



HAL
open science

Trajectoire d'un hydrosystème : le Guer amont sous-bassin du Léguer

Mathilde Guillemois

► **To cite this version:**

Mathilde Guillemois. Trajectoire d'un hydrosystème : le Guer amont sous-bassin du Léguer. Géographie. 2020. dumas-02942640

HAL Id: dumas-02942640

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02942640>

Submitted on 5 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Mathilde Guillemois

M1 GAED-Environnement

TRAJECTOIRE D'UN HYDROSYSTÈME : LE GUER AMONT, SOUS-BASSIN VERSANT DU LÉGUER

SOUS LA DIRECTION DE ROMAIN REULIER



Année 2020



UNIVERSITÉ
CAEN
NORMANDIE





Remerciements

Bien évidemment ce mémoire n'aurait jamais été le même sans l'aide de certaines personnes que je tiens ici à remercier.

Mes premiers remerciements vont tout d'abord à M. Romain Reulier, directeur de ce mémoire, qui a su tout au long de cette année m'apporter de précieux conseils et m'a initié au monde magique de la modélisation sous LASCAR.

Je remercie également messieurs Samuel Jouon et Ronan Tassel, gestionnaires du bassin versant du Léguer, pour leur précieuse aide et les données qu'ils m'ont fournies.

Merci à mes parents, qui m'ont inculqué le goût pour les études et qui m'ont toujours poussé à aller plus loin. Mention spéciale à mon papa qui m'a accompagné sur le terrain, qui m'a hissé sur les hauts talus breton, et de m'avoir apporté des nombreux conseils. Ainsi qu'à mamie, mon accompagnatrice des archives et de terrain, sans qui il aurait été moins drôle d'arpenter les champs d'orties. Maman, Bernard et Pierre, pour m'avoir supporté et accueilli mon poisson rouge Jojo et moi-même, pendant le confinement. Lisa pour ta présence et ton soutien sans faille. Enfin, merci à l'ensemble de ma famille : Rose, Adrien, Nicolas et Nadette, qui ont toujours su de près ou de loin m'apporter du soutien.

Le mémoire aurait eu beaucoup plus de fautes d'orthographe sans ma brigade de correcteurs : papa, maman, Bernard, Camille, Marine, Floënn.

Le mémoire n'aurait pas non plus été le même sans mes copains de classe, dans l'ordre d'apparition : Chloé, Manon, Romain et sans oublier Marine (copine de stress). Je tiens particulièrement à vous remercier, pour toutes vos aides, vos corrections de mes emails, votre soutien et votre présence indéfectible.

Merci à l'ensemble de ma classe d'environnement, pour nos discussions toujours aussi passionnantes, pour vos conseils, et pour la bonne ambiance qui a régné tout au long de cette année si spéciale.

Pour finir j'aimerais remercier mes professeurs de licence de l'Université de Rennes 2, qui m'ont fait découvrir la joie des SIG sous QGIS, ainsi que l'univers de l'hydrologie.

Merci à toutes les personnes qui de près ou loin ont contribué à ce mémoire.





Résumé

Ce mémoire a pour objectif d'étudier la trajectoire historique des mutations paysagères et des connectivités hydrologiques dans le Guer amont, sous-bassin versant du Léguer. Ce territoire breton a connu depuis le XIX^{ème} siècle d'importants changements dans son paysage agricole. Passant d'un vaste bocage aux talus hauts et aux petites exploitations, où règne une agriculture familiale. À un paysage aux champs ouverts, aux parcelles regroupées bien souvent éloignées des exploitations. Ainsi le sous-bassin du Guer connaît dans son changement de paysage toute une révolution agricole qui se met en place. Seulement, les mutations paysagères ont des incidences plus ou moins significatives sur l'hydrosystème. En effet, les connectivités hydrologiques issues des dynamiques d'écoulement, sont contraintes de s'adapter aux modifications de la structure paysagère, notamment à l'arasement des haies, entraînant de nombreuses répercussions : transferts hydro-sédimentaires, érosion des sols, pollution de l'eau, eutrophisation, perte en fertilité des sols...

Afin d'évaluer les impacts des connectivités hydrologiques et des mutations paysagères, la première approche du mémoire est de reconstruire les évolutions du paysage par digitalisation. Par conséquent, le territoire depuis les années 1830 jusqu'à aujourd'hui pourra être reconstitué sous forme de données cartographiques. Ainsi nous pourrions voir les changements qui se sont opérés dans la structure paysagère mais aussi, dans les modes d'occupation des sols à travers 4 périodes. La seconde approche consiste à modéliser les connectivités hydrologiques dans le territoire à l'aide du modèle multi-agent LASCAR. Le modèle permet de représenter la trajectoire des écoulements et d'identifier les parcelles connectées et déconnectées dans le territoire. Aussi il permet de comprendre le rôle des éléments du paysage comme les haies ou bien encore celui des surfaces de sol, dans les connectivités et déconnectivités. Les différentes connectivités hydrologiques, également réalisées pour les 4 périodes, permettront de comprendre la relation entre l'organisation de la structure paysagère et le fonctionnement hydrologique de la zone d'étude. Aussi, la modélisation actuelle permettra d'identifier les parcelles connectées et déconnectées, ainsi que les éléments du paysage ayant un rôle sur les dynamiques d'écoulement. Le modèle sera par la suite vérifié sur le terrain, ce qui permettra de le valider et d'illustrer par des photographies les différentes connectivités. Enfin, la modélisation permettra de fournir un indice d'analyse, représenté également sous forme de plaquette, afin d'aider les gestionnaires de bassin versant à identifier les parcelles qui nécessitent des aménagements.

Mots clefs : mutations paysagères, bocage, connectivités hydrologiques, modélisations, LASCAR, érosion hydrique, transferts hydro-sédimentaires.



Abstract

The aim of this memoir is to study the historical trajectory of landscape changes and hydrological connectivity in the Guer amont, a sub-watershed of the Leguer. Since the 19th century, this area of Brittany has experienced major changes in its agricultural landscape. From a vast bocage with high slopes and small farms, where a very family farming reign. To a landscape of open fields, with grouped plots of land often far from the farms. Thus, the Guer sub-basin knows in its change of landscape a whole agricultural revolution that's taking place. Moreover, the landscape changes have fairly significant impacts on the hydro system. Indeed, the hydrological connectivity result of water flows dynamics must adapt to the changes of the landscape structure, particularly the levelling of hedges, which has many repercussions: hydro-sedimentary transfers, soil erosion, water pollution, eutrophication, loss of soil fertility, *etc.*

In order to assess the impacts of hydrological connectivity and landscape changes, the first approach of the dissertation is to reconstruct landscape changes through the work of digitalisation. Consequently, the territory from the 1830s to the present can be reconstructed in the form of maps. Thus, we will be able to see the changes that have taken place in the landscape structure but also, in land use patterns throughout the 4 periods. The second approach is to model the hydrological connectivity in the territory using the multi-agent LASCAR model. The model is used to represent the trajectory of water flows and to identify the connected plots in the territory. The different hydrological connectivity, also carried out for the 4 periods, will allow us to understand the relationship between the organization of the landscape structure and the hydrological function in the study area. Also, the current modeling will identify connected and disconnected plots, as well as landscape elements that have a role in flow dynamics. The model will then be verified in the field, which will make it possible to validate the model and illustrate the various connectivity with photographs. Finally, the modeling will provide an analysis index, also represented in the form of a brochure, to help watershed managers identify parcels that require development.

Keywords: landscape changes, bocage, hydrological connectivity, modelling, LASCAR, water erosion, hydro-sedimentary transfers.



Sommaire

Remerciements	3
Résumé	5
Abstract	6
Sommaire	7
Introduction	9
I. D'un paysage de bocage aux enjeux de connectivités hydrologiques	11
A. La Bretagne bocagère	11
B. Du bassin versant du Léguer à la zone d'étude	31
C. Méthodologie du mémoire	42
II. Un regard historique sur les mutations paysagères	55
A. Résultats des digitalisations	55
B. Les mutations paysagères et les limites des digitalisations	68
III. Analyse des connectivités hydrologiques actuelles à partir du modèle LASCAR	72
A. Un territoire connecté ?	72
B. Les connectivités et déconnectivités hydrologiques en 2020	82
IV. Trajectoire des connectivités et déconnectivités hydrologiques depuis 1830 dans le sous-bassin du Guer amont	94
A. De 1830 à 1978	95
B. Connectivités et déconnectivités historiques : l'effet remembrement	102
C. Mutations paysagères et connectivités hydrologiques, des rouages de l'hydrosystème	109
D. Limites des modélisations historiques et actuelles	110
Conclusion générale	112
Bibliographie	114
Logiciels utilisés :	118
Table des figures	119
Table des matières	121





Introduction

Quand on parle du paysage breton, une image vient en tête. Celle d'une campagne verdoyante, ensoleillée et vallonnée, où se juxtapose une mosaïque de petits champs clôturés par des rangées de haies.

Le bocage breton tire sa réputation de cette structure paysagère si particulière. Nommée Argoat en langue bretonne, elle symbolise la Bretagne intérieure, boisée, par opposition à l'Armor, la Bretagne littorale.

Le bocage correspond à un paysage rural façonné par la main de l'Homme et évoluant au gré des modernisations agricoles. Il se résume à un assemblage de petites parcelles de formes irrégulières aux dimensions inégales, délimitées et closes par un linéaire de haies d'arbres et d'arbustes. Le plus souvent les haies sont plantées sur des talus bordés par des fossés. Le bocage est parcouru par un ensemble de chemins creux, amenant soit à des hameaux éparpillés un peu partout dans le maillage bocager, soit conduisant nulle part. Tel reste le souvenir des bretons quand ils évoquent leur paysage. Façonné par l'Homme et changeant, le paysage ne reste en effet jamais le même. Ainsi le bocage breton va se transformer, se modifier suite aux révolutions agricoles et aux politiques de remembrement.

Le mémoire s'intéresse à la trajectoire du bocage breton au sein d'une zone particulière : le **bassin versant du Léguer**. L'étude portera sur un territoire plus restreint dans la partie sud du bassin versant : le **sous-bassin du Guer amont**. Il comprend les trois communes suivantes : Pont-Melvez, Bulat-Pestivien et Maël-Pestivien.

Le bassin versant du Léguer est situé au cœur de la Bretagne dans le département des Côtes-d'Armor. D'une superficie de 489 km² il tire son nom de la rivière qui le parcourt du sud au nord. Le Léguer est un petit fleuve côtier qui prend sa source dans la commune de Bourbriac. Après avoir traversé les communes de Belle-Isle-en-Terre, Trégrom, ou encore de Lannion, le fleuve se jette dans la mer de la Manche après avoir serpenté le territoire sur 70km. Sur son parcours le Léguer traverse différents paysages : des vallées bocagères encaissées par son passage, aux plateaux cultivés par la main de l'Homme. Cette pluralité paysagère a donné à la rivière une reconnaissance au niveau national. Reconnue comme étant l'une des plus belles rivières de Bretagne, le Léguer s'est également vu décerner le label européen « Site rivière sauvage » en 2017. La vallée du Léguer est aussi classée site Natura 2000 et ZNIEFF 1 et 2, pour son riche patrimoine qu'elle abrite.

Ainsi le bassin versant possède une diversité d'espèces aussi bien animales que végétales : du saumon qui migre dans la rivière pour se reproduire, à la trichomane remarquable, une fougère qui pousse dans les puits.

Le fleuve fait intégralement partie de la vie des habitants du bassin versant, et ce depuis des siècles. Une longue histoire unit les Hommes au cours d'eau. Ses différents aménagements, des moulins aux lavoirs installés sur la rivière, témoignent de leur utilité pour l'Homme.

Le mémoire a pour but de comprendre l'évolution du paysage bocager depuis le XIX^{ème} siècle jusqu'à aujourd'hui, ainsi que les nombreux enjeux que suscitent ces transformations.

En effet la présence des haies et talus, éléments phares du bocage breton, permettent bien des avantages dont celui de limiter les écoulements de surface.

L'objectif de ce mémoire est triple : premièrement il s'intéresse à la trajectoire historique des mutations paysagères dans notre zone d'étude depuis les années 1830.



Deuxièmement, nous analyserons les conséquences de ces mutations paysagères sur la connectivité hydrologique du territoire. Nous allons donc étudier l'évolution conjointe des mutations paysagères et des connectivités hydrologiques. Enfin, le dernier objectif est de pouvoir fournir un indice permettant d'aider les gestionnaires du bassin versant dans la lutte contre l'érosion des sols et la diffusion de pollution dans les cours d'eau.

Le choix du bassin versant du Léguer comme sujet de mémoire n'est pas anodin puisque ce dernier s'inscrit dans le cadre du projet Resp'haies, porté par l'Afac-Agroforesteries. Ce projet a pour objectif de :

« Promouvoir l'implantation, la gestion et la valorisation multifonctionnelle des haies au sein des exploitations et des territoires locaux, pour qu'elles contribuent à la résilience des exploitations agricoles et à leurs performances économiques, environnementales et socio-territoriales. » [Afac-Agroforesteries, 2018].

Le projet s'intéresse à trois bassins versants : le Tortillon dans le Calvados, la Jousselinière dans les Pays de la Loire, et enfin celui du Léguer dans les Côtes d'Armor.

De par mes origines bretonnes et ayant grandi en Bretagne, pouvoir faire un sujet se rapportant à ma région me tenait à cœur. En effet pouvoir étudier des enjeux qui m'intéressent dans une zone à laquelle je suis sensibilisée est pour moi une réelle opportunité. Aussi, avoir la possibilité de faire partie d'un projet, d'une façon même aussi minime soit-elle, me permet d'apporter « ma pierre à l'édifice » et de peut-être aider des gestionnaires de bassin versant.

Le mémoire se structure autour de 4 parties, l'ensemble vise à répondre à une problématique que nous poserons plus tard. La première partie de ce mémoire fera l'état du bocage breton actuel afin de mobiliser l'ensemble des concepts et des définitions permettant de mieux comprendre les enjeux se rattachant au sujet, et d'y énoncer la problématique. Ensuite nous poursuivrons sur une présentation de notre zone d'étude afin de visualiser quels enjeux peuvent s'opérer dans le sous-bassin du Guer amont. La première partie se terminera sur la méthodologie mise en place pour le mémoire.

Nous poursuivrons avec une deuxième partie axée sur l'historique des mutations paysagères dans la zone d'étude. A partir de 4 dates clefs, nous étudierons l'évolution du paysage bocager du sous-bassin du Guer amont, aussi bien dans l'évolution de la structure paysagère que dans les suppressions d'objets du paysage.

La troisième partie sera consacrée à l'étude des connectivités hydrologiques actuelles obtenues par modélisation avec le modèle multi-agent LASCAR. Nous pourrons identifier les parcelles connectées dans la zone, ainsi que le rôle de chaque objet du paysage. A la fin de cette partie, un indice pour les gestionnaires du bassin versant sous forme de plaquette sera proposé.

Enfin la dernière partie apportera un regard historique sur les connectivités hydrologiques de la zone. Plusieurs modèles seront ainsi confrontés afin d'étudier de façon plus concrète le lien entre les paysages et les connectivités hydrologiques.

Le mémoire a été réalisé dans un contexte un peu particulier qui est celui du Coronavirus. Par le confinement qu'il a induit, certains projets ont dû être remodelés afin de pouvoir poursuivre sereinement le travail du mémoire. Les sorties sur le terrain ont dû être revues, mais cela a permis de mettre en place de nouvelles méthodes tout aussi intéressantes pour pallier au confinement. Loin de le subir, mon travail s'est vu s'adapter au mieux à la situation inédite dans laquelle nous avons tous été plongés.



I. D'un paysage de bocage aux enjeux de connectivités hydrologiques

A. La Bretagne bocagère

a) Une région maritime

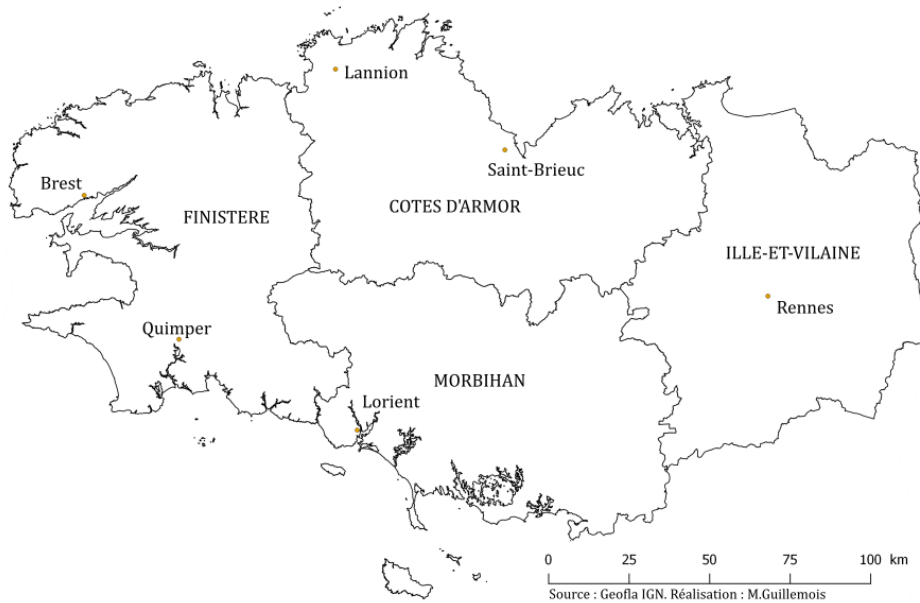


Figure 1 : Carte de la Bretagne

D'une surface de 27 200 km² et bordée par les mers, la Bretagne est une péninsule. Une région entre terre et mer, sauvage par ses falaises abruptes, et son littoral fracturé. Contrastant avec le calme de ses baies aux eaux émeraude. Un territoire agricole, emprunt au bocage qui subsiste encore dans le paysage. C'est une région conservatrice où les traditions se mêlent au quotidien, une terre de mythe et d'histoire. Des rois bretons aux ducs de Bretagne, jusqu'à l'union de la Bretagne à la France en 1532, la région n'a cessé de voir ses limites évoluer.

La Bretagne se compose administrativement de 4 départements : le Finistère, les Côtes d'Armor, le Morbihan et l'Ille-et-Vilaine. Au sein desquels vivent et évoluent 3 306 529 habitants (au 1^{er} janvier 2016 INSEE).

Elle se divise également en 2 parties, on retrouve une partie orientale la « Haute-Bretagne » où l'on pratique le gallo et une partie occidentale la « Basse Bretagne », où l'on parle le breton.

4 départements, 2 parties mais également 21 pays, qui se définissent selon l'INSEE comme

« Un territoire caractérisé par une cohésion géographique, économique, culturelle ou sociale. Défini par la loi Voynet de 1999, il ne s'agit pas d'un nouvel échelon de collectivité territoriale mais d'un lieu d'action collective qui fédère des groupements de communes, des communes, des organismes socioprofessionnels, des entreprises, des associations..., autour d'un projet commun de développement. » [INSEE, 2017].

On distingue différents pays comme par exemple le pays du Léon, le Trégor, Rennes, Quimper, Goëlo.

Bien que peu élevé, le relief breton culmine par son point le plus haut à 384m. La Bretagne repose sur le massif Armoricaïn. Cette entité géologique est constituée de deux héritages sédimentaires datés du précambrien et du paléozoïque. Ces deux roches sont encore présentes mais ce sont surtout les roches granitoïdes et métamorphites qui restent le trait dominant du massif Armoricaïn [Le Corre *et al.*, 1991].



De ce fait le sol breton est peu perméable et favorise le ruissellement de l'eau en surface. Le réseau hydrographique breton est par conséquent très dense, comptabilisant 30 000 km de cours d'eau [Observatoire de l'environnement en Bretagne, 2019]. Ainsi la région dispose d'une grande richesse hydrographique, elle est parcourue par de nombreux fleuves côtiers comme la Sélune, le Léguer ou bien encore la Rance. L'ensemble de son réseau hydrographique s'inscrit dans des bassins versants, au total plus de 560 bassins ont pour exutoire la mer.

La région est largement dominée par son caractère maritime, nommée Armor en langue bretonne, elle symbolise la Bretagne littorale, par opposition à l'Argoat, la Bretagne intérieure boisée.

b) Un paysage agricole bocager

1. Histoire du bocage

La Bretagne aussi bien pour l'Armor que pour l'Argoat, est marquée par une activité essentiellement agricole, ce qui se traduit dans son paysage. Ce dernier correspond à un paysage de **bocage** associant l'enclos végétal à la dispersion des habitats [Brunet, 1992].

Le bocage est le fruit d'un paysage construit par ceux qui le travaillent. Un objet complexe dans sa forme, car il n'y a pas de réelle géométrie du bocage, les haies et les talus encadrent de petites parcelles de formes aléatoires, de 60 ares en moyenne [Meynier, 1976], parfois elles laissent de grandes prairies à découvert. Cependant, le bocage n'est pas propre à la Bretagne, on en retrouve également dans d'autres régions comme le Jura, ou à l'étranger à l'image de l'Ecosse.

Un paysage qui s'est construit de manière réfléchi. En effet, en 1966 André Meynier, géographe français écrivait :

« Ainsi les traits les plus habituels du parcellaire breton, loin d'obéir à un aveugle hasard, ne font à ce hasard qu'une certaine part (d'ailleurs assez considérable). » [Meynier, 1966].

Définir l'origine du bocage breton est complexe et suscite de nombreux débats chez les géographes. Si certains remontent la création du bocage à la préhistoire, bon nombre s'accordent pour dire que le développement du bocage s'est fait durant le Moyen-Âge.

Cependant toute la Bretagne n'est pas que bocage, en effet on retrouve dans certains territoires de grands champs ouverts d'openfield, dit méjou en breton. La distinction entre le méjou et le bocage ne résulte pas dans des différences de nature de sol, mais bel et bien dans des structures sociales différentes [Meynier, 1943]. Ainsi le paysage d'enclos, correspond à un pays au tempérament individualiste, contrairement au paysage de champagne¹ qui traduit une économie collective basée sur le partage des biens.

Par conséquent définir le bocage, ne se cantonne pas qu'à la simple observation de champs clôturés par des haies. Le bocage fait l'objet de nombreuses études menées par les géographes depuis plusieurs décennies, de sorte que plusieurs définitions fleurissent pour le qualifier. La plus rigoureuse synthétise l'ensemble des définitions issues de divers travaux :

« [...] renvoie à un paysage d'enclos végétaux associé à un habitat dispersé, à un dense réseau de chemins, à un régime agraire individualiste et à une forme relativement massive et irrégulière des parcelles [...] » [Watteaux, 2005]

¹ Openfield en anglais.



Le développement du bocage breton se situe entre le XI^{ème} et le XIII^{ème} siècle, dès lors on voit apparaître des délimitations végétales clôturant les champs.

Le début du bocage au XI^{ème} siècle coïncide avec l'essor des fermes familiales, lié à une grande croissance démographique dans le pays. Les clôtures végétales permettent alors de marquer les limites de propriétés, mais aussi d'avoir une réserve de bois, permettant de chauffer l'hiver.

Au cours du XIII^{ème} siècle, l'augmentation du prix des terres agricoles, et le manque à gagner pour les seigneurs vis-à-vis des petites fermes familiales, vont favoriser le développement d'un nouveau mode d'exploitation, les métairies, autrement appelées Quévaise, très répandues dans le Trégor².

Il s'agit d'un contrat par lequel un propriétaire de terre, bien souvent un seigneur, cède à un paysan, moyennant une rente annuelle, l'une de ses terres. Une rente estimée pour le seigneur « à un peu plus de 3 livres par tenues, le prix d'un mouton. » [Bourgès, 1951]. Cette pratique a été mise en place afin de développer le peuplement et la mise en valeur agricole des terres incultes, comme les landes, en incitant les fermiers à les défricher.

La métairie se compose d'une vingtaine de parcelles agricoles, sa superficie peut varier de 20 à 60 hectares. La closerie, également très répandue dans la région, correspond à un modèle réduit comparé à la précédente, d'une superficie allant jusqu'à 10 hectares. Ces deux types d'exploitations se lisent dans le paysage agraire :

« La métairie crée un bocage d'autant plus lâche qu'elle comporte de plus grandes parcelles, la closerie s'entoure d'un réseau de haies d'autant plus dense qu'elle-même et les parcelles qui la composent sont plus petites. » [Antoine, 1999].

Les paysans, locataires des terres seigneuriales, vont peu à peu planter à leur charge des haies afin de protéger les cultures des animaux qui divaguent librement. Au Moyen-Âge une amende était infligée aux paysans dont les bestiaux vagabondaient librement dans les terres. La clôture végétale a donc une double vocation, marquer et défendre sa propriété, et surtout surveiller le bétail pour qu'il ne s'échappe pas de l'enclos, évitant ainsi des fortes amendes. Finalement, seules les terres qui jouissent d'une utilisation collective, comme les landes et les bois, ne font pas l'objet d'enclosure.

La question des haies en Bretagne fit également l'objet d'une enquête en 1768 qui conclut que :

« La question des clôtures se confonde avec celle de la mise en valeur des terres incultes, des landes, si étendue en Bretagne, de leur défrichement, qui ne peut guère se faire que grâce à des afféagements, [...], et que les landes dépendent des seigneurs, qui en laissent généralement, l'usage à leurs vassaux, tout en s'en réservant une partie, grâce à l'usage du triage ou du cantonnement. » [Sée, 1928].

L'histoire du bocage en Bretagne se confond avec celle des forêts. Longtemps considérée aussi mystérieuse qu'impénétrable, la forêt bretonne ne va pas échapper, comme le bocage, à des modifications causées par l'Homme. En effet, la forêt va subir aux cours des siècles de nombreux défrichements, permettant ainsi l'édification d'abbayes, ou bien encore de villas romaines [Nouailhat, 1979]. Au XV^{ème} siècle, la forêt va être considérée par les seigneurs comme une terre agricole pouvant générer une source de revenus. A cet égard des droits de pacage vont se mettre en œuvre, permettant aux paysans de faire vaquer leur bestiaux à certains endroits de la forêt.

² Ancienne province bretonne, elle correspond aujourd'hui aux Côtes d'Armor.



De ce fait les forêts deviennent des territoires à utilisation collective, engendrant bien entendu une obligation de paiement pour les paysans.

Le XVI^{ème} siècle va être marqué par de nombreux conflits, comme c'est le cas **des troubles de la Ligue**³, engendrant de nombreux incendies et donc une grande perte en surface boisée.

Une époque difficile pour les bretons :

« Les terres furent abandonnées et la cherté des vivres fut fort grande... les paysans pâtirent beaucoup et bonne partie moururent sans qu'il n'y eût moyen de les soulager à cause de la ruine générale... La guerre apporta la famine puis la peste [...]. » [Bourgès, 1951]

De multiples zones de futaies vont être incendiées et laissées aux bêtes. Le piétinement des animaux va causer un dé-lavement et une acidification du sol, ne permettant pas la constitution d'humus [Nouailhat, 1979]. C'est ainsi que la forêt va peu à peu laisser place aux landes, caractéristiques du paysage breton.

Les landes sont importantes en Bretagne, en effet elles recouvraient en 1768 entre 2/5^{ème} voir 2/3 de la région [Meynier, 1943]. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, elles ne sont pas liées **uniquement** à un sol inculte, mais à une logique dans le rouage du système agraire breton.

Ce système repose sur une polyculture extensive dans lesquelles les landes sont partiellement intégrées dans les rotations culturales. Elles conservent donc un rôle primordial qui permet d'assurer le bon fonctionnement du système [Antoine, 1999].

Le système agraire breton fut pendant longtemps « critiqué » par le reste du territoire Français. Le bocage négativement connoté, était vu comme quelque chose d'archaïque. A l'inverse les bretons voyaient dans les cultures de grands champs des « vestiges des temps barbares » [Meynier, 1943].

Même si, à l'instar des terres labourées, les landes sont peu utilisées, elles permettent aux paysans d'y créer de l'engrais, d'y couper de la litière pour le bétail, et d'y faire paître les troupeaux.

L'achèvement du bocage a lieu au XIX^{ème} siècle, traduisant l'apogée de la civilisation agricole. A cette période la Bretagne comptait 2,3 millions d'habitants, une population essentiellement paysanne. En effet quand, pour le reste de la France 1 français sur 2 est paysan, dans les Côtes-du-Nord⁴ c'est les ¾ de la population qui est paysanne. La campagne bretonne est fortement marquée par le bocage. La haie marque la propriété foncière et la division du parcellaire. L'élevage prend une part de plus en plus importante dans l'agriculture, développant ainsi les haies vives, permettant de protéger le bétail, et de lui offrir un abri en cas d'intempérie. L'achèvement du bocage voit s'amorcer le repli de la forêt, cette dernière se réfugie dans le tissu des talus, constituant l'essence même du bocage. L'essor de l'industrie des forges, liée à la richesse du sous-sol breton va contribuer peu à peu à la diminution de la surface forestière.

³ Guerres de religion, opposant les catholiques aux protestants.

⁴ Ancien nom pour les Côtes-d'Armor.

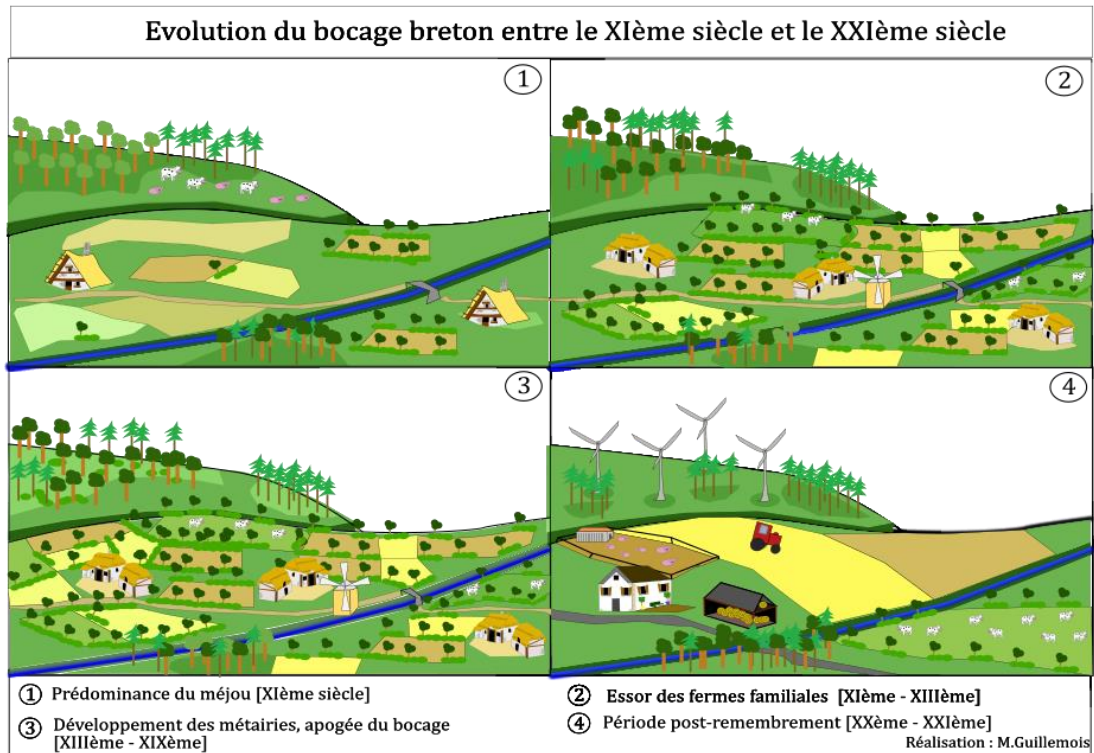


Figure 2 : Schéma de l'évolution du bocage breton

Le schéma illustre l'ensemble des processus de l'évolution du bocage. De la prédominance du méjou au XIème siècle à la période post-remembrement fin XXème siècle. Le paysage représenté s'inspire librement de la zone d'étude. On peut retrouver par exemple les éoliennes existantes actuellement dans la commune de Pont-Melvez.

Au cours de ces 4 périodes, on peut observer l'évolution du paysage, au début assez ouvert et qui va par la suite se refermer petit à petit. Les mouvements d'enclosure marquent ainsi le paysage des vallées, et aboutissent à un quadrillage quasi-total du paysage. Le bétail se retrouve lui aussi enfermé dans des enclos.

La période post-remembrement, laisse place à un paysage plus ouvert, comme il l'était finalement avant le bocage. Seulement les champs sont plus larges permettant de produire en grande quantité dans la logique actuelle d'agriculture intensive. De nouvelles productions apparaissent comme la production hors-sol avec l'élevage porcin. Quelques haies subsistent, mais elles ne sont plus plébiscitées par les agriculteurs, car leur présence requiert de l'entretien.

Cependant, il est important de préciser que le schéma ne traduit pas trait pour trait la réalité actuelle du terrain, car en effet de nombreux projets ont été mis en place afin de redonner à la haie sa place d'antan.

Malgré cela le schéma permet d'avoir une représentation assez concrète des dynamiques qui se sont observées et qui peuvent s'observer dans la zone d'étude.



2. Le remembrement, un enjeu économique et social

i. Le remembrement, un outil de développement ?

Le paysage bocager breton va se transformer après la Seconde Guerre Mondiale, par la modernisation agricole, autrement appelée la **révolution agricole**. Au sortir de la Seconde Guerre Mondiale, la Bretagne pauvre, est en retard sur le reste des régions françaises. L'état œuvre pour désenclaver la région. Pour pallier à son retard de nouvelles priorités vont être définies comme l'accès à l'eau potable et à l'électricité : en 1945 seulement la moitié des fermes bretonnes sont dotées d'électricité dans la région.

La révolution agricole va amener une nouvelle façon de cultiver les terres, par l'arrivée des machines agricoles, mais aussi des engrais chimiques. La création des premières CUMA (Coopérative d'achat de matériel agricole) en 1955 en Bretagne est l'un des symboles des premières mutations agricoles de la région, permettant ainsi aux agriculteurs d'acheter des machines agricoles à plusieurs. Une initiative qui va permettre aux paysans bretons de se doter de nouvelles machines comme les tracteurs, les moissonneuses batteuses.

Le bocage encore très présent fin des années 40 devient de plus en plus lourd à entretenir, et n'est finalement plus en adéquation avec l'époque. Les tracteurs et autres machines agricoles, sont imposants et difficiles d'utilisation dans le maillage serré du bocage. Les parcelles doivent alors s'adapter à cette mécanisation agricole, la période du **remembrement** commence dès 1950, incitée en parallèle par un décret de 1955 qui subventionne l'arasement des haies jugées comme un obstacle à l'utilisation rationnelle du sol. [Le Du-Blayo et al, 2004].

Les opérations de remembrement ont le vent en poupe dans les années 60 si bien qu'en 1970 la superficie totale remembrée dans le département des Côtes d'Armor atteint 97 533 hectares [Guellec, 1971]. Agnès Guellec, géographe, écrit en 1970 à propos du remembrement dans les Côtes d'Armor :

« Même si le bocage s'aère, il ne disparaît pas complètement : ses mailles s'élargissent, ses talus s'effacent en partie seulement. En un certain sens, le remembrement bien compris sauvegarde le bocage ». [Guellec, 1971].

L'auteur souligne également le fait que ces opérations de remembrement comportent aussi bien des effets positifs que négatifs, mais elles permettent avant tout de soulager le travail des agriculteurs.

« Ils ont conscience de leur retard et ils ont le désir d'améliorer des conditions de travail et de vie en général défavorable. » [Guellec, 1971].

En effet leur travail est facilité par l'ouverture des parcelles, aussi leur production est augmentée, leur permettant d'avoir un meilleur revenu et donc de meilleures conditions de vie. On comprend donc que les opérations de remembrement ont été incitées par le manque à gagner induit par le bocage : lourd d'entretien, ne permettant pas aux machines de passer... Mais en est-il la seule raison qui a poussé les agriculteurs des Côtes d'Armor, par exemple, à supprimer 45 000 km de haies en seulement 13 ans ?

*ii. Les causes multiples du remembrement*

Les exploitations agricoles bretonnes, demeurent de petites tailles, même si leur surface augmente à partir des années 50. Le tableau ci-dessous permet d'avoir des renseignements historiques concernant la taille des exploitations agricoles des Côtes d'Armor, territoire de notre étude.

Classes en hectares	Côtes-du-Nord			Ille-et-Vilaine		
	1955	1963	1967	1955	1963	1967
1 Ha	1 327	762	659	418	783	422
1 à 2	5 834	4 977	3 768	5 762	4 909	3 910
2 à 5	9 867	8 736	7 673	9 810	9 095	8 560
5 à 10	11 851	9 940	8 717	11 329	9 195	8 692
10 à 20	17 124	6 915	14 645	16 173	14 745	13 886
20 à 50	6 182	5 615	6 667	6 746	6 616	7 274
50 à 100 et +	106	80	108	208	96	180
Ensemble	52 291	46 425	42 237	50 446	45 439	42 924

Figure 3 : tableau de l'évolution historique du nombre d'exploitation agricoles dans les différentes classes de surfaces entre 1955, 1963 et 1967. D'après La Bretagne agricole, 1969, source : Ministère de l'agriculture.

Les résultats provenant du ministère de l'agriculture permettent de conclure que les exploitations sont essentiellement de petites tailles, pas seulement dans la zone d'étude mais pour l'ensemble du département. A l'aide du tableau, on peut remarquer que jusqu'en 1967 les exploitations de moins de 10 hectares concernent la moitié des exploitations.

Il est intéressant de comparer ces résultats à d'autres départements bretons. L'Ille-et-Vilaine, contrairement aux Côtes d'Armor a des exploitations de plus en plus grandes au fil des années : en effet plus de la moitié de ces exploitations sont supérieur à 10 hectares à partir de 1963.

Cependant malgré des exploitations légèrement plus grandes pour l'Ille-et-Vilaine, les deux départements voient leur nombre d'exploitation total chuter au fil des ans. Ainsi, les Côtes d'Armor et l'Ille-et-Vilaine perdent chacune **10 000 exploitations** entre 1955 et 1967. Une réduction qui frappe principalement les exploitations de 10 hectares [Kerouredan, 1969].

Ainsi, ces informations conduisent à de nouvelles explications du phénomène de remembrement. Fin des années 60, la Bretagne reste composée essentiellement de petites exploitations agricoles. Cependant l'âge avancé des agriculteurs amène peu à peu à une diminution du nombre de ces exploitations, faute de repreneurs. Le remembrement se met alors en place pour agrandir les parcelles et pour faire évoluer les structures agricoles. La chambre régionale d'agriculture de Bretagne conclut par :

« Le remembrement a permis de restructurer 315 500 hectares à fin 1967 pour l'ensemble de la Bretagne, 174 communes ont été concernées. Cependant un effort très important reste à faire dans ce domaine. ». [Kerouredan, 1969].

Ainsi les causes du remembrement reposent sur plusieurs facteurs : économiques et sociales. En effet le retard économique de la région, l'âge avancé des agriculteurs, le manque de repreneurs, la petite taille des parcelles, la diminution du nombre d'exploitations et l'entretien lourd du bocage, sont autant de variables qui poussent à la solution du remembrement. Dès lors les machines agricoles permettant de produire d'avantage peuvent circuler dans les parcelles. D'autre part, le remembrement permet de relancer l'économie bretonne et de valoriser le métier d'agriculteur dans la région, incitant plus de jeunes à se lancer dans cette voie professionnelle.



Finalement le remembrement fait peu à peu disparaître l'opposition traditionnelle et historique entre l'Argoat et l'Armor. Le linéaire de haies se réduit passant de 123 000km en 1968 à 78 000km en 1981 dans le département des Côtes d'Armor.

Le remembrement diminue à la fin des années 70 à la suite de critiques dénonçant les effets environnementaux négatifs liés à l'arrachage des haies et à l'ouverture en openfield des parcelles agricoles. Le 10 juillet 1976 une loi relative à la protection de la nature impose que des études d'impacts soient menées avant de réaliser des opérations de remembrement sur un milieu.

iii. Le modèle agricole breton

A la faveur du remembrement et de l'agrandissement des parcelles agricoles, l'agriculture bretonne va observer une **croissance spectaculaire**. Le système de production jusqu'alors très familiale, à usage également familial, va voir sa production prendre de l'ampleur jusqu'à devenir un exportateur majeur dans l'approvisionnement national. L'agriculture bretonne devient **intensive** : par les productions végétales spécialisées (artichauts, choux-fleurs, pomme de terre), l'importance des labours (maïs par exemple) et des productions hors-sol (volaille, porc...) [Canévet, 1992]. Le « **modèle agricole breton** », fait de la Bretagne en quelques décennies la première région agricole française.

Les industries laitières et porcines prennent notamment de l'envergure dans la région, par exemple entre 1950 et 1997 le nombre de porcins a doublé pour atteindre 14,5 millions de têtes, ainsi un porc sur deux est issu d'un élevage breton. De plus l'intensification fourragère par la généralisation des prairies temporaires, permet d'augmenter le nombre d'élevage bovins, et d'avoir une masse nutritive plus importante qu'avec l'ancien système agricole. Ainsi l'activité agricole et agro-alimentaire sert de moteur économique pour la région, lui permettant de rattraper son retard par rapport au reste du pays.

Les années 80 amènent une diminution des politiques de remembrement, mais le territoire en est d'ores et déjà impacté. Les différents travaux de recherche menés afin d'endiguer le phénomène de remembrement, vont amener à une prise de conscience quant à l'intérêt des haies sur talus pour les territoires. Ainsi le phénomène de remembrement s'essouffle et laisse place à des programmes bocagers : le premier dans les Côtes d'Armor à lieu en 1984 et consiste en un plan de soutien et d'aide financière pour les actions en faveur des haies [Bocher, 2005].

Dans les années 90 on observe une recrudescence des inondations dans les villes bretonnes, ce qui permet de repenser au rôle du talus et de le reconsidérer dans la trame paysagère des aménagements. Ainsi de nombreux kilomètres de talus vont être replantés en Bretagne : 487 kilomètres de talus en plus entre 1995 et 2003 [Bocher, 2005].



3. Un paysage de bocage qui subsiste

i. Le linéaire bocager actuellement

Le moteur économique de la Bretagne réside dans son agriculture, véritable « **locomotive du développement breton** » [Flatrès, 1986]. Le modèle agricole actuel repose sur l'intensivité, combinant des productions végétales spécialisées (choux-fleurs et artichauts par exemple) et des élevages hors sol (porcs et poulets).

Le modèle repose également sur un système d'utilisation du sol fondé sur les labours et les prairies temporaires [Canévet, 1994]. Ainsi le paysage agraire se compose d'une mosaïque de champs cultivés et de prairies.

Véritable identité du paysage breton, le bocage subsiste toujours mais sa densité reste moindre que par le passé. Aujourd'hui le bocage représente un **héritage** historique mais aussi un **enjeu** majeur pour l'environnement.

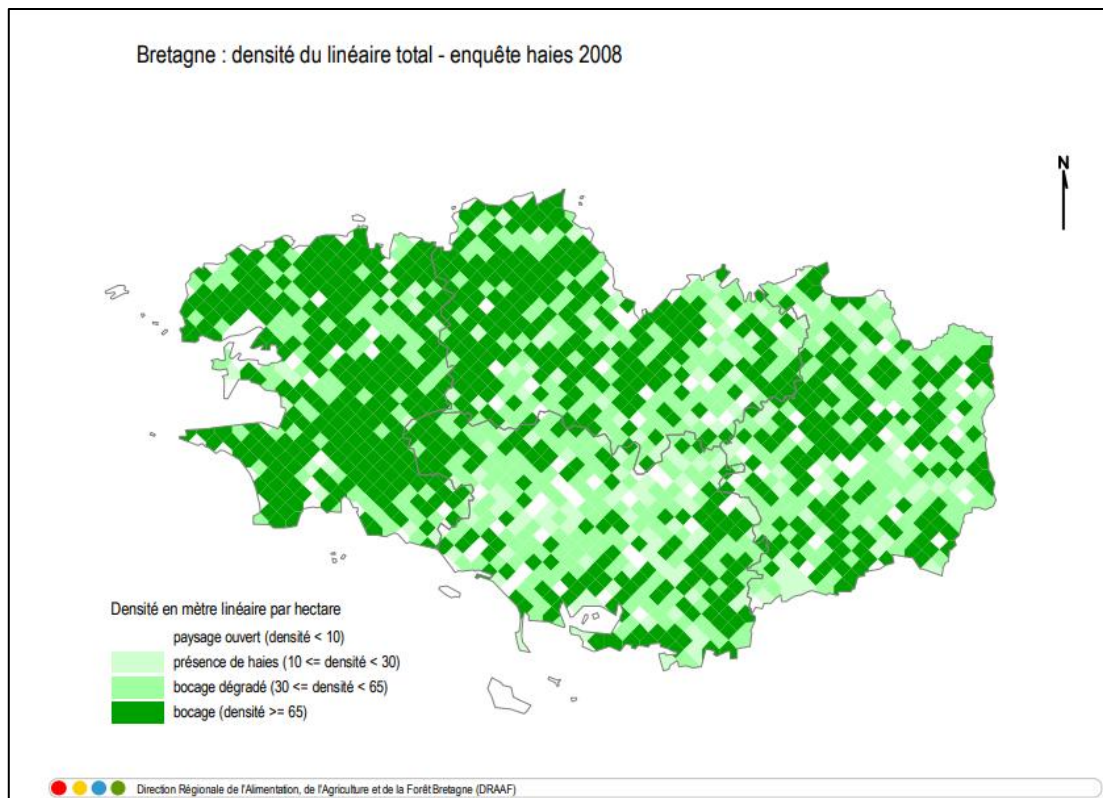


Figure 4 : carte de la densité du linéaire total de haies en 2008. Source : Agreste DRAAF Bretagne

La carte (figure 4), illustre la densité du linéaire bocager en 2008. Une limite se dessine entre la partie orientale (la Haute Bretagne) au **paysage ouvert** et la partie occidentale, qui détient un **réseau bocager** plus dense (supérieure à 65 hectares). Les haies représentent une densité en Bretagne de 182 500km en 2008 selon les chiffres de la DRAAF Bretagne.



La densité du linéaire bocager entre 1996 et 2015 en Bretagne (en km)

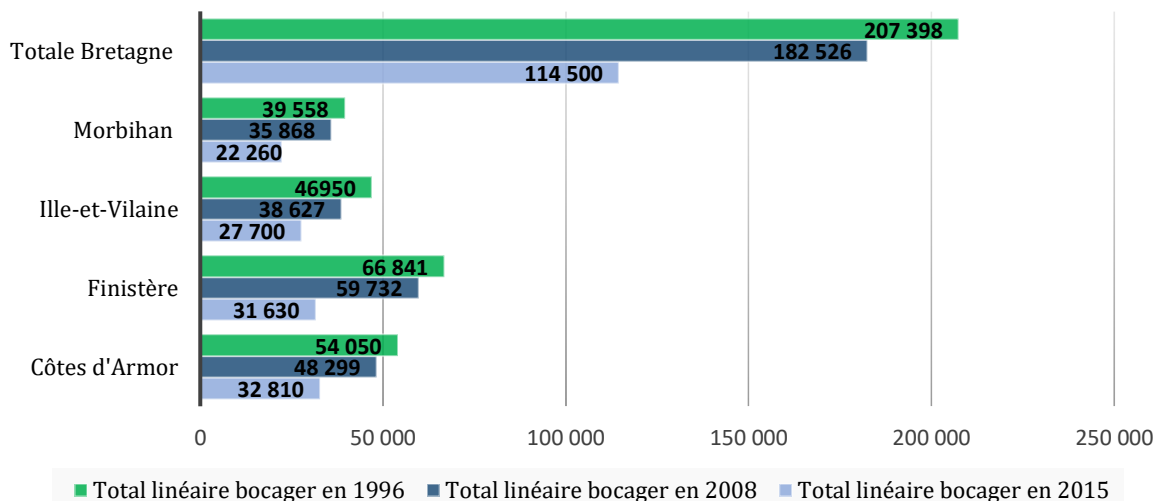


Figure 5 : Linéaire bocager en 1996 et 2015 en Bretagne. Source : Agreste-DRAAF Bretagne et IGN

Depuis 1996 jusqu'à 2015, le linéaire de haies est en constante diminution, et est évalué récemment à 114 500 km. Les données de 2015, ont été obtenues par photo interprétation, lors d'un rapport d'étude sur la biomasse bocagère en Bretagne réalisé par l'IGN. L'exactitude des données chiffrées est remise en question par les auteurs car cela fait « *intervenir un grand nombre d'hypothèses et de coefficient technique* » [IGN, 2018]. Pour notre étude, nous n'allons pas les prendre en compte, compte tenu de leur valeur trop hypothétique, cependant cela permet d'avoir un ordre de grandeur du linéaire bocager en Bretagne actuellement.

Sur l'ensemble des départements bretons, c'est le Morbihan qui est le moins pourvu en haies, avec seulement 35 868 km de linéaire bocager en 2008. Les Côtes d'Armor, territoire que nous allons étudier, est le deuxième département breton, après le Finistère, à posséder le plus de linéaire bocager en 2008, avec 48 299 km de haies. Le graphique précédent indique également pour l'ensemble des départements, des linéaires de haies en baisse comparés aux données de 1996 (186 526 km en 2008 comparé à 207 398 km en 1996). Seulement depuis le début des années 90, le remembrement est de plus en plus encadré pour éviter les arrachages sauvages qui sortent du cadre légal du remembrement, on peut alors se demander pourquoi les densités de haies continuent de baisser ?

En outre, il est important de préciser que depuis 2005 le remembrement à proprement parlé n'existe plus, il a été remplacé dans la loi par une procédure « d'aménagement foncier agricole et forestier ».

Pour pallier **les effets du remembrement** et la **diminution constante** du linéaire total des haies, un ensemble de programmes et d'aides sont mises en place à différentes échelles.

Au niveau Européen, la politique agricole commune (PAC) tend à protéger les haies, en obligeant depuis 2015 que tous les bénéficiaires d'une aide de la PAC maintiennent les haies présentes sur leur exploitation.

Au niveau régional, le programme Breizh Bocage créé en 2008 a pour objectif de concevoir de nouvelles haies bocagères ou talus, dans le cadre d'opérations collectives.



Le dispositif permet de renforcer le maillage bocager breton, de lutter contre l'érosion et la pollution des sols, et enfin d'améliorer la qualité de l'eau. Le dispositif est financé en majeure partie par l'Union Européenne et la région Bretagne, il s'adresse principalement aux agriculteurs, aux collectivités et aux particuliers. D'autres associations œuvrent partout en France pour la préservation des haies. C'est le cas notamment, de la Fondation Yves Roches-Institut de France en partenariat avec l'AFAC-agroforesterie. La fondation a développé un programme national de plantation de haies et d'arbres champêtres nommé « Plantons France », dont l'objectif est de planter 5 000 km de linéaires de haies sur le territoire français.

Enfin, nous pouvons évoquer l'association Haies Magiques, qui porte le projet initial de favoriser l'aménagement des haies en zone urbaine afin de soutenir la biodiversité en ville et de lutter contre la pollution urbaine.



Figure 6 : Photographie talus surmontée d'une haie à Pont-Melvez, décembre 2019. Source : M. Guillemois.

ii. Rôles et fonctions du bocage

Ainsi on comprend donc que la haie est l'élément central du paysage bocager breton. Ce dernier se compose de parcelles clôturées par un réseau de talus surmonté par des haies et bordées pour la plupart d'un fossé.

Les talus correspondent à des levées de terres de 1 à 2 m de hauteur [Mérot et al, 2005]. Comme on peut le voir sur la figure 6 ci-dessus, le talus est surmonté par une haie bordée par un champ d'un côté et par un fossé de l'autre. Le fossé sert à évacuer le surplus d'eau qui n'a pas été bloqué et infiltré par les haies, il récupère également l'eau ruisselant sur les chemins. Sur la photographie le fossé ne draine pas d'eau car il est obstrué en amont, l'eau circule donc sur le chemin jusqu'au cours d'eau situé en bas du versant.

De nombreuses études ont été faites au sujet des haies pour montrer leurs multiples qualités dans l'objectif de dénoncer les effets du remembrement.

« L'analyse bibliométrique globale a montré un accroissement sensible de la production depuis 1995, un changement de perspective qui abandonne le rôle de la haie sur la production agricole pour se tourner vers la haie elle-même comme système écologique, voire comme système de maintien des ressources (biologiques, en eau, en sol, en carbone...). ».
[Mérot, Bridet-Guillaume, 2006].

Effectivement, la haie ainsi que l'ensemble des éléments constituant le bocage comme les talus, les fossés, les taillis etc. assurent 5 grandes fonctions écologiques et productives [Soltner, 1995], synthétisées dans le tableau ci-dessous.



FONCTIONS	USAGES
Productive	Produit de la biomasse, ressource en bois et en aliment.
Équilibre entre les espèces	Sert de corridor écologique permettant le passage des espèces. Rôle d'abri pour les espèces.
Régulation hydraulique et conservation des sols	Sert d'obstacle aux ruissellements, favorise l'infiltration de l'eau et limite l'érosion des sols.
Régulation climatique	Rôle de brise vent, sert d'abri contre le rayonnement solaire.
Amélioration du cadre de vie	Objet du paysage qui s'inscrit dans la représentation du bocage.

Figure 7 : Tableau de synthèse des fonctions et usages des éléments bocager. Réalisation : M. Guillemois

La haie détient donc différentes fonctions servant à différents usages. Pour l'Homme elle lui assure une réserve de bois et lui permet de protéger ses cultures contre les vents avec son rôle de brise vent.

Pour les espèces animales, la haie a autant un rôle de refuge, de garde-manger que de corridor écologique. En effet, elle permet aux espèces de circuler d'un milieu à un autre, en ce sens elle sert de continuum écologique et assure la migration des espèces. En outre, elle peut servir de lieu de refuge pour le bétail quand celui-ci vient s'abriter des aléas climatiques.

Pour le territoire, la haie assure également une fonction de régulation hydrologique. En effet, elle permet de bloquer les ruissellements de l'eau en favorisant son infiltration dans le sol. D'autre part, les talus sont des éléments essentiels qu'il faut également prendre en compte dans le bocage, et qui permet d'assurer aux haies leur fonction de régulation hydrologique. Effectivement, les talus implantés de manière perpendiculaire au sens de la pente permettent de bloquer les ruissellements. Ainsi d'un côté du talus, on retrouve des particules érodées riches en matières organiques et amenées par les ruissellements piégées contre le talus. De l'autre côté du talus on peut observer des dépôts de matériaux érodés. En somme cela crée des différences de niveaux entre les deux côtés du talus. [Mérot et al, 2005]. Les haies présentes sur les talus, vont permettre d'accélérer le phénomène d'infiltration de l'eau grâce à leur système racinaire développé. A l'inverse, un talus orienté de façon parallèle à la pente ne va d'être d'aucune utilité contre l'érosion.

L'ensemble des effets induits par les éléments du bocage, révélé grâce à de nombreuses études, a permis une certaine prise de conscience quant à leur utilité. La haie loin d'être uniquement un élément esthétique et figuratif du paysage bocager, comporte aussi bien des fonctions nécessaires au maintien de certaines espèces et au bon fonctionnement de l'écosystème.



c) De l'hydrosystème aux enjeux de connectivités hydrologiques

1. Les éléments de l'hydrosystème

i. Le bassin versant

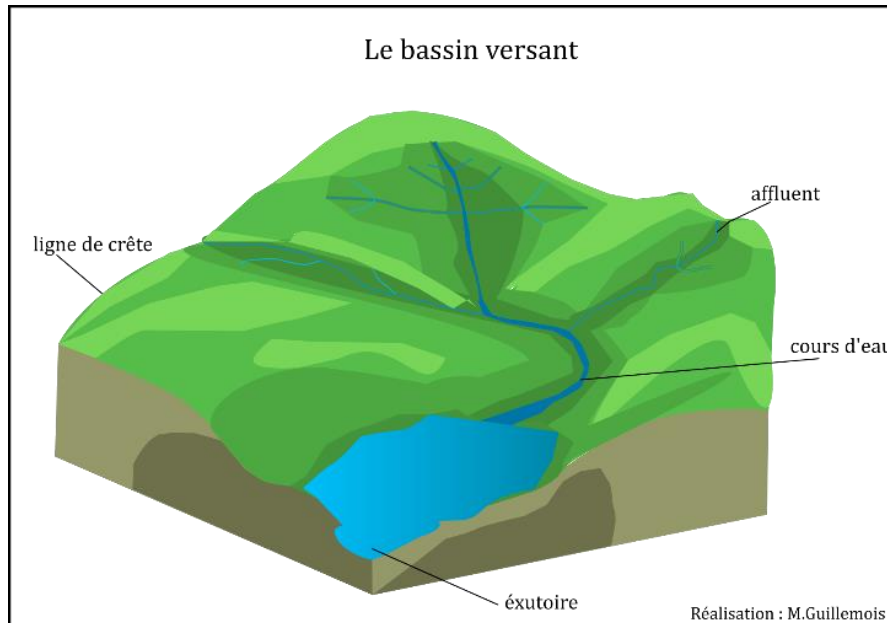


Figure 8 : Schéma du bassin versant

Le bassin versant est une **entité topographique** et hydrographique, qui correspond à une surface drainée par un cours d'eau et ses affluents. Sa surface est délimitée par la ligne de crête reliant tous les points les plus hauts, autrement appelée ligne de partage des eaux. Les précipitations qui tombent à l'intérieur du bassin versant contribuent au débit du cours d'eau [Ancitil, 2012].

Le terme de bassin versant trouve sa source au XVIII^{ème} siècle, dans la notion de « bassin de fleuve » inventée par Philippe Buache (1700 – 1773), géographe officiel du roi Louis XV. Longtemps oubliée la notion est remise au goût du jour au XX^{ème} siècle par des chercheurs anglo-saxon de géomorphologie fluviale, sous le terme de bassin versant [Touchart, 2007].

Les précipitations qui tombent sur les bassins versants peuvent contribuer à l'alimentation en eau des cours d'eau et ce par différents procédés.

Les précipitations tombent soit directement dans le cours d'eau, soit sur le versant et peuvent rejoindre le cours d'eau par ruissellement de surface et de subsurface.

Le **ruissellement** équivaut à la circulation de l'eau sur les versants en dehors du réseau hydrographique. Le ruissellement se produit quand l'eau ne peut pas s'infiltrer dans le sol, ces deux phénomènes sont interdépendants l'un de l'autre, quand l'eau ne s'infiltré pas elle ruisselle et inversement. L'eau qui s'infiltré rejoint par gravité la nappe d'eau souterraine, autrement appelée aquifère. L'aquifère correspond à une formation géologique composé par des roches plus ou moins consolidées, capable de retenir une quantité significative d'eau facilement accessible [Cosandey, Robinson, 2012].

La Bretagne par ses sols peu perméables, ne dispose pas de grandes aquifères mais reste composée par des petites nappes d'eau situées à proximité de la surface, si bien qu'elles se retrouvent rapidement saturée d'eau lors d'un épisode de précipitation. L'eau ne pouvant plus s'infiltrer dans le sol saturé d'eau doit donc ruisseler.



On distingue deux types de ruissellements : le ruissellement par refus d'infiltration d'un **sol non saturé**, et le ruissellement par refus d'infiltration d'un **sol saturé** [Cosandey, Robinson, 2012]. Le ruissellement à partir de sols non saturés correspond selon Horton, scientifique américain, au procédé suivant :

« Les premières pluies pénètrent dans le sol, créant un horizon superficiel saturé à travers lequel l'infiltration se stabilise à la valeur de la conductivité hydraulique à saturation (K), caractéristique hydrodynamique du sol qui s'établit lorsque la succion du sol n'est plus sensible, et qui dépend tout à la fois de sa texture et de sa structure. » [Horton, 1933 in Cosandey, Robinson, 2012].

Ici les précipitations ont une intensité supérieure à la capacité d'infiltration du sol, l'eau ne peut plus s'infiltrer et *in-fine* ruisselle en surface jusqu'à rejoindre un cours d'eau. Ce cheminement n'est pas toujours effectif, en effet, le ruissellement peut ne pas parvenir jusqu'au cours d'eau en étant stoppé en chemin, par un objet du paysage le déconnectant.

Cependant dans le raisonnement de Horton, le rôle de la couverture végétale du sol est omis, mais elle permet de ralentir l'intensité des pluies en agissant comme obstacle.

Le second type de ruissellement à partir des sols saturés, consiste en une saturation du sol depuis la roche mère qui gagne en épaisseur jusqu'à atteindre la surface [Horton, 1933]. Le sol étant complètement saturé, l'eau qui tombe ne peut plus s'infiltrer et donc ruisselle jusqu'à rejoindre un cours d'eau, si elle ne rencontre pas d'obstacle en chemin, qui pourrait la déconnecter.

ii. Les connectivités hydrologiques

Au sein même d'un bassin versant, différents éléments agissent comme relais dans l'espace [Cosandey, Robinson, 2012]. Ces derniers **connectent ou déconnectent** les ruissellements au cours d'eau. En d'autres termes, ils permettent à l'eau de rejoindre ou pas le cours d'eau.

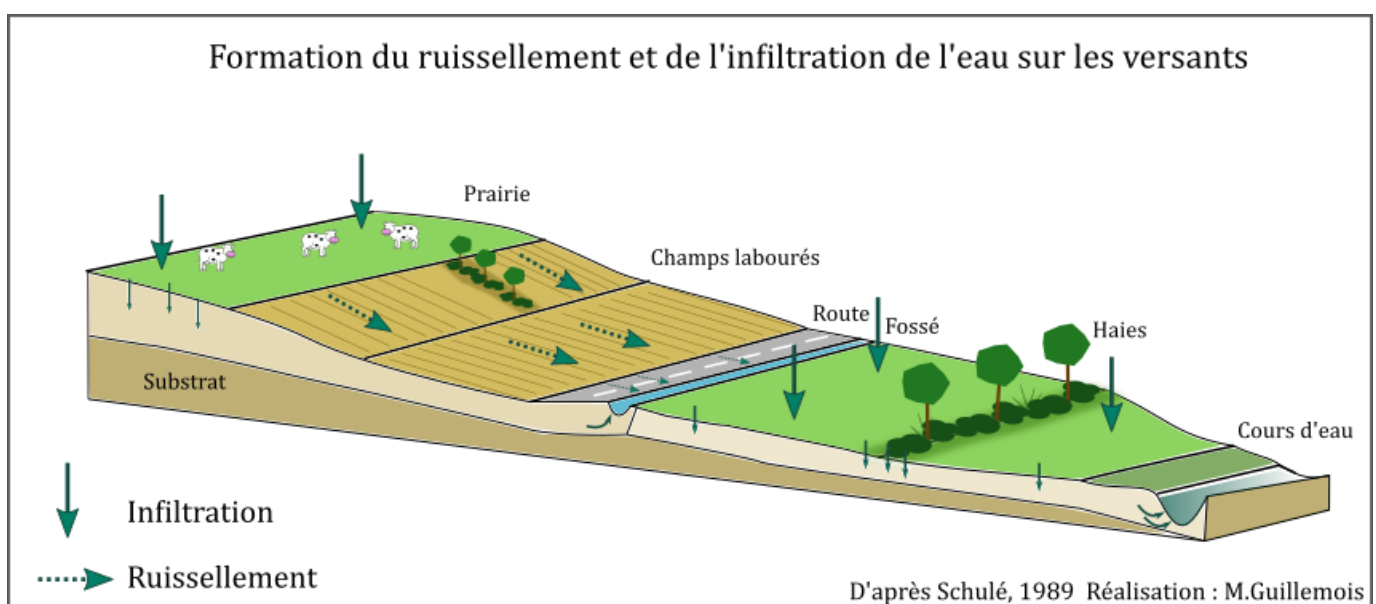


Figure 9 : Schéma des connectivités hydrologiques et du ruissellement

La figure ci-dessus reprend les différents objets du paysage pouvant connecter ou déconnecter les ruissellements de l'eau jusqu'au cours d'eau, ce que l'on nomme **la connectivité hydrologique**.



La connectivité hydrologique est une notion apparue dans les années 90, un terme assez récent, si bien que l'on retrouve de multiples définitions parmi les différents travaux menés par les géographes. Néanmoins on peut la définir de la manière suivante :

« La connectivité hydrologique se caractérise comme le transfert par l'eau de matières, d'énergies et d'organismes à l'intérieur ou entre tous les compartiments du cycle hydrologique » [Pringles, 2003 in Reulier et al, 2017].

Elle correspond finalement à la capacité du ruissellement à rejoindre un cours d'eau. Ainsi elle désigne les processus de transfert par l'eau de matière ou d'énergie entre les différents compartiments de l'hydrosystème.

L'eau qui tombe sur un versant ruisselle ou s'infiltre en fonction de la perméabilité du sol. Les connexions et les déconnexions agissent principalement au niveau des ruissellements. Les routes, les fossés sont autant d'éléments qui connectent les ruissellements, car ils leur permettent de parvenir jusqu'au cours d'eau.

Les haies, les talus, quant à eux déconnectent, ils font obstacle au ruissellement ne lui permettant pas de circuler jusqu'au cours d'eau, l'eau doit s'infiltrer dans le sol.

Les modes d'occupation des sols jouent également un rôle dans les connexions, un sol nu labouré et organisé en sillon comme c'est le cas pour un champ labouré, favorise le passage de l'eau qui ruisselle. A l'instar d'un champ cultivé qui ralentit la circulation de l'eau, et donc favorise son infiltration : c'est le cas des prairies, elles agissent donc comme un élément déconnectant.

iii. L'hydrosystème

Les parcelles agricoles, les cours d'eau, les haies et talus, sont autant d'éléments contenus dans un bassin versant breton et liés les uns aux autres. Le tout est compris dans un ensemble que l'on peut désigner comme étant un **hydrosystème**. Ce dernier peut être défini pour qualifier un bassin versant dans lequel s'organise un réseau hydrographique que l'on veut étudier de manière systémique. En tant que système il comprend d'un côté des caractères naturels et physiques et de l'autre des caractères anthropiques. Certains définissent l'hydrosystème comme équivalent à l'écosystème aquatique.

L'écosystème est un concept proposé en 1935 par Sir Arthur Tansley, il combine des éléments biotiques et abiotiques, reliés par des flux de matières et d'énergie. Il se définit comme étant un système local composé d'une biocénose (êtres vivants) et d'un biotope (conditions physico-chimique) et de leur interrelation.

L'hydrosystème peut ainsi s'expliquer comme étant l'ensemble des caractéristiques naturelles (cours d'eau, faune, flore) et anthropiques (occupation du sol, aménagements) contenu au sein d'un bassin versant, et qui sont en interactions les uns avec les autres. Le schéma qui suit reprend ces différents mécanismes (Figure 10).

Au sein d'un bassin versant le biotope et la biocénose sont en interaction l'une avec l'autre. La société, qui prend part également dans l'hydrosystème, n'a pas la même forme d'interaction que les deux précédentes. Par ses actions elle transforme le milieu et prélève dans la biocénose. En retour le biotope peut impacter la société avec des degrés plus ou moins fort (tempêtes, inondations...).



Même s'ils ne possèdent pas tous les mêmes forces d'interactions, ces trois ensembles restent compris au sein d'un système, et sont donc en perpétuel interrelation, ainsi les changements de l'un a des répercutions chez les autres.

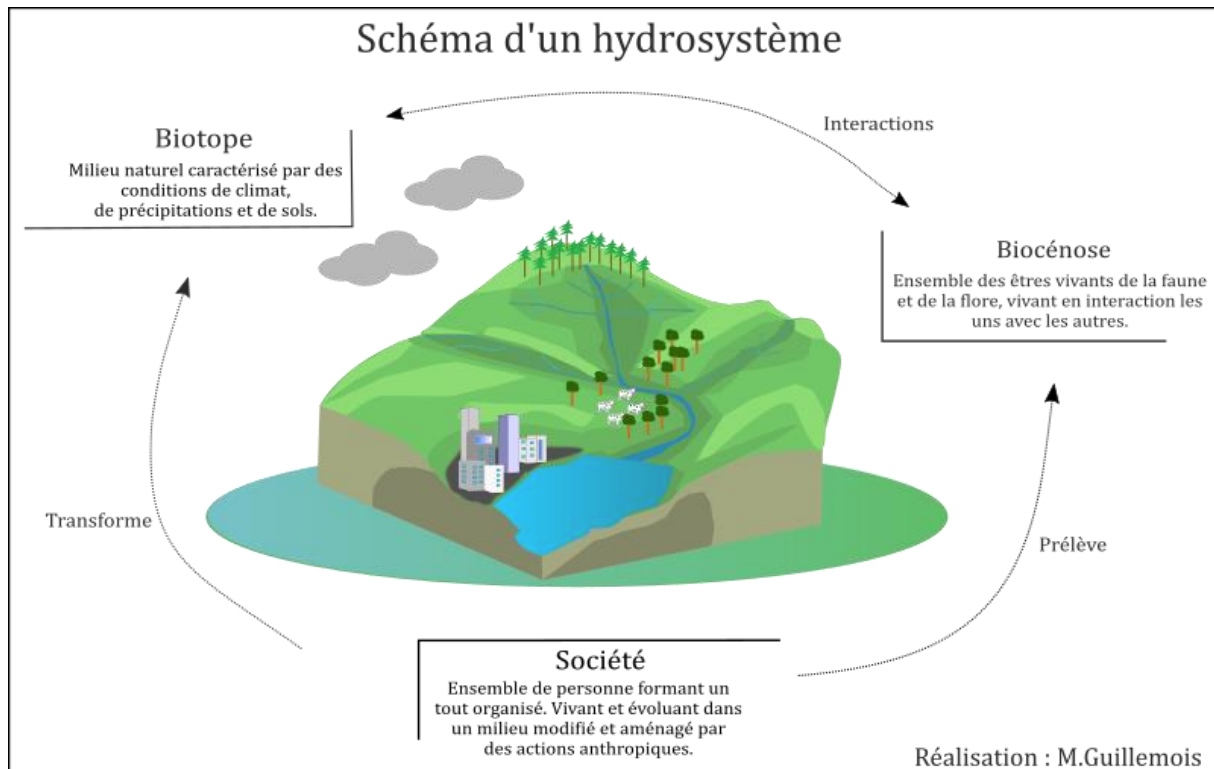


Figure 10 : Schéma d'un hydrosystème

2. Synthèse des enjeux environnementaux

De nombreux **enjeux environnementaux** sont associés à la connectivité hydrologique et au maintien du bocage au sein des bassins versants bretons, comme c'est le cas de l'érosion hydrique. Ces enjeux ont des impacts directs, qu'ils soient bénéfiques ou néfastes, non seulement sur le bassin versant mais aussi sur l'ensemble de **l'hydrosystème**.

Effectivement le ruissellement le long des versants créer des transferts dits **hydro-sédimentaires**. L'eau circulant en dehors des réseaux hydrographiques sur les parcelles agricoles, arrache sur son passage des particules de sol, qu'elle amène et transporte jusque dans le cours d'eau, augmentant ainsi son taux de matière en suspension. C'est un phénomène naturel qui est lié aux précipitations mais qui peut être accru par certaines pratiques agricoles comme l'abattage des haies. En effet l'eau circulant sur les surfaces n'est plus bloquée par les objets du paysage comme les talus et les haies, et rejoint directement le cours d'eau.

Les transferts hydro-sédimentaires peuvent dans certains cas être néfastes pour l'ensemble de l'hydrosystème, et ainsi induire des effets indésirables :

« Diminution de la fertilité des sols, la baisse de l'activité biologique, le colmatage des frayères, l'augmentation de la turbidité, l'eutrophisation, la pollution, etc. » [Reulier, Delahaye. Viel, Davidson, 2017].



De plus le transport accru de sédiments dans le cours d'eau peut participer à l'envasement progressive du lit de la rivière. Un processus naturel, accéléré par les activités humaines, notamment agricoles. Cependant les transferts hydro-sédimentaires peuvent être limités grâce à la présence d'objet du paysage déconnectant les ruissellements au cours d'eau, tel que les haies et les talus qui permettent de retenir et d'infiltrer en amont l'eau.

La figure 11 ci-contre, est une photographie prise sur la commune de Pont-Melvez dans les Côtes d'Armor. Elle illustre le rôle de la haie comme objet du paysage déconnectant les ruissellements et les transferts hydro-sédimentaires sur un versant.



Figure 11 : Photographie annotée du rôle des haies comme obstacle au ruissellement

Lors d'un épisode pluvieux l'eau ruisselle sous l'effet gravitaire induit par la pente le long du versant. Un ruissellement qui est également favorisé par le mode d'occupation du sol, en effet ce champ est quasiment à nu, l'eau y ruisselle en emportant sur son passage des particules du sol. En bas du versant, l'eau se heurte au linéaire de haie, ne pouvant plus circuler elle s'infiltré dans le sol. En contre bas on retrouve un banc de sédiment, qui correspond aux différents matériaux transportés lors des ruissellements, bloqués par la végétation, l'eau y a quasiment disparue car elle s'est infiltrée dans le sol.

On voit ici tout l'intérêt des haies dans la lutte contre l'érosion hydrique, mais aussi contre le transport des polluants agricoles dans les cours d'eau. Le maintien du bocage breton permet de lutter contre ces pollutions et permet également de maintenir un écosystème mis en place depuis longtemps. Le bocage, notamment par les haies, permet à certaines espèces de se déplacer dans l'espace, elles ont donc un rôle de corridor écologique, leur suppression peuvent mettre en péril la survie d'une espèce animale dans un lieux donné.



Ces enjeux de pollution font écho en Bretagne, en particulier dans le département des Côtes d'Armor où les côtes sont bien souvent confrontées à des phénomènes de marées vertes.

Cette dernière correspond à une eutrophisation du milieu par l'apport de nitrates et de pesticides venant des eaux continentales.

Pour les gestionnaires des bassins versants, l'enjeu est donc de diminuer les transferts hydro-sédimentaires de polluant dans les cours d'eau. Afin qu'en aval la qualité de la baie ainsi que celle de l'exutoire soit meilleure.

Le maintien et l'ajout de nouvelles haies semblent être une des solutions les plus efficaces afin de lutter contre ces pollutions. Cependant quelques points de vigilances sont à soulever : les recherches menées par les chercheurs Carluer, Gouy et Liger permettent de nuancer quant à l'infailibilité des haies (Carluer et al, 2019).

Pour les auteurs la plus grande vigilance à avoir vis-à-vis des haies, réside sur la capacité des produits polluants à s'infiltrer et à rejoindre la nappe souterraine et par conséquent le cours d'eau. Une capacité induite par :

« La présence de matière organique dans la zone d'influence de la haie et le réseau racinaire des arbres qui la constituent sont autant d'éléments qui favorisent les écoulements préférentiels, particulièrement propices au transfert de PPP ». [Carluer et al, 2019].

Malgré que le caractère « purificateur » des haies peut être remis en question, il n'en reste pas moins que la haie est un élément central dans la lutte contre l'érosion et les transferts hydro-sédimentaires.

Seulement la haie à elle seule ne permet pas d'éviter l'érosion des sols ou la pollution des eaux, car son rôle premier consiste uniquement à moduler les flux [Liagre, 2006]. Les talus surmontés par des haies ont alors un rôle plus déterminant dans la lutte contre l'érosion des sols. Un rôle de déconnectivité hydrologique qui n'est pas le même en fonction de l'orientation par rapport aux pentes. Ainsi c'est la combinaison des talus surplattés par des haies qui permet de pallier au mieux aux enjeux des transferts hydro-sédimentaires. Il faut donc voir la haie et le talus comme un système où interviennent d'autres paramètres qu'il est nécessaire de combiner pour améliorer l'efficacité globale : l'implantation du « talus+haie » de façon perpendiculaire au sens d'écoulement permet le blocage de l'eau. La fermeture de la haie en aval permet d'éviter les sorties d'eau. En termes d'aménagement, la mise en place d'une bande enherbée permet de renforcer le blocage du ruissellement ainsi, le captage de l'eau et des éléments fertilisants est favorisé.

Ainsi de nombreux enjeux environnementaux se dessinent dans l'objectif de maintenir le bon état de l'hydrosystème dans le bassin versant du Léguer. Des enjeux sur lesquels travaillent d'ores et déjà le bassin versant « Vallée du Léguer ». Cet organisme regroupe l'ensemble des communes s'inscrivant dans le bassin versant, ainsi qu'un ensemble de professionnels, d'usager et de producteur d'eau qui œuvrent ensemble à préserver les milieux aquatiques du Léguer. [Vallée du Léguer, 2017].

Le comité « Vallée du Léguer », travaille depuis le début des années 2000 à la reconquête du bocage sur le territoire, plus précisément dans le sous-bassin du Guer amont, là où se situe notre zone d'étude. Une reconquête à double objectif, en premier lieu le projet final consistant à améliorer la qualité de l'eau afin de diminuer les risques de pollutions par les produits phytosanitaire et autres nitrates, généralement d'origine agricole.



Pour améliorer la qualité du Léguer, le comité s'est tourné vers la reconstitution du bocage, c'est là leur second objectif. La réhabilitation et l'entretien des haies permet d'influer directement sur la qualité de l'eau. Comme nous l'avons dit précédemment, la haie va bloquer les écoulements de surface, permettant de filtrer l'eau.

Un travail qui se fait de pair avec les agriculteurs. En effet il est impossible de maintenir un bocage sans que les agriculteurs n'y participent. D'un côté ils entretiennent et créent le bocage, mais également ils s'engagent à diminuer leur utilisation de produit phytosanitaire et de nitrates, en contractant un engagement de progrès agronomique (EPA)⁵.

« Au final, plus de 40 agriculteurs se sont investis dans ce projet qui aboutit aujourd'hui à la reconstruction de près de 11 Km de haies et 40 km de talus, à la mise en place de bandes enherbées et des brèches de talus bouchées. Ces aménagements qui joueront principalement un rôle de protection de la ressource en eau ne manqueront pas de se faire remarquer dans le paysage. » [Comité Vallée du Léguer].

Le Léguer s'est vu décerné en 2017 sur certains de ses tronçons le label « **Site rivières sauvages** », notamment dans le sous-bassin du Guer amont. Au-delà d'être une marque de reconnaissance environnementale auprès du public, le label est un réel outil au service des gestionnaires du Bassin versant afin d'aider à la protection et à la conservation de la rivière qui présente d'ores et déjà un bon fonctionnement écologique. [Objectifs et fonctionnement du Label, Rivières Sauvages, 2015].

On voit donc ici se dessiner les différents enjeux auxquels le territoire doit répondre actuellement : de la reconquête du bocage, à la diminution des connectivités hydrologiques, et au maintien en bon état du cours d'eau du Léguer. L'illustration ci-dessous reprend ces différents enjeux (Figure 12).

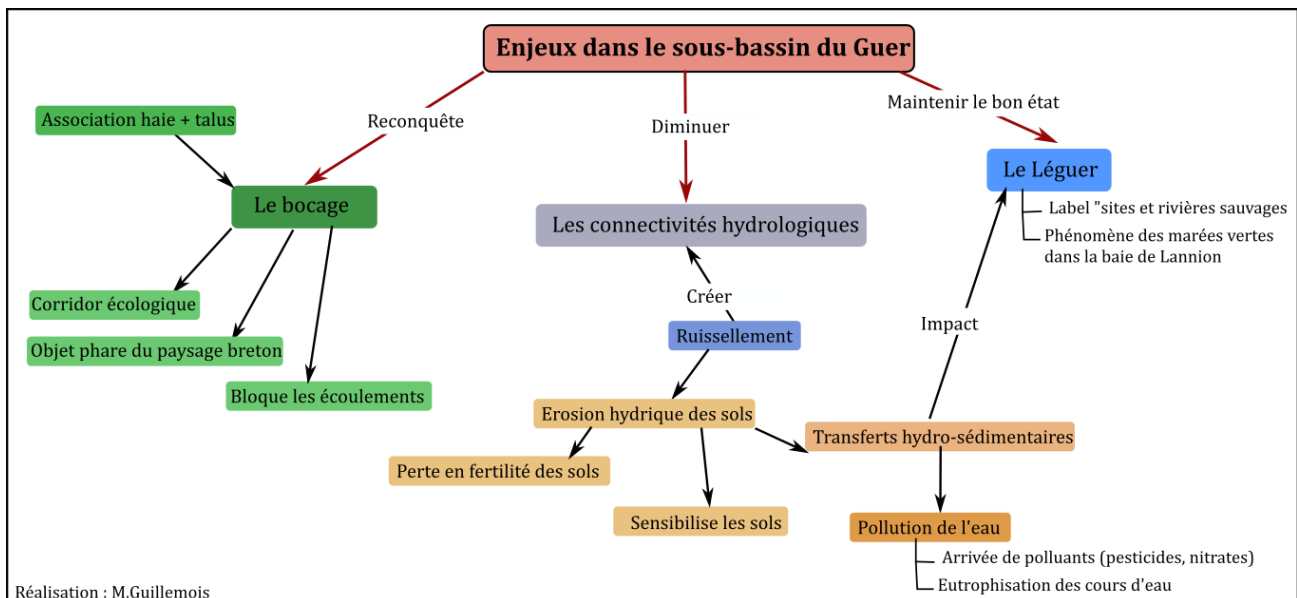


Figure 12 : Mind mapping des enjeux dans le sous-bassin du Guer amont

⁵ Permet aux agriculteurs de bénéficier de conseils pour fertiliser et protéger leurs cultures dans une démarche plus respectueuse de l'environnement.



d) Problématique

L'ensemble des différents concepts et processus que nous avons expliqué précédemment, permet de se rendre compte des nombreux enjeux qui peuvent s'opérer dans un petit hydrosystème agricole breton. En outre on comprend l'intérêt du sujet du mémoire « Trajectoire d'un hydrosystème : le Guer amont, sous-bassin versant du Léguer ».

Nous allons étudier le sous-bassin versant du Guer amont, un territoire situé à l'intérieur du bassin versant du Léguer, afin d'y mener un travail plus rigoureux et précis qu'il ne l'aurait été si nous avions travaillé à l'échelle du bassin versant entier.

Nous étudierons plus particulièrement l'évolution de son paysage bocager comprenant aussi bien le maillage des parcelles que les différents objets du paysage le constituant.

L'évolution du paysage sur plusieurs siècles implique de nombreux changements que ce soit dans l'agrandissement des parcelles ou bien encore dans la suppression des haies... L'ensemble de ces différentes mutations induit un impact pour le bassin versant, notamment au niveau des connectivités hydrologiques.

C'est pourquoi nous allons également nous intéresser à l'évolution des connectivités hydrologiques en lien avec les mutations paysagères. Par conséquent nous pourrions avoir une vision concrète des enjeux qui s'opèrent et que se sont opérés sur un territoire fortement impacté par le remembrement des années 70.

Ainsi on peut se demander comment l'organisation des objets du paysage influence les connectivités hydrologiques ? Comment l'hydrosystème réagit et s'adapte face aux modifications qui affectent certaines variables de ses états (modification des chemins d'écoulement, changement de surface agricole, remembrement) ? Quel lien peut-il être fait entre les mutations paysagères et les connectivités hydrologiques ? Quels en sont les impacts ? Quel rôle a le linéaire de haies dans les déconnectivités hydrologiques ? Est-ce que finalement les mutations induites par les sociétés agricoles sont-elles néfastes pour l'hydrosystème ?

Le mémoire cherchera à répondre à la **problématique** suivante :

Quelles conséquences sont induites par les connectivités hydrologiques au sein d'un petit hydrosystème agricole breton en réponse aux mutations paysagères opérées depuis le XIX^{ème} siècle ?

Pour répondre à cette problématique, notre raisonnement va se structurer autour de plusieurs approches. Nous allons tout d'abord retracer la trajectoire historique des mutations paysagères grâce au travail de digitalisation, la création de ces nouveaux jeux de données permettra de comprendre les changements paysagers opérés dans la zone. La seconde approche, par le travail de modélisation, va nous permettre d'identifier les connectivités hydrologiques actuelles mais aussi historiques, dans le but de comprendre les conséquences induites par ces mutations paysagères, et les enjeux qu'elles révèlent.



B. Du bassin versant du Léguer à la zone d'étude

a) Un bassin versant hydrographiquement dense

1. Présentation du bassin versant

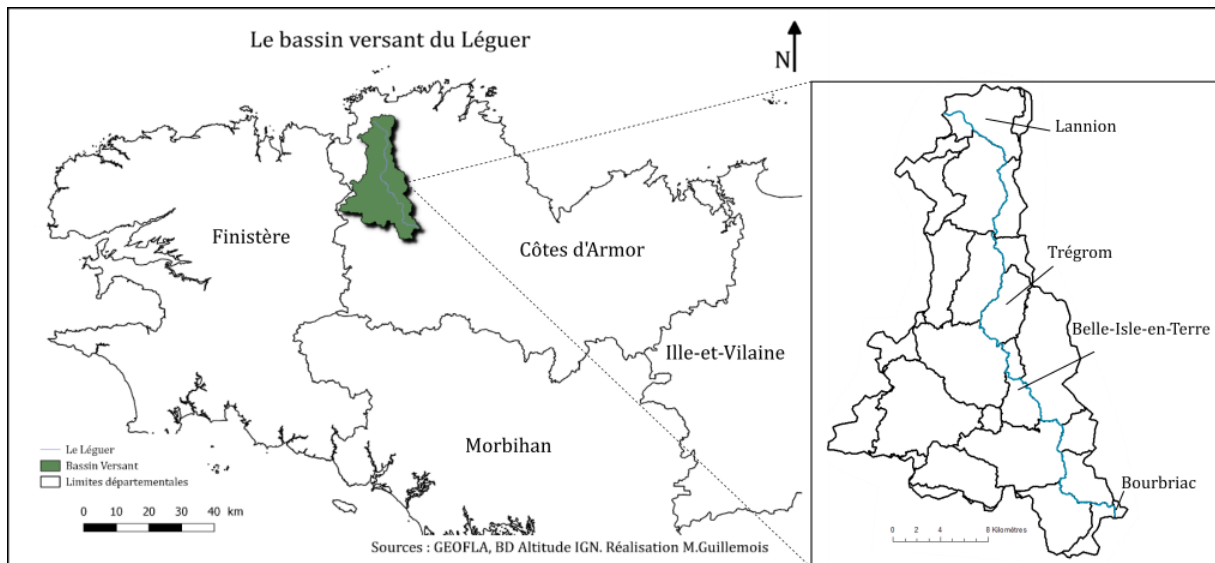


Figure 13 : Localisation du bassin versant du Léguer.

Le mémoire s'intéresse au bassin versant du Léguer situé dans le département des Côtes d'Armor, au nord du massif des Monts d'Arrée dans le plateau du Trégor.

Le climat de la région est tempéré d'influence océanique, il est caractérisé par des hivers doux et humides où les températures minimales n'excèdent pas -3°C , et d'une période sèche estivale.

L'influence maritime est importante dans le département amenant des vents chargés d'humidité.

Le bassin versant compte en tout 32 communes, même si en réalité seulement 23 ont une part importante de leur surface dans le bassin versant. Ainsi 40 526 habitants vivent dans le bassin versant du Léguer. La densité de population est plus importante à l'aval du Léguer, c'est là que l'on retrouve l'agglomération de Lannion [Eau et Rivière de Bretagne].

Le bassin versant s'étend sur une surface de 490 km^2 , et est divisé en deux zones climatiques. Vers l'estuaire la première zone se caractérise par une forte influence du climat océanique amenant un air plus doux que dans la seconde zone. Cette dernière, correspondant aux terres, est concernée par un climat continental océanique.

Au niveau des précipitations, contrairement aux allégations qui affirmeraient « qu'il pleut tout le temps en Bretagne », le département ne récence seulement que 141 jours de précipitations⁶ en moyenne chaque année.

⁶ Données issues de Météo France pour la station de Ploumanac'h



i. Géologie du bassin versant

La carte qui suit reprend la géologie du bassin versant du Léguer. On remarque que le bassin est constitué en grande partie par des roches granitiques, qui sont la particularité de la région. La partie Nord, qui correspond à la partie littorale est composée de roches limoneuses éoliens. Ces dernières correspondent à des roches sédimentaires formées par des dépôts de loess. Ces roches se retrouvent majoritairement à l'exutoire des bassins versants.

Outre ces deux formations géologiques majeures, le bassin versant comporte également des roches de schistes. Par sa texture en feuillet, cette roche ne laisse pas l'eau pénétrer dans le sous-sol, elle est quasi-imperméable. Deux types de schistes se distinguent dont le type ardoisier, que l'on retrouve dans l'architecture bretonne : maisons traditionnelles bretonnes et édifices religieux.

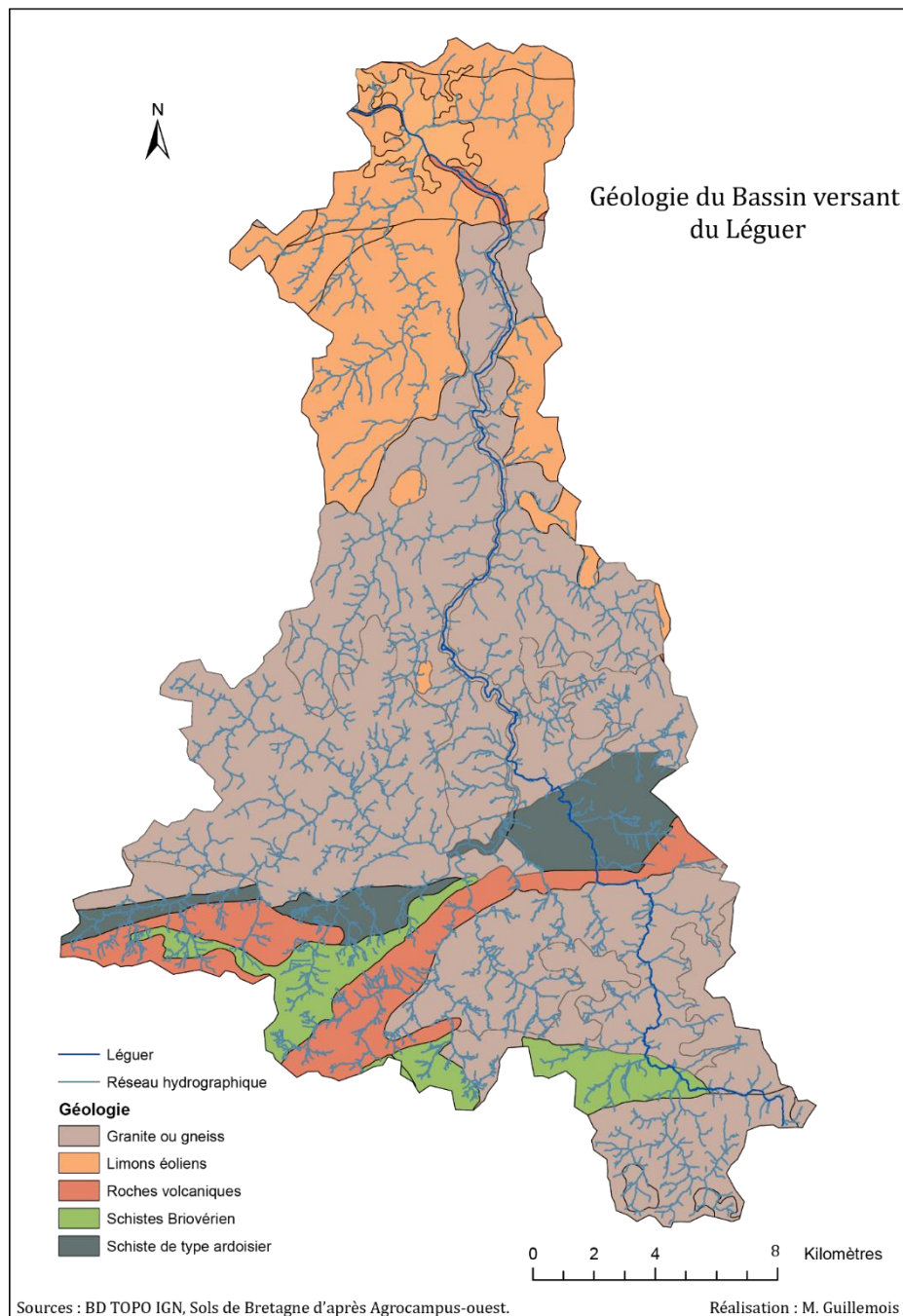


Figure 14 : Carte géologique simplifiée du bassin versant du Léguer.



La carte permet par ailleurs de constater la richesse du réseau hydrographique. Le bassin versant est ainsi constitué d'une grande densité de réseau hydrographique, le linéaire total des cours d'eau du bassin versant est estimé à 1000 km. Une densité importante de petits cours d'eau qui s'explique par la composition géologique du bassin versant : les granites et les schistes demeurent des roches peu perméables, où l'eau ne pouvant pas s'y infiltrer ruisselle sur le sol créant ainsi des écoulements de surface.

ii. Le Léguer

Le bassin versant tire son nom du Léguer, un petit fleuve côtier qui s'écoule dans une vallée lui conférant, en certains points une forme très marquée en V. À d'autres endroits, notamment au niveau de la commune de Belle-Isle-en-Terre, le Léguer prend la forme de méandres de fond de vallée. Au niveau de l'estuaire, le fleuve atteint une largeur de 8,6 km. De sa source jusqu'à son estuaire, le cours du Léguer atteint un linéaire total de 70 kilomètres.

La classification par Strahler met en évidence la richesse hydrographique du bassin versant. **Le réseau hydrographique** peut se définir comme étant un ensemble hiérarchisé et structuré par des chenaux qui assurent le drainage superficiel, permanent ou temporaire d'un bassin versant. L'ordination des cours d'eau décrit le développement du réseau de drainage d'un bassin de l'amont vers l'aval. Il existe plusieurs méthodes de classification, l'une des plus connues est celle de Strahler.

« Tout cours d'eau sans affluent est d'ordre 1, alors que tous les tronçons de rivières formés par la réunion de deux cours d'eau d'ordre x sont d'ordre $x + 1$. »
[Anctil, 2012].

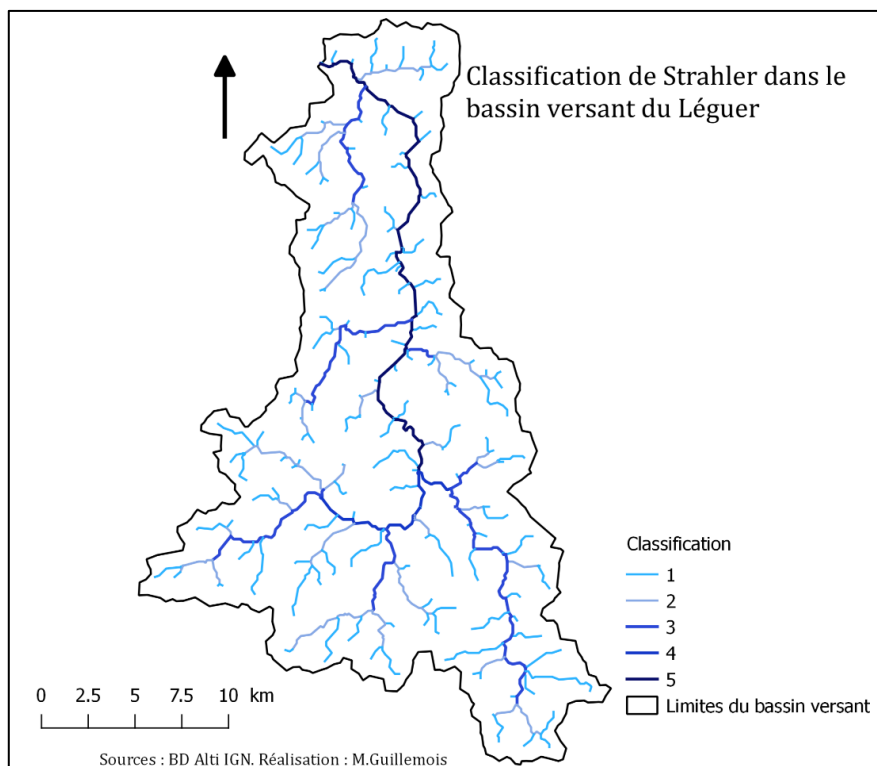


Figure 15 : Classification de Strahler dans le bassin versant du Léguer.



La carte ci-dessus (Figure 15) représente l'ordre de chaque cours d'eau du bassin versant du Léguer. On peut observer que la majorité des cours d'eau sont d'ordre de 1 ou de 2 surtout au sud du bassin, qui correspond à l'amont du Léguer. Plus on se rapproche de l'exutoire, plus les cours d'eau ont un ordre élevé. Aussi on distingue mieux le fleuve du Léguer, au centre de la carte. En effet deux cours d'eau d'ordre 4, le Guic et le Guer confluent pour former un cours d'eau d'ordre 5 : le Léguer.

Le bassin versant dispose de cinq stations de prélèvement permettant de contrôler l'eau du Léguer, plus spécifiquement ce réseau de station mesure les concentrations de produits phytosanitaires. Deux stations de jaugeage enregistrent les débits journaliers du Léguer, l'une se situe à Belle-Isle-en-Terre dans la partie centrale du fleuve et la seconde à Pluzunet située dans la partie aval (Figure 16).



Figure 16: Photographie d'une échelle limnimétrique, Belle-Isle-en-Terre, décembre 2019. Source : M.Guillemois.

Le tableau ci-dessous reprend les débits mesurés du Léguer durant l'année 2019 et enregistrés à la station de jaugeage à Belle-Isle-en-Terre.

Débits mensuels mesurés (m³/s) en 2019 pour la station de Belle-Isle-en-Terre.

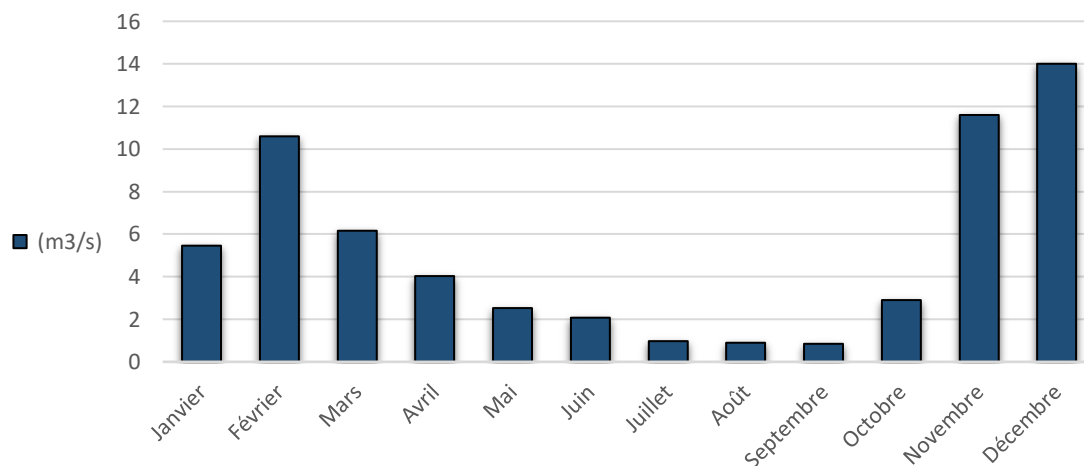


Figure 17 : Tableau des débits mensuels du Léguer en 2019. Sources : Hydro eau France.

On peut remarquer que les débits ne sont pas bien élevés, au maximum ils sont de 14 m³/s pour le mois de décembre. Les débits sont les plus bas en saison estivale, ce qui correspond au moment de l'année où les précipitations sont les plus faibles et les températures sont les plus élevées. Le cours d'eau rentre alors en période d'étiage, qui s'étend de juillet à septembre.



Le Léguer est une rivière aménagée depuis des siècles, la présence de nombreux moulins témoigne de la présence de l'homme.

« Le Léguer était un cours très riche en moulins : on compte encore aujourd'hui plus d'une centaine d'ouvrages encore existants, plus ou moins en bon état. Ils représentent une moyenne 0,9 moulin par kilomètre de cours d'eau. » [Le Léguer]

L'aménagement hydraulique, comme le paysage, évolue au fil des modernisations. Il permet d'avoir une lecture sur l'évolution des paysages de fond de vallée [Serna et al, 2004].

Historiquement la rivière du Léguer fit également l'objet d'étonnante coutume qui était infligé aux paysans jusqu'à la Révolution.

« Le saut dans la rivière, imposé aux jeunes mariés à Pont-Melvez le lundi de Pâques. Ce jour-là, après la grand'messe, tout le monde descendait vers le Léguer et se rendait au « lieu accoutumé » ; là, en présence du Commandeur (ou de son fermier général) et du tribunal de la juridiction, les jeunes mariées de l'année étaient priées de sauter trois fois dans la rivière. » [Bourgès, 1951].

La rivière est aussi décrite comme ayant des remèdes médicinaux, en effet près de la chapelle de Christ dans le bourg de Pont-Melvez, une fontaine délivre une eau limpide qui aurait la capacité de guérir les maux des yeux. Au-delà de l'aspect mystique et coutumier, la rivière du Léguer, comme bien d'autres rivières en Bretagne, fait partie intégrante de la vie des habitants. Elle leur fournit une force mécanique, de la nourriture, des rites, mais aussi des légendes.



b) Le sous-bassin du Guer amont, territoire d'étude

L'ensemble du bassin versant étant d'une grande superficie, il est plus opportun de travailler sur une zone restreinte afin d'y mener une étude détaillée et plus précise, que si elle avait été réalisée sur l'entièreté du bassin versant.

Pour définir une zone, il a fallu se concentrer à rechercher les communes proches du Léguer, si possible en tête de bassin versant, et qui disposent également des informations historiques nécessaires au travail de diachronie. Des données qui ont été trouvées en allant consulter les archives départementales des Côtes d'Armor à Saint-Brieuc (Cf partie Méthodologie).

En parallèle le contact établi avec Samuel Jouon et Ronan Tassel, étant respectivement coordonnateur du bassin versant du Léguer et gestionnaire bocage, a permis d'obtenir des conseils quant à l'intérêt de la zone d'étude.

Ainsi la zone d'étude qui a été retenue pour le mémoire est située dans le sud-est du bassin versant du Léguer : dans le sous-bassin versant du Guer amont. Ces contours, obtenus par le travail de digitalisation, sont visibles en rouge sur la carte ci-dessous. La zone mesure pratiquement 10km² et se concentre sur trois communes : Pont-Melvez, Maël-Pestivien et Bulat-Pestivien. Elle est parcourue en son centre par le Léguer.

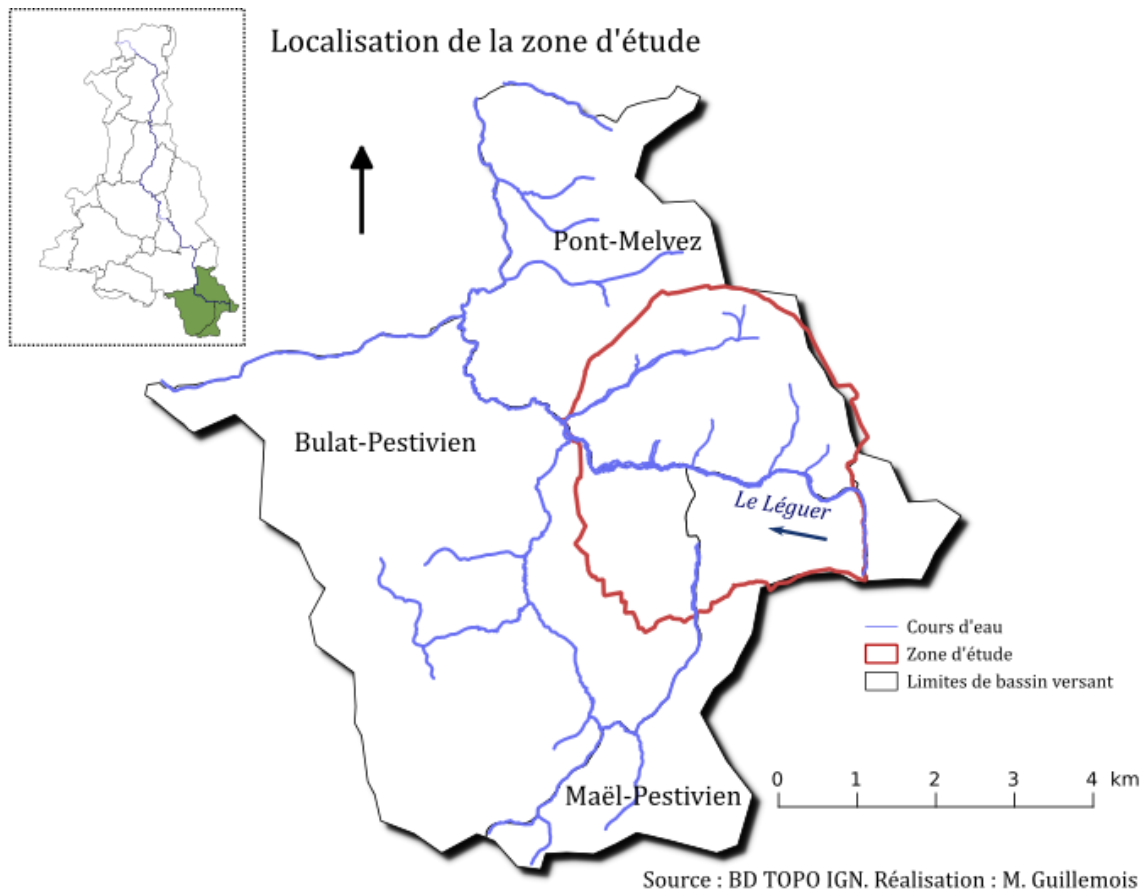


Figure 18 : Localisation de la zone d'étude.

Ces trois communes sont intéressantes pour notre étude, car l'une d'entre elle, Pont-Melvez, correspond au secteur du bassin versant ayant connu le plus fort remembrement dans les années 1970, ce qui a donc induit une forte perte de bocage.



Le secteur comprend également le tronçon du Léguer récemment labelliser « Site rivière sauvage ». Un label qui induit des enjeux importants au niveau de la gestion du cours d'eau, afin de maintenir le bon état de la masse d'eau et de l'ensemble du fonctionnement de l'hydrosystème.

1. Topographie

En ce qui concerne la topographie du site d'étude, on peut remarquer que les altitudes ne sont pas très élevées, en effet le point le plus haut culmine à 291m. La carte qui suit correspond à la carte des altitudes de la zone. On remarque que le relief peut être considéré comme étant vallonné. A certains endroits il est même marqué. De ce fait le dénivelé entre le point le plus haut et le point le plus bas s'établit à 82m.

Ainsi la partie sud comporte le plus de relief, elle correspond à une zone plutôt boisée. Dans la partie nord, on peut observer un relief plus « plat », c'est dans cette zone que l'on retrouve le plus de cultures et de zones d'habitations.

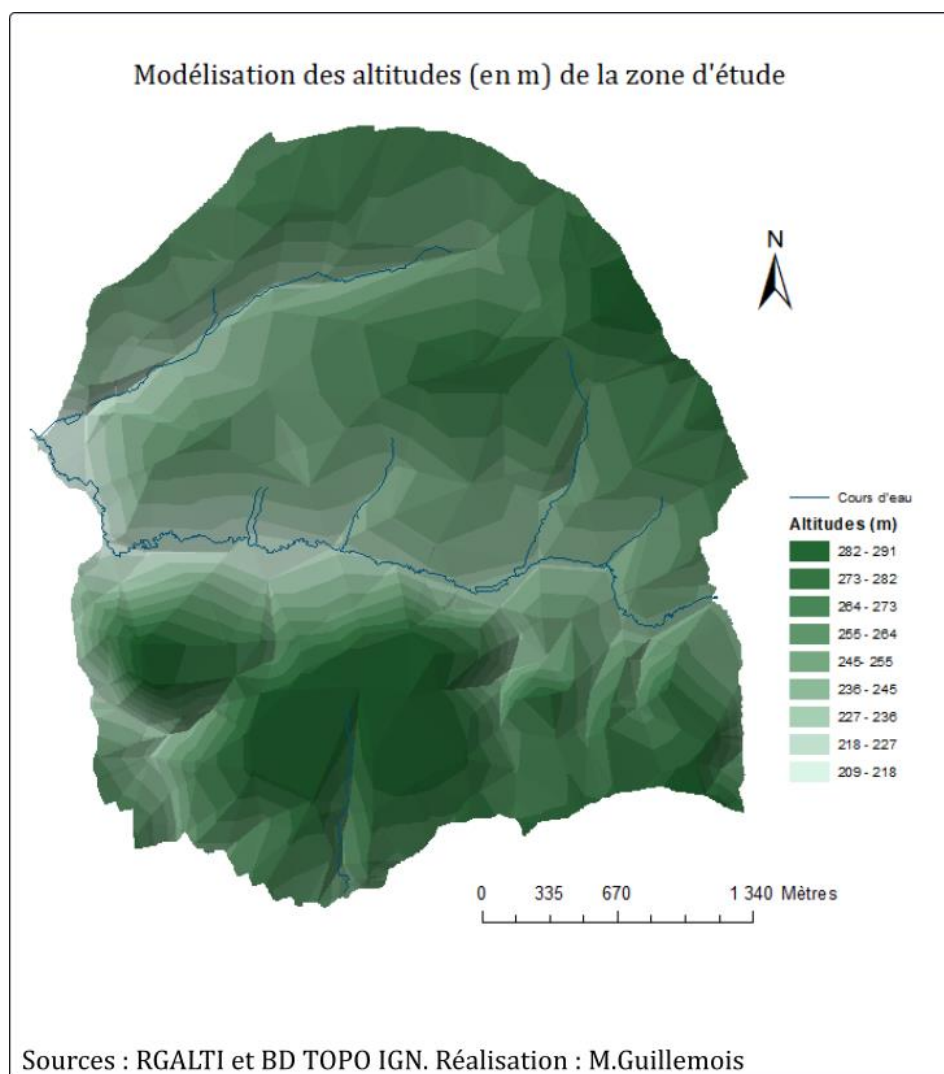


Figure 19 : Carte des altitudes dans la zone d'étude.

Depuis les points les plus hauts, le relief descend graduellement jusqu'au cours d'eau. Une graduation que l'on peut voir sur la seconde carte qui suit (Figure 21). Le territoire correspondant à la tête de bassin versant, il est normal que le relief y soit plus élevé qu'en fin de bassin versant.



Figure 20 : Vue sur la zone nord depuis la zone sud, séparée par le Léguer en fond de vallée. Source : M.Guillemois, mai 2020.

Le Léguer circule entre la partie nord et la partie sud, et semble s'inscrire dans le territoire donnant un net effet de rupture entre les deux parties. D'autres cours d'eau sont présent dans la zone et marquent le paysage sous forme de vallée en V, avant de rejoindre le Léguer.

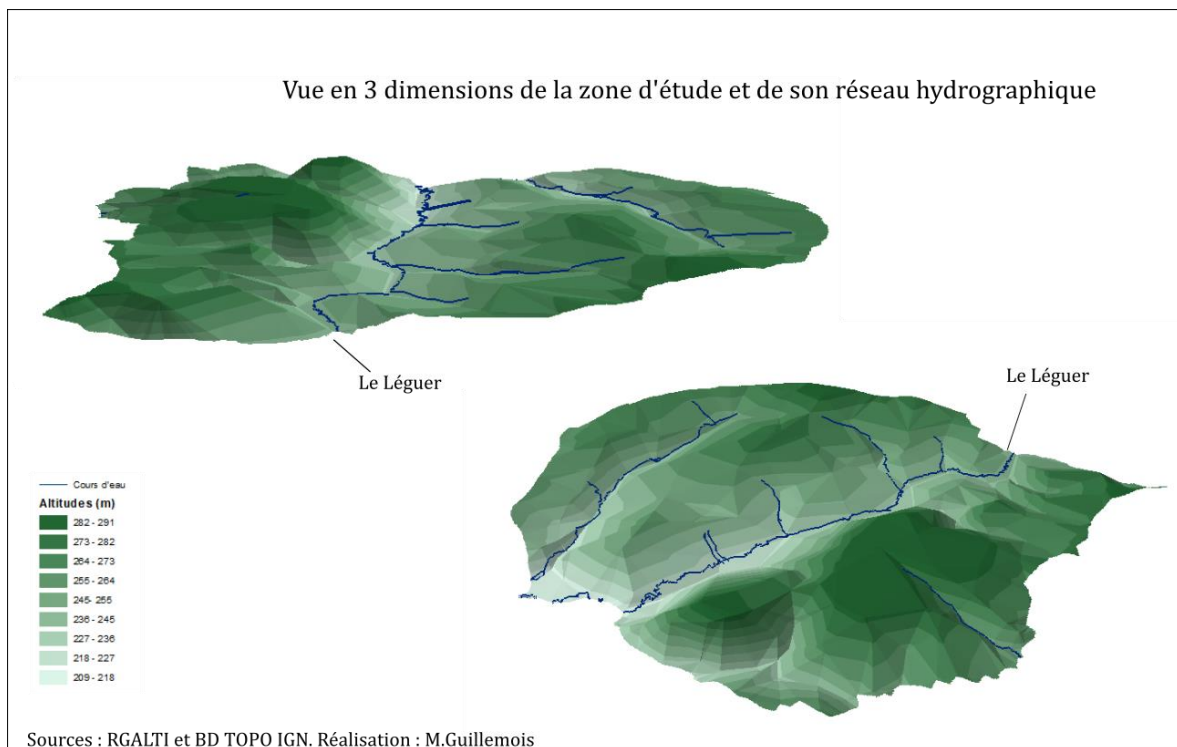


Figure 21 : Vue en trois dimensions de la zone d'étude



2. Hydrologie dans le sous-bassin du Guer amont



Figure 22 : Photographie du Léguer à Pont-Melvez. Source : M.Guillemois, juin 2020

Le territoire breton présente une richesse hydrographique comme nous avons pu l'évoquer dans la première partie de notre étude. Ce qui se confirme dans la zone, en effet elle fourmille de cours d'eau et de fossés rejoignant ou non le Léguer. La carte précédente (Figure 21), permet de localiser les différents cours d'eau et les principaux fossés que l'on peut observer dans la zone. Autant d'éléments dans lesquels peuvent s'immiscer les polluants et augmenter ainsi le risque de pollution de l'eau du Léguer.

Notre zone d'étude se trouve en tête de bassin versant, mais également elle est proche de la source du fleuve. C'est pourquoi le Léguer correspond ici davantage à un petit cours d'eau d'une largeur d'environ 1m60, comme nous pouvons le constater sur la photographie précédente. Dans la zone d'étude, le Léguer correspond à un cours d'eau à méandres libres de fond de vallée, l'eau est libre de migrer latéralement. C'est-à-dire qu'avec la pente, le Léguer gagne de l'énergie et obtient une certaine capacité d'érosion. Néanmoins, notre secteur est peu concerné par l'érosion engendré par le cours d'eau lui-même, car la pente est assez faible dans notre secteur.



L'apport des différents fossés et cours d'eau qui viennent rejoindre le Léguer, lui permet de gagner en largeur. Si bien que sur la même commune on peut voir son évolution, passant d'un petit cours d'eau encaissé entre deux parcelles à un cours d'eau de plus grande envergure (environ 3m de largeur). La photographie suivante, correspond au Léguer pris exactement à 3 kilomètres de la photographie précédente (Figure 22).

Figure 23 : Photographie du Léguer à Pont-Melvez. Source : M.Guillemois, juin 2020



3. Pédologie et occupation du sol

D'un point de vue pédologique la zone est composée par des sols moyennement profonds. La partie nord de la zone, c'est-à-dire, celle se trouvant au nord du Léguer, possède un sol « *peu profond des collines issues de granite* ». La partie sud, au sud du Léguer, a quant à elle, des sols « *moyennement profonds des buttes du massif de Quintin et sols acides forestiers issus de granite* ». [AgroCampus Ouest].

Pour l'ensemble de la zone, les sols correspondent à du brunisol (entre 70 et 60%).

« *Les brunisols sont des sols non calcaires, caractérisée par un horizon structural très bien développé et possédant une notable macroporosité fissurale et biologique.* » [Baize, 2016].

Ces sols bruns sont très répandus en Bretagne. Leur fertilité, repose sur la profondeur du sol, mais aussi sur la réserve en eau, et sa position topographique. Des sols à vocation agricole, ce que l'on observe dans la zone, essentiellement tournée vers l'agriculture. Une caractéristique qui renforce les enjeux liés à l'érosion des sols. L'eau, par le biais des précipitations et des ruissellements, correspond au principal agent d'érosion des sols agricoles. Comme nous l'avons vu dans la première partie, les sols agricoles labourés souvent à nu, sont bien souvent confrontés à de l'érosion : l'eau qui ruisselle entre les sillons de terre arrache sur son passage des particules du sol, qu'elle transporte jusqu'au cours d'eau. L'érosion hydrique augmente la sensibilité des sols agricoles.

La carte d'occupation du sol, présentée juste après, rend compte de l'importance de l'agriculture sur le territoire. Par conséquent l'activité agricole est largement représentée dans la zone d'étude : sur les 10 km² que constitue la zone, 5,3km² est concernée par des cultures.

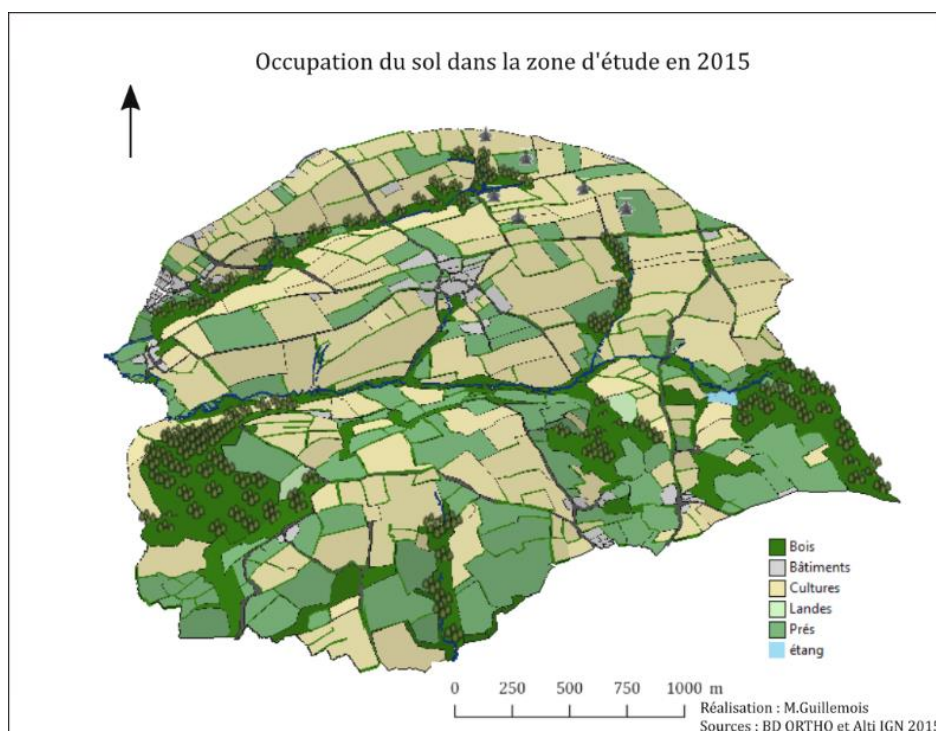


Figure 24 : Carte d'occupation du sol dans la zone d'étude.



Les cultures sont principalement céréalières, on retrouve du maïs, du blé, de l'avoine et de l'orge. Les prés et les bois sont également aussi présent sur le territoire, à l'instar des bâtiments. La zone est en effet peu peuplée, l'habitat y est dispersé, et réuni sous forme d'hameaux, par exemple au centre on retrouve le hameau du Gollot.

Un parc d'éoliennes a été implanté au niveau de la partie nord de la carte. Ce parc composé par 8 éoliennes contribue à produire de l'énergie pour 28 000 habitants, en 2017 les éoliennes ont fourni 13 281 MWh d'électricité⁷. Enfin on peut remarquer que les cours d'eau se retrouvent principalement dans les zones boisées.

Ainsi c'est à partir de cette zone d'étude que nous allons retracer la trajectoire historique du paysage bocager breton. Etant en tête de bassin versant, la zone est particulièrement intéressante pour y étudier les connectivités hydrologiques. Son caractère agricole permet également d'avoir des enjeux plus importants concernant les pollutions et l'érosion du sol.

⁷ Source : commune de Pont-Melvez.



C. Méthodologie du mémoire

Les 4 étapes de la méthodologie

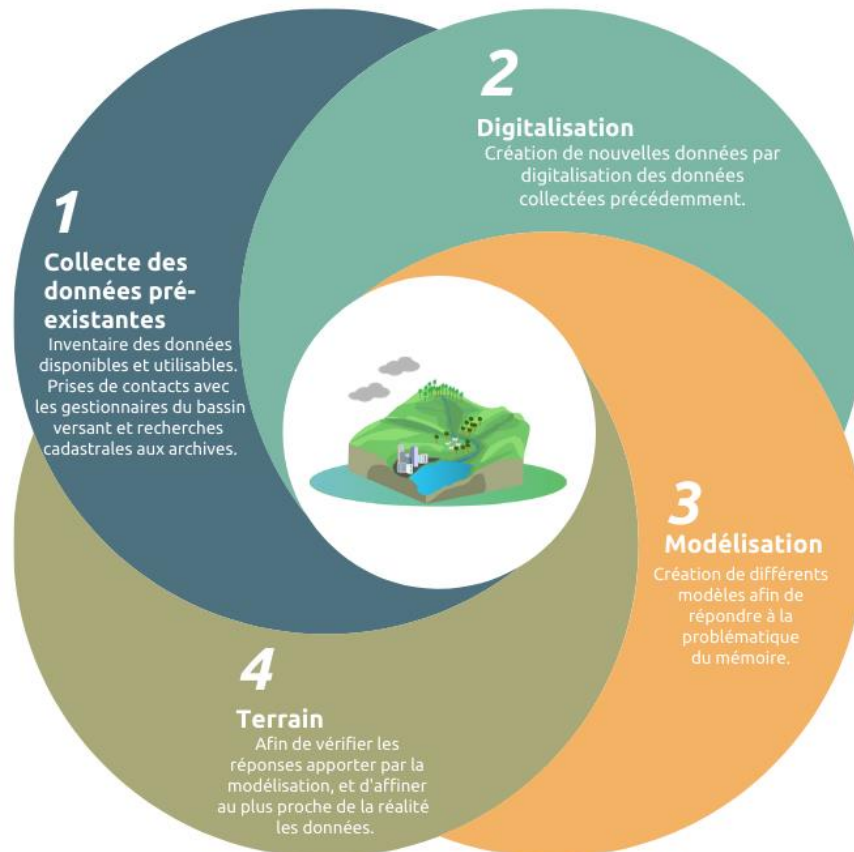


Figure 25 : Diagramme de la méthodologie. Source : M.Guillemois.

a) Collecte des données préexistantes

Afin de répondre aux questions soulevées par la problématique, il est nécessaire d'avoir une vision plus large, un regard historique. En effet les mutations paysagères ne sont pas des phénomènes récents, mais ils s'inscrivent dans un rouage plus ancien : depuis que l'Homme façonne la terre et l'aménage, le paysage se **transforme**.

L'apport des données historiques se fait par un travail de diachronie : cela consiste à s'intéresser à la mise en place d'un phénomène et à ses évolutions dans le temps. Ici nous allons étudier la mise en place d'un paysage pour une époque donnée et à son évolution au cours du temps. Ainsi, l'étude diachronique a pour objectif d'étudier une seule et même zone sur différentes périodes. Par conséquent, il sera possible de retracer l'évolution du paysage agricole dans le temps, mais aussi l'évolution des connectivités hydrologiques sur le territoire.

La première étape de mon travail méthodologique a été de cerner les 4 dates clés du territoire, c'est-à-dire les périodes où le territoire a connu des changements majeurs, surtout au niveau de son paysage. Ces dates sont importantes car c'est sur celles-ci que l'on va s'appuyer pour acquérir les différents documents historiques. Aussi, avant de trouver l'ensemble des documents nécessaires il faut bien évidemment cerner une zone d'étude. Le choix de la zone du sous-bassin du Guer amont s'est fait de façon empirique, c'est-à-dire que la zone s'est trouvée au fur et à



mesure de l'avancée des recherches de document. Cependant le village de Pont-Melvez a été au cœur des recherches historiques, un choix qui repose tout simplement sur le fait que la commune a été l'une des seules à répondre à mes interrogations.

Afin d'avoir cette vision historique le mémoire va donc porter sur quatre périodes : **1830** qui correspond à la période d'expansion du bocage ; **1952**, période à laquelle on voit apparaître de nouvelles méthodes agricoles ; **1978** qui correspond à la pleine période du remembrement et **2018-2020** qui correspond à la période actuelle. A ces mêmes dates apparaissent différents documents, sur lesquels nous allons pouvoir nous appuyer pour reproduire le territoire tel qu'il était sur ces différentes périodes.

Au début du XIX^{ème} siècle apparaît le cadastre napoléonien, le premier document cartographique permettant de recenser les parcelles de chaque commune Française. Il correspond à un cadastre parcellaire unique et centralisé pour l'ensemble du territoire français. Il fut institué par la loi du 15 septembre 1807 sous le règne de Napoléon 1er, afin de permettre d'imposer de manière équitable les citoyens, ce sont donc des documents fiscaux. Dans les Côtes-d'Armor les plans cadastraux sont datés entre 1830 et 1839. Ces derniers divisent une commune en différentes sections correspondant à des lieux-dits. Par exemple la commune de Pont-Melvez est divisée en 5 sections, elles-mêmes divisées en plusieurs feuilles (au total 20 feuilles quadrillent la commune).

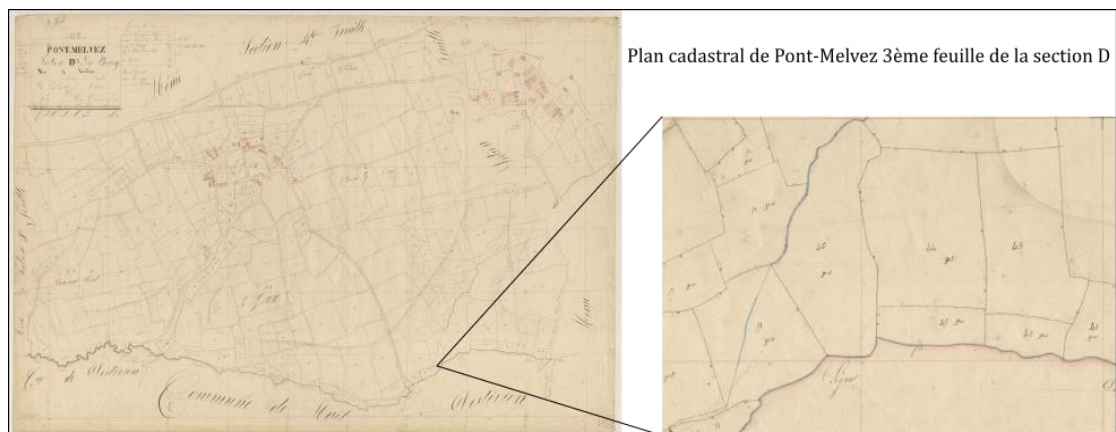


Figure 26 : Documents cadastraux de Pont-Melvez. Source : M.Guillemois.

Chaque parcelle de la commune est représentée et est reconnue par un propriétaire. Les parcelles correspondent à une portion de terrain de taille variable, composée d'une **même culture** et d'un **seul tenant**. Chacune est numérotée afin de pouvoir se rapporter à l'état de section, document recensant l'ensemble des contenants des parcelles d'une commune.

Les cours d'eau, les chemins et les haies sont également représentés sur le cadastre, l'un symbolisé par un trait bleu et le dernier par un figuré en forme de croix.

En 1930, une loi ordonne la mise à jour du plan cadastral napoléonien, afin de pallier à son défaut majeur : l'immuabilité du plan. Seulement, l'état de section, document indiquant les contenants de chaque parcelle lui n'a jamais été mise à jour, de ce fait, ce cadastre révisé ne peut pas être étudié



pour le mémoire. Aussi toutes les communes n'ont pas été mises à jour de la même manière. Certaines ont eu un renouvellement de plan sans délimitation des propriétés, d'autres n'ont pas eu de nouveau plan, et enfin d'autres ont eu une réfection de leur plan.

De ce fait le cadastre va uniquement servir pour étudier la période de 1830. Les deux autres dates, de 1950 et de 1978 vont être étudiées grâce aux nouvelles méthodes d'acquisition de données par l'imagerie de photos aériennes.

A cette même période s'achève la première couverture photographique aérienne du territoire, grâce à l'acquisition d'avions B17 américains.

Ainsi, nous pourrons étudier le territoire en **1952** grâce aux premières photographies aériennes.



Figure 27 : Image aérienne du bourg de Bulat-Pestivien à l'échelle 1/10 000, 1950. Source : IGN

Dans les Côtes d'Armor, le remembrement sera réellement effectif qu'à partir des années 70. De ce fait la troisième date étudiée de 1978 permettra de voir les conséquences directes et effectives du remembrement dans la zone d'étude grâce notamment aux images aériennes de la même époque.

Depuis les années 80, le remembrement est contrôlé et limité, ainsi il s'essouffle laissant place à des programmes visant à replanter des haies et des talus...

La dernière période, celle-ci actuelle, sera étudiée grâce aux images satellites, aux différentes BD Ortho, Topo, Alti issue de l'IGN, de plus le registre parcellaires graphiques de 2018 permettra d'avoir des informations précises sur les cultures agricoles. Sans oublier le travail de terrain permettant d'avoir des données plus précises.

D'autres données ont été obtenues grâce à la prise de contact avec les gestionnaires du bassin versant du Léguer. Ainsi dans l'objectif de dresser un diagnostic du Guer, l'équipe du bassin versant a créé une carte recensant l'ensemble des écoulements préférentiels des fossés, mais uniquement pour la commune de Pont-Melvez. Des données qui vont nous être utiles pour obtenir plus de fossés mais seulement pour une partie de notre zone.

D'un point de vue méthodologique il convient de géoréférencer la carte issue du comité dans Arcgis afin de pouvoir y digitaliser par-dessus les fossés. Ces dernières données viennent finalement en complément de la première méthode d'identification des fossés par Google Earth. Elle permet également d'avoir le sens d'écoulement de l'eau dans les fossés.



Ce regard historique a pour objectif d'aboutir à une meilleure compréhension des différents enjeux qui s'observent dans la zone d'étude depuis le XIX^{ème} siècle. Seulement 4 périodes vont être étudiées (1830, 1950, 1978, 2018), un choix qui a été effectué en fonction de la disponibilité et de la qualité des documents trouvés. En effet les documents anciens de 1830 sont des documents particulièrement difficiles à obtenir, car leur présence aux archives dépend de différents facteurs. Néanmoins pour notre zone d'étude, les cadastres étaient datés à peu près des mêmes années : entre 1830 et 1839.

b) La méthode de digitalisation

La digitalisation représente une grande part de travail dans le mémoire. En effet les dates énoncées précédemment vont être étudiées à partir d'images, ou encore de cadastre. La digitalisation constitue donc une étape incontournable car elle permet de récupérer ces données présentes dans ces diverses ressources, afin de pouvoir les retravailler et les analyser.

Les 4 dates vont par conséquent aboutir à 4 cartes obtenues par digitalisation des différentes données. La digitalisation va permettre d'extraire différentes données comme les parcelles, les chemins, les routes, les fossés, les cours d'eau, les linéaires de haies... autant de données nécessaires pour répondre à la problématique posée.

Localisation de la zone de digitalisation

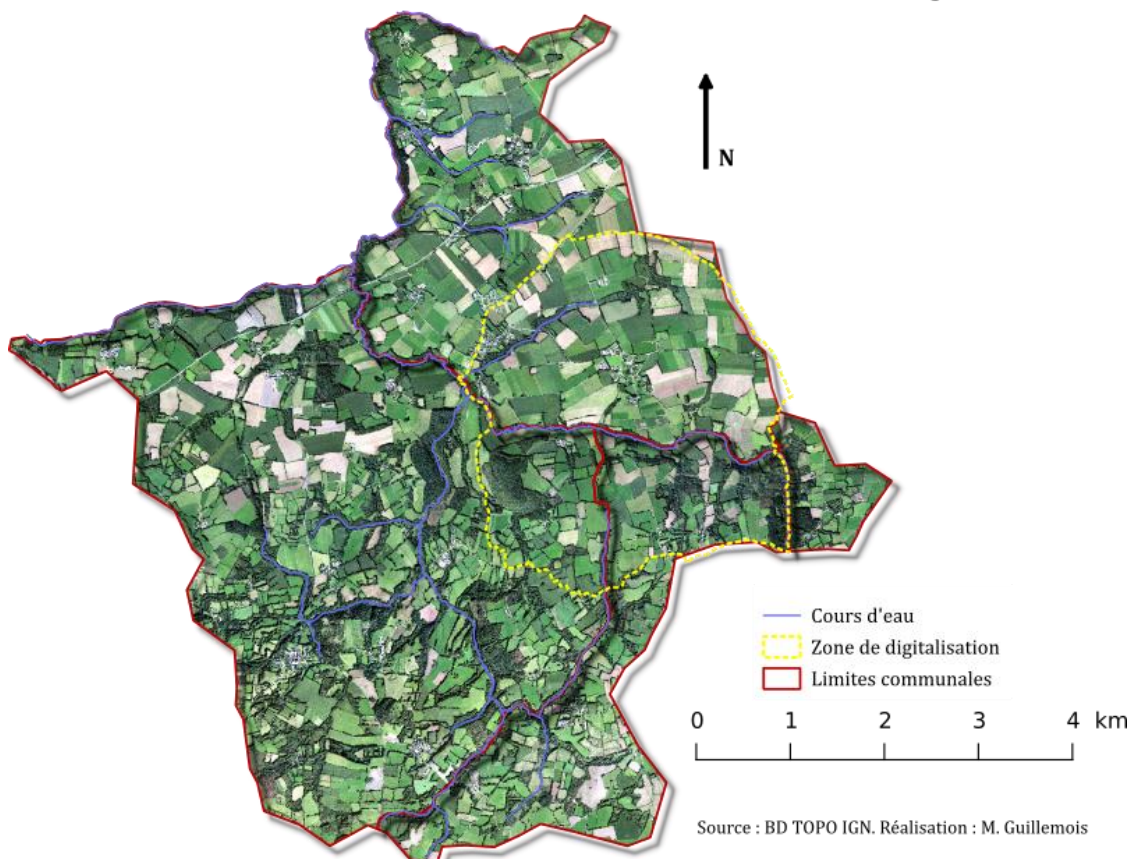


Figure 28 : Localisation de la zone d'étude



La digitalisation va s'effectuer sur une zone précise, comme on peut le voir sur la figure 28. La zone symbolisée par un figuré de trait pointillé jaune englobe les trois communes de Pont-Melvez, Bulat-Pestivien et Maël-Pestivien, parcourue en son centre par le Léguer.

Pour **1830**, le travail de digitalisation se fait à partir des feuilles cadastrales des trois communes. Le but étant d'obtenir une carte recensant les parcelles agricoles, leur contenant ainsi que la présence des haies, des cours d'eau et des chemins.

La méthode consiste tout d'abord à récolter les feuilles cadastrales sur le site des archives départementales des Côtes d'Armor. Les données mises en ligne sont facilement récupérables après avoir préalablement créer un compte.

Bien évidemment il ne faut pas télécharger toutes les feuilles cadastrales de la commune mais seulement celles comprises dans la zone. Chaque commune est dotée d'un tableau d'assemblage qui permet de visualiser le nom et l'emplacement des feuilles qui s'inscrivent dans la zone étudiée.

Après avoir téléchargé les différentes feuilles, il faut les géoréférencer dans le logiciel ArcMap à l'aide de la BD ortho de 2015 téléchargeable également sur le site de l'IGN. Le but étant d'attribuer à chaque feuille son emplacement spatial réel pour pouvoir ainsi comparer avec les images aériennes actuelles. Quand le géoréférencement est bien exécuté, le cadastre se superpose aux images aériennes actuelles.

Les parcelles sont ensuite digitalisées sous forme de polygone, une à une, grâce à l'outil d'édition du logiciel.

En même temps que la digitalisation s'effectue il faut remplir la table attributaire des parcelles en indiquant pour chacune, son identifiant, tel qu'il est indiqué sur la feuille cadastrale. Une fois que l'ensemble des parcelles est digitalisé, il faut poursuivre avec les chemins et les cours d'eau.

La difficulté ici réside dans le fait que dans chaque feuille cadastrale plusieurs parcelles portent le même numéro. En effet, les parcelles sont numérotées par lieux-dits, ainsi sur une feuille cadastrale, plusieurs lieux-dits peuvent être représentés, on se retrouve alors avec des parcelles aux numéros identiques.

Il faut donc créer un code permettant de retrouver plus aisément quel contenant appartient à quelles parcelles de quel lieu-dit. Par exemple, les parcelles du lieu-dit numéro 4 porte leur numéro suivi du suffixe 04 (ex : pour la parcelle n°1 cela donne 104, la parcelle n°10 donne 1004). Dans un second temps sur un fichier Excel, un tableau reprenant les identifiants des parcelles, tels qu'ils ont été écrits pendant la digitalisation, et leur contenant doit être réalisé. La liste des contenants de chaque parcelle se trouve dans l'état de section, un document créé en même temps que les feuilles cadastrales. Cependant ce dernier n'est pas accessible en ligne, mais **consultable** uniquement aux archives départementales des Côtes d'Armor, à Saint-Brieuc. L'ensemble de ces informations repris dans un tableau Excel, permet de réaliser une jointure attributaire, aboutissant à une carte des parcelles et de leur contenant.

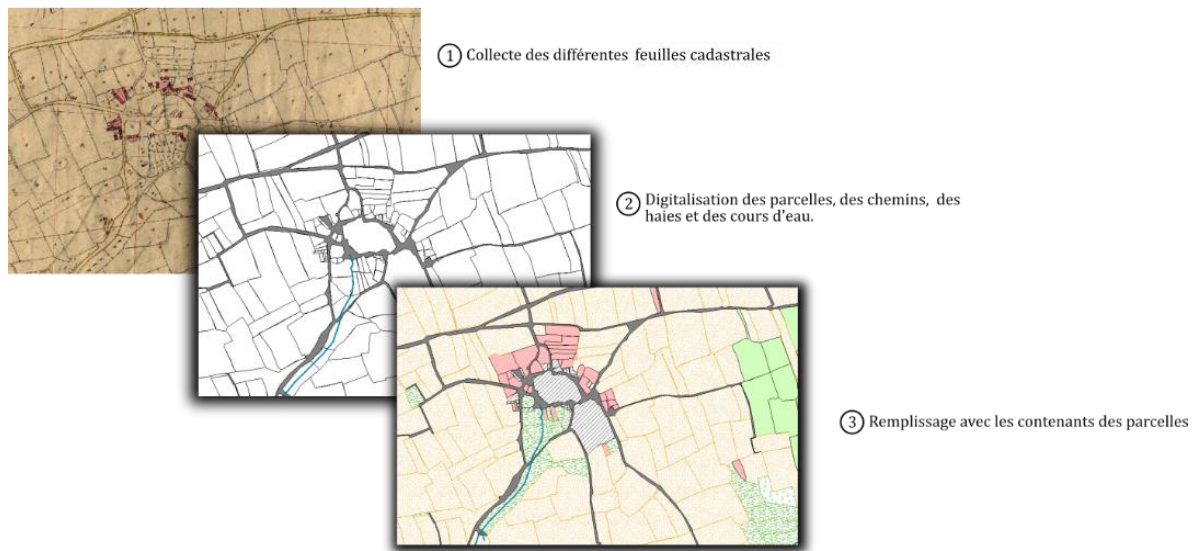
**Synthèse de la méthode de digitalisation**

Figure 29 : Synthèse de la méthode de digitalisation pour 1830. Source : M.Guillemois

La digitalisation pour les parcelles de **1952** et celles de **1978** se fait à partir des images aériennes pour chacune des périodes disponibles sur le site de l'IGN « Remonter le temps ». De nouveau, il faut géoréférencer ces nouvelles images sur ArcMap, une fois leur emplacement obtenu il suffit de superposer les parcelles agricoles déjà digitaliser de 1830 afin d'y réaliser des modifications. Pour 1952, il ne faut pas travailler avec les parcelles « brutes » de 1830, mais avec une copie pour ne pas modifier tout le travail réalisé pour 1830. Généralement entre ces deux périodes les parcelles agricoles se sont agrandies, mais elles peuvent aussi avoir été divisées. L'outil éditeur sur le logiciel permet de combiner ou de découper plusieurs entités, un outil donc efficace pour notre digitalisation. Les cours d'eau n'ont pas changé, a contrario les haies sont à refaire, ainsi que les chemins.

En ce qui concerne la désignation des contenants, la méthode est plus compliquée et se fait grâce à la représentation photographiques des parcelles et de leur texture. Par exemple une texture rugueuse va plus s'apparenter à des prairies, alors qu'un champ labouré aura plus un aspect peigné sur la photographie. Il peut aussi être utile pour s'aider de changer les couleurs de l'image, certains détails pouvant alors être plus facilement repérables que sur l'image brute en noir et blanc.

Cependant, la reconnaissance des types de cultures ne va pas être possible, car la qualité de l'image aérienne, ne permet pas de différencier ces dernières. Nous allons uniquement nous en tenir à différencier les prés des cultures.

La digitalisation est encore plus aisée pour 1978, car la plupart des parcelles se sont combinées ensemble, et les photographies sont de meilleures qualités.

Enfin la digitalisation pour **la période actuelle**, se fait à partir de la BD ortho de 2015. Comme précédemment, il s'agit de superposer les parcelles agricoles de 1978 et d'y effectuer les modifications nécessaires. A l'instar des dates antérieures, nous pouvons cette fois-ci différencier les cultures. Il suffit pour cela de s'aider du registre parcellaire graphique de 2018 (RPG), disponible sur le site de géoportail. Ensuite il faut remplir une à une les parcelles et simplifier quand cela est nécessaire les cultures pour n'avoir que les « grandes familles ».



c) De la modélisation au terrain

1. La modélisation avec l'outil LASCAR

i. LASCAR

La modélisation constitue le dernier axe du travail sous SIG. Elle se fait par conséquent, après avoir obtenu toutes les données historiques et actuelles, c'est donc en toute fin que l'on peut la réaliser. Cette nouvelle approche s'effectue par le **modèle multi-agents LASCAR** (Landscape Structure And Runoff), permettant de modéliser les interactions entre les objets du paysage, le ruissellement et les transferts hydro-sédimentaires effectifs au sein d'un hydrosystème. Le modèle permet en outre d'observer les différentes connectivités hydrologiques au sein d'une zone déterminée.

« Le modèle multi-agents LASCAR (Landscape Structure And Runoff), développé spécifiquement pour comprendre les relations les paysages et les processus hydrologiques en vue d'extraire des indices d'analyses spatiales pertinents pour une gestion raisonnée des espaces agricoles. » [Reulier, Delahaye, 2019].

Le modèle LASCAR s'utilise sur la plateforme NetLogo. Les données peuvent être modélisées seulement après avoir été préalablement préparées : la mise sous format raster ainsi que d'autres transformations sont nécessaires pour les rentrer dans le modèle. Les données avec lesquelles la modélisation va s'effectuer sont issues du travail de digitalisation effectué en amont : des parcelles aux haies en passant par les cours d'eau, les fossés et les chemins.

Comme nous l'avons dit précédemment, le modèle consiste à modéliser les dynamiques des écoulements de surface. On va donc appliquer au modèle une épisode de précipitation afin de voir comment chaque goutte d'eau appelé « agentgouttes » réagit et circule sur le terrain modélisé. La figure suivante reprend le fonctionnement de l'outil LASCAR et plus particulièrement celui des agentgouttes [Reulier et al, 2017].

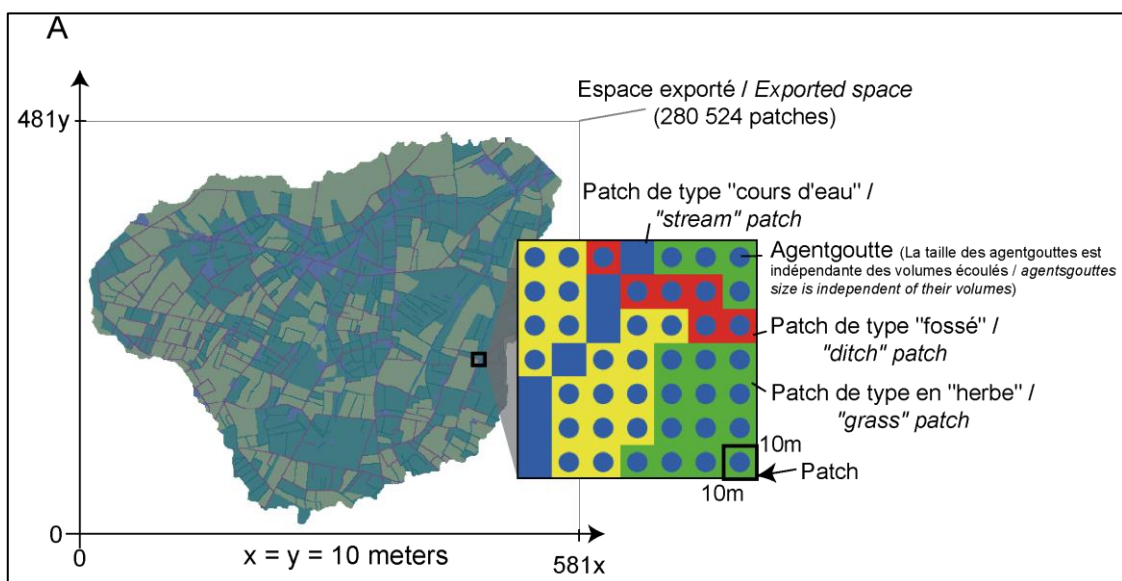


Figure 30 : Fonctionnement du modèle et des agents gouttes. Source : Reulier et al, 2017.



Les agentgouttes circule sur le territoire en fonction de la pente. Néanmoins certains patches comme les haies et les fossés, vont contraindre les agentgouttes à changer de direction et donc à changer leur dynamique d'écoulement. En prenant en compte un certain nombre d'objets du paysage, le modèle LASCAR permet d'avoir une bonne représentativité des dynamiques d'écoulement spatiales qui s'exercent au sein du territoire.

ii. Post-traitement des données issues de LASCAR

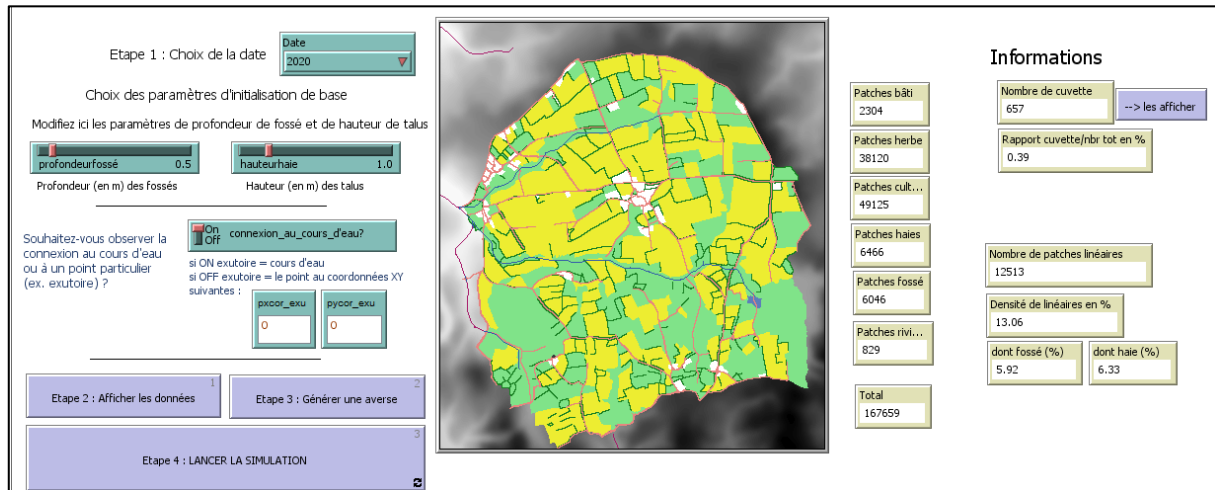


Figure 31 : Interface du modèle LASCAR. Source : M.Guillemois

La figure précédente correspond à l'interface du modèle, on peut voir notre zone d'étude qui apparaît au centre de l'interface. Divers paramètres peuvent être réglés sur le modèle, ainsi l'on peut par exemple faire varier la profondeur des fossés et la hauteur des haies, ajouter un seuil... Une fois la simulation terminée les données s'exportent au format ASCII et sont exploitables sous ArcGis. Il convient alors de les traiter afin de pouvoir réaliser des cartes permettant d'analyser le territoire.

Les fichiers issus de la modélisation au format ASCII, se travaillent comme des fichiers raster. Pour pratiquement l'ensemble des fichiers fournis par le modèle, la transformation sous format point est nécessaire pour pouvoir analyser les résultats. Sous ArcMap il est possible de transformer un fichier raster en point en excluant toutes les valeurs nulles. Seulement, en fonction de certaines mises à jour ou de certains paramétrages, cet outil peut ne pas être disponible. Il convient alors de transformer le fichier raster en point et de sélectionner dans la table d'attribut l'ensemble des valeurs égales à 0 afin de les supprimer. Un traitement qui est lourd et fastidieux pour le logiciel mais qui se fait très rapidement sous QGIS, on peut alors utiliser ce dernier uniquement pour enlever les valeurs nulles des fichiers points. La modélisation fournit différents indices, dont les plus utiles pour notre sujet permettent d'obtenir :

- Les principaux points d'entrées dans les fossés.
- Les chemins d'écoulement : permet de montrer les différentes trajectoires des écoulements dans la zone étudiée.
- Les haies bloquantes : les haies qui bloquent ou détournent les écoulements de surface.
- Les haies franchies : les haies qui sont franchies par les écoulements d'eau.
- La connectivité hydrologique de chaque parcelle : permet d'avoir le pourcentage de surface, hydrologiquement connectée, de chaque parcelle.



2. *La nécessité du terrain*

Grâce au modèle, les parcelles connectées au cours d'eau seront indentifiables ainsi que celles qui ne le sont pas. Les haies permettant de bloquer les écoulements de surface seront également mise en évidence. Ces résultats pourront aider les gestionnaires du bassin versant quant à l'implantation de nouvelles haies ou quant à leur protection.

Après la SIG et la modélisation, le travail de terrain est une troisième approche importante dans le cadre du mémoire.

Il va avant tout servir à valider les hypothèses fournies par le modèle, et de réaliser un inventaire de l'ensemble des objets du paysage : fossés et les haies. Un inventaire qui permettra également de mettre à jour les données déjà existantes faites par le comité « Vallée du Légier ». En effet les données, notamment au niveau de l'inventaire des haies, dates de 2004 et ne sont plus représentatives de la réalité. Le terrain consiste à récupérer l'ensemble des réseaux de fossés et de haies présent dans la zone. Ces derniers sont difficilement repérables sur les photographies aériennes, le terrain est alors conseillé afin de vérifier leur présence.

i. Méthodologie par Google Earth

Cependant suite à la situation actuelle induite par le confinement lié à la crise du Covid-19, le terrain n'est pas forcément possible, il convient alors de trouver une seconde méthode afin de récupérer les données des fossés dont nous avons besoin surtout pour le travail de modélisation.

Ainsi une première localisation des fossés peut être réalisée à partir de l'application bien connu Google Earth. On peut alors circuler grâce à l'outil « Street View » dans la zone et ainsi relever les fossés bordant les routes. Bien évidemment les images seules ne peuvent suffire pour valider la présence des fossés, mais elles peuvent permettre d'avancer au mieux le travail.

Malgré tout nous pouvons relever une partie des fossés à partir de Google Earth, afin de les reproduire sur la carte de digitalisation actuelle. Les routes sont bordées pour la plupart par des fossés, ce qui est directement visible sur les images en Street View.

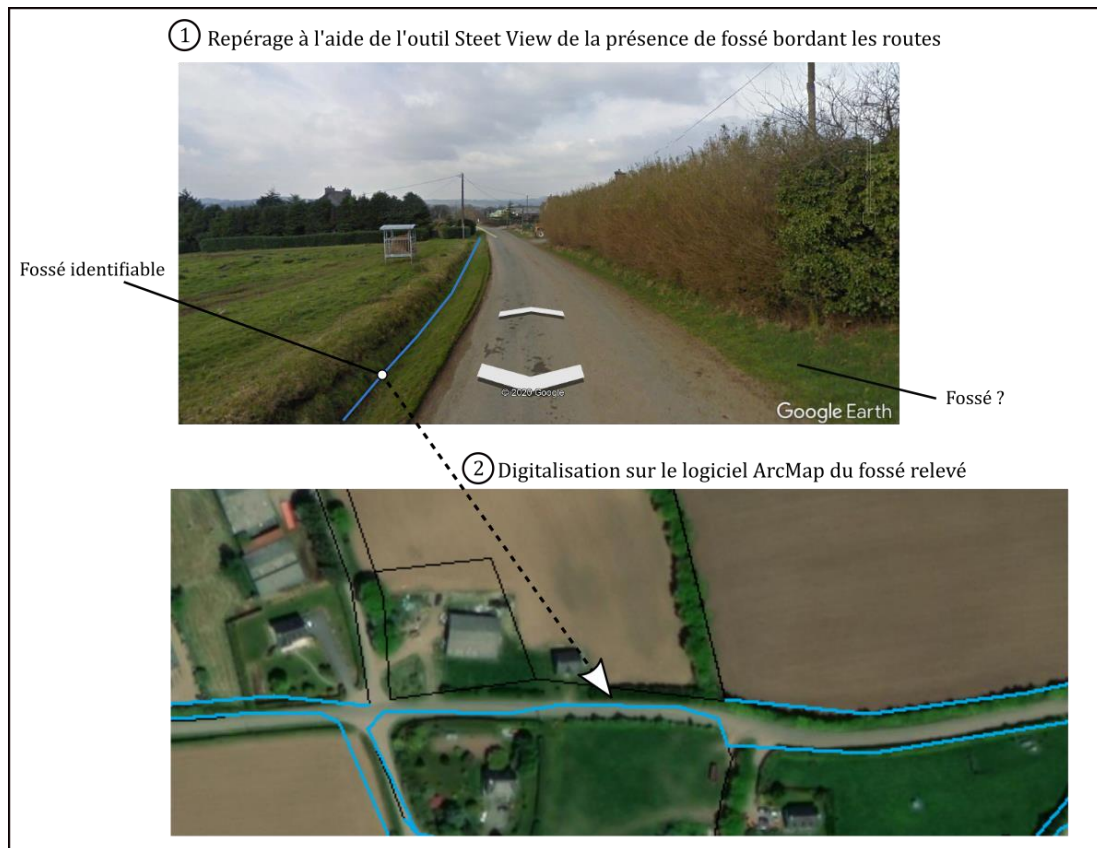


Figure 32 : Méthode par Street View. Source : M.Guillemois.

Le tableau ci-dessous compare la méthode du terrain et celle de « la méthode d'identification des fossés par Google Earth ».

Comparaison du terrain et de la méthode par Google Earth

	Terrain	Google Earth
Une méthode rapide	✗	✓
Permet de récupérer les fossés des routes.	✓	✓
Permet de récupérer les fossés des champs.	✓	✗
Permet de récupérer l'ensemble des données.	✓	✗
Fiabilité	✓	✓

Figure 33 : Méthode par Google Earth et méthode du terrain Source : M.Guillemois



La méthode par Google Earth est un bon moyen d'avancer le travail de terrain quand celui-là n'est pas possible. Même s'il ne se substitue pas au terrain, il permet de relever un ensemble de données nécessaire pour avancer le mémoire.

ii. La préparation du travail de terrain

Suite à la situation exceptionnelle que nous avons rencontrée, je n'ai pu réaliser que deux journées de terrain, l'une par temps ensoleillé et la seconde après un épisode de précipitation. L'objectif du terrain est de confronter les résultats du modèle avec ce que l'on observe dans la réalité. Le second objectif est de récupérer les fossés de la zone sud, qui n'ont pas pu être localisés avec la méthode par Google Earth.

Afin d'optimiser au mieux le terrain, certaines zones ont été préalablement choisies afin d'y vérifier les chemins d'écoulement, l'état des haies (bloquantes ou franchies), ainsi que de relever les possibles dépôts de sédiments en bas de parcelles. Un dernier élément plus difficile à percevoir car le terrain a été réalisé fin mai et mi-juin, une période où la végétation est plutôt abondante. Pour mieux voir l'érosion ou les dépôts de sédiments, il aurait fallu faire le terrain en janvier, quand le temps est plus propice à la pluie.

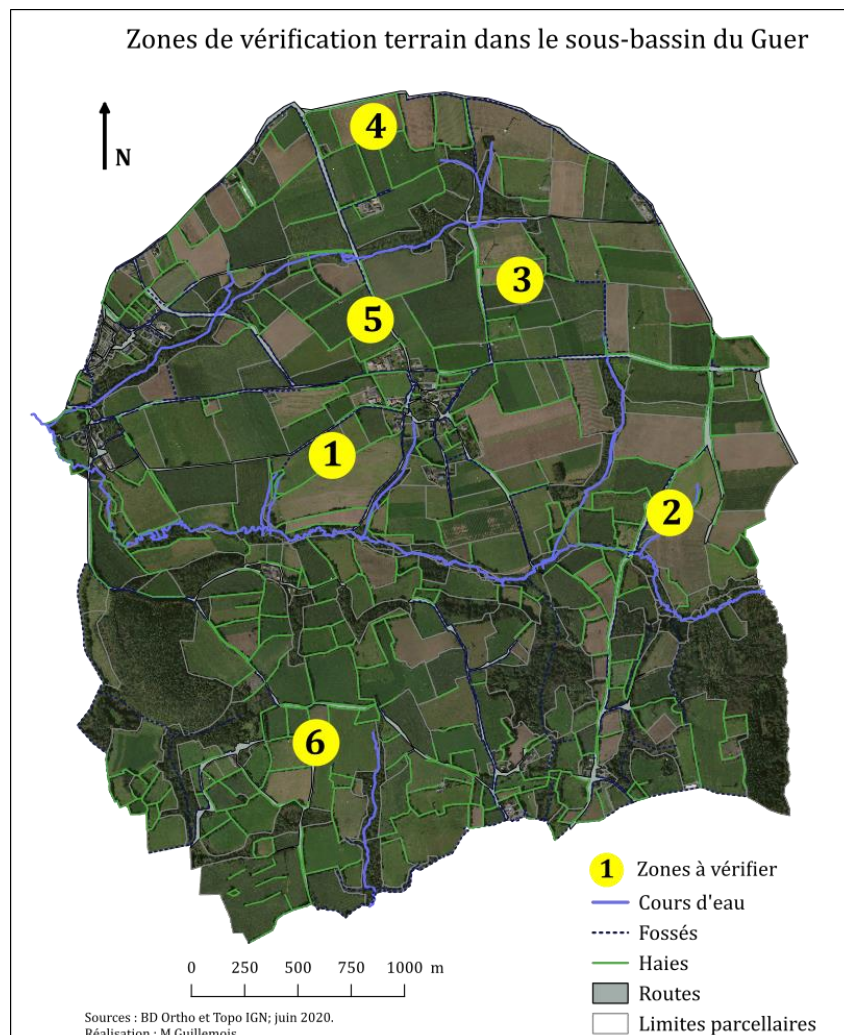


Figure 34 : Zones de vérification de la modélisation sur le terrain.



Le territoire est divisé en 6 zones réparties de façon homogène comme nous pouvons le voir sur la carte précédente (Figure 34).

Les deux premières zones, numérotées 1 et 2, correspondent à des zones qui sont situées à proximité du Léguer. Ces zones sont intéressantes car l'on peut supposer que le ruissellement, effectif sur les parcelles agricoles, parvient directement dans le Léguer. Les zones 3, 4 et 5, sont situées plus au nord, et ont leur ruissellement qui ne parviennent non pas au Léguer mais au fossé situé également dans la partie Nord. Ces zones sont situées sur de fortes pentes. Enfin la zone 6, est l'unique zone de la partie sud du territoire. Elle est située à une altitude plus élevée que les précédentes, et les parcelles agricoles qui la compose ne sont pas des cultures, mais uniquement des prés.

Le modèle va nous servir à localiser les parcelles ayant le plus d'intérêt afin de permettre la validation de ce dernier. En effet, les parcelles n'ont pas toutes les mêmes fonctions certaines sont des parcelles connectées et d'autres sont déconnectées des dynamiques spatiales d'écoulement. L'objectif étant de voir si l'attribution de ces caractères par le modèle est véridique. Le modèle permet également de voir les différents chemins d'écoulement empruntés par les ruissellements. Des chemins qui peuvent être vérifiés sur le terrain, et qui sont plus facilement visibles après un épisode de précipitation.

La méthode consiste à aller sur chacune d'entre elles, et en fonction de leur attribut donné par le modèle (connectée ou déconnectée) il faut vérifier la présence des éléments qui prouvent leur connectivité ou non.

- ❖ Si la parcelle est déconnectée, il faut vérifier la présence des haies bloquantes, et voir une éventuelle zone de dépôt.
- ❖ Si la parcelle est connectée, il faut vérifier les haies franchies, voir où les écoulements passent pour rejoindre le fossé ou le cours d'eau.

Bien entendu, il faut prendre en note pendant le terrain ce que l'on voit, ainsi la numérotation au préalable des parcelles que nous voulons voir permet de faciliter le travail de prises de notes. Les photos sont également importantes à faire, car elles permettent d'illustrer les différents éléments du terrain, par exemple une trouée dans une haie...

L'aspect méthodologique du travail de mémoire permet de se rendre compte de l'ensemble des aspects à travailler afin de mener un raisonnement scientifique. Le travail de SIG par la digitalisation, le terrain et la modélisation permettront d'obtenir des analyses quant à l'évolution du paysage bocager, et des différentes connectivités hydrologiques.





II. Un regard historique sur les mutations paysagères

A. Résultats des digitalisations

a) En 1830, un territoire de landes et de labours

Occupation du sol dans le sous-bassin du Guer en 1830

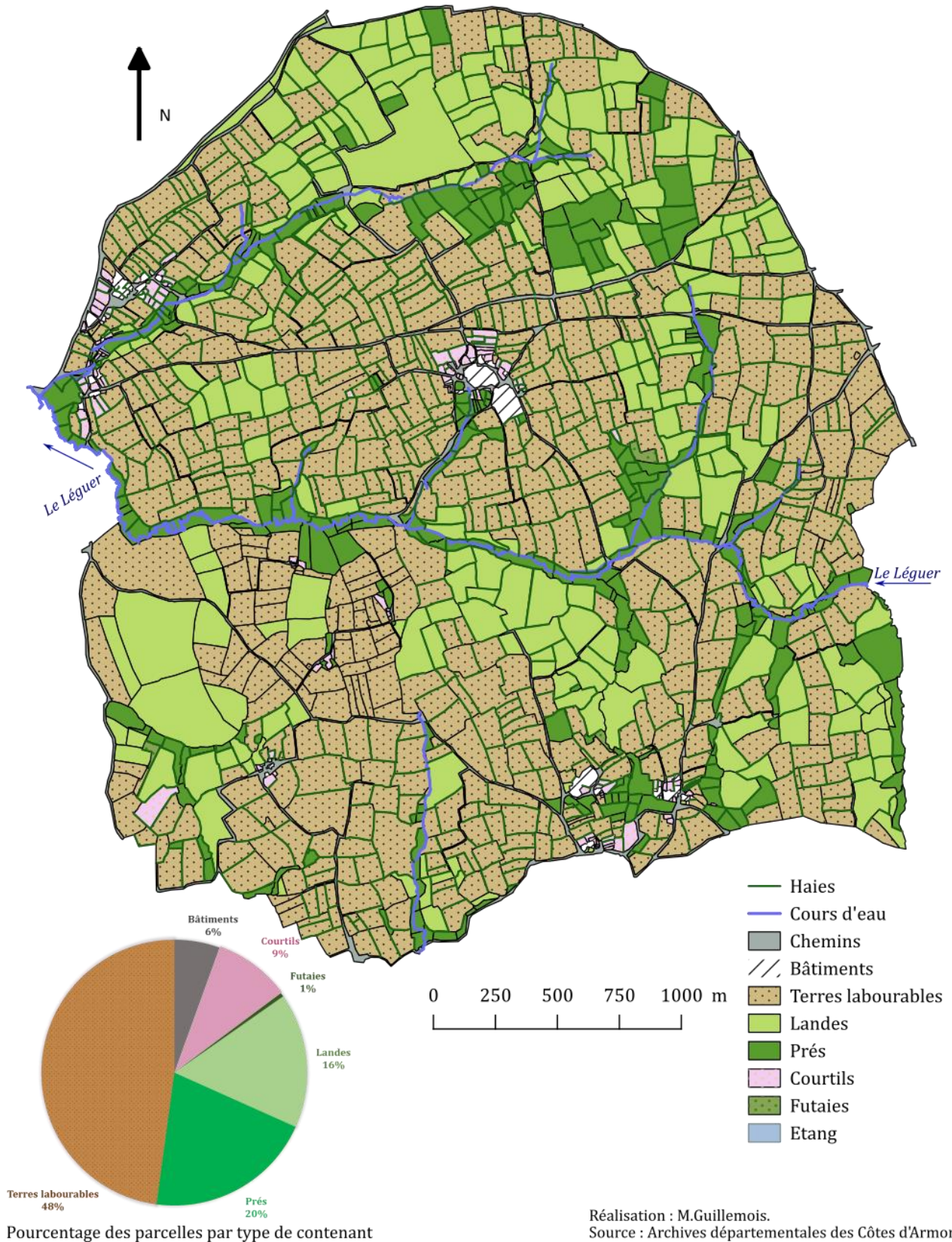


Figure 35 : Digitalisation de 1830



La figure ci-dessus correspond à la zone d'étude telle qu'elle était en 1830. Les données récoltées à partir des cadastres napoléoniens, permettent d'avoir une représentation assez fine du territoire. La digitalisation met en perspective plusieurs données, ainsi les parcelles, les cours d'eau, les chemins, et les haies, sont autant d'éléments fournis par les cadastres que nous pouvons reprendre dans une carte. Au total, 1488 parcelles sont représentées au sein de la zone d'étude.

On observe en premier lieu que la zone est majoritairement composée de parcelles cultivées de petites tailles, il y a de ce fait peu de zone d'habitation et également peu de surface boisée. Les terres labourables concernent 48% des parcelles, c'est donc le contenant majeur de la carte. Ensuite on retrouve les prés avec 20% de présence, et les landes qui représente 16% des parcelles.

Le territoire est quasiment entièrement quadrillé par des haies, donnant la nette impression que chaque parcelle est clôturée par des haies. Au total 142 kilomètres de haies s'inscrivent sur la carte.

La digitalisation de 1830 fait écho à ce que nous avons dit précédemment, le territoire présente un bocage en pleine expansion. De plus, les landes sont importantes à l'époque, leur part sur l'ensemble des parcelles est plutôt importante pour des terres considérées comme « inculte ». Situées majoritairement au nord de la carte, on en retrouve également sous forme d'îlot dans la partie sud.

Les prés, quant à eux, ont une répartition très spécifique, on les retrouve majoritairement bordant de part et d'autre les cours d'eau. Même s'ils ont une part plus importante que les landes, leur surface en hectare reste moindre : avec un total de 110 hectares, contre 255 hectares pour les landes. Les prés sont donc présents en grand nombre, mais sur de plus petites surfaces.

Les terres labourables représentent un peu moins de 600 hectares sur la carte, elles sont par conséquent le type de contenant prédominant autant par leur surface que par leur présence sur le territoire.

Surfaces totales des parcelles en 1830 (en hectare)

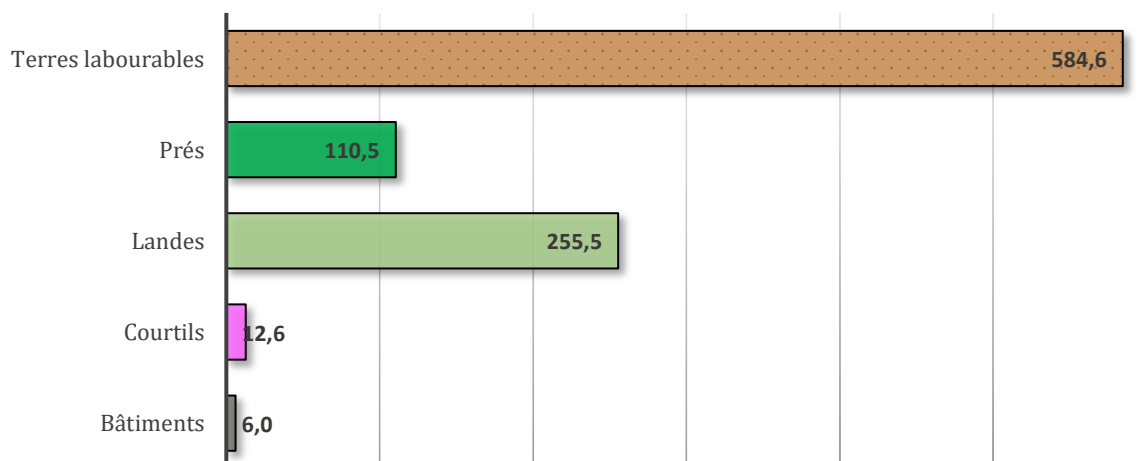


Figure 36 : Graphique des surfaces totales en hectare en 1830 par type de contenant. Source : M.Guillemois



Le terme de terre labourable renvoie par définition à l'ensemble des cultures où la charrue peut être passée plusieurs fois par an, par opposition à des cultures qui ne sont labourées qu'occasionnellement.

« La répartition des terres labourables correspond largement à l'assolement triennal jachère + céréale + céréale. Les céréales occupent en effet les deux tiers des surfaces assolées et les jachères environ le quart. » [Canévet, 1992]

Les terres labourables correspondent donc soit à des céréales, soit à de la jachère. Les cultures céréalières sont destinées à l'alimentation humaine, on retrouve essentiellement dans la zone d'étude à cette période du seigle, de l'avoine, du blé noir et du chanvre [A.Bourgès, 1951]. L'alimentation des paysans dans la zone d'étude en 1830 n'était pas très variée et reposait sur les produits issus de leurs propres terres (crêpe de blé noir, bouillie d'avoine...). Selon les témoignages des paysans de Pont-Melvez fin XVIII^{ème}, les terres n'étaient pas très fertiles et la famine guettait souvent le village.



b) 1952, une terre de polyculture et d'élevage

Occupation du sol dans le sous-bassin du Guer en 1952

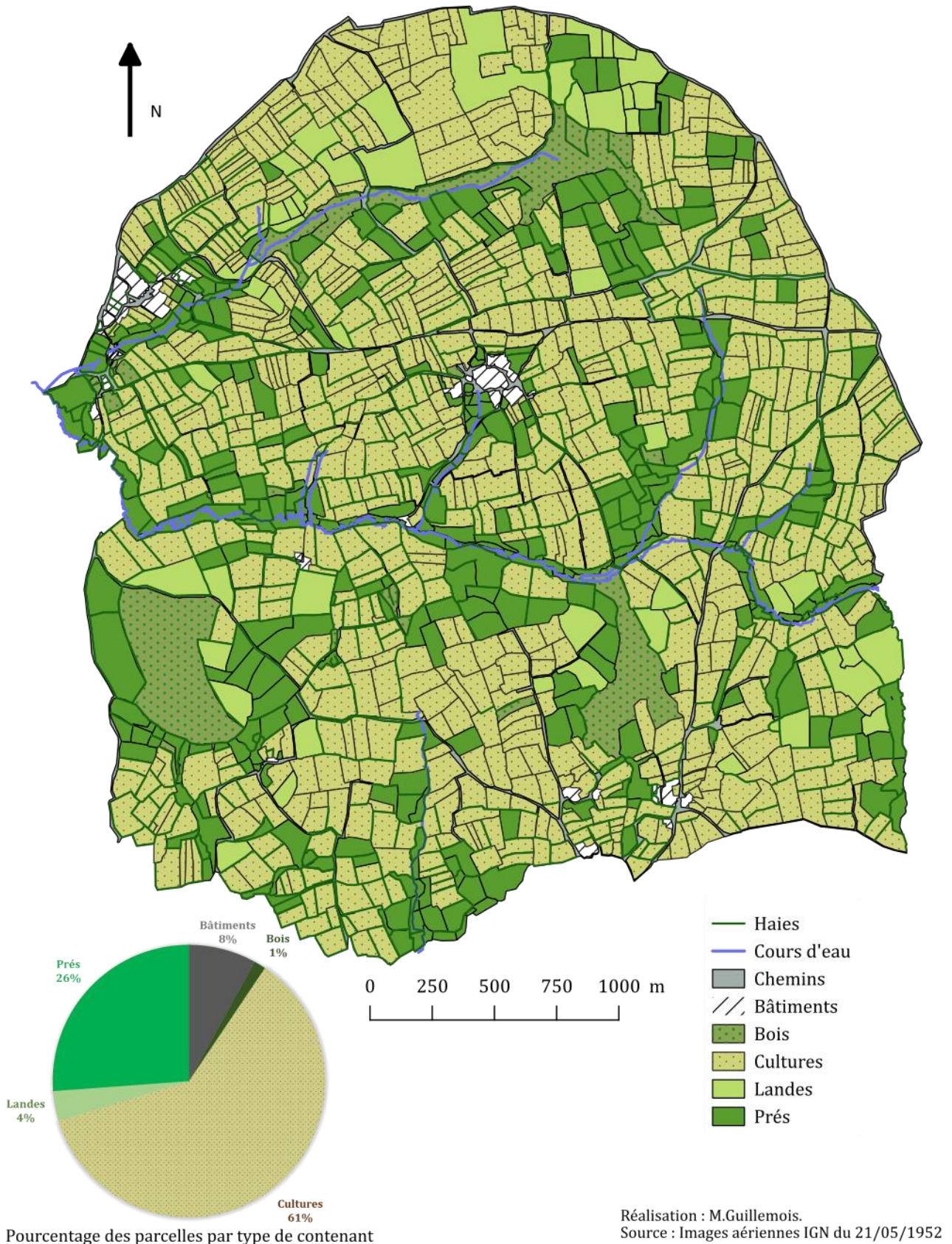


Figure 37 : Digitalisation de 1952



La figure 37 ci-contre, correspond à la digitalisation de la zone d'étude en 1952. Les données sont obtenues grâce aux images aériennes datées de 1952. Au total 1370 parcelles sont représentées sur la carte, soit 118 de moins qu'en 1830.

A première vue il n'y a pas de changements significatifs par rapport à la carte précédente. En termes de dénomination, on ne parle plus ici de terres labourables (terme propre au cadastre napoléonien), mais de cultures au sens large. En effet sur les images aériennes de 1952, il est difficile d'apprécier les contenants propres à chaque parcelle cultivée.

Les parcelles demeurent petites, en réalité on n'observe pas encore de réel agrandissement à cette époque. Mais on peut voir apparaître dans la partie sud de la carte des bois, qui autrefois étaient des landes. On peut supposer que les anciennes landes peu rentables ont été laissées volontairement à l'abandon et qu'elles se sont transformées au fil du temps en bois. De plus cette diminution des landes s'explique également par la vente dans les années 1850, par la commune de Pont-Melvez, des landes sous formes de lots de parcelles [A.Bourgès, 1951].

Les zones d'habitations semblent s'être plus développées, ainsi le nord-ouest de la carte abrite un peu plus de zone bâtie.

Contrairement à la carte de 1830, celle de 1952 voit son volume de pré augmenter au détriment des landes. Ce qu'affirme le graphique en secteur joignant la carte, la part des landes a considérablement diminuée affichant un score 4% sur le total des parcelles. Les prés représentent 26% des parcelles, et les cultures affichent également une part élevée de 61%.

Dans les années 1950 les exploitations agricoles sont encore petites (environ 10 hectares) [Cocaud, 2001] de plus elles sont essentiellement tournées vers la polyculture – élevage. Le terme de « cultures » employé sur la digitalisation renvoie à 4 types cultures : Les céréales, les plantes sarclées, les cultures fourragères et les cultures légumières de plein champ [Kerouredan, 1969] La part des cultures et des prés est donc importante dans le paysage agraire du territoire. En effet, les prés sont plus présents mais, ils sont également plus importants en termes d'hectare. Ils occupent 220 hectares de la zone, les cultures environ 600 hectares, quant aux bois ils s'étendent sur 54 hectares.

Surfaces totales des parcelles en 1952 (en hectare)

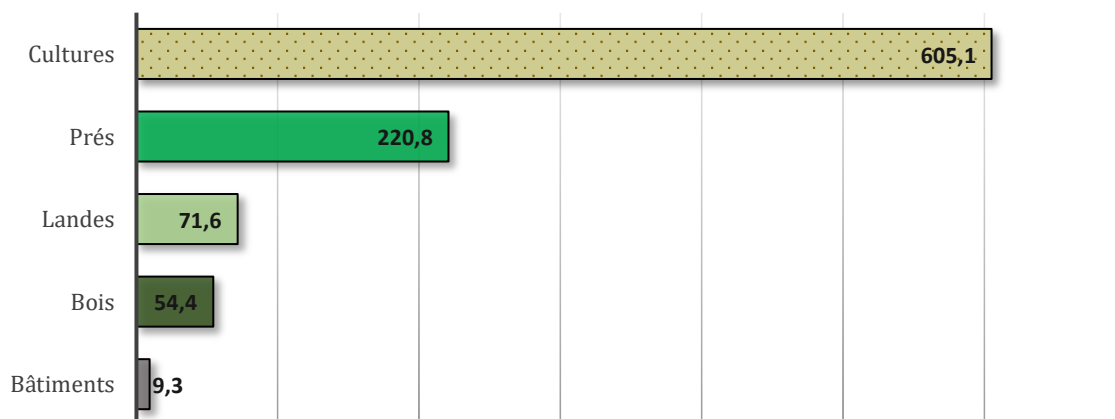


Figure 38 : Graphique des surfaces totales en hectare en 1952 par type de contenant. Source : M.Guillemois.

Malgré le fait que la part des landes diminue, leur surface totale en hectare reste quand même significative, avec environ 70 hectares, elles restent le troisième contenant le plus important de la carte.



Les années 50 coïncident avec le début du remembrement. Cependant la zone ne fut véritablement concernée par l'abattage des haies qu'à partir des années 70. Effectivement, le linéaire de haies est encore bien présent sur la digitalisation de 1952, avec une densité totale de 120 kilomètres.

Evolution de la taille des parcelles de cultures entre 1830 et 1952 (en hectare)

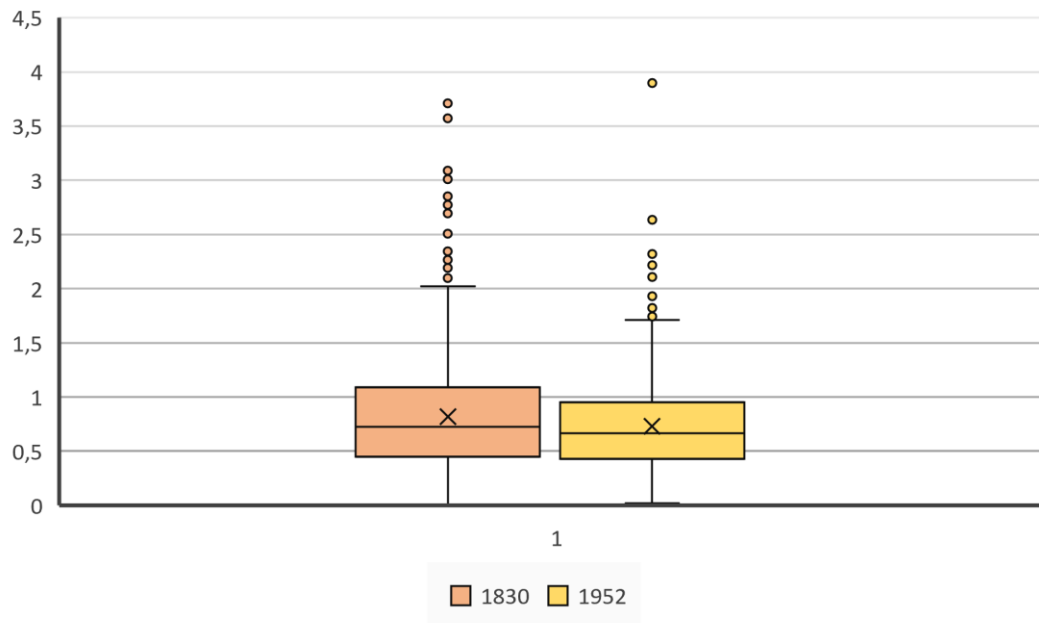


Figure 39 : Boxplot des surfaces de cultures entre 1830 et 1952. Source : M.Guillemois.

Comme nous l'avons dit précédemment notre territoire d'étude ne sera concerné par le remembrement qu'à partir des années 70. Par ailleurs on voit bien, quand on compare les cartes de 1952 et de 1830, qu'il n'y a pas de diminution significative du linéaire de haies, même si l'on peut observer une diminution de 22 kilomètres.

Toutefois on remarque un fait étonnant : les parcelles ont tendance à diminuer en surface entre les deux périodes.

Pour se rendre compte de la diminution de la taille des parcelles, il suffit de comparer sous forme de boxplot les données de 1830 et celles de 1950. Ainsi on s'aperçoit que le boxplot de 1830 a une base plus étirée que celle de 1950. Ce qui veut dire que les surfaces des parcelles sont plus élevées en 1830 qu'en 1950.

Un résultat qui peut avoir été causé par le découpage familial. En effet on peut supposer que quand un fermier n'est plus en âge de travailler, il lègue à ses enfants des terres, que ces derniers se partagent. Ce qui pourrait expliquer le fait que les parcelles ont des surfaces plus petites en 1950 qu'en 1830.

La petite taille des parcelles en 1952, peut être vu comme un facteur ayant favorisé la mise en place des opérations de remembrement, par le manque a gagné qu'elles induisent. Les haies ne sont pas l'unique raison du remembrement, d'autres variables vont rentrer en jeu et faire de ce dernier un moyen efficace pour relancer l'économie bretonne.



c) 1978, un territoire agricole moderne

Occupation du sol dans le sous-bassin du Guer en 1978

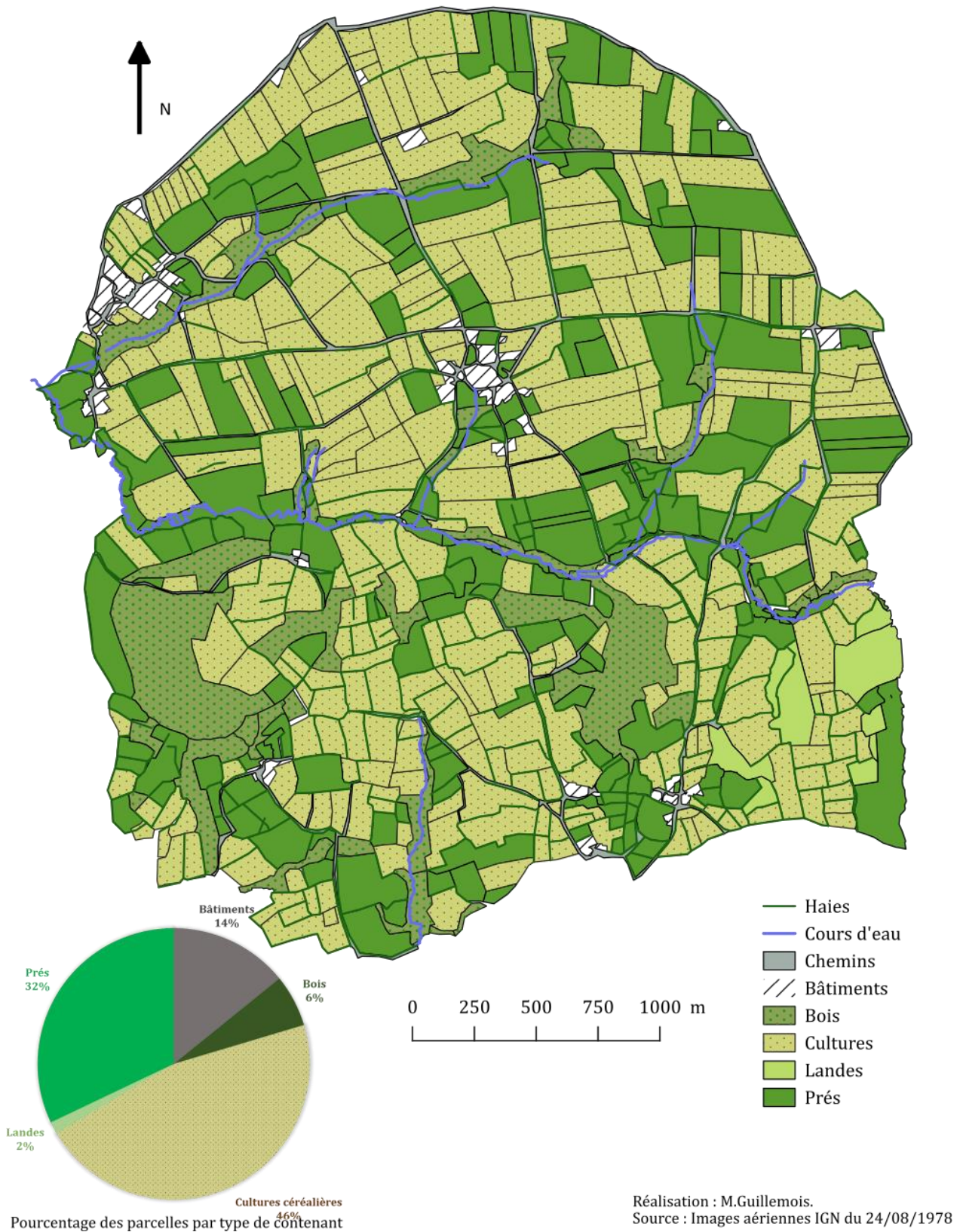


Figure 40 : Digitalisation de 1978



La carte ci-dessus correspond à la digitalisation de la zone d'étude en 1978. Les données ont été obtenues grâce aux images aériennes de 1978. Au total 692 parcelles sont représentées sur la carte, soit 678 parcelles de moins qu'en 1952. En 1978, le remembrement diminue, cependant ces impacts sont toujours visibles sur la carte.

En effet les parcelles sont comme méconnaissables, rassemblées les unes avec les autres dans une géométrie presque parfaite. Il n'y a plus de réelle logique d'organisation, là où par le passé les prés bordaient les cours d'eau, ici ils sont éparpillés formant une mosaïque colorée et aléatoire dans l'espace agricole.

Les cultures et les prés se partagent le territoire, avec 46% et 32% de présence dans la carte, ce sont les deux types de parcelles les plus répandues. Elles occupent dorénavant une grande place en terme surface. On peut néanmoins noter un recul des cultures comparées aux années antérieures, seulement un peu plus de 500 hectares sont cultivés, quand en 1952 la surface atteignait les 600 hectares...

Surfaces totales des parcelles en 1978 (en hectare)

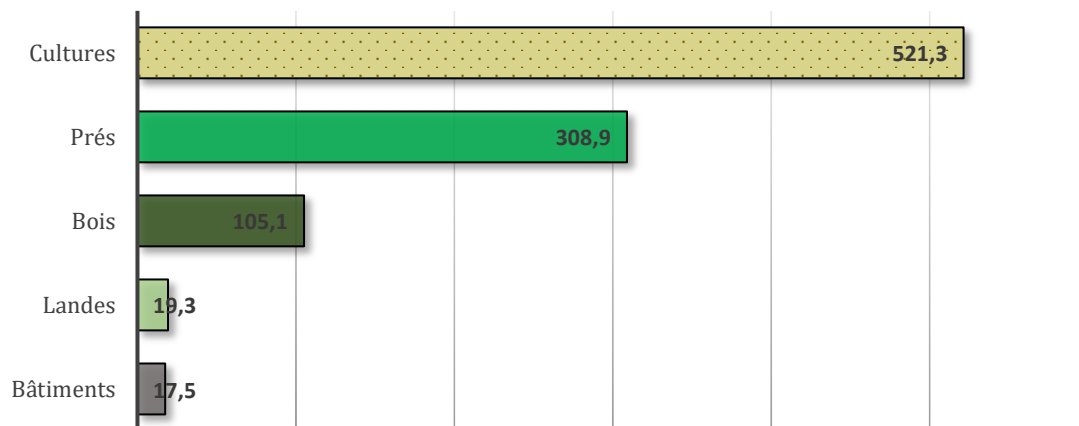


Figure 41 : Graphique des surfaces totales en hectare en 1978 par type de contenant. Source : M.Guillemois.

Les cultures reculent et les prés gagnent de la surface, avec environ 300 hectares, soit 80 de plus qu'en 1952. Les bois suivent également cette tendance atteignant une surface de 100 hectares soit le double qu'en 1952. Les landes perdent du terrain, avec moins de 50 hectares, contrairement au siècle passé, elles sont de moins en moins utilisées, car peu productives.

On peut également noter l'augmentation de la surface des bâtiments, qui atteint en 1978 17,5 hectares, alors que 26 ans plus tôt elle atteignait seulement 9 hectares. Une augmentation qui n'est pas due à une augmentation de la population. En effet quand on regarde l'évolution démographique de la commune de Pont-Melvez, (sa surface communale étant la plus élevée dans la zone d'étude), on se rend compte que la population a fortement diminué entre 1968 et 1978 passant de 948 habitants à 754 habitants. [INSEE, 2020]. Les deux autres communes contenues dans la zone, suivent cette même tendance.

Enfin, la densité de haies a elle aussi considérablement réduit, atteignant 77 kilomètres : un impact direct du remembrement.

Le recul des cultures et l'augmentation des prés correspond à une nouvelle agriculture plus moderne en Bretagne, ce que l'on va appeler le modèle agricole breton.



d) 2018, Une terre d'agriculture intensive

Occupation du sol dans le sous-bassin du Guer en 2018

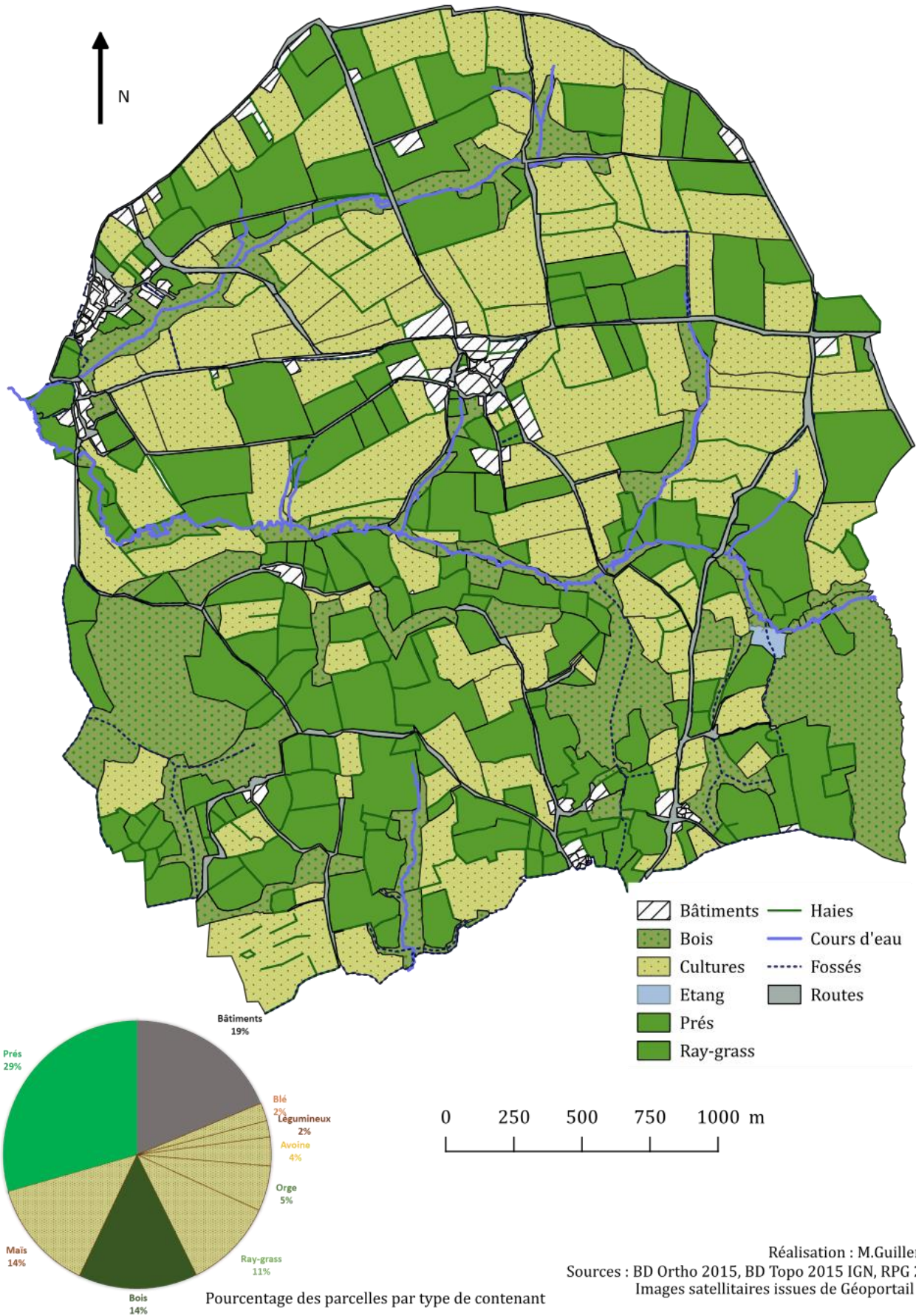


Figure 42 : Digitalisation de 2018 sans détail des cultures



Occupation du sol dans le sous-bassin du Guer en 2018

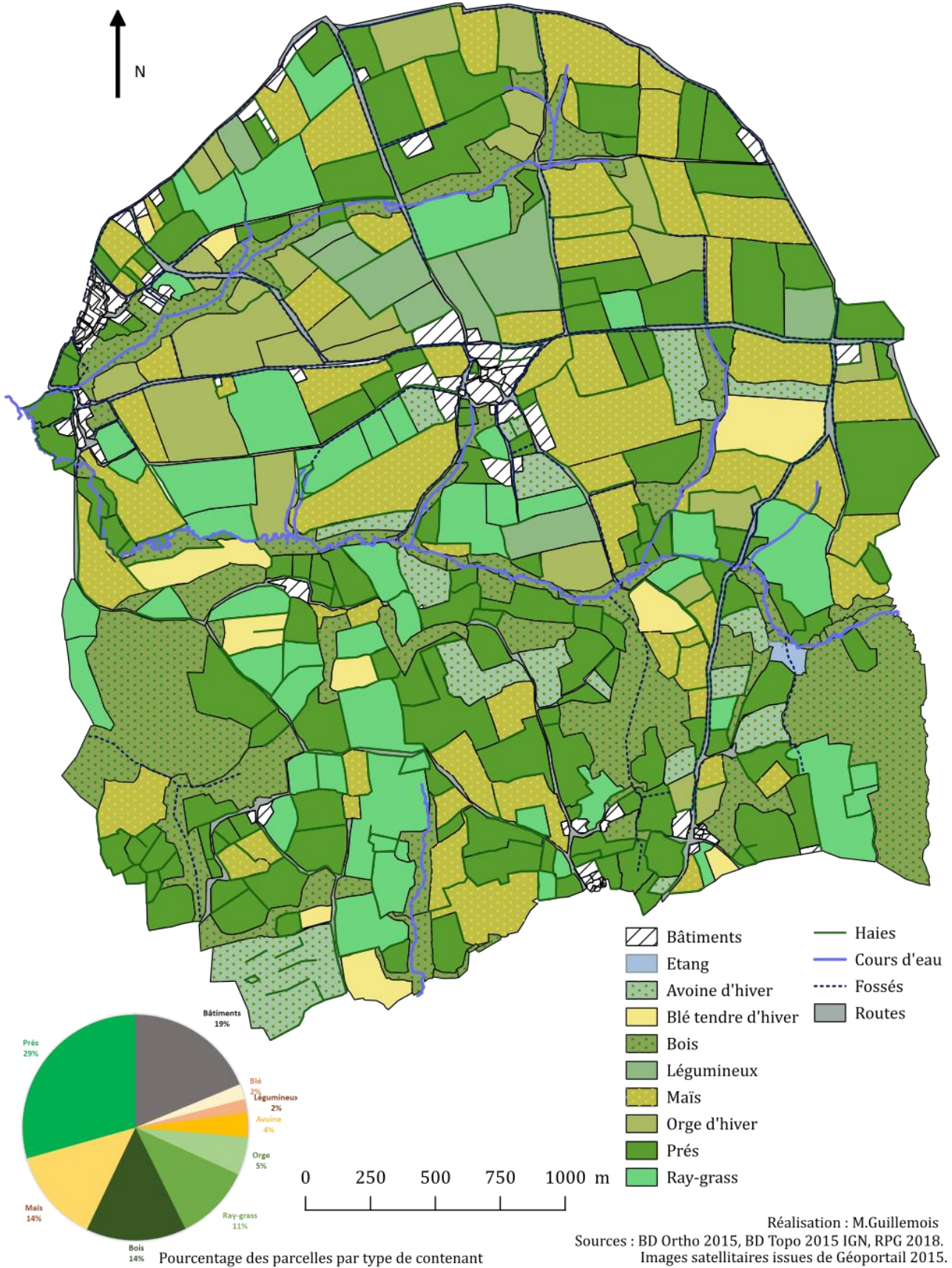


Figure 43 : Digitalisation de 2018 avec détail des cultures



La carte précédente correspond à la digitalisation notre zone d'étude en 2018. La carte est obtenue grâce aux images aériennes récentes et les différents contenants agricoles ont quant à eux été obtenus grâce au registre parcellaire agricole de 2018. Ainsi on peut voir comment s'organise le territoire actuellement.

Le remembrement n'est plus effectif dans la zone depuis plusieurs années, cependant la production agricole intensive amène à avoir toujours davantage de plus grandes parcelles. Si la digitalisation précédente semblait rendre la zone méconnaissable, il en est de même pour celle-ci. La carte, dénuée de petites parcelles, semble plus aérée et plus géométrique.

Les cultures restent le tenant majeur de la carte, on peut en observer de différents types dans la zone, mais on retrouve essentiellement des cultures céréalières (maïs, blé, orge...).

Ainsi les cultures occupent 530 hectares sur le territoire, soit 20 hectares de plus qu'en 1978. On ne peut donc pas parler d'une augmentation significative du nombre d'hectare de cultures, mais on observe une augmentation de la taille des parcelles cultivées.

En effet, ce n'est pas tant qu'il y a plus de surface destinée à la culture car en réalité, il y a moins de parcelles cultivées. Par conséquent la plupart des parcelles d'antan ont été regroupées, ainsi en 1978 on dénombrait 319 parcelles de cultures (pour 520 hectares). Alors qu'en 2018 on en compte 170, soit moitié moins, pour toujours autant d'hectare.

Surfaces totales des parcelles en 2018 (en hectare)

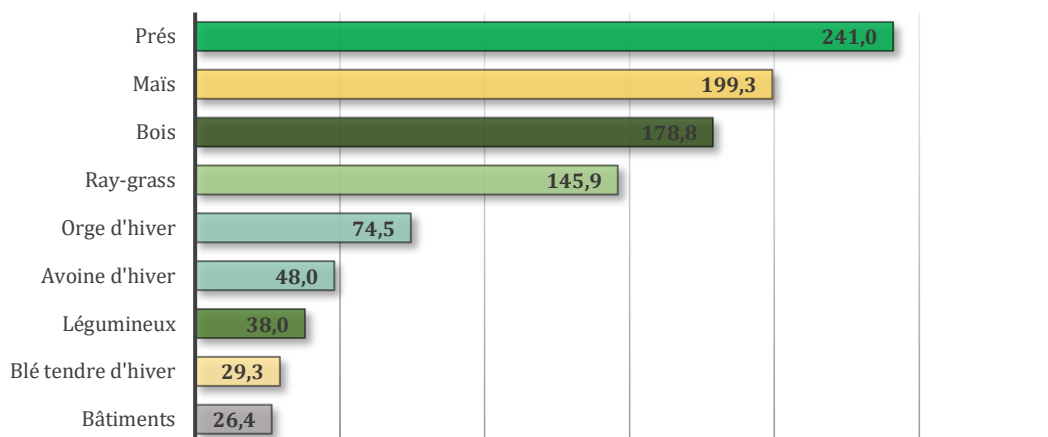


Figure 44 : Graphique des surfaces totales des parcelles en 2018. Source : M.Guillemois.

Les prés sont aussi importants dans le territoire, permettant au bétail de vaquer, ils occupent 241 hectares du territoire. On les observe principalement dans la partie sud de la carte, là où le relief est plus accidenté que dans le nord, ce dernier plus propice aux cultures. Les bois sont par ailleurs largement représentés, occupant 178 hectares, on les trouve également dans la partie sud du territoire.

On remarque que le territoire est peu habité, les zones bâties représentent seulement 26 hectares de la carte. En effet nous sommes dans une zone où l'habitat est dispersé et clairsemé. Malgré tout on peut voir la présence de plusieurs hameaux, comme celui du Gollot, se trouvant au milieu de la carte. A l'ouest de la carte on retrouve le bourg de la commune de Pont-Melvez, une petite commune rurale comptabilisant environ 609 habitants en 2016 (INSEE). Enfin, la carte indique également la présence des différents objets du paysage comme les fossés et les haies.



D'une manière assez frappante, on peut remarquer que le territoire ne possède pas un bocage dense, le linéaire de haies reste assez faible au total : 62,3 kilomètres.

Evolution de la taille des parcelles de cultures depuis 1830 (en hectare)

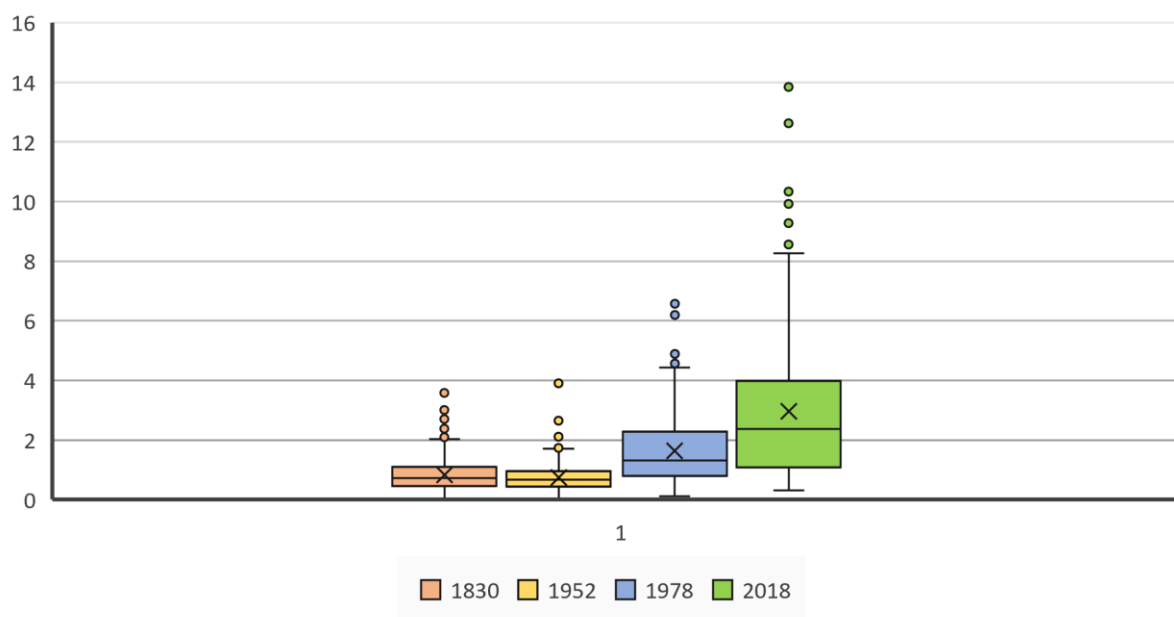


Figure 45 : Box plot de l'évolution des surfaces des parcelles cultivées depuis 1830. Source : M.Guillemois.

La figure ci haut, reprend l'évolution de la taille des parcelles de culture depuis 1830 jusqu'à 2018. Comme nous l'avons dit précédemment, 1952 correspond à la période où les tailles des parcelles étaient les plus petites. A partir des années 1970 on voit une augmentation de la taille de ces dernières permise grâce au remembrement. Le box plot de 1978 prouve cette évolution avec un box plot plus étiré, et avec des valeurs maximales plus importantes.

Le dernier box plot de 2018, confirme bien que le territoire suit la logique du modèle agricole breton basé sur l'intensivité. Ainsi la surface des parcelles a doublé de taille, avec une moyenne d'environ 2,5 hectare par champ. Les valeurs maximales atteignent 4 hectares, soit 40 000m².

Dans l'ensemble depuis 1830, le mode d'occupation du sol dans le sous-bassin du Guer amont n'a de cesse évoluée. Ainsi quand l'on compare les différents types d'occupation du sol en fonction des époques, on remarque que certains ont une place plus importante dans le paysage agricole, alors que d'autres ont perdu en surface.

Le graphique suivant reprend l'évolution des différents modes d'occupation du sol observés sur le territoire. Ici on compare la surface totale de chaque contenant, afin de voir en fonction des dates, lesquels d'entre eux ont diminués ou bien augmentés. Premièrement, on peut observer que la surface totale des cultures diminue au fil des périodes. En effet elle est la plus élevée en 1952 avec un total de 605 hectares, elle diminue en 1978, puis remonte légèrement en 2018 pour atteindre une surface totale de 535 hectares. Les prés suivent à peu près la même tendance, ils ont une surface la plus élevée en 1978, mais elle diminue en 2018 et affiche environ une surface de 250 hectares. Néanmoins les bois et les zones bâtis gagnent en surface au fil des périodes, plus particulièrement les bois qui ont gagné 120 hectares depuis 1952.



Evolution de l'occupation du sol en hectare entre 1830 et 2018

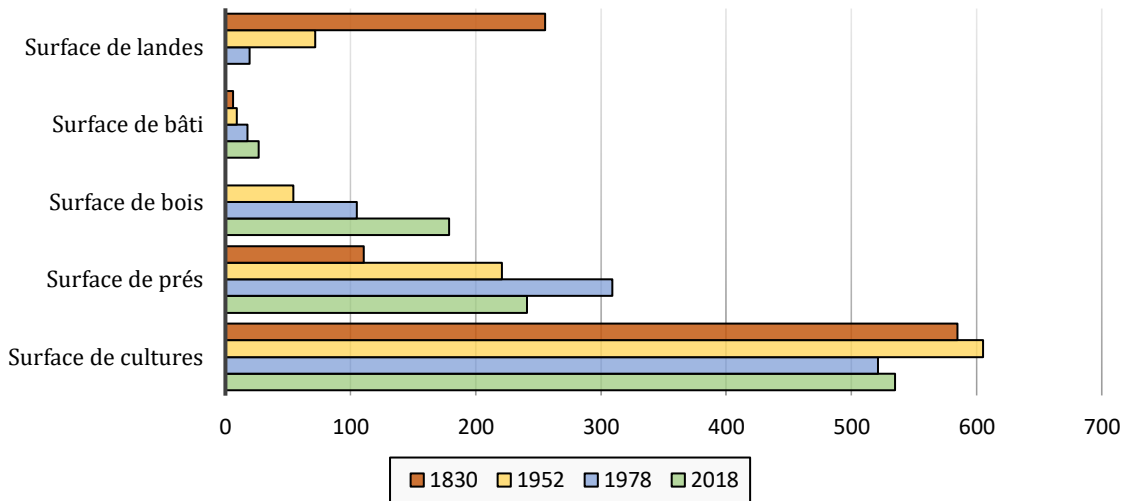


Figure 46 : Evolution de l'occupation du sol en hectare depuis 1830. Source : M.Guillemois.

La taille des parcelles augmente et les modes d'occupation du sol évoluent. Les haies quant à elles diminuent comme nous pouvons le constater sur le graphique ci-dessous. On observe qu'entre 1830 et 1952 la diminution du linéaire de haie s'est faite de façon plutôt progressive, alors que l'on peut noter une rupture après 1952 qui coïncide avec la période du remembrement.

Evolution de la densité de haies en km depuis 1830

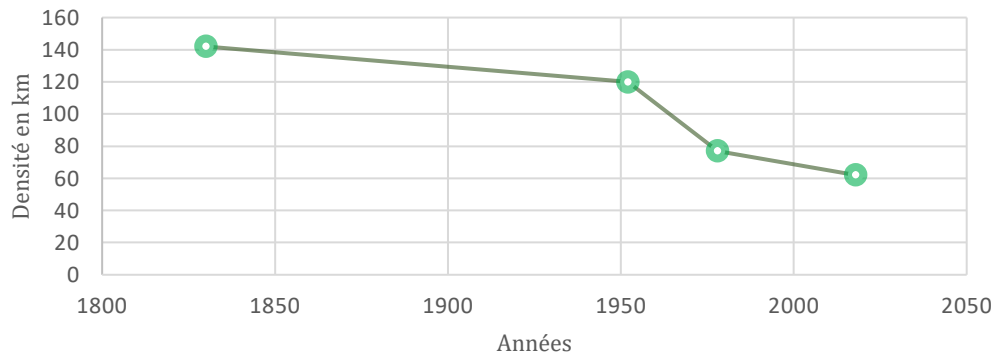


Figure 47 : Graphique de l'évolution de la densité de haies. Source : M.Guillemois.

Ainsi depuis 1830, le territoire a perdu la moitié de sa densité de haies. Un résultat important quand on considère que le territoire ne représente en réalité qu'une dizaine de km², à l'échelle du bassin versant ce sont des centaines de kilomètres de haies qui ont été supprimées.



B. Les mutations paysagères et les limites des digitalisations

Ainsi les différentes digitalisations permettent de voir l'évolution du paysage agricole depuis les années 1830. Cette plongée dans le passé met en perspective tous les enjeux liés aux modernisations agricoles et ce qu'elles entraînent.

Le paysage est voué à évoluer et s'adapte aux nouvelles pratiques des Hommes. C'est ce que l'on a pu voir précédemment : la volonté d'individualisation agricole amène les paysans à créer des enclos végétaux. Cependant quand les cultures s'agrandissent, les haies disparaissent. Ainsi l'évolution des pratiques agricoles amène des changements, qui ont un impact visible sur l'environnement.

Cependant l'impact n'est pas tout le temps négatif, car bien évidemment cela dépend de la façon par laquelle on le voit. Par exemple l'expansion des landes et des bois, a eu des impacts favorables pour la biodiversité, mais moins pour la productivité. L'abattage des haies a eu des impacts bénéfiques pour l'économie d'une région entière, lui permettant de restructurer les exploitations pour produire plus et exporter plus. Cependant le remembrement a eu de forts impacts négatives pour l'environnement.

L'impact dépend d'où l'on se place et dans quelle perspective on veut voir évoluer un territoire. Avoir un regard historique permet de prendre du recul sur les mutations paysagères.

Le logiciel ArcScène permet de créer un modèle 3D du terrain, ajouter à cela les digitalisations des différentes années, et l'on obtient une modélisation du paysage. C'est ce que l'on peut voir sur les images qui suivent. L'intérêt ici, est de pouvoir avoir une représentation de ce que pouvait être le paysage durant ces différentes années.

De façon concrète on peut voir que le paysage a énormément évolué ces derniers siècles, la forêt à en premier lieu pris de plus en plus de place sur le territoire, remplaçant les landes d'antan. On peut également se rendre mieux compte de l'évolution de la taille des parcelles. L'urbanisation n'a pas touché le territoire comme on aurait pu le penser : il reste encore peu habité.



Evolution du paysage de 1830 à 1978

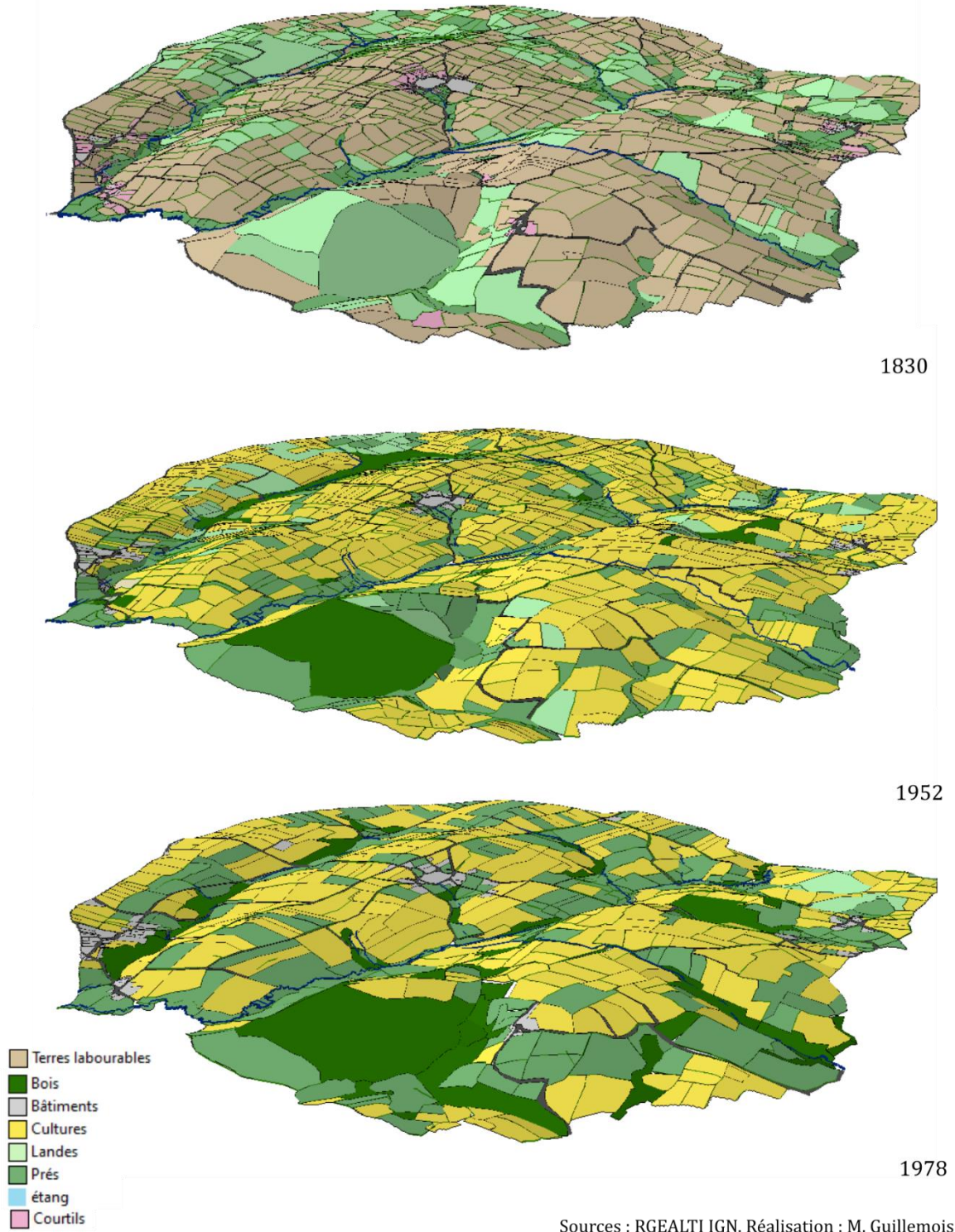


Figure 48 : Evolution du paysage dans la zone d'étude depuis 1830



L'ensemble de ces digitalisations permet d'envisager le territoire comme il était autrefois. Cependant il est nécessaire de garder à l'esprit que ces données comportent des limites.

La digitalisation de 1830 faite à partir du cadastre napoléonien, est certainement la carte qui connaît le plus de limites. Effectivement c'est au niveau des linéaires de haies que l'on peut émettre des incertitudes, elles sont toutes considérées comme étant mitoyenne, alors que dans la pratique il est difficile de s'imaginer que l'ensemble des haies soient des plantations conjointes. On peut également remarquer qu'une partie (à l'ouest sous le Léguer) de la carte ne dispose d'aucune haie. Cela correspond à la feuille cadastrale B2 de Bulat-Pestivien, où l'on peut supposer qu'un oubli, peut-être, a été commis par les géomètres lors de la confection du plan.

Aussi le cadastre ne présente aucune haie entourant les chemins, ainsi sur la digitalisation aucune haies bordent les chemins, ce qui vient en contradiction avec ce que les travaux historiques rapportent des « chemins creux bordés de haies ».



FIG. 1.
CROQUIS ILLUSTRANT L'ORIGINE DU CHEMIN CREUX BRETON.

L'auteur Louis Chaumeil le décrit comme un élément essentiel du bocage, né en même temps que le bocage s'est créé. Le chemin creux breton est devenu chemin et s'intègre pleinement au cadastre [Chaumeil,1949]

Figure 49 : Croquis illustrant l'origine du chemin creux breton par Louis Chaumeil, 1949.

D'autre part les fossés ne sont pas pris en compte dans toutes les digitalisations, bien que ça soit un élément important du paysage bocager. En raison de la qualité des images aériennes, ou pour le cadastre napoléonien, du fait qu'ils ne soient pas indiqués, les fossés ne sont pas représentés sur les digitalisations anciennes.





III. Analyse des connectivités hydrologiques actuelles à partir du modèle LASCAR

A. Un territoire connecté ?

Les connectivités hydrologiques correspondent à la capacité d'un ruissellement à rejoindre un cours d'eau. La modélisation consiste à affecter un épisode de précipitation sur le territoire afin de voir comment l'eau circule sur les versants, si elle est bloquée par des objets du paysage *etc.* La modélisation permet **d'analyser la dynamique spatiale des écoulements de surface** afin de savoir quelle portion du territoire étudié est connectée hydrologiquement, c'est-à-dire si les écoulements produits sur le territoire arrivent à rejoindre le cours d'eau.

Finalement, une portion de territoire est dite **connectée** quand les ruissellements qu'il émet parviennent au cours d'eau. En revanche, il est déconnecté si l'ensemble de ses ruissellements se retrouvent bloqués par divers objets du paysage comme les talus, les haies... Bien souvent un territoire ne peut pas être entièrement connecté ou uniquement déconnecté, il y a bien de toute évidence un juste milieu entre les connections et les déconnexions. Comme nous l'avons dit précédemment (voir partie I), ces connectivités peuvent engendrer de nombreux problèmes environnementaux (pollution, érosion, perte en sol...). En ce sens dans cette partie nous allons simuler les écoulements dans notre zone d'étude, le sous-bassin du Guer amont, afin de pouvoir identifier les enjeux qui s'opèrent dans les zones connectées ou bien déconnectées.

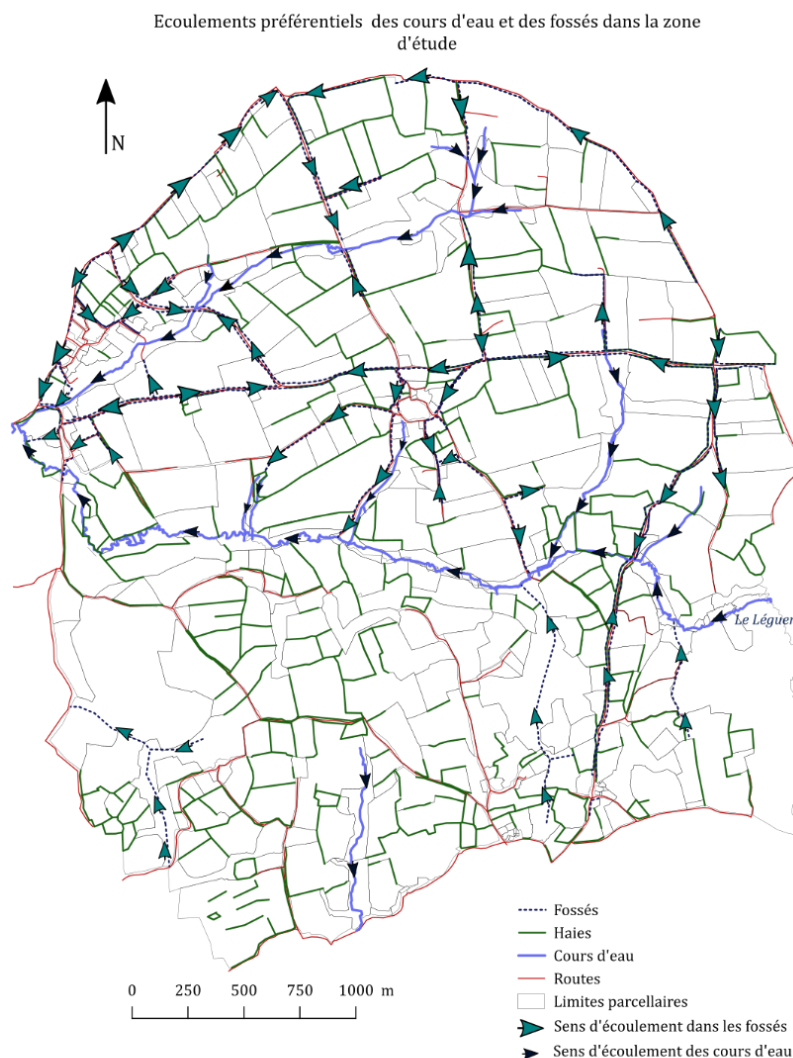


Figure 50 : écoulements préférentiels des fossés et des cours d'eau dans la zone d'étude.



Comme nous avons pu le voir dans les premières parties du mémoire, notre zone recèle plusieurs cours d'eau, ainsi que de nombreux fossés, rejoignant le Léguer au centre de la zone. C'est ce que démontre la carte ci-dessus, sur laquelle a été représenté l'ensemble des fossés de notre territoire. Ces données ont été acquises à l'aide de la méthode par Google Earth évoquée précédemment (partie II) et par inventaire sur le terrain. Ainsi, la carte aide à avoir une bonne représentation de l'ensemble du réseau hydrographique de la zone d'étude. Le nombre assez important de fossés permet de se rendre compte des différents enjeux qui peuvent s'observer dans le sous-bassin du Guer amont. En effet, le territoire présentant une certaine richesse hydrographique, il peut se retrouver plus ou moins impacté par les enjeux induits par les dynamiques d'écoulement.

La modélisation tend à reproduire les différentes dynamiques qui s'observent dans la réalité, à savoir, le rôle joué par chaque élément du paysage : les parcelles de cultures, les prairies, les haies, les fossés... autant d'éléments qui émettent des contraintes sur les écoulements de surfaces. En cela certains objets du paysage « aident » les ruissellements à rejoindre le cours d'eau, tandis que d'autres les bloquent.

Il a été évoqué précédemment que les haies sur talus avaient pour fonction de limiter les écoulements de surface en bloquant leur circulation sur les versants (partie I). La modélisation va nous permettre de vérifier dans notre zone d'étude : quelles sont les haies qui influencent et bloquent les écoulements, et dans quelle mesure elles ont un impact sur la réduction des écoulements de surface.

Les modélisations qui suivent vont nous permettre de mettre en avant le rôle spécifique de chaque élément du paysage notamment celui des haies comme nous venons de le dire auparavant, mais également le rôle des surfaces de chaque parcelle. Le modèle multi-agent LASCAR est un outil qui permet d'identifier les dynamiques spatiales des écoulements, mais c'est également un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires de bassin versant. Nous pourrions ainsi proposer un indice sous forme de plaquette pour les gestionnaires du bassin versant.

Le modèle multi-agent LASCAR (Partie II), consiste à affecter un épisode de pluie sur le territoire afin de voir le devenir de chaque goutte de pluie, appelée « **agentgouttes** ». Néanmoins, ces agents, sont différents des gouttes de pluies car ils ont une existence qui se poursuit au-delà du moment où elles atteignent le sol. C'est-à-dire qu'à l'aide du modèle, nous allons pouvoir retracer le parcours de chaque agentgouttes. S'ils ont été bloqués par une haie, nous pourrions voir quel chemin ils prennent pour contourner l'obstacle, ou bien s'ils ont été infiltrés par ce dernier. L'illustration ci-dessous reprend la notion des agents gouttes, et leur devenir en fonction des patches qu'elles rencontrent.

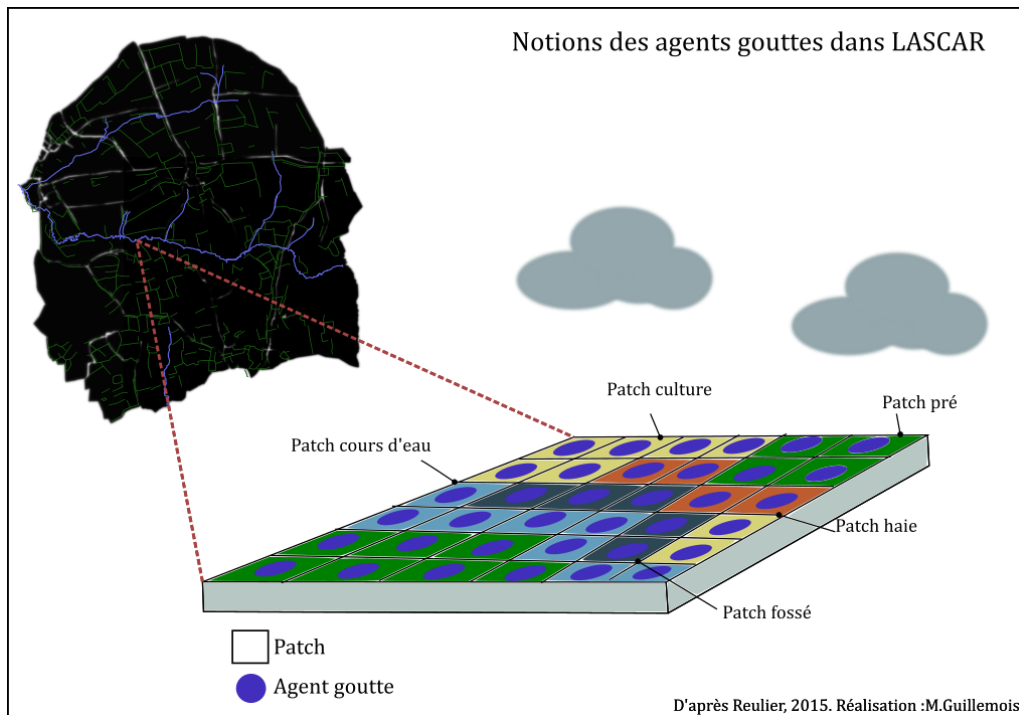


Figure 51 : Illustration de la notion d'agent goutte

En fonction du patch qu'elle rencontre l'agentgoutte va pouvoir continuer ou non son déplacement. Les agentgouttes se déplacent selon la pente du territoire, cependant certains patches vont les contraindre à changer leur déplacement. Le « patch haie » va agir comme obstacle en bloquant les agentgouttes, ces derniers vont soit contourner la haie en prenant un nouveau chemin, soit ils vont s'y accumuler afin de pouvoir la franchir. Le « patch fossé » quant à lui, va contraindre les agentgouttes à suivre sa propre pente.

Chacun des patches représentés sur le territoire sont dotés d'un mode d'occupation du sol, le modèle distingue les cultures, l'herbe (pour les prés, les bois, les landes...), le bâti, les cours d'eau et les haies. Chacun de ces modes d'occupation du sol va avoir la capacité ou non d'infiltrer une certaine quantité d'agents gouttes.

a) Impact des réseaux linéaires et des surfaces sur les dynamiques spatiales des écoulements

1. Le réseau linéaire et le seuil de rétention d'eau

i. Incidence du réseau linéaire sur les chemins d'écoulements

Le réseau linéaire correspond à l'ensemble des réseaux de talus et de haies mais également des fossés et des routes. Sur le modèle multi-agent LASCAR, nous pouvons choisir de réaliser différentes modélisations sur un même territoire. Ainsi, en réalisant une modélisation avec et sans réseau linéaire nous pourrions voir l'impact de ces derniers sur le territoire, et notamment pour cette sous-partie leur impact sur les chemins d'écoulements.

Les différents ruissellements d'eau qui circulent sur le territoire créent ce qu'on appelle des chemins d'écoulements. Ces derniers par définition correspondent aux chemins qu'empruntent les ruissellements pour rejoindre les différents cours d'eau.



Les deux cartes suivantes correspondent à nos deux modélisations, l'une réalisée avec la présence des réseaux linéaires et l'autre sans. En comparant les deux, nous pourrions voir les changements qui s'opèrent sur la dynamique des chemins d'écoulements.

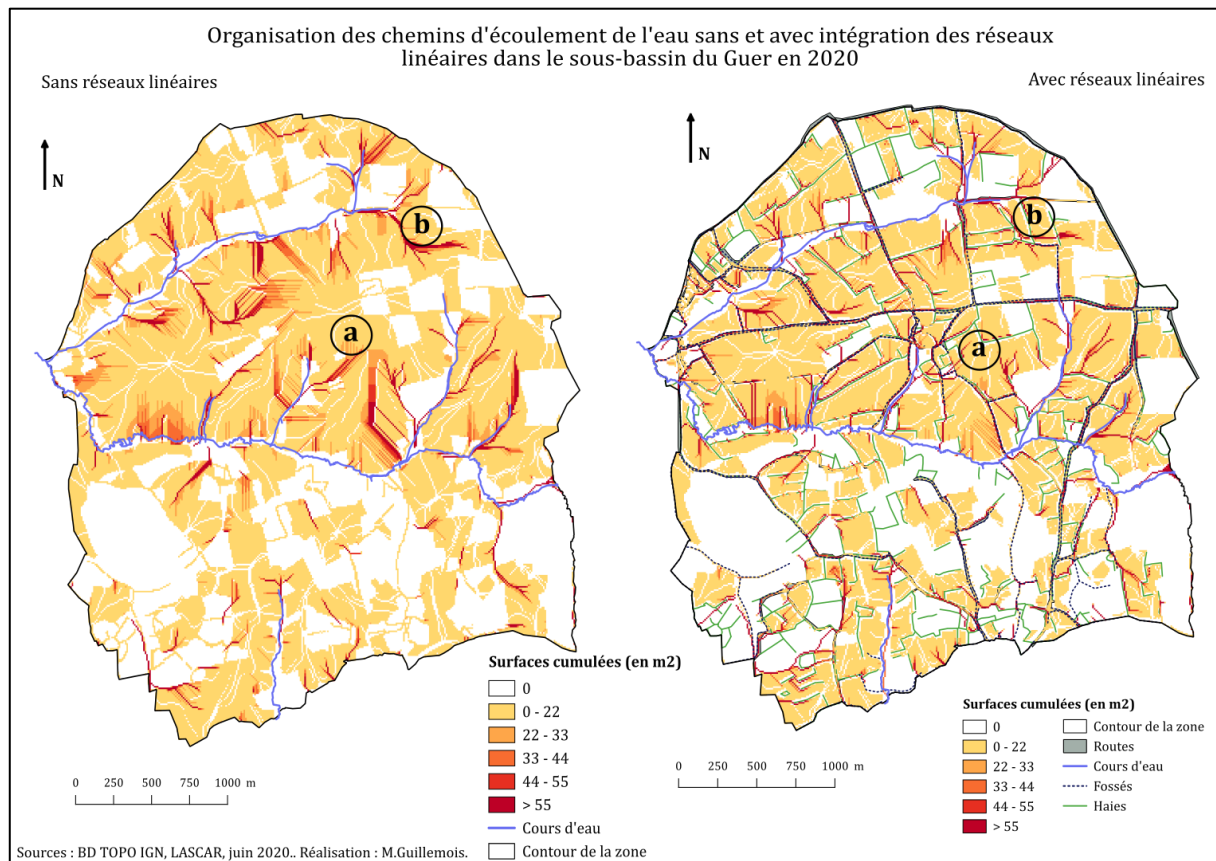


Figure 52 : Comparaison des chemins d'écoulement avec et sans intégration des réseaux linéaires

Sans contrainte des réseaux linéaires (carte de gauche) tels que les haies, les routes et les fossés, on remarque que les chemins d'écoulements sont plus nombreux mais également plus importants. L'eau circule librement sur le territoire, seulement régie par la topographie, on peut également voir que l'eau circule à travers même les parcelles agricoles. Comme on peut le voir au niveau du figuré (a), les écoulements parviennent jusqu'au cours d'eau traversant les parcelles, alors que dans la seconde carte, avec les réseaux linéaires, les écoulements suivent les routes jusqu'à rejoindre le cours d'eau.

Sans réseaux linéaires, on constate que les chemins d'écoulements se multiplient et amènent à une plus forte connectivité des parcelles, car plus de ruissellement les traversent. Du fait qu'aucuns éléments viennent les contraindre, les écoulements peuvent passer aisément sur l'ensemble de la surface des parcelles, augmentant ainsi leur connectivité.

Sur la seconde carte, les réseaux linéaires ont été ajoutés, et le résultat contraste avec la carte précédente. Ici, les chemins d'écoulements sont moins importants et circulent de manière concentrée le long des routes ou des haies. L'eau a plus tendance à contourner les parcelles plutôt qu'à les franchir, car la présence des haies l'en empêche. Il y a également moins de flux car certains se retrouvent contenu dans les parcelles par les haies qui les bloquent.

Ce que l'on peut constater au niveau du figuré (b), sur la carte avec les réseaux linéaires, c'est que les écoulements sont bloqués par les haies, les obligeant à modifier leur chemin en contournant les haies avant de rejoindre le cours d'eau.



En revanche sur la première carte sans les réseaux linéaires, les écoulements parviennent quasiment en ligne droite jusqu'au cours d'eau. Sur la seconde carte les flux circulent de manière concentrée, le long des haies ou des routes jusqu'à rejoindre les différents fossés. L'ajout des réseaux linéaires amènent à moins de connexions, car il y a moins d'eau à circuler directement sur les parcelles.

Néanmoins on peut remarquer que l'intégration des réseaux linéaires amène à une plus grande surface cumulée par chaque patch, avec un maximum de 150m² contre 66m² pour la simulation sans intégration des réseaux linéaires. Comme nous l'avons dit, les haies mais également les routes et les fossés permettent de concentrer plus de flux que ne peut le faire uniquement la topographie. Ainsi plus de surfaces peuvent être drainées par l'intégration des réseaux linéaires.

ii. Evolution des distances aux cours d'eau avec l'intégration des réseaux linéaires

La carte suivante reprend l'évolution des distances aux cours d'eau par l'intégration des différents réseaux linéaires, à savoir les haies, les routes et les fossés. La carte confirme ici qu'intégrer des réseaux linéaires au territoire peut aussi bien diminuer qu'augmenter les distances au cours pour les écoulements.

En ce sens, la carte présente aussi bien des distances augmentées que diminuées. Dans la partie centrale de la carte, les écoulements observent une diminution de leurs distances aux cours par l'intégration des réseaux linéaires. En effet les réseaux linéaires peuvent permettre aux écoulements d'avoir moins de distance à parcourir pour rejoindre un cours d'eau. Par exemple la présence d'un fossé, implanté de manière parallèle à la pente va permettre à l'eau de parcourir moins de distance jusqu'à rejoindre le cours d'eau. Également, les haies implantées de manière parallèle à la pente permettent aux écoulements de rejoindre de manière concentrée le fossé, en suivant le linéaire de la haie.

Néanmoins certains espaces dans la carte voient leurs distances au cours d'eau augmenter par l'intégration des réseaux linéaires, comme c'est le cas pour le nord-est de la zone. Dans ces zones les haies implantées de façon perpendiculaire vont venir bloquer le ruissellement et le contraindre à changer de trajectoire en suivant le réseau linéaire, et donc augmenter sa distance au cours d'eau.

D'autres espaces ne sont pas impactés par l'intégration des réseaux linéaires, leurs distances au cours d'eau restant inchangée. Ces espaces sont susceptibles d'être des espaces déconnectés des dynamiques de ruissellement, ce qui explique pourquoi l'intégration des réseaux linéaires n'impacte pas leur distance aux cours d'eau.

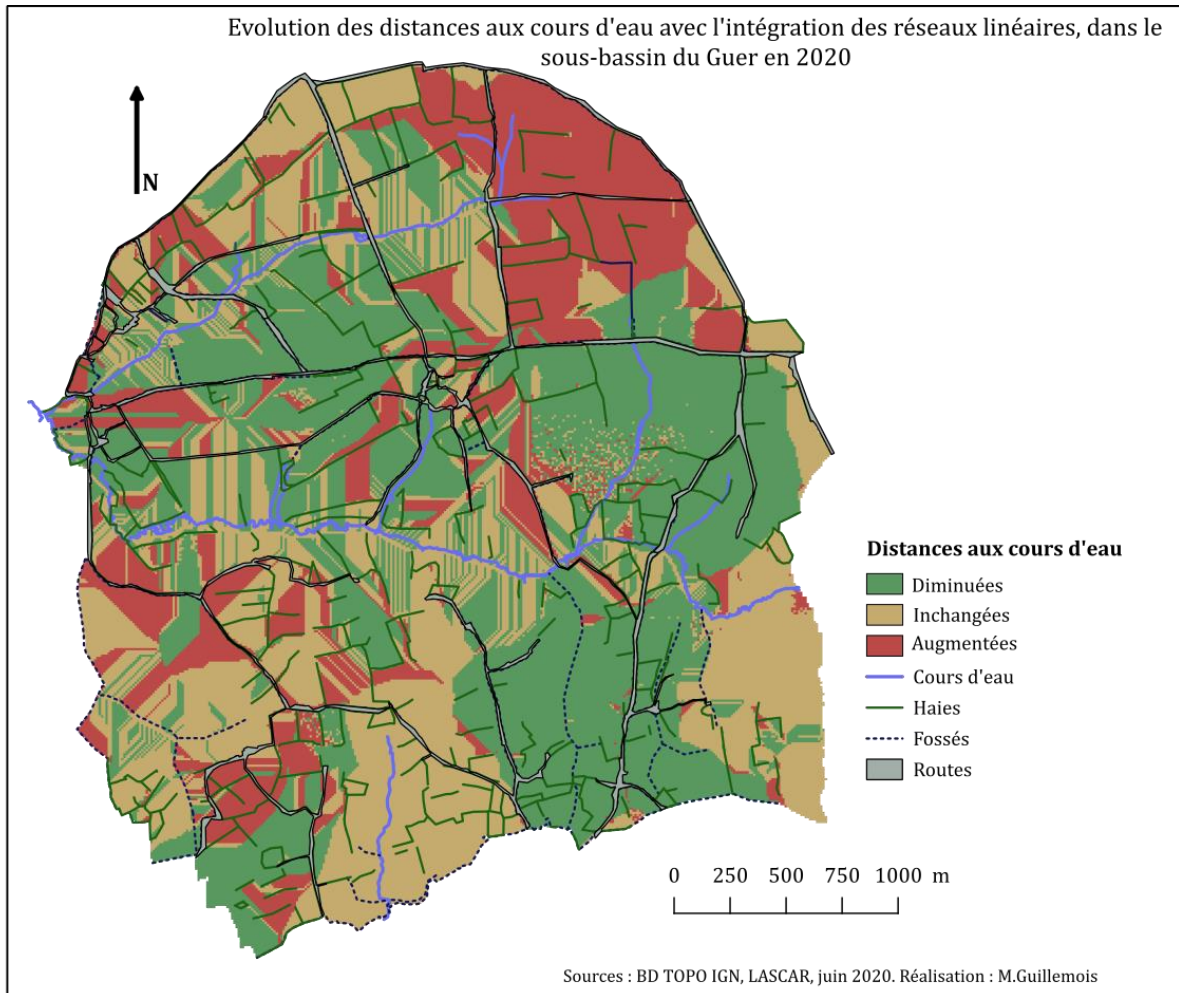


Figure 53 : Evolution des distances au cours d'eau

L'illustration ci-dessous permet de comprendre comment s'organise les écoulements de l'eau avec et sans la prise en compte de la structure paysagère (linéaire de haies, routes et fossés).

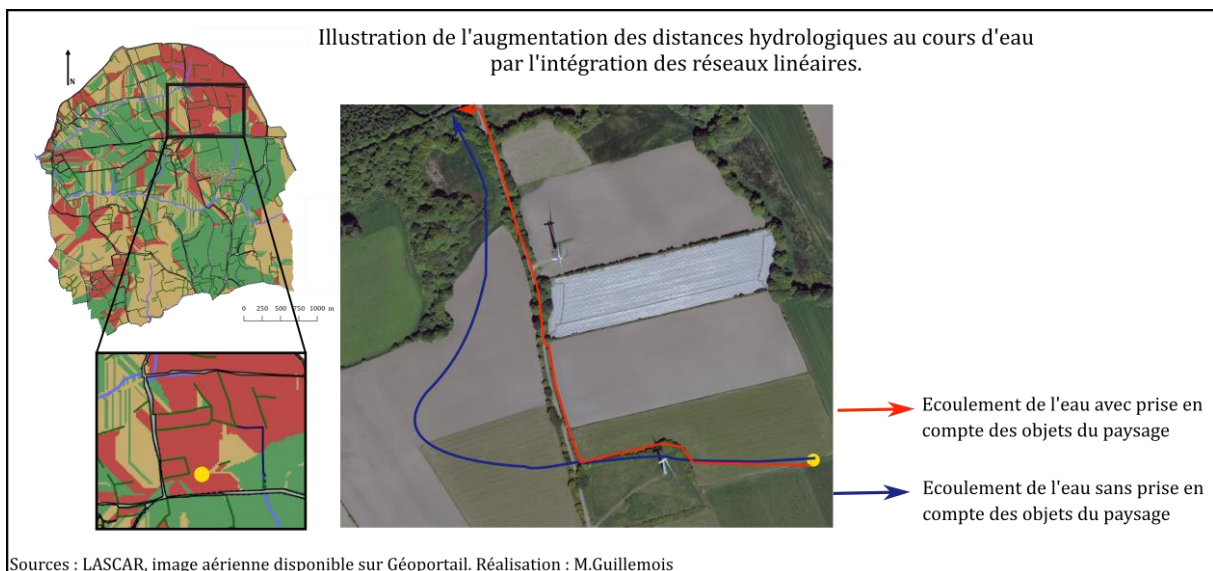


Figure 54 : Illustration de l'augmentation des distances aux cours d'eau



Ici la distance au cours d'eau augmente par l'intégration des différents réseaux linéaires, les écoulements sont en effet contraints de longer les haies et de suivre le fossé situé au bord de la route pour rejoindre le cours d'eau. Sans contrainte paysagère, les écoulements suivent uniquement la pente pour atteindre le cours d'eau.

Les réseaux linéaires ont donc **un impact sur la dynamique spatiale** des écoulements de surface sur notre territoire d'étude. On comprend que les réseaux linéaires peuvent autant augmenter que diminuer les distances aux cours d'eau pour les écoulements en fonction de l'orientation des réseaux par rapport à la pente. D'où l'intérêt de maintenir et d'ajouter des haies contraires au sens de la pente pour contenir les écoulements et augmenter les distances aux cours d'eau. En augmentant les distances, les écoulements augmentent leur potentialité de se faire infiltrer ou bloquer par divers éléments du paysage.

iii. Le réseau linéaire avec seuil et sans seuil de rétention d'eau

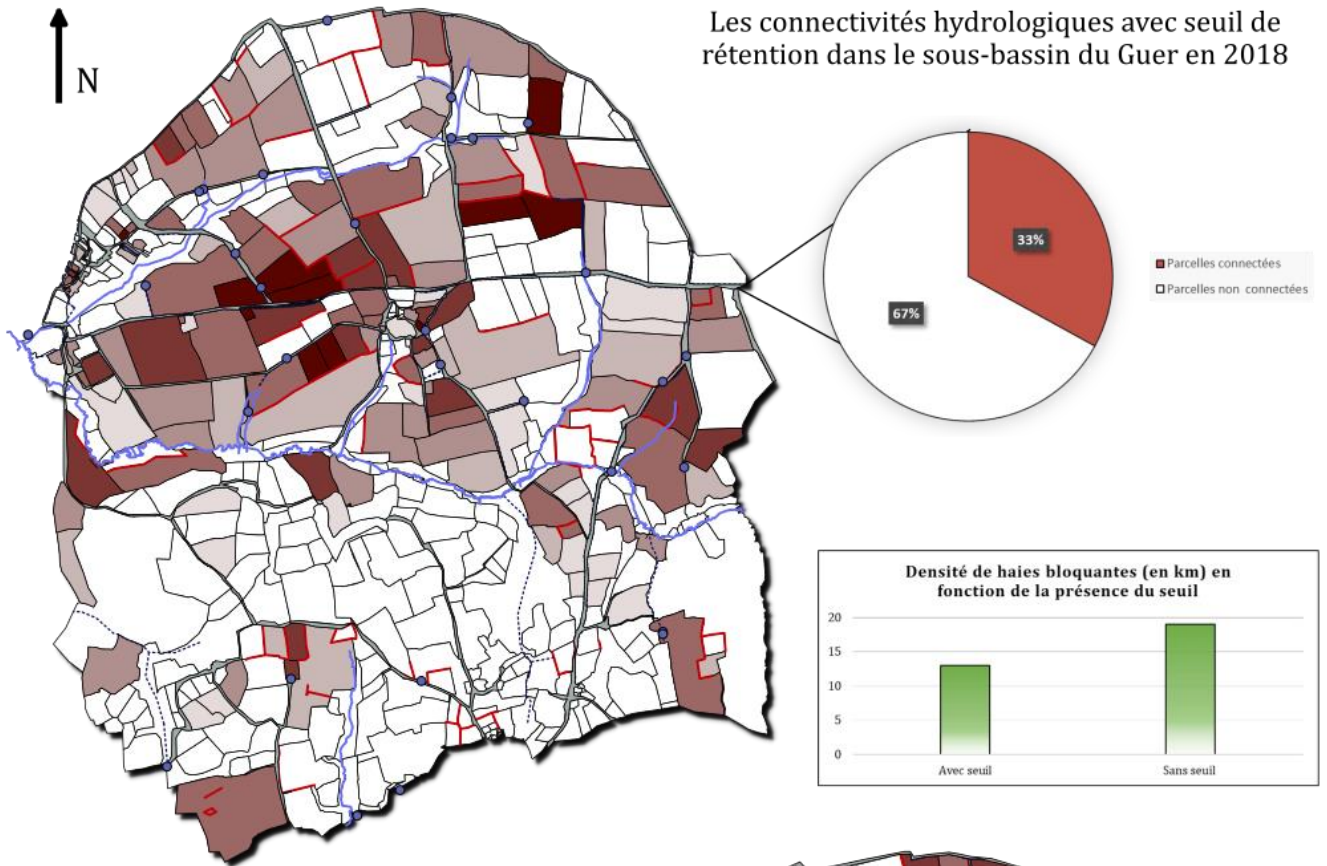
Ces différentes comparaisons mettent en évidence le rôle des réseaux linéaires dans le cadre des connectivités hydrologiques. On voit qu'elles influencent de façon importante les chemins d'écoulement de l'eau, mais aussi les distances aux cours d'eau *etc.* Néanmoins le réseau linéaire a également vocation à bloquer les différents écoulements, et donc à influencer les connectivités hydrologiques.

Afin de mettre en évidence le rôle des **haies bloquantes** sur les connectivités, nous allons réaliser deux modélisations : l'une avec **un seuil de rétention** (fixé à 40) et l'autre sans seuil.

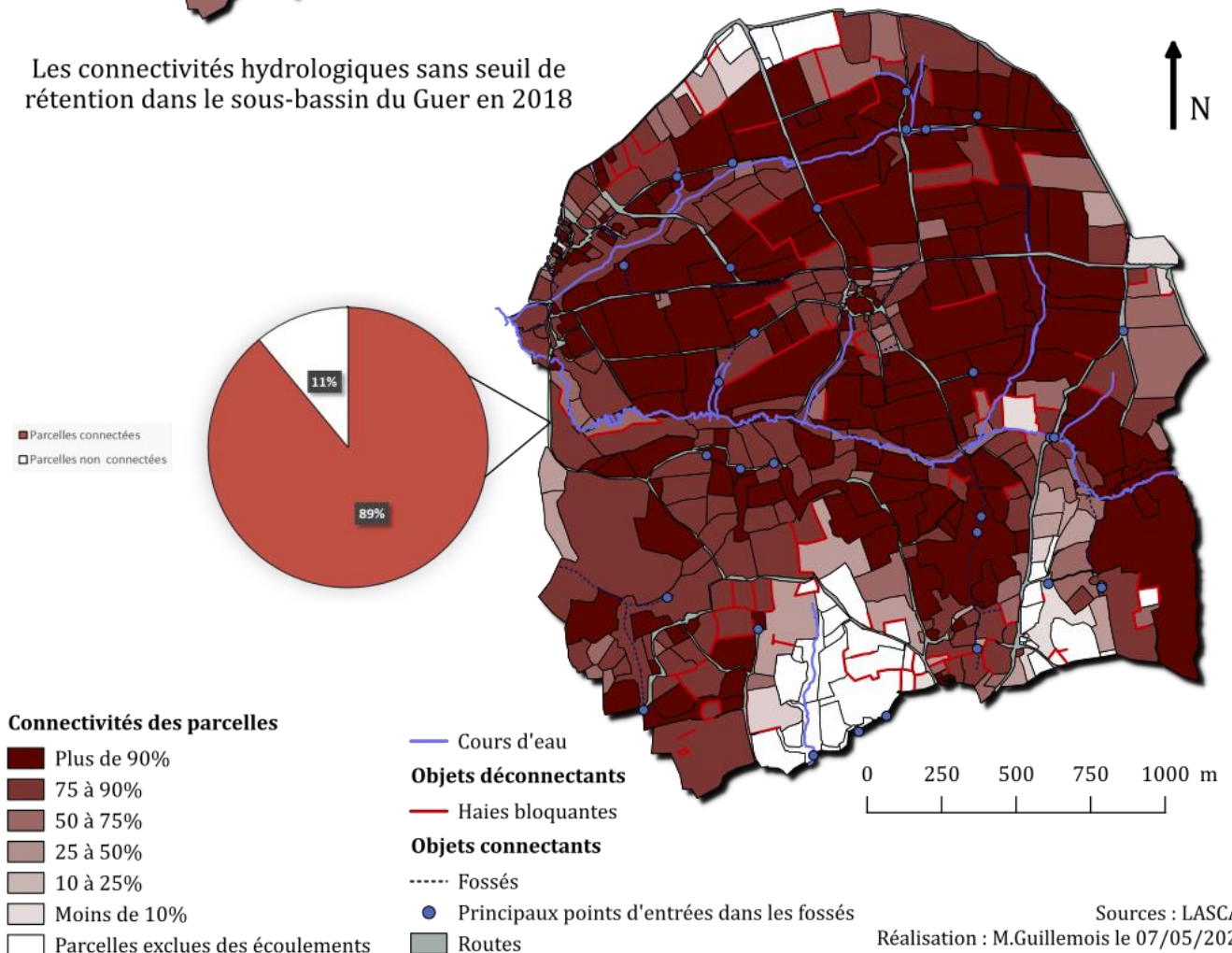
Un seuil de rétention permet de recréer la réalité du terrain, au niveau de la capacité des surfaces des sols à infiltrer l'eau. Il sert à limiter le déplacement des agentgouttes sur les différents patches (haie, prés, bois) en leur permettant d'être infiltrés par ces derniers. Le seuil a été fixé à 40, ce qui veut dire que chaque patch infiltre les **40 premiers agentgouttes**, et laisse passer les suivants.

Le seuil de 40 a été retenu, après de multiples essais dans différents travaux, notamment dans des bassins versants aux sols argileux, comme celui du Lingèvres en Normandie [Reulier, 2015]. Même si son application reste à affiner, avec ce seuil on tend se rapprocher au mieux de la réalité du terrain.

Les deux modélisations vont donc permettre de mettre en évidence le réel impact que peut avoir les haies sur les connectivités, dans une première modélisation où les surfaces de sol ont une capacité d'infiltration en fonction de leur mode d'occupation (prés, cultures), et une seconde où le sol n'exerce aucune contrainte d'infiltration sur les ruissellements.



Les connectivités hydrologiques sans seuil de rétention dans le sous-bassin du Guer en 2018



Sources : LASCAR
Réalisation : M.Guillemois le 07/05/2020.

Figure 55 : Modélisations avec et sans seuil en 2018



On voit entre les deux cartes que l'intégration du seuil dans la modélisation apporte un changement majeur quant à l'analyse des connectivités hydrologiques. La carte avec seuil, comparée à la seconde, ne présente finalement que peu de connexions, **33% des parcelles** ont une part de leur surface connectée aux cours d'eau. Contrairement à la seconde carte, sans seuil, qui dénombre **89%** de parcelles ayant une part de leur surface connectée aux cours d'eau.

Le seuil de rétention permet au sol d'infiltrer la majeure partie des écoulements, ainsi la carte avec le seuil nous montre la capacité des différentes surfaces à agir sur les écoulements. Notamment au niveau du rôle des prés très présents dans notre territoire (environ 241 hectares), qui de par la nature de leur surface permettent l'infiltration des écoulements.

Ces deux cartes permettent donc de comprendre le rôle primordial de l'occupation des sols imitée par le seuil : en fonction de la nature des surfaces, (prés, bois ou culture), les parcelles vont plus ou moins avoir la capacité à infiltrer les écoulements.

Par conséquent dans la carte sans seuil, seul un élément vient contraindre les écoulements de surfaces : **le linéaire de haies, autrement appelé les haies bloquantes**. Ces dernières, symbolisées par un trait rouge, correspondent aux haies disposées de façon perpendiculaire à la pente, qui vont venir bloquer les écoulements. Les haies bloquantes permettent de réduire les connectivités sur les parcelles. Ce que l'on peut voir sur la carte sans seuil. Les parcelles où il n'y a pas de linéaire de haies sont celles les plus connectées (90% et plus de la surface connectée au cours d'eau), alors que les parcelles où se situent les haies bloquantes ont un taux de connectivités plus faible que les autres.

La densité de haies bloquantes est la plus élevée sur la carte sans seuil avec presque 20 kilomètres de haies, contre seulement 13 kilomètres pour la carte avec seuil. Une différence qui s'explique par le fait que sur la carte avec seuil, les écoulements sont infiltrés par, par exemple, les prés ou les bois, avant de pouvoir être bloqués par les haies.

La présence ou non du seuil de rétention met en évidence le rôle important du linéaire de haies, notamment celui qui parvient à bloquer les écoulements de surfaces. D'où l'importance de garder et de maintenir les haies sur le territoire, car elles permettent de réduire les connectivités hydrologiques. Finalement leur **présence permet de déconnecter 11% des surfaces**, dans une modélisation du sous-bassin du Guer amont sans seuil connecté à 89%.

Le seuil de rétention d'eau, est aussi un indicateur important dans la modélisation, au même titre que les réseaux linéaires : son intégration à la modélisation va avoir un impact sur les écoulements de surface. En effet en fonction des surfaces, les ruissellements vont pouvoir être infiltrés ou pas. Plusieurs surfaces sont prises en compte dans la modélisation : les prés, les bois.



2. Le seuil de rétention de l'eau

La figure ci-dessous reprend les différentes modélisations obtenues avec l'utilisation des différents seuils de rétentions : 10, 20 et 40. L'intérêt ici est de voir l'importance du seuil de rétention de l'eau sur les connectivités hydrologiques. Pour rappel le seuil de rétention permet de recréer l'infiltration de l'eau par les surfaces. Un seuil fixé à 10 veut dire que chaque patch (haie, prés, bois) infiltre les 10 premiers agentgouttes, et laisse passer les prochains.

Comme nous l'avons vu précédemment, en l'absence du seuil, les connectivités hydrologiques s'installent dans à peu près l'ensemble du territoire (voir figure 55). Cependant quand on intègre le seuil, même à faible niveau comme à 10, on remarque que la connectivité se réduit de manière assez considérable (figure 56). Ainsi dans une modélisation réalisée sans seuil on obtient un territoire très connecté à 89%, alors que quand on intègre un seuil à 10 on retrouve un territoire moins connecté avec seulement 40% de surfaces connectées. Quand on poursuit les tests des seuils, on se rend compte que le pourcentage de connectivité diminue graduellement plus le seuil augmente. Ainsi pour un seuil à 20, on observe une connectivité totale de 37% et pour un seuil à 40, une connectivité de 33%.

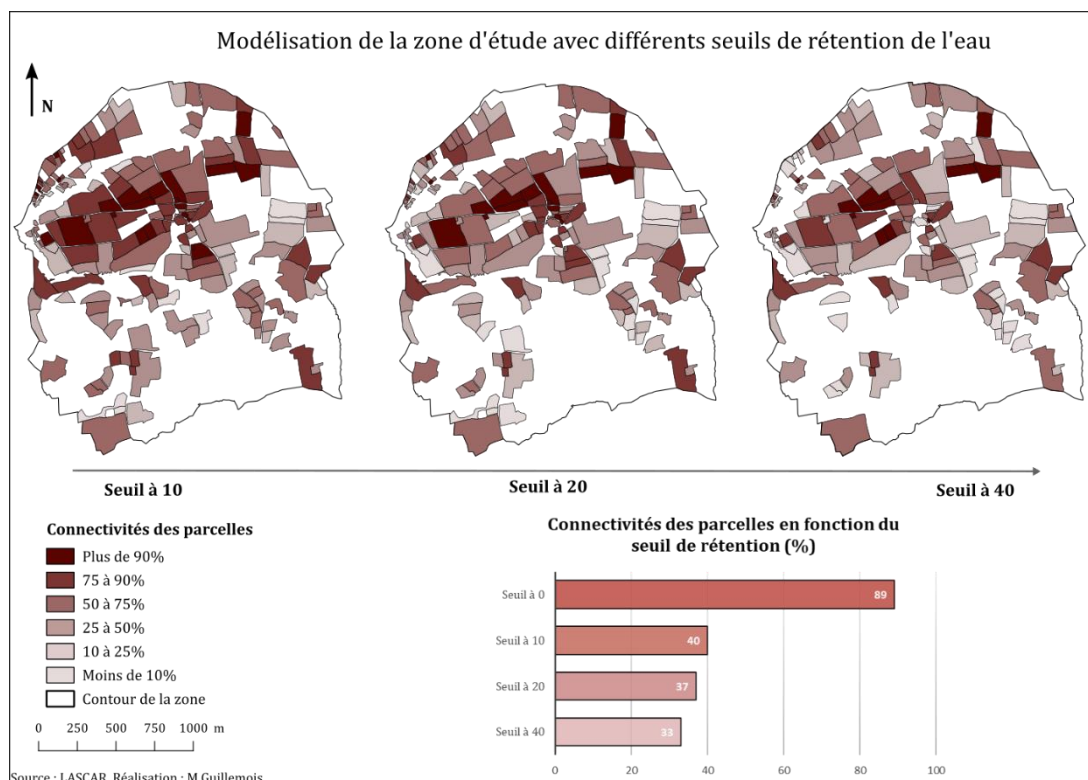


Figure 56 : Modélisations en fonction des seuils

Si l'on poursuit le test, on se rend compte que les connectivités continuent de diminuer progressivement. En effet, avec un seuil de 60 la connectivité est de 27%, avec un seuil à 80 la connectivité est de 24%, et enfin avec un seuil maximum à 100, la connectivité n'est plus que de 23%. Ainsi, plus le seuil augmente et plus la connectivité diminue lentement jusqu'à stagner vers les 20%.

On comprend donc ici l'intérêt d'activer un seuil de rétention de l'eau pendant les modélisations, car il permet avant tout de reproduire comme dans la réalité, les dynamiques spatiales des écoulements de surface. Le choix de l'indice de rétention est aussi important, le seuil à 40 va être celui que nous allons garder pour les modélisations prochaines, même s'il peut contenir des limites sur lesquelles nous reviendrons plus tard, c'est celui qui se rapproche le plus de la réalité du terrain.



B. Les connectivités et déconnectivités hydrologiques en 2020

Les connectivités et les déconnectivités hydrologiques dans le sous-bassin du Guer en 2020

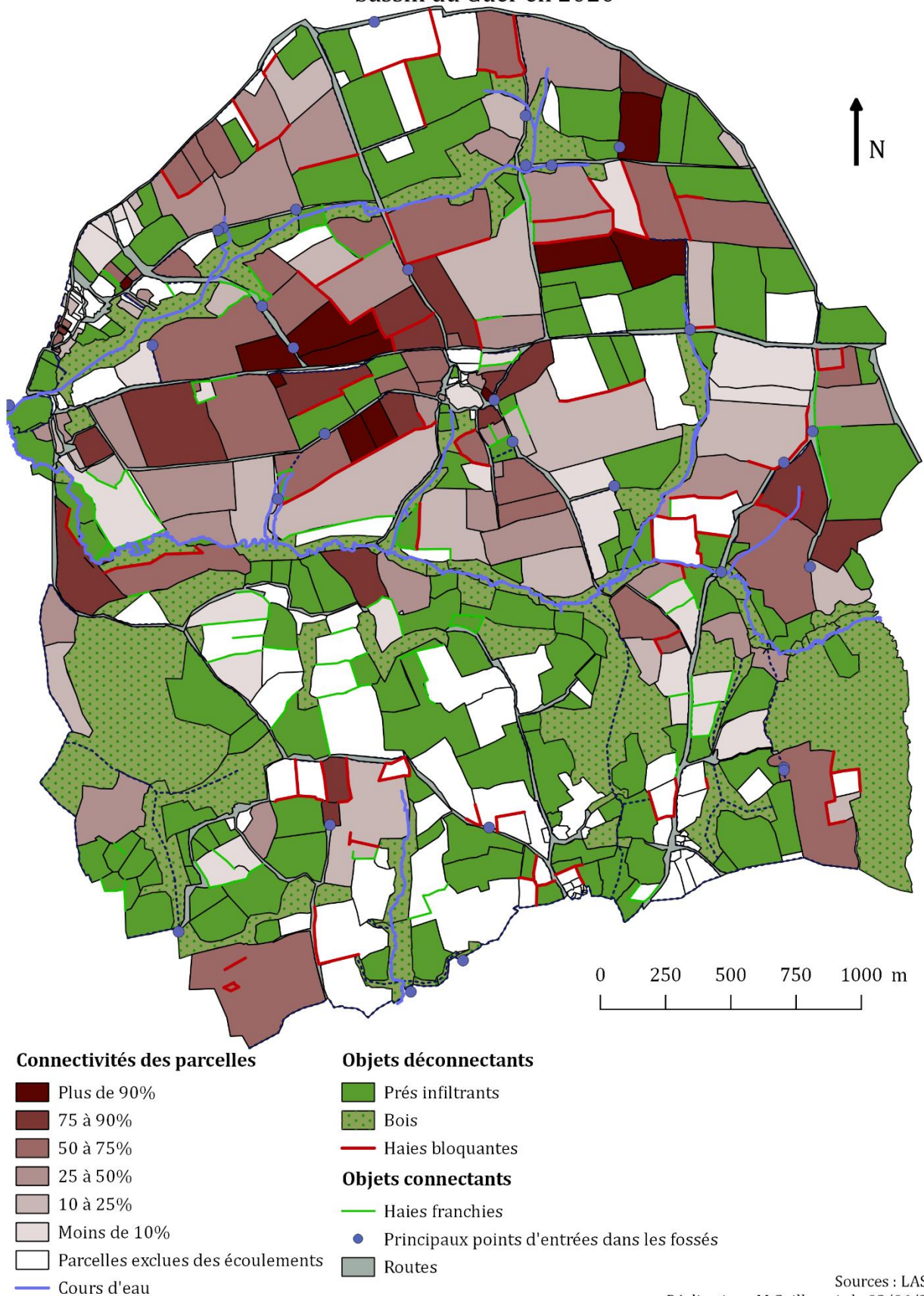


Figure 57 : Modélisation du territoire en 2020



a) Un territoire entre connectivité et déconnectivité

La carte présente les connectivités hydrologiques pour la période actuelle. Ces données sont obtenues par modélisation du territoire, réalisée par le modèle multi-agent LASCAR, avec un seuil de rétention fixé à 40.

Le territoire correspond au sous-bassin du Guer amont, la zone comprend de nombreux cours d'eau, la rendant propice à de multiples connectivités hydrologiques. Aussi le territoire s'inscrit dans une région où le sous-sol est peu perméable, ainsi l'eau s'y infiltre difficilement et a plus tendance à ruisseler. La modélisation permet de renseigner sur les connectivités hydrologiques, ainsi on note que **33% des parcelles de la zone sont connectées hydrologiquement** aux cours d'eau. Plus précisément, cela veut dire que 33% des parcelles ont une part plus ou moins importante de leur surface connectée hydrologiquement cours d'eau. C'est-à-dire que les agentgouttes émis par ces parcelles se connectent au cours d'eau. Le modèle met également en lumière le linéaire de haies bloquantes avec au total une densité de 13 km.

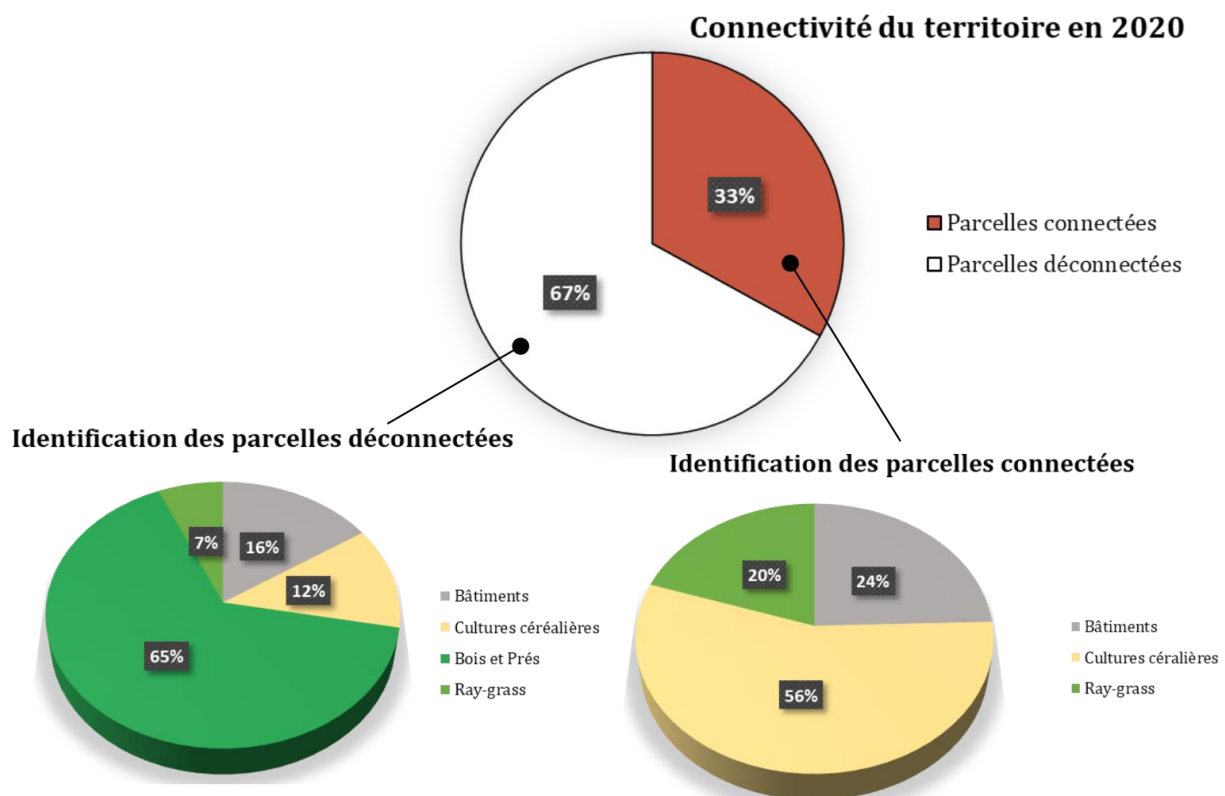


Figure 58 : Graphiques en secteur des connectivités en 2018. Source : M.Guillemois.

On remarque que les parcelles connectées, représentées par un aplat de couleur bordeaux, sont situées majoritairement au nord de la carte, c'est aussi là que l'on retrouve le plus de cours d'eau.

Ces données ont été obtenues par le modèle LASCAR après modélisation de la zone. Il suffit d'exporter les patchs hydrologiquement connectés au cours d'eau, les intégrer aux parcelles de la zone par jointure en y ajoutant la superficie de chaque patch. On obtient donc une couche où chaque parcelle contient la somme totale de la surface des patchs contenue dans celle-ci. Les pourcentages correspondent à la connectivité de la surface de chaque parcelle contenue sur le territoire. De ce fait, une connectivité de plus de 90% veut dire que plus de 90 % de la surface de la parcelle est connectée hydrologiquement au cours d'eau. Plus le gradient de couleur bordeaux s'éclaircit, moins la parcelle à une surface connectée.



Les parcelles connectées, comme l'on peut le voir sur la figure 58, sont principalement des parcelles de culture (56%), des zones de bâtiments (24%) et des surfaces de ray-grass (20%). En effet les bâtiments par leur surface de sol, laissent aisément l'eau ruisseler, puisque cette dernière ne peut pas s'infiltrer dans le sol avec le revêtement des routes. Les différents aménagements urbains comme les trottoirs, les toitures, augmentent ce que l'on appelle **le coefficient de ruissellement**. Cependant le modèle n'intègre pas les réseaux d'assainissement, ainsi on ne peut avoir réellement le devenir des écoulements sur ces différents aménagements urbains.

Sur notre territoire les parcelles de cultures représentent le type de parcelles le plus connecté hydrologiquement au cours d'eau (Figure 58). Même si l'on retrouve également des parcelles de cultures dans le diagramme en secteur des parcelles déconnectées, elles restent majoritairement de nature connectée. En effet sur l'ensemble des parcelles cultivées de la zone, 66% d'entre elles sont considérées comme connectées

Les parcelles de cultures sont assez bien drainées et laissent donc l'eau circuler aisément. Par exemple, un champ de maïs, une culture assez importante dans le territoire, qui représente 40% des parcelles cultivées connectées, ne va pas infiltrer l'eau qui circule sur son sol. Le maïs est cultivé en rang, permettant ainsi à l'eau de circuler aisément dans les sillons de terre entre deux rangs de maïs.

D'autres éléments peuvent être pris en compte pour expliquer les écoulements de surface sur les parcelles de cultures : notamment l'érosion par « **l'effet splash** ». Chaque goutte d'eau qui tombe sur le sol dispose d'une force de gravité et donc d'une certaine force d'impact. En tombant sur le sol, la goutte d'eau va fragiliser ce dernier et créer de l'érosion en détachant des particules du sol. Ces particules forment sur ce que l'on va appeler une **croûte de battance** qui résulte de l'érosion du sol par les gouttes d'eau. Les ruissellements vont être contraint de circuler sur cette croûte de battance, entraînant toujours plus d'érosion. C'est un élément important dans les dynamiques d'écoulements, seulement le modèle ne le prend pas en compte.

Les surfaces de ray-grass représentent le troisième type de parcelles les plus connectées. Le ray-grass correspond à une culture fourragère très répandue en Bretagne. Par son caractère enherbé il favorise l'infiltration de l'eau dans le sol, c'est d'ailleurs une de ses fonctions, en plus d'améliorer la structure du sol, le ray-grass limite l'érosion du sol par le vent et la pluie. Le fait que les parcelles de ray-grass soient parmi celles les plus connectées aux cours d'eau, est un résultat inattendu, elles représentent seulement 6% des parcelles déconnectées. L'explication de ce phénomène résulte des limites du modèle, qui n'a pas pris en compte cette culture comme surface enherbée mais comme une surface de culture.

La répartition des différentes connectivités s'opère sur le territoire en fonction de la présence d'objet du paysage qui bloquent les écoulements et ceux au contraire qui les connectent. Plusieurs éléments agissent dans ce sens comme objet déconnectant et sont illustrés sur la carte. Ainsi, les bois et les prés représentent des surfaces infiltrantes, comparées aux parcelles de cultures, elles vont contraindre les écoulements de surface à s'infiltrer. Ces parcelles de bois et de prés sont largement représentées sur la carte, on en dénombre au total 201. Elles constituent 67% des parcelles déconnectées, comptabilisant ainsi une surface totale de 419 hectares.

D'autres éléments participent à la déconnection : les haies bloquantes qui agissent comme barrière aux écoulements de surfaces, ou bien encore certains aménagements urbains.

A l'inverse d'autres objets du paysage vont connecter les écoulements, comme les fossés et les routes. C'est le cas aussi les haies franchies, qui contrairement aux haies bloquantes, ne vont exercer aucune contrainte sur les écoulements. La plupart des haies franchies comportent des trouées permettant ainsi à l'eau de circuler à travers la haie.



Sur la carte sont également représentés les 30 principaux points d'entrées de l'eau dans les fossés. Ces entrées peuvent se faire au niveau des sorties de champs situées en bas de parcelle, ou bien autour des trouées dans les haies.

L'ensemble de ces analyses nous permettent de comprendre que les connectivités hydrologiques sont indéniablement liées au paysage et à ses composantes. Ainsi les différents objets du paysage agissent sur les dynamiques d'écoulement de surface, leur présence permet de guider ou bloquer ces écoulements.

b) Vérifications du modèle sur le terrain

Les différentes vérifications sur les deux journées de terrain permettent d'évaluer le modèle à travers 6 zones réparties sur le territoire. Finalement on remarque que le modèle est bien représentatif de la réalité que l'on peut observer sur le terrain. Les parcelles déconnectées indiquées par le modèle se confirment sur le terrain par étant bien souvent clôturées par des haies. Pour les parcelles connectées, on peut facilement retracer les chemins d'écoulements régits pour la plupart par la pente. En raison de la saison printanière, la végétation est abondante, on peut retrouver à certains endroits des zones de dépôts.

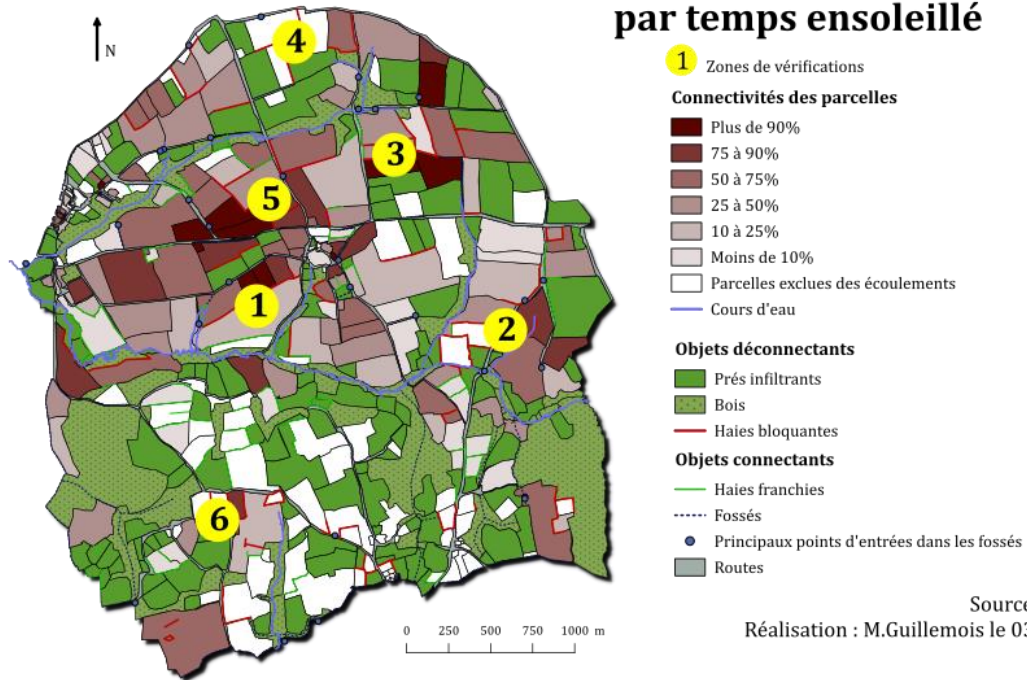
Aussi le terrain permet de se rendre compte du rôle évident des différents objets du paysage, mais également de celui de la pente. La pente régit les directions des écoulements, c'est elle qui agit principalement sur ces chemins. En effet, bien souvent les haies sont désignées comme étant bloquantes car les écoulements contraints par la pente, ruissellent aux pieds des haies jusqu'à rejoindre les fossés comme on peut le voir illustré dans la zone 1 (Figure 59). Certaines entrées dans les fossés ont également été vérifiées sur le terrain, et correspondent à ce que le modèle montre : les entrées se font soit en sortie de champs, soit au niveau des haies franchies quand elles juxtaposent un fossé.

La seconde journée de terrain réalisée après un épisode de précipitations, aura permis de constater le rôle des prairies infiltrantes. Ce que l'on voit principalement sur les illustrations des figures 63 et 64. En effet, les ruissellements sur les parcelles connectées n'ont pas pu être vues, car les pluies n'ont pas été assez importantes, aussi, le sol étant très asséché il se peut que les pluies tombées aient été absorbées par le sol avant d'avoir pu ruisseler. La zone 4 n'est pas représentée dans les illustrations du second terrain, car les précipitations tombées dans la matinée, n'ont pas amené à un changement notable sur ces parcelles, vis-à-vis du terrain précédent.

Le terrain permet également une meilleure compréhension du territoire. En effet, le modèle représente la plupart des parcelles du sud comme étant déconnectées des dynamiques spatiales d'écoulement. Un fait qui corrobore avec la réalité du terrain, le sud à un relief plus escarpé que dans le Nord, dans lequel s'inscrit des cours d'eau. Le paysage y est quelque peu différent, les parcelles sont plus petites, on y retrouve peu de culture, aussi les routes sont encadrées par de grands talus (d'une hauteur supérieure à 2m).



Vérification du modèle sur le terrain par temps ensoleillé



1 Zone 1

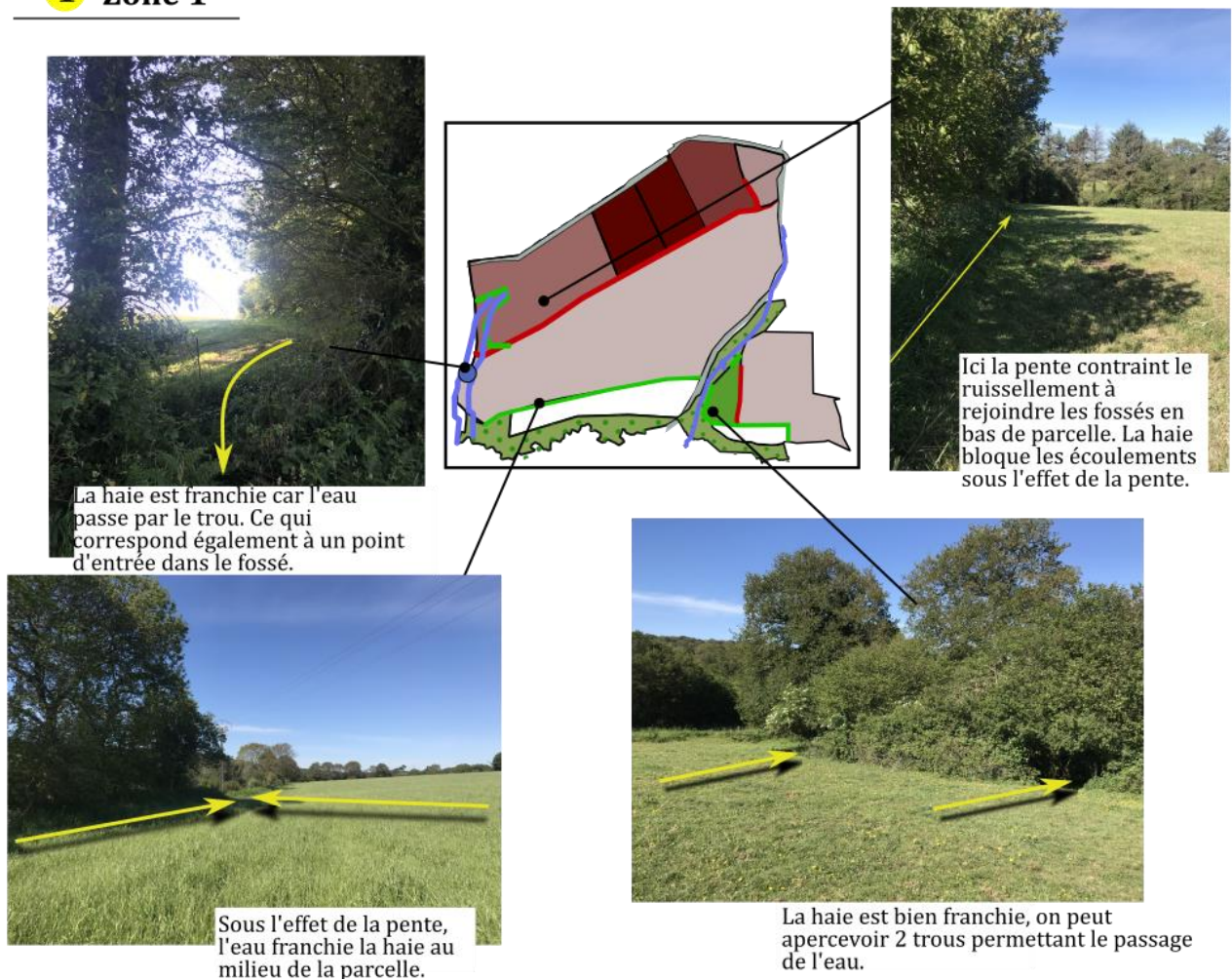
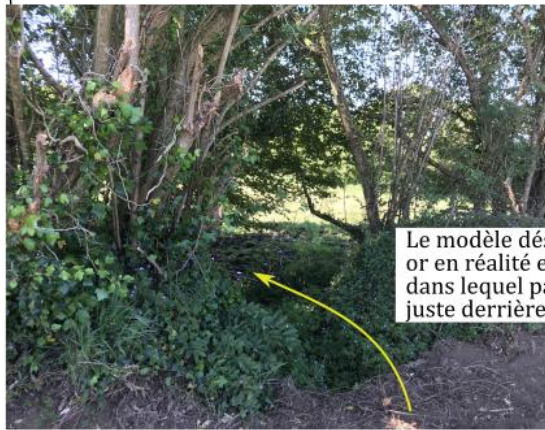
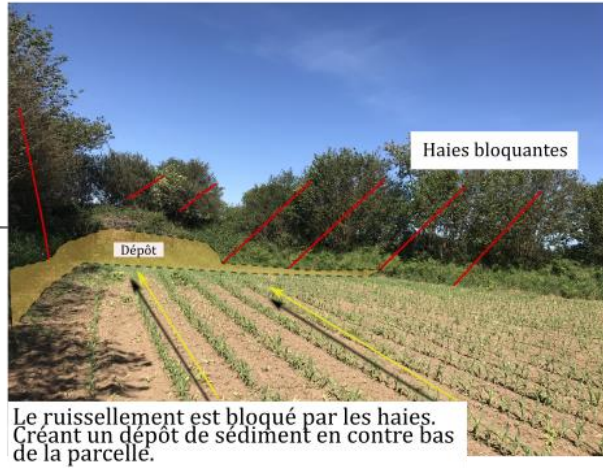
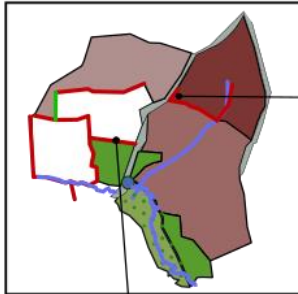


Figure 59 : Vérification terrain zone 1

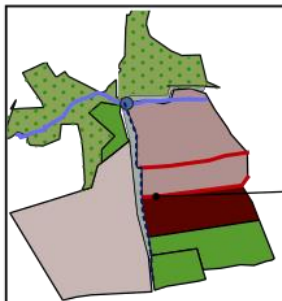


2 Zone 2



Le modèle désigne la haie comme étant bloquante, or en réalité elle est franchie car l'on peut observer un trou dans lequel passe les écoulements pour rejoindre le pré situé juste derrière.

3 Zone 3



La haie bloquante contraint les écoulements à rejoindre le fossé à l'ouest. Un chemin qui se confirme sur la carte des chemins d'écoulement. Ici la haie bloque et régule la circulation des flux.

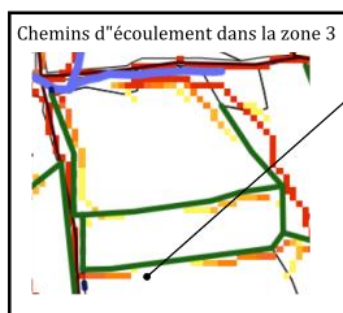
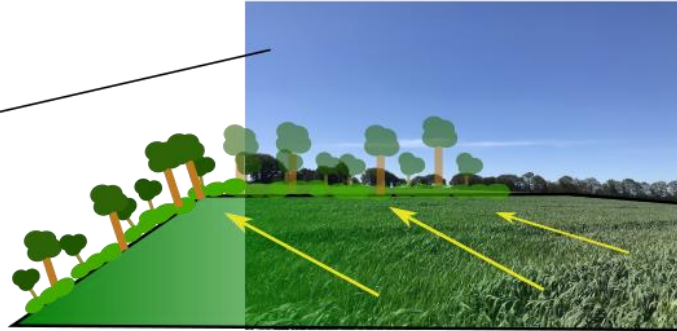
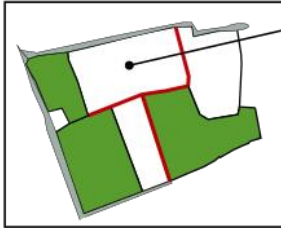


Figure 60 : Vérifications terrain zones 2 et 3

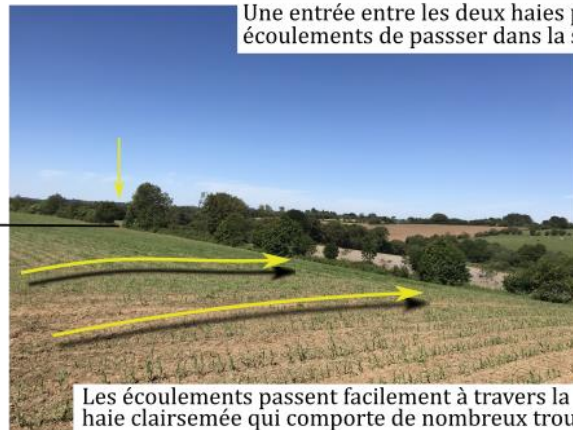
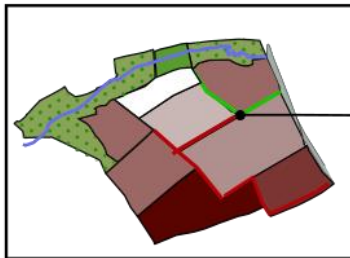


4 Zone 4



Le modèle désigne la parcelle comme étant déconnectée. En effet sur le terrain on voit qu'elle est clôturée par des haies d'arbres et d'arbustes, bloquant les écoulements.

5 Zone 5



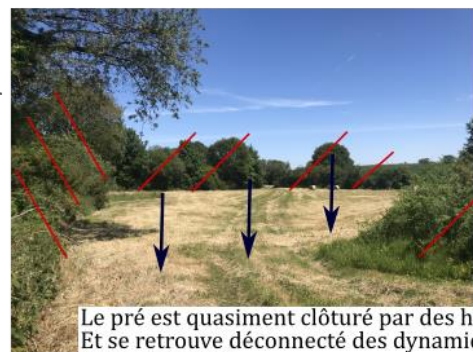
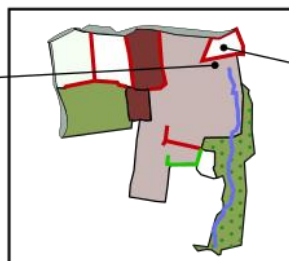
Une entrée entre les deux haies permet aux écoulements de passer dans la seconde parcelle.

Les écoulements passent facilement à travers la haie clairsemée qui comporte de nombreux trous.

6 Zone 6



Les ruissellements longent la haie bloquante jusqu'à rejoindre le cours d'eau en bas de la parcelle.



Le pré est quasiment clôturé par des haies, Et se retrouve déconnecté des dynamiques d'écoulements. Il en est déconnecté également par sa surface de sol, qui infiltre les ruissellements.

Figure 61 : Vérifications terrain zones 4, 5 et 6



1 Zone 1

Vérification du modèle sur le terrain après un épisode de précipitation



L'eau stagnante à l'entrée du champ montre l'effet infiltrant de la prairie sur les écoulements.



Les écoulements ruissellent le long du chemin pour rejoindre en contre bas le fossé.



Les ruissellements s'écoulent selon le sens de la pente. Ici on peut facilement deviner les chemins d'écoulement qui s'inscrivent dans les traces laisser par le passage d'une machine agricole.

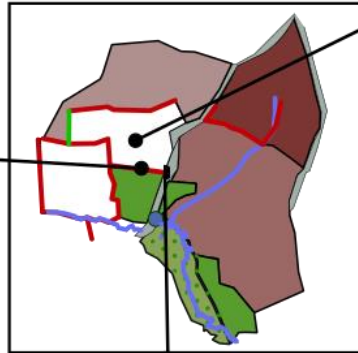
Figure 62 : Vérifications terrain zone 1



2 Zone 2



L'épisode de pluie vient confirmer que la haie est franchie et non pas bloquante. En cas de forte pluie, on peut facilement imaginer que les écoulements parviennent par cette trouée à rejoindre le pré infiltrant situé juste derrière.

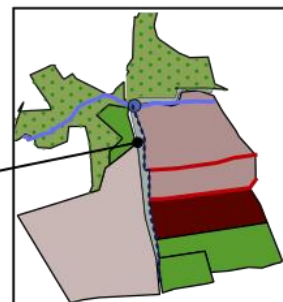


Ici on devine, grâce à la couleur plus sombre de la terre, le chemin d'écoulement de l'eau qui se fait entre les rangs de maïs.



Ce côté de route ne comporte pas de fossé, l'eau ruisselle sur le bas côté selon le sens de la pente jusqu'à rejoindre le fossé en contre bas.

3 Zone 3



La prairie est bien infiltrante, la présence d'eau stagnante prouve la capacité d'infiltration et de rétention de la parcelle après un épisode de précipitation.

Figure 63 : Vérifications terrain zones 2 et 3

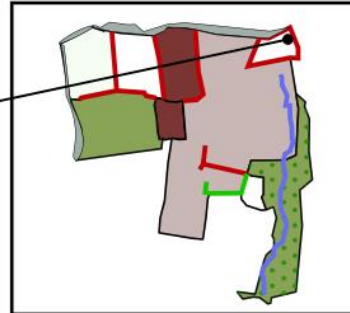


5 Zone 5



Les écoulements parviennent jusqu'en contre bas de la parcelle.
L'eau à soit rejoint le prés derrière, ou bien elle s'est infiltrée dans le sol, qui est très sec comme on peut le voir grâce à la présence de polygone de dessiccation.

6 Zone 6



La prairie qui est déconnecté des dynamiques d'écoulements, par la présence de haies bloquantes sur tout son pourtour, infiltre également les précipitations qui tombe sur sa surface

Figure 64 : Vérifications terrain zones 5 et 6



c) Un indice pour les gestionnaires

Ainsi les différentes connectivités s'inscrivent dans le paysage, et sont contraintes par les différents éléments du paysage. Les gestionnaires de bassin versant peuvent agir sur le paysage pour modifier les connectivités hydrologiques. Dans ce sens, pour endiguer certains écoulements, il leur faut agir directement sur les objets du paysage. Maintenir ou ajouter de nouvelles haies sur talus permet d'agir inéluctablement sur les écoulements.

L'indice sous forme de plaquette présentée ci-dessous, permet aux gestionnaires d'avoir une meilleure représentativité du territoire, et de pouvoir en comprendre les différentes connectivités. La plaquette reprend l'ensemble des éléments que nous avons énoncé précédemment sous forme schématique. Par cet outil, les gestionnaires pourront visualiser où implanter de nouvelles haies-talus, ou bien savoir lesquelles doivent être préservées. De surcroît la plaquette peut s'adresser à un public plus large, comme les collectivités territoriales, les agriculteurs...

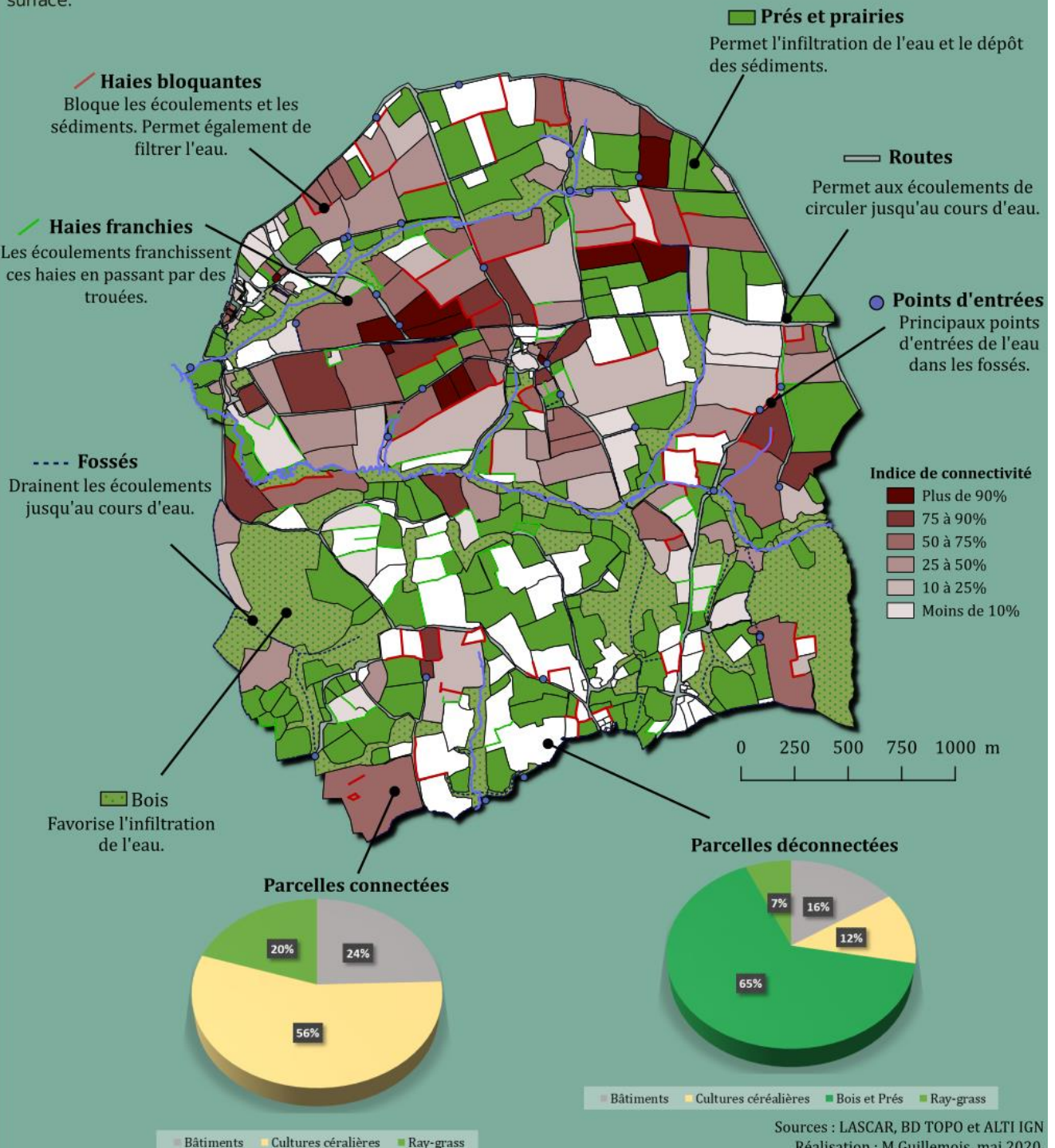
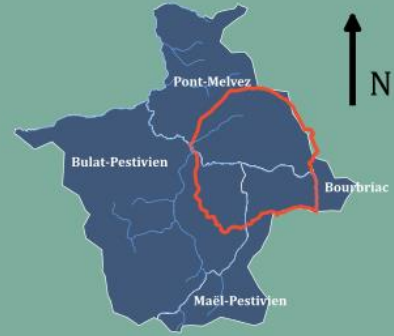
Comme nous l'avons dit précédemment le comité Vallée du Légier, s'est engagé à reconstituer le bocage afin de diminuer l'érosion du sol et la pollution de l'eau. Seulement cet engagement se fait de pair avec l'aide des agriculteurs, acteurs indispensables dans notre territoire très agricole. L'ensemble de ces acteurs travail d'ores et déjà à la reconstitution du bocage, la plaquette présentée ci-joint, permet aux acteurs d'identifier les parcelles présentant le plus de connectivités, afin de pouvoir y ajouter au besoin une haie.



Les connectivités et les déconnectivités dans le territoire

Un indice pour les gestionnaires

Les connectivités et les déconnectivités hydrologiques représentent un enjeu majeur dans la lutte contre la pollution des cours d'eau. Le modèle LASCAR met en évidence le rôle des différents objets du paysage dans la gestion des écoulements de surface.



Sources : LASCAR, BD TOPO et ALTI IGN
Réalisation : M.Guillemois, mai 2020.

Figure 65 : Plaquette pour les gestionnaires



IV. Trajectoire des connectivités et déconnectivités hydrologiques depuis 1830 dans le sous-bassin du Guer amont

Les connectivités hydrologiques sont liées au paysage et aux objets qui le composent, ainsi on peut supposer que les connectivités peuvent évoluer au gré des mutations paysagères. Précédemment, nous avons étudié l'évolution historique du paysage et vu ses différentes mutations au cours des siècles (Partie II). Dans l'objectif d'étudier la trajectoire historique de l'hydrosystème, nous pouvons également observer la trajectoire historique des connectivités et déconnectivités hydrologiques.

Ainsi nous pourrions constater les différentes connectivités au fil des époques, ce qui nous permettra de voir à quelles périodes le territoire était plus ou moins connecté ? Et de comprendre pourquoi en faisant le lien avec les différentes mutations paysagères. Par conséquent, nous allons procéder à la réalisation de **3 modélisations** pour 3 périodes : 1830, 1952 et 1978.

Nous pouvons dès lors émettre quelques hypothèses que viendront confirmer ou non les modélisations. Ainsi la période de 1830, devrait être celle où la zone présente le plus de déconnexions. En effet au vu de sa densité de haie, cette hypothèse semble plutôt plausible. Les haies restent l'une des principaux objets du paysage déconnectant les écoulements de surface.

Ensuite on peut supposer que la carte de 1952 présenterait un territoire un peu moins déconnecté que la précédente, car elle comporte moins de haies. Enfin la carte de 1978 aboutirait à un paysage aux parcelles plus connectées au cours d'eau, dû aux politiques de remembrement qu'a subi le territoire. Le remembrement ayant un impact direct sur le paysage, quel est son réel impact sur les connectivités ?

Dans cette partie nous allons comparer différentes modélisations historiques. Mais, il faut avant tout rappeler que ces modélisations ne peuvent pas toujours être comparables. En effet, on compare des époques différentes mais également des données différentes : l'une provient d'un cadastre ancien, comportant des limites. Les autres reposent sur des photographies aériennes du XX^{ème} siècle. Aussi toutes trois comportent des données manquantes, celles des fossés, or cet élément est un objet essentiel dans le paysage pour ce qui concerne les connectivités hydrologiques.

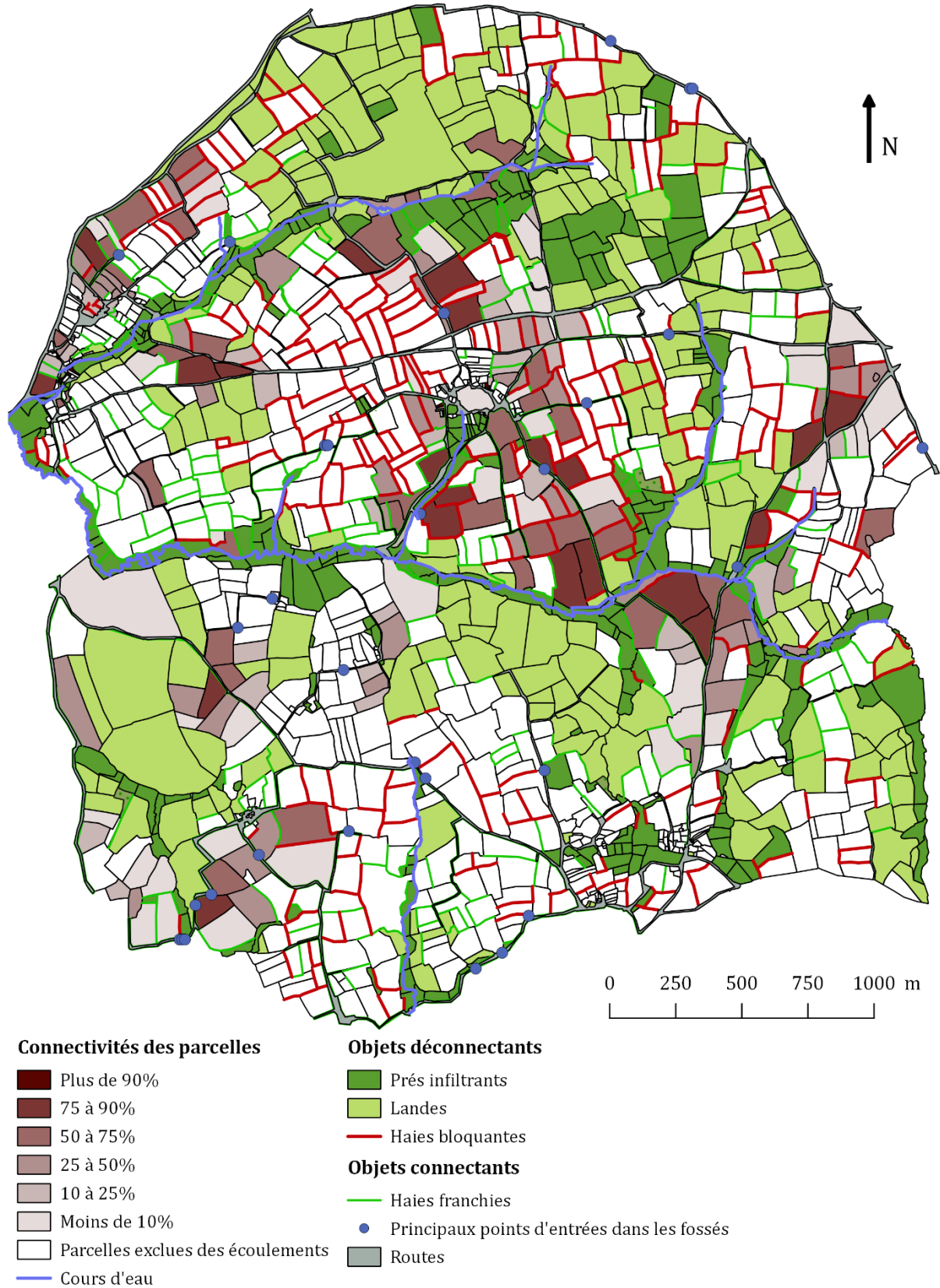
Ainsi les différentes modélisations que nous allons comparer, ne sont pas réellement représentatives de ce qu'étaient les connectivités hydrologiques à ces différentes périodes, mais elles tendent vers ce qu'elles étaient.



A. De 1830 à 1978...

a) 1830, un territoire déconnecté ?

Les connectivités et les déconnectivités hydrologiques dans le sous-bassin du Guer en 1830



Sources : LASCAR
Réalisation : M.Guillemois le 03/06/2020.

Figure 66 : Modélisation du territoire en 1830



La carte précédente présente les connectivités et les déconnectivités hydrologiques dans le sous-bassin du Guer amont en 1830. Les connectivités des parcelles sont représentées par un aplat de couleur bordeaux de plus en plus foncé en fonction du pourcentage de surface connectée des parcelles. Dans sa globalité le territoire présente 14% de connectivité, ce qui veut dire que seulement 14% des parcelles de la zone ont une part de la surface qui est connectée hydrologiquement au cours d'eau (Figure 66). Un résultat qui vient en accord avec notre hypothèse de départ : en 1830 le territoire se compose d'un grand réseau linéaire de haies, les écoulements parviennent plus difficilement à se rejoindre les cours d'eau, ainsi 86% des parcelles sont déconnectées des cours d'eau. En tout, 43 kilomètres de haies bloquants les écoulements s'inscrivent sur la carte.

Les parcelles connectées sont majoritairement situées dans la partie nord de la carte près des zones d'habitation : le hameau du Gollot au centre et le bourg de Pont-Melvez à l'ouest.

Les landes, les prés et les bois sont représentés sur la carte, ces parcelles correspondent à des surfaces infiltrantes qui déconnectent les écoulements de surface. Comme le graphique qui suit le démontre, les landes et les prés font partie des parcelles présentant le plus de déconnectivité. C'est-à-dire que sur les 86% de parcelles déconnectées, 25% d'entre elles correspondent à des prés, 20% à des landes et 44% à des terres labourables.

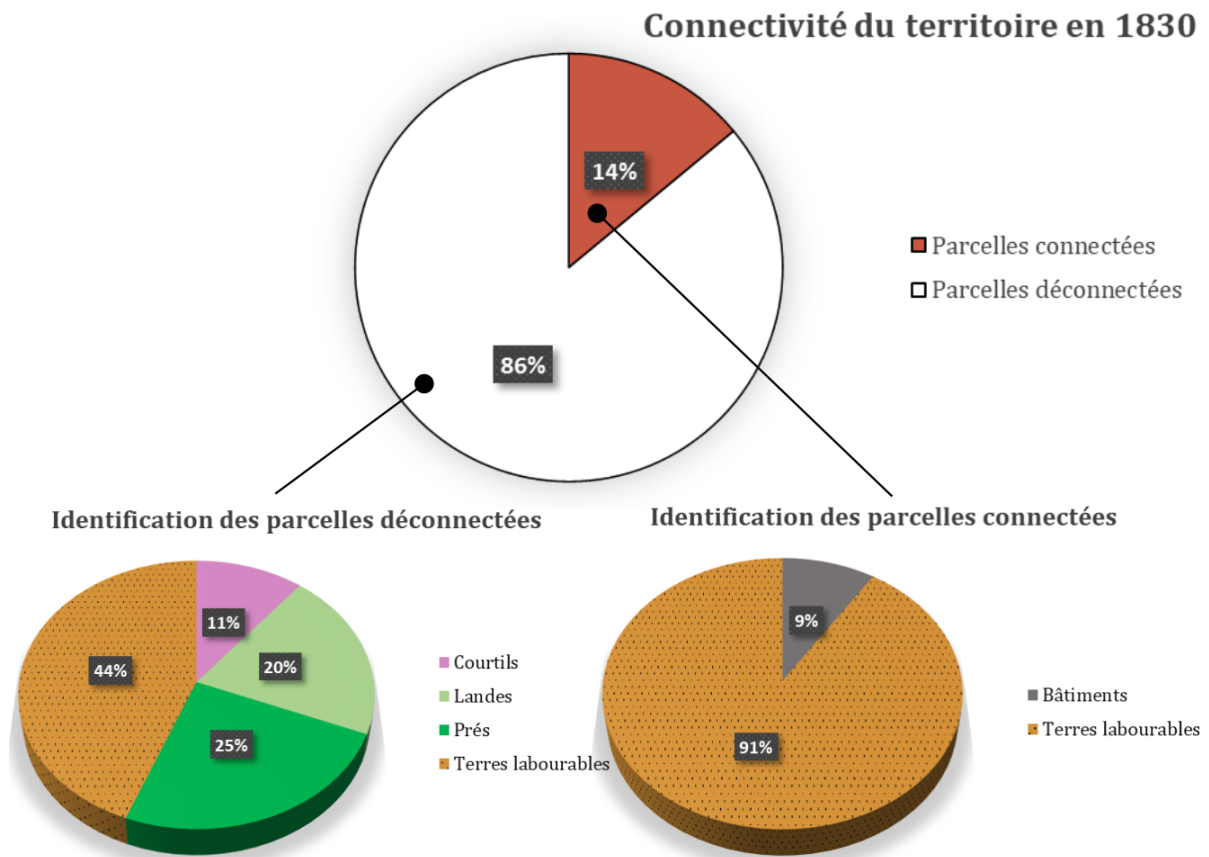


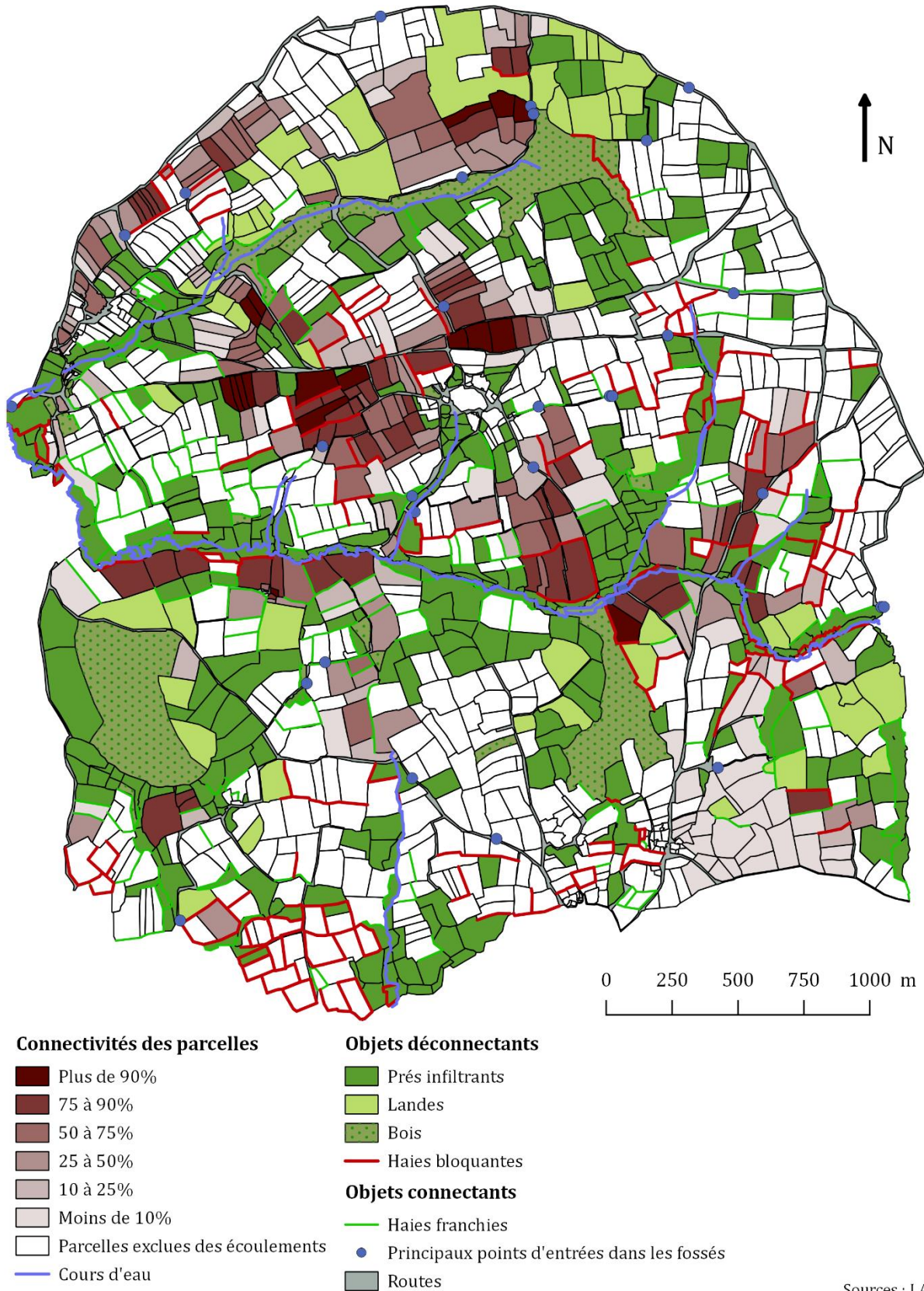
Figure 67 : Graphiques en secteur des connectivités en 1830. Source : M.Guillemois.

Les terres labourables est le contenant le plus ambivalent de la carte, il correspond aussi bien au contenant principal des parcelles déconnectées que celui des parcelles connectées. En outre, la sur-représentation des terres labourables peut provenir du fait qu'elles représentent une part importante dans la surface totale de la carte. Comme nous l'avons pu le voir dans la partie II, elles représentent 584 hectares dans la zone.



b) 1952, vers plus de connectivités ?

Les connectivités et les déconnectivités hydrologiques dans le sous-bassin du Guer en 1952



Sources : LASCAR
Réalisation : M.Guillemois le 03/06/2020.

Figure 68 : Modélisation du territoire en 1952



Cette seconde carte présente les connectivités et déconnectivités hydrologiques dans le sous-bassin du Guer amont en 1952. Nous ne sommes pas encore dans la grande période du remembrement, mais nous pouvons voir que le territoire est plus connecté que précédemment. Dans ce sens on observe **22% de connectivité**, soit 22% des parcelles ont une part de leur surface connectée hydrologiquement au cours d'eau.

Les connectivités s'observent pour la plupart aux mêmes endroits qu'en 1830, on retrouve dans les zones d'habitations les plus forts taux de connectivités : les zones bâties par leur revêtement de sol imperméable, permettent aux écoulements d'y ruisseler.

La partie ouest du hameau du Gollot ainsi que le nord et le sud-est de la carte, dans les anciennes landes, sont les nouvelles zones où les connectivités se sont développées. Un fait qui s'explique pour le nord par le recul des landes, amenant à moins de surfaces infiltrantes. D'autant qu'on peut noter le recul léger mais significative des haies dans la partie ouest du hameau du Gollot.

Comme pour la carte de 1830, les parcelles connectées et déconnectées restent de même nature. On retrouve les cultures dans les parcelles présentant le plus de connectivités (94%), ainsi que les bâtiments.

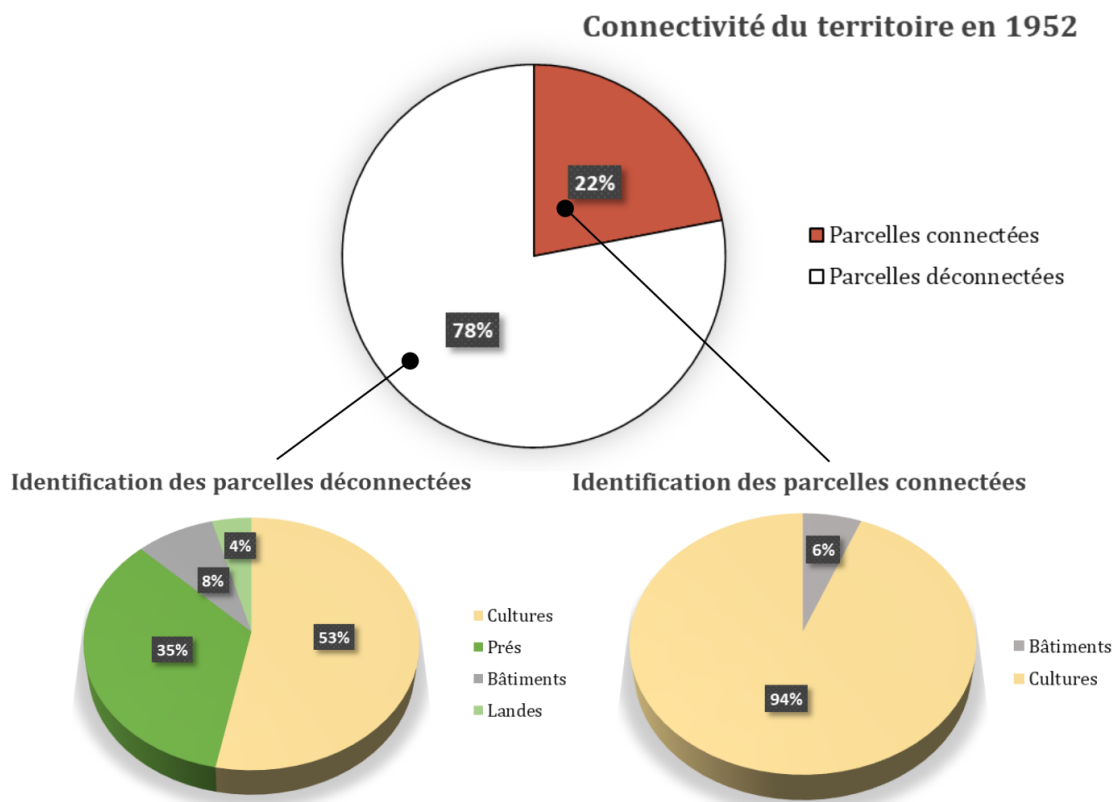


Figure 69 : Graphiques en secteur des connectivités en 1978. Source : M.Guillemois.

Les déconnectivités représentent 78% des parcelles principalement, comme on peut l'observer sur le graphique, des parcelles de prés et de cultures.

Sur la carte les bois sont également représentés, ils ne sont pas indiqués sur le secteur d'identification des parcelles déconnectées, car leur part dans la part totale des parcelles déconnectées reste moindre. Cependant, malgré leur petite part, leur surface reste tout de même



importante, ainsi nous avons au sein du territoire 54,4 hectares de parcelles de bois déconnectées. Les prés, représentant 35% des parcelles déconnectées, correspondent à une surface de 220 hectares.

Surfaces des parcelles déconnectées en hectare en 1952

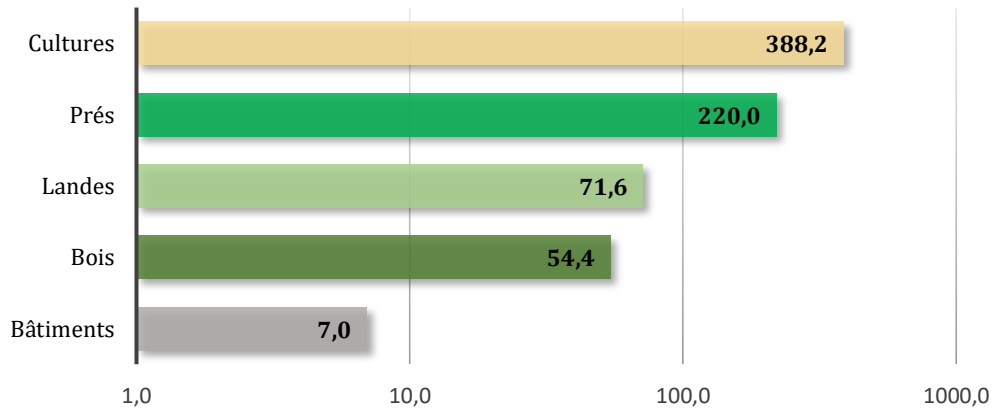


Figure 70 : Graphique des surfaces des parcelles déconnectées en 1952. Source : M.Guillemois.

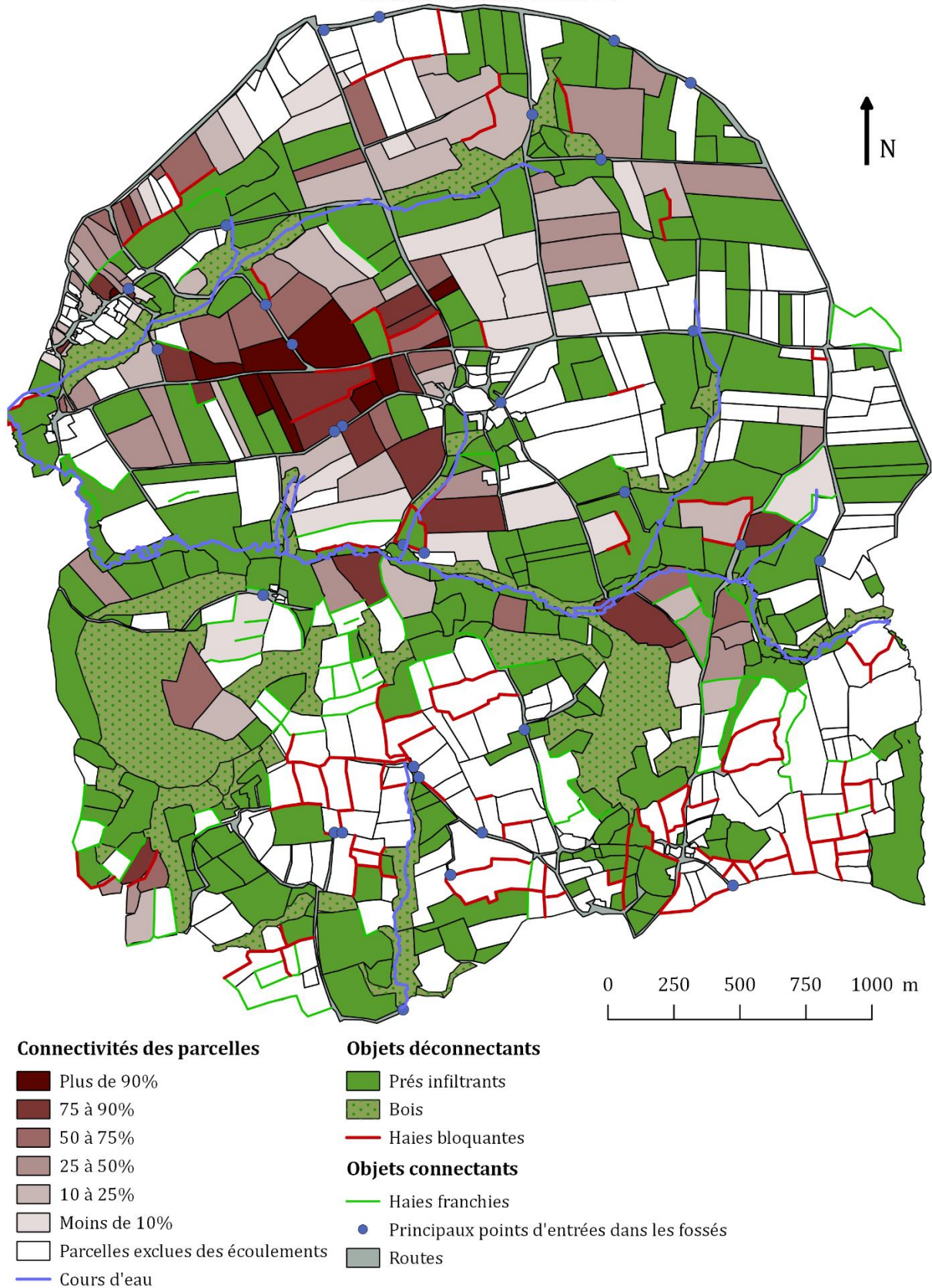
Enfin, sur les 120 kilomètres de haies réparties sur le territoire, seulement un quart d'entre elles, ont un effet bloquant pour les écoulements de surface. Ainsi, la zone dispose de 26 kilomètres de haies bloquantes.

Les haies franchies sont également représentées sur la carte, leur répartition n'a pas d'incidence notable sur les parcelles connectées. En effet, on les retrouve principalement autour des parcelles infiltrantes et celles déconnectées.



c) 1978, entre remembrement et connectivité

Les connectivités et les déconnectivités hydrologiques dans le sous-bassin du Guer en 1978



Sources : LASCAR
Réalisation : M.Guillemois le 03/06/2020.

Figure 71 : Modélisation du territoire en 1978



La carte précédente fait l'état des connectivités hydrologiques dans le territoire d'étude en 1978. Cette période correspond à celle du remembrement dans laquelle des densités importantes de haies vont être supprimées. Le territoire présente 19% de connectivité, un résultat inférieur à la carte de 1952 mais supérieure à celle de 1830. Le remembrement a réduit de façon considérable les haies dans la zone, sur les 77 kilomètres du linéaire de haies restant, 17 kilomètres d'entre elles sont considérées comme étant des haies bloquantes.

Les connectivités se concentrent sur la partie nord de la carte, principalement autour du bourg de Pont-Melvez et à l'ouest du hameau du Gollot.

Contrairement aux précédentes périodes, les prés sont le contenant majeur des parcelles déconnectées, on retrouve en second contenant les cultures (Figure 72). Pour les parcelles connectées, la tendance ne change pas, car l'on retrouve toujours les cultures et les bâtiments en contenant des parcelles les plus connectées. On peut noter la part plus importante des bâtiments dans les connections comparée aux dates antérieures, un fait qui s'explique par l'augmentation du nombre de zone bâtie dans la carte.

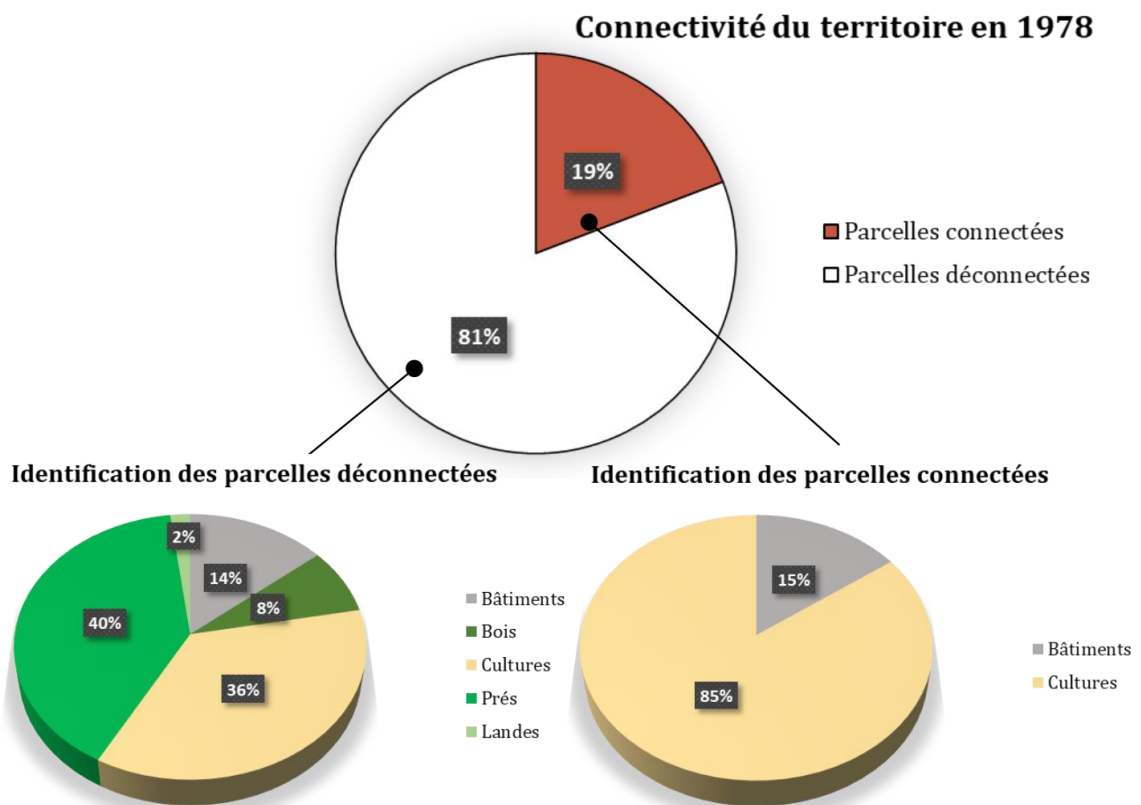


Figure 72 : Graphiques en secteur des connectivités en 1978. Source : M.Guillemois.

Finalement même si de nombreuses haies ont été abattues, et que les parcelles ont été pour la plupart regroupées, il est difficile de voir avec la seule lecture des cartes, que le remembrement a eu un **impact significatif** sur les connectivités. Contrairement à ce que l'on pensait dans notre hypothèse légitime du départ, selon laquelle les connectivités auraient nettement augmenté entre les périodes avant et post-remembrement. Ici finalement, les connectivités ont **diminué** depuis 1952. Néanmoins, quand on compare depuis 1830, les connectivités ont augmenté, passant de 14% de connectivité à 19%.



B. Connectivités et déconnectivités historiques : l'effet remembrement

a) Evolution des connectivités

Les connectivités hydrologiques ont évolué au fil des époques. En 1830 les connectivités étaient plutôt faibles avec un total de 14%, le territoire est alors très emprunt au bocage, ce qui veut dire que les haies, présentes en quantité, permettent de contenir les écoulements et ainsi de favoriser leur déconnectivité vis-à-vis des cours d'eau.

En 1952, les connectivités augmentent atteignant 22%, ce qui veut dire que 22% des parcelles de la zone d'étude ont une part plus ou moins grande de leur surface connectée hydrologiquement au cours d'eau. A cette même période et comme nous l'avons vu dans la partie des mutations paysagères, le nombre de haies diminue légèrement, et l'on observe une augmentation de la surface totale de culture, représentant un peu plus de 600 hectares. Ainsi, l'augmentation des connectivités entre 1952 et 1830 peut s'expliquer par l'augmentation de la surface des cultures, le ruissellement étant plus important sur les sols agricoles cultivés.

Enfin en 1978, le territoire connaît là une diminution de sa connectivité totale, avec un score de seulement 19%. Nous sommes en pleine période du remembrement, l'abattage des haies auraient pu susciter de nouvelles connectivités pour le territoire, l'eau pouvant circuler avec moins de contrainte car il y a moins de haies. Les raisons de la diminution de la connectivité pour cette période située en plein remembrement, peuvent s'expliquer de la manière suivante. Les agriculteurs qui abattent leurs haies afin d'obtenir de meilleur rendement, ont une connaissance assez fine de leur exploitation et des objets du paysage qui la compose. Ainsi, on peut supposer que les agriculteurs n'ont pas supprimé les haies qui leur étaient utiles pour contenir et dévier les ruissellements, notamment les haies perpendiculaires à la pente. C'est pourquoi en 1978, le territoire ne gagne pas en connectivité. De plus la surface totale de prés augmente, environ de 100 hectares, ce qui veut dire qu'on a une augmentation des surfaces infiltrantes permettant de déconnecter les écoulements, en parallèle la surface totale de culture diminue de 80 hectares. Ces modifications de mode d'occupation du sol peuvent expliquer pourquoi le territoire perd en connectivité.

Evolution de la surface totale connectée en hectare depuis 1830

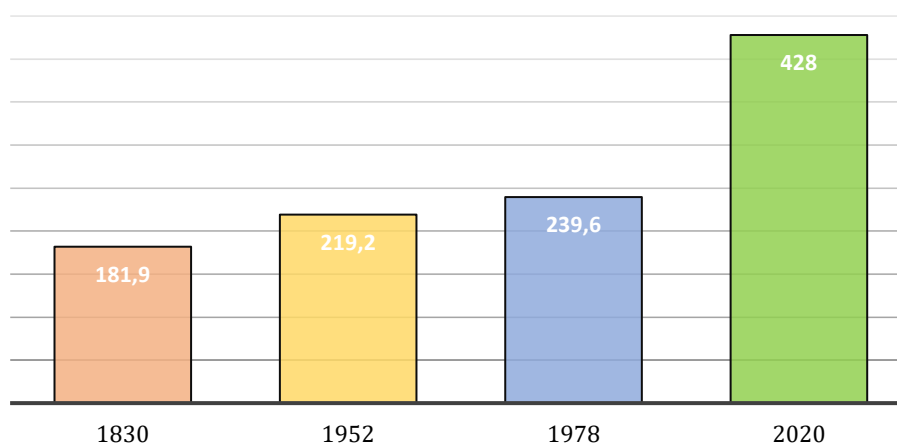


Figure 73 : Graphique de surface totale connectée depuis 1830. Source : M.Guillemois.



Le graphique ci-dessus présente l'évolution de surface totale connectée, en hectare, dans le territoire depuis 1830. La surface totale connectée correspond à la somme des surfaces de chaque patch connecté, contenu à l'intérieur des parcelles dans notre zone d'étude.

On peut noter que **la surface totale connectée augmente** au fil des périodes, pour finalement plus que doubler entre 1830 et 2020. Globalement on peut observer que la surface connectée augmente progressivement entre 1830 et 1978, après cette date la surface croît de manière importante pour atteindre une surface totale de 428 hectares en 2020.

Cette augmentation brusque de la surface totale connectée s'explique par le développement du « Modèle agricole breton ». Comme nous avons pu le voir précédemment, le remembrement amène à une nouvelle ère pour l'agriculture bretonne, dans ce sens la taille des parcelles augmente, les exploitations autrefois familiales, prennent de l'ampleur pour permettre de produire toujours plus. Ainsi les agriculteurs voient leurs parcelles augmenter en taille et en nombre, amenant à avoir des parcelles loin de l'exploitation « mère ». Tout ceci entraîne pour les agriculteurs, une perte de connaissance de leur territoire. On peut alors supposer que de nombreuses haies ayant un rôle de déconnexion ont été arrasées par manque de connaissance à leur sujet, tout en étant dans une logique d'agriculture intensive.

L'illustration suivante montre l'évolution et l'augmentation au cours des différentes périodes des connectivités et des déconnectivités hydrologiques. On voit bien que le nombre de parcelles concernées par les connectivités s'est développé au cours du temps : d'abord restreintes aux zones bâties, elles gagnent du territoire pour finalement s'étendre sur une bonne partie de la partie nord du territoire. On peut également remarquer que la partie sud semble épargner par les connectivités hydrologiques.

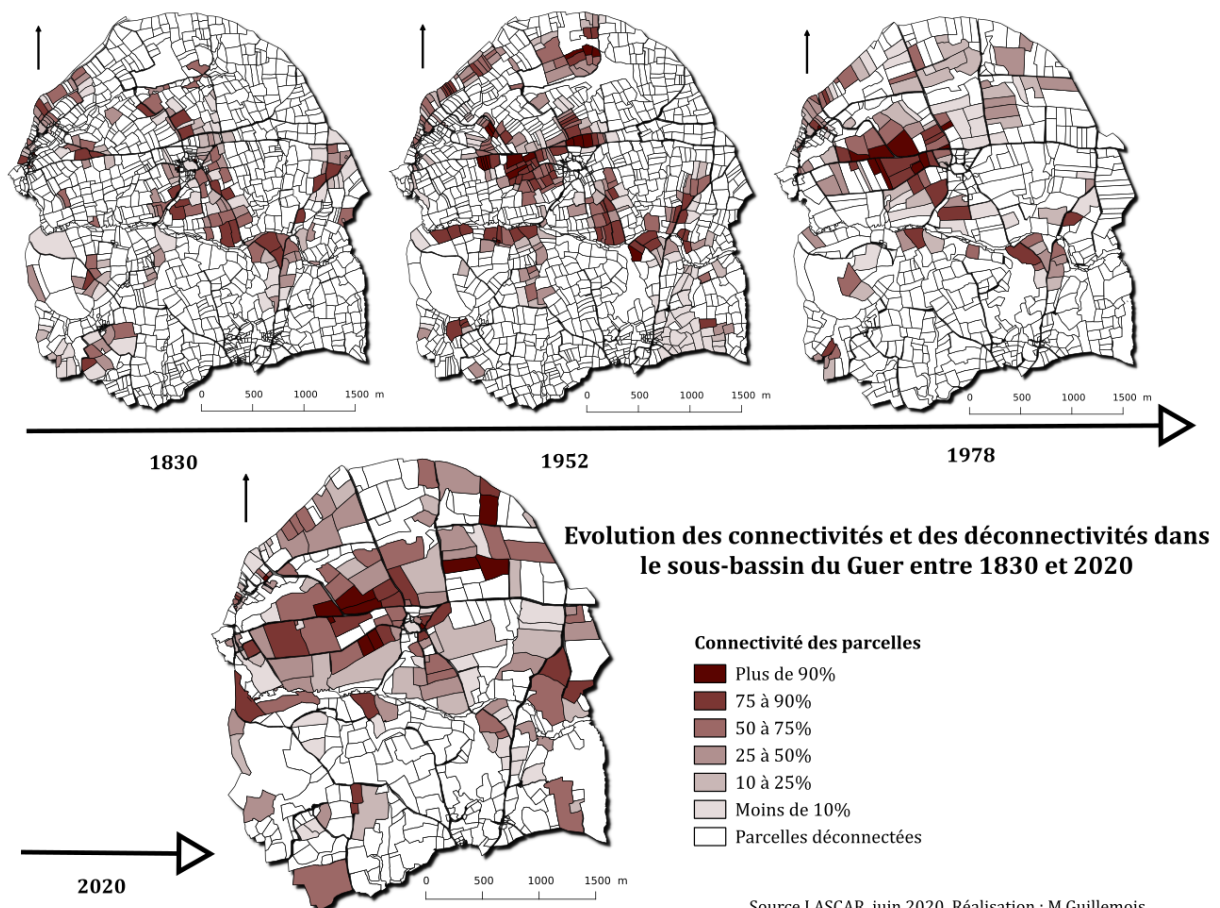


Figure 74 : Evolution des connectivités depuis 1830



b) L'impact du remembrement sur les connectivités

1. Evolution de la densité de haies bloquantes

La haie, objet phare du bocage breton et des dynamiques spatiales d'écoulements, a vu son linéaire se réduire de façon drastique au cours des siècles. Les linéaires de haies diminuent et en parallèle les connectivités hydrologiques augmentent : de plus en plus de surface de parcelles se connectent hydrologiquement aux cours d'eau. Nous allons vérifier ici la véracité du lien qui peut être fait entre le remembrement et l'augmentation des différentes connectivités dans la zone d'étude.

Evolution de la densité de haies totales et bloquantes depuis 1830 (en km)

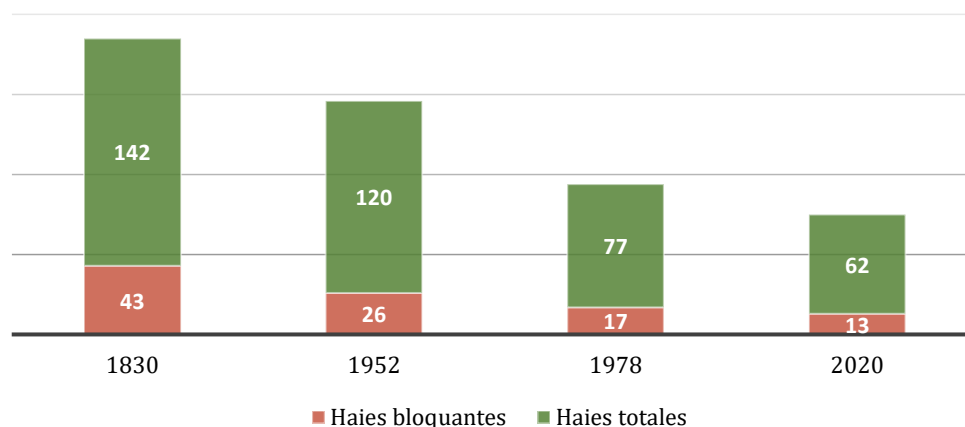


Figure 75 : Graphique de l'évolution de la densité de haies bloquantes entre 1830 et 2020. Source : M.Guillemois.

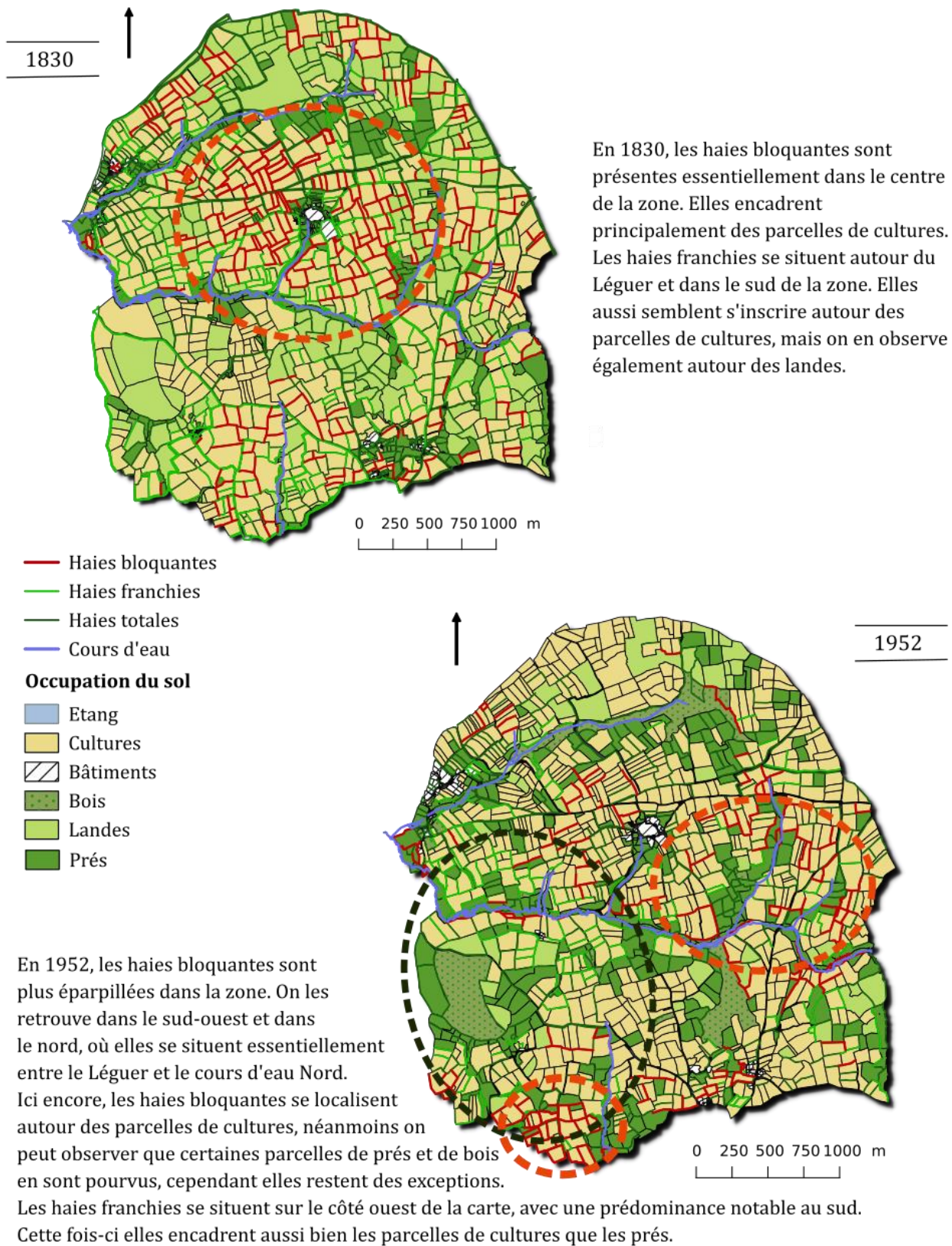
Le graphique ci-haut permet de visualiser l'évolution de la densité de haies bloquantes sur les 4 périodes. Au fil des époques on voit que la densité de haies bloquantes se réduit de façon importante, de la même manière que le linéaire total de haie se réduit également. Cette diminution du linéaire de haies se fait de pair avec l'augmentation des surfaces de parcelles connectées dans le sous-bassin du Guer amont.

2. Evolution du linéaire des haies bloquantes et franchies depuis 1830

Les illustrations suivantes expliquent l'évolution du linéaire de haies principalement bloquantes et franchies au fil des époques. On se rend compte que le linéaire des haies s'est grandement modifié de par les diverses actions qui ont impacté le paysage depuis le début du XXème siècle. Principalement on observe que la répartition des haies bloquantes évolue, en 1830 elles étaient essentiellement localisées dans le nord de la zone alors qu'en 2020 on les retrouve éparpillées de façon homogène dans la zone. Aussi, les illustrations permettent de se rendre compte que les haies aussi bien franchies que bloquantes, s'inscrivent sur les parcelles selon une logique liées à l'occupation du sol. En effet, en majorité les haies bloquantes et franchies se situent sur les parcelles de cultures.



Evolution du linéaire de haies bloquantes et franchies dans le sous-bassin du Guer entre 1830 et 1952

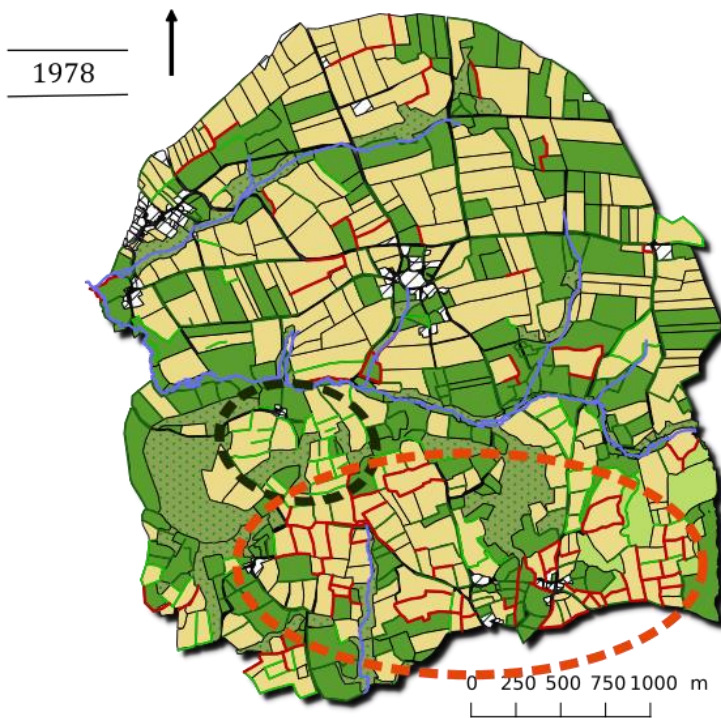


Sources : LASCAR et BD TOPO IGN, juin 2020. Réalisation : M.Guillemois

Figure 76 : Evolution du linéaire de haies entre 1830 et 1952



Evolution du linéaire de haies bloquantes et franchies dans le sous-bassin du Guer entre 1978 et 2020



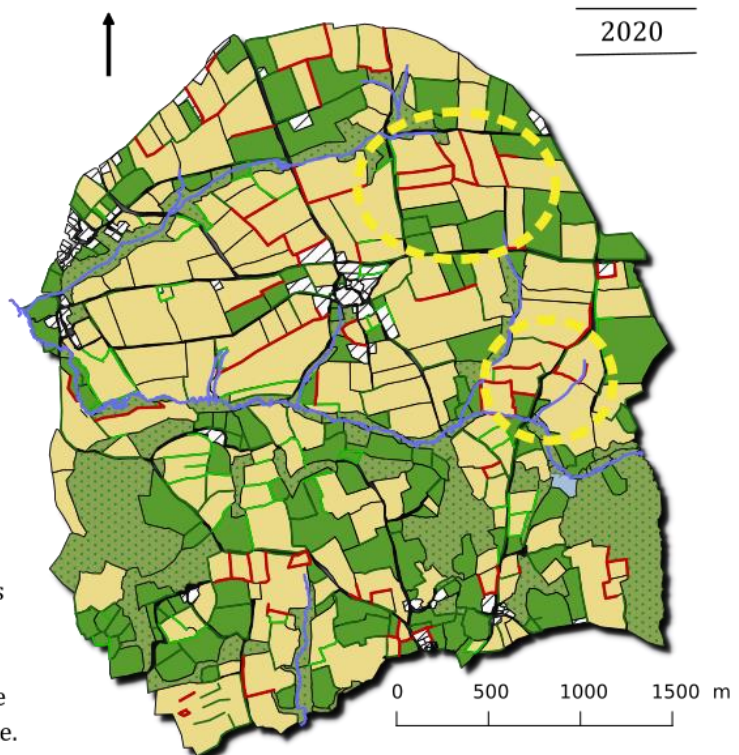
- Haies bloquantes
- Haies franchies
- Haies totales
- Cours d'eau

Occupation du sol

- Etang
- Cultures
- Bâtiments
- Bois
- Landes
- Prés

Les haies bloquantes ont vu leur densité se réduire de quelques kilomètres depuis 1952. Elles se situent dorénavant essentiellement dans le sud de la zone, clôturant des parcelles de cultures. La zone sud a été plus préservée du regroupement parcellaire de par la topographie escarpée de cette partie du territoire. Les parcelles restent donc de petites tailles et proches des exploitations. Permettant aux agriculteurs de préserver la connaissance fine de leur parcelles. Ainsi, on note que le sud dispose de plus de haies que le nord où les parcelles ont été pour la plupart regroupées, et sont de plus en plus éloignées de l'exploitation amenant une perte en connaissance. Dans le même sens, les haies franchies se situent majoritairement au sud.

Actuellement on peut observer que les haies bloquantes et franchies se situent de façon homogène sur le territoire. Elles s'inscrivent majoritairement autour des parcelles de cultures. Comparée à la carte de 1978, celle-ci comptabilise une diminution de 15 kilomètres du linéaire de haies. Les haies ont essentiellement disparues dans le sud, en revanche de nouvelles zones de haies ont vu le jour dans le nord, symbolisé par le figuré jaune. Ces nouvelles zones correspondent à des haies bloquantes.



Sources : LASCAR et BD TOPO IGN, RPG 2018, juin 2020. Réalisation : M.Guillemois

Figure 77 : Evolution du linéaire de haies entre 1978 et 2020



3. Les distances aux cours d'eau entre 1830 et 1978

La carte suivante montre l'évolution des distances aux cours d'eau entre 1830 et 1978 (Figure 78). On voit ici que les distances aux cours d'eau pour les écoulements ont majoritairement diminué. Les zones représentées en vert sont celles qui ont vu leurs distances diminuer, mais également ce sont des zones sur lesquelles le remembrement a eu un fort impact car elles ne comportent quasiment plus de haies. Contrairement aux zones de couleur rouge, qui elles ont vu leurs distances aux cours d'eau augmenter entre 1830 et 1978, ces mêmes zones conservent la présence de haies.

La carte confirme donc la relation entre le remembrement et la hausse de la connectivité entre 1830 et 1978, prouvé par la diminution des distances aux cours d'eau pour les écoulements. Ainsi en 1978, les ruissellements parcourent moins de distance pour rejoindre le cours d'eau qu'en 1830, en effet il y a moins de haies qui viennent bloquer ou contraindre ces derniers. Ces mêmes écoulements qui se retrouvaient bloquer auparavant, quand il y avait des haies, se retrouve maintenant libre de circuler, augmentant ainsi la connectivité des parcelles.

Evolution des distances aux cours d'eau entre 1830 et 1978 dans le sous bassin du Guer.

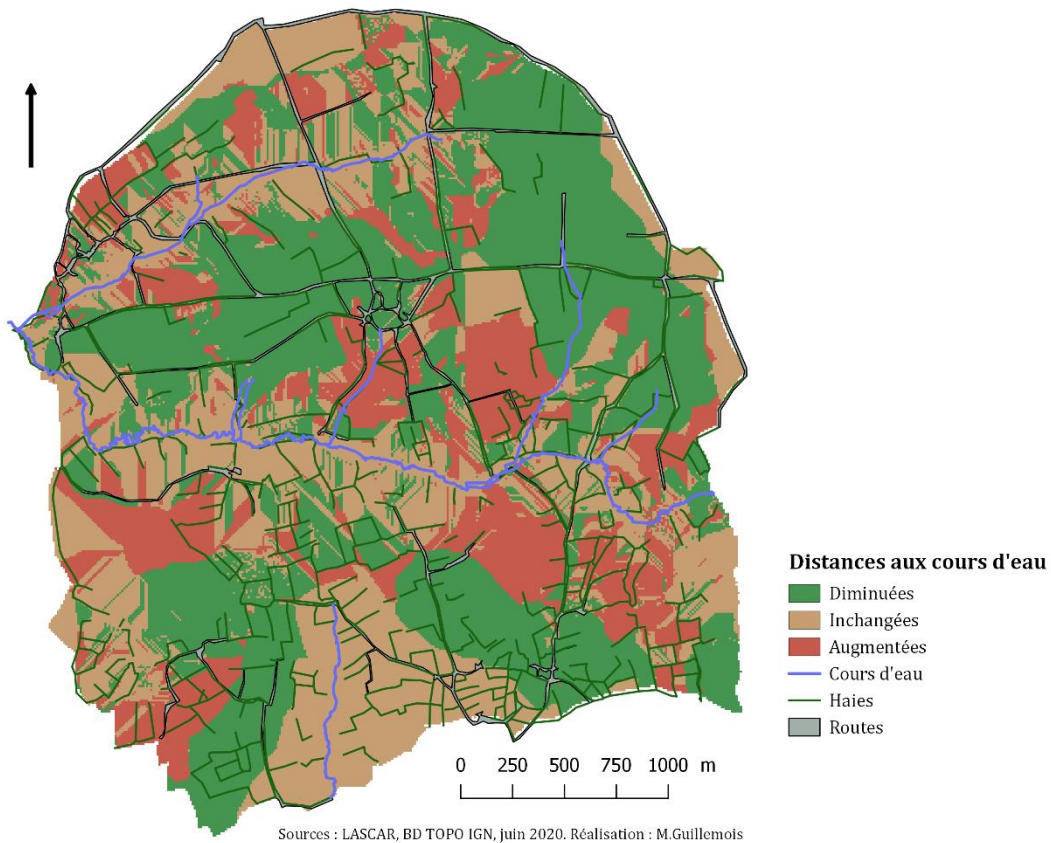


Figure 78 : Evolution des distances aux cours d'eau entre 1830 et 1978

La diminution du linéaire de haies engendrée par le remembrement, est donc l'un des principaux facteurs dans la hausse des connectivités depuis 1830 dans le sous-bassin du Guer amont. C'est ce que l'on a pu observer à travers la chute considérable en 1978 de la densité du linéaire de haies, alors que parallèlement la surface totale connectée de la zone a elle considérablement augmentée. Néanmoins, les changements de modes d'occupation du sol viennent nuancer l'impact du remembrement entraînant la hausse des connectivités.



Comme nous avons pu le constater, les cultures qui prenaient une place très importante dans le paysage agricole des années 50, ont vu leur surface réduire en 1978, contrairement aux prés qui ont vu leur surface augmenter. Ainsi le territoire gagne en surface infiltrante, lui permettant de limiter les connectivités.

Depuis la fin du remembrement jusqu'à actuellement, le territoire a perdu 15 kilomètres de haies, mais la réduction du linéaire de haie n'est pas ici le principal facteur qui explique la hausse des connectivités entre 1978 et 2020. L'agrandissement des parcelles agricoles est aussi à prendre en compte. Ainsi, dans un territoire composé de parcelles de plus grande surface avec moins de haies, les dynamiques d'écoulements spatiales se multiplient engendrant une augmentation des connectivités dans le sous-bassin du Guer amont.



C. Mutations paysagères et connectivités hydrologiques, des rouages de l'hydrosystème

Les mutations paysagères ont des impacts sur les connectivités hydrologiques. Comme nous avons pu le voir, le remembrement, principale mutation paysagère qu'a connu le territoire, a eu pour effet de réduire le bocage dans notre zone d'étude. En outre, cette réduction du linéaire de haies a eu pour conséquence d'augmenter les connectivités hydrologiques passant de 22% en 1952, à 33% actuellement.

Les mutations paysagères et l'évolution des connectivités hydrologiques forment des rouages au sein de l'hydrosystème. Quand des modifications s'opèrent sur le paysage, les connectivités hydrologiques changent et s'adaptent à ces mutations. Dans la plupart des cas, les mutations paysagères ont eu pour effet d'augmenter les connectivités hydrologiques.

En outre les mutations paysagères par la suppression des différents objets du paysage modifient les chemins d'écoulement de l'eau. Sans les haies, les distances hydrologiques au cours d'eau se retrouvent dans la majeure partie des cas diminuées. Les écoulements ont moins de distance à parcourir pour rejoindre le cours d'eau, ce qui veut dire qu'ils ont moins de possibilité de rencontrer des objets du paysage pouvant les bloquer, ainsi les connectivités hydrologiques augmentent dans le territoire.

La problématique posait la question des conséquences des connectivités hydrologiques induites par les mutations paysagères. On comprend donc que quand les paysages évoluent et changent, les chemins d'écoulements évoluent également, amenant à toujours plus de connectivités sur les parcelles, car ils rencontrent moins d'obstacle pour contenir les ruissellements. Les conséquences peuvent être néfastes pour l'environnement, amenant pollution dans le cours d'eau. Également, l'augmentation des connectivités conduit à augmenter l'érosion des sols agricoles, engendrant toujours plus de particules de sols dans le cours d'eau.

Pour pallier aux connectivités et aux enjeux qu'elles entraînent comme la pollution de l'eau, l'érosion des sols *etc...* L'hydrosystème s'adapte. Nous l'avons vu dans la première partie de notre étude, l'hydrosystème correspond à l'ensemble des caractéristiques naturelles et anthropiques contenu au sein d'un bassin versant et qui sont en interrelation les uns avec les autres. La société est l'un des principaux piliers pour faire face aux enjeux induits par les connectivités hydrologiques résultant des mutations paysagères. Ainsi, grâce au modèle LASCAR, les parcelles les plus connectées sont identifiées, ainsi que les objets du paysage les plus influents pour contenir les connectivités : les haies bloquantes mais aussi les prés et les bois.

L'ajout et le maintien du bocage dans le sous-bassin du Guer amont participera à diminuer les connectivités hydrologiques, ainsi cela permettra de diminuer la pollution du Léguer en aval, et donc de réduire le phénomène de marées vertes dont pâti la baie de Lannion. La participation des différents acteurs du territoire comme les gestionnaires du bassin versant et les agriculteurs est indispensable pour permettre la mise en place de projet visant à réduire les connectivités hydrologiques et leurs impacts.



D. Limites des modélisations historiques et actuelles

L'une des principales limites des modélisations historiques est l'absence de certaines données du fait de leur ancienneté, comme c'est le cas pour les fossés. De ce fait il est particulièrement compliqué de comparer les différentes modélisations historiques, car on compare des territoires très différents. En outre, les modélisations historiques sont difficilement comparables car ils ne reflètent pas seulement la trajectoire historique du territoire, mais ils comprennent également l'ensemble des enjeux économiques et sociaux qui ont amené le territoire à évoluer.

La modélisation actuelle comporte également certaines limites, comme nous l'avons vu précédemment le modèle ne prend pas bien en compte certaines cultures. Ainsi les cultures de ray-grass se retrouvent considérées comme des cultures labourables, et se retrouvent donc considérées comme étant connectées. De même dans les zones bâties, le modèle n'intègre pas les réseaux d'assainissement, ce qui peut remettre en question le réel devenir des écoulements sur les zones urbaines.

Le seuil de rétention d'eau fixé à 40 fait apparaître lui aussi certaine limite, car même si comparé aux autres seuils moins élevés amenant à de plus fortes connectivités (voir Partie III), ce seuil n'est peut-être pas représentatif de la réalité pour notre zone d'étude, le sous-bassin du Guer amont. Ce seuil a en effet été testé dans d'autre territoire, mais nous pouvons émettre le doute légitime de savoir s'il est bien représentatif de notre territoire. Néanmoins, la vérification sur le terrain permet de relativiser avec cette limite, puisque comme nous avons pu le voir, le seuil à 40 corrobore plutôt bien avec la réalité.

Même si quelques limites peuvent être émises quant à l'utilisation du modèle LASCAR pour modéliser les dynamiques spatiales d'écoulement au sein du territoire. Il n'en est pas moins assez représentatif de la réalité du terrain, d'où l'importance de pouvoir vérifier le modèle sur le terrain pour l'ajuster au mieux. Pour améliorer le modèle sous LASCAR, un couplage avec un modèle d'érosion serait une éventualité afin de mettre en évidence les zones les plus érodées du territoire, celles qui finalement subissent le plus l'impact des ruissellements.





Conclusion générale

L'étude que nous avons menée aura permis d'analyser les mutations paysagères et les connectivités hydrologiques qui se sont exercées dans le sous-bassin du Guer amont depuis les années 1830. Ces mutations paysagères, sont pour la plupart induites par l'Homme, que ce soit pour des raisons économiques, politiques ou encore individuelles. Ainsi la trajectoire du paysage évolue sans cesse, mais ces modifications amènent à des limites.

Par conséquent, quand la structure paysagère se modifie, c'est également les connectivités hydrologiques qui se modifient, et plus globalement c'est tout l'hydrosystème qui peut en pâtir. L'arasement des haies engendre la création de nouveau chemin d'écoulement pour l'eau. L'apparition des fossés et des routes, offre de nouvelles surfaces sur lesquelles l'eau circule de manière concentrée. L'agrandissement des cultures et la diminution des haies augmentent le risque d'érosion hydrique.... Autant de modifications de la structure paysagère qui entraînent des répercussions sur les dynamiques d'écoulement spatiale.

La modélisation par le modèle multi-agent LASCAR, nous aura également permis de retracer la trajectoire des connectivités hydrologiques du sous-bassin du Guer amont. Des connectivités qui ne cessent d'évoluer, et pour lesquelles le remembrement est l'un des principaux facteurs.

Le remembrement des années 70, qui a laissé toute une région dépourvue de son bocage, aura été l'une des plus grandes mutations paysagères qu'a connu le territoire. Malgré l'essor économique qu'il a engendré, c'est tout un écosystème qu'il aura perturbé. Augmentant par conséquent les connectivités hydrologiques : les ruissellements circulants plus aisément dans un territoire aux grandes parcelles de cultures, sans haies. Ainsi, le Léguer reçoit plus d'écoulements chargés en sédiment et potentiellement en polluant, pouvant engendrer pollution, eutrophisation... Les sols agricoles pâtissent également des connectivités par l'augmentation des ruissellements et donc de l'érosion hydrique, engendrant perte en fertilité du sol, sensibilisation du sol...

Les mutations paysagères et les connectivités hydrologiques représentent, selon moi, des rouages dans l'hydrosystème. La relation entre l'organisation de la structure paysagère et le fonctionnement hydrologique du territoire est imbriquée : l'une engendre des répercussions sur l'autre.

Tout au long du mémoire, nous avons tenté de mettre en avant l'ensemble des impacts engendrés par l'augmentation des connectivités hydrologiques, elles-mêmes induites les mutations paysagères. Afin de pallier aux enjeux que soulèvent les connectivités hydrologiques la réalisation d'une plaquette informative peut permettre à un public d'acteur du territoire, de comprendre les risques induits par les mutations paysagères dans l'augmentation des connectivités hydrologiques.

Il pourrait être intéressant de poursuivre cette étude dans une autre partie du bassin versant du Léguer, comme par exemple dans la zone aval près de l'estuaire. Une zone particulièrement touchée le phénomène de marées verte. Ainsi, nous pourrions voir comment, à l'aide de la modélisation, accompagner au mieux les gestionnaires du bassin versant et les acteurs du territoire pour limiter les connectivités hydrologiques et le transfert de polluant dans les cours d'eau.





Bibliographie

A

AFAC-AGROFORESTERIES. *Le programme « Plantons France » avec la Fondation Yves Rocher*, in : Afac-Agroforesteries - Le réseau des professionnels de l'arbre hors-forêt, [lieu de publication inconnu], [éditeur inconnu]. Disponible en ligne sur : <https://afac-agroforesteries.fr/le-programme-plantons-avec-la-fondation-yves-rocher/>, consulté le 24 juin 2020.

AGROCAMPUS OUEST, *Les sols en Bretagne*. 2015. Disponible en ligne sur : http://geowww.agrocampusouest.fr/geonetwork/apps/georchestra/?s_search=&s_E_any=solsdebretagne#.

ANCTIL F., 2012. *Hydrologie : cheminements de l'eau*. 2e édition. Montréal (Québec), Presses internationales polytechnique, xxv+391 p(Cursus).

B

BAIZE D., 2016. *Petit lexique de pédologie : Nouvelle édition augmentée*, [lieu de publication inconnu], Quae, 291 p.

BANQUE HYDRO, [lieu de publication inconnu], [éditeur inconnu]. Disponible en ligne sur : <http://www.hydro.eaufrance.fr/selection.php>, consulté le 10 mars 2020.

BASSIN VERSANT VALLEE DU LEGUER, [lieu de publication inconnu], [éditeur inconnu]. Disponible en ligne sur : <http://www.vallee-du-leguer.com/>, consulté le 25 mai 2020.

BOCHER E., 2005. *Impacts des activités humaines sur le parcours des écoulements de surface dans un bassin versant bocager : essai de modélisation spatiale.*, Université Rennes 2, p. 320.

BOURGES A, 1951. *La vie du paysan breton sous l'Ancien Régime*. Préface par M. Hamet [Broché]. Disponible en ligne sur : <http://bibliotheque.idbe-bzh.org/document.php?id=chez-les-moines-rouges-de-pont-melvez-7354&l=fr>. Consulté le 2 mars 2020.

C

CANÉVET C., 1992. *Le modèle agricole breton : histoire et géographie d'une révolution agro-alimentaire*. Rennes : Presses universitaires de Rennes. ISBN 2-86847-064-5

CARLUER N., GOUY V., LIGER L., 2019. *Intérêt des zones tampons pour limiter les transferts hydriques de produits phytosanitaires : quelle transposition possible des connaissances pour les haies et les haies sur talus*. Ingénieries n°30, p. 66-71. Disponible en ligne sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02418102>, consulté le 9 avril 2020.

CHAUMEIL L., 1949. *Les chemins creux de Bretagne*. Annales de géographie, vol. 58, n°309, p. 55-58. Disponible en ligne sur : https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1949_num_58_309_12506, consulté le 10 avril 2020.

COCAUD M., 2001. *Un cadre associatif pour l'innovation technique dans les campagnes bretonnes du XXe siècle. L'acquisition d'une étuveuse à pommes de terre par la CUMA de Saint-Brice-en-Coglès*.



Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest. Anjou. Maine. Poitou-Charente. Touraine, 20 septembre, n°108-3, p. 135-145. Disponible en ligne sur : <http://journals.openedition.org/abpo/1701>, consulté le 26 décembre 2019.

COSANDEY C., ROBINSON M., 2012. *Hydrologie continentale*. Chapitre 6 - De l'eau qui tombe à l'eau qui s'écoule, U, p. 235-278. Disponible en ligne sur : <https://www.cairn.info/hydrologie-continentale--9782200246174-page-235.htm>, consulté le 21 décembre 2019.

COSANDEY C., ROBINSON M., 2012. *Hydrologie continentale*. Chapitre 5 - L'eau des nappes, U, p. 197-234. Disponible en ligne sur : <https://www.cairn.info/hydrologie-continentale--9782200246174-page-197.htm>, consulté le 22 mai 2020.

D

DUPARC P., 1973. Jeanne Laurent. *Un monde rural en Bretagne au XVe siècle. La quévaise*. Paris, S. E. V. P. E. N., 1972. In-8°, 440 pages. (École pratique des hautes études, VIe section. Les hommes et la terre, XIV.), Bibliothèque de l'École des chartes, vol. 131, n°2, p. 644-646, Disponible en ligne sur : https://www.persee.fr/doc/bec_0373-6237_1973_num_131_2_449967_t1_0644_0000_5, consulté le 21 mars 2020.

E

EAU ET RIVIERES DE BRETAGNE. Le Léguer [en ligne]. *Eau et rivière de Bretagne*. Disponible en ligne sur : <http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/pdf/leguer.pdf>, consulté le 19 décembre 2019.

F

FLATRÈS P., 1979. *L'évolution des bocages : la région Bretagne*, Norois, vol. 103, n°1, p. 303-320. Disponible en ligne sur : https://www.persee.fr/doc/noroi_0029-182x_1979_num_103_1_3784, consulté le 19 décembre 2019.

G

GUELLEC A., 1971. *Le remembrement rural dans le département des Côtes-du-Nord*, Norois, vol. 70, n°1, p. 295-314. Disponible en ligne sur : https://www.persee.fr/doc/noroi_0029-182x_1971_num_70_1_1850, consulté le 31 décembre 2019.

H

HAIE MAGIQUE, *Association pour la biodiversité en ville par les haies mélangées*. Haie Magique, [lieu de publication inconnu], [éditeur inconnu]. Disponible en ligne sur : <http://haie-magique.org/v1/association-loi-1901/>, consulté le 24 juin 2020.

I

IGN, *Evaluation de la biomasse bocagère en Bretagne, Rapport d'étude*. Janvier 2018, IGN Direction interrégionale Nord-Est. Disponible en ligne sur : <https://inventaire->



forestier.ign.fr/IMG/pdf/rapport_final_evaluation_biomasse_bocage_breton_02_03_18.pdf.
Consulté le 24 juin 2020.

INSEE, *Les pays de la région Bretagne*, 2017 [lieu de publication inconnu], [éditeur inconnu].
Disponible en ligne sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2386251>, consulté le 22 mai 2020.

INSEEE, *Dossier complet – Commune de Pont-Melvez (22249)*. Insee, [lieu de publication inconnu], [éditeur inconnu]. Disponible en ligne sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-22249>, consulté le 28 mai 2020.

K

KEROUREDAN A., COATMELLE C., 1969. *La Bretagne agricole : approche statistique de l'économie agricole et rurale de la Bretagne*. Rennes : Chambre régionale d'agriculture de Bretagne, 1969

L

LE DU-BLAYO L., BAUDRY J., BUREL F., LE CŒUR D., THENAIL C., 2004 : *Impact des politiques de rebocagement sur la qualité écologique du réseau bocager, l'aménagement et l'entretien du milieu rural par les exploitations agricoles*. Colloque international Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement et CEMAGREF "De la connaissance des paysages à l'action paysagère", 2-4 décembre 2004, Bordeaux. Disponible en ligne sur : <http://symposcience.lyon.cemagref.fr/exl-doc/colloque/ART-00001238.pdf>.

LE CORRE C., AUVRAY B., BALLÈVRE M., ROBARDET M., 1991. *Le Massif Armoricaïn / The Armorican Massif*. Sciences Géologiques, bulletins et mémoires, vol. 44, n°1, p. 31-103, Disponible en ligne sur : https://www.persee.fr/doc/sgeol_0302-2692_1991_num_44_1_1865, consulté le 27 mars 2020.

LIAGRE F., 2006. *Les haies rurales : rôles, création, entretien*, [lieu de publication inconnu], France Agricole Editions, 326 p.

M

MEROT PH., GASCUEL-ODOUX C., WALTER C., ZHANG X., MOLENAT J., 2005. *Influence du réseau de haies des paysages bocagers sur le cheminement de l'eau de surface*. Revue des sciences de l'eau, 12 avril, vol. 12, n°1, p. 23-44. Disponible en ligne sur : <http://id.erudit.org/iderudit/705342ar>, consulté le 27 mars 2020.

MÉROT P., 2006. *Qualité de l'eau en milieu rural : savoirs et pratiques dans les bassins versants*. Philippe Mérot, coordinateur, Paris, INRA, iii+344 p (Update Sciences & technologies).

MEYNIER A., 1943. *Champs et chemins en Bretagne*. Conférence donnée le 24 janvier 1943 / par M. André Meynier. Paris, Société des Belles Lettres.

MEYNIER A., 1966. *La genèse du parcellaire breton*, Norois, vol. 52, n°1, p. 595-610, https://www.persee.fr/doc/noroi_0029-182x_1966_num_52_1_7296, consulté le 19 décembre 2019.

MEYNIER A., 1976. *Atlas et géographie de la Bretagne.*, Paris, Flammarion, 293+32 p (Atlas et géographie de la France moderne Portrait de la France moderne).

**N**

NEBOIT-GUILHOT R, 2010. *Homme et l'érosion*. [3e édition revue et augmentée]. Clermont-Ferrand, Presses universitaires Blaise Pascal, 350p (Nature & sociétés).

NOUAILHAT Y. H., ÉD., 1979. *Bretagne : écologie, économie, art, littérature, langue, histoire, traditions populaires*, Le Puy [France], C. Bonneton, 365 p(Encyclopédies régionales).

O

OBSERVATOIRE DE L'ENVIRONNEMENT EN BRETAGNE. *Réseau hydrographique breton*, juin 2019, [lieu de publication inconnu], [éditeur inconnu]. Disponible en ligne sur : <https://bretagne-environnement.fr/donnees-reseau-hydrographique-breton>, consulté le 7 janvier 2020.

R

REULIER R., DELAHAYE D., VIEL V., DAVIDSON R., 2017. *Connectivité hydro-sédimentaire dans un petit bassin versant agricole du nord-ouest de la France : de l'expertise de terrain à la modélisation par Système Multi-Agent*, Géomorphologie : relief, processus, environnement, 31 décembre, vol. 23, n°vol. 23-n° 4, p. 327-340, Disponible en ligne sur : <http://journals.openedition.org/geomorphologie/11857>, consulté le 30 mars 2020.

REULIER R, 2015. *Impact de la structure paysagère sur les dynamiques spatiales des transferts hydro-sédimentaires : approche par simulation multi-agents*. Sous la direction de Daniel Delahaye. Université de Caen Normandie. Disponible en ligne sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01264723>,

RIVIERES SAUVAGES. *Objectifs et fonctionnement du Label, Rivières Sauvages*. 12 février. Disponible en ligne sur : <https://www.rivieres-sauvages.fr/label/>, consulté le 1 mai 2020.

S

SÉE H., 1928. L'enquête sur les clôtures en Bretagne (1768), *Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest*, vol. 38, n°4, p. 752-767. Disponible en ligne sur : https://www.persee.fr/doc/abpo_0003-391x_1928_num_38_4_1652, consulté le 20 décembre 2019.

SOLTNER D, 1995. *Livre du bocage : l'arbre et la haie pour la production agricole, pour l'équilibre écologique et le cadre de vie rurale*. 10e édition mise à jour. Sainte-Gemmes-sur-Loire, Sciences et techniques agricoles, 208 p(Collection Sciences et techniques agricoles).

SERNA V, GALLICÉ A., *Rivière aménagée [Texte imprimé] : entre héritages et modernité formes, techniques et mise en oeuvre actes du colloque international*. Estuarium cultures et développement durable Fleuves et archéologie Loire-Atlantique, Centre de direction Régionale des affaires culturelles, Centre d'Histoire des Techniques et de l'Environnement. Paris, Université de Paris VIII, 2005.



T

TOUCHART L., 2007 *Bassin-versant*. HYPERGEO, [lieu de publication inconnu], [éditeur inconnu]. Disponible en ligne sur, <http://hypergeo.eu/spip.php?article408#>, consulté le 22 mai 2020.

W

WATTEAUX M., 2005. *Sous le bocage, le parcellaire...*, Études rurales, 31 décembre, n°175-176, p. 53-80, <http://journals.openedition.org/etudesrurales/8169>, consulté le 28 mars 2020.

Logiciels utilisés :





Table des figures

Figure 1 : Carte de la Bretagne.....	11
Figure 2 : Schéma de l'évolution du bocage breton	15
Figure 3 : tableau de l'évolution historique du nombre d'exploitation agricoles dans les différentes classes de surfaces entre 1955, 1963 et 1967. D'après La Bretagne agricole, 1969, source : Ministère de l'agriculture.	17
Figure 4 : carte de la densité du linéaire total de haies en 2008. Source : Agreste DRAAF Bretagne	19
Figure 5 : Linéaire bocager en entre 1996 et 2015 en Bretagne. Source : Agreste-DRAAF Bretagne et IGN.....	20
Figure 6 : Photographie talus surmontée d'une haie à Pont-Melvez, décembre 2019. Source : M. Guillemois.....	21
Figure 7 : Tableau de synthèse des fonctions et usages des éléments bocager. Réalisation : M. Guillemois.....	22
Figure 8 : Schéma du bassin versant.....	23
Figure 9 : Schéma des connectivités hydrologiques et du ruissellement.....	24
Figure 10 : Schéma d'un hydrosystème.....	26
Figure 11 : Photographie annotée du rôle des haies comme obstacle au ruissellement.....	27
Figure 12 : Mind mapping des enjeux dans le sous-bassin du Guer amont.....	29
Figure 13 : Localisation du bassin versant du Léguer.	31
Figure 14 : Carte géologique simplifiée du bassin versant du Léguer.	32
Figure 15 : Classification de Strahler dans le bassin versant du Léguer.....	33
Figure 16: Photographie d'une échelle limnimétriques, Belle-Isle-en-Terre, décembre 2019. Source : M.Guillemois.	34
Figure 17 : Tableau des débits mensuels du Léguer en 2019. Sources : Hydro eau France.....	34
Figure 18 : Localisation de la zone d'étude.....	36
Figure 19 : Carte des altitudes dans la zone d'étude.	37
Figure 20 : Vue sur la zone nord depuis la zone sud, séparée par le Léguer en fond de vallée. Source : M.Guillemois, mai 2020.	38
Figure 21 : Vue en trois dimensions de la zone d'étude	38
Figure 22 : Photographie du Léguer à Pont-Melvez. Source : M.Guillemois, juin 2020.....	39
Figure 23 : Photographie du Léguer à Pont-Melvez. Source : M.Guillemois, juin 2020.....	39
Figure 24 : Carte d'occupation du sol dans la zone d'étude.....	40
Figure 25 : Diagramme de la méthodologie. Source : M.Guillemois.....	42
Figure 26 : Documents cadastraux de Pont-Melvez. Source : M.Guillemois.....	43
Figure 27 : Image aérienne du bourg de Bulat-Pestivien à l'échelle 1/10 000, 1950. Source : IGN	44
Figure 28 : Localisation de la zone d'étude.....	45
Figure 29 : Synthèse de la méthode de digitalisation pour 1830. Source : M.Guillemois.....	47
Figure 30 : Fonctionnement du modèle et des agents gouttes. Source : Reulier et al, 2017.....	48
Figure 31 : Interface du modèle LASCAR. Source : M.Guillemois	49
Figure 32 : Méthode par Street View. Source : M.Guillemois.	51
Figure 33 : Méthode par Google Earth et méthode du terrain Source : M.Guillemois.....	51
Figure 34 : Zones de vérification de la modélisation sur le terrain.....	52
Figure 35 : Digitalisation de 1830	55
Figure 36 : Graphique des surfaces totales en hectare en 1830 par type de contenant. Source : M.Guillemois.....	56
Figure 37 : Digitalisation de 1952	58



Figure 38 : Graphique des surfaces totales en hectare en 1952 par type de contenant. Source : M.Guillemois.....	59
Figure 39 : Boxplot des surfaces de cultures entre 1830 et 1952. Source : M.Guillemois.....	60
Figure 40 : Digitalisation de 1978	61
Figure 41 : Graphique des surfaces totales en hectare en 1978 par type de contenant. Source : M.Guillemois.....	62
Figure 42 : Digitalisation de 2018 sans détail des cultures.....	63
Figure 43 : Digitalisation de 2018 avec détail des cultures	64
Figure 44 : Graphique des surfaces totales des parcelles en 2018. Source : M.Guillemois.....	65
Figure 45 : Box plot de l'évolution des surfaces des parcelles cultivées depuis 1830. Source : M.Guillemois.....	66
Figure 46 : Evolution de l'occupation du sol en hectare depuis 1830. Source : M.Guillemois.	67
Figure 47 : Graphique de l'évolution de la densité de haies. Source : M.Guillemois.	67
Figure 48 : Evolution du paysage dans la zone d'étude depuis 1830.....	69
Figure 49 : Croquis illustrant l'origine du chemin creux breton par Louis Chaumeil, 1949.....	70
Figure 50 : écoulements préférentiels des fossés et des cours d'eau dans la zone d'étude.	72
Figure 51 : Illustration de la notion d'agent goutte	74
Figure 52 : Comparaison des chemins d'écoulement avec et sans intégration des réseaux linéaires	75
Figure 53 : Evolution des distances au cours d'eau	77
Figure 54 : Illustration de l'augmentation des distances aux cours d'eau.....	77
Figure 55 : Modélisations avec et sans seuil	79
Figure 56 : Modélisations en fonction des seuils.....	81
Figure 57 : Modélisation du territoire en 2020	82
Figure 58 : Graphiques en secteur des connectivités en 2018. Source : M.Guillemois.	83
Figure 59 : Vérification terrain zone 1	86
Figure 60 : Vérifications terrain zones 2 et 3.....	87
Figure 61 : Vérifications terrain zones 4, 5 et 6.....	88
Figure 62 : Vérifications terrain zone 1	89
Figure 63 : Vérifications terrain zones 2 et 3.....	90
Figure 64 : Vérifications terrain zones 5 et 6.....	91
Figure 65 : Plaquette pour les gestionnaires.....	93
Figure 66 : Modélisation du territoire en 1830	95
Figure 67 : Graphiques en secteur des connectivités en 1830. Source : M.Guillemois.	96
Figure 68 : Modélisation du territoire en 1952	97
Figure 69 : Graphiques en secteur des connectivités en 1978. Source : M.Guillemois.	98
Figure 70 : Graphique des surfaces des parcelles déconnectées en 1952. Source : M.Guillemois.....	99
Figure 71 : Modélisation du territoire en 1978	100
Figure 72 : Graphiques en secteur des connectivités en 1978. Source : M.Guillemois.	101
Figure 73 : Graphique de surface totale connectée depuis 1830. Source : M.Guillemois.	102
Figure 74 : Evolution des connectivités depuis 1830	103
Figure 75 : Graphique de l'évolution de la densité de haies bloquantes entre 1830 et 2020. Source : M.Guillemois.....	104
Figure 76 : Evolution du linéaire de haies entre 1830 et 1952	105
Figure 77 : Evolution du linéaire de haies entre 1978 et 2020	106
Figure 78 : Evolution des distances aux cours d'eau entre 1830 et 1978.....	107



Table des matières

Remerciements.....	3
Résumé.....	5
Abstract.....	6
Sommaire.....	7
Introduction.....	9
I. D'un paysage de bocage aux enjeux de connectivités hydrologiques.....	11
A. La Bretagne bocagère.....	11
a) Une région maritime.....	11
b) Un paysage agricole bocager.....	12
1. Histoire du bocage.....	12
2. Le remembrement, un enjeu économique et social.....	16
i. Le remembrement, un outil de développement ?.....	16
ii. Les causes multiples du remembrement.....	17
iii. Le modèle agricole breton.....	18
3. Un paysage de bocage qui subsiste.....	19
i. Le linéaire bocager actuellement.....	19
ii. Rôles et fonctions du bocage.....	21
c) De l'hydrosystème aux enjeux de connectivités hydrologiques.....	23
1. Les éléments de l'hydrosystème.....	23
i. Le bassin versant.....	23
ii. Les connectivités hydrologiques.....	24
iii. L'hydrosystème.....	25
2. Synthèses des enjeux environnementaux.....	26
d) Problématique.....	30
B. Du bassin versant du Léguer à la zone d'étude.....	31
a) Un bassin versant hydrographiquement dense.....	31
1. Présentation du bassin versant.....	31
i. Géologie du bassin versant.....	32
ii. Le Léguer.....	33
b) Le sous-bassin du Guer amont, territoire d'étude.....	36
1. Topographie.....	37
2. Hydrologie dans le sous-bassin du Guer amont.....	39
3. Pédologie et occupation du sol.....	40



C.	Méthodologie du mémoire	42
a)	Collecte des données préexistantes.....	42
b)	La méthode de digitalisation.....	45
c)	De la modélisation au terrain	48
1.	La modélisation avec l'outil LASCAR.....	48
i.	LASCAR.....	48
ii.	Post-traitement des données issues de LASCAR	49
2.	La nécessité du terrain.....	50
i.	Méthodologie par Google Earth.....	50
ii.	La préparation du travail de terrain.....	52
II.	Un regard historique sur les mutations paysagères.....	55
A.	Résultats des digitalisations.....	55
a)	En 1830, un territoire de landes et de labours.....	55
b)	1952, une terre de polyculture et d'élevage	58
c)	1978, un territoire agricole moderne	61
d)	2018, Une terre d'agriculture intensive.....	63
B.	Les mutations paysagères et les limites des digitalisations.....	68
III.	Analyse des connectivités hydrologiques actuelles à partir du modèle LASCAR.....	72
A.	Un territoire connecté ?.....	72
a)	Impact des réseaux linéaires et des surfaces sur les dynamiques spatiales des écoulements	74
1.	Le réseau linéaire et le seuil de rétention d'eau	74
i.	Incidence du réseau linéaire sur les chemins d'écoulements	74
ii.	Evolution des distances aux cours d'eau avec l'intégration des réseaux linéaires. 76	
iii.	Le réseau linéaire avec seuil et sans seuil de rétention d'eau.....	78
2.	Le seuil de rétention de l'eau	81
B.	Les connectivités et déconnectivités hydrologiques en 2020	82
a)	Un territoire entre connectivité et déconnectivité.....	83
b)	Vérifications du modèle sur le terrain.....	85
c)	Un indice pour les gestionnaires.....	92
IV.	Trajectoire des connectivités et déconnectivités hydrologiques depuis 1830 dans le sous-bassin du Guer amont.....	94
A.	De 1830 à 1978.....	95
a)	1830, un territoire déconnecté ?.....	95
b)	1952, vers plus de connectivités ?.....	97
c)	1978, entre remembrement et connectivité.....	100
B.	Connectivités et déconnectivités historiques : l'effet remembrement.....	102



a) Evolution des connectivités.....	102
b) L'impact du remembrement sur les connectivités.....	104
1. Evolution de la densité de haies bloquantes	104
2. Evolution du linéaire des haies bloquantes et franchies depuis 1830	104
3. Les distances aux cours d'eau entre 1830 et 1978.....	107
C. Mutations paysagères et connectivités hydrologiques, des rouages de l'hydrosystème	109
D. Limites des modélisations historiques et actuelles	110
Conclusion générale	112
Bibliographie	114
Logiciels utilisés :.....	118
Table des figures	119
Table des matières	121

