

DAE 3 - 2016 2017

JOUBERT Antoine

Tuteur : RODRIGUES Stéphane

Gestion des inondations sur Courdemanche, en Sarthe (72)

Projet individuel



AVERTISSEMENT

Le PIND (projet individuel) est un premier test qui permet à l'élève ingénieur de s'évaluer (et d'être évalué par les enseignants), de prendre conscience des connaissances acquises mais également de la marge de progression et des éléments qui lui restent à acquérir.

Le PIND est un espace de liberté (le seul dans la formation) qui mesure la motivation de l'élève ingénieur pour l'aménagement.

Le PIND est un exercice qui doit permettre de problématiser un sujet en s'appuyant sur des recherches bibliographiques, d'élaborer un diagnostic orienté et d'émettre des propositions.

Remerciements

Je souhaite remercier M. RODRIGUES, enseignant à Polytech, qui en tant que tuteur m'a aidé et aiguillé dans ce projet.

Je remercie également M. Jean Marc Vaulée, élu de la Commune sans qui je n'aurais pu réaliser ce projet. Il m'a ainsi fourni un grand nombre de conseils et de données afin de réaliser ce projet.

Sommaire

Table des figures	4
Table des tableaux.....	5
Introduction	6
PARTIE A – Etat des lieux	7
I – Présentation du terrain d’étude	8
I.1 – Contexte territorial et situation géographique	8
I.2- Contexte historique	8
I.3 – Contexte réglementaire et administratif.....	9
II- Facteurs influençant les inondations.....	11
II.1 - La ressource en eau superficielle	11
II.2 - La ressource en eau souterraine.....	12
II.3 – Hydromorphologie	14
II.4 – Géologie - Pédologie.....	15
II.5 – Topographie & paysage	16
II.6 – Occupation des sols	17
II.7 – Climat.....	19
III – Conséquences & Enjeux	20
III.1 – Enjeux environnementaux.....	20
III.2 Enjeux socio-économique	21
PARTIE B – Projet	24
I - Des mesures préventives	26
I.1 - Evolution des pratiques agricoles	26
II - Des mesures curatives	28
II.1 - Implantation de haies composites.....	28
II.2 - Création de fossés à redents.....	30
II.3 - Mares permanentes et tampons	31
II.4 - Zone de rétention des ruissèlements.....	33
III - Localisation & descriptions des aménagements	34
III.1 - Localisation des mares.....	34
III.2 - Localisation de la zone de rétentions.....	38
III.3 - Localisation fossés et haie	39

IV – Estimations couts des mesures curatives sur la commune.....	42
IV.1 – Coûts et entretien des aménagements.....	42
Conclusion.....	44
Bibliographie.....	45
Annexe.....	48
Fiche de lecture 1.....	52
Fiche de lecture 2.....	54

Table des figures

Figure 1 : Localisation de la commune de Courdemanche (Source : A.Joubert).....	8
Figure 2 : Réseau hydrographique sur la commune de Courdemanche (Source : A. Joubert).....	11
Figure 3 : Bassin versant topographique de l'Etangsort (Source : IRSTEA).....	12
Figure 4 : Délimitation du sous bassin Loir-Escotais-Veuve du SAGE Loir (Réalisation personnelle)	12
Figure 5 : Formations géologiques du SAGE Loir (Source : SIGES Centre)	15
Figure 6 : Carte géologique de la commune de Courdemanche (Source : Géoportail).....	15
Figure 7 : Carte topographique de la commune de Coudemanche (Source : topographic-map)...	16
Figure 8 : Modèle Numérique de Terrain (Source : A.Joubert).....	16
Figure 9 : Carte d'occupation des sols (Source : A. Joubert).....	17
Figure 10 : Proportion des différentes occupations du sol sur la commune de Courdemanche (Source : Corine Land Cover 2006)	18
Figure 11 : Principales cultures sur la Commune de Courdemanche en 2014 (Source : AGRESTE)	18
Figure 12 : Evolution de la population à Courdemanche (Source : INSEE)	21
Figure 13 : Proportion des différents types d'habitations sur Courdemanche (Source : DataFrance).....	22
Figure 14 : Carte des enjeux (Source : A.Joubert).....	23
Figure 15 : Sondage de la population locale pour le choix du scénario.....	25
Figure 16 : Illustration d'une haie composite (Source : Agrest).....	28
Figure 17 : Principe de la composition de la haie (Source : A.Joubert)	29
Figure 18 : Schéma de fossé à redents (Source : Grand Lyon.com).....	30
Figure 19 : Calendrier de conception et d'entretien des fossés.....	31
Figure 20 : Principe d'une mare permanente et temporaire (Grand Lyon.com).....	31
Figure 21 : Schéma de la fonction hydraulique de la mare. (Association Rivière Rhône Alpes Auvergne).....	32
Figure 22 : Coupe transversale théorique d'une mare (Source : A.Joubert).....	33
Figure 23 : Principe d'une zone inondable (Source: Association Rivière Rhône Alpes Auvergne	34
Figure 24 : Principe de conception d'une digue en terre (Source : Association Rivière Rhône Alpes Auvergne)	34
Figure 25 : Localisation des mares qui feront l'objet d'aménagements (Source : Géoportail).....	34
Figure 26 : Vue aérienne des parcelles (Source : Géoportail)	34
Figure 27 : Schéma l'aménagement du lieu-dit Vauboin (Source : A.Joubert).....	36

Figure 28 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Gaubert (Source :A.Joubert).....	37
Figure 29 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Roibeu (Source : A.Joubert)	37
Figure 30 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Aurore (Source : A.Joubert)	38
Figure 31 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Roibeu (2) (Source : A.Joubert).....	39
Figure 32 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Pontcherie (Soucre :A.Joubert).....	40
Figure 33 : Schéma d'aménagement du secteur Amont église (Source : A.Joubert)	41
Figure 34 : Schéma d'aménagement du lieu-dit La Morinière (Source: A. Joubert).....	42

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des déclarations en catastrophes naturelles de la commune de Courdemanche (Source : Préfecture de la Sarthe)	9
Tableau 2 : Scénario visant à réduire les ruissellements sur la commune	25
Tableau 3 : Calendrier des travaux de conception et d'entretien des haies.....	30
Tableau 4 : Calendrier de conception et d'entretien d'une mare.....	33
Tableau 5 : Estimation des coûts et entretien par aménagements (Source : A.Joubert)	43

Introduction

Aujourd'hui en France, plus d'une commune sur trois est concernée par les inondations, troisième catastrophe naturelle provoquant le plus de dégâts humains et économiques [1]. Les orages, la grêle ainsi que les intempéries sont parfois si violents qu'ils sont suivis par des crues et des inondations. Mais les Hommes, par le biais de l'urbanisation, contribuent également au risque d'inondation, en limitant l'écoulement et l'infiltration de l'eau dans le sol, provoquant leur ruissellement.

Courdemanche, une commune Sarthoise, a subi récemment (mai 2016) une inondation, d'une ampleur inégalée, de par sa rapidité et de sa violence. Elle a ainsi fortement marqué les esprits. En effet, selon la Préfecture, on parle d'une inondation « sans précédent » pour la commune, d'une période de retour centennale. Le débordement de l'Etangsort, rivière traversant la commune, et le ruissellement, issue des collines entourant le village, sont les facteurs responsables de cette inondation et de la formation de coulées de boues. Le ruissellement, c'est-à-dire l'écoulement des eaux en surface, est favorisé quand l'intensité des précipitations dépasse l'infiltration et la capacité de rétention du sol. L'anthropisation des sols aggrave ainsi ce phénomène, par l'imperméabilisation des sols ou des pratiques agricoles non adaptées.

Afin de réduire les préjudices, à la fois humains, écologiques et économiques qu'elles provoquent, la gestion de ces inondations est primordiale. C'est désormais un enjeu important pour la commune. Ce rapport va permettre d'élaborer une manière d'organiser la gestion des ruissellements sur Courdemanche, dans le but de réduire leurs dommages et l'exposition des enjeux. L'état des lieux dégagera alors les causes ainsi que les conséquences des inondations et proposera des moyens à la fois curatif et préventif, en réponse à l'état des lieux.

PARTIE A – Etat des lieux



I – Présentation du terrain d'étude

I.1 – Contexte territorial et situation géographique

Courdemanche est une petite commune de 626 habitants, d'une superficie de 24 km²[2]. Elle se situe dans le département de la Sarthe (72), en région Pays de La Loire (fig.1). Plus précisément, elle se trouve dans l'arrondissement de la Flèche, à une quarantaine de kilomètres de la ville du Mans. Rattachée à la Communauté de Commune de Loir-Lucé-Bercé depuis 2017, elle fait également partie depuis 2015 du canton de Château du Loir. Les rivières de la Veuve et de l'Étangsort sont les principaux cours d'eau qui traversent la commune de Courdemanche.

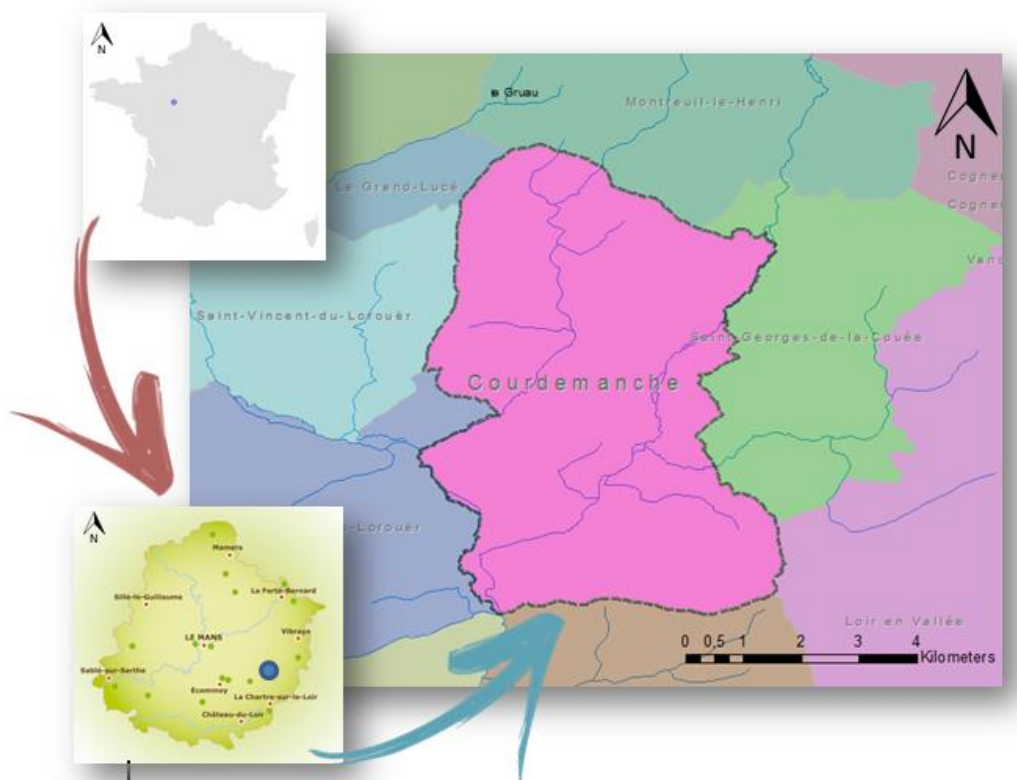


Figure 1 : Localisation de la commune de Courdemanche (Source : A.Joubert)

I.2- Contexte historique

A partir des années 1960, la commune de Courdemanche a connu une profonde mutation de son paysage. En effet, d'un point de vue de l'agriculture, celle-ci se spécialise, dans le but d'améliorer ses rendements [Com.pers.Vaulée]. Cela s'explique avec l'arrivée de la Politique Agricole Commune qui a eu, comme conséquence principale sur l'environnement rural, la formation d'exploitations plus grandes et plus uniformes.

Ainsi, au cours de cette période de nombreux acteurs ont recours au remembrement rural, qui consiste à arracher des arbres, des haies ou à combler des mares, afin de faciliter l'exploitation des terres agricoles. Cet aménagement a engendré de nombreux impacts « éco-paysager », que ce soit sur l'eau (inondation, eutrophisation...), la biodiversité (corridor écologique) ou les sols (érosion) [3].

De même, au cours des années 1970, dans l'objectif de réduire les inondations, de drainer les terres agricoles et de faciliter l'exploitation des terres agricoles, l'Étangsort a été curé

et rectifié [Com.pers.Vaulée]. Ainsi, la modification du profil naturel du cours d'eau a eu de nombreux impacts négatifs tels que l'accélération des flux et donc l'augmentation des risques de crues. Le recalibrage de l'Etangsort a également eu de nombreuses incidences sur l'environnement, avec la modification des milieux, ou encore la suppression de la ripisylve, qui a un rôle fondamental dans l'écrêtement des crues [Com.pers.Vaulée].

I.3 – Contexte réglementaire et administratif

I.3.1 – Planification & documents cadres

La commune de Courdemanche s'inscrit dans la Communauté de Communes du Loir-Lucé-Bercée, qui regroupe plus de 25 000 habitants. Elle assure un certain nombre de compétences telles que l'aménagement de l'espace, le développement économique ou encore la collecte et le traitement des déchets [4].

La carte communale :

Approuvée en 2014, la carte communale est le document d'urbanisme réglementaire pour gérer les droits à construire sur le territoire de Courdemanche [5]. Contrairement au PLU, la carte communale ne contient pas de règlement écrit. Ce sont les dispositions du Règlement National d'Urbanisme (RNU) qui s'appliquent.

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) :

A l'échelle du bassin de vie, il cadre la politique urbaine et territoriale en fixant les orientations de l'urbanisme et de l'aménagement. Courdemanche est concernée par le SCOT du Pays Vallée du Loir, regroupant 78 689 habitants et situé entre trois aires urbaines d'importances : Le Mans, Tours et Angers [6].

I.3.2 – Prise en compte du risque inondation

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Sarthe, trois risques sont présents : mouvement de terrain et minier, climat diffus et le transport de marchandises dangereuses [7]. Cependant, même si le territoire n'est pas soumis au risque inondation, selon les documents des services publics, Courdemanche a cependant connu des inondations d'importances (tableau 1).

Tableau 1 : Liste des déclarations en catastrophes naturelles de la commune de Courdemanche (Source : Préfecture de la Sarthe)

Catastrophes naturelles	Dates
Inondations et coulées de boues	Du 7 au 8 mai 1988
Inondations et coulées de boues et mouvements de terrain	Du 17 au 31 janvier 1995
Inondations et coulées de boues	Du 25 au 29 décembre 1999
Mouvement de terrain	3 juin 2002
Inondations et coulées de boues	Du 26 au 5 juin 2016

De plus, celles-ci causent de plus en plus de dommages. C'est le cas notamment de la dernière inondation (mai 2016), où la commune, classée en catastrophe naturelle, comptait parmi les plus gravement touchées en Sarthe. Cette dernière inondation a été particulièrement violente puisqu'elle a touché plus d'une quinzaine d'habitations, en raison de fortes précipitations entraînant le débordement de l'Etangsort. Six familles ont dû être relogées [8]. L'Etangsort est la cause des inondations sur la commune encore plus que la Veuve elle-même, traversant également la commune, en raison notamment de nombreux aménagements. Le département avait annoncé plusieurs semaines de perturbations dans certains secteurs comme la RD63, complètement coupée à Courdemanche [8].

En France, en réponse à de nombreuses catastrophes touchant son territoire, les pouvoirs publics se sont peu à peu munis d'un ensemble d'outils de préventions et se sont fixés des objectifs pour limiter les impacts du risque inondation à plusieurs échelles.

Parmi eux, il y a le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI), document destiné à évaluer les zones pouvant subir des inondations et proposant ainsi des solutions afin d'y remédier. Selon la crue de référence, le PPRI définit des règles de constructibilité dans chaque secteur susceptible d'être inondé. Courdemanche n'est pas concernée par un PPRI [9]. Elle se situe à la limite du PPRI du Val de Loir.

Si Courdemanche ne fait partie d'aucun PPRI, elle fait cependant partie du Programme d'Actions et de Prévention des Inondations (PAPI) du bassin de la Maine validé en 2003 [10]. A travers une approche plus globale du risque, les PAPI ont pour objectif de réduire les conséquences des inondations sur les territoires en favorisant une collaboration forte entre les l'Etat et les acteurs locaux.

La commune de Courdemanche est limitrophe à l'AZI (Atlas des Zones Inondables) du Loir et proche de l'AZI de la Braye, mais n'est concernée par aucun AZI [11]. Ce document n'a pas de valeur réglementaire à la différence des PPRI, mais constitue un document d'information permettant de caractériser et surveiller le risque inondations.

A échelle communale, un Plan Communal de Sauvegarde (PCS) peut être approuvé. C'est un outil de planification qui détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates d'information, de sauvegarde et de protection des populations [12]. Courdemanche ne dispose d'aucun PCS. De même, il n'est pas concerné par un DICRIM dont le but est d'indiquer les mesures de préservation et de protection.

A l'échelle européenne, la Directive inondations adoptée en 2007 vient renforcer les outils français déjà en place en termes de gestion du risque inondation et permet leur évolution. Elle propose une réorganisation de la politique nationale en matière de gestion du risque d'inondation, dans le but de réduire les impacts des inondations tout en conservant une certaine compétitivité et attractivité des territoires exposés à l'inondation. Cette directive permet de préparer au mieux les territoires face aux inondations, notamment à travers l'élaboration d'un Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) et d'identifier des Territoire à Risques Importants d'Inondation (TRI) [13]. Courdemanche n'est pas concernée par ces documents.

II- Facteurs influençant les inondations

II.1 - La ressource en eau superficielle

II.1.1 - Réseau hydrographique et bassin versant

Deux rivières traversent la commune de Courdemanche : La Veuve et l'Etangsort. L'Etangsort, d'une longueur de 25.5 km prend naissance entre les communes de Bouloire et de Maisoncelles, à 180 mètres d'altitude environ. Il suit ensuite un écoulement Nord-Sud avant de se jeter dans la Veuve à Courdemanche. C'est donc un sous affluent du Loir par la Veuve. D'une longueur de 26,2 km, la Veuve prend naissance au sud-est du Mans, dans les forêts de la commune de Saint-Mars-de-Locquenay et se jette dans le Loir entre Lhomme et Chahaigues, à deux kilomètres en aval de La Chartre-sur-le-Loir (fig.2) [14].

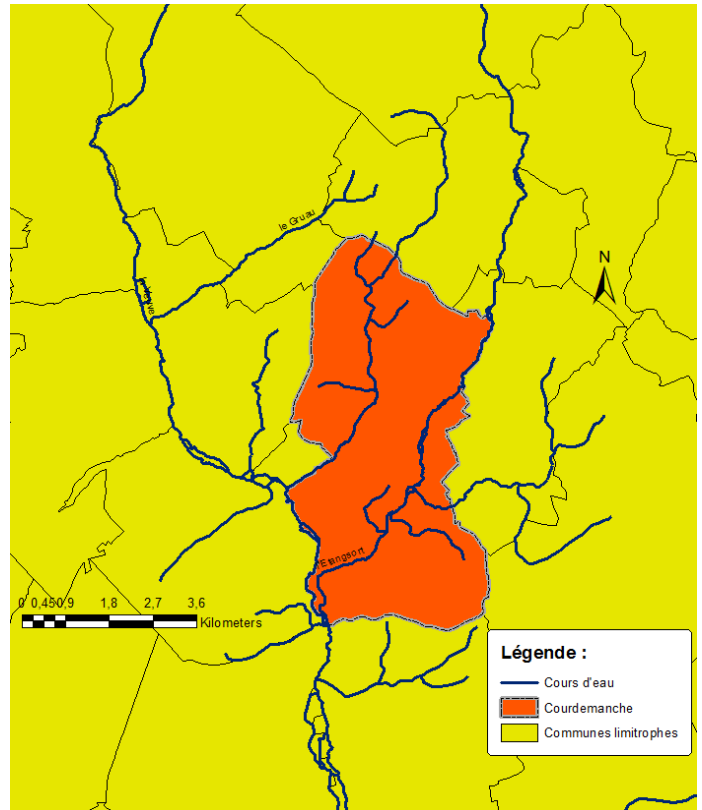


Figure 2 : Réseau hydrographique sur la commune de Courdemanche (Source : A. Joubert)

L'Etangsort draine un bassin versant topographique d'une superficie de 54 km² (fig.3). Ce bassin versant fait partie du sous bassin du loir appelé Loir-Escotais-Veuve délimité par le SAGE Loir (fig.4). Comme pour l'ensemble des affluents et sous-affluents du Loir, la Veuve et l'Etangsort ne sont pas classés dans le domaine public fluvial, il s'agit donc de cours d'eau non domaniaux [15]. Cela signifie que leur entretien est exclusivement à la charge des propriétaires riverains. Ce sont des cours d'eau de première catégorie, c'est-à-dire que le peuplement piscicole dominant est constitué de salmonidés (truite, omble chevalier, ombre commun, huchon) [15].



Figure 3 : Bassin versant topographique de l'Etangsort
(Source : IRSTEA)

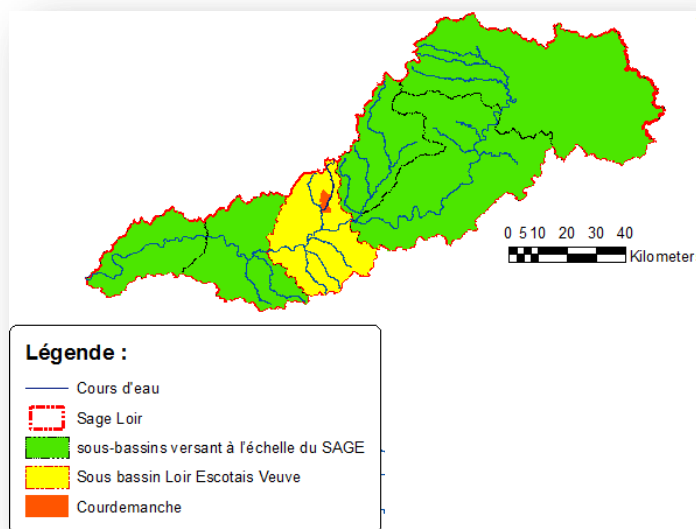


Figure 4 : Délimitation du sous bassin Loir-Escotais-Veuve du SAGE Loir (Réalisation personnelle)

II.1.2 - Masse d'eau superficielle

L'Etangsort fait partie des 53 masses d'eau « très petit cours d'eau » identifiées par le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021[15]. Pour chacune des masses d'eau identifiées, il fixe des objectifs d'atteinte du bon état. En ce qui concerne l'Etangsort, les objectifs de bon état écologique et chimique n'ont pas été atteints pour l'échéance de 2015 et a donc fait l'objet d'un délai jusqu'en 2027[15].

II.2 - La ressource en eau souterraine

II.2.1 - Hydrogéologie – Formations aquifères

Les eaux souterraines du territoire du SAGE Loir se décomposent en 3 principaux aquifères : la nappe des calcaires de Beauce ; la nappe de la craie du Séno-Turonien ; la nappe du Cénomaniens [15]. Ces deux dernières se trouvent au niveau de la commune de Courdemanche.

✓ Craie du Séno-Turonien

Il constitue un important réservoir aquifère, de type libre, qui s'étend sur une large partie du SAGE du Loir. Cette formation très affleurant représente une ressource fortement exploitée et vulnérable, « du fait de sa perméabilité et de sa couverture d'argile à silex irrégulière » [16]. Elle est drainée par les cours d'eau et est en liaison hydraulique avec la nappe alluviale du Loir, elle aussi très vulnérable, en raison de son exposition aux pollutions de surface.

Le tuffeau est de la craie sableuse de couleur blanche extraite de carrières dans des strates de cette formation crayeuse du Séno-Turonien [16]. En effet, le tuffeau constitue la principale pierre utilisée pour la construction des maisons et monuments de Courdemanche.

✓ **Sables et Grès du Cénomani**

Le réservoir aquifère poreux du Cénomani est constitué principalement par les niveaux sableux (sables du Perche, de Varennes et de Vierzon) recouvert par les marnes à Ostracées assurant protection et mise en charge de la nappe [17]. C'est donc une nappe captive, hors des affleurements, qui est drainée par la Loire.

La bonne qualité naturelle de l'eau de cette nappe ainsi que l'importance de sa réserve sont les raisons pour lesquelles ont explosé les nombres de prélèvements à la fois pour l'eau potable, pour l'industrie et pour l'irrigation [15]. Cette nappe doit alors être surveillée tout particulièrement. Elle est aujourd'hui classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE), en raison de l'insuffisance des ressources par rapport aux besoins et de sa détérioration. De plus, la partie captive de la nappe du Cénomani est classée par le SDAGE Loire Bretagne comme Nappe à réserver en priorité à l'Alimentation en Eau Potable (NAEP) [15]. Elle fait ainsi l'objet de mesures préventives pour assurer la protection du patrimoine » telles que :

- ✓ Favoriser les études de gestion de la ressource,
- ✓ Examiner les possibilités de reconversion pour les plus gros prélèvements industriels ou irrigants,
- ✓ Mettre en conformité les ouvrages mal conçus,
- ✓ Réaliser et diffuser largement des prescriptions techniques pour les nouveaux forages.

II.2.2 - Vulnérabilité

Sur les plateaux, ces nappes ont peu de risque d'être polluées en raison d'un recouvrement peu perméable, mais de forts ruissellements peuvent reporter le risque en contrebas des vallées. Or dans ces vallées, les aquifères de la craie et des sables Cénomaniens sont sans protection et sont donc très vulnérables [15].

De plus, les craies argileuses du Turonien inférieur et les Marnes à huîtres sont peu perméables [15]. Elles assurent donc une protection relative de l'aquifère des Sables du Perche. Les faciès tuffeux et les craies Sénoniennes, entaillées par le Loir et le Veuve, sont également vulnérables [15].

II.2.3 - Masse d'eau souterraine

Le territoire de la commune de Courdemanche est donc concerné par deux des huit masses d'eaux souterraines recensées sur le territoire du SAGE du Loir :

- ✓ Sables et grès du Cénomani unité du Loir (FRGG080)
- ✓ Craie du Séno-Turonien unité du Loir (FRGG090)

En ce qui concerne la masse d'eau des sables et grès du Cénomani, l'objectif du SAGE Loir pour la période 2016-2021 est l'atteinte du bon état quantitatif, le bon état écologique ayant été atteint en 2015 [15]. La masse d'eau Craie du Séno-Turonien quant à elle, a vu ses objectifs de bon état quantitatif et qualitatif repoussés en 2027 [15].

II.3 – Hydromorphologie

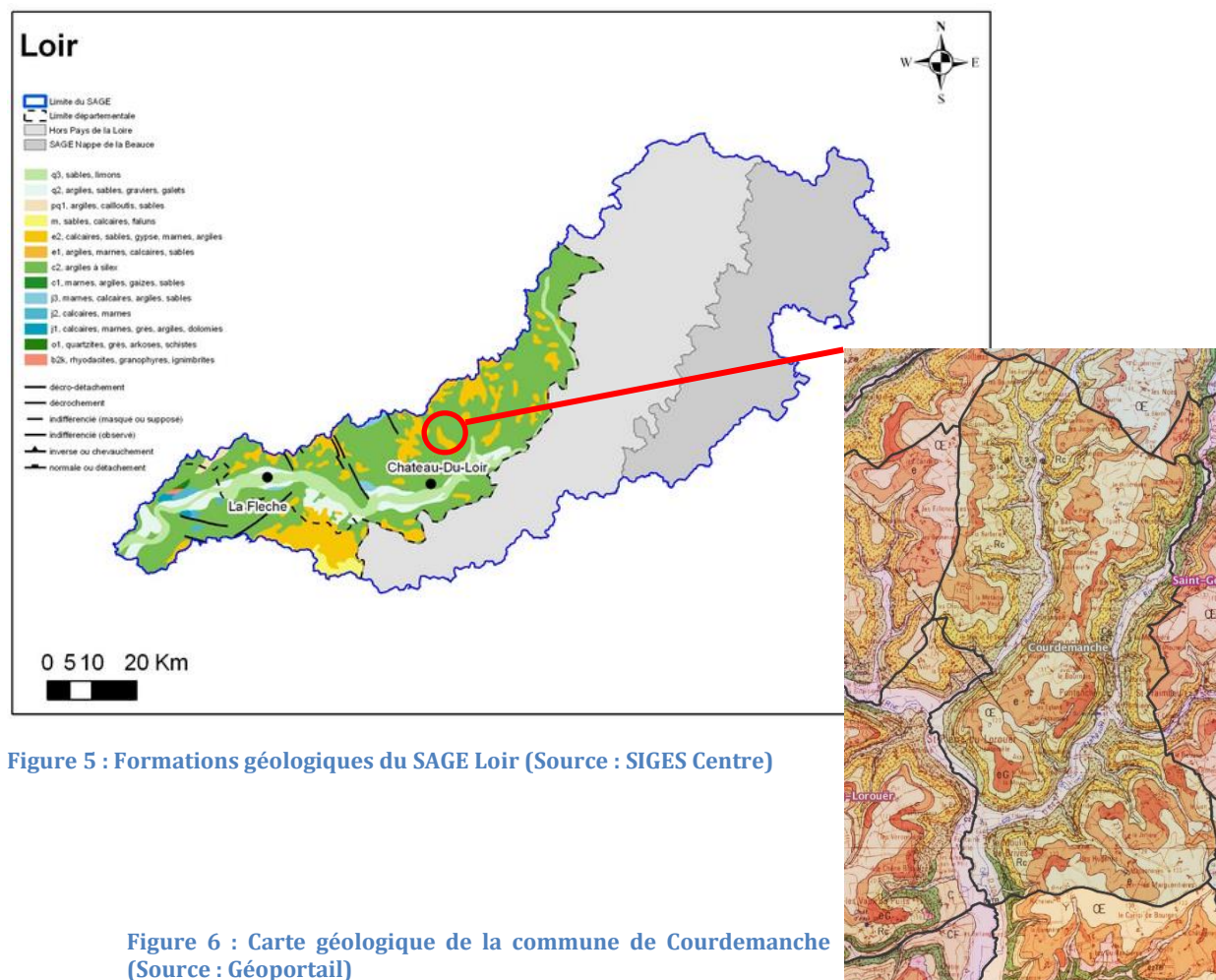
Dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE et de la restauration de la continuité écologique des cours d'eau, un inventaire des ouvrages hydrauliques faisant obstacle à l'écoulement naturel des eaux a été réalisé. Il a été constaté alors que la morphologie de l'Etangsort et de la Veuve a été impactée par la présence d'anciens travaux et ouvrages hydrauliques (Annexe 1). Ce sont des obstacles au transit sédimentaire et la circulation des poissons migrateurs et peuvent avoir des conséquences négatives sur les habitats et la diversité [15].

Sur l'Etangsort, la plupart des ouvrages sont fortement dégradés et ont pratiquement disparu. Ils ne représentent plus un obstacle pour la continuité écologique [Com.pers.Vaulée]. En effet, avec l'effondrement de l'ouvrage, il n'y a plus d'entrave pour la circulation piscicole et sédimentaire. Ils restent néanmoins des traces de ces ouvrages sous forme de seuils d hauteurs variables. En revanche, sur la Veuve, il est encore possible d'apercevoir des ouvrages faisant barrière à la continuité écologique. Cependant, la continuité écologique semble être moins compromise sur le bassin de la Veuve et de l'Etangsort que sur le reste du bassin du Loir [Com.pers.Vaulée]. En effet, la base « Obstacles » du SAGE Loir apporte des informations sur la franchissabilité des espèces piscicoles. On constate, pour le cas de l'anguille qu'aucun ouvrage n'est infranchissable sur la Veuve et l'Etangsort. En effet, aucun ne présente une classe supérieure à 2 (franchissable avec retard). Sur les 577 ouvrages impactant la continuité écologique recensés lors du diagnostic du SAGE Loir, aucun ne se situent sur l'Etangsort.

L'état fonctionnel des milieux aquatiques associés à l'Etangsort et à la Veuve est qualifié de médiocre, perturbé essentiellement par l'évolution de pratiques agricoles « s'orientant notamment de plus en plus vers la mise en culture de prairies de bord de cours d'eau », altérant les berges [15]. Les principales perturbations sont donc issues d'anciens travaux hydrauliques et des phénomènes d'eutrophisation accentués par des pompes agricoles intenses [15].

II.4 – Géologie - Pédologie

Courdemanche est concernée par un des quatre grands ensembles géologiques présents sur le territoire du SAGE du Loir : les formations du Sénonien et du Turonien (Fig.5).



Cet ensemble géologique, appartenant à l'entité du bassin parisien est composés de plusieurs niveaux de sables fins, argiles, craie blanche à silex et de tuffeaux, qui lui confèrent une perméabilité faible [16]. Les argiles à silex sont composées essentiellement de craies marneuses et d'argiles sableuses issues de l'altération de la craie tuffeau du Séno-Turonien sous-jacente. Ce mélange d'argiles et de silex lui confère un caractère imperméable, ce qui provoque des ruissèlements important lors de crues [16]. Elles sont issue d'une diagenèse* superficielle, transformant des sédiments (sables) en roches sédimentaires (silex) qui ont permis aux limons sensibles à l'érosion de se développer. Cet ensemble géologique donnent des sols bruns hydromorphes et lessivés.

Les principaux types de sol représentés sur la commune de Courdemanche sont les luvisols, qui se développent sur la craie du Seno-turonien (Fig.6). La genèse de ces sols se caractérise par une migration de l'argile (lessivage mécanique) des strates supérieures vers celles inférieures, formant ainsi une strate d'horizons bien différenciée. Il est donc composé, entre autres, d'un horizon supérieur E appauvri en argile et en fer (moins structuré et assez perméable) et d'un horizon inférieur BT enrichi en argile et en fer, dont la structure est mieux

développée et moins perméable [18]. Ce sont généralement des sols épais, favorables au développement de l'agriculture.

II.5 – Topographie & paysage

La topographie est un facteur important influençant sur les écoulements de l'eau, et l'érosion du sol (Fig7.).

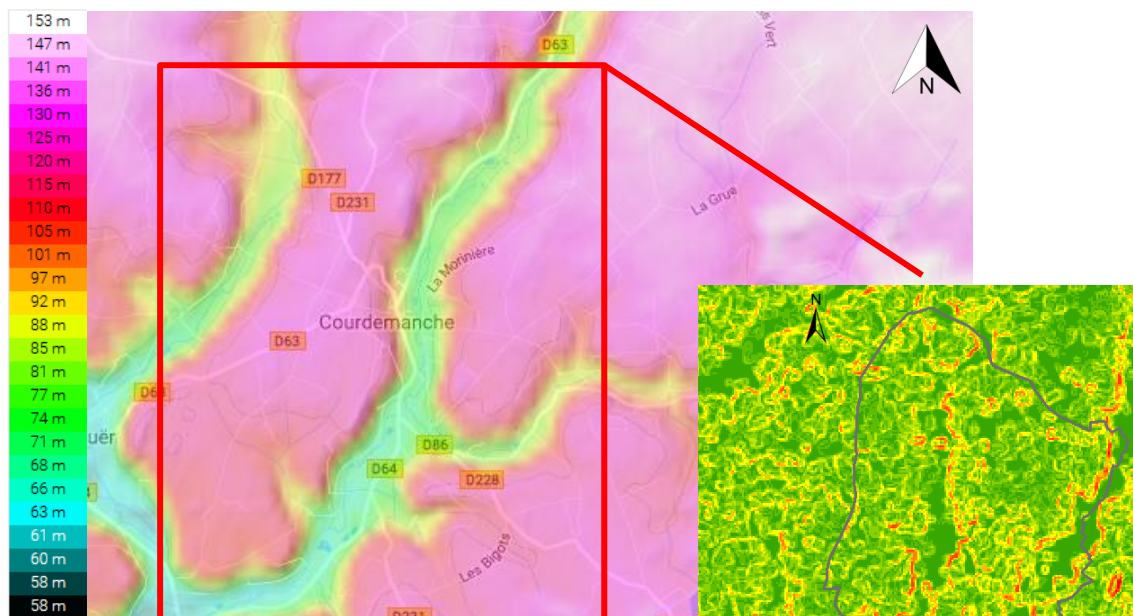


Figure 7 : Carte topographique de la commune de Courdemanche (Source : topographic-map)

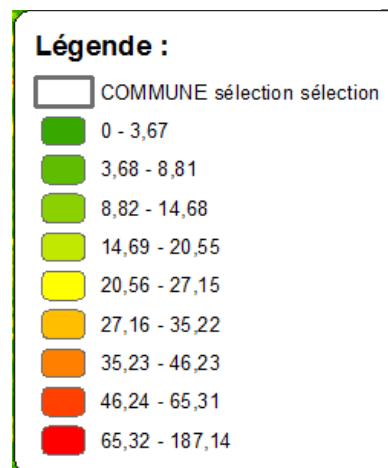


Figure 8 : Modèle Numérique de Terrain (Source : A.Joubert)

Courdemanche est située dans la vallée du Loir, à flanc de coteaux de la Veuve. La commune fait partie de l'unité paysagère du plateau calaisien, délimité par de vastes forêts et caractérisé par un relief ondulé en raison d'un plateau calcaire entaillé de vallées encaissées [19]. Sa situation, en continuité avec les collines du Perche explique les ruissèlements sur les parcelles agricoles lors de fortes pluies. Les altitudes maximum et minimum sont respectivement de 152m et de 58m pour une moyenne de 130m. La vallée de la Veuve est encaissée d'une cinquantaine de mètres dans ce plateau.

II.6 – Occupation des sols

La nature de l'occupation du sol est un facteur important en ce qui concerne les inondations. En effet celle-ci joue un rôle fondamental dans l'infiltration des eaux dans le sol. L'infiltration est alors différente sur une prairie ou sur un sol urbanisé.

La carte et le graphique ci-dessous, issues de la base de données Corine Land Cover 2006, montre bien le caractère rural et agricole de la commune de Courdemanche. On peut constater une forte densité des terres agricoles. On peut distinguer les terres arables et les prairies représentant respectivement 50% et 31% du territoire. En effet, plus de 80% de la superficie de la commune est soumise à l'agriculture. Enfin, les milieux-semi naturels et forêts ont une emprise sur 14% du territoire, tandis que la surface en eaux n'y est pas représentée (car inférieure à 1%), correspondant principalement au passage de la rivière de l'Etangsort au sein de la commune. Cependant on peut remarquer un grand nombre de mares, aux stades d'atterrissement divers au sein de la commune. Beaucoup d'entre elles ont été comblées lors du remembrement [Com.pers.Vaulée].

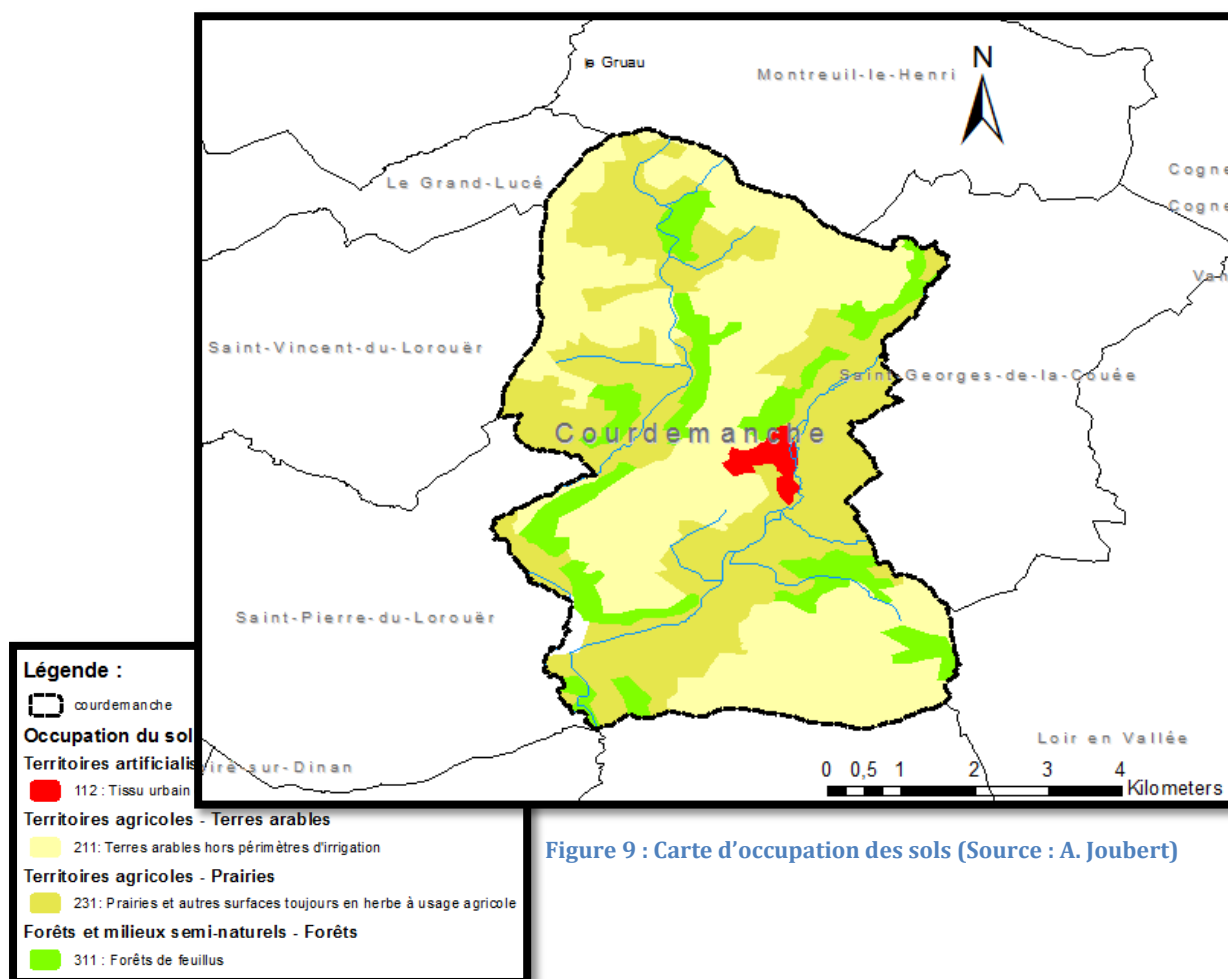


Figure 9 : Carte d'occupation des sols (Source : A. Joubert)

Occupation du sol de Courdemanche

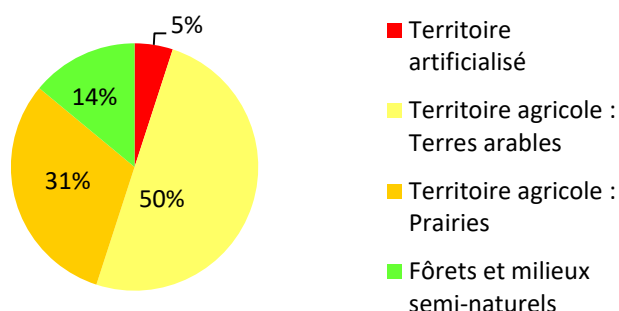


Figure 10 : Proportion des différentes occupations du sol sur la commune de Courdemanche (Source : Corine Land Cover 2006)

II.6.1 - Agriculture

L'agriculture, comme toute activité, à un réel impact sur les sols et sur les milieux aquatiques. Elle joue, entre autres, un rôle important vis-à-vis des ruissellements, car elle influe sur la capacité d'infiltration du sol, son érosion, ou encore sa battance. Le ruissellement agricole est un facteur aggravant les pollutions. En effet, il accentue la pollution diffuse, car il permet à l'eau qui ruissèle de se charger en polluant agricole avant de se jeter dans le cours d'eau le plus proche. De même l'occupation, des sols, c'est-à-dire sa couverture végétale ou les pratiques culturales influent énormément sur ces paramètres.

Les orientations technico-économiques de la commune, en ce qui concerne l'agriculture, sont la polyculture et le polyélevage, réalisés sur une Superficie Agricole Utile d'environ 1655 ha [20]. En fonction de la période de l'année deux types de cultures sont produites comme le montre la figure 11. Au printemps, maïs (et tournesol en plus faibles proportions) sont cultivés tandis qu'en automne-hivers, du blé (et colza) sont cultivés [20]. Or il est à noter que les cultures annuelles semées au printemps, même si elles sont plus viables économiquement, sont également les moins efficaces contre les inondations de printemps (associées à un risque d'orage conséquent), auxquelles Courdemanche est soumise. La période automne/hivers est également une période à haut risque d'inondation car il n'y a pas de couverture végétale. En effet, elles favorisent le ruissellement au printemps et en été car celles-ci fournissent une couverture peu développée, leur système racinaire ne permet pas l'infiltration de l'eau dans le sol.

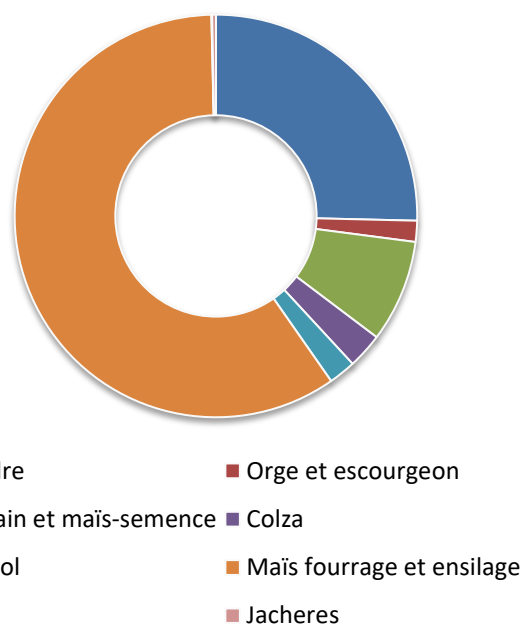


Figure 11 : Principales cultures sur la Commune de Courdemanche en 2014 (Source : AGRESTE)

Quant aux milieux toujours en herbes, utilisés pour le pâturage, et les milieux semi-naturels, ils favorisent une bonne infiltration de l'eau dans le sol et permettent, en temps de crue, de freiner les écoulements. Enfin, la suppression d'un grand nombre de haies, de talus ou de zones humides (à long terme), a eu un fort impact négatif, en favorisant les ruissellements des pluies orageuses et supprimant des corridors écologiques. L'implantation de cultures parallèlement à la pente est également une pratique agricole qui accroît les écoulements.

II.6.2 - Urbanisation

Nous savons que l'urbanisation est un facteur qui multiplie les risques et amplifie les conséquences des inondations. En effet, l'artificialisation des sols a de profonds impacts sur l'environnement : plus les surfaces artificialisées (villes, routes...) augmentent, plus la proportion des pluies qui ruissellent au lieu d'être absorbées augmente aussi. Cependant l'urbanisation n'est pas le facteur principal à prendre en compte sur la commune. En effet, la commune de Courdemanche est très peu artificialisée, seulement 5% de sa superficie.

II.7 – Climat

Le climat de Courdemanche est un climat océanique tempéré chaud. Il se caractérise par des hivers frais et humides et des étés doux. Le maximum de précipitations se produit durant la saison froide, avec des précipitations annuelles moyennes de 673 mm. Novembre se présente comme le mois le plus pluvieux avec une moyenne de 67 mm, tandis que les précipitations moyennes les plus faibles sont enregistrées en Juillet et Aout avec 49 mm seulement. Concernant les températures, le mois de Juillet est le plus chaud de l'année, avec une température moyenne de 18.8 °C. Quant au mois le plus froid, Janvier, enregistre des températures moyennes de 3.5 °C [21].

Les inondations les plus dévastatrices ayant eu lieu sur la commune de Courdemanche, dont la dernière en date (mai 2016) est la résultante de fortes précipitations avec des cumuls de pluies exceptionnels engendrant des crues soudaines.

III – Conséquences & Enjeux

III.1 – Enjeux environnementaux

III.1.1 - Stratégie Nationale de Création d'Aires Protégées (SCAP)

Depuis 2013 suite à la loi Grenelle I, deux secteurs sont concernés par la Stratégie Nationale de Création d'Aires Protégées (SCAP) sur le territoire de Courdemanche [22]. L'objectif étant de stopper la perte de biodiversité en protégeant les habitats. « La carrière souterraine à Pontencheri » et « la cave du petit Brive » présentent quelques espèces prioritaires, telles que des Chiroptères : le Petit rhinolophe, le Grand rhinolophe et le Grand murin ou encore le Murin à oreilles échancrées peuvent être observés. Ces deux SCAP, d'anciennes champignonnières artificielles creusées dans le tuffeau, appartiennent à l'unité écologique entre la vallée de la Sarthe et la vallée du Loir, selon le découpage du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)[22]. Plusieurs projets sont en cours pour protéger mieux ces chiroptères, notamment en se dotant d'outils juridiques et réglementaires de protection. En effet, ces SCAP font l'objet d'études pour la mise en place d'un Arrêté de Protection de Biotope (APB), pour conserver les colonies de Chiroptères, tandis que la zone de la cavité du petit Brives pourrait être intégrée au site Natura 2000 « Vallée du Narais, forêt de Bercé et ruisseau du Dinan » situé à 14 km de Courdemanche. Ces cavités calcaires peuvent être sensibles aux inondations, le tuffeau étant très sensible aux cycles répétés d'imbibition, mettant alors les colonies de Chiroptères en périls [22].

III.1.2 - Zone d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

✓ ZNIEFF de type I

« La carrière souterraine à Pontencheri » est incluse dans une Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I. En effet, cela s'explique par la présence de plusieurs espèces de chiroptères inféodés à la vallée de l'Etangsort, et en particulier le *Rhinolophus hipposideros*, espèce protégée au niveau national et inscrite en tant qu'espèce prioritaire à la Directive Communautaire "habitat, faune, flore"[22]. Le périmètre de la ZNIEFF correspond à l'entrée des galeries souterraines servant d'habitats pour ces chiroptères (0.01ha).

✓ ZNIEFF de type II

Le territoire de la commune de Courdemanche se situe au droit d'une ZNIEFF de type II : la Vallée du Loir de Pont-de-Braye à Bazouges-sur-Loir, d'une superficie de 15613 ha [22]. Elle correspond à la vallée alluviale et des coteaux calcaires qui l'entourent. On y trouve de nombreuses espèces faunistiques et floristiques protégées ou patrimoniales. Sur la commune de Courdemanche un certain nombre d'espèces d'« intérêt » ont été observées (Annexe 2).

III.1.3 - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) est une installation qui peut présenter des dangers ou des nuisances pour la santé, la sécurité, la salubrité publique, la protection de la nature.... Ainsi, afin de réduire les risques et les impacts relatifs à ces installations la loi définit la manière dont ces installations doivent être gérées.

Sur Courdemanche huit installations, pour la plupart agricole, ont été recensées [22]. Il est ainsi primordial de les surveiller, car en cas d'inondations celles-ci peuvent gravement porter atteinte à son environnement.

III.1.4 - Assainissement

Courdemanche est située en zone sensible au titre de la Directive Eaux Résiduaires Urbaines [23]. L'ensemble des eaux usées domestiques sont prises en charge par une station d'épuration dimensionnée pour une capacité nominale de 400 EH. D'après un contrôle réalisé en 2016, la station est conforme en équipement et en performance. Mis en service en 1981, elle a été construite pour prendre en charge 24Kg/j de DBO5 et un volume de 60m³/j [23]. La filière eau est basée sur le principe d'aération par boue activée tandis que la filière boue se base sur une déshydratation naturelle puis d'un stockage. La qualité des rejets a été suivie, permettant d'affirmer que les rendements et les normes de rejets concernant la DBO5, le NO2, le NH4 et le PO4 sont respectés. L'eau épurée est ensuite rejetée dans la rivière de l'Etangsort.

L'ensemble de la commune n'est pas relié au réseau d'assainissement collectif. Une grande partie de la commune, hors centre-ville dispose alors d'un assainissement individuel. Dans les zones bénéficiant d'un réseau de collecte collectif, celui-ci est majoritairement de type unitaire, c'est-à-dire qu'il reçoit en même temps les eaux usées et les eaux pluviales. Dans ce contexte, en cas de fortes précipitations, le fonctionnement de la station d'épuration qui reçoit ces eaux n'est pas optimale et risque de polluer son environnement.

III.2 Enjeux socio-économique

III.2.1 - Démographie

Le graphique ci-dessous illustre la dynamique de la population de Courdemanche. On constate alors que depuis la fin du 19^{ème} siècle, la population de Courdemanche n'a cessé de régresser, en raison d'un solde naturel et migratoire négatif. En effet, le nombre d'habitants a diminué de moitié entre 1901 et 2014, date du dernier recensement de la population. Actuellement, 624 personnes habitent sur le territoire de la commune de Courdemanche. Cependant, on peut observer une certaine stagnation du nombre d'habitant depuis 1968. La densité de la population de Courdemanche en 2014 était alors de 26,2 habitant/km², taux nettement inférieur à la moyenne nationale [2].

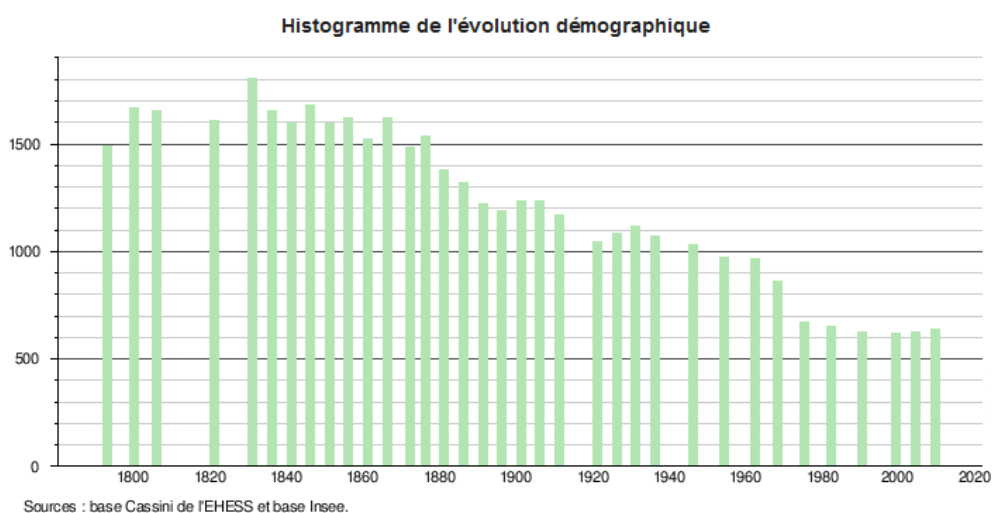


Figure 12 : Evolution de la population à Courdemanche (Source : INSEE)

III.2.2 - Economie

Quelques entreprises sont installées sur Courdemanche. Cependant, c'est le centre-ville qui concentre le plus d'activités, avec notamment des commerces de proximité (boulangerie, bar...).

Les inondations font d'énormes dégâts sur les exploitations agricoles. En effet, les ruissèlements qui en résulte favorisent l'érosion des sols et détruisent les cultures en place. Ainsi, il a été estimé à plusieurs milliers d'euro les dégâts engendrés par la dernière inondation [Com.pers.Vaulée].

III.2.3 - Infrastructure & bâtis

La tendance de la commune est clairement envers les résidences principales pavillonnaire, représentant 67.5% des logements disponibles. On y constate également 19.5 % de résidences secondaires et logements occasionnels. Enfin, la part des logements vacants est également importantes, représentant 13% des logements disponibles sur la commune [24].

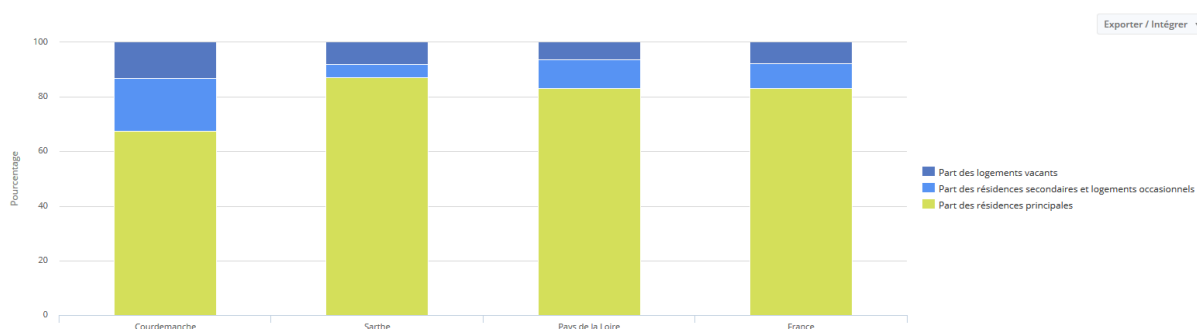


Figure 13 : Proportion des différents types d'habitations sur Courdemanche (Source : DataFrance)

De plus, se situe proche du centre-ville, l'école élémentaire de Courdemanche, qui a dû fermer lors de la dernière inondation.

III.2.4 - Tourisme & loisirs

Même si la commune recèle de belles maisons typiques de la région, en ardoise et en tuffeau, le tourisme y est très peu développé. Son atout principal est l'Eglise Notre Dame de Courdemanche, construite au XIe siècle et inscrite au patrimoine historique depuis 2002. Un camping municipal se trouve sur la commune : L'ETANG SORT, situé au bord de la rivière. Il propose des activités liées à la pêche et des activités sportives, aires de jeux pour les enfants. De plus, la commune fait partie de l'itinéraire sarthois de la Vallée du Loir à vélo entre Le Mans et Le Lude.

Enfin, on peut constater une part assez importante des maisons secondaires sur la commune (19.5%), qui laisse à penser que de nombreuses personnes viennent à Courdemanche pour se reposer dans un cadre apaisant. Cela augmente le nombre de personne sur la commune sur une courte période. On peut également s'apercevoir qu'il y a une forte proportion des maisons vacantes sur la commune (13%)[24].

Nous avons donc pu déterminer plusieurs enjeux sur la commune (Fig.14), qui peuvent être impactés par les inondations. Or ces inondations sont renforcées par des phénomènes, certes climatiques (fortes inondations) mais pas seulement. En effet, à cela s'ajoutent des facteurs liés à la nature des sols (géologie), humains (pratiques agricoles, entretien des cours d'eau). Il convient ainsi de proposer des aménagements, répondant à la problématique de la gestion des inondations et qui prennent en compte l'ensemble de ces facteurs.

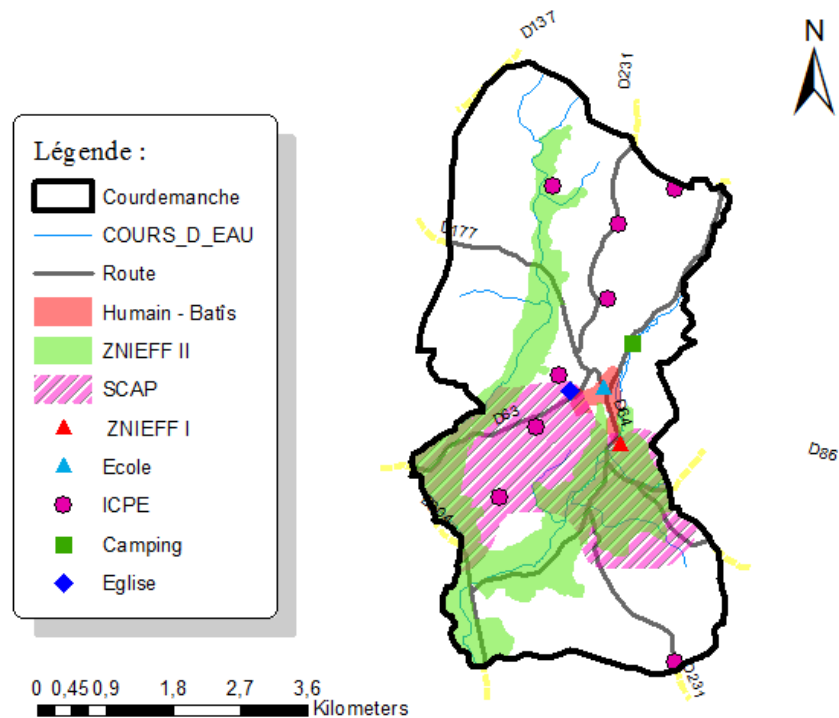


Figure 14 : Carte des enjeux sur Courdemanche (Source : A.Joubert)

PARTIE B – Projet



La commune présente donc un certain nombre d'enjeux, qui est exposé à l'aléa ruissèlements. C'est cette exposition qui forme le risque inondation par ruissellement pluvial. Ainsi, afin de préserver ces enjeux, un aménagement global de la commune de Courdemanche sera proposé. Il est alors divisé en plusieurs objectifs : réduction du phénomène de ruissellement, la maîtrise des écoulements excédentaires et la limitation de l'exposition des enjeux au risque.

Ce travail a été rendu possible par la prise en compte des événements passés, à l'aide essentiellement de témoignages d'habitants et d'acteurs de la commune. Cela m'a permis d'identifier plusieurs secteurs prioritaires nécessitant des aménagements.

Afin de répondre aux différents objectifs, deux scénarii ont été élaborés. Cependant, après analyse de leurs conséquences et l'influence sur le territoire, c'est finalement le scénario 1 qui a été choisi. Il se caractérise par un ensemble de mesures préventives et curatives, qui présentait notamment le meilleur ratio coût-efficacité (tableau 2). De plus, c'est un projet qui ne présente qu'une faible complexité technique. Cependant, contrairement au scénario 2 il nécessitera vraisemblablement une acquisition foncière plus conséquente.

Tableau 2 : Scénario visant à réduire les ruissellements sur la commune

	Scénario 1	Scénario 2
Aménagement 1	Création de zones de d'expansion + mares	Révision du réseau d'assainissement (dimensionnement exutoire ...)
Aménagement 2	Création et restauration de fossés + haies	Gestion des ruissèlements à la parcelle (toit infiltrant, cuve de rétention...) + bassin de rétention
Aménagement 3	Modification des pratiques agricoles	Adapter le revêtement des chaussées

La détermination finale de ce scénario a été également fonction de la population locale. En effet, j'ai pu interroger 31 personnes, dont 65% était en faveur du premier scénario (Fig.15). Cependant ce sondage n'est pas représentatif de la population, en raison du faible taux de réponse. De plus je n'ai interrogé que trop peu d'agriculteurs, qui eux, sont directement concernés par ces aménagements et qui, souvent ne sont pas favorables à la création de haies qui sont une charge de travail supplémentaire.

Avis de la population concernant les aménagements luttant contre le ruissellement pluvial

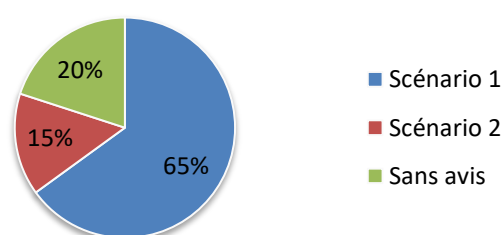


Figure 15 : Sondage de la population locale pour le choix du scénario

I - Des mesures préventives

L'ensemble des propositions et mesures préventives proposé dans ce rapport concerne la gestion et l'exploitation des terres agricoles. En effet, même si aujourd'hui l'impact de l'agriculture sur les milieux, et plus particulièrement sur les phénomènes de ruissèlement et d'érosion est de plus en plus connu, certains acteurs sont encore peu réceptifs ou ne se sentent pas concernés. Or, c'est seulement avec des actions concertées et de plus grandes ampleurs (échelle du bassin versant...) que les choses peuvent évoluer. Les agriculteurs seront associés à la gestion en contribuant à la prévention des ruissellements par différentes mesures : répartition des assolements, travail du sol, bandes enherbées...

I.1 - Evolution des pratiques agricoles

Plusieurs facteurs confèrent des propriétés drainantes aux sols en leur permettant d'absorber l'eau. Le premier est la présence, en abondance, de matières organiques et d'organisme vivants (lombrics...), tandis que le second facteur est sa structure, déterminée par son système racinaire. Cependant, l'intensification de l'agriculture entraîne l'appauvrissement des sols et détériore ces fonctions. Ainsi, de nouvelles pratiques agricoles sont à définir au niveau de la parcelle, voir à l'échelle du bassin versant, permettant de redonner aux sols leur qualité et leurs propriétés.

I.1.1 - Réduire le travail du sol

La première solution que l'on pourrait apporter afin de répondre à cet objectif est de limiter le travail du sol et de ne jamais laisser les sols nus. En effet, lors d'un labourage du sol, l'horizon supérieur du sol constitué d'humus, se retrouve inversé avec le second horizon, riche en minéraux lessivés, nourriture des lombrics. Cela a plusieurs conséquences négatives puisque ces lombrics ne remontent plus à la surface du sol pour se nourrir et donc n'aèrent plus le sol comme ils le devraient. La capacité d'absorption du sol est alors réduite et la saturation du sol en eau est atteinte plus vite en temps de pluies. De plus, cette pratique forme des couches compactes et tassent les sols, ce qui entravent les échanges au niveau racinaire et favorise les phénomènes de ruissèlement et d'érosion [25]. Donc en ne labourant pas, et en laissant toujours une couverture végétale (paillis ...), cela permet de préserver les sols tout en limitant le risque de ruissèlement.

I.1.2 - Une meilleure gestion pour l'utilisation des produits chimiques

Une autre pratique qui peut évoluer est celle de l'utilisation des produits phytosanitaire, fertilisant et autres produits chimiques. Ainsi, en optimisant la gestion de ces intrants, cela diminuerait d'une part, la pollution diffuse d'origine agricole par le ruissèlement et, d'autres part, favoriserait le développement des micro-organismes du sol jusqu'alors mis à mal par ces produits. Il est même possible de supprimer progressivement ces produits des pratiques agricoles en ayant recourt à des méthodes alternatives : association de plantes et lutte intégrée au lieu des pesticides, paillage et plantes vivaces contre les désherbants chimiques et réimplanter des légumineuses à la place de fertilisant azotés. Les pesticides peuvent quant à eux être évités notamment grâce à la lutte biologique... Tout cela permet de redonner au sol les éléments qui faisaient de lui un acteur principal de la lutte contre les ruissèlements.

I.1.3 - Adapter le travail au sens de la pente

La quatrième propositions consiste à inciter les agriculteurs à travailler perpendiculairement à la pente, ou en buttes, afin de faire barrage aux écoulements et éviter l'érosion. Adapter le travail du sol au sens de la pente est une pratique facilement généralisable à l'échelle de la commune. Cette adaptation du travail se justifie particulièrement dans le cas de cultures semées à grand écartement telles que le maïs, grandement cultivées sur Courdemanche. En effet, ce type de cultures sont propices aux ruissellements en raison d'une couverture végétale peu dense, ce qui crée des couloirs préférentiels pour les ruissellements [26]. Ainsi cette technique permettra tout en favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol, de réduire le stress hydrique et la concentration des eaux en éléments chimiques.

A cette préconisation peut être associée des techniques complémentaires telles qu'implanter des bandes enherbées et florales au sein des parcelles. Celles-ci doivent être bien placées et orientées : en contrebas de la parcelle ou perpendiculairement à la pente. Elles permettent de freiner les écoulements et réduisent les transferts de polluants (azote, phosphore...). Cette pratique a de multiples effets positifs sur l'environnement : création de corridors écologique, rôle épurateur... Cette technique permettra avant tout de limiter l'érosion des sols, en limitant l'entraînement des limons, qui favorise le ruissellement.

I.1.4 - Cultures diversifiées & rotation

Enfin il est préconisé de cultiver des espèces et variétés diversifiées à l'échelle du territoire. La première étape consiste à la diversification spatiale des cultures. Cela se réalise en éloignant les unes des autres, chaque parcelle portant les mêmes cultures. Il est donc nécessaire que les agriculteurs se mettent en concertation sur ce sujet. La seconde étape est la diversification temporelle des cultures. Cela s'explique par la rotation des cultures au sein d'une même parcelle. C'est l'assolement : qui consiste à partager les terres pour y établir une rotation des cultures (tous les 2-3 ans) afin d'obtenir un meilleur rendement sans épuiser la terre [27]. Il est même possible d'associer plusieurs cultures au sein de la même parcelle. A chaque changement, cela permet d'avoir des racines différentes qui favorisent la retenue d'eau, limitant ainsi les ruissèlements. De même, les périodes à risque de ruissellement sont différentes pour chaque culture, en raison de couverts végétaux plus ou moins développés qui ralentissent les écoulements [26]. Ainsi, ces territoires seront plus efficaces contre les ruissellements vis à vis d'un même territoire aux cultures uniques. Le fait d'associer, par exemple des cultures de printemps et d'automne, rendra le risque de ruissellement plus faible et mieux réparti. La diversification des cultures permet également de réduire les maladies présentes grâce à la complémentarité des espèces [26].

Les techniques hydrauliques douces telles que la diminution du volume d'eau ruisselé par infiltration et rétention ou encore le ralentissement de écoulements par allongement du cheminement seront privilégiés lors de ces aménagements.

II - Des mesures curatives

Depuis quelques années, certains agriculteurs de Courdemanche et des communes voisines, soucieux de leur environnement, se sont lancés dans un programme de replantation de haies qui avaient été autrefois supprimées. Cependant de nombreuses haies, permettant de limiter l'érosion des sols et les ruissellements sont encore manquantes, non entretenues ou dégarnies. Il convient alors de les créer ou de les réhabiliter.

II.1 - Implantation de haies composites

Le nombre de haie a fortement chuté depuis la mécanisation de l'agriculture. Or elles présentaient de bonnes propriétés, servant de digue naturelle, de frein au ruissellement, facilitant l'infiltration et participe à l'épuration de l'eau.

Cet aménagement consiste alors à la création de haies composées d'espèces de haut jet, de bourrage haut et de bourrage bas (Fig.16) Les hauts jets sont les espèces qui auront un développement important avec le temps (chêne, érable...), les bourrages hauts correspondent aux espèces qui ont une hauteur comprise entre 6 et 10 m (sureau noir, noisetier...) tandis que les bourrages

bas sont les espèces d'une hauteur comprise entre 1 et 5 m (laurier, troène...)[28].



Figure 16 : Illustration d'une haie composite (Source : Agrest)

II.1.1 - Réglementation

Pour pouvoir planter une haie, il faut respecter une certaine distance de recul par rapport à la limite séparative. La distance légale définie est de 2 mètres pour les haies constituées de plantations dont la hauteur peut dépasser 2 mètres, sinon de 0,50 mètre. Il existe des réserves, comme celles de la servitude de visibilité, c'est-à-dire que les haies peuvent être implantées à la limite des chemins de servitude sous réserve qu'elles ne rendent pas le passage plus dangereux ou qui en diminue l'usage [29]. La création et la reconstituions de haie ne nécessite aucune déclaration préalable sur la commune. Cependant celle-ci devront être régulièrement élaguées (tous les 3 ans).

II.1.2 - Préparation du sol

La période optimale pour commencer à préparer le sol se situe entre septembre et octobre. Il doit être préparé en profondeur et en plusieurs étapes. La première consiste à la réalisation du sous solage sur une épaisseur de 60-80 cm. C'est une technique qui permet de redonner de la perméabilité au sol en améliorant le drainage naturel. Cela laboure le sous-sol

sans le renverser à la surface. La seconde étape consiste au labour du sol sur les 25 premiers cm. Enfin la préparation du sol est complétée par un hersage pour briser les mottes sur une largeur de 2m50.

II.1.3 - Choix des essences

Les espèces sont sélectionnées en fonction du sol et des objectifs attendus. L'objectif principal sur Courdemanche étant de limiter les ruissèlements agricoles et l'érosion, il n'y pas de restrictions sur le choix des espèces à utiliser, si ce n'est qu'elles doivent être adaptées au climat local. Ainsi, les espèces seront mieux adaptées au milieu et seront donc plus résistantes. L'objectif est de créer des haies composées d'essences à recéper qui assurent une résistance mécanique (noisetier, saule indigène, viorne obier...), des espèces drageonnantes qui fixent le sol (cornouiller male et sanguin...) et des espèces de bourrage qui tiennent bien la taille (Charme, érable champêtre...) [30]. Leur association accentue leur rôle afin de lutter contre les ruissellement et l'érosion et améliore biologique et paysager de cette dernière. Il est intéressant également de sélectionner des arbres avec des périodes de floraison différentes, des espèces caduques et des persistantes... Les strates buissonnantes et herbacées sont essentielles.

II.1.4 - Plantation

La période d'implantation durant laquelle il est préconisée de planter les arbres se situe de novembre à mars, hors période de gel et d'engorgement du sol et avant le démarrage de la végétation [31]. Pour une même haie, 6 à 7 espèces seront sélectionnées afin de garantir une bonne diversité. Les arbres sont écartés de 5 à 10 m pour les arbres de hauts jets, de 2 à 5m les bourrages haut et de 0,5 à 1,5 m pour les bas. Une largeur de 5 m est considérée comme optimale. Chaque arbre sera planté de la manière suivante :

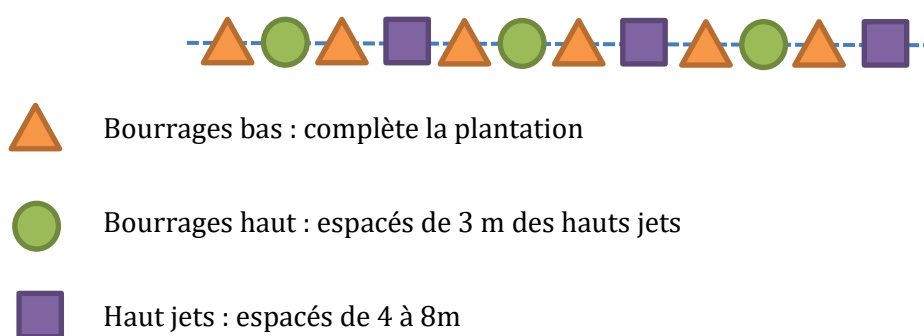


Figure 17 : Principe de la composition de la haie (Source : A.Joubert)

Avant de planter les arbres il est essentiel d'appliquer au sol une fumure de fond. Cette technique crée une réserve en minéraux (phosphore, potassium) que la plante pourra puiser durablement [31]. Il faut ensuite pailler le sol (copeaux de bois, écorce...).

II.1.5 - Calendrier des travaux de conception et d'entretien

Tableau 3 : Calendrier des travaux de conception et d'entretien des haies.

Planning prévisionnel des travaux												
	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Travail de la terre												
Plantation												
Entretien												

II.2 - Création de fossés à redents

II.2.1 - Principe général

La commune de Courdemanche, est souvent victime, de façon plus ou moins importante, de dysfonctionnements hydrauliques lors d'évènements pluvieux intenses. Pour y faire face, la création et l'entretien de fossés existant permet d'accroître la maîtrise du ruissellement sur la commune, au niveau des voies concernées par la concentration des écoulements. Ces fossés permettront de drainer, collecter et faire circuler les eaux et sédiments en excès vers un exutoire déterminé moins vulnérable. Le territoire de la commune se situant à flanc de coteau, il est primordial de travailler la vitesse de ces écoulements au sein de l'ouvrage, qu'il faut réduire avant l'arrivée à l'exutoire. Ce ralentissement à plusieurs effets positifs tels que la réduction de la pollution des eaux ruisselées, la réduction des dégâts matériels et diminue les impacts sur le milieu récepteur. En effet, sur ce dernier point, le fossé contribue à des apports d'eau importants à un endroit donné, ce qui peut engendrer des inondations des secteurs traversés ou situés à l'aval.

Des aménagements particuliers de ces fossés permettent de limiter cet inconvénient, en canalisant les eaux de pluie, en exploitant le plus possible la pente du terrain naturel, et surtout en modérant le transfert de l'eau à l'intérieur même de l'ouvrage. Le fossé à redents de pierres sèches est l'un de ces aménagements (Fig.18). Les empilements de pierres forment des cloisons qui permettent l'élévation du volume de stockage par rapport à celui d'un fossé normal, à mesure que le débit augmente. De plus, le débit est écrêté et un important volume d'eau est emmagasiné dans le lit du fossé au lieu d'être évacué directement vers l'aval. L'enherbement du fossé facilite alors la filtration de l'eau tout au long du parcours vers l'aval. Cependant, ce type de fossé nécessite d'avantage d'entretien qu'un fossé quelconque, en raison de l'apparition de dépôts de sédiments à l'amont des amas de pierres, pouvant entraîner son colmatage.

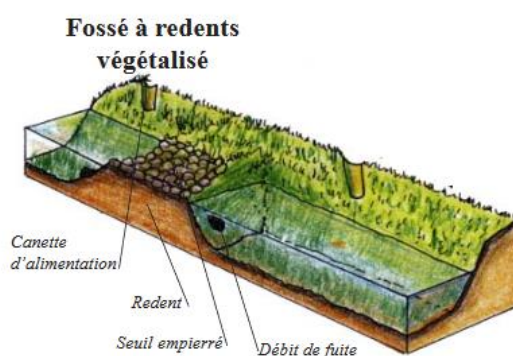


Figure 18 : Schéma de fossé à redents (Source : Grand Lyon.com)

II.2.2 - Mise en place des travaux

Selon la topographie du terrain les fossés seront soit placés dans le sens d'écoulement des eaux de ruissellement, soit placés perpendiculairement, permettant alors de ralentir les vitesses d'écoulement. La collecte des eaux se fera exclusivement par ruissellement sur les surfaces adjacentes. Pour ne pas gêner l'accès aux parcelles pour les agriculteurs, il sera mis en place des portions de fossés busées.

La pente idéale pour un fossé est de 2%, ainsi avant chaque projet de fossé, une étude préalable du sol sera réalisée afin de déterminer si la pente est suffisante (au minimum 2 à 3 millimètres par mètre) mais aussi afin de déterminer si le sol est perméable ou non. La largeur et la hauteur des fossés seront dimensionnées afin de recevoir les ruissellements d'un événement pluvieux relativement rare (ex : 50mm en 24h). Ainsi, pour un tel épisode, un fossé de section triangulaire se situant en bordure d'une route (10m de large), devra pouvoir stocker temporairement 0,5m³. Le fossé devra donc avoir une profondeur minimale de 0,70m pour une largeur de 1,40m. Pour un fossé de section trapézoïdale, les dimensions sont les suivantes : une largeur de 1m pour une profondeur de 0,8m afin de stocker un volume de 0,6m³. Les redents sont espacés de 5 à 10m selon la pente. Le principe de ce fossé, son dimensionnement ainsi que son entretien sont expliqués en annexe 3.

Enfin, ces fossés seront enherbés, afin de permettre l'infiltration et l'épuration naturelle des eaux collectées.

II.2.3 - Calendrier des travaux et entretien

Planning prévisionnel des travaux												
	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Creusement												
Végétalisation												
Entretien												

Figure 19 : Calendrier de conception et d'entretien des fossés.

La réussite d'un fossé réside dans sa bonne exploitation. En effet, il est primordial de s'assurer de son bon fonctionnement, au moyen d'un entretien régulier. Dans le cas inverse, des problèmes peuvent vite intervenir (pollution du sol, dépôts de boues, nuisances olfactives...).

II.3 - Mares permanentes et tampons

Ce troisième aménagement, la réhabilitation de petites mares (< 1000m²) (Fig.20), s'inscrit dans la continuité des aménagements proposés avant, dont le but est de maîtriser la dynamique des écoulements, tout en participant à la reconquête des milieux aquatiques. Elle contribuera également à l'épuration naturelle des eaux de ruissellements.



Figure 20 : Principe d'une mare permanente et temporaire (Grand Lyon.com)

II.3.1 - Principe général

La présence d'une mare le long du cheminement naturel des eaux pluviales diminue significativement le volume des ruissèlements et joue un rôle dans la lutte contre les inondations. Afin d'optimiser le rôle hydraulique de la mare permanente, une zone inondable temporaire sera aménagée au-dessus de la mare, constituant la mare tampon (Fig.21). Cette zone permettra de stocker et d'infiltrer un volume d'eau conséquent, dont le surplus sera évacué par un débit de fuite. Ainsi, en cas d'important événement pluvieux, une partie de l'eau est stockée, une autre s'infiltre dans le sol, s'évapore dans l'atmosphère ou est évacuée en aval de la mare.

L'objectif est alors de s'efforcer, tout en réhabilitant ou créant des mares de façon individuelle, à penser à l'échelle du réseau de mares. Historiquement présent, la réhabilitation d'un tel réseau permettra d'augmenter le rôle de réduction des vitesses et volumes d'écoulements tout en créant des écosystèmes inter-connectés et viables.

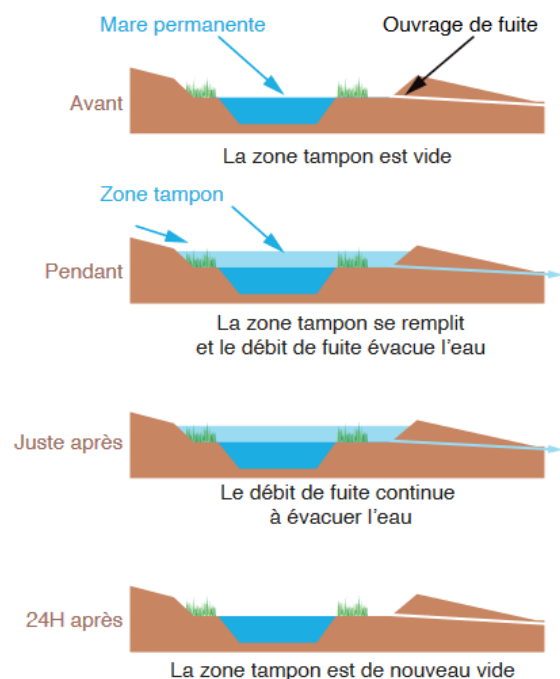


Figure 21 : Schéma de la fonction hydraulique de la mare. (Association Rivière Rhône Alpes Auvergne)

II.3.2 - Conception - Restauration

Les mares intégrées à ce projet vont subir différents types de travaux en fonction du stade d'atterrissement (comblement) de la mare. En effet, certaines sont caractérisées par la disparition de la zone en eau et un développement d'une végétation non aquatique, et d'autres simplement par l'accumulation de débris végétaux divers diminuant le volume de stockage. Le but premier des travaux sera donc de remettre la mare dans des conditions optimales afin qu'elle retrouve son rôle hydraulique. Des opérations de déboisement et de curage vont permettre de remettre en état ces mares.

En effet, il est important pour les petites mares de réguler le nombre d'arbres à proximité : leur présence en trop grande quantité entraîne une diminution de luminosité. La végétation aquatique ne pourra donc pas se développer normalement. De plus, cela entraîne une accumulation de débris dans la mare responsable d'un comblement et asphyxie progressive de la mare. Il faut cependant en conserver, leurs racines stabilisant les berges.

Le curage permet de retirer le remblai et la vase contenant l'eau, sur une profondeur variable en fonction du sol, et de la profondeur du comblement. Ainsi, afin de libérer la nappe d'eau libre, les travaux de curage se font à la mini pelle, en creusant jusqu'à la couche argileuse (minimum 0,80m - généralement de 1-1,5m). Il est possible de réimperméabiliser le fond de la mare afin d'être sûr de son étanchéité, avec de l'argile compactée. Cela permet notamment de

réaliser un profil en fond de mare irrégulier, avec des aspérités et une zone plus profonde afin de créer une diversité d'habitats, assurant le bon fonctionnement global de l'écosystème.

Enfin, pour redonner à ces mares leurs fonctionnalités biologique et physique, il est nécessaire pour la plupart de re-profiler et de stabiliser les berges. En effet, en organisant les berges en paliers et en pentes douces (inférieur à 30%) sur une bonne partie de la mare, pour que la faune et la flore aquatiques (qui s'étagera) puissent mieux se développer. Ainsi le rôle de rétention et d'épuration de la mare sera assuré et le problème d'érosion réduit (Fig.22)

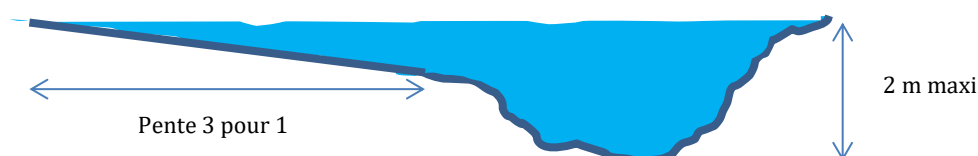


Figure 22 : Coupe transversale théorique d'une mare (Source : A.Joubert)

Pour certaines mares, il sera nécessaire de créer une digue ou une bande enherbée afin d'éviter tout risque de débordement vers les enjeux. Pour servir de trop plein, le niveau de la berge à un endroit sera abaissé, de sorte que l'écoulement rejoigne un ouvrage de régulation qui dirigera les flux vers un fossé en bordure de parcelle.

II.3.3 - Réglementation

D'après le SDAGE Loir, la création de mare, quelque soit sa surface, est soumise à déclaration. De plus, il faut demander au maire une déclaration d'aménager si elle mesure plus de 2m de profondeur. De même, elle ne devra être en aucun cas implantée à moins de 50m d'habitations et de 35m de points d'eau. Les travaux n'étant pas situés dans des zones de protection ou des espaces protégés, aucune autre réglementation concerne le projet.

II.3.4 - Calendrier des travaux et entretien

Tableau 4 : Calendrier de conception et d'entretien d'une mare.

Planning prévisionnel des travaux												
	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Creusement												
Entretien												

Il est préconisé pour l'entretien un curage régulier mais non fréquent.

II.4 - Zone de rétention des ruissèlements

II.4.1 - Principe général

Enfin, dans l'objectif de réduire les volumes de ruissellements responsables du débordement de l'Etangsort durant de fortes précipitations, des zones d'expansion des ruissèlements seront localisées et aménagées (Fig.23). Ces zones sont des lieux où peuvent s'étendre de grand volume d'eau avec de faibles risques pour les enjeux humains et infrastructures. Elles permettent ainsi de mieux contrôler les ruissèlements, en aménageant

notamment une digue en fond de vallon pour stocker temporairement ces eaux (Fig.24). La végétation naturellement présente joue alors un rôle de sédimentation, de barrière naturelle en freinant les écoulements et d'épuration en infiltrant une partie des eaux.

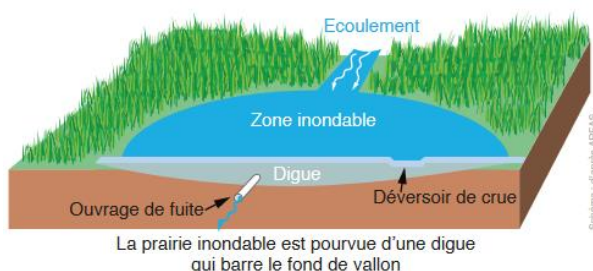


Figure 23 : Principe d'une zone inondable (Source: Association Rivière Rhône Alpes Auvergne)

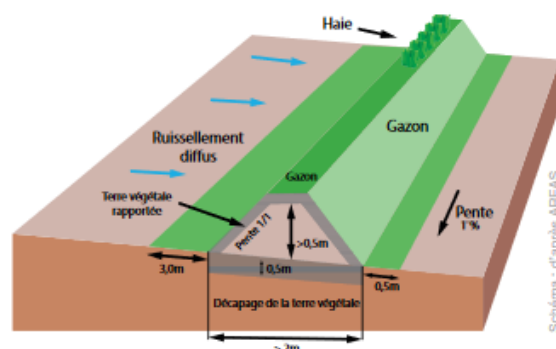


Figure 24 : Principe de conception d'une digue en terre (Source: Association Rivière Rhône Alpes Auvergne)

III - Localisation & descriptions des aménagements

III.1 - Localisation des mares

Suite à des analyses de terrain et des conversations avec des agriculteurs, j'ai pu localiser de nombreuses mares sur la commune. J'ai également pu identifier l'emplacement d'anciennes mares, aujourd'hui comblées pour diverses raisons. Certaines sont encore marquées par la présence d'humidité et leur situation leur permet d'être régulièrement gorgées d'eau, tandis que d'autres sont encore présentes visuellement mais nécessitent un bon entretien voire une réhabilitation complète. Ainsi, en fonction de la faisabilité technique, des coûts éventuels et de l'influence du projet, 4 mares feront l'objet d'une réhabilitation ou d'un entretien dans le but de réduire les volumes issus des ruissellements (Fig.25)

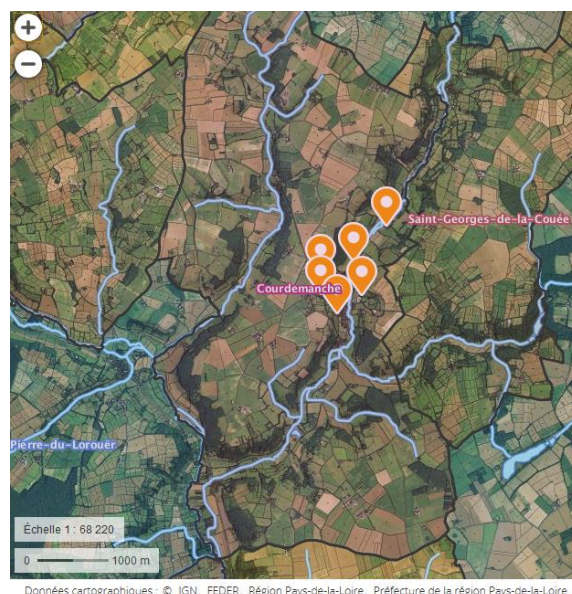


Figure 25 : Localisation des mares qui feront l'objet d'aménagements (Source : Géoportail)

III.1.1 - Lieu-dit Vauboin

Le premier aménagement de mare concerne les parcelles cadastrales 18, 19 et 40 (Fig.26). Sur ces parcelles, un total de quatre mares a été observé, dont deux nécessitent un fort entretien en raison notamment d'un stade d'atterrissement très prononcé (parcelles 18 et 40). En effet, plus de la moitié du volume de ces mares est occupée par de la vase (50cm environ).



Figure 26 : Vue aérienne des parcelles (Source : Géoportail)

L'accumulation de matières organiques mortes, du fait de la présence de nombreux arbres et des berges très végétalisées, en sont les causes. Le niveau d'eau est ainsi rehaussé, réduisant fortement le volume utile et la capacité de stockage de la mare.

Des travaux sur ces mares sont intéressants, en ce qui concerne la gestion des ruissèlements. Cela afin de réduire la vitesse des écoulements qui, en raison d'une forte pente viennent remplir rapidement l'Etangsort, qui déborde sur la D63, principale voie de circulation pour aller sur Courdemanche. Les travaux auront pour but de réduire le comblement du plan d'eau et de lui restituer ses fonctions hydrauliques.

En premier lieu, les travaux consistent en un curage de ces mares afin de retrouver les dimensions d'origine. Les travaux de curage se réalisent à la mini-pelle et ne se font pas intégralement. Ils doivent être en effet fractionnés (1/3 de la mare à la fois) afin d'éviter de perturber d'avantage l'écosystème.

La seconde étape consiste, pour la mare présente sur la parcelle 40 de supprimer un arbre qui fragilise les berges. De même pour la mare présente sur la parcelle 18, deux peupliers seront abattus afin de redonner de la luminosité au plan d'eau et permettre son fonctionnement optimal. Le reste des arbres sera élagué afin de réduire la vitesse de comblement des mares.

Enfin, au niveau de la mare parcelle 40 il est constaté une forte érosion des berges, en raison notamment de leur forte pente. Ainsi cette mare nécessite un reprofilage d'une partie de ces berges, avec une pente douce (30%) facilitant ainsi l'installation de la végétation. Un débit de fuite en cas de pluie trop abondante permettra de déverser le surplus de la mare dans un fossé végétalisé scree à cet effet de 52m de long, dont l'exutoire est l'Etangsort.

Enfin, la parcelle 19, sera conservée comme prairie inondable permanente toujours en herbe. Les vitesses d'écoulements sont ainsi réduites et les eaux pluviales peuvent s'infiltrer naturellement dans le sol avant de se jeter dans l'Etangsort.



Figure 27 : Schéma l'aménagement du lieu-dit Vauboin (Source : A.Joubert)

III.1.2 – Lieu-dit Les Gauberts

Lors de la dernière inondation une partie du cimetière de Courdemanche s'est retrouvée sous les eaux. En effet, celui-ci se situe en plein sur le cheminement des écoulements pluviaux. Or, en amont du cimetière se trouvait, au droit des parcelles 48, 53, 51 et 55, une ancienne mare, aujourd'hui complètement comblée pour des raisons d'accessibilité. Aujourd'hui ces parcelles ne sont plus utilisées et présentent des marques de présences d'eau (flaques...). L'objectif est donc de réhabiliter la mare d'origine afin qu'elle capte et stocke les ruissèlements avant qu'ils ne traversent le cimetière.

La mare qui sera créée suivra le principe de mare temporaire et permanente présenté auparavant. La profondeur de l'ouvrage dépendra exclusivement de la profondeur de la couche imperméable (environ 1m) et la superficie de la mare n'excèdera pas celle qui existait avant c'est-à-dire environ 300m²[Com.pers.Vaulée]. Trois arbres devront être supprimés afin de pouvoir réaliser les travaux et d'offrir davantage de luminosité au milieu.

La mare temporaire qui sert de zone tampon sera plus large de 3 mètres au niveau de la rive ouest de la mare permanente, avec une pente inférieure à 30%, terminée par une petite digue de terre. Avec une hauteur de 60cm, celle-ci permettra de stopper le surplus d'eau et de les diriger vers un point bas pour son évacuation. Un nouveau fossé à redents recueillera alors ces eaux afin de les diriger et de les infiltrer vers l'Etangsort. Ce projet consiste à reconverter l'ancien chemin d'accès au cimetière, aujourd'hui inutilisé, en un grand fossé végétalisé d'une longueur de 108m. Ce fossé permettra de réduire significativement le débit de pointe des écoulements

venant de la plaine mais également de la mare réhabilitée en cas de débordement, et de limiter les dégâts au niveau des infrastructures situées sur les parcelles en bordure de l'Etangsort.

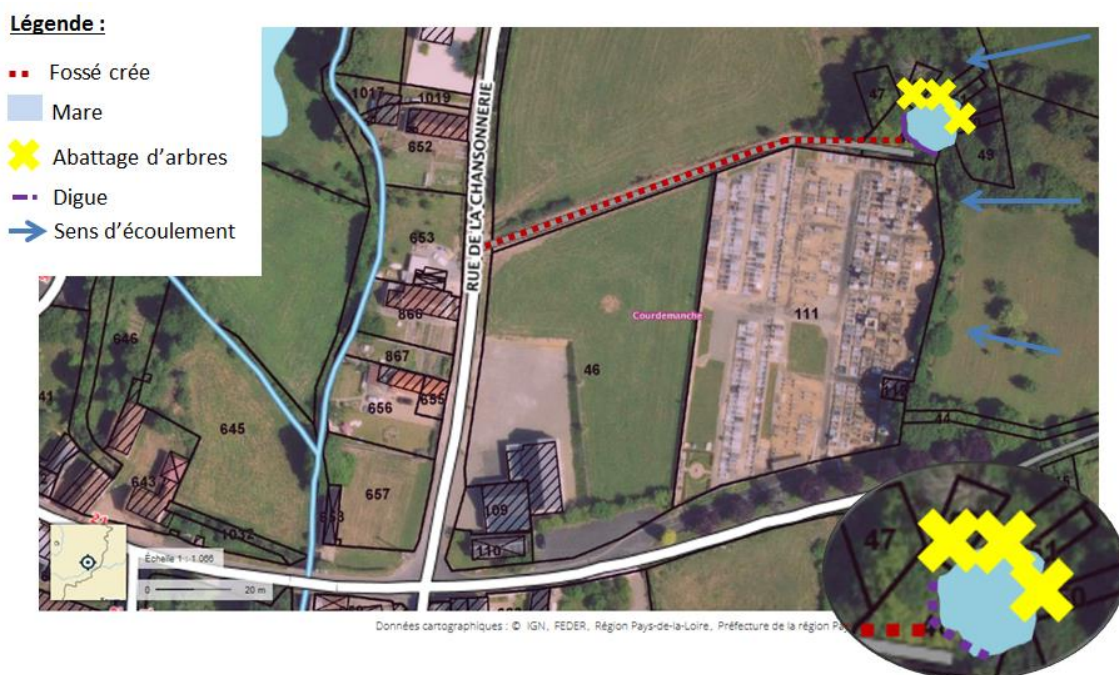


Figure 28 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Gaubert (Source :A.Joubert)

III.1.3 - Lieu-dit les Roibeau

Au même titre que l'aménagement précédent, une mare se situait au droit de la parcelle 597. La parcelle 597 est un terrain communal inutilisé. L'objectif est de recréer une mare qui capterait les écoulements issus du plateau en amont avant qu'ils ne traversent le centre-ville. La mare occupera une superficie de 280m² environ. Une digue, sera montée d'une hauteur de 60 cm afin de protéger les habitations en aval (parcelle 596, 996, et 1050). Au point bas de la digue, un drain d'une dizaine de mètre permettra d'évacuer le surplus d'eau en cas de débordement, vers un puit perdu présent sur la parcelle. Une bande enherbée sera implantée au niveau de la berge nord afin de freiner les vitesses d'écoulements.



Figure 29 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Roibeau (Source : A.Joubert)

III.2 - Localisation de la zone de rétentions

III.2.1 – Lieu-dit Aurore

Les parcelles 752 et 763 se situent sur le cheminement direct des eaux de ruissèlements en provenance de la plaine agricole, qui transitent ensuite à travers la commune pour se diriger vers l'Etangsort. Ces ruissèlements ont été à l'origine d'inondations de plusieurs habitations et de nombreux dégâts. Ainsi l'ouvrage envisagé sera situé en amont des enjeux, soit à l'interface entre des parcelles habitées et la plaine agricole.

L'aménagement consiste à aménager une prairie inondable par la création d'un talus situé en bordure des habitations. Le talus aura une longueur totale de 185m, sa hauteur maximale sera de 1 m au point bas de l'ouvrage et une largeur de 2m. Afin de freiner et décanter les écoulements une bande enherbée sera implantée le long du talus sur une largeur de 2m. Au point bas de l'aménagement, un ouvrage de régulation dirigera les flux vers un fossé simple végétalisé creusé au niveau de la parcelle 742 d'une longueur de 35m, avant de les jeter dans le réseau communal au niveau d'une grille située le long de la rue neuve (D64). Ensuite le talus sera végétalisé par un ensemble de plantes couvre-sol (sédum, corbeilles d'argent...), buissonnantes (millepertuis, troène...) et arbrisseaux.

Légende :

- ➔ Direction d'écoulement
- Digue
- Bande enherbée
- - Fossé crée
- Ouvrage de régulation
- Grille d'évacuation



Figure 30 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Aurore (Source : A.Joubert)

III.3 - Localisation fossés et haie

III.3.1 - Lieu-dit Roibeau (2)

Lors de fortes précipitations, Courdemanche et notamment le secteur Roibeau, situé au Nord de la commune reçoit un grand volume d'eau issu des ruissellements en provenance de la plaine, pour se diriger vers son exutoire naturel. Ces ruissellements ont été à l'origine d'inondations et de nombreux dégâts. En effet, la topographie naturelle du terrain fait que les eaux qui tombent en amont de ces parcelles ruissèlent directement vers les habitations.

Ainsi, pour contrer cela, la création d'un fossé à redents d'une longueur égale à 164m sera créée. Prenant naissance à l'extrémité ouest de la parcelle 5 et prenant fin au niveau de la D63, cet aménagement permettra ici de stopper et de canaliser les eaux qui se dirigent habituellement vers le centre de la commune. A cet aménagement sera combiné la densification de la haie existante afin d'accroître l'effet de barrière naturelle contre les ruissellements en stoppant ceux-ci en amont des enjeux. L'exutoire de cet aménagement sera un fossé busé (38m), passant au dessous la D63, et longeant la parcelle 73 avant de se jeter directement dans l'Etangsort.

Légende :

-  Direction d'écoulement
-  Haie densifiée
-  Exutoire
-  Fossé créé
-  Ouvrage de régulation



Figure 31 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Roibeau(2)

III.3.2- Lieu-dit Pontcherie

Un fossé d'une longueur de 100m existant le long des parcelles 81 et 627 est complètement comblé par des feuilles et débris divers. Le but du projet est donc tout d'abord un curage du fossé afin de lui redonner ses fonctions hydrauliques et de le prolonger au niveau de la parcelle 405 vers la parcelle 688 servant de champ d'expansion des ruissèlements (550m²).

Ce prolongement, d'une longueur de 43m sera busé afin de pouvoir laisser les véhicules accéder au niveau de la parcelle 405 et afin de pouvoir traverser la route en direction de la zone d'expansion. A cet aménagement sera combinée la création d'une haie composite dense de 62m le long des parcelles 629 et 627 afin de réduire les ruissèlements et les coulées de boues qui se jettent sur la rue de Pontcherie lors d'évènements pluvieux.



Figure 32 : Schéma d'aménagement du Lieu-dit Pontcherie (Source :A.Joubert)

III.3.3 – Secteur Amont église

Durant d'important épisode pluvieux, les parcelles 1041 et celles avoisinantes, dont l'église, se retrouvent vite inondées par les eaux de ruissèlements. Dans le but de réduire ce phénomène, une haie composite sera créée le long des parcelles 79 et 1052 d'une longueur de 87m. Cela aura pour conséquence de freiner et réduire les écoulements qui se dirigent vers le centre de la commune. De même, un fossé végétalisé sera créé le long de la rue de l'aurore, d'une longueur de 152m, jusqu'à une cuve enterrée au niveau du parking de l'église d'un volume de 3000l. Un rejet à débit limité sera mis en place afin d'éviter tout débordements jusqu'à la grille d'évacuation du réseau pluvial communal. Afin d'accroître la capacité d'évacuation et d'infiltration de cette zone, un dernier ouvrage est envisagé : une tranchée drainante d'une longueur de 33m, constituée d'une couche perméable (cailloux, sables...) et revêtu de végétaux. Son débit de fuite, assuré à l'aide d'un drain en fond de tranchée, sera raccordé directement au réseau d'évacuation.

Le volume d'eau de la cuve sera ensuite mis à disposition des agents communaux pour l'entretien des espaces verts de la commune. Ils seront cependant chargés de son entretien, notamment celui du revêtement drainant afin d'éliminer toute traces de colmatage. Dans un souci de sécurité (effondrement de la cuve), aucune voiture ne sera autorisée à stationner sur l'emplacement. Pour cela, des aménagements tels que des tables de pique-nique seront aménagés.



Figure 33 : Schéma d'aménagement du secteur Amont église (Source : A.Joubert)

III.3.4 – Lieu-dit la Morinière

Au lieu-dit de la Morinière, on constate une forte pente (15%), responsable d'importants ruissèlements. Pour contrer ceux-ci, la première partie du projet consiste à réhabiliter totalement un fossé d'une longueur de 596m présent le long de la rue du clos des Gauberts. En effet on constate la présence d'un ancien fossé mais, par manque d'entretien, celui-ci s'est retrouvé comblé par la présence de végétaux et de résidus issus des ruissèlements. Ainsi, l'aménagement consiste à curer le fossé afin qu'il retrouve sa profondeur d'origine, soit environ 1m. De plus, on en profitera pour retravailler les pentes de talus qui sont trop abruptes. Avec des pentes plus douces, on évite leur érosion et donc on assure la durabilité de l'ouvrage. Ainsi, les nouvelles pentes du fossé seront idéalement inférieures ou égale à 50%. Une fois le fossé et les talus réhabilités, on ensemece rapidement ces deux éléments afin d'assurer, d'une part la stabilité du talus, et d'autre part, la capacité d'infiltration et d'épuration de l'ouvrage.

La deuxième partie de l'aménagement est un second fossé, celui-ci à redent, d'une longueur de 370m le long de la rue de la Chansonnerie. Plus précisément ce second fossé commencera à partir de la parcelle 93 et finira au niveau de la parcelle 55. Ainsi ce fossé recueillera les eaux issues des surfaces urbanisées (route...), des fossés drainant le clos des Gauberts et celui crée à la place de la route du cimetière. Il sera également raccordé au fossé existant au niveau de la parcelle 46. Un troisième fossé de raccordement, d'une longueur de 30m est créé le long de la parcelle 657 afin d'évacuer vers l'Etangsort, au niveau de l'ancien lavoir, les eaux de ruissellement des fossés qui ne se sont pas infiltrées au cours de leur cheminement.

Légende :

-  Direction d'écoulement
-  Fossé à redent n°1
-  Fossé à redent n°2
-  Fossé existant
-  Fossé d'évacuation n°3

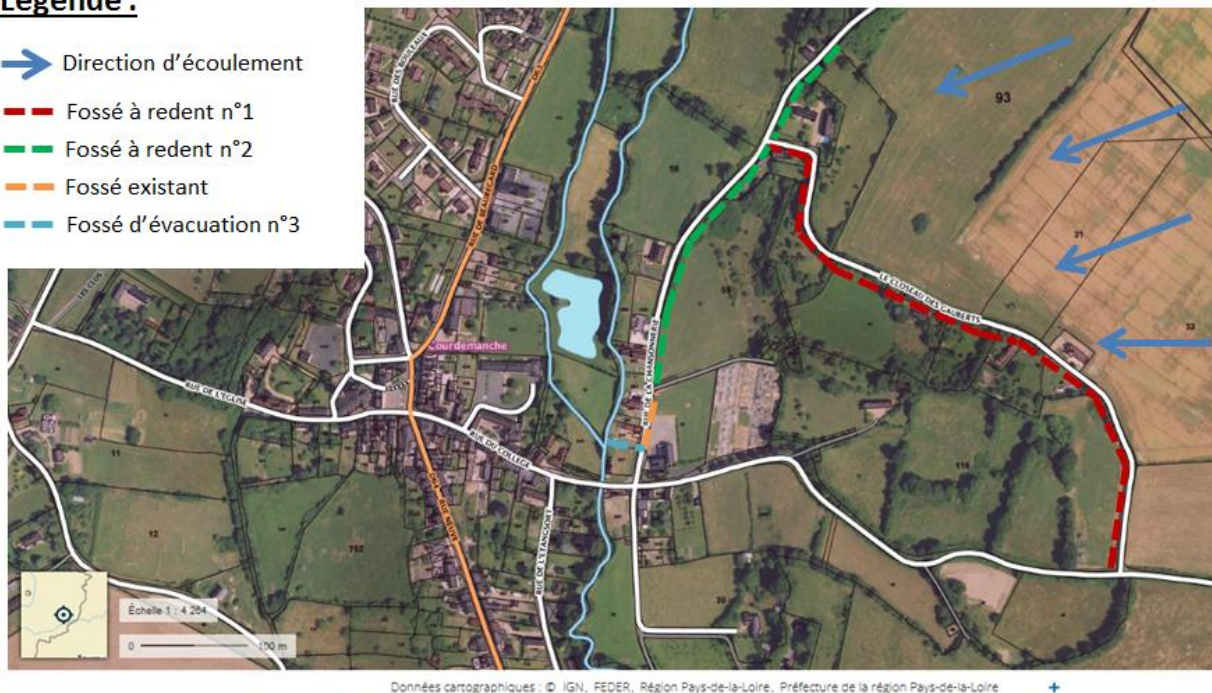


Figure 34 : Schéma d'aménagement du lieu-dit La Morinière (Source: A. Joubert)

IV – Estimations coûts des mesures curatives sur la commune

IV.1 – Coûts et entretien des aménagements

L'implantation de ces aménagements a été réalisé dans l'objectif premier de minimiser le nombre d'aménagements afin de limiter les coûts. Ces propositions peuvent être réalisées sur plusieurs années. Le montant total des aménagements s'élève alors à 47 627,7 € (Annexe 4) ; le montant étant bien sur théorique. L'entretien de ces aménagements est essentiel pour leur bon fonctionnement et leur pérennité. Leurs coûts ont également été estimés à 7549€ par an en moyenne (Annexe 4). Le tableau ci-dessous donne l'estimation des prix de chaque élément qui ont permis de calculer le coût total du projet.

Tableau 5 : Estimation des coûts et entretien par aménagements (Source : A.Joubert)

Eléments	Estimation prix création	Estimation prix entretien
Fossé simple	7€/ml	3€/ml
Fossé à redents	11€/ml	4€/ml
Haie	7€/ml	10€/100ml
Création mare	650€/100m ²	17€/100ml berge
Digue de terre	20€/m ³ + veg	3€/ml
Cuve entérée (3000L)	500 €	3€/l
Canalisation	10€/ml	
Ouvrage de régulation	100 €	2€/an
Bande enherbée	600€/ha	30€/ha
Curage mare	700€/100m ²	700€/100m ²
Abattage arbres	250€/u	
Elaguage	100€/u	
Drain	1.20€/ml	
Végétation talus	30€/50m ²	3€/m ²
Gazon	4 €/m ²	2€/m ²
Curage fossé	4€/ml	
Reprofilage fossé	5,5€/ml	4€/ml
Fossé busé	30€/ml	5,5€/ml
Tranchée drainante	55€/m ³	5€/ml

Le prix final pourra diminuer car certain aménagement sont aidé financièrement. En effet, la région Pays de Loire aide, à travers le FEADER, aide pour la protection ou la création de haies. Certain travaux peuvent être subventionné à hauteur de 80%.

Conclusion

Nous avons pu voir à travers ce rapport que la commune de Courdemanche est exposée au ruissellement, pouvant engendrer des inondations responsables de nombreux préjudices. C'est seulement avec une prise en compte globale du risque que la commune pourra lutter contre ce phénomène. En effet celle-ci peut interagir, en amont des problèmes, sur un ensemble de facteurs directement liés aux ruissellements. Cela se manifeste par la réduction du caractère érodable des sols au moyens de haies, en canalisant et réduisant les vitesses des d'écoulement par le biais de fossés et de mares ou encore la mise en place de zone de rétention. L'ensemble de ces techniques hydraulique douces, couplées avec de nouvelles pratiques agricoles plus soucieuses de l'environnement (limitation de l'utilisation des pesticides et du travail du sol...) permettent ainsi de limiter le risque sur la commune. Il est à noter que l'ensemble des propositions de ce rapport ont été pensées afin qu'elles prennent en compte un maximum de fonctions à la fois environnementale (biodiversité), hydraulique (canalisation et réduction des vitesses) ou économique (coût, réduction des dommages).

Enfin, afin d'assurer la pérennité des aménagements, un entretien régulier, que ce soit pour les haies, les mares ou les fossés est important.

Cependant ces aménagements ne servent qu'à limiter l'impact des inondations. En effet le risque est toujours présent en aval. Il est donc possible que ces aménagements ne soit pas suffisant. Pour cela, des mesures complémentaires existent, qui pourront être, dans le futur, adoptées. En effet, la mise en place d'un réseau séparatif dans la commune ou encore des chaussées absorbantes sont des techniques tout à fait efficaces. Il existe aujourd'hui une multitude de moyens afin de réduire les ruissèlements, aux coûts plus ou moins élevés. Il faudra porter une attention particulière au développement de Courdemanche, afin que celui-ci n'aggrave pas la situation vis-à-vis des ruissellements et des inondations.

Bibliographie

- [1] Prim.net. Risques majeurs. [En ligne]. [Mis à jour : 24/09/2009]. Disponible sur : <http://www.risquesmajeurs.fr/le-risque-inondation>. [Consulté le 03/03/2017]
- [2] Institut National de la Statistique et des Etudes Economique (INSEE). Comparateur de territoire - Commune de Courdemanche. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1405599?geo=COM-72103> [Consulté le 17/01/2017]
- [3] Lisa Gauvrit, 2012. Aménagement foncier et réorganisation des exploitations (remembrement, OGAF) [En ligne]. Disponible sur : http://www.agter.org/bdf/fr/corpus_chemin/fiche-chemin-137.html [Consulté le 09/04/2017]
- [4] Loir-Lucé-Bercé Communauté de Commune. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.loiruceberce.fr/conseils-communautaires/conseil-du-26-janvier-2017/> [Consulté le 09/02/2017]
- [5] Les services de l'État dans le département de la Sarthe. Etat d'avancement des documents d'urbanisme en Sarthe. [En ligne]. [Mis à jour : 07/04/2016]. Disponible sur : <http://www.sarthe.gouv.fr/etat-d-avancement-des-documents-d-urbanisme-en-a2560.html>. [Consulté le 03/03/2017]
- [6] Pays Vallée du Loir. [En ligne]. [Mis à jour : 07/01/2017]. Disponible sur : <http://www.pays-valleeduloir.fr/index.php/le-pays-vallee-du-loir> [Consulté le 03/03/2017]
- [7] Dossier Départemental des Risques Majeurs - Sarthe. Réactualisation novembre 2012. [En ligne]. 102p. Disponible sur : http://www.sarthe.gouv.fr/IMG/pdf/DDRM_2012_cle0884f8.pdf [Consulté le 20/02/2017]
- [8] Le Brun, Aziliz. Inondations en Sarthe : "Du jamais vu" selon le maire de Courdemanche. RTL2, 2016, [En ligne]. Disponible sur : <http://www.rtl2.fr/actu/regions/inondations-en-sarthe-du-jamais-vu-selon-le-maire-de-courdemanche-7783477446> [Consulté le 03/03/2017]
- [9] Les services de l'État dans le département de la Sarthe. Révision des PPRI. [En ligne]. [Mis à jour : 02/02/2017]. Disponible sur : <http://www.sarthe.gouv.fr/revision-des-ppri-a2858.html> [Consulté le 03/04/2017]
- [10] Etablissement Public Loire. Programme d'Actions de Prévention des Inondations du bassin de la Maine (PAPI Maine) - Bilan des actions menées entre 2003 et 2013. [En ligne]. 88p. Disponible sur : http://www.plan-loire.fr/fileadmin/pce/PF_PreventionDesInondations/MissionMaine/Docs/bilan_PAPI_ss_bv_2013_janv2015.pdf [Consulté le 20/02/2017]
- [11] Les services de l'État dans le département de la Sarthe. Connaissance des risques. [En ligne]. [Mis à jour : 30/09/2014]. Disponible sur : <http://www.sarthe.gouv.fr/connaissance-des-risques-a1989.html> [Consulté le 11/04/2017]
- [12] Ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire. Plan Communal de Sauvegarde – Guide pratique d'élaboration, 2001. [En ligne]. Disponible sur : http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/09/Guide_PCS.pdf [Consulté le 10/02/2017]

[13] EauFrance. Contexte réglementaire de la Directive Inondation. [En ligne]. [Mis à jour : 29/04/2015]. Disponible sur : <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/contexteDI.php> [Consulté le 10/02/2017]

[14] Wikipédia. L'Etangsort. [En ligne]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tangsort> [Consulté le 10/01/2017]

[15] SAGE Loir. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin versant du Loir Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD), 2015. [En ligne]. 178p. Disponible sur : <http://www.sage-loir.fr/wp-content/uploads/2014/08/1-PAGD-ARRETE-25092015-MD.pdf> [Consulté le 01/03/2017]

[16] SIGES Pays de la Loire. Géologie et hydrogéologie. [En ligne]. Disponible sur : <http://sigespal.brgm.fr/spip.php?article48> [Consulté le 07/03/2017]

[17] SIGES Centre-Val de Loire. Fiche d'identité Nappe du Cénomani. [En ligne]. Disponible sur : <http://sigescen.brgm.fr/Fiche-d-identite-nappe-du-Cenomanien.html> [Consulté le 07/03/2017]

[18] Jymassenet-foret. Cours de typologie des sols. [En ligne]. 86p. Disponible sur : <http://jymassenet-foret.fr/cours/pedologie/Typologie%20des%20sols.pdf> [Consulté le 20/03/2017]

[19] Préfète de la Région Pays de la Loire. Atlas de paysages des pays de la Loire - Le plateau calaisien, 2015. [En ligne]. [Mis à jour : 31/01/2017] Disponible sur : <http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/le-plateau-calaisien-a657.html> [Consulté le 02/04/2017]

[20] Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. AGRESTE, la statistique, l'évaluation et la prospective agricole - Données communales - Ensemble des exploitations - 2000-2010. [En ligne]. Disponible sur : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/recensement-agricole-2010/resultats-donnees-chiffrees/> [Consulté le 02/04/2017]

[21] Climate-Data. Courdemanche. [En ligne]. Disponible sur : <https://fr.climate-data.org/location/642734/> [Consulté le 02/04/2017]

[22] Préfète de la Région Pays de la Loire. Base communale DREAL Pays de Loire. [En ligne]. Mis à jour : 23/02/2017] Disponible sur : http://www.donnees.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=fiche_commune&id_commune= [Consulté le 15/04/2017]

[23] Agence de L'eau Loire Bretagne. Liste des stations d'épuration, 2015. [En ligne]. Disponible sur : www.eau-loire-bretagne.fr/informations_et...stations_depuration/Station-dep72.xls

[24] DataFrance, Courdemanche – Caractéristiques des logements, 2012. [En ligne]. Disponible sur : <https://datafrance.info/courdemanche-72150/immobilier/statut-residence?view=pie> [Consulté le 15/04/2017]

[25] Chambre d'Agriculture de la Gironde. Décompactage et sous-solage des sols viticoles : préserver et optimiser son potentiel terroir, mars 2006. [En ligne]. 6p. Disponible sur : http://www.matevi-france.com/uploads/tx_matevibase/Decompactage_Sous-solage_des_sols_viticoles_-_2006_CA33.pdf [Consulté le 05/05/2017]

[26] Éric Roose, Mohamed Sabir & Abdellah Laouina. Gestion durable des eaux et des sols au Maroc : Valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes, 2010. [En ligne] 362p. Disponible sur : http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-09/010054911.pdf [Consulté le 05/05/2017]

[27] Cultures & Techniques. L'assolement. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.agritechnique.com/assolement.php> [Consulté le 07/05/2017]

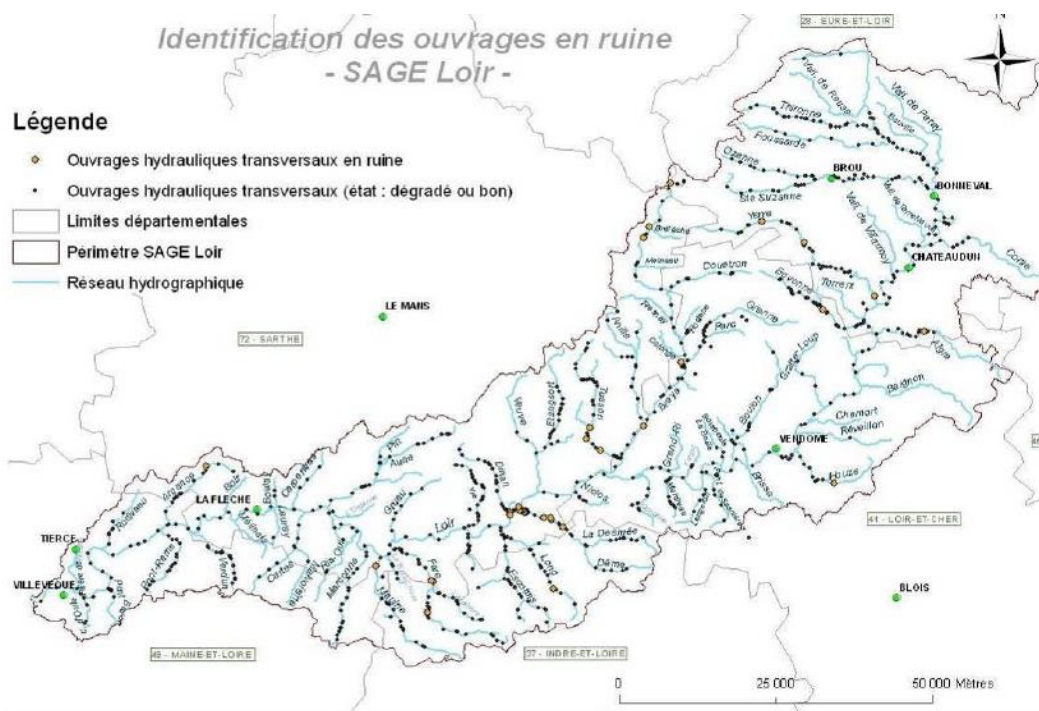
[28] Fixatèchnica. Fiche 1 – les haies composites. [En ligne]. Disponible sur : http://www.sud-et-bio.com/sites/default/files/Fiche_Haies_composites_CIVAMBIO66_0.pdf [Consulté le 07/05/2017]

[29] Netiris – Le droit à l'information juridique. Quelles distances et hauteur à respecter pour les plantations et les haies ? [En ligne]. Disponible sur : <http://www.net-iris.fr/veille-juridique/actualite/23161/quelles-distances-et-hauteur-a-respecter-pour-les-plantations-et-les-haies.php> [Consulté le 15/05/2017]

[30] Association Rivière Rhône Alpes Auvergne. Aménagements d'hydraulique douce en zone agricole – Partie 2. 64p. [En ligne]. Disponible sur : http://www.riviererrhonealpes.org/sites/default/files/media/documents/documents_techniques/giser-brochure-final-partie2.pdf [Consulté le 15/05/2017]

[31] Chambre d'agriculture du Centre. Intégrer la biodiversité dans les systèmes d'exploitation agricole. [En ligne]. Disponible sur : http://www.centre.chambagri.fr/cd_ibis/xdocs/pdf/amenagement/Haies.pdf [Consulté le 25/04/2017]

Annexe 1



Annexe 2

Espèces déterminantes et à statut réglementé :

Oiseaux nicheur patrimoniaux	
Nom commun	Nom scientifique
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>
Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>
Pie grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>

Mammifère patrimoniaux	
Nom commun	Nom scientifique
Belette d'Europe	<i>Mustela nivalis</i>
Lapin de garenne	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Musaraigne couronnée	<i>Sorex coronatus</i>
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>
Crocidure musette	<i>Crocidura russula</i>
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>

Amphibiens déterminants	
Nom commun	Nom scientifique
Grenouille agile	<i>Rana dalmatina</i>
Salamandre tachetée	<i>Salamandra salamandra</i>
Triton alpestre	<i>Ichthyosaura alpestris</i>
Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus</i>

Avifaune hivernante patrimoniale	
Nom commun	Nom scientifique
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>
Grande aigrette	<i>Ardea alba</i>
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>

Annexe 3

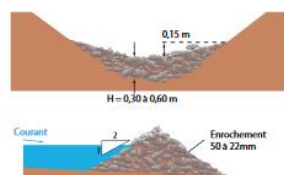
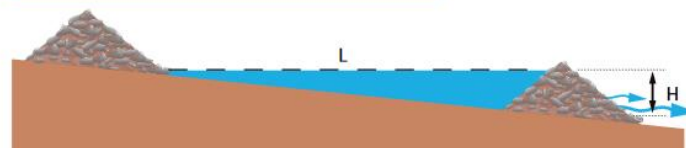
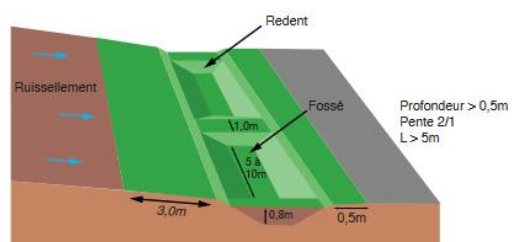
Fossé à redents

a) Principe



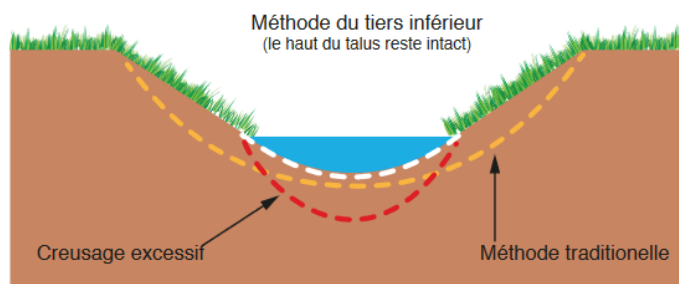
b) Dimensionnement

Espacement des redents L		
Pente	H 30 cm	H 60 cm
2 %	15 m	30 m
6 %	5 m	10 m



Entretien du « tiers inférieur »

a) Principe



Annexe 4

Lieu-dit Vauboin		Entretien
Travaux	Coûts (en €)	190 €
Curage mare (860m ²)	6020	
Abattage arbres & élagage	1000	
Reprofilage berge	500	
Végétalisation	208	
Création fossé simple	364	

Lieu-dit Gaubert		Entretien
Travaux	Coûts (en €)	447 €
Création mare (300m ²)	1950	
Abattage arbres	750	
Végétalisation fossé	432	
Fossé à redent	1188	

Lieu-dit Roibeau		Entretien
Travaux	Coûts (en €)	16 €
Création mare (280m ²)	1820	
Drain (10m)	12	
Bande enherbée (20m ²)	1,2	

Lieu dit Aurore		Entretien
Travaux	Coûts (en €)	989 €
Création dlgue	5610	
Végétalisation (F+D)	500	
Geotextile	600	
Ouvrage de régulation	100	
Bande enherbée (20m ²)	26	
Fossé simple	245	

Lieux Roibeau (2)		Entretien
Travaux	Coûts (en €)	933 €
Fossé à redent (164m) + Vég	2404	
Densification haie	660	
Ouvrage de régulation	100	
Fossé busé (38m)	1650	

Lieu - dit Pontcherie		Entretien
Travaux	Coûts (en €)	983 €
Curage fossé (115m)	400	
Fossé busé	1290	
Création haie	434	

Amont Eglise		Entretien
Travaux	Coûts (en €)	661 €
Création haie	609	
Fossé simple (152m)	1065	
Cuve 3000L	500	
Canalisation	200	
Tranchée drainante	2062,5	

Lieu -dit la Moriniere		Entretien
Travaux	Coûts (en €)	3360
Curage fossé et reprofilage	2384	
Ensemencement	3984	
Fossé simple	4179	
Fossé à redent	4070	
Ouvrage de régulation	100	
Fossé raccordement	210	

Total : 47627,7€ 7389€

Fiche de lecture 1

SOLTNER Dominique. L'arbre et la haie pour la production agricole, pour l'équilibre écologique, et le cadre de vie rurale. 10^e Edition, 1995. (208 pages) (COLLECTION SCIENCES ET TECHNIQUES AGRICOLES).

Consulté : 27 mars 2017.

Résumé : Ce manuel pratique d'écologie appliquée a pour but de faire découvrir les bocages ainsi que les multiples fonctions des arbres et des haies, d'aider à les choisir et de proposer des moyens pour les rendre plus efficaces, de montrer la nécessité des plantations nouvelles et de démontrer les bienfaits de l'arbre et de la haie.

Chapitre lus :

Chapitre 2 : L'arbre et la haie, nécessaire environnement des cultures, des élevages et de l'homme, ou les multiples fonctions des arbres, des haies et des talus. (p41)

Chapitre 3 : Le premier stade de l'aménagement : choisir, conserver et améliorer la végétation existante. (p87)

Ce que le livre m'a apporté :

J'ai appris que les fossés, les talus et les haies jouaient un rôle d'écran face à l'eau qui s'infiltre alors en profondeur. Cela permet de retarder l'écoulement vers les rivières, les fleuves etc. Ainsi, les talus, les fossés et les haies limitent l'intensité des crues et maintiennent un débit des sources et des cours d'eau en été plus régulier. De plus, ils freinent l'érosion en empêchant l'eau d'atteindre une vitesse et un volume qui arrachent le sol. Sur le long terme, les pentes de terrain sont mêmes diminuées.

J'ai découvert que les bocages amélioraient la qualité de l'eau en filtrant les résidus d'engrais, de fumier et de pesticide et assainissent les sols humides au printemps. Les lignes d'arbres assèchent les sols trop humides. Ce « pompage végétale » remplace le drainage lorsque celui-ci est impossible ou difficile. Sous climat tempéré, les bocages recyclent les éléments lessivés et les remontent à la surface : le cycle biogéochimique est maintenu. De plus, ce sont des corridors et des zones de refuges à la flore et la faune très variées qui leur confèrent une fonction biologique indéniable.

J'ai appris qu'il fallait choisir les espèces d'arbres, d'arbustes et de haies en fonction du climat et du type de sol, en fonction de production et de la taille et de la hauteur que l'on veut donner au bocage. L'association d'arbre, d'arbuste et de haie permet d'optimiser les fonctions physiques et biologiques et d'avoir une meilleure affinité avec la faune etc. Les feuillus auraient notamment des fonctions biologiques plus efficaces que les résineux.

De plus, j'ai acquis des connaissances de bases sur les petites zones humides. Elles jouent un rôle écologique mais aussi hydraulique (limitent des crues subites), climatique (abaissent les écarts de température) et biologique (produisent de la biomasse grâce aux micro-organismes). Le maintien des zones humides est complexe. Les travaux hydrauliques doivent être limités et

prudents. Les fossés ne doivent pas être profonds car ils assècheraient. Les méandres, les zones marécageuses, les réseaux denses de haies doivent être conservés. Créer des réserves d'eau et avoir un maximum de végétation est important.

La lecture de cet ouvrage m'a donc apporté des connaissances et des bases solides sur les fossés, les haies, les bocages et les zones humides. Il m'a permis d'appréhender mon sujet et m'a guidé dans le commencement de mon projet. En effet, les conseils de Dominique Soltner ont été indispensables à la bonne réalisation de mon travail. Je les ai suivis et appliqués tout le long de mon projet.

Mots clefs : ruissellement, fossé, haie, hydraulique, aménagement, zone humide.

Fiche de lecture 2

Ministère de l'environnement. Ruissellement pluvial urbain. Guide de prévention, Evaluation du risque, Eléments de méthode. 1994. (85 pages)

Consulté le : 15 avril 2017

Résumé : Cet ouvrage s'adresse aux techniciens urbanistes, hydrauliciens, hydrologues, responsables de l'assainissement afin de les aider à mieux comprendre le phénomène d'inondation et de mieux le prendre compte lors des décisions en matière de gestion du milieu urbain. Une étude de cas sur les inondations catastrophiques de Nîmes de 1988 illustre les parties théoriques.

Chapitres lus :

Chapitre 2 : Le risque lié au ruissellement pluvial.(p11)

Chapitre 3 : Evaluation du risque lié au ruissellement pluvial.(p27)

Ce que le livre m'a apporté :

Cet ouvrage m'a appris que les risques liés au ruissellement pluvial, urbains ou non, résultent des spécificités climatiques locales, de l'occupation des sols et des facteurs aggravants concernant la nature du bassin versant. Il m'a guidé dans mes recherches et c'est ainsi que j'ai étudié les facteurs naturels : topographie et nature du bassin versant, les secteurs inondables (facteurs déterminants), la nature du sol et les couverts végétaux, la perméabilité des sols, la structure temporelle de la pluie etc ; Mais aussi les facteurs artificiels : les obstacles à l'écoulement (voie de circulation, ouvrage de franchissement etc) ; les erreurs de conception et l'absence d'entretien satisfaisant (cause de la réduction de la capacité d'écoulement), l'aménagement de couverture des cheminements hydrauliques etc.

Grâce à ce livre, j'ai pu renforcer mes connaissances sur les zones péri-urbaines et rurales et les risques d'inondations (recalibrage des ruisseaux et des fossés qui aggravent les crues, modes d'occupations des sols).

Mots clefs : Ruissellement, facteurs, risques.



35 allée Ferdinand de Lesseps
BP30553
37205 TOURS cedex3

SOUS LA DIRECTION DE :
RODRIGUES STEPHANE

JOUBERT Antoine

Projet Individuel

DAE 3

2016 - 2017

Gestion du Ruissellement, facteur d'inondation.

Courdemanche est une petite commune rurale du Pays de Loire qui a subi récemment une inondation sans précédent. Cette inondation est survenue suite à des précipitations abondantes qui ont vite saturé les sols. Une fois saturés, les sols n'infiltreront plus l'eau, qui ruisselle. C'est une conséquence directe de la mauvaise gestion des terres agricoles et de l'anthropisation des sols depuis une cinquantaine d'années. Or, ces inondations sont la source d'innombrables préjudices à la fois économiques, humains et environnementaux, sur la commune. Il est donc important d'élaborer une gestion durable afin de limiter l'impact de ces ruissèlements. Cette gestion peut se traduire par l'adoption de mesures préventives, qui se caractérise par une modification des pratiques agricoles (cultiver perpendiculairement à la pente, limiter les produits phytosanitaires, réduction du travail de sol...). En effet, améliorer la qualité du sol permettra d'augmenter le rôle à la fois biologique et hydraulique de celui-ci. De même, un ensemble de mesures curatives peuvent limiter en grande partie les impacts des ruissèlements en amont des enjeux. En effet, des techniques hydrauliques douces permettent de canaliser les écoulements, de les infiltrer et de réduire les pointes de débits à l'aval.

Mots clés : ruissèlements, inondation, techniques hydrauliques douces, sol

Localisation géographique : Pays de la Loire, Sarthe (72)