versant au travers des contraintes liées à l'excès d'eau, des textures superficielles des sols, des réserves utiles potentielles et des aptitudes agricoles des sols.

La texture superficielle

L'étude des textures superficielles des sols permet d'émettre des premières hypothèses sur les capacités de drainage des sols sur notre bassin versant. La carte des textures superficielles (Figure 12) permet de visualiser les textures superficielles des sols sur le bassin versant du Montgoger:

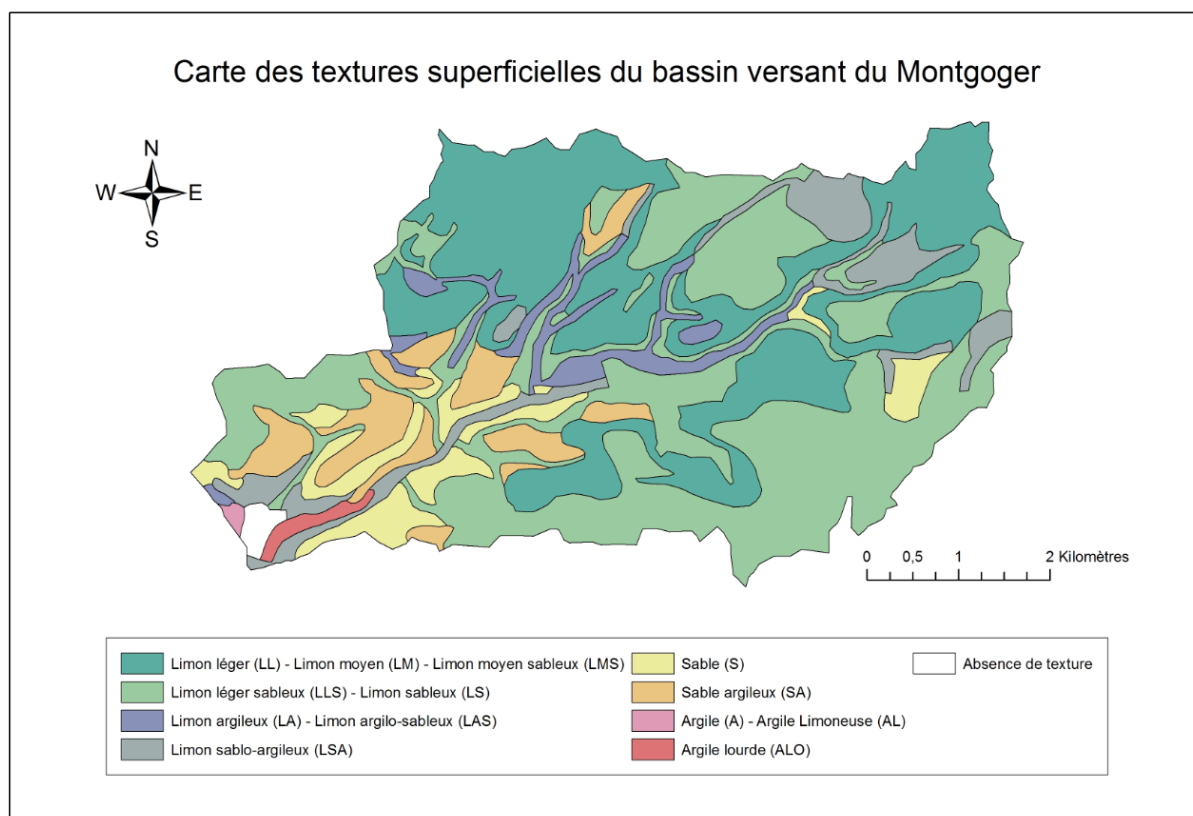


Figure 12 : Carte des textures superficielles du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d'agriculture de l'Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS)

Sur la partie amont du bassin versant et en périphérie de ce dernier les textures superficielles sont majoritairement limoneuses avec des tendances argileuses et légèrement sableuses (LL, LM, LMS, LLS, LS, LSA). Ces textures sont généralement associées à un drainage moyen, aboutissant à une possible rétention des eaux.

Sur les parties avals du bassin versant et en son centre se trouvent des sols aux textures plus sableuses, plus capables d'effectuer un drainage efficace (S, SA).

Enfin, il se dégage sur la partie la plus basse du bassin versant une tendance argileuse, aboutissant à un drainage naturel mauvais des sols (A, AL, ALO).

Cette étude préliminaire des textures du sol semble donc indiquer l'existence de trois classes de sols en fonction de leur capacité de drainage. Cette supposition peut être vérifiée par l'étude des contraintes liées à l'excès d'eau.

Les contraintes liées à l'excès d'eau :

Un excès d'eau dans un sol entraîne une saturation empêchant l'air de circuler normalement. Ceci empêche une bonne oxygénation des végétaux au niveau des racines, pouvant amener une asphyxie racinaire ainsi qu'une diminution de l'activité microbienne. L'excès d'eau dans un sol est donc une contrainte pour l'agriculture face à laquelle les exploitants peuvent mettre en place des systèmes de drainage. De fortes contraintes liées à l'excès d'eau se développent généralement dans des sols argileux et dans les points bas du relief. Ces contraintes liées à l'excès d'eau sur le bassin versant du Montgoger peuvent être visualisées sur la Figure 13.

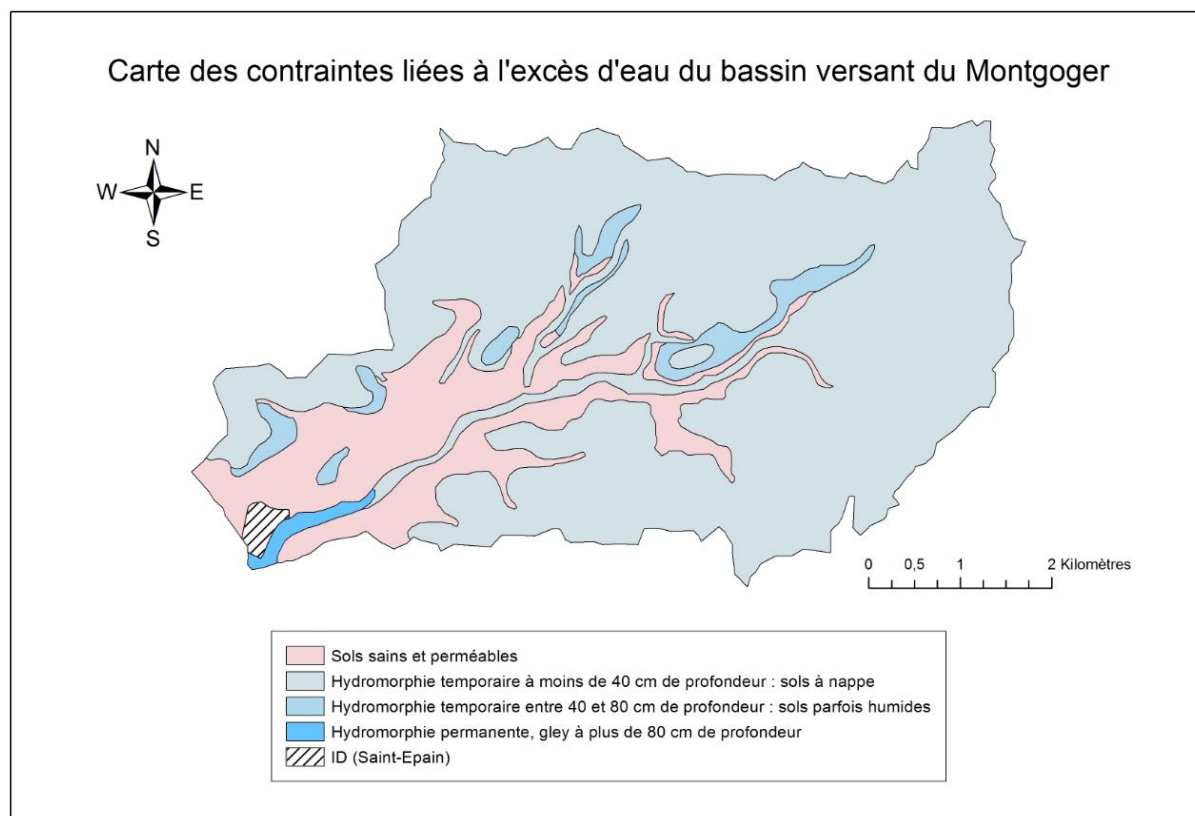


Figure 13 : Carte des contraintes liées à l'excès d'eau du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d'agriculture de l'Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS)

Sur le bassin versant du Montgoger la majeure partie du territoire (79,98%) est occupée par des sols présentant une hydromorphie temporaire (à moins de 40 cm ou entre 40 et 80 cm de profondeur) principalement en périphérie du bassin versant et sur les parties hautes de ce dernier. On retrouve principalement cette caractéristique sur des zones aux sols lessivés (l'argile ayant migrée en profondeur imperméabilise les sols) et où la quasi absence de pente diminue l'évacuation des eaux. Cette hydromorphie est aussi présente le long du tracé du Montgoger et de ses affluents (l'hydromorphie est alors induite par la présence du cours d'eau). Il est possible d'observer que les sols présentant cette hydromorphie correspondent aux sols à dominance limoneuse et argileuse relevés précédemment.

Il apparaît aussi sur l'intérieur et les parties basses du bassin versant des zones où les sols sont considérés comme sains et perméables. Cette absence d'hydromorphie s'explique par la présence de sols moins évolués, plus calciques et où les argiles ne participent pas à une imperméabilisation. De plus, ces secteurs présentent une pente plus forte, plus propice à l'évacuation des eaux et une texture à dominance sableuse.

Enfin, il est possible de noter la présence d'une hydromorphie permanente sur la fin du tracé du Montgoger. Cette hydromorphie permanente semble cohérente vis à vis de la présence de sols à nappe permanente profonde sur le secteur considéré et peut probablement s'expliquer par une alimentation en eau par le Montgoger, la présence proche de la Manse, la texture majoritairement argileuse des sols et par le fait que cette zone constitue le point le plus bas du bassin versant.

Ainsi, le bassin versant du Montgoger ne semble pas présenter de forte hydromorphie et semble libre de contraintes majeures liées à l'excès d'eau dans ses sols. Il est donc possible de supposer à partir de ces observations que la pratique du drainage ne soit pas particulièrement répandue sur la zone d'étude.

Les réserves utiles potentielles

La réserve utile potentielle est la quantité maximum qu'un sol peut absorber et restituer aux plantes et exclure l'eau qui n'est pas disponible pour les végétaux. Cette réserve dépend de la texture et de la densité du sol ainsi que de la profondeur d'enracinement des végétaux. Connaître les réserves utiles potentielles permet de localiser les zones sensibles au stress hydrique. Connaissant ceci, il est possible de déterminer les types de culture (plus ou moins exigeantes en eau) à mettre en place ainsi que la quantité globale d'apport

en eau nécessaire (irrigation) en fonction de la sensibilité au stress hydrique de la zone. Les réserves utiles potentielles du bassin versant du Montgoger sont représentées en Figure 14.

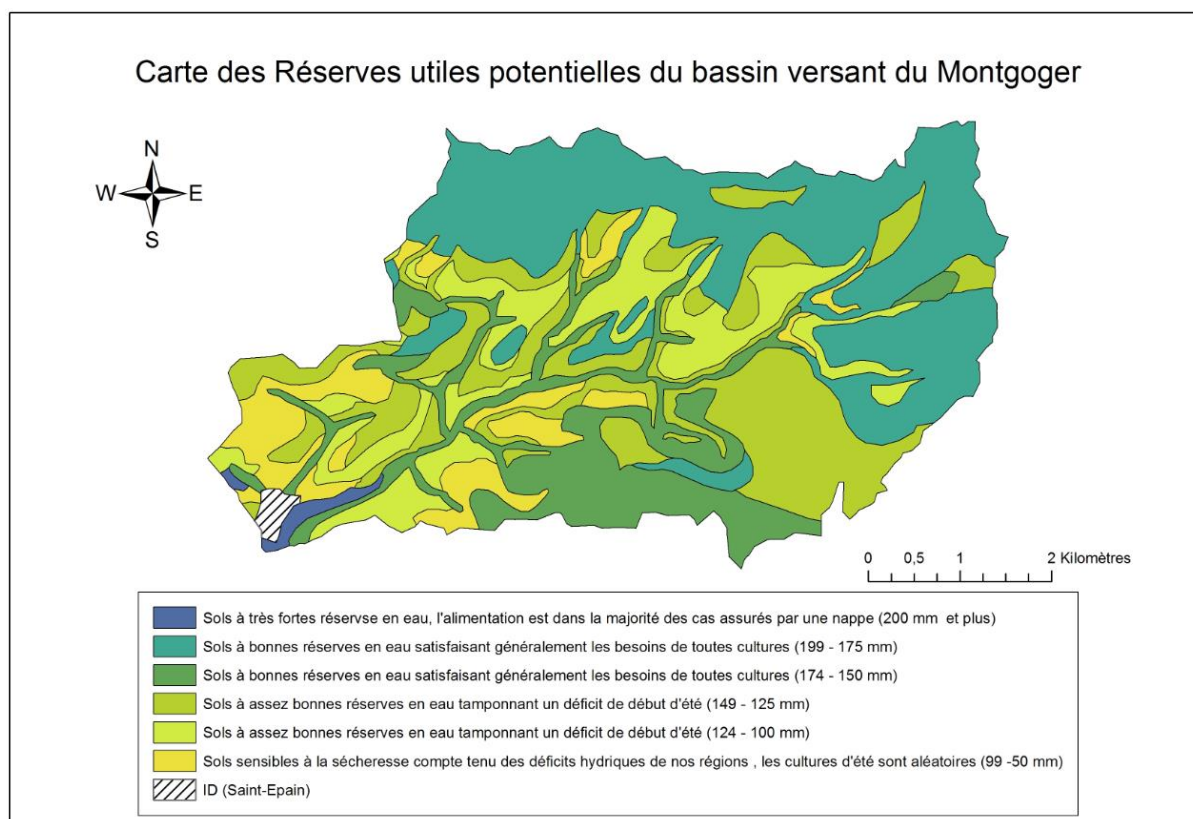


Figure 14 : Carte des réserves utiles potentielles du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d'agriculture de l'Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS)

Sur le bassin versant du Montgoger seuls 11% des sols présentent une sensibilité à la sécheresse. Les meilleures réserves utiles se situent sur les parties hautes du bassin versant (Nord et Sud de ce dernier) et le long des corridors que représentent le Montgoger et ses affluents. En effet, ces secteurs présentent des textures plus imperméables, capables de maintenir une réserve utile correcte tout au long de l'année sans pour autant risquer de noyer les sols (textures principalement limono-sableuses, hydromorphie temporaire jusqu'à 80 cm de profondeur).

Les réserves utiles les plus faibles sont quant à elles principalement situées sur les parties basses du bassin et sur les zones présentant des pentes plus fortes avec certains secteurs présentant des périodes de sécheresse ponctuelles (principalement à l'Ouest du bassin versant). En effet les sols présents sont dominés par des textures sableuses (S, SA) considérées comme saines et perméables et capables de drainer bien plus efficacement les eaux. Offrant aux cultures des réserves utiles plus faibles voir parfois légères dans les périodes les plus sèches.

Enfin, deux zones à fortes réserves en eau sont observées sur la partie la plus basse du bassin versant. Ces zones correspondent à des sols argileux (A, AL, ALO) et présentent un drainage très faible voir une hydromorphie permanente.

D'une manière générale le bassin versant du Montgoger possède une bonne réserve utile en eau satisfaisant généralement toute culture. Cependant, un choix dans les cultures lors des périodes sèches sera à envisager dans les quelques secteurs présentant les réserves utiles les plus faibles.

Le potentiel agricole des sols

Le potentiel agricole des sols est déterminé en recoupant plusieurs facteurs : la texture du profil, le taux de calcaire libre, la profondeur exploitable par les racines, la réserve utile en eau, la charge en éléments grossiers, l'intensité de la stagnation de l'eau et l'état calcique et organique de la couche arable. Ces critères sont évalués afin d'attribuer au sol une notation globale le classant dans cinq classes différentes en fonction de son potentiel agricole. La classe I représente alors la meilleure classe (sol à très large vocation culturale concernant toutes les cultures), et la IV la plus mauvaise (possibilités agricoles très limitées). Les potentiels agricoles du bassin versant du Montgoger sont représentés sur la Figure 15.

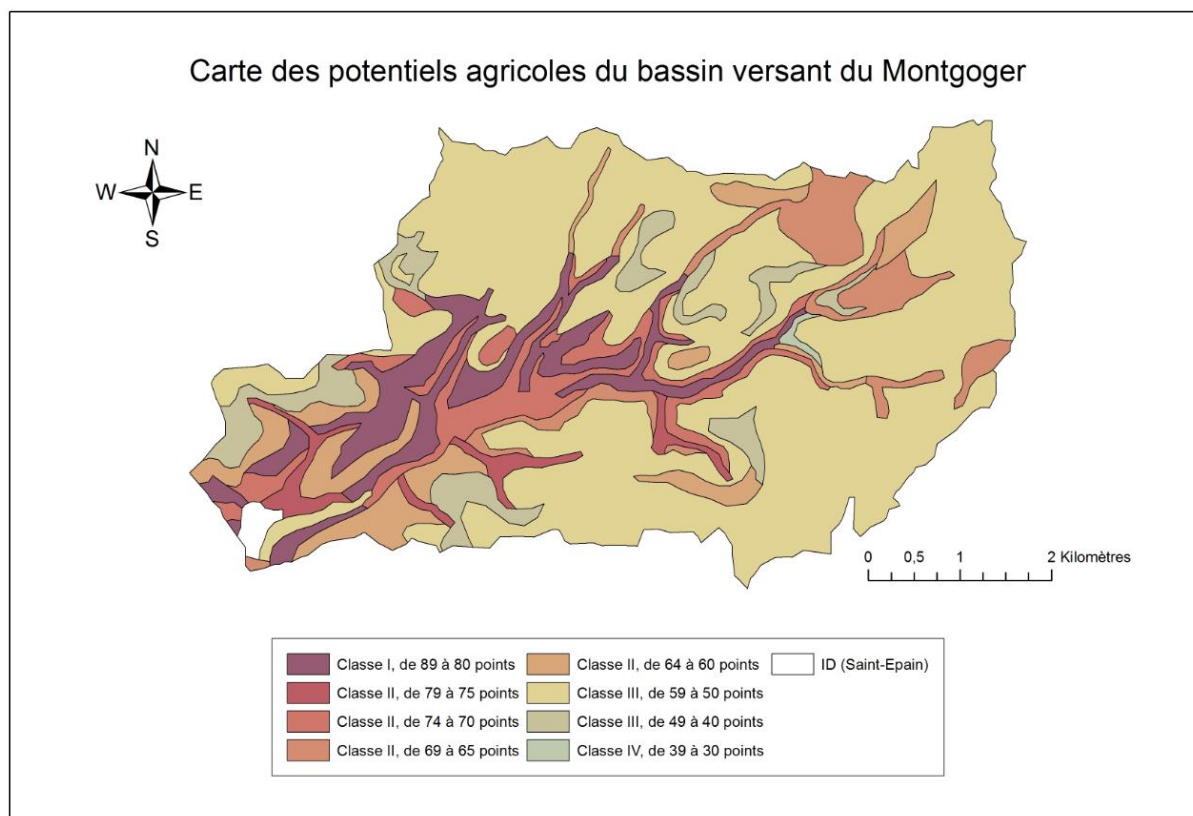


Figure 15 : Carte des potentiels agricoles du bassin versant du Montgoger (source données : CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE IGN-INRA-Chambre d'agriculture de l'Indre-et-Loire - 1989, Via ARCGIS)

Cette carte montre que les zones les plus propices aux activités de culture se situent au cœur et à l'ouest du bassin versant. Ces zones semblent correspondre à des secteurs perméables, sableux ou limoneux mais faiblement argileux. Les sols concernés sont des sols majoritairement peu évolués (rendzines et sols bruns) sur substrat calcaire. Les réserves utiles ne semblent pas être un facteur limitant dans l'évaluation de cette notation car les zones disposant des réserves les plus fortes ne correspondent pas aux zones présentant le meilleur potentiel agricole.

A l'inverse, les sols présentant les meilleures réserves utiles mais aussi l'hydromorphie la plus forte se retrouvent déclassés dans les classes les plus faibles. Dans ces cas-là, le sol plus limoneux et argileux (sols bruns lessivés et sols lessivés) semble être à l'origine de cette perte de potentiel agricole.

Ainsi, l'étude des potentiels agricoles sur le bassin versant du Montgoger semble indiquer que l'aval du Montgoger sur sa rive droite est plus propice au développement des activités agricoles et peut potentiellement expliquer l'occupation des sols observée sur le bassin versant.

Le bassin versant du Montgoger présente deux grandes zones caractérisées par deux classes de sols :

Les sols lessivés sont présents sur l'amont et la périphérie du bassin et occupent plus de la moitié de sa surface. Le lessivage dont ils ont fait l'objet et leur caractère limoneux a participé à leur imperméabilisation, entraînant une tendance à l'hydromorphie temporaire et de bonnes réserves utiles en eau. Cependant l'état lessivé de ces sols n'offre qu'un potentiel agricole considéré comme "limité par plusieurs facteurs défavorables, prépondérants" et donc moins propice aux activités agricoles.

Le cœur du bassin versant offre des sols à dominance plus sableuse, plus à même de drainer les eaux des sols et des réserves utiles plus faibles bien que correcte pour bon nombre de culture. Ces sols bruns et ces rendzines sont ainsi plus propices aux cultures sensibles aux excès d'eau lors des périodes humides dans la vallée du Montgoger et ce, plus particulièrement sur la partie aval de sa rive droite.

Enfin, quelques zones aux superficies réduites et particulièrement hydromorphes sont présentes dans les points bas du bassin versant et là où les sols sont les plus argileux.

Ces observations d'ordre pédologique pourront servir à la compréhension de l'activité des sols et des écoulements sur le bassin versant ainsi que dans l'interprétation de l'occupation des sols.

2.3 Occupation du sol et paysage

Occupation des sols

L'activité principale du bassin versant du Montgoger est l'agriculture avec une utilisation variée des sols. Il est possible de noter que presque un tiers de cette SAU est utilisée à des fins de céréaliculture hivernale et quasiment autant en prairies temporaires ou fourrages (Figure 16). Par la suite, 12,3 % est dédié à la culture de tournesol et 10 % au maïs. La présence de ces productions montre que la zone se situe dans une tendance à la polyculture-élevage.

La figure 16 révèle aussi l'existence de cultures destinées à l'alimentation humaine comme les vignes et vergers ou les cultures légumières.

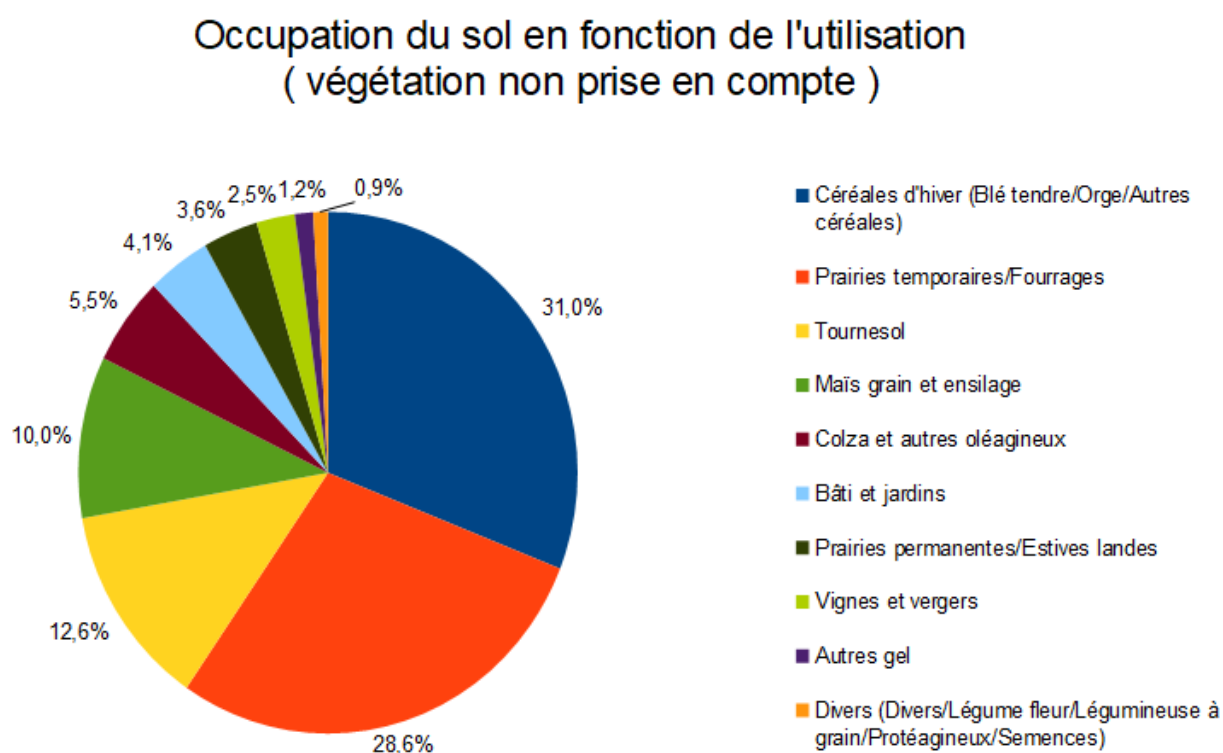


Figure 16 : Occupation du sol en fonction de l'utilisation (source donnée : IGNF_BDTOPOr_2-1, RPG)

Ces différentes cultures sont réparties sur l'ensemble du bassin versant avec une certaine logique liée à la destination des productions et à la nature des sols. Cette logique de localisation peut être visualisée sur la carte d'occupation des sols (Figure 17).

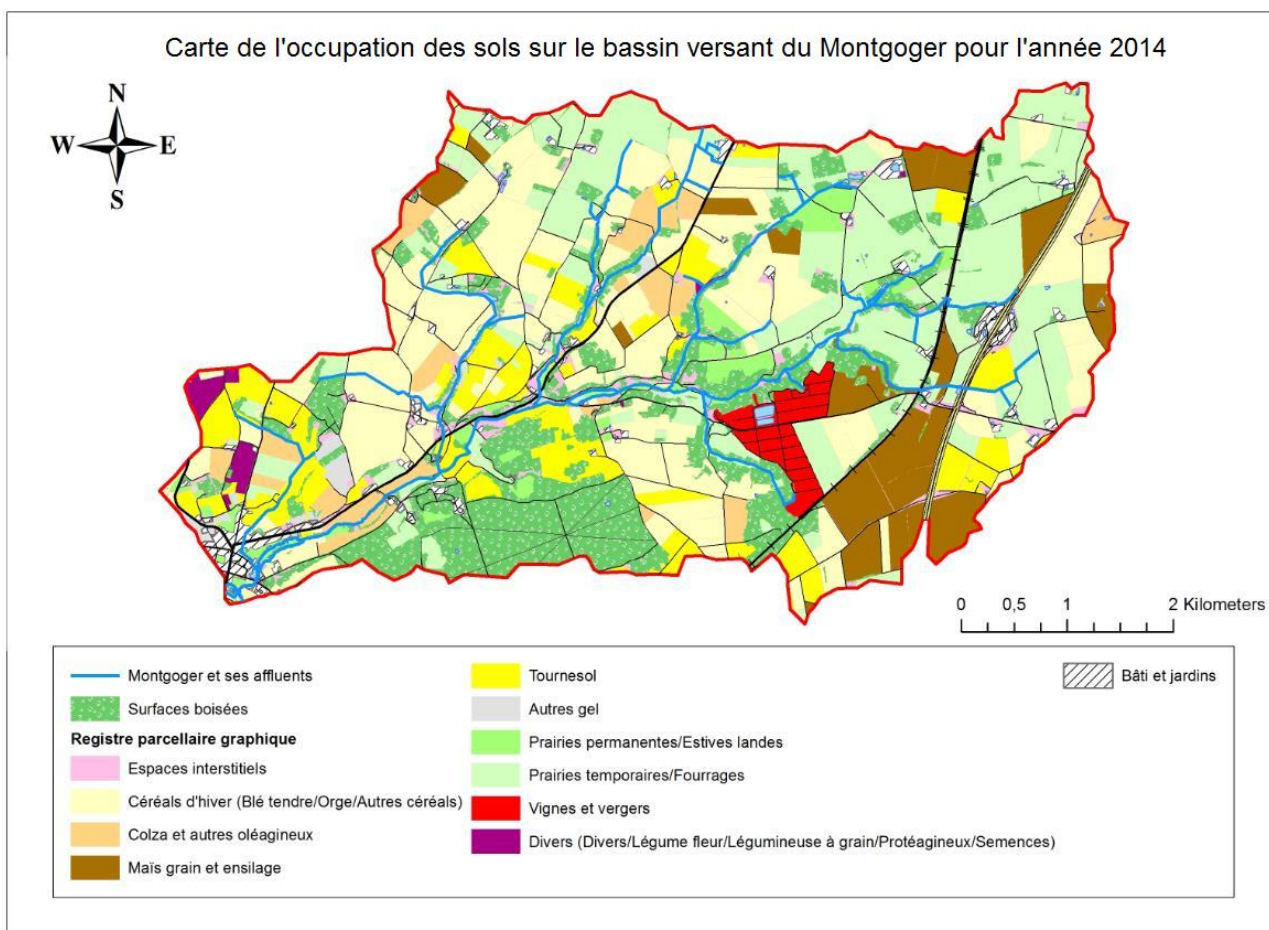


Figure 17 : Occupation des sols sur le bassin versant du Montgoger (Source donnée : IGNF_BDTOPOr_2-1, RPG , via ArcGIS)

La carte d'occupation des sols montre que les prairies ainsi que la production de maïs sont globalement situées en tête de bassin versant. Le sol de ces secteurs est à dominance limoneuse et argileuse, offrant de bonnes réserves utiles en eau mais induisant une hydromorphie temporaire et offrant un potentiel agricole faible. Ce dernier point peut en partie expliquer la présence des prairies dans ce secteur, moins demandeuse d'un sol de qualité. L'hydromorphie temporaire de la zone présente aussi un avantage pour la culture du maïs en offrant une meilleure réserve en eau lors des périodes les plus sèches mais induisant la mise en place d'un système de drainage pour les cultures présentes.

Les céréales d'hiver quant à elles, semblent se répartir majoritairement sur la rive droite du cours d'eau. Sur ce coteau, les variations d'altitudes sont moins importantes et moins fréquentes que sur la rive gauche comme évoqué dans la partie topographie. De cette manière, l'accès aux parcelles avec des engins y est plus facile et moins contraignant. Le sol plus sableux du secteur présente de meilleures capacités de drainage ainsi qu'une bonne perméabilité et présente donc des caractéristiques plus favorables aux cultures d'hiver offrant des potentiels agricoles parmi les meilleurs du bassin versant.

Les oléagineux, les exploitations considérées comme "Divers" et les tournesols sont répartis de manière plus aléatoire sur le territoire, occupant des parcelles souvent plus petites et moins géométriques que les céréales d'hiver.

Le verger quant à lui, est situé dans un cadre pédologique caractéristique du haut de bassin et profite d'une proximité avec le Montgoger permettant des prélèvements dans ce dernier.

Les observations réalisées lors des études pédologiques semblent indiquer que l'usage de techniques de drainage n'est pas particulièrement répandue sur le bassin versant, les espaces les plus cultivés étant situés en zones non hydromorphes et les espaces de prairies pouvant supporter des saturations en eau périodiques situés dans les zones plus hydromorphes.

L'évolution du parcellaire de 1950 à nos jours

Le parcellaire agricole du bassin versant du Montgoger a évolué depuis les années soixantes suivant l'évolution des pratiques agricoles. En effet suite à l'intensification des pratiques agricole il a été considéré qu'un rassemblement des parcelles permettrait de réduire les temps et les coups d'exploitation, facilitant le travail des exploitants en minimisant ses déplacements et transport tout en facilitant l'usage d'engins agricoles modernes. Ces pratiques de remembrement sont aujourd'hui suspectées d'avoir engendré des impacts environnementaux et paysagers importants, notamment sur l'eau et les sols au travers de processus de lessivage et d'érosion.

Ce remembrement peut être visualisé sur le bassin versant du Montgoger au travers de la carte suivante (Figure 18) présentant l'évolution du parcellaire entre 1950 et 2014 sur une surface de 360 000 m² située en partie aval du bassin versant, en rive droite du Montgoger.

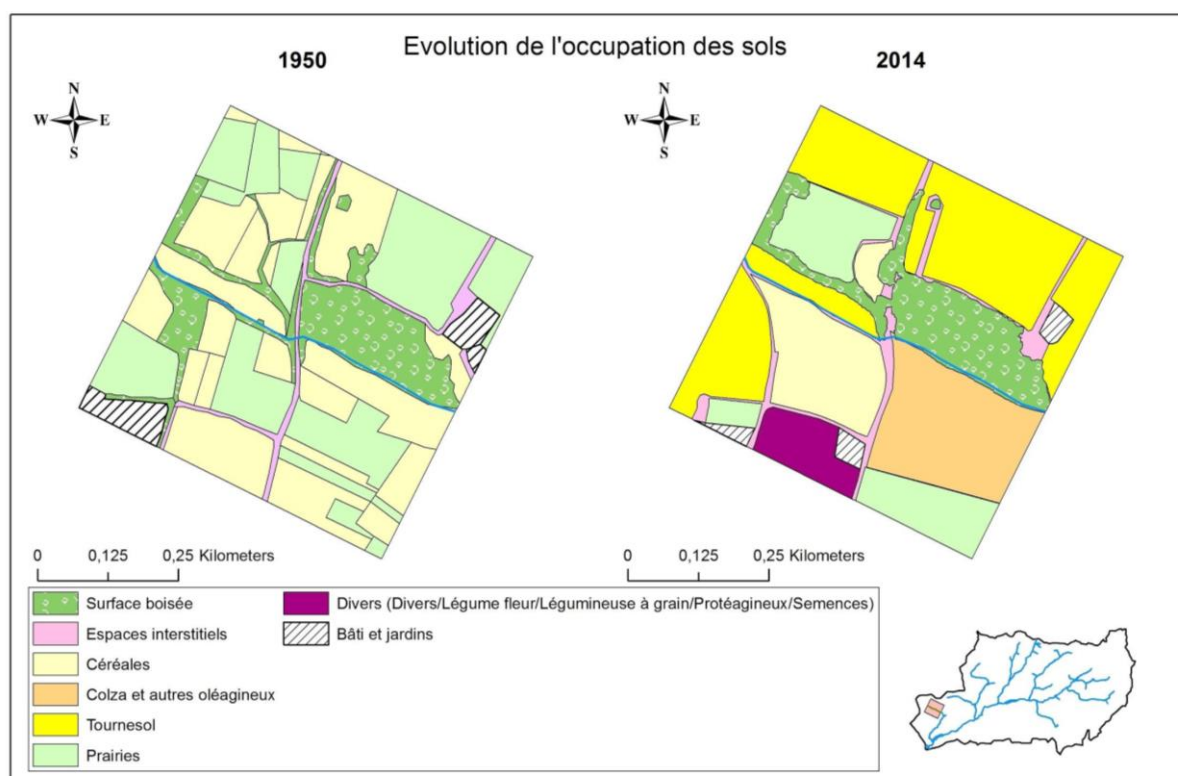


Figure 18 : Carte de l'évolution des sols sur une zone du bassin versant du Montgoger entre 1950 et 2014 (Source IGNF_BDTopOr_2-1, Via ArcGis)

Ainsi est-il possible d'observer les effets du remembrement sur les parcelles agricoles; la taille moyenne d'une parcelle passe d'approximativement 7200 m² en 1950 à près de 44300 m² en 2014. Les bords des parcelles présentent des formes plus rectilignes et les cultures sont rassemblées en ensembles plus grands et plus uniformes. Notons que bien souvent ces pratiques de regroupement de culture sont réalisées au dépend de haies et de bandes enherbées susceptibles d'être présentes entre les différentes parcelles cultivées, participant l'impact de ces pratiques sur les eaux et les sols.

L'occupation des sols du bassin versant du Montgoger répond à une logique relevant de critères logistiques et pédologiques. Les cultures les plus fragiles sont situées dans les espaces les plus favorables (aval et rive droite du Montgoger) et les espaces de prairies et cultures plus demandeuses en eau dans les espaces plus hydromorphes (haut de bassin). Ainsi, les secteurs avals les plus cultivés ne semblent pas ou peu nécessiter de drainage.

Aussi, les parcelles agricoles ont évoluées et se sont regroupées depuis les années soixantes au gré des politiques de remembrement en espaces cultivés uniformes plus grands, et aux frontières plus rectilignes. Ces actions de remembrement, souvent synonyme de destruction des linéaires de haie et de bandes enherbées présentes entre les parcelles participent à une augmentation de la vulnérabilité des sols à l'érosion et à une augmentation des risques de pollution des eaux.

2.4 Erosion

a) Préambule

L'érosion a été calculée en reprenant la méthodologie du rapport Verseau. Cette méthode de calcul se base sur l'occupation des sols, la pédologie, la topographie et le climat du territoire du bassin versant du Montgoger. L'objectif est ici de connaître l'érosion sur le bassin versant suite aux épisodes pluvieux et non pas l'érosion des berges par les cours d'eau.

b) Détermination de l'érosion

Etape 1: Taux de couverture du sol

Afin de connaître l'érosion sur le bassin versant le premier élément utilisé est le taux de couverture du sol. Celui-ci est calculé via les données des RPG des années 2010, 2011, 2012. Cependant l'utilisation du RPG ne prend pas en compte les variabilités saisonnières. Pour intégrer ce paramètre, une transformation des classes via le RGA de l'Indre et Loire est réalisée.

Ensuite, l'avantage de l'utilisation du RPG est sa résolution spatiale très précise. Cependant ses données ne recouvrent pas l'ensemble du territoire d'étude. Les données non disponibles avec les RPG sont donc couplées avec le CLC, datant lui de 2012. Il est à noter qu'une perte d'information est présente avec l'utilisation du CLC. Ce dernier est moins précis pour des échelles faibles comme celle de ce bassin versant.

Ces données permettent d'obtenir le taux de couverture du sol pour chaque saison de chaque année, puis en fusionnant les occupations du sol par saison, quatre cartes sont obtenues (Annexes 5 à 8). Les valeurs d'occupations présentes sur ces cartes du sol correspondent à un sol nu 3/3 ans, un sol nul 2/3 ans, sol nu 1/3 ans ou encore un sol semi-couvert et couvert 3/3 ans.

Il est à noter que les chemins d'accès aux parcelles, les haies et bandes enherbées, n'apparaissant pas sur le RPG. Il s'agit d'une source d'imprécision dont il sera nécessaire de tenir compte lors de l'interprétation des résultats.

Etape 2 : Topographie

Une fois l'occupation du sol déterminée un travail sur la topographie du bassin versant est effectué. L'utilisation de la topographie permet de déterminer deux facteurs de l'érosion du sol qui sont la pente et les aires drainées.

La pente est calculée via un MNT à 50m. La précision de cette étape sera donc de 50m contre 25m pour les étapes précédentes. Puis un calcul de l'aire drainée est réalisé.

Cette dernière permet de connaître la zone drainée par une surface précise. Son utilisation va servir à corriger les valeurs précédemment obtenues lors du calcul de la pente et d'obtenir des valeurs plus précises et représentatives de la réalité du terrain.

Ainsi à l'étape 2, un facteur pente corrigé est obtenu (Annexe 1).

Etape 3 : Climat

La troisième étape consiste à prendre en compte le climat présent sur le bassin versant du Montgoger. Pour cela, la base climatique SAFRAN, permettant de connaître la pluviométrie sur des points de rayons de 50km², est utilisée. Cependant, le bassin versant ne possédant qu'une aire de 30,5km², un seul point de mesure est présent. En reprenant le rapport verseau, cela permet d'obtenir un bassin versant de facteur climatique Q2 pour l'été, l'hiver ainsi que le printemps et de facteur climatique Q3 pour l'automne. Ces facteurs climatiques dépendent du nombre de jours de pluies et de la hauteur de pluie en millimètres sur 13 ans (Tableau 2).

Tableau 2 : Tableau permettant de convertir en classes de données les valeurs brutes obtenues via la banque de données SAFRAN

Cumul ^a	Nombre de jours ^b				
	< 13	13 - 22	22 - 30	30 - 41	41 - 66
< 1857	1	2	3	4	5
1857 - 2264	2	3	3	4	5
2264 - 2642	3	3	4	4	5
2642 - 3090	4	4	4	5	5
3090 >	5	5	5	5	5

a. Cumul total de pluie par saison en mm sur 13 ans
b. Nombre total de jours de pluie avec un cumul >15 mm sur 13 ans

Etape 4 : Pédologie

Pour cette étape, la carte pédologique est utilisée. Elle va servir à déterminer la battance et l'érodibilité du sol du bassin versant du Montgoger. Ces deux éléments étant nécessaires au calcul de l'érosion.

La battance indique la capacité du sol à former une couche peu perméable en surface. Elle est ainsi déterminée via la texture du sol. L'érodibilité correspond à l'entraînement de particules via la déstructuration des agrégats. Elle est donc obtenue grâce à la structure du sol.

Cependant il est à noter que le rapport Verseau utilisait des cartes de pédologie différentes que celles utilisées dans ce rapport. Ainsi certaines légendes diffèrent, sur les appellations et les limites de classes. Un jeu de conversion a dû être mis en place.

Les résultats obtenus présenteront donc de potentielles différences avec le rapport Verseau. Ils sont disponibles en annexes (Annexes 9 et 10).

c) Résultats obtenus

Une carte d'érosion par saison est ainsi calculée (Figure 19), avec un pixel pour 25 m. (ces cartes sont aussi présentées individuellement en Annexes 11 à 14 en grand formats)

Carte d'érosion du Bassin Versant du Montgoger par saisons sur 3 ans de 2010 à 2012

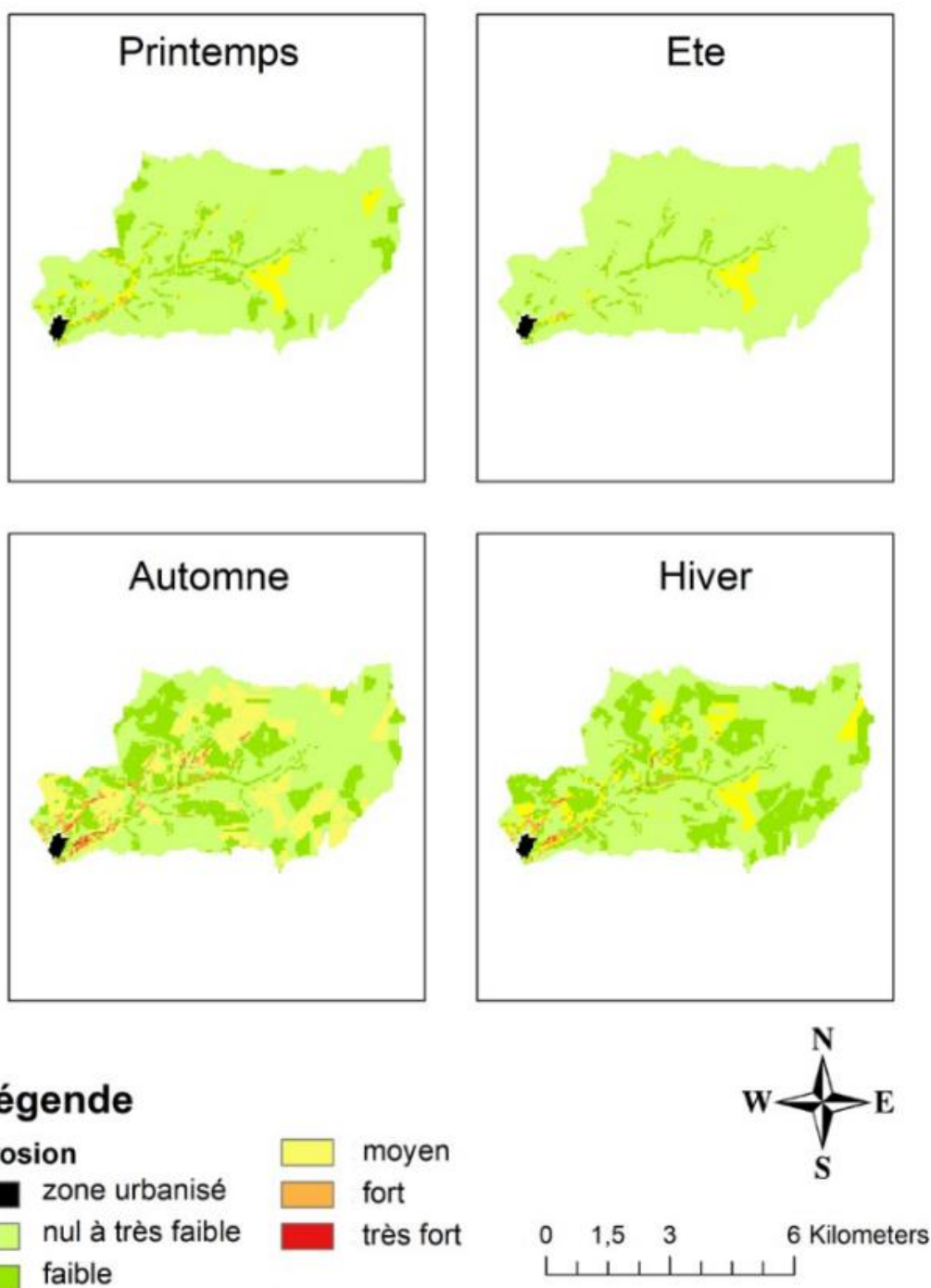


Figure 19 : Carte présentant le réseau hydrographique du bassin versant du Montgoger (Source : IGNF_BDTopOr_2-1, RPG, RGA, BRGM, Via ArcGIS)

Ainsi au printemps et en été l'ensemble du bassin versant apparaît en érosion nulle à faible. Cet élément s'explique par une absence de sols nus à cette période de l'année.

Néanmoins deux exceptions apparaissent. La première est la partie la plus aval du Montgoger, située à l'amont immédiat de la ville de Saint-Epain. Sur ce secteur l'érosion varie de faible à forte. Cela s'explique car la pente, la battance et d'érodibilité sont importants. C'est pourquoi ce secteur sera à surveiller car même sans tenir compte de l'occupation du sol, il possède un risque d'érosion important.

La seconde est le verger qui pour les quatre saisons va présenter une érosion considérée comme moyenne. Cependant ce résultat est à relativiser car il s'explique par la méthode de calcul utilisée. Le postulat de départ est le suivant : lorsqu'il y a présence d'une vigne ou d'un verger, il est considéré automatiquement que l'agriculteur ne laisse pas de bande enherbée entre les rangs (Source : Rapport verseau). De ce fait, le sol est considéré comme systématiquement nu dans la méthode appliquée. Cependant si le verger ou le vignoble laisse un enherbement entre les rangs, il est pénalisé par cette méthode de calcul de l'érosion. Et dans le cas des vergers du bassin versant du Montgoger une analyse des photos aériennes de ces dernières années à différentes saisons laissent supposer que cet enherbement est pratiqué sur cette parcelle. Ainsi afin de confirmer ou réfuter l'érosion sur ce secteur il serait nécessaire de réaliser d'autres études plus poussées et les résultats actuels sur ce secteur sont à nuancer.

Durant l'automne l'érosion va s'accroître, c'est en effet à cette période que de nombreux sols ne présentent pas d'occupation du sol.

Il apparaît alors des secteurs où l'érosion reste faible. Le premier correspond à la rive gauche du Montgoger qui est occupé par une forêt domaniale, élément qui sert à expliquer la faible érosion. Le second est localisé sur la partie amont du bassin versant. Sur ce secteur les faibles pentes font ressortir un plateau ou sont localisés des prairies permanentes, comme il a été vu lors des parties occupation du sol et topographie.

A l'inverse sur le versant droit du Montgoger et sur la partie aval du Montgoger, l'érosion est plus importante, tout comme à l'entrée de Saint-Epain où il y a une érosion forte. Ces tendances vont aussi s'observer lors de l'hiver.

Sur la partie aval du Montgoger cela s'explique, comme il a été vu précédemment, par la texture, la structure du sol et les fortes pentes. Contrairement au versant droit du Montgoger, il s'agit d'un secteur où les pentes sont assez importantes, et où l'occupation du sol fait ressortir des sols nus 2 à 3 ans sur 3.

L'érosion est la plus importante durant l'automne, en rive droite du Montgoger, notamment à proximité de ses affluents et sur la partie aval du cours d'eau du Montgoger. A contrario l'érosion est faible sur la partie amont du bassin versant et sur la rive gauche du Montgoger. Concernant le verger, la méthode de calcul de l'érosion présente des imprécisions et une analyse plus poussée serait nécessaire à la détermination de l'érosion sur cette parcelle.

2.5 Qualité de l'eau

2.5.1 Hydrogéochimie

2.5.1.1 Qualité chimique du Montgoger

En octobre 2017, sept mesures furent réalisées de l'aval vers l'amont (Figure 20) du Montgoger afin d'en déterminer la qualité chimique. La station 1 correspond à la partie la plus à l'aval du cours d'eau, et la station 7 au point le plus à l'amont.

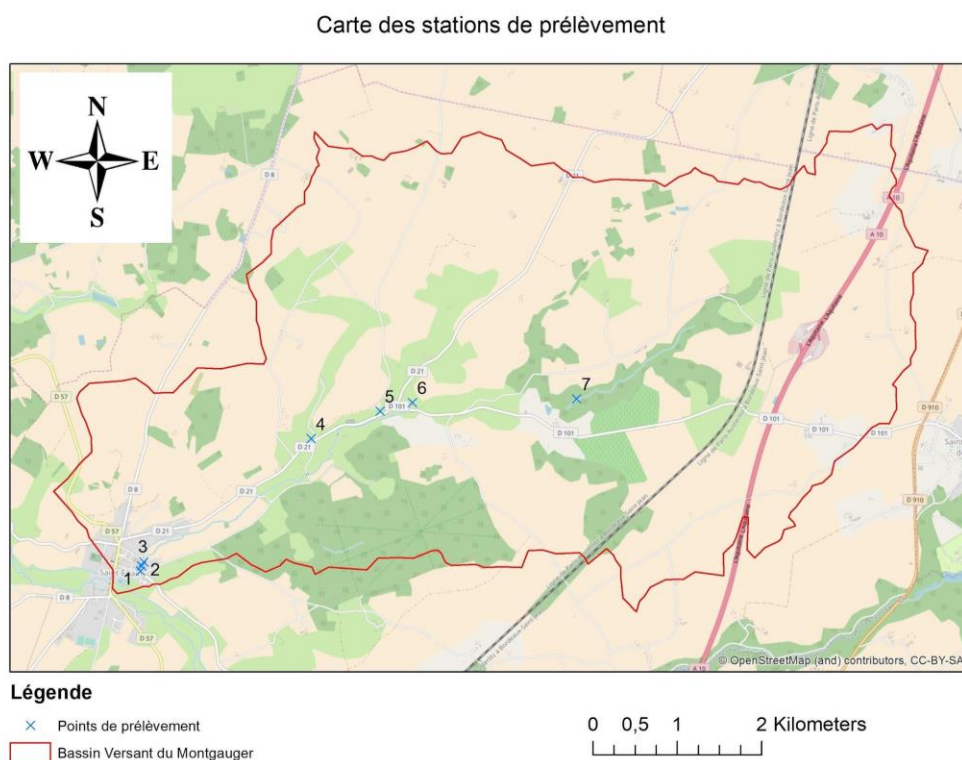


Figure 20 : Carte de localisation des points de prélèvements (Source : Open Street Map, Via ArcGis)

Les résultats de ces mesures sont présentés dans le tableau 3 qui recense notamment les concentrations des orthophosphates, fer, calcium et magnésium.

Tableau 3 : Résultats des analyses chimiques de l'eau du Montgoger

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Orthophosphates dissous (mg/l)	1,01E-01	1,37E+01	6,365E-02	2,109E-01	1,833E-01	2,75E-01	3,48E-01
Orthophosphates total (mg/l)	1,957E-01	1,32E-01	2,755E-01	2,441E-01	3,154E-01	3,8E-01	5,55E-01
Fer total (mg/l)	1,02E-01	4,136E-01	8,03E-02	5,77E-02	8,58E-02	8,03E-02	2,134E-01
Ca ²⁺ (g/l)	0,104	0,064	0,106	0,1	0,082	0,108	0,104
Mg ²⁺ (g/l)	0,0072	0,0012	0,0108	0,0072	0,0204	2,4E-03	4,8E-03

Afin d'exploiter ces résultats le document SEQ-Eau a été utilisé. Il s'agit d'un document d'évaluation de la qualité des eaux de surfaces mis en place par l'agence de l'eau.

Ainsi les résultats obtenus correspondent à des concentrations en orthophosphates dissous indiquant une bonne qualité de l'eau. Les concentrations en fer sur le Montgoger semblent correctes. En effet, les concentrations moyennes sur le cours d'eau sont de 0.15 mg/l. Ce sont des concentrations optimales pour une bonne croissance des plantes (entre 0.05 mg/l et 0.1 mg/l), alors qu'un cours d'eau trop riche en fer, entrainerait une prolifération d'algues. Enfin l'étude du calcium et du magnésium donne une indication sur la dureté de l'eau.

2.5.1.2 Evolution des composés chimiques de l'amont vers l'aval

Les Figures 21 et 22 présentent l'évolution des concentrations des composés chimiques analysés.

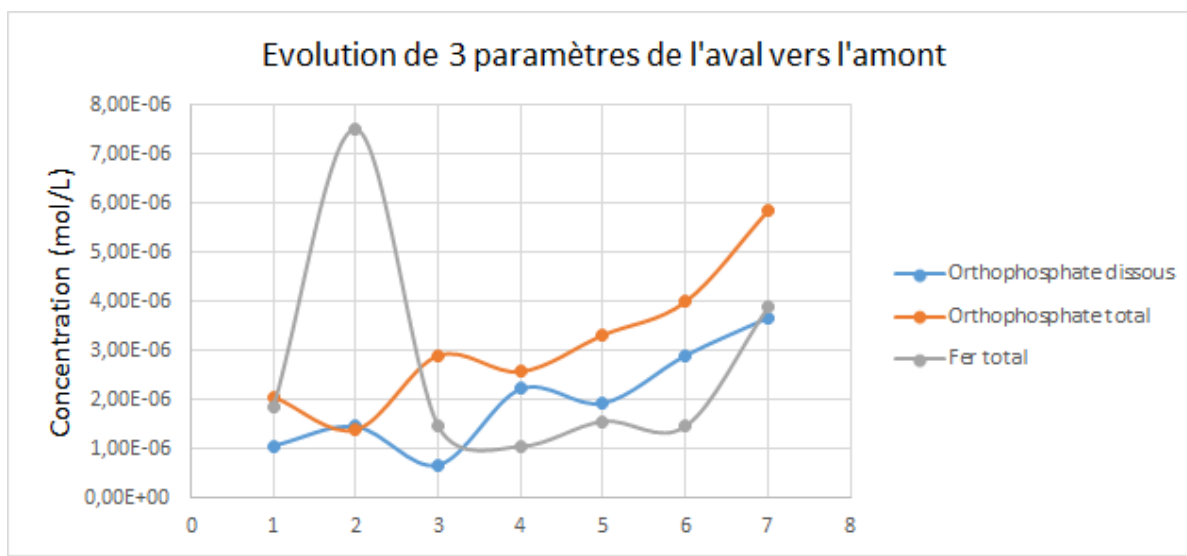


Figure 21 : Evolution des orthophosphates et du Fer au sein du cours d'eau

Sur la Figure 21 il apparaît une tendance à la diminution de la concentration de l'amont vers l'aval (du point 7 au point 1). L'hypothèse qui peut être faite est que les orthophosphates sont consommés par les organismes ou bien il y a possibilité d'un stockage dans les sédiments. Cela marque une autoépuration du cours d'eau.

D'autre part, la plus grande concentration en orthophosphates est observée juste après le verger au niveau de la station 7. Il est possible d'émettre l'hypothèse que celui-ci participe à l'augmentation de la concentration en orthophosphates dans le cours d'eau. En effet, lors de pluies, il y a une solubilisation des produits chimiques et des amendements utilisés pour la production de fruits, qui par ruissellement vont se retrouver dans le cours d'eau.

Concernant le fer total, de l'amont vers l'aval, deux pics importants sont observés. Le premier, au niveau de la station 7, là où comme précédemment, le fer peut être utilisé dans certains produits de traitement et ruisseler jusqu'au cours d'eau avec les précipitations. A partir du point 6, une forte chute est constatée pour atteindre une valeur sensiblement constante jusqu'au point 3. Cela montre que le cours d'eau possède une certaine résilience vis-à-vis de ce composé.

La Figure 22 présente elle l'évolution du calcium du magnésium et de l'alcalinité de l'aval vers l'amont.

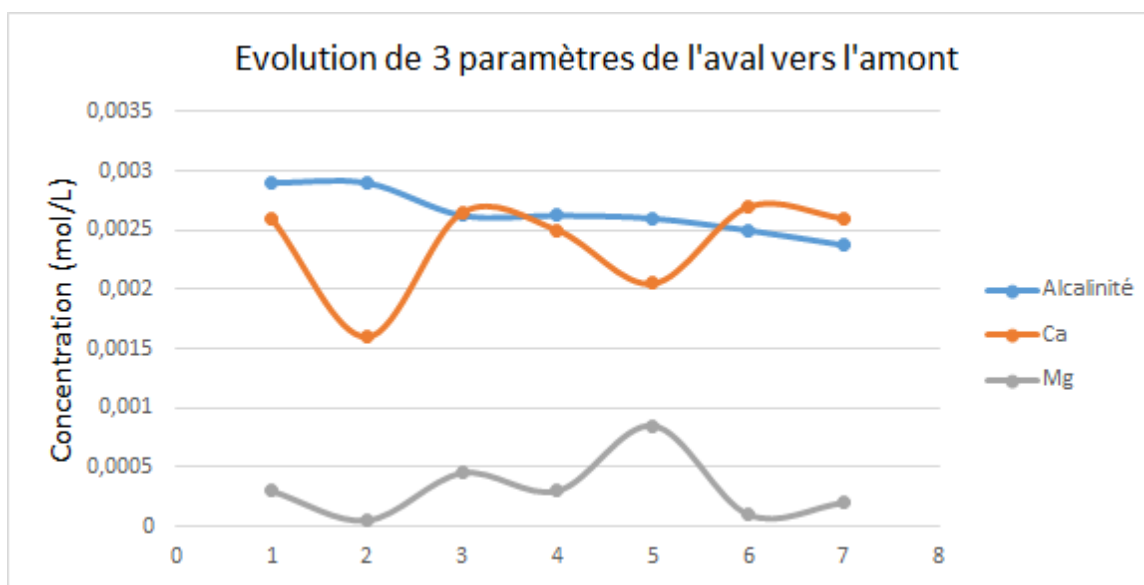


Figure 22 : Evolution de l'alcalinité, du calcium et du magnésium au sein du cours d'eau

Les évolutions sur le graphique, des concentrations en calcium et magnésium peuvent être expliquées par la nature des roches du bassin versant. Les roches à l'affleurement ont une composition importante en calcium et une plus faible en magnésium, d'où les différences de concentrations observées. Il y a une évolution plutôt stable du cours d'eau de la station 7 à la 3.

En revanche, au niveau de l'étang, le calcium et le magnésium ont une concentration qui diminue (passant d'environ 0.003 mol/L à 0.0015 mol/L). Cette chute peut être due à un changement de la nature des roches. Les roches de l'étang sont de nature plus argileuse donc moins riche en calcium et en magnésium.

Concernant l'alcalinité, une légère rupture de courbe apparaît entre les stations 2 et 3. Cette rupture peut être due, comme pour le fer, à une fonction de stockage. Le stockage au niveau de l'étang peut entraîner un relargage au niveau de la station 1, ce qui pourrait expliquer la légère augmentation de l'alcalinité à l'aval du cours d'eau.

Ces résultats sont à modérer, puisqu'ils ont été réalisés par une seule campagne d'échantillonnage. Afin de les conforter d'autres mesures devraient être réalisées. De plus au niveau du verger de la Morinière l'impact sur la qualité chimique semble modéré, mais l'impact sur le point de vue quantitatif pourrait être plus important (source : J.Leproult, comm.pers.) car le verger utilise le Montgoger pour remplir deux étangs servant à l'irrigation. Néanmoins afin de le démontrer d'autres mesures seraient nécessaires, notamment à l'amont du verger.

Pour finir, aucune mesure n'ont été réalisées sur le bassin versant du Montgoger concernant les teneurs en nitrates dans le cours d'eau. Cela aurait permis de quantifier l'impact de l'agriculture sur celui-ci.

2.5.2 Indice Poisson Rivière (IPR)

Afin de déterminer l'état du cours d'eau, des pêches électriques ont aussi été réalisées. En effet, le syndicat de rivière a décidé d'utiliser cette méthode afin d'évaluer l'évolution de la qualité des cours d'eau sous sa gestion, la population piscicole étant un bon moyen de communiquer au grand public (source : J.Leproult, comm.pers.).

Ainsi, les résultats de ces pêches sont disponibles au nombre de trois pour l'étang situé au niveau de la commune de Saint-Epain (1997, 2012, 2015), et ces résultats sont assez constants.

Des pêches électriques ont été effectuées en 2012 et 2015, sur le ruisseau du Montgoger au niveau de la commune de Saint-Epain sur un secteur où en 2012 des travaux de recharges granulométriques et des banquettes avaient été réalisées (Annexes 16 et 17). Elles montrent une augmentation et une diversification de la population piscicole. En effet, la diversification des types d'écoulements caractérisé comme "courant", absent avant travaux, a permis le développement d'espèces comme les vairons (*Phoxinus phoxinus*) par exemple.

La qualité chimique du Montgoger n'apparaît pas en très mauvais état, même si les résultats sont à relativiser, puisqu'ils ont été obtenus sur une seule campagne d'échantillonnage et si les deux résultats d'IPR sur le Montgoger tendent dans la même direction. Concernant le verger expérimental il semble avoir un impact modéré sur le ruisseau sur le point de vue qualitatif mais une étude sur son impact quantitatif pourrait être intéressante à mettre en place.

Partie 3 : Les activités anthropiques et les acteurs associés

3.1 Patrimoine culturel et naturel

3.1.1 La biodiversité

Sur la commune de Saint-Epain aucune zone naturelle protégée n'est présente à proximité du Montgoger. Toutefois certains groupes possèdent un statut de protection et sont valorisés dans la commune. Aussi, il se trouve sur la commune de Saint-Epain 43 espèces animales et végétales menacées. Parmi elles, 10 sont en danger critiques (*Gallinago gallinago*, *Trifolium aureum*...), 11 en danger (*Silene gallica*, *Anas crecca*...) et 22 classées comme vulnérable (*Accipiter gentilis*, *Epipactis muelleri*...). La liste des espèces animales menacées dans la commune de Saint-Epain, est présentée en annexe 19.

D'autre part, tous les ans, des observations botaniques sont réalisées, via le programme "Vigie-Flore", sur 8 placettes de 10 m² situées dans le bassin versant du Montgoger :

- A hameau les Picault, en bordure de chemin
- B lieu-dit le Clos Bel Air, prairie
- C lieu-dit les 3 Poiriers, dans une bande enherbée
- D forêt, propriété privée
- E ferme la Deniserie, fossé en bordure de route
- F le long du chemin menant aux Perrotins
- G parc privé (entre bois et pelouse)

Ce programme émane du Muséum National d'Histoire Naturelle et son objectif est de suivre l'évolution de la flore de France sur plusieurs années. Pour cela des "mailles", régulièrement réparties sur le territoire sont inventoriées, une fois par an, à la même date, par des botanistes amateurs. Ces observations ont permis de réaliser un recensement des espèces végétales sur la commune (Annexe 19).

Les espèces animales et végétales nécessitent des zones naturelles relativement protégées, dans lesquelles elles peuvent vivre et se reproduire de manière optimale. D'autre part ces espaces doivent être reliés entre eux afin d'assurer une diversité et une mobilité de ces espèces. Ainsi la mise en place d'une continuité écologique sur le territoire de la commune de Saint-Epain apparaît importante dans le but de protéger au mieux ces espèces déjà menacées.

Il existe sur la commune de Saint-Epain une ZNIEFF mais elle ne couvre pas le bassin versant du Montgoger.

Sur le bassin versant se trouve la forêt domaniale de Montgoger (Figure 23), gérée par l'ONF et qui constitue un réservoir de biodiversité. D'autre part la majorité des parcelles situées de part et d'autre du cours d'eau ne sont pas cultivées. Ce sont des zones de végétation de type prairies ou herbages permettant d'assurer une continuité écologique et de limiter l'arrivée de polluants dans le cours d'eau. Suite à un entretien réalisé avec Monsieur LECOMTE, maire de la commune de Saint-Epain, celui-ci souhaite que la commune intègre pleinement la politique trame verte. Il apparaît important de conserver ces espaces naturels, ainsi que d'accentuer la trame verte à l'aval du bassin versant d'autant plus que Monsieur FOUQUIER, maire adjoint et président de l'association de patrimoine souhaite par la suite utiliser ces espaces afin de développer un tourisme vert.

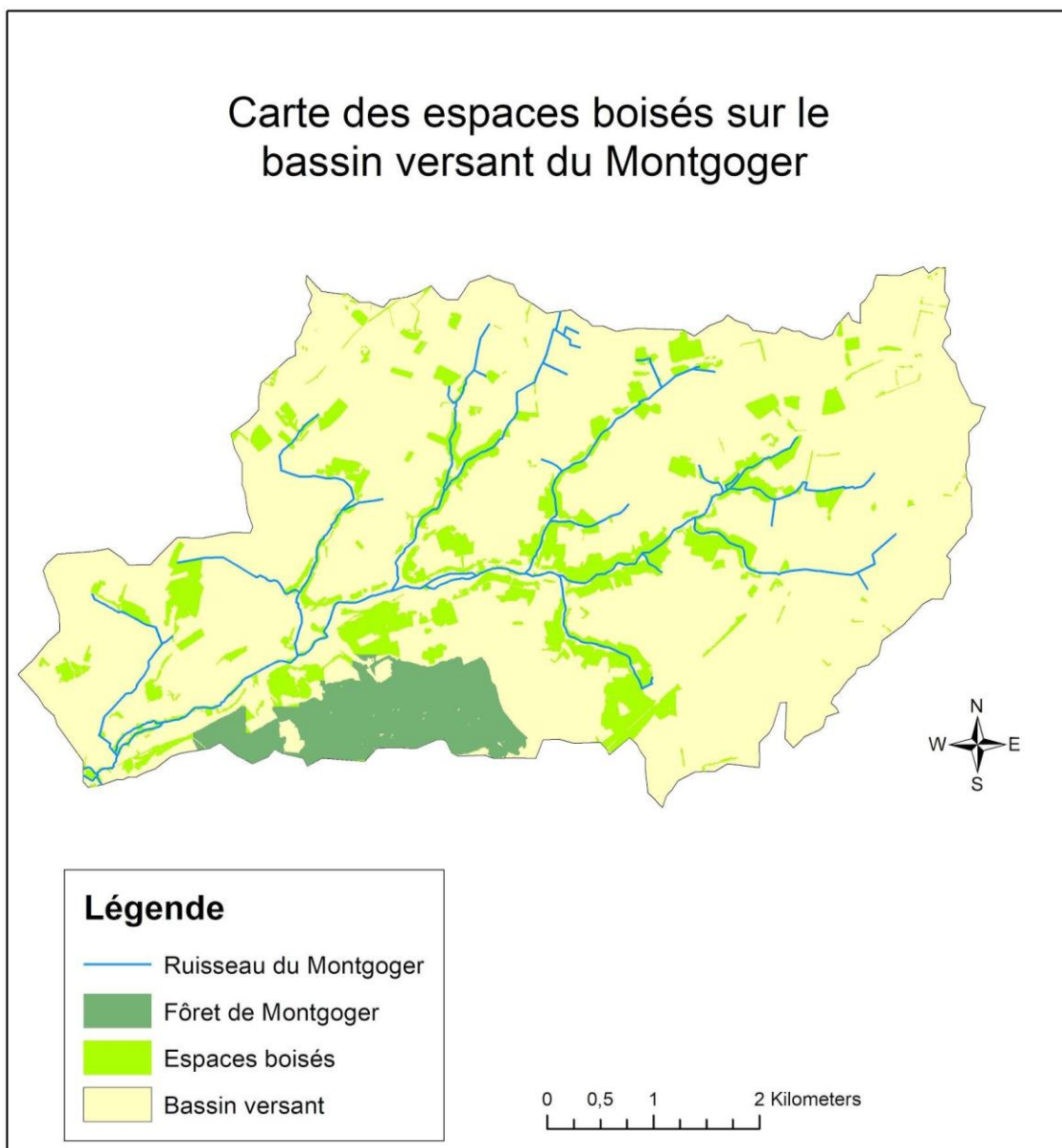


Figure 23 : Carte des espaces boisés sur le bassin versant du Montgoger (Source : datagouv, Via ArcGis)

Concernant les documents d'urbanisme, il apparaît d'après le PLU de Saint-Epain (Annexe 21) une forte prédominance des terrains agricoles et naturels. Notamment de part et d'autre du cours d'eau se trouve une zone dite naturelle, permettant de limiter l'impact des activités sur le ruisseau. Selon l'association de la mémoire et du patrimoine, cette réglementation est de plus en plus respectée par les agriculteurs (Source : Entretien avec Adjoint (Annexe 22)). Cette zone représente un enjeu particulier pour la valorisation du patrimoine et donc pour le tourisme, mais aussi pour la continuité écologique sur le Montgoger.

Pour des raisons touristiques, le Montgoger subit des améliorations paysagères depuis plusieurs années. Toutefois pour des raisons écologiques un effort de renforcement du corridor écologique le long du cours d'eau sera nécessaire car de nombreuses ruptures peuvent être observées (Figure 24)

Localisation de certains corridors autour du Montgoger



Figure 24 : Localisation de certains corridors autour du Montgoger (Source : Géoportail)

3.1.3 Les lieux d'intérêt culturel

La commune de Saint-Epain est riche en patrimoine culturel. En effet d'après l'entretien réalisé avec le maire adjoint et responsable de l'association du patrimoine et de la culture de Saint-Epain (Partie Histoire), il apparaît que la commune *“présente de nombreux souterrains refuges où les habitants allaient se réfugier en cas de crises, ainsi que de nombreuses caves troglodytes.”*

Le bassin versant du Montgoger est situé sur une ancienne voie romaine, et la commune de Saint-Epain fut un carrefour de l'axe Loches-Chinon et Poitiers-Tours. Elle fut donc le lieu de nombreuses activités humaines.

Aussi, sur la rive gauche du Montgoger à l'amont de la commune, se trouve le château de Montgoger. Ce château, aujourd'hui classé monument historique, a été la demeure de nombreux seigneurs dès le XI^e siècle, avant de subir deux incendies qui le menèrent à l'état de ruine. Le Château a été construit avec le tuffeau et l'ardoise, typique de la Touraine. Aujourd'hui il ne reste qu'une seule carrière de tuffeau maintenue en activité par un tailleur de pierre de la commune.

La commune de Saint-Epain est une commune rurale dont la plupart des espaces boisés est localisé de part et d'autre du cours d'eau. Ceci permet de préserver la continuité écologique du territoire et ainsi la préservation d'un certain nombre d'espèces menacées. Ces éléments constituent le patrimoine naturel de la commune, qui est assez respecté par les habitants. Saint-Epain possède aussi une grande richesse culturelle provenant principalement de son histoire.

3.2 Acteurs et usages liés à l'eau

3.2.1 Les usages et conflits d'usages du bassin-versant

3.2.1.1 Population

La commune de Saint-Epain est une commune rurale du sud du département d'Indre et Loire avec une population en nette croissance puisqu'elle passe de 1420 habitants en 1999 à une population de 1600 habitants en 2014 soit une augmentation de près de 12% en 15 ans (Figure 25). Cette nouvelle population est composée principalement de néo-ruraux (Source : Entretien avec M. le Maire de Saint-Epain (Annexe 22)). La population sur le bassin versant est très faible, il est donc possible d'imaginer que la population va avoir un faible impact sur le linéaire du cours d'eau. Beaucoup de maisons secondaires sont présentes sur la commune de Saint-Epain en grande partie issue d'héritage.

Concernant la répartition de la population, la zone la plus urbanisée se trouve sur la partie aval du Montgoger avec la commune de Saint-Epain, il y a ensuite une dispersion des habitats sur l'ensemble du bassin versant (Figure 26).

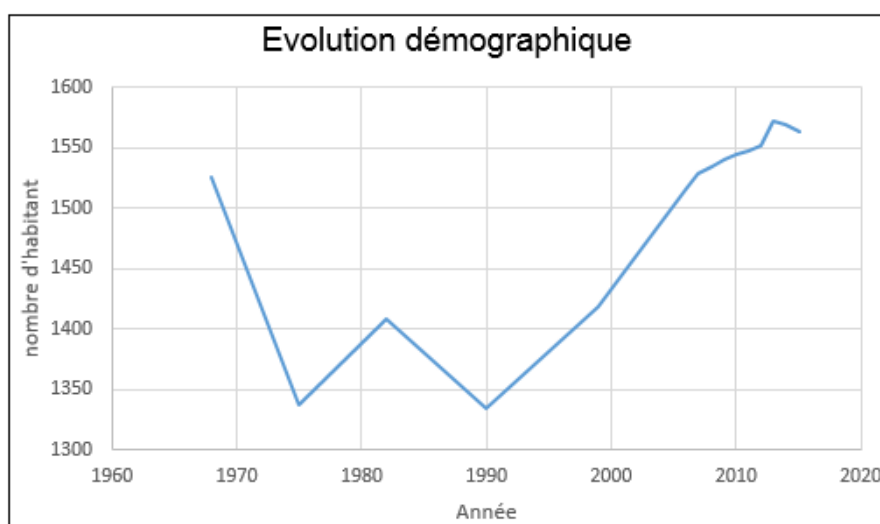


Figure 25 : Figure présentant l'évolution de la population sur la commune de Saint-Epain (Source : INSEE)

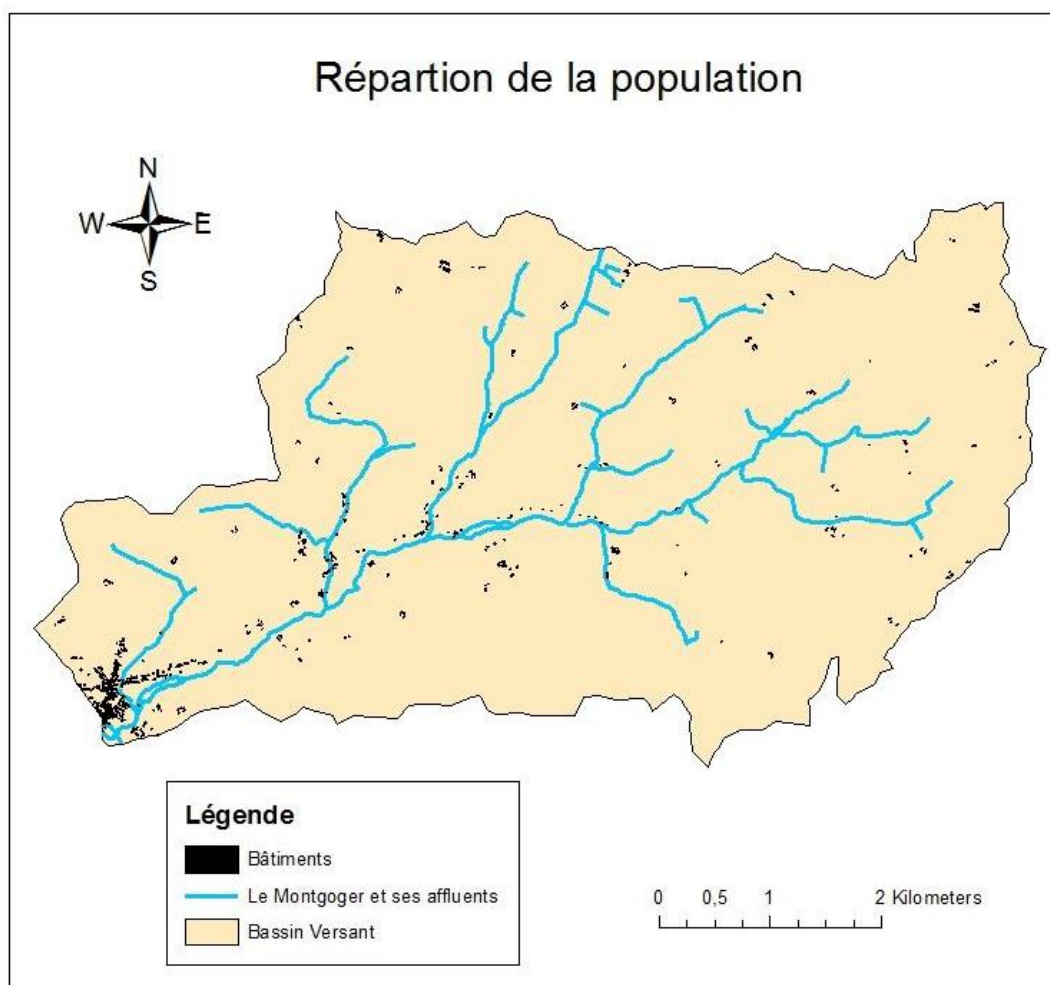


Figure 26 : Carte de la répartition de la population sur le bassin versant du Montgoger (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 ,Via ArcGis)

3.2.1.2 Usages domestiques

Concernant l'assainissement de la commune, une partie est en collectif ce qui représente environ 300 foyers (Source : Maire de Saint-Epain). L'assainissement collectif consiste à collecter toutes les eaux usées des foyers pour les acheminer vers une STEP pour y être traitées et ensuite restituées au milieu naturel. La commune de St Epain possède une STEP à boues activées qui rejette dans la Manse. Une STEP à boues activées consiste à dégrader les éléments carbonés grâce à l'activité des bactéries qui une fois aérées et en grande quantité, sont capables d'éliminer une grande partie des matières organiques. Cette technique des boues activées est la plus représentée en France avec près de 60% d'utilisation sur l'ensemble du territoire français.

Pour le reste de la population de Saint-Epain, l'assainissement se fait en individuel car les habitations sont trop distant les unes des autres.

Il existe également deux plans d'épandage des boues où la gestion est réalisée par les agriculteurs grâce à un contrat d'affermage. Un contrat d'affermage que le contractant (ici l'agriculteur) s'engage à gérer un service public (pour ce cas-là, c'est l'épandage des boues). Il existe cependant certaines réglementations concernant l'épandage de ces boues, comme la distance au cours d'eau ou la quantité à épandre au cours d'une année sur une même parcelle par exemple.

Pour la distribution en eau potable, la commune possède deux forages dans le cénomaniens situés sur la partie aval du bassin versant (Figure 27).

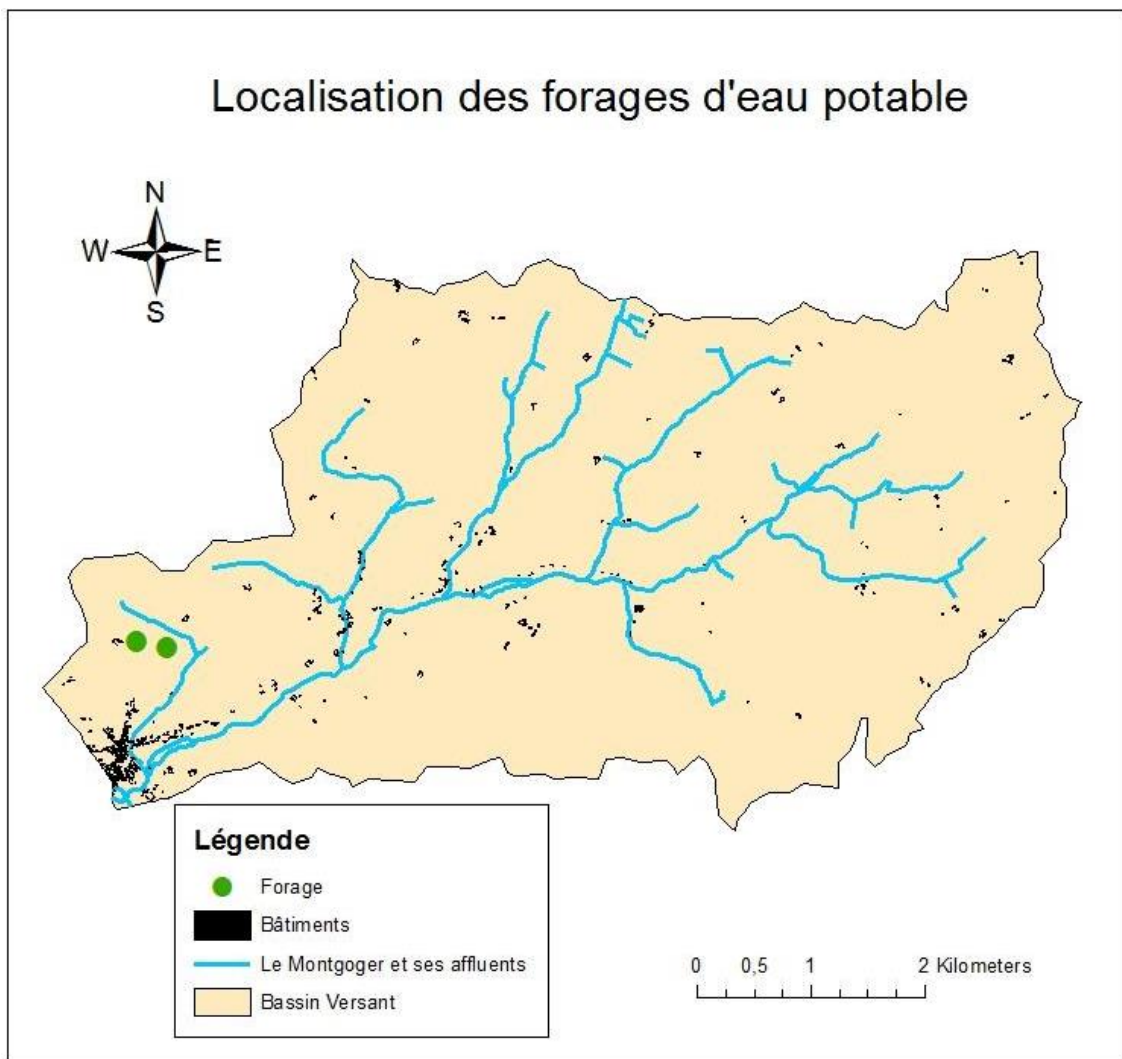


Figure 27 : Carte de localisation des forages en eaux potables sur le bassin versant du Montgoger (Source IGNF_BDTopo_2-1 , Via ArcGis)

Six communes (Panzoult, Avon-les-Roches, Crissay-sur-Manse, Neuil, Crouzilles, Saint-Epain) se sont regroupées en syndicat intercommunal pour le captage, le traitement et à distribution en eau potable (Figure 28).

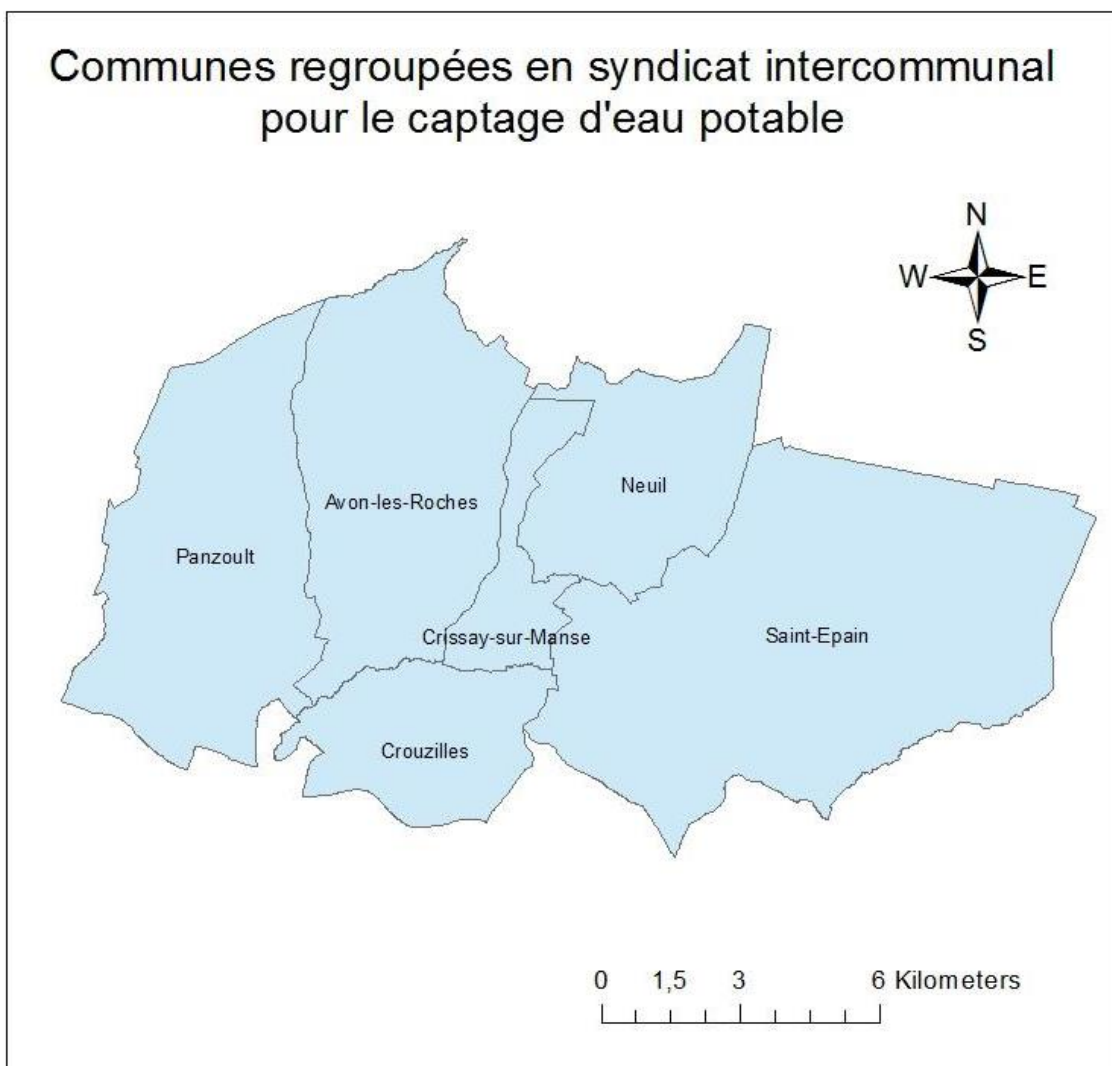


Figure 28 : Cartes présentant les communes s'occupant du captage de l'eau potable (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 ,Via ArcGis)

Concernant la pêche de loisir, il n'existe pas d'AAPPMA sur l'ensemble du bassin versant. Les droits de pêche appartiennent donc aux propriétaires riverains. Pour pouvoir pratiquer la pêche de loisir dans ces zones sans AAPPMA, le pêcheur doit posséder une carte de pêche. Cela veut dire qu'il doit cotiser auprès de l'agence de l'eau. Il doit également demander un droit de pêche auprès du propriétaire riverain. Ces conditions peuvent être contraignantes pour les pêcheurs amateurs qui ne sont pas des propriétaires riverains, car ils n'ont pas accès aux berges de la rivière sans avoir préalablement demandé un droit de pêche. Il existe cependant un étang municipal sur la commune de Saint-Epain où la pêche est en accès libre mais le pêcheur doit préalablement se munir d'une carte de pêche ainsi que d'un timbre pour pouvoir pratiquer la pêche sur ce plan d'eau (Source : Site de la commune).

3.2.1.3 Industrie

L'industrie n'est pas une activité particulièrement présente dans le bassin versant. Aucune ICPE n'est répertoriée sur le territoire de la commune.

3.2.1.4 Activités agricoles

Le nombre d'exploitations agricoles est en baisse depuis les années 1988. En effet, il y a une réduction du nombre d'exploitation de plus de 50% en l'espace d'une vingtaine d'années. De plus, les SAU sont en nette augmentation sur la même période (Figure 29).

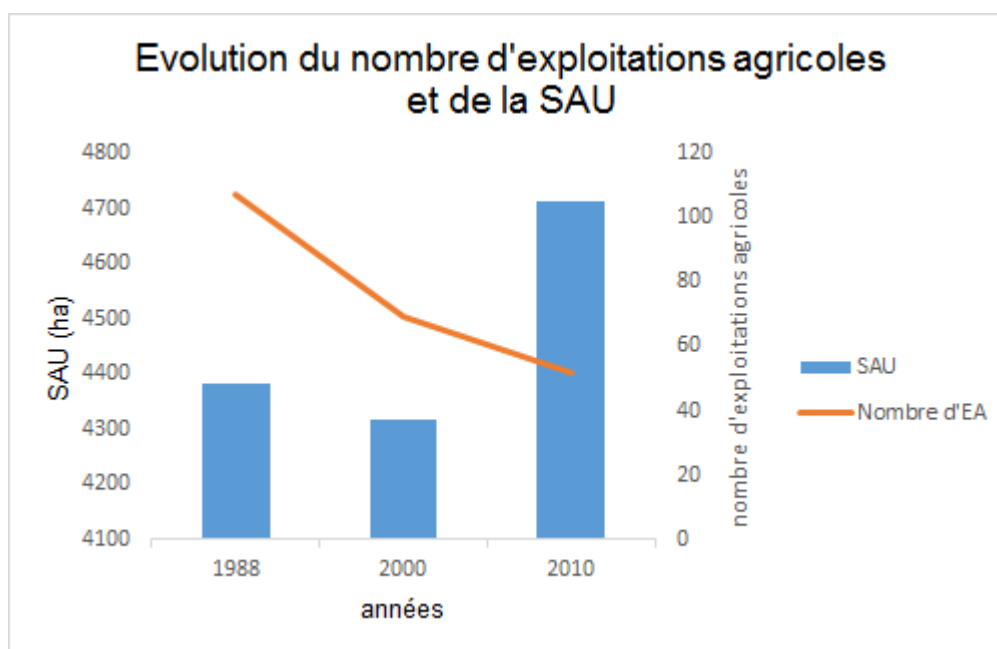


Figure 29 : Evolution du nombre d'exploitations agricoles et de la SAU (Source : INSEE)

Il est donc possible d'imaginer que les exploitations agricoles vont être de plus en plus grandes et donc vont se tourner vers une agriculture plus intensive et potentiellement plus polluante (réduction du nombre d'exploitation et de l'augmentation de la SAU).

Il est nécessaire d'émettre une réserve sur ces résultats car lors de l'entretien avec M. le Maire de la commune de Saint-Epain (Source : Entretiens), celui-ci a mentionné le fait qu'il y avait des investisseurs étrangers à la commune qui achètent des parcelles agricoles et pas seulement des exploitants vivants sur la commune. En effet, avec les données issues de l'AGRESTE il est possible d'observer une réduction de la superficie pour les exploitations individuelles. En effet la superficie passe d'environ 2700 ha pour l'année 2000 à environ 2000 ha pour l'année 2010. Il n'y a cependant pas de données pour les GAEC et les EARL.

Il est possible d'observer une réduction concernant le nombre d'exploitation ayant de l'élevage, idem pour le nombre d'exploitation faisant de la céréaliculture mais une superficie de céréale qui augmente de presque 13% en l'espace de 10 ans.

La répartition des différentes céréales est la suivante:

Il n'y a pas de grande variation dans les proportions des différentes céréales pour les années 2000 et 2010, ce qui montre qu'il n'y aura pas une spécialisation vers une monoculture sur l'ensemble de notre bassin versant. Cependant, une grande partie des cultures sont des céréales d'hiver (colza, blé tendre) (Figure 30).

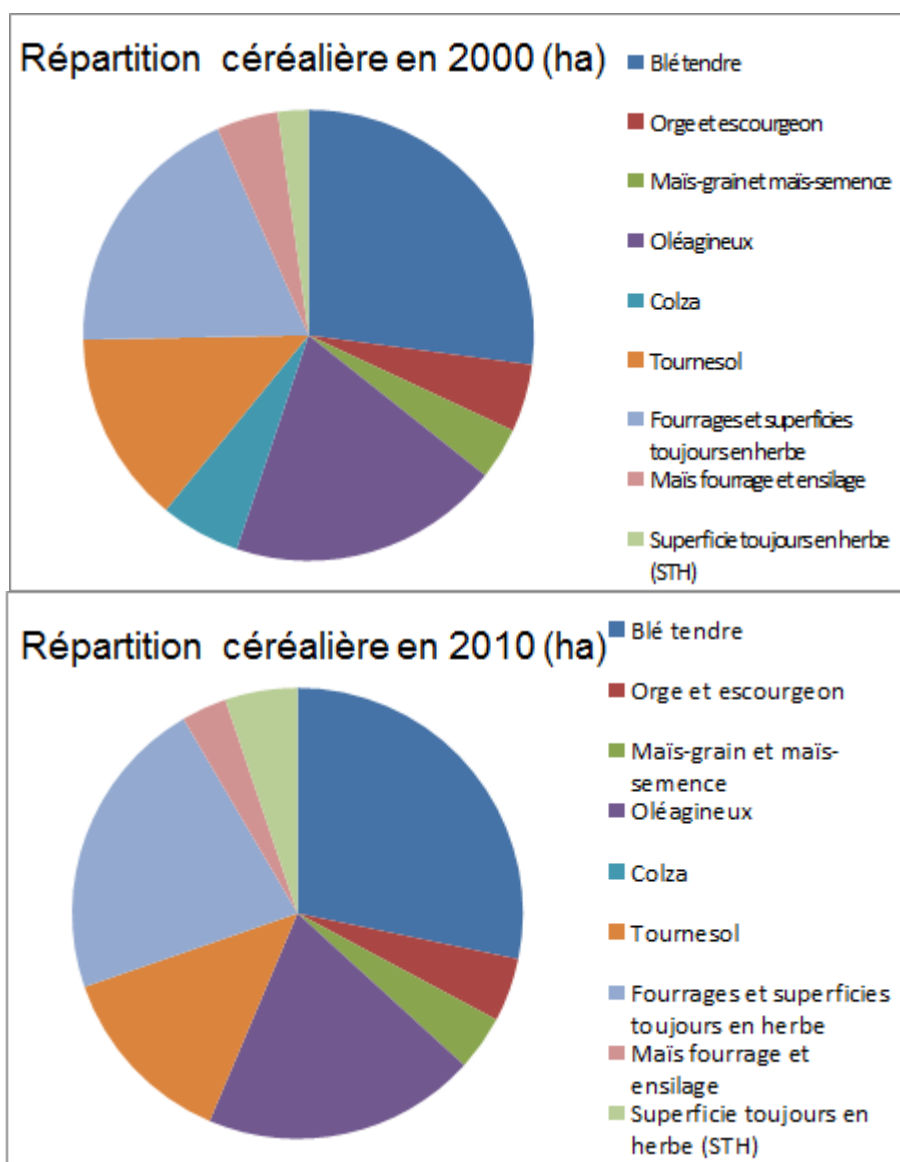


Figure 30 : Graphique présentant la répartition céréalière à l'échelle de la commune de Saint-Epain (Source: Agreste)

Il y a une croissance des cheptels bovins, ovins ainsi que des poulets de chairs et coq. Toutefois, l'AGRESTE ne donne des données que sur deux années (2000/2010) ce qui permet de ne donner qu'une tendance de cette évolution. De plus, à cause du secret statistique il n'est pas possible de connaître davantage l'évolution des cheptels au sein de la commune.

La commune de Saint-Epain ne possède pas d'ICPE agricole à l'échelle de notre bassin versant.

Sur tout le linéaire du cours d'eau, il est possible de discerner un pourcentage important de prairie avec près de 40% sur une zone tampon de 150m autour du Montgoger et ses affluents. Viennent ensuite les céréales d'hiver et le tournesol avec un pourcentage quasi similaire de répartition.

Il est donc possible que le Montgoger subisse des pollutions provenant de l'activité agricole. Etant donné qu'il n'y a pas d'activité industrielle (ICPE) sur le bassin versant, l'agriculture est donc l'une des seules causes possibles sur le cours d'eau (Figures 31 et 32).

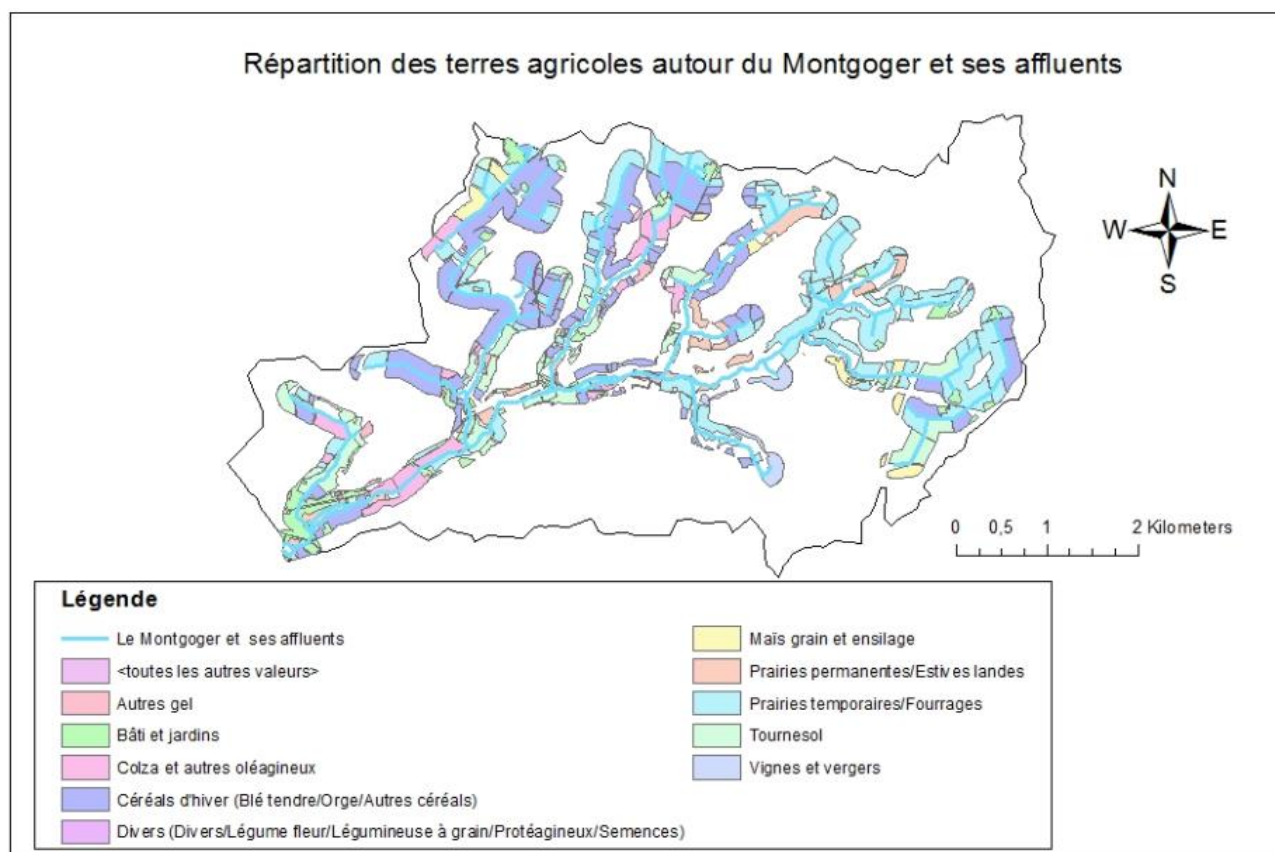


Figure 31 : Carte de répartition des terres agricoles autour du Montgoger et des affluents (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 , Via ArcGis)

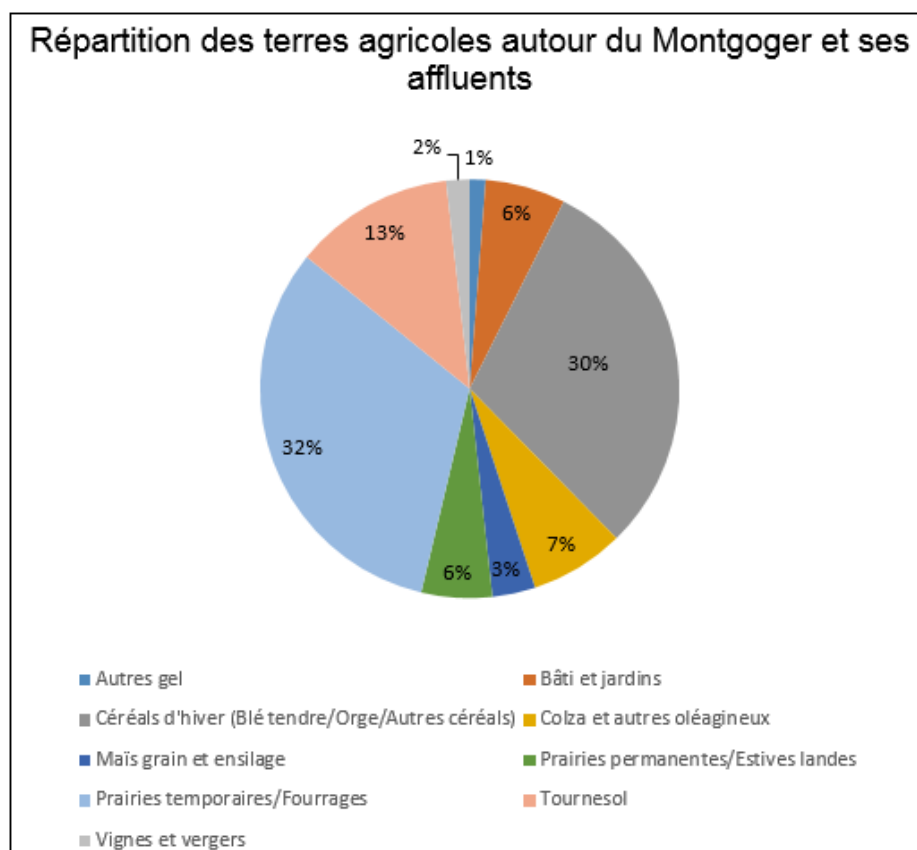


Figure 32 : Répartition des terres agricoles autour du Montgoger et ses affluents (Source : Agreste)

De plus, il n'y a pas de pompage direct dans le cours d'eau mise à part le verger qui pompe directement dans le ruisseau du Montgoger pour remplir ces bassins (source : technicien rivière). Le problème de ce pompage est qu'il apparaît en tête de bassin c'est-à-dire très proche de la source. Il va donc y avoir un impact lors du remplissage des bassins sur les débits au sein du ruisseau du Montgoger car un gros volume est prélevé en un laps de temps réduit, impactant ainsi les débits sur l'ensemble du cours d'eau.

Les zones les plus vulnérables ont été identifiées en rive droite aval car c'est le secteur où il y a le plus d'agriculture céréalière et donc la plus consommatrice en produit phytosanitaire.

La commune de Saint-Epain est également placée en zone vulnérable à l'azote (Annexe 25). Ceci fait suite à la directive nitrates qui est une directive européenne du 12 décembre 1991 qui permet de lutter contre les surcharges des nitrates provenant de l'agriculture. Cette directive a été transposée en droit français par le décret du 10 octobre 2011 pour lutter contre ces surcharges en nitrates. Pour cela, des zones vulnérables ont été déterminées pour fixer les zones contenant une concentration supérieure à 50 mg/l. Ainsi, il y a un réel enjeu azote à l'échelle de notre bassin versant.

Il y a une augmentation de la population significative depuis les années 80, il est donc important de prendre ce paramètre en compte pour réduire l'impact sur l'environnement. La pêche est limitée car il n'y a pas d'AAPPMA à l'échelle du bassin versant.

D'un point de vue agricole, le bassin versant est classé en zone vulnérable par rapport à la directive nitrates. Il y a cependant une prise en compte de la part des agriculteurs avec un respect des bandes enherbées sur la quasi-totalité du linéaire du cours d'eau. Il y a également une diminution d'exploitation agricole et une augmentation de la SAU. Pour finir aucun drainage, industrie ou ICPE agricole ne sont présentes sur le bassin versant.

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

Les acteurs de la gestion de l'eau en France peuvent être classés en différents niveaux c'est-à-dire selon le niveau national, le niveau du bassin hydrographique, régional, départemental et local. Il existe une interaction entre toutes ces échelles (Figure 33).

Au niveau national :

-Ministère de la transition écologique et solidaire : *" Le ministère de la transition écologique et solidaire a pour mission générale de préparer et mettre en œuvre la politique du Gouvernement dans tous les domaines liés à l'écologie, la transition énergétique et à la protection de la biodiversité"*

- Agence Française pour la Biodiversité (AFB) : Peut assurer la police de l'eau et joue un rôle dans la recherche pour la préservation des milieux aquatiques.

Au niveau du bassin hydrographique Loire-Bretagne :

-Agence de l'eau: Cette agence perçoit des redevances selon le principe pollueur-payeur. Elle distribue une partie de ces redevances pour le projet de certaines collectivités, associations ou autres acteurs dans l'intérêt de la restauration des cours d'eau. Elle apporte également un appui technique aux acteurs de la gestion de l'eau en aidant les maîtres d'ouvrage, et en mettant en place des actions de sensibilisation.

-Comité de bassin: Il élabore le SDAGE en concertation avec différents acteurs de la gestion de l'eau. Le comité de bassin a également un rôle de financement et de programmation des interventions de l'agence de l'eau.

Au niveau régional :

-Région Centre Val de Loire: La région Centre-Val de Loire joue un grand rôle dans la mise en œuvre de projet comme la préservation de la qualité des eaux de rivière et des eaux souterraines. Elle joue également un rôle dans l'application de la DCE pour la continuité piscicole. De même, elle intervient pour la préservation de la biodiversité des milieux naturels.

-Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL): Cet organisme est placé sous l'autorité du préfet de région et a pour genre de missions la préservation de la qualité de l'eau et la préservation de la qualité des paysages et de la biodiversité.

Au niveau départemental :

-Direction Départementale des Territoires (DDT): Elle joue un rôle dans la promotion du développement durable mais également dans l'aménagement des territoires et dans la police de l'eau.

-SATESE 37: S'occupe du contrôle de l'assainissement

-Chambre de l'agriculture du 37: A un rôle de conseil pour les agriculteurs et les collectivités

Au niveau local :

-Association de mémoire et du patrimoine : S'occupe de valoriser le patrimoine culturel et naturel de la commune de Saint-Epain.

-Syndicat de la Manse et de ses affluents : Il a un rôle de gestion des cours d'eau sur le bassin versant de la Manse.

-Communauté de communes Touraine Val de Vienne : Elle a un rôle dans l'aménagement et la gestion de la commune de Saint-Epain.

-Commune de Saint-Epain : Elle gère l'AEP, les associations, et fait le lien avec les usagers.

-AEP : S'occupe de l'alimentation en eau potable des riverains de la commune.

-Usagers (agriculteurs, pêcheur, habitants...) : ce sont les utilisateurs des terres et aménagements.

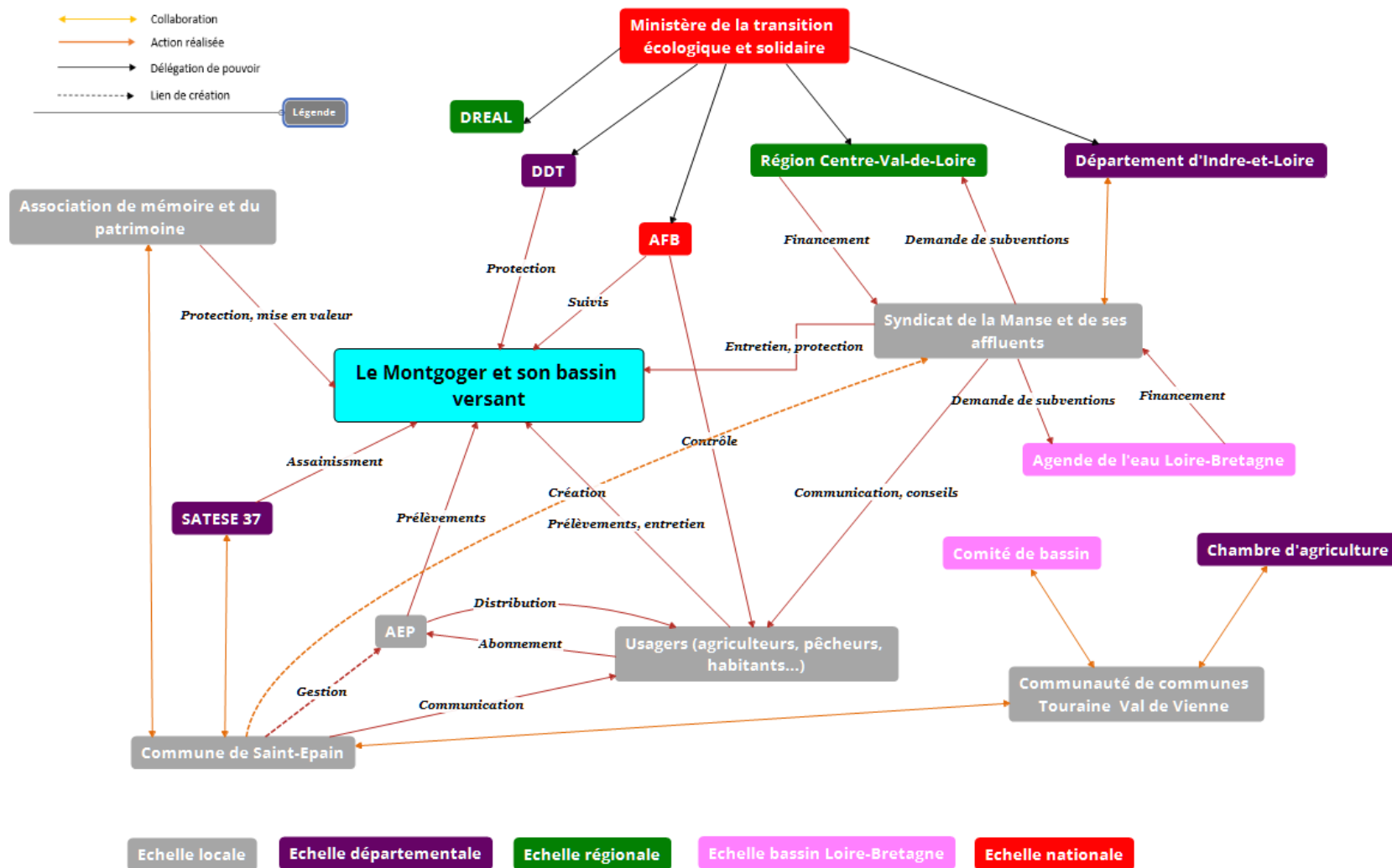


Figure 33 : Organigramme des acteurs agissant sur le bassin versant du Montgoger

Partie 4 : Synthèse

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

Différentes pressions positives ou négatives vont s'exercer sur les milieux aquatiques à l'échelle du bassin versant. Ces dernières sont représentées sur la Figure 34. Elles sont constituées de :

L'agriculture, majoritairement présente sur le bassin versant, va occasionner différentes pressions. Comme par exemple le prélèvement direct en eau dans le Montgoger ou bien le relargage de produit phytosanitaire qui vont ruisseler et s'infiltrer au sein du bassin versant impactant ainsi la qualité du réseau hydrographique.

Le bassin versant du Montgoger est géré par le syndicat de la Manse. Ce dernier a comme priorité d'améliorer la qualité et le bon écoulement du Montgoger. Il a d'ailleurs mené plusieurs actions sur ce cours d'eau (reméandrage, suppression de seuils...). La pression exercée par le syndicat de la Manse est une pression positive sur le Montgoger.

Les espaces naturels et boisés sont présents de manière non négligeable sur le bassin. Il se trouve un patchwork d'espaces boisés créant ainsi des manques dans la continuité écologique. De plus, le long du Montgoger se trouvent des zones de prairies et de ripisylves. Toutefois ces dernières sont présentes de manière discontinue sur le cours d'eau. Les espaces boisés exercent une action positive sur le bassin versant et son cours d'eau.

Les riverains peuvent eux avoir des pressions positives sur le bassin versant avec l'entretien des rives (élagage, fauchage...) mais également des pressions négatives comme par exemple avec les coupes à blanc de la ripisylve. Il y a cependant une faible urbanisation sur tout le linéaire du cours d'eau, il y aura donc un risque de relargage des résidus d'assainissement moins important.

Enfin il existe une pression présente dans le cours d'eau : les obstacles à l'écoulement (seuils, batardeau...). Ces obstacles ont un impact sur le bon écoulement de l'eau et sur la continuité écologique et sédimentaire.

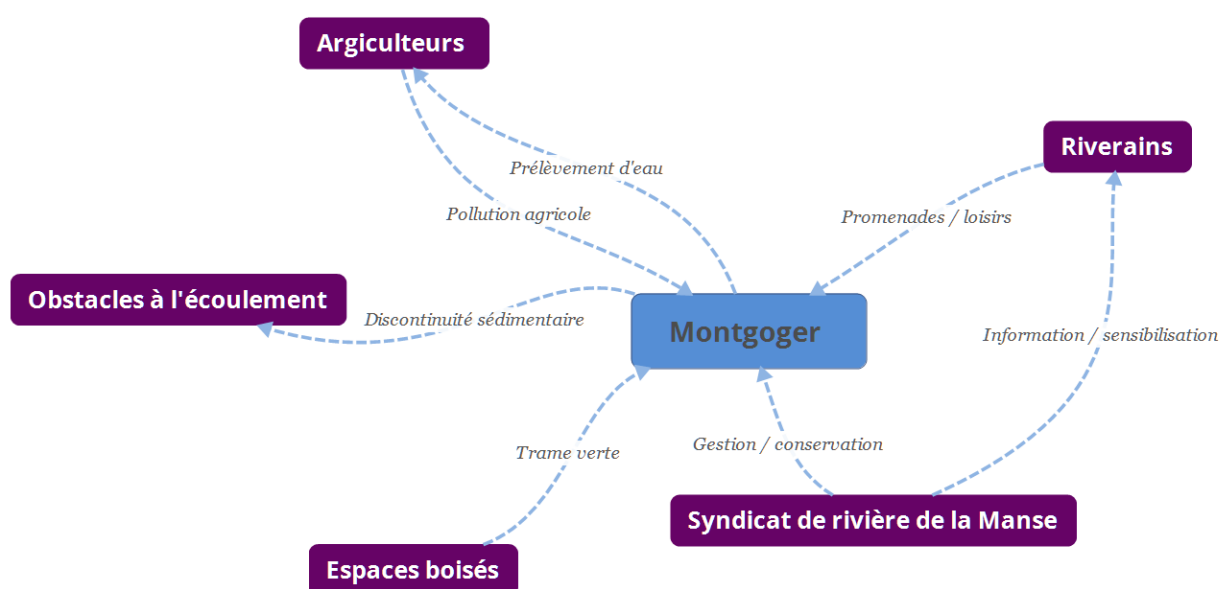


Figure 34 : Schéma récapitulatif des pressions ponctuelles ou diffuses qui s'exercent sur le cours d'eau

4.2 Diagnostic

Le tableau ci-dessous présente les atouts, les contraintes, les opportunités et les menaces du bassin versant du Montgoger. Le dernier possède un nombre d'atout non négligeable. De plus parmi les contraintes, nombreuses sont celles qui peuvent être contournée. Deux opportunités ont été isolées : travailler sur les espaces boisés et les corridors écologiques et développer le tourisme vert sur la commune. Ces axes de travail seront un moyen de diminuer les menaces actuellement présentes sur le bassin versant.

Tableau 4 : Tableau présentant les atouts et contraintes relevée lors du diagnostic du bassin versant du Montgoger

ATOUTS	CONTRAINTES
❖ Peu d'espaces urbains ❖ Topographie variée ❖ Patrimoine bâti (château de Montgoger) ❖ Verger expérimental ❖ Coopération aisée et existante entre les acteurs (Élus, syndicat de rivière, agriculteurs, habitants) ❖ Point d'eau (étang) et aire de jeu attrayante	❖ Parcelles privées ❖ Ruissellement ❖ Ripisylve discontinue voire absente ❖ Absence de zone tampon sur certains secteurs ❖ Qualité chimique moyenne ❖ Erodibilité (pour agriculteurs) ❖ Nombreux espaces agricoles ❖ Ancien curage et rectification → pente abrupte
OPPORTUNITES	MENACES
❖ Espaces boisés et corridor écologique sur le bassin versant ❖ Développement du tourisme vert	❖ Pollutions agricoles et érodibilité (pour l'environnement) ❖ Risque de pollution de la nappe d'alimentation en eau potable

La Figure 35 décrit la hiérarchisation des enjeux de gestions du bassin versant croisés avec les usages. Les forces motrices (l'agriculture et l'urbanisation) exercent des pressions sur le Montgoger, ces pressions entraînent une modification de l'environnement et impactent le cours d'eau. Des actions sont alors mises en place afin de réduire les pressions exercées sur le cours d'eau et son bassin versant. Des mesures d'aménagement mais aussi de sensibilisation auprès des utilisateurs sont indispensables pour mener à bien ces actions et ainsi rétablir un bon état des masses d'eau et du bassin versant.

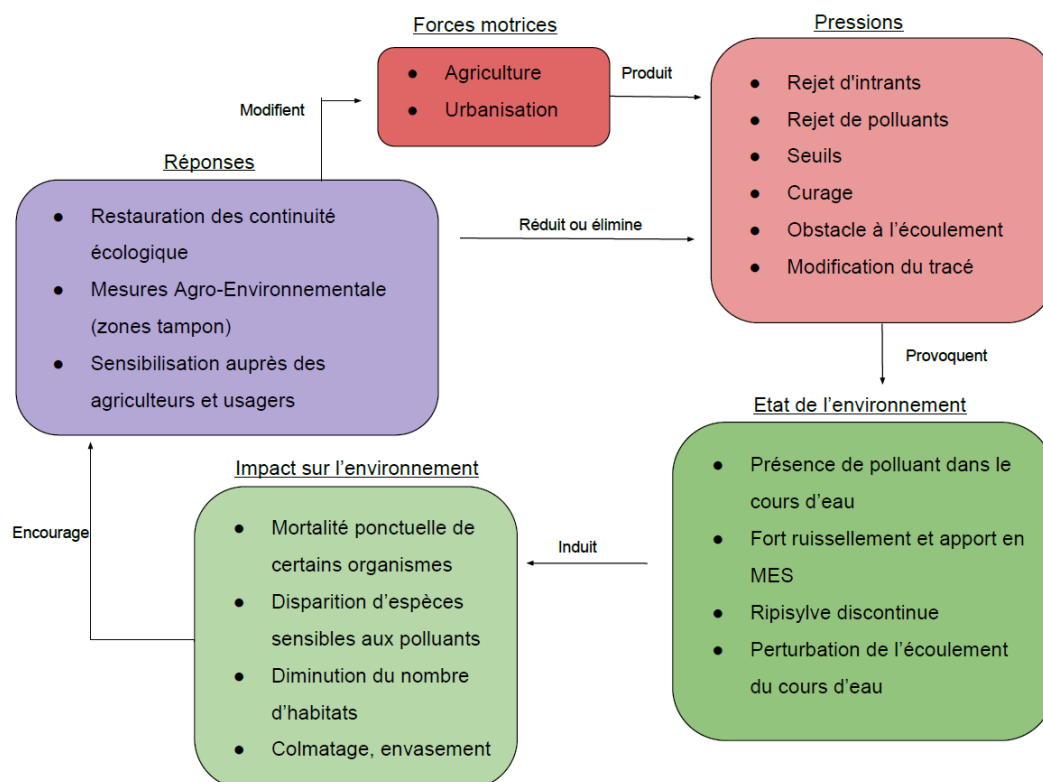


Figure 35 : Schéma des enjeux de gestion du bassin versant croisés avec les usages (méthode DPSIR)

Enfin la Figure 36 représente le calendrier prévisionnel des différentes actions à mener afin de répondre aux enjeux soulevés. La période optimale de la réalisation de chaque pôle d'action est précisée en orange. Les actions apparaissent en ordre de priorité. Toutefois les trois premières actions sont importantes et doivent être réalisées en priorité. Les actions sont réitérées tous les ans. En effet une année ne suffit pas à la mise en place de tous les MAE, ni au renforcement des continuités écologiques. Ceci est dû principalement à la présence de nombreux acteurs impliqués dans ces aménagements. La sensibilisation doit se faire tous les ans et régulièrement afin de faciliter la mise en place et l'efficacité des plans d'actions.

		Année n				Année n+1				Année n+2				Année n+3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actions à effectuer afin de répondre aux enjeux soulevés	Sensibilisation auprès des agriculteurs et riverains																
	Mise en place de zones tampon (MAE)																
	Renforcement de la continuité écologique																
	Développement du tourisme vert																

1 : printemps
2 : été
3 : automne
4 : hiver

Période à favoriser pour la réalisation des actions

Figure 36 : Tableau synoptique des scénarios de gestion avec phasage de cette gestion

ENJEUX, OBJECTIFS ET PRÉCONISATIONS

Partie 1 : Enjeux et objectifs

Suite à la réalisation du diagnostic, plusieurs secteurs à enjeux ressortent sur le bassin versant du Montgoger. Tout d'abord le calcul de l'érosion a permis de faire apparaître une zone où l'érosion est plus importante. Il s'agit d'un secteur localisé en rive droite sur la partie aval du Montgoger, au niveau de ses derniers affluents.

L'occupation du sol sur ce secteur correspond essentiellement à de grandes cultures céréalières, élément qui explique pour une partie de l'érosion assez importante. De plus, l'observation de l'évolution de l'occupation du sol de 1950 à 2014 montre un agrandissement entre ces deux dates des terres agricoles, comme visible sur la Figure 34. Dans le passé, il y avait un plus grand nombre de parcelles et de cultures différentes pour une même surface. Ceci avait un impact plus faible sur l'érosion des sols, ce que les grandes parcelles actuelles sont moins à même de réaliser.

Bien que les analyses de la qualité de l'eau n'aient pas été mauvaises sur ce secteur ces résultats, comme déjà expliqués précédemment, sont à relativiser et nécessiteraient d'autres analyses afin d'être confirmés ou réfutés. Il serait aussi intéressant d'analyser d'autres éléments comme l'azote par exemple pour lequel aucunes données ne sont disponibles alors que ce secteur est classé en zone vulnérable azote.

Pour finir, sur ce secteur les affluents du Montgoger, comme expliqué lors du diagnostic, sont des ruisseaux temporaires. De ce fait la réglementation n'oblige pas les agriculteurs à laisser une bande enherbée le long des cours d'eau.

Un travail d'aménagement sur ce secteur pourrait donc être réalisé dans cette voie-là. Ce secteur apparaît en effet comme intéressant pour lutter contre l'érosion des terres agricoles, et donc contre l'apport notamment d'une quantité importante de MES dans le cours d'eau.

Toujours sur la qualité de l'eau, les analyses réalisées ont aussi montré une diminution de la qualité de l'eau à l'aval du verger expérimental. Les résultats sont là aussi à nuancer et à vérifier via la réalisation d'autres analyses. Cependant, le verger apparaît comme une particularité intéressante et une part importante du bassin versant via sa superficie et sa localisation.

Le diagnostic a aussi montré que l'érosion sur cette parcelle pouvait être relativement importante. Même si les résultats sont là aussi à prendre avec précaution, pour les raisons précédemment évoquées dans le diagnostic.

Enfin comme vu précédemment, ce secteur de par ses caractéristiques pédologiques et géologiques est à tendance imperméable et va favoriser le ruissellement. Il peut donc aussi être intéressant, de travailler sur ces parcelles, en vue de réaliser des aménagements, afin d'améliorer la qualité de l'eau.

Enfin, l'absence de ripisylves sur certains secteurs comme visible sur la Figure 34, peut poser des problèmes de reconnexion des habitats (espaces boisés, haies, ...). Un travail de restauration de la ripisylve dans cette optique pourra aussi être réalisé. De plus, cela sera aussi indirectement bénéfique pour l'amélioration de la qualité de l'eau ou encore limiter l'érosion par exemple.

Un développement du tourisme est également possible. En effet, la commune a un souhait de développer l'activité touristique avec la mise en place d'un parcours pédestre aux abords du Montgoger. La mise en place de panneau pédagogique pour expliquer les aménagements précédemment cités et sensibiliser les citoyens à la fragilité des écosystèmes peut être un moyen de promouvoir le parcours de randonnée pédestre.

Partie 2 : Préconisation

Dans un souci de protection de la qualité de l'eau et de préservation du milieu, la partie enjeux a permis de faire ressortir principalement trois zones sur lesquelles un aménagement serait nécessaire afin de limiter les pressions exercées sur le milieu :

- La partie aval en rive droite qui est principalement tournée vers la céréaliculture
- Le verger situé sur la partie amont en rive gauche
- La ripisylve sur tout le linéaire du Montgoger

Il est donc intéressant de faire trois propositions d'aménagement sur ces secteurs.

2.1 Les zones tampons

2.1.1 Qu'est-ce qu'une ZTP?

Les zones tampons sont des aménagements rustiques qui nécessitent un minimum de coût et qui vont avoir différents rôles à différentes échelles. A l'échelle du cours d'eau, les zones tampons vont avoir trois rôles principaux :

- La protection de la biodiversité du milieu aquatique
- L'autoépuration longitudinale
- Protection mécanique des eaux de surfaces contre la contamination directe par les produits phytosanitaires.

A l'échelle du bassin versant les zones tampons vont avoir deux rôles principaux :

- La rétention des Matières en Suspension (MES)
- La limitation des apports en Azote, Phosphore et produits phytosanitaires au cours d'eau.

2.1.2 Conditions pour qu'une ZTP soit efficace

Pour qu'une zone tampon soit efficace il faut que les écoulements soient des écoulements de surface ou des écoulements hypodermiques c'est-à-dire des écoulements superficiels. Il faut que le bassin versant ne possède pas de drainage et que la zone tampon soit transversale à l'écoulement. De plus, il est nécessaire d'éviter le piétinement des ZTP pour éviter un tassement des sols. Un entretien des ZTP devra être mis en place pour maintenir leur efficacité. Il peut être réalisé par un fauchage

2.1.3 Quel type de ZTP utilisée?

Le bassin versant ne possède pas de drainage, élément qui est un avantage pour utiliser une ZTP sèche afin de limiter le transfert des substances polluantes agricoles au réseau hydrographique. Une ZTP sèche peut être de différents types. En effet, elle peut correspondre à des bandes enherbées, des prairies permanentes, des friches, des bois ou des haies. Concernant le choix des espèces à semer, l'utilisation de graminées ou de certaines légumineuses est possible, mais elles présenteront des avantages et inconvénients différents. Par exemple les graminées peuvent souffrir de la sécheresse mais vont avoir un recouvrement rapide du sol. Tandis que les légumineuses possèdent une capacité de germination rapide mais un développement lent ainsi qu'un travail du sol plus exigeant.

Un mélange de légumineuses et de graminées est donc un bon compromis. Les légumineuses vont fournir de l'azote aux graminées et les graminées vont former une rugosité rapide du sol. Il est également possible de coupler, avec ce mélange, une bande de ligneux pour favoriser la dénitrification.

2.2 Première proposition d'aménagement : La zone de céréaliculture sur la partie aval.

La zone de céréaliculture possède un sol majoritairement imperméable, ce qui empêche une bonne infiltration de l'eau, il y a donc du ruissellement sur cette zone. La mise en place de zones tampons sera alors un moyen de ralentir le ruissellement et d'augmenter l'infiltration.

Nous avons identifié quatre lieux dans lesquels une zone tampon était à mettre en place ou à renforcer. Ces différentes zones sont visibles sur la Figure 37, représentées par des ellipses rouges.

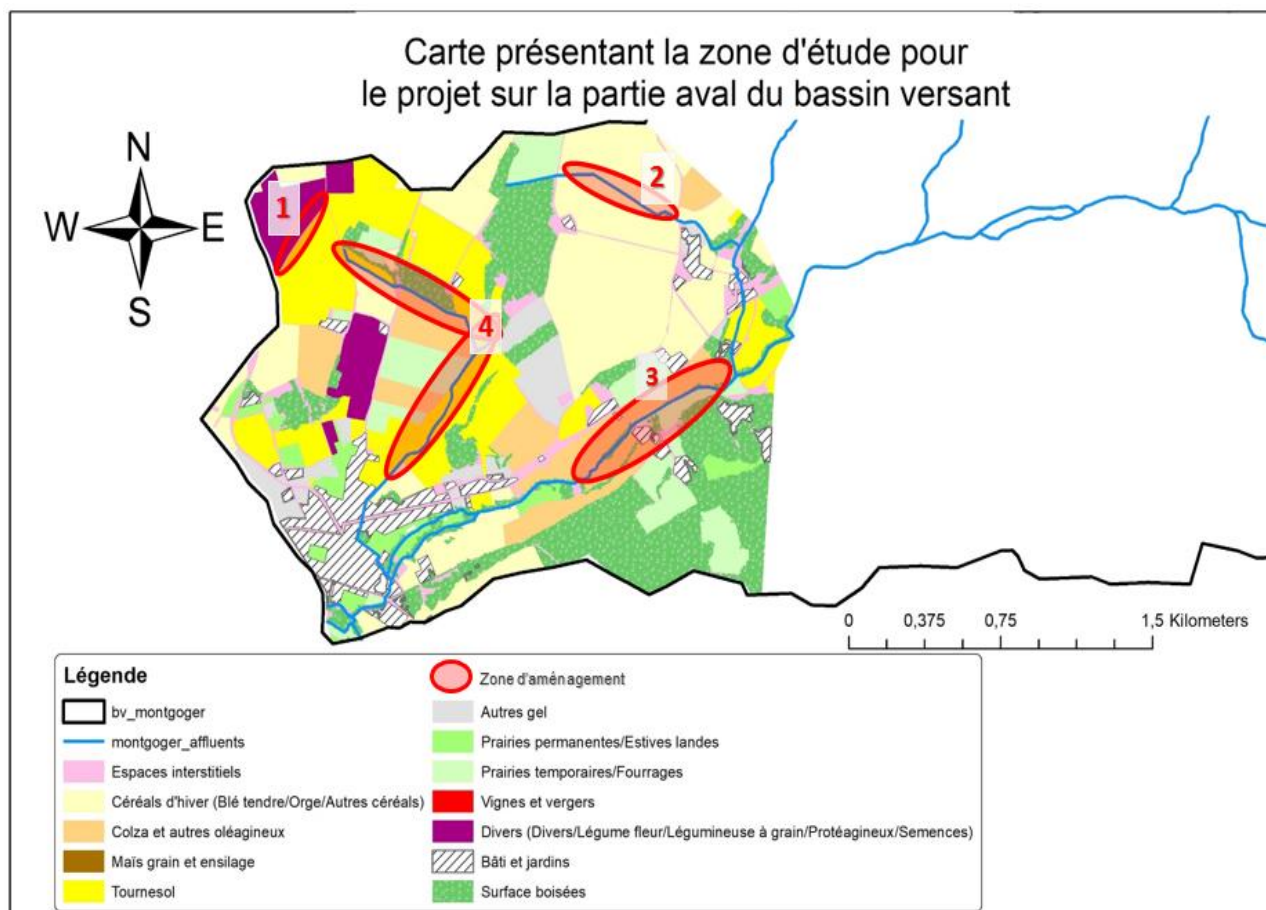


Figure 37 : Carte présentant la zone d'étude pour le projet sur la partie aval du bassin versant (Source IGNF_BDTOPOr_2-1, Via ArcGis)

2.2.1 Aménagement sur la partie nord de la zone d'étude

Un premier axe d'aménagement se trouve sur la partie nord de la zone. Cette zone correspond à la limite de parcelle représentée sur la Figure 35 comme la zone d'aménagement 1. En effet dans cette zone, le sol y présente une forte érodibilité, comme vue lors du diagnostic. Entre la zone de forte érodibilité et de moyenne érodibilité la pente est comprise entre 3% et 6% (Figure 38).

C'est pourquoi, dans cette zone afin de limiter l'écoulement MES et l'apparition de rigoles et ravines. L'idée serait de créer une zone tampon composite, perpendiculaire aux écoulements en utilisant l'orientation des pentes. Cette zone serait composée de légumineuses permettant de capter l'azote et de graminées, utilisés pour réduire le transport de MES. Le type de légumineuses utilisées serait les trèfles violets, ayant un bon rapport coût/efficacité.

Le prix est en moyenne de 400 euros/ha/an. Le type de graminées à favoriser serait le Ray grass anglais. Cette espèce possède une pérennité modérée (3-5 ans), mais à une vitesse de colonisation relativement rapide, d'autre part son adaptation au milieu (résistance à la sécheresse et aux excès d'eau) est un atout. La zone aurait une largeur assez faible (<10m), afin de ne pas trop empiéter sur les parcelles

agricoles. En dessous de cette bande enherbée, au niveau de la forte pente, une butte composée de haie et de ligneux perpendiculaire à l'écoulement permettrait de stopper les phosphates. La superficie de bande enherbée est de 0.609 ha et le linéaire de la bande boisée de 609 m.

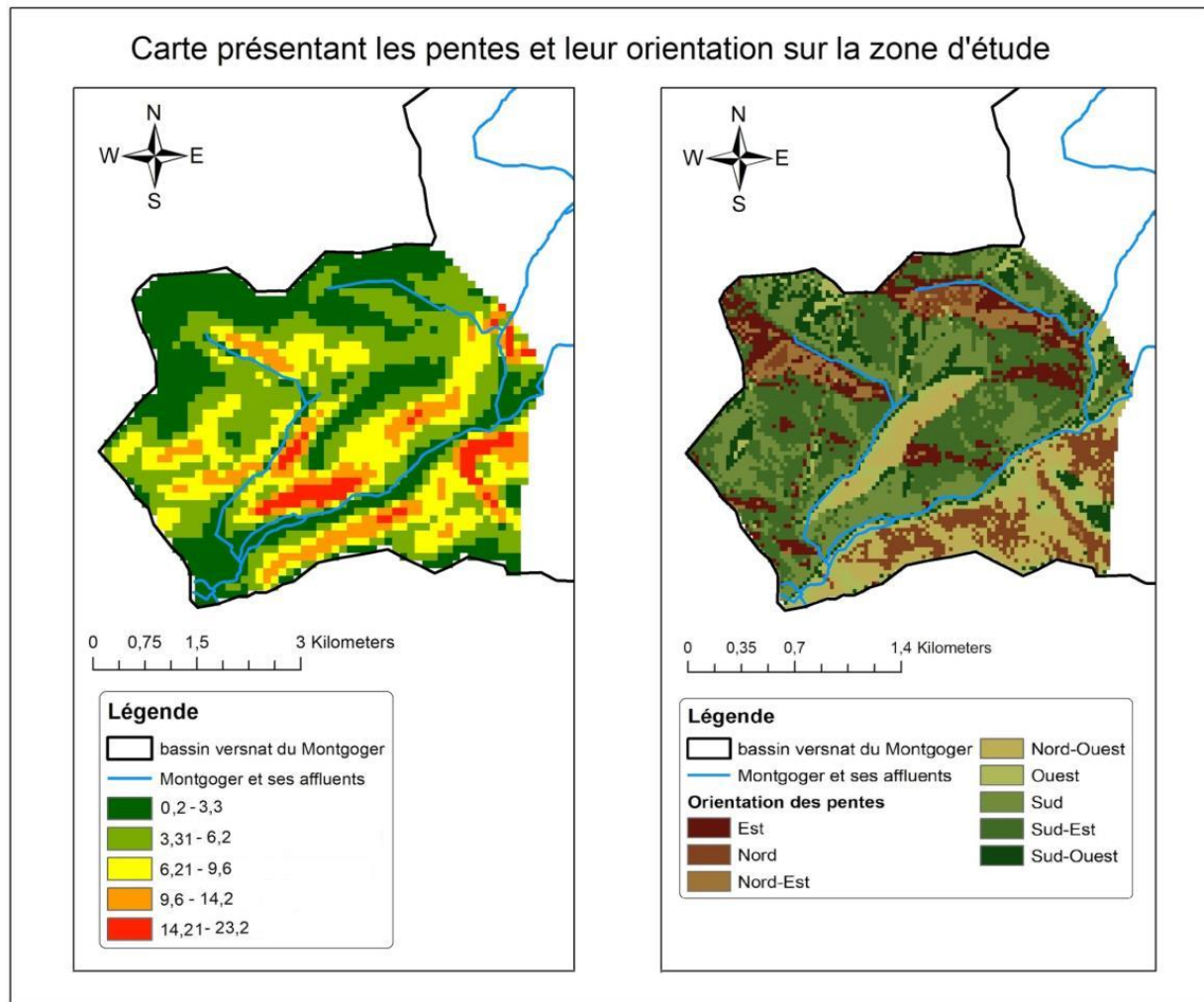


Figure 38 : Carte présentant les pentes et leur orientations sur la zone d'étude (Source IGNF_BDTOPOr_2-1 ,Via ArcGis)

2.2.2 Aménagement au bord du Montgoger

La zone d'aménagement 3 (Figure 37) correspond à la rive du Montgoger. Le sol de cette zone est un sol sain et perméable (Figure 13). En complément de la ripisylve déjà présente, une bande enherbée de 5m peut être rajoutée afin de réduire l'apport d'azote arrivant au cours d'eau. La Figure 39 présente les différentes approches dans l'aménagement de la zone. Une première phase avec la création de la bande enherbée de 5 m va permettre un renforcement de la ripisylve déjà existante. Une deuxième phase sera la création d'une ripisylve (Figure 39), ainsi que d'une bande enherbée de 5 m. La dimension de cette bande enherbée est de 0.8 ha et la distance linéaire de la ripisylve est de 70 m.

2.2.3 Aménagement près des affluents du Montgoger

Comme nous pouvons le voir sur la Figure *évolution de l'occupation des sols*, la taille des parcelles a augmenté depuis 1950. Les parcelles étant plus grandes, l'idéal serait de mettre de petites bandes enherbées de 5 m au milieu de la parcelle afin de stopper l'érosion et l'apport massif de matières et composées en bordure de parcelle. Toutefois cette hypothèse ne semble pas envisageable pour les agriculteurs, ayant déjà réalisés un remembrement afin d'augmenter la taille de leur parcelle. Une autre possibilité plus réalisable serait la mise en place d'une zone tampon boisée plus épaisse en bordure de parcelle. En effet bien que les

parcelles soient en bordure d'un d'eau non pérenne, il ne faut pas pour autant le négliger. Toutefois ceci demandera plus d'entretien (élagage...). La zone considérée ici correspond à la zone d'aménagement 2 de la Figure 37. La dimension de cette bande enherbée sera de 0.504 ha.

Carte présentant l'aménagement de la zone 3



Figure 39 : Carte présentant l'aménagement de la zone 3 (Source : Géoportail)

La dernière zone d'aménagement, la zone 4, (Figure 37) consiste à mettre en place une bande enherbée de 5 m le long de l'affluent de plus à l'aval du Montgoger. Ce cours d'eau est temporaire, la zone tampon constituée d'une bande enherbée est donc suffisante. Cette portion s'étend sur 1.7 km, la dimension totale de la zone tampon sera donc de 0.85 ha.

2.2.4 Budgétisation des aménagements de la zone de céréaliculture

Le coût de ces aménagements est présenté dans les Tableaux 5 et 6.

Tableau 5 : Estimation des coûts pour les bandes enherbées (source : ONCFS)

Mise en place d'une bande enherbée	Coût/an/ha	Coût total
Préparation du sol	176€	486,3€
Semis manuel	53,35€	147,4€
Semences	244€	674,5€
Entretien de la ripisylve	88€	243.1€
Coût global (TTC)		1551,3€

Tableau 6 : Estimation des coûts pour la mise en place des haies et la restauration de la ripisylve (source : DDT Lot et Garonne, Arrêté déclarant l'intérêt général et autorisant le programme des travaux pluriannuel de gestion du bassin versant des Auvignons)

Mise en place de haies et restauration de la ripisylve	Superficie (ml)	Coût/ml	Coût total
Implantation de haie	609	8€	4872€
Restauration ripisylve	70	5€	350€
Coût global (TTC)			5222€

La superficie en bande enherbée pour cet aménagement est de 2,77 ha et en cumulant avec la mise en place des haies et la restauration de la ripisylve nous arrivons à un coût pour cet aménagement d'approximativement 6773€.

2.3 Deuxième proposition d'aménagement : le verger expérimental

Les propositions d'aménagement de la zone du verger expérimental sont à mettre en place uniquement dans le cas où l'activité polluante de cette production est prouvée. En effet, il s'agit d'un lieu où la pollution d'origine agricole est susceptible d'être importante, mais nous n'avons aucune preuve réelle. Afin de mettre en évidence ou non cet impact, des analyses de la qualité de l'eau à l'amont et à l'aval de la station doivent être réalisées de manière régulière.

Dans le cas d'une pollution réelle de la part du verger, les mesures suivantes peuvent être mise en place. Malgré la volonté de s'inscrire dans une démarche de production raisonnée, la production de fruits nécessite un grand nombre d'intrants. Ces apports successifs peuvent constituer une source de pollution du cours d'eau.

De plus, dans ce secteur, le substrat géologique est de type argileux au sud et calcaire au nord. Cependant, le sol est composé de limon ce qui peut participer à l'imperméabilisation du sol. Cela tend à induire un ruissellement des eaux. De cette manière, l'eau qui ruisselle de la partie sud se charge en éléments polluant puis une petite partie peut s'infiltrer dans le substrat lorsque celui-ci devient calcaire et le reste se jette dans le cours d'eau. L'eau infiltrée effectue un écoulement de subsurface ou bien percole jusqu'à la nappe entraînant une pollution de celle-ci.

Afin de limiter les effets du verger sur la qualité de l'eau ainsi que sur l'érosion des sols, l'aménagement proposé est la réalisation de zone tampons sèches. Elles ont pour objectif de filtrer une partie des éléments polluant ainsi que de limiter le ruissellement de l'eau pour contenir l'érosion de surface.

Dans le but de filtrer l'eau de ses éléments indésirables que sont les pesticides, les nitrates ainsi que le phosphate, nous souhaitons mettre en place des zones tampons sèches au sein du verger. Le but est donc de stopper les eaux et de les épurer pour éviter une pollution de la nappe et du cours d'eau. Pour cela, une proposition d'aménagement est la création de zones tampons composites enherbées-boisées perpendiculaire à l'écoulement. L'objectif avec la partie enherbée est de diffuser le ruissellement de l'eau. Cette installation permet de ralentir l'eau et d'en absorber une partie grâce à la végétation. De plus, celle-ci sert aussi à capter les MES et les pesticides présents dans le fluide. La portion boisée quant à elle a pour rôle de piéger et consommer les nitrates. En effet, comme nous ne sommes pas en condition anaérobie, l'activité microbienne de dénitrification est quasi inexistante. Il faut donc la présence de ligneux pour exercer un rôle épurateur sur les nitrates.

2.4 Troisième proposition d'aménagement : La trame verte

2.4.1 Définition de la trame verte

La trame verte consiste à recréer une connexion entre les différents espaces naturels (bois, bosquets, haies, ripisylve...), pour permettre à la biodiversité floristique et faunistique une circulation entre ces différents espaces et de remettre en place un mélange des différentes sous-populations et ainsi restaurer un corridor biologique.

Au sein de ces trames vertes, il existe une multitude d'acteurs qui interagissent entre eux. En effet, les acteurs viennent de l'échelle nationale jusqu'à l'échelle locale (Figure 40).

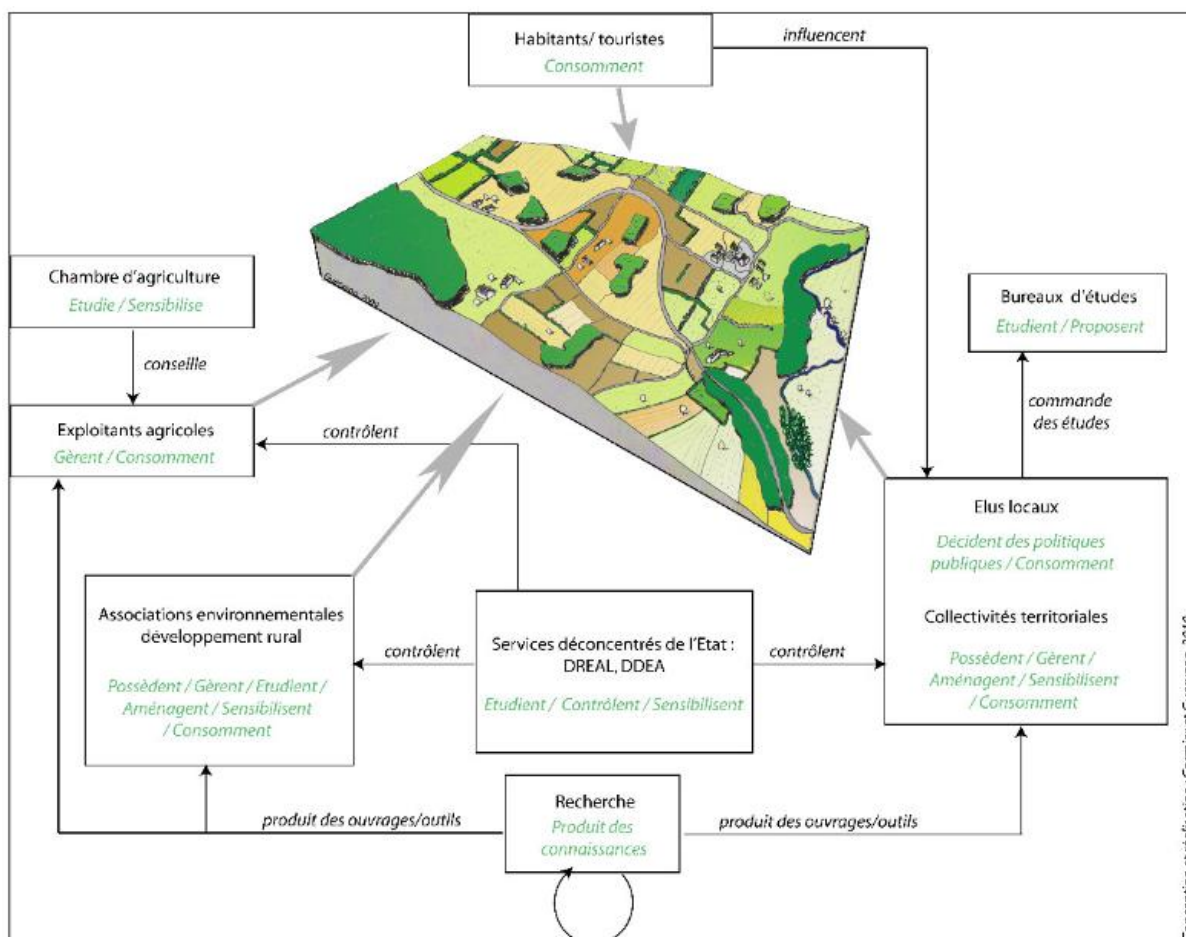


Figure 40 : Jeu d'acteurs dans l'élaboration d'une trame verte, (source : Cormier et Guerveno, 2010)

Lors de l'entretien avec M. le maire de la commune de Saint-Epain, celui-ci a confié que la commune s'inscrit totalement dans cette politique de trame verte.

2.4.2 Les méthodes pour rétablir la continuité écologique

Il est possible de mettre en place des passages à faune aux abords des routes, mais ceci nécessite la maîtrise foncière de part et d'autre du passage.

Il existe deux possibilités pour la mise en place d'un passage à faune. En effet, la réalisation d'un pont au-dessus d'un réseau routier peut être envisagée pour permettre la libre circulation de la faune, on appelle cela des écoducs. Il y a également la possibilité de construire des écoducs qui passent en dessous d'un réseau routier ou de tout autre obstacle à la continuité écologique (Figure 41).



Figure 41 : Images présentant des exemples d'écoducs (Sources : Planète Bruxelles)

Il est possible de rétablir cette trame verte en mettant en place des corridors entre chaque espace naturel. Ces corridors peuvent être de différents types comme par exemple, une haie, un linéaire de ligneux ou des bandes enherbées pour permettre cette libre circulation.

2.4.3 Application sur le bassin versant

La trame verte à l'échelle du bassin versant est très morcelée. Il y a une rupture totale sur certains secteurs de la continuité écologique dû à la présence d'une voie ferrée et de l'autoroute A10 sur la partie Est du bassin versant mais également à la présence de la Départementale 21 (D21) sur la partie centrale du bassin versant qui occasionne également une rupture de la continuité écologique. De plus, il y a un morcellement des espaces naturels dû à l'agriculture intensive qui lors des agrandissements de leurs parcelles avec le remembrement ont supprimé les connexions entre les îlots naturels (Figure 24).

Pour rétablir les corridors au sein du bassin versant il serait possible de mettre en place des bandes enherbées ainsi que des haies qui permettrait également de jouer un rôle de zone tampon. De plus des écoducs peuvent être installés au-dessous de l'autoroute A10 ainsi qu'au-dessus de la voie ferrée. Pour ce qui concerne la D21 un passage souterrain peut être réalisé pour permettre le passage de la faune.

Dans cette optique, nous avons localisé les principaux espaces boisés et réservoirs de biodiversité du bassin versant. A partir de là, ainsi que des discontinuités observées avec la Figure 24, la mise en place de différents types de corridors a été pensée en fonction de leur localisation. De cette manière, la création de bandes enherbées s'effectue entre des parcelles destinées à la céréaliculture et lorsque que le linéaire est assez conséquent. Par la suite, nous avons aussi réfléchi à la plantation de haies entre deux espaces boisés assez proches et où la contrainte pour les agriculteurs est la moins importante (Figure 42).

Les bandes enherbées et les haies ont été disposées en bord de parcelles et de manière à induire le moins de contrainte possible pour les exploitants et les propriétaires. Ainsi, aucune création ne traverse de champ et sont placées dans les limites avec les autres parcelles.

Certains corridors sont déjà existant sur le territoire cependant nous avons voulu les conforter en ajoutant une bande enherbée auprès des haies ou en implantant d'autres ligneux. Ces aménagements permettent renforcer le lien entre des réservoirs qui pourraient être isolés si ces corridors disparaissaient.

Reconnexion des espaces boisés par des corridors



Figure 42 : Carte présentant la reconnexion des espaces boisés par des corridors (Source : Géoportail)

Par ces opérations, nous permettons la création de 0.526 ha de bande enherbée, de 695 ml de haies ainsi que la confortation de 265 ml de corridor.

2.4.4 Budgétisation des aménagements concernant les corridors écologiques

Le coût de ces aménagements s'élève à environ 7134€ (Tableau 7)

Tableau 7: Tableau présentant les estimations des coûts pour la trame verte

Trame verte	Superficie	Coût/ml	Coût total
Implantation de haie	695 ml	8€	5560€
Bande enherbée	0,526 ha	473,35€	249€
Confortation de corridor	265 ml	5€	1325€
Coût global (TTC)			7134€

2.5 Récapitulatif et limites des aménagements envisagés

Un récapitulatif des enjeux présent sur la commune de Saint-Epain, leur éléments de réponse et les acteurs concernés par celles-ci est représenté en Tableau 8.

Tableau 8 : Tableau présentant les problèmes rencontrés en fonction des acteurs et les actions préconisées

Problème(s) rencontré(s) (enjeux)	Acteur(s) impliqué(s)	Action(s) préconisée(s)
Ruissellement et érosion au niveau de la zone de céréaliculture	Agriculteurs, propriétaires riverains	Zone tampon composite, enherbée ou boisée selon les besoins.
Patchwork des espaces naturels	Agriculteurs, propriétaires	Renforcement de la continuité écologique existante, création de corridors
Hypothèse d'un apport de polluants dans le cours d'eau	Verger expérimental	Zone tampon composite

La réalisation de ces aménagements est tout de même soumise à la bonne collaboration de la part des différents acteurs présents sur le territoire. Les ZTP sèches s'implantent sur des parcelles privées qui sont notamment la source de revenu des agriculteurs. Dans cette vision, ceux-ci peuvent aller à l'encontre de ces propositions avec un souci de conservation de leur surface exploitée mais aussi d'un point de vue pratique pour l'accessibilité aux parcelles. De même, les actions envisagées au niveau de la ripisylve sont possibles uniquement si les propriétaires riverains sont en accord avec les modifications prévues.

Une autre limite de ces projets est le financement. Précédemment, un coût approximatif a été calculé pour avoir une idée de la valeur des travaux et celui-ci est assez élevé. Aussi, pour la mise en place de bandes enherbées, l'amortissement des travaux est obtenu au bout de huit ans avec un coût de revient annuel de 60€/ha/an. Cependant, sans une aide financière de la part des acteurs départementaux, régionaux et de l'agence de l'eau, ces améliorations ne sont pas réalisables.

Enfin, les estimations des coûts pour ces trois projets prennent uniquement en compte la réalisation technique. Ainsi, le montant total de ces aménagements ne comprend pas les étapes en amont pour mettre en place le projet et ni le suivi de celui-ci. En effet, afin de constater les effets des travaux réalisés sur le milieu, des opérations de contrôle sont à mettre en place. Cela peut être une vérification du bon état et le respect par les agriculteurs des aménagements mais également analyser la chimie de l'eau pour voir l'évolution au cours du temps.

A l'aide du diagnostic, nous avons ciblé différents points sur lesquels des aménagements étaient possibles afin d'améliorer la qualité de l'eau, mais aussi de limiter le transport de matières polluantes ainsi que l'érosion. Pour cela, les préconisations faites sont la mise en place de zones tampons sèches dans les lieux susceptibles d'avoir le plus d'impact sur l'environnement.

L'une d'elle est l'espace de céréaliculture situé à l'aval, coté rive droite. Par l'activité pratiquée, le risque de pollution exercé sur le milieu y est fort et l'érosion y est notable. Au vue de ces éléments, nous avons décidé de mettre en place des bandes enherbées sur le bassin versant et d'autres proches du cours d'eau afin de renforcer l'action de la ripisylve. Un linéaire ligneux a été suggéré dans les espaces où la ripisylve est absente, et un renforcement de la végétation où elle est parsemée.

Un autre point abordé est le rétablissement d'une continuité écologique entre certains espaces boisés déconnectés. Cette reconnexion prend place entre les parcelles existantes lorsqu'il s'agit de la création ou

la confortation de zone tampon sèche. Lorsqu'il s'agit d'une rupture engendrée par le passage d'un axe de communication, la mise en place de passages à faune a été étudiée.

Enfin, une hypothèse a été formulée sur la potentielle activité polluante exercée par le verger expérimental. Si celle-ci s'avère réelle, des propositions de mise en place de zones tampons composites ont été formulées.

Toutefois, la réalisation de ces aménagements n'est possible qu'avec la coopération de l'ensemble des acteurs du territoire.

Conclusion

Le ruisseau du Montgoger est un petit cours d'eau de 10 km de long, affluent de La Manse. La quasi-totalité de son bassin versant est situé sur la commune de Saint-Epain, petite commune rurale de 1600 habitants principalement logés au niveau du bourg.

Le diagnostic a montré que sur ce bassin versant de nombreux ouvrages sont présents tels que des seuils ou des lavoirs induisant un obstacle à l'écoulement mais aussi à la continuité écologique. La topographie est aussi variée sur ce bassin versant avec la présence d'une vallée plus encaissée sur la partie aval et d'un plateau sur la partie amont.

L'un des points positifs du Montgoger est la répartition des espaces boisés sur le bassin versant. Sur la partie amont du cours d'eau, la ripisylve est continue et globalement reliée aux surfaces en bois situées plus en retrait du cours d'eau. En revanche, des manques sont observés dans la partie aval ce qui entraîne une rupture de la continuité écologique entre les différents habitats écologiques. Cette rupture a été en partie causée par l'activité agricole présente majoritairement sur le bassin versant. En effet, les remembrements successifs ont conduit à l'agrandissement des parcelles et de ce fait, à la suppression des corridors écologiques localisés en bordure des anciennes parcelles.

L'occupation du bassin versant est caractérisée en rive droite par une zone où la céréaliculture est prédominante dans la partie aval. Cette localisation peut être expliquée par la pédologie, le sol plutôt sableux est plus facile à manier que sur le reste du bassin versant où l'on trouve des limons et des argiles. De plus, le potentiel agricole de cette zone y est plus favorable.

L'activité intensive de ce secteur entraîne une érosion plus importante sur cette partie que sur le reste de la zone. Cette érosion induit la mise en suspension de particules qui participent à la pollution du cours d'eau avec les produits phytosanitaires utilisés pour la production de céréales.

Enfin, au niveau de la qualité de l'eau, celle-ci est assez bonne pour les paramètres analysés. Cependant la commune de Saint-Epain est classée en zone vulnérable pour les nitrates, et aucunes mesures de la quantité de nitrates ne sont présentes.

Au vue de ces éléments, des propositions d'aménagement ont été faites dans le but de limiter la pollution du Montgoger et de conforter la continuité écologique sur ce territoire afin de s'inscrire dans la politique de trame verte et bleue.

Pour cela, des zones tampons sèches ont été réfléchies à différents emplacements du territoire et chacune avec des utilités précises. Au niveau de l'espace de céréaliculture, des haies et des bandes enherbées ont été disposées pour limiter le ruissellement des eaux et pour filtrer les particules polluantes. Aux abords de la ripisylve, celle-ci a été confortée ou créée avec l'implantation de ligneux. Pour asseoir son rôle dénitrifiant, elle a été renforcée par une bande enherbée de 5 m de part et d'autre du cours d'eau principal mais aussi des affluents non pérennes.

Sur tout le bassin versant, le même type de proposition a été fait pour relier les espaces boisés entre eux et favoriser la continuité écologique du secteur.

Comparaison du bassin versant du Montgoger avec le bassin versant du Rainsserand

Caractéristiques	Montgoger	Rainsserand
Surface du bassin versant	30,5 km ²	8,5 km ²
Réseau hydrographique	10 km + 3 affluents principaux	5 km + 1 affluent principal
Géologie du bassin versant	Quaternaire à l'amont (limons), tertiaire (argiles) dans la partie médiane et secondaire (tuffeau) proche du cours d'eau	BV siliceux (94%) Peu carbonaté (6%) Dépôts à l'affleurement jeunes et peu épais
Pédologie du bassin versant	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 nécessitant moins de drainage, avec un bon potentiel agricole	Terre battante voire très battante Hydromorphie temporaire sur presque tout le BV → drainage Majorité sols bruns lessivés
Erosion sur le bassin versant	Globalement faible sur la partie amont et plus forte dans les espaces de céréaliculture	Erosion forte
Topographie du bassin versant	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 majeur décelé pour les paramètres étudiés (études personnelles de la chimie de l'eau à portée réduite)	IPR très faible, Chimiquement "bonne"
Occupation du sol sur le bassin versant	Dominance de l'élevage à l'amont, dominance de la céréaliculture à l'aval sur la rive droite Forêt 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 à proximité de corridors
Usages liés à l'eau	Prélèvement d'eau au niveau du verger, usage 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 repérés sur le bassin versant	Erosion, impact sur qualité de l'eau de l'agriculture intensive	Erosion et pollution de l'eau par les cultures (drainage important)
Aménagements majeurs proposés à l'échelle du bassin versant	ZTP sèches, aménagement de corridors écologiques	Zones tampons variées

Bibliographie

- Association française pour l'étude du sol, 2008, Référentiel pédologique, Edition Quae, 435p.
- Claix, A., 2013, Un écoduc installé au-dessus du ring. SOS planète Bruxelles.
- Delbart, S. Chantier Ecole Eau ressources et pollutions. 45p.
- DDT Lot et Garonne, 2017, Arrêté déclarant l'intérêt général et autorisant le programme des travaux pluriannuel de gestion du bassin versant des Auvignons, 81p.
- CARTE DES SOLS DE LA RÉGION CENTRE, 1989., IGN-INRA-Chambre d'agriculture de l'Indre et Loire, Langeais et Sainte-Maure-De-Touraine.
- Alcaydé, G., 1977, Carte géologique de la France au 1/50000 Ste Maure-De-Touraine
- Alcaydé, G., Rasplus, M.L., 1971, Carte géologique détaillée de la France au 1/50000 Langeais, Institut Géographique National.
- Chambre agriculture Indre et Loire, 2008, Diagnostic de territoire Bassin versant de la Manse : en vue du projet de mise en place d'un contrat de rivière.
- Cormier, L., 2011, Les trames vertes : entre discours et matérialités, quelles réalités ? Thèse de doctorat en géographie, Université d'Angers, 386p
- Degan, F., Salvador-Blanes, S., Cerdan, O., 2015, Cartographie de l'aléa érosif sur le bassin Loire-Bretagne, Projet Versau, Agence de l'eau Loire Bretagne, 102 p.
- DDT37, Documents d'urbanismes communaux : PLU saint-Epain, Référentiel IGN.
- DREAL Centre Val de Loire, 2017, Zone vulnérable nitrate, 36p.
- Di Pietro, F., Propositions d'aménagements. La trame Verte et Bleue (TVB). 50p.
- Dumas, P., 2012, Méthodologie de cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion appliqué à la région de Dumbéa à Païta, (Nouvelle Calédonie), pp 567-584.
- Favrot, J.C., Vizier, J.F., 1988, Les sols à caractères hydromorphes, pp 105-112.
- MASSENET, J-Y., 2006, Typologie des sols : le référentiel pédologique français, Lycée forestier Mesnières
- ONCFS, 2011, La réglementation favorable aux bandes enherbées.
- Rapport DRASTIC, 2016 Modélisation de l'érosion et du transfert sédimentaire dans les bassins versants drainés et validation Spatio-Temporelle, 132p.
- Région Centre, 2014, Schéma régional de cohérence écologique du Centre, 18p.
- ROTGE, V., 2017, Introduction au diagnostic des usages urbains et touristiques + identification acteurs, 45p.
- Salvador-Blanes, S., Master M1 IHBV Parcours IMACOF, 9p.

Syndicat de la manse et de ses affluents, non daté, Présentation Syndicat de rivière.

Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau, 2003, Version 2, MEDD & Agences de l'eau.

Théma Environnement, 2011, Syndicat de la Manse et de ses affluents : Dossier de déclaration d'intérêt général, 188p.

Sitographie

Agence de l'eau Loire Bretagne [consulté le 09/10/2017] <https://agence.eau-loire-bretagne.fr/home.html>

Agence Française pour la Biodiversité [consulté le 16/10/2017] <https://www.afbiodiversite.fr/>

Agreste [consulté le 09/11/2017] <http://agreste.agriculture.gouv.fr/>

Bureau de Recherche Géologique et Minières [consulté le 09/11/2017] <http://www.brgm.fr/>

Chambre agriculture Indre et Loire [consulté le 02/10/2017] <http://www.indre-et-loire.chambagri.fr/>

Data Gouv [consulté le 08/12/2017] <https://www.data.gouv.fr/fr/>

Direction départementale des territoires (DDT) Indre et Loire [consulté le 09/10/2017] <https://lannuaire.service-public.fr/centre-val-de-loire/indre-et-loire/ddt-37261-01>

DREAL Centre Val de Loire [consulté le 09/10/2017] <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr>

Eau France [consulté le 09/10/2017] <http://www.eaufrance.fr/>

Géoportail [consulté le 05/10/2017] <https://www.geoportail.gouv.fr/>

Gest'eau [consulté le 09/10/2017] <http://www.gesteau.fr/>

InfoTerre [consulté le 09/11/2017] <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>

INSEE [consulté le 14/12/2017] <https://www.insee.fr/fr/accueil>

Mairie de Saint-Epain [consulté le 01/09/2017] <http://www.saint-epain.fr/>

Météo France [consulté le 16/12/2017] <http://www.meteofrance.com/accueil>

Ministère de la transition écologique et solidaire [consulté le 14 /12/2017] <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/>