



ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

PROJET DE DRAINAGE AGRICOLE

Concernant les exploitations

CORNU Pierre-Edouard

la Touriterie

58270 FRASNAY-REUGNY

SEPTEMBRE 2023

Bureau d'études spécialisé

TERRENIS

domaines d'activité :

- dossier de création de forage
- drainage agricole
- création de retenue d'eau
- conseils en irrigation
- plan d'épandage
- conception d'assainissement autonome d'eau usée
- diagnostic agro-environnemental

domaine de compétence : hydrogéologie, pédologie, hydraulique agricole

Mr VAUTIER Arnaud

mail : terrenis.etude@yahoo.fr

tel. : 06 49 09 96 96

Table des matières

1 - Le pétitionnaire	5
2 - présentation du projet de drainage	6
3- le cadre réglementaire	8
Superficie drainée.....	8
Destruction de zones humides	8
Modification du réseau hydrographique	9
SDAGE Loire-Bretagne	9
SAGE	10
Directive NITRATE	10
NATURA 2000	11
4 – Le fonctionnement hydrologique des bassins versants	12
4.1 Le contexte géologique	12
4.2 Le contexte pédologique	13
Le sol à recouvrement limoneux sur marne	13
Le sol de la zone humide de la parcelle 3	15
Le sol argilo-limoneux, carbonaté, superficiel, issu de marne (non drainé)	17
Le sol argileux calcique issu d'un banc calcaire dur (non drainé)	17
Le sol issu des colluvions limono-argileuses du replat de bas de coteau	18
Les sols carbonatés issus des marnes d'aspect "crayeux"	19
Le sol hydromorphe des fonds de vallon	19
Le sol de la zone humide de la parcelle 5	20
4.3 Le fonctionnement hydrologique naturel du bassin versant	23
La Canne, le ruisseau des Dix Boisselées et l'étang de Fleury-la-Tour	23
L'Andarge	26
4.4 L'indice de persistance des réseaux hydrographique (IPR)	31
4.5 le fonctionnement hydrologique du bassin versant en présence du réseau de drainage	32
La gestion des cumuls pluviométriques hivernaux et printaniers	32
La gestion des pluies orageuses	33
4.6 les éléments topographiques influant sur la circulation de l'eau	34
5- Evaluation environnementale	36
5.1 La préservation des cours d'eau	36
5.3 La préservation de la qualité de l'air	37

5.4 La préservation des nappes souterraines	37
5.2 La préservation des zones humides	37
5.5 La préservation de la biodiversité.....	38
5.4 Eviter-réduire-compenser	48
Conclusion de l'étude	50

Documents de référence

Plans d'executions de drainage des parcelles figurant au projet,
Diagnostic zone humide CA58_CA71

1 - Le pétitionnaire

Mr CORNU Pierre-Edouard
la Touriterie 58270 FRASNAY-REUGNY

Autorisation de dépôt

AUTORISATION DE DÉPÔT DE DOSSIER

Je soussigné :

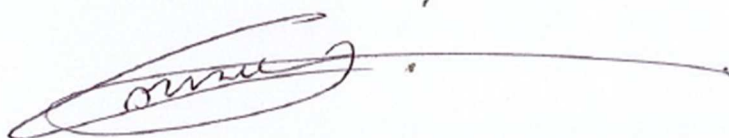
Mr CORNU Pierre Edouard
la Touriterie
58270 FRASNAY-REUGNY

autorise le bureau d'études TERRENIS a déposé les dossiers loi sur l'eau, création d'un drainage agricole, auprès de la Direction des Territoire de la Nièvre.

Fait à Frasnay-Reugny,

le 5 octobre 2023

PE. Cornu



2 - présentation du projet de drainage

Le projet consiste à maîtriser les périodes d'excédent hydrique, survenant au cours de la période hivernale et printanière, de décembre à fin avril. Au cours de ces 5 mois, l'excès d'eau ne se produit pas de façon permanente. Il a lieu une fois les sols rechargés en eau et pour des cumuls pluviométriques d'intensité modérée à forte. A titre d'exemple, une pluie de 20 mm ou l'accumulation de petites pluies fournissant 20 mm en moins de 6 jours induit un excès d'eau durant 5 à 10 jours suivant le mois concerné. Un lent ressuyage se produit par évapotranspiration et par ruissellement de surface et/ou infiltration au sein du sol suivant les emplacements. La durée de l'excès d'eau au cours d'une année est au maximum de 3 mois.

Le drainage partiel de ces parcelles permettra de rendre plus homogène l'état hydrique du sol en surface au sein des parcelles et procéder aux interventions culturales (traitements des maladies, fertilisation minérale) dans de bonnes conditions et en un seul passage unique sur toute la parcelle. Les cultures sont également en meilleure santé car le fonctionnement biologique du sol n'est pas perturbé par des asphyxies temporaires.

Les travaux d'hydraulique portent sur l'installation de drains perforés au sein du sol à 90 cm de profondeur. L'aménagement de bassins tampon au niveau des sorties de drainage.

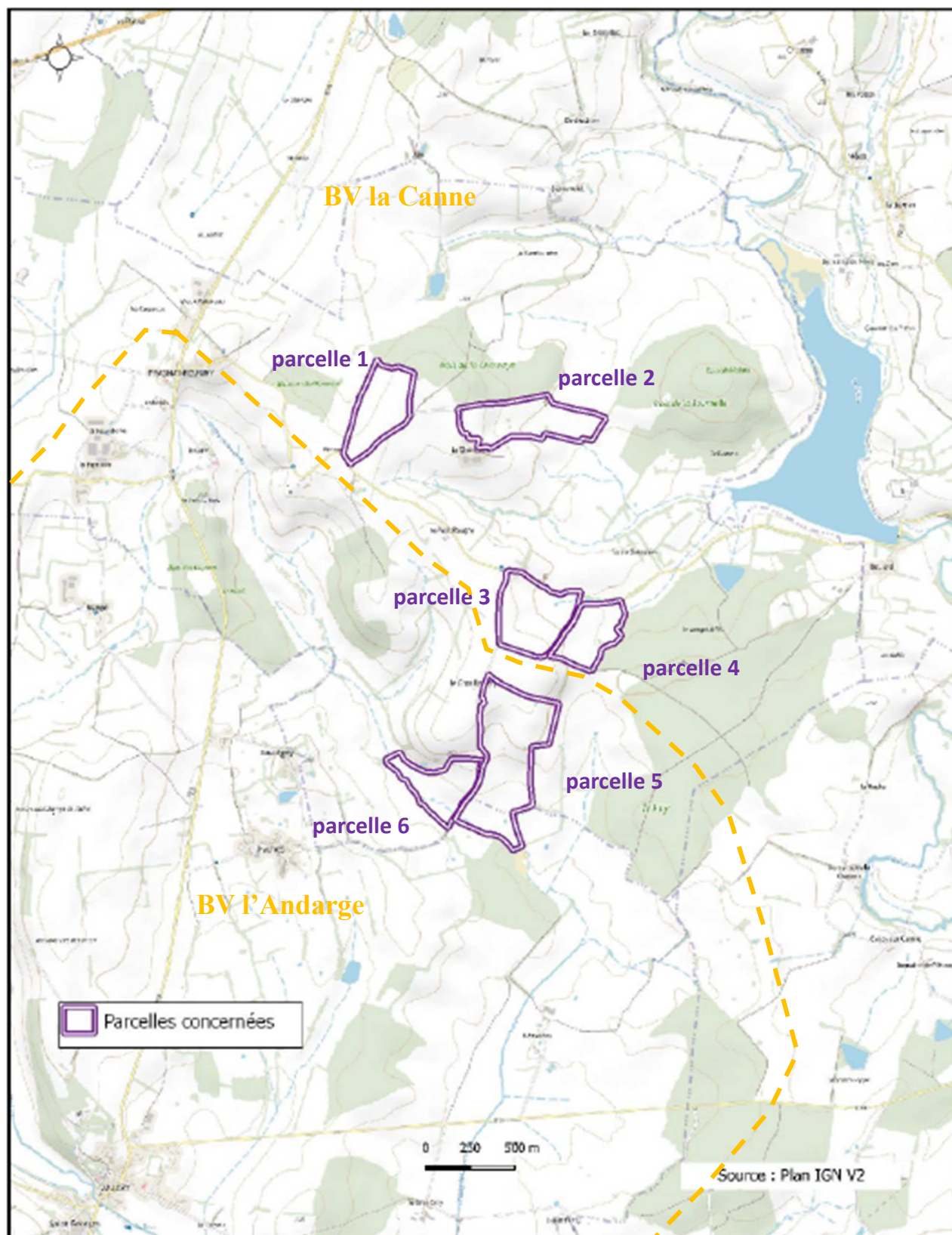
Les parcelles concernées par les drainages :

Parcelles	Superficie (ha) parcelle / drainée		Références cadastrales
Parcelle 1	12,1 ha	12,10 ha	OA 208-209 Frasnay-Reugny
Parcelle 2	17,7 ha	15,65 ha	OA 109-110-124 Frasnay-Reugny
Parcelle 3	14,0 ha	13,76 ha	OA 34 Frasnay-Reugny
Parcelle 4	8,5 ha	6,04 ha	OB 178-179-180 Frasnay-Reugny
Parcelle 5	27,5 ha	12,93 ha	OA 111-123 Frasnay-Reugny et OB377-378 Anlezy
Parcelle 6	17,4 ha	6,15 ha	OB 195-15-17, OC 27 Frasnay -eugny

La superficie totale drainée est de 66,70 ha.

Localisation des parcelles drainées

Le projet de drainage se situe au sein de la région du Bazois.



3- le cadre réglementaire

Les textes réglementaires applicables aux projets de drainage agricole sont les suivants :

Articles R 214-1 et ses annexes du Code de l'environnement relatif à la nomenclature des opérations soumises à déclaration ou à autorisation, en application des articles L214 n°1 à 6 du Code de l'Environnement.

Superficie drainée

Rubrique 3.3.2.0 : réalisation de travaux de drainage d'une superficie :

- 1° supérieure ou égale à 100 ha (A),
- 2° supérieur à 20 ha, mais inférieure à 100 ha (D)

La superficie drainée sur le bassin versant de la Canne par Mr Cornu est de 47,62 ha et celle sur la rivière de l'Andarge par Mr Cornu est de 19,08 ha. Ces superficies sont donc comprises entre 20 et 100 hectares sur chacun de ses deux unités hydrologiques distinctes. L'ensemble des deux bassins versants sont traités dans un même rapport par simplification administrative.

[Au titre de cette rubrique, le projet de drainage est soumis à déclaration.](#)

Les 66 hectares de drainage sont répartis sur 5 exploitations agricoles distinctes. Pour chacune d'entre elles, la superficie drainée ne dépasse pas le seuil de déclaration de 20 hectares.

Parcelles	Superficie (ha) parcelle / drainée		Références cadastrales
Parcelle 1	12,1 ha	12,10 ha	SCEA des Platanes
Parcelle 2	17,7 ha	15,65 ha	SCEA de Reugny
Parcelle 3	14,0 ha	13,76 ha	EARL des Bonelles
Parcelle 4	8,5 ha	6,04 ha	EARL des Bonelles
Parcelle 5	27,5 ha	12,93 ha	SCEA Gros Cray
Parcelle 6	17,4 ha	6,15 ha	SCEA de Meauce

Destruction de zones humides

Rubrique 3.3.1.0 : Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblai de zones humides ou de marais.

- 1° supérieure ou égale à 1 ha (A),
- 2° supérieur à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D)

La méthodologie pour diagnostiquer et délimiter une zone humide suit les préconisations de l'article R211-108 du code de l'Environnement et de l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009.

L'arrêté du 1^{er} octobre 2009 s'applique au projet de drainage. Une double prospection de sondages tarière a permis d'identifier les zones humides des parcelles. La superficie parcellaire classée en zone humide en fond de vallée est de 3,31 ha. La planitude du terrain, l'arrivée d'eau de ruissellement du versant et l'ombrage d'un petit bois accentue l'hydromorphie. Sur les 3,31 ha de zone humide, 0,32 ha ont été drainés. Une seconde zone humide de 0,80 ha a été identifiée autour d'une mare servant à leur abreuvement de bovins, en position de bas de versant. Le caractère hydromorphe est essentiellement dû au tassement du sol en raison d'un temps de séjour plus long des animaux. Une compensation est proposée pour compenser la perte de 1,12 ha de zones humides.

Modification du réseau hydrographique

Rubrique 3.1.2.0 : Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long et en travers du lit mineur d'un cours d'eau ou conduisant à la dérivation du cours d'eau :

- 1° sur une longueur supérieure ou égale à 100 m (A),
- 2° sur une longueur inférieure à 100 m (D)

Les cours d'eau ne seront pas surcreusés, élargis ou en encore déplacés. Le projet de drainage n'est pas soumis à déclaration au titre de cette rubrique.

SDAGE Loire-Bretagne

Le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 a pour objectif de préserver les milieux aquatiques de toutes nouvelles dégradations. Deux orientations sont susceptibles de concerner le drainage.

1A - Préservation et restauration du bassin versant

Orientation 1A-4

Les rejets de tous les nouveaux dispositifs de drainage agricole soumis à déclaration ou autorisation en référence aux rubriques de l'article R. 214-1 du code de l'environnement, ne peuvent s'effectuer dans les milieux naturels (notamment nappes et cours d'eau). Ils nécessitent la mise en place de bassins tampons ou de tout autre dispositif équivalent efficace.

Le projet est compatible avec les orientations du SDAGE Loire-Bretagne car des bassins tampon ont été aménagés à chacune des sorties de drainage.

8B - Préserver les zones humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités

Orientation 8-B1

Les maîtres d'ouvrage de projets impactant une zone humide cherchent une autre implantation à leur projet, afin d'éviter de dégrader la zone humide.

À défaut d'alternative avérée et après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en oeuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, la compensation vise prioritairement le rétablissement des fonctionnalités.

À cette fin, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la re-création ou la restauration de zones humides, cumulativement :

- équivalente sur le plan fonctionnel,
- équivalente sur le plan de la qualité de la biodiversité,
- dans le bassin versant de la masse d'eau.

En dernier recours, et à défaut de la capacité à réunir les trois critères listés précédemment, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface, sur le même bassin versant ou sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité.

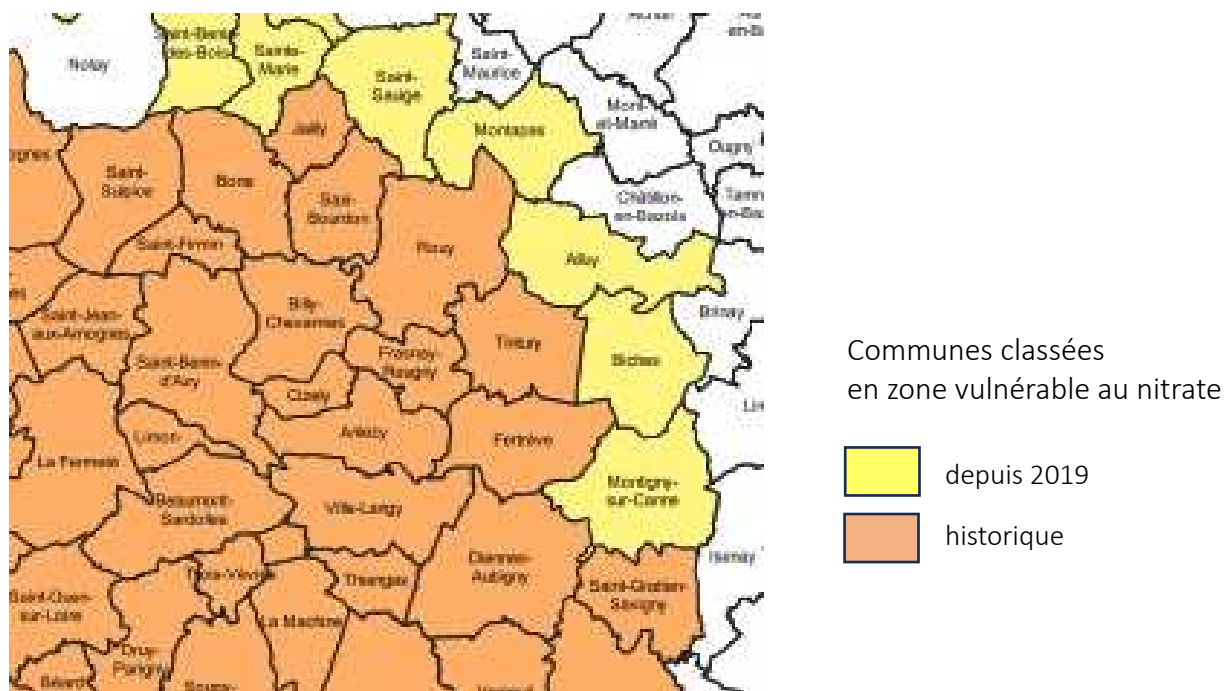
Le projet a conduit à une altération de 1,12 ha de zone humide. Des compensations sont proposées pour rétablir des milieux de qualité fonctionnelle et de biodiversité équivalente.

SAGE

Aucun SAGE est mis en place sur la rivière de la Canne et du ruisseau de l'étang de Nérondes.

Directive NITRATE

Un arrêté préfectoral de désignation des zones vulnérables, actualisé au 30 août 2021, délimitent l'aire d'application de la directive nitrate et un arrêté d'équilibre de la fertilisation azotée, actualisé les 19 juillet 2018, 25 février 2020 et 19 mars 2021, définissent les mesures applicables pour limiter les fuites de nitrates vers les cours d'eau et les nappes.



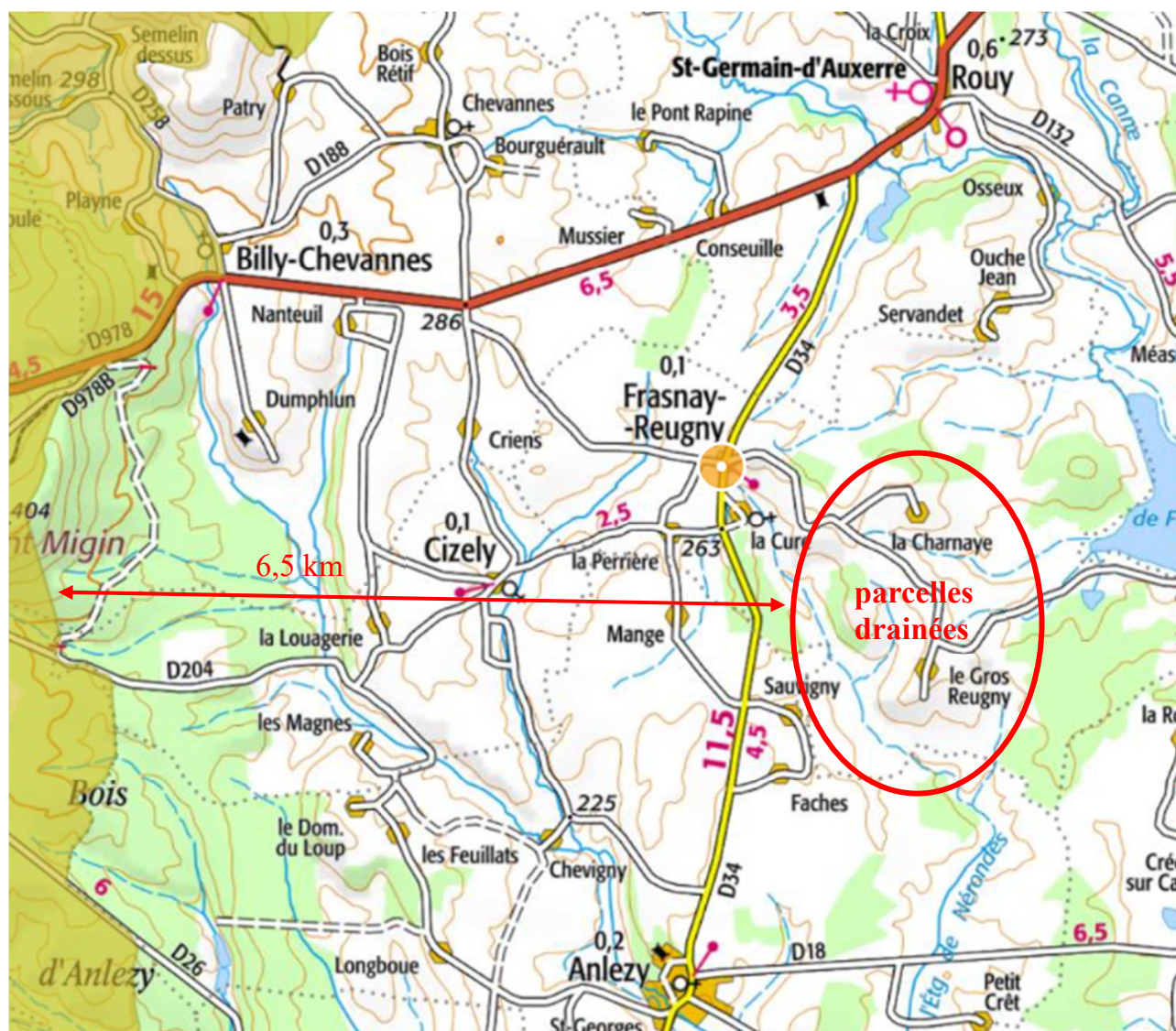
Les zones drainées sont intégralement incluses au sein de la zone vulnérable au nitrate. Le drainage induit aucune spécificité d'épandage particulière. Comme sur n'importe quelle parcelle en zone vulnérable, l'exploitant devra veiller à respecter le calendrier d'épandage pour les effluents de fumier

bovin, issus de ses exploitations. Les doses d'apports d'azote devront être fractionnées et les apports globaux ne devront pas excéder les besoins des cultures. Les reliquats azotés seront réalisés sur 90 cm pour prendre en compte l'intégralité de la zone d'exploitation racinaire et en vue d'ajuster la fertilisation en sortie d'hiver.

NATURA 2000

L'article R414-19 du code de l'Environnement stipule en son item 4° que les installations, ouvrages, travaux, activités soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L214-1 à L214-11 du code de l'Environnement, doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences Natura 2000.

Le projet est distant de 6,5 km du SIC FR2601014 - Bocages, forêts et milieux humides des Amognes et du bassin de la Machine.



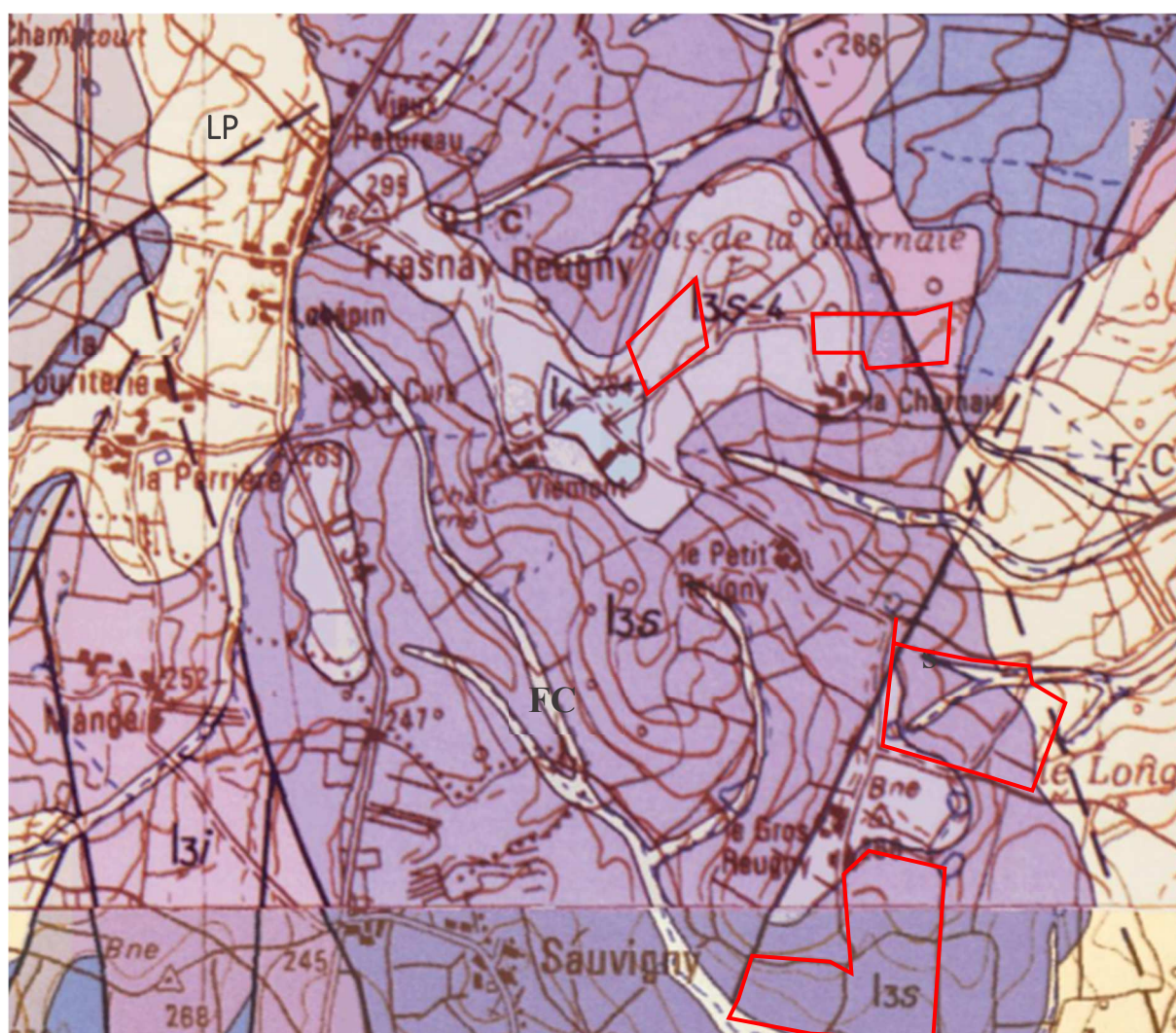
Le projet de drainage n'a pas de lien hydrologique avec le site Natura 2000. Il n'est pas situé à proximité immédiate du site. Il est donc sans incidence sur la faune du site Natura 2000.

4 – Le fonctionnement hydrologique des bassins versants

Le site se situe au sein de la région du Bazois. Il s'agit d'un paysage collinaire, habillé de bois, de prairie et de culture et d'un réseau bocager lâche.

4.1 Le contexte géologique

Les parcelles drainées sont situées au sein des formations marneuses du lias. Quelques recouvrements limoneux à silex sont présents autour du bois de la Charnaye. Des calcaires marneux beige sont présents sur la partie basse de l'ensemble parcellaire de la Charnaye. Quelques bancs de calcaire, gris et durs, d'épaisseur décimétrique sont intercalés au sein des marnes au Gros Reugny. Des colluvions limono-argileuses occupent le replat de bas de coteau. Des limons argileux recouvrent les marnes à l'est du bois du Longouniot. Des colluvions argilo-limoneuses évoluant en profondeur vers des argiles d'altération des marnes sont présentes sur 2 m d'épaisseur.



I4	marne argileuse grise bleutée	I2	calcaire à gryphées
I3s-4, I3s	marne entrecoupée de bancs calcaires	LP	limon des plateaux
I3i	marne et calcaire marneux beige	F-C	colluvion argilo-limoneuse

4.2 Le contexte pédologique

Le sol à recouvrement limoneux sur marne



BRUNISOL à recouvrement limoneux à silex

0 à 10	A	Lm	brun (25Y43)	sans tache 1% concrétion de fer 1% silex
10 à 43	LA	LA	brun clair (25Y53)	sans tache 1% concrétion de fer 7% silex
43 à 50	S	AL	ocre (10YR56)	sans tache 4% concrétion de fer 3% silex

arrêt sur éléments grossiers.

sol non carbonaté, peu portant, modérément hydromorphe.

classe GEPPA : IIa à IIIa – l'excès d'eau est drainé par la pente d'intensité modérée.

Le sol est issu de recouvrement limono-argileux à silex, puis d'argile d'altération des marnes.

BRUNISOL à recouvrement limoneux sur marne

0 à 25	LA	Lm	brun clair jaunâtre (10YR53)	1% taches d'hydromorphie (piétinement) : traînées ocre sombre (75YR46), large de 1 à 2 mm, peu contrastées, au contour net, le long des racines.	sans concrétion
25 à 60	S	LA	brun jaune (10YR64)	5% taches d'hydromorphie : taches ocre (10YR56), de forme irrégulière, peu contrastées, au contour peu net.	3% concrétions ferrugineuses
60 à 115	S	ALO	brun jaune (25Y64)	12% taches de dégradation : traînées grises (5Y62), larges de 2 mm, contrastées, au contour net.	sans concrétion

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau assez élevée (135 mm) ; assez peu hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimale de 60 cm et maximale de 90 cm.

classe GEPPA : IIIa – un excès d'eau de faible intensité se développe entre 25 et 60 cm de profondeur.

Le sol est issu d'un recouvrement limoneux de 0 à 60 cm de profondeur et de l'argile d'altération des marnes micacées de 60 à 110 cm de profondeur.

0

25

60

115



Les sols issus des marnes

BRUNISOL à mince recouvrement limoneux de surface

0 à 10	A	Lm	brun (25Y43)	sans tache	1% concrétion ferrugineuse, tendre
10 à 30	LA	Lm	brun clair (25Y63)	2% taches d'hydromorphie : traînées ocre (75YR58), larges de 1 mm, peu contrastées, au contour très net, le long des racines.	4% concrétion ferrugineuse, tendre
30 à 105	C	AL	ocre jaunâtre (10YR56)	20% taches de dégradation : traînées grises (25Y61), larges de 2 mm, très contrastées et au contour très net, sur les faces des agrégats.	sans concrétion
105 à 170	Ma	AL	jaune (5Y54)	25% taches lithologiques : traînées gris clair (5Y61), larges de 2 mm, très contrastées et au contour très net, sur les faces des agrégats.	sans concrétion

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau assez élevée (140 mm) ; modérément hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimale de 75 cm et maximale de 105 cm.

classe GEPPA : IIa à IIIa – stagnation d'eau à la surface du sol.

Le sol est issu d'argile d'altération des marnes, se mélangeant à des apports limoneux dans les 30 premiers centimètres du sol.

0

10

30

105



170

BRUNISOL à gradient argileux

0 à 10	A	LA	brun sombre (10YR34)	sans tache	sans concrétion
10 à 28	LA	LA	brun (10YR54)	sans tache	sans concrétion
28 à 41	LA	AL	brun jaune ocre (10YR56)	sans tache	3% concrétion ferrugineuse
41 à 58	S	ALO	brun jaune clair (10YR64)	20% taches d'oxydation : ocre (10YR56), de forme irrégulière, larges de 10 à 20 mm de dimension, peu contrastées, au contour peu net. 20% taches de dégradation : traînées, grises (25Y62), larges de 2 à 8 mm, peu contrastées, au contour peu net.	sans concrétion
58 à 85	C	ALO	ocre (10YR66)	25% taches de dégradation : traînées, gris jaunâtre (5Y62), larges de 5 à 10 mm, peu contrastées, au contour net.	sans concrétion
85 à 120	Ma	ALO	ocre (10YR66)	35% taches de dégradation : traînées grises (5Y61), larges de 5 mm, très contrastées, au contour très net.	sans concrétion

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau modérée (120 mm) ; modérément hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimale et maximale de 80 cm.

classe GEPPA : IIa – stagnation d'eau à la surface du sol.

Le sol est issu de l'argile d'altération des marnes.

0 10 28 41 58 85 120



Le sol de la zone humide de la parcelle 3

BRUNISOL à gradient argileux

0 à 15	LA	LM>LA	brun foncé (10YR34)	sans tache	sans concrétion
--------	----	-------	---------------------	------------	-----------------

15 à 60	S	LA>AL	brun jaune (25Y54)	sans tache	1% concrétion ferrugineuse
60 à 83	S	AL	brun jaune (25Y54)	25% taches d'altération par oxydation : ocre (10YR56), de forme irrégulière, de 3 à 6 mm de dimension, peu contrastées, au contour net.	3% concrétion ferrugineuse
83 à 125	C/Ma	ALO	ocre (10YR58)	15% taches de dégradation : traînées grisâtres (25Y62), larges de 2 à 4 mm, contrastées, au contour net.	1% concrétion ferrugineuse
125 à 153	Ma	ALO	grisâtre (25Y62)	40% taches d'altération par oxydation : ocre (10YR66), de forme irrégulière, larges de 10-20 mm, très contrastées, au contour très net.	sans concrétion
153 à 204	Ma	ALO	ocre (10YR58)	20% taches de dégradation : traînées grisâtres (25Y62), larges de 2 à 3 mm, contrastées, au contour net.	1% concrétion ferrugineuse

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau assez élevée (135 mm) ; non hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimale de 83 cm et maximale de 100 cm.

classe GEPPA : la – ruissellement et stagnation d'eau à la surface du sol.

Le sol est issu des argiles d'altération des marnes.

125

204



Horizon 1 : 3 à 19 cm



Horizon 2 : 38 à 51 cm



Ce sol ne présente pas de différences marquées avec les sols précédents. La proximité de la mare et de la mangeoire ont induit un temps de séjour plus long des bovins. Le plus fort piétinement a induit un tassement de l'horizon de surface. La fonctionnalité hydrique d'emménagement d'un excès d'eau durable est peu exprimée et les incidences sur la biodiversité floristique et faunistique sont nulles.

Le sol argilo-limoneux, carbonaté, superficiel, issu de marne (non drainé)

CALCOSOL peu évolué, argilo-limoneux

0 à 20	LAc	LA Eff(2,1)	brun (25Y42)	sans tache	sans concrétion
20 à 33	LAc	AL Eff(2,1)	brun jaune (25Y54)	sans tache	sans concrétion
33 à 60	Sca	ALO Eff(2,1)	jaune (25Y63)	10% tache d'altération : jaune ocre (25Y56), de forme irrégulière, larges de 2 mm, peu contrastées, au contour net. 2% graviers calcaires tendres	sans concrétion
60 à 90	Mn	ALO Eff(2,1)	gris (5Y51)	20% tache d'altération : irrégulières, jaune ocre (25Y66), de forme irrégulière, larges de 2 mm, contrastées, au contour net. 5% graviers calcaires tendres	sans concrétion

sol carbonaté ; quelques graviers calcaires ; réserve en eau assez faible (80 mm) ; non hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimal et maximale de 60 cm.

arrêt sur banc calcaire.

classe GEPPA : Ia – sans excès d'eau.

Le sol est issu de l'altération des marnes et des calcaires.

**Le sol argileux calcique issu d'un banc calcaire dur (non drainé)**

BRUNISOL argileux sur banc calcaire

0 à 36	LA	LA	brun clair (10YR54)	sans tache	sans concrétion
36 à 57	Sci	ALO	brun ocre jaunâtre (10YR56)	sans tache	1% concrétion ferrugineuse
57 à 67	Ci	ALO	ocre (10YR58)	sans tache	3% concrétion ferrugineuse

Arrêt sur un banc calcaire à 67 cm de profondeur.

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau modérée (95 mm) ; non hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimale et maximale de 67 cm.

classe GEPPA : la – absence d'excès d'eau

Le sol est sol issu de l'argile d'altération des marnes et des calcaires.

0 12 45 60 78



Le sol issu des colluvions limono-argileuses du replat de bas de coteau

COLLUVIOSOL limono-argileux de bas de versant

0 à 12	A	LA	brun foncé (10YR34)	sans tache	sans concrétion
12 à 27	LA	LA	brun (10YR44)	sans tache	sans concrétion
27 à 75	S	LA	brun (25Y53)	sans tache	sans concrétion
75 à 100	S	AL	brun clair (25Y54)	15% taches de concentration ferrugineuse : jaune ocre (25Y56), de forme irrégulière, de 3 mm de dimension, peu contrastées, au contour net.	1% concrétion millimétrique
100 à 120	C	AL	brun clair (25Y54)	20% taches d'oxydation (fonte des concrétions ferrugineuses) : rouille (75YR46), de forme irrégulière, de 3 à 5 mm de dimension, contrastées, au contour net.	3% concrétions millimétriques

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau assez élevée (135 mm) ; non hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimale et maximale de 100 cm.

classe GEPPA : la – sans excès d'eau.

le sol est issu de colluvion limono-argileuse de bas de versant.

0 12 27 75 100 120



Les sols carbonatés issus des marnes d'aspect "crayeux"

CALCOSOL issu de marne

0 à 8	A	LA>AL	brun sombre (25Y34)	sans tache	sans concrétion
8 à 20	A	LA>AL	brun (25Y53)	sans tache	sans concrétion
20 à 75	Sca	ALO Eff(2,1)	brun jaune (25Y54)	sans tache 1% graviers de calcaire	1% concrétion ferrugineuse
75 à 97	Mn	AL Eff(3,1)	gris jaunâtre (5Y62)	15% taches d'altération par oxydation : brun clair (25Y64), de forme irrégulière, larges de 3 à 5 mm, peu contrastées, au contour net. 2% graviers de calcaire	sans concrétion
97 à 110	Mn	AL Eff(3,1)	gris (5Y51)	15% taches d'altération par oxydation : ocre jaunâtre (25Y66), de forme irrégulière, larges de 3 à 5 mm, peu contrastées, au contour net. 10% graviers de calcaire	sans concrétion

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau modérée (100 mm) ; non hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimale de 80 cm et maximale de 105 cm.

classe GEPPA : la- absence d'excès d'eau.

Le sol est sol issu d'argile d'altération des marnes.

0 8 20 75 97 110



Le sol hydromorphe des fonds de vallon

BRUNISOL argilo-limoneux rédoxique

0 à 10	A	LA	brun (10YR42)	5% taches d'hydromorphie : traînées ocre (75YR46), larges de 3 mm, peu contrastées, au contour net.	sans concrétion
7 à 42	LA	AL	brun (10YR53)	sans tache	1% concrétion millimétrique
42 à 80	S(g)	AL	brun jaune ocre	15% taches de dégradation : traînées gris clair (25Y61), larges de 2 mm, peu	1% concrétion millimétrique,

			(10YR56)	contrastées, au contour net.	tendre
80 à 120	Sg	AL	brun jaune ocre (10YR56)	5% revêtement argileux gris clair (5Y61), épais de 1 mm, sur les faces des agrégats.	1% concrétion millimétrique, tendre
120 à 180	Cg	AL	ocre (10YR58)	5% revêtement argileux gris clair (5Y61), épais de 1 mm, sur les faces des agrégats.	5% concrétion centimétrique, dure
183 à 195	Ccn	ALO Eff(0,1)	ocre (75YR58)	3% revêtements argileux, gris clair (5Y61), d'épaisseur infra-millimétrique, sur les faces des agrégats.	60% concrétion centimétrique, tendre
195 à 220	Mn-Go	ALO Eff(0,1)	ocre (75YR46)	40% revêtements argileux, gris bleuté (10Y6), épais de 1 à 2 mm, sur les faces des agrégats.	sans concrétion

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau élevée (160 mm) ; hydromorphe ; profondeur d'enracinement optimale de 100 cm et maximale de 120 cm.

classe GEPPA : IVb – l'excès d'eau se produit à partir de 42 cm de profondeur.

Le sol est issu des argiles d'altération des marnes.



Le sol de la zone humide de la parcelle 5

REDOXISOL

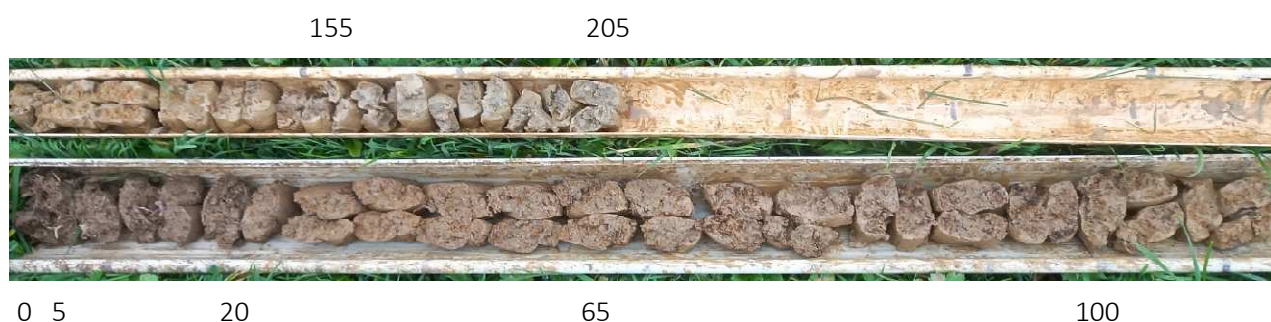
0 à 5	A	LA	brun sombre (10YR42)	sans tache	sans concrétion
5 à 20	A(g)	LA	brun (10YR52)	5% taches d'hydromorphie : traînées ocre sombre (75YR46), larges de 2 à 3 mm, modérément contrastées, au contour très net, le long des racines.	sans concrétion
20 à 65	g	AL	brun grisâtre (25Y52)	20% taches d'hydromorphie : traînées ocre sombre (75YR46), larges de 2 à 3 mm, contrastées, au contour très net, le long des racines.	1% concrétion ferrugineuse

65 à 100	g	AL	grisâtre (25Y62)	20% taches d'hydromorphie : ocre sombre (75YR46), de forme irrégulière ou en traînées, larges de 2 à 3 mm, très contrastées, au contour très net.	8% concrétion ferrugineuse
100 à 155	Cg	AL	ocre (10YR46)	10% revêtements argileux, gris clair (25Y62), épais de 1 mm, sur les faces des agrégats.	1% concrétion ferrugineuse
155 à 205	Ma-g	ALO	gris jaune (5Y52)	25% taches d'altération : traînées gris (10Y5), larges de 3 à 6 mm, très contrastées, au contour très net, sur les faces des agrégats.	1% concrétion ferrugineuse

sol non carbonaté ; absence d'élément grossier ; réserve en eau très élevée (175 mm) ; hydromorphe ; nappe d'accompagnement du ru peu circulante à 155 cm de profondeur ; profondeur d'enracinement optimale et maximale de 120 cm.

classe GEPPA : Ivc à Vb – l'excès d'eau est d'intensité croissante de 5 à 100 cm de profondeur.

Le sol est sol issu d'argile d'altération des marnes micacées.



Horizon 1 : 0 à 16 cm

Horizon 2 : 38 à 51 cm

Horizon 3 : 125 à 145 cm

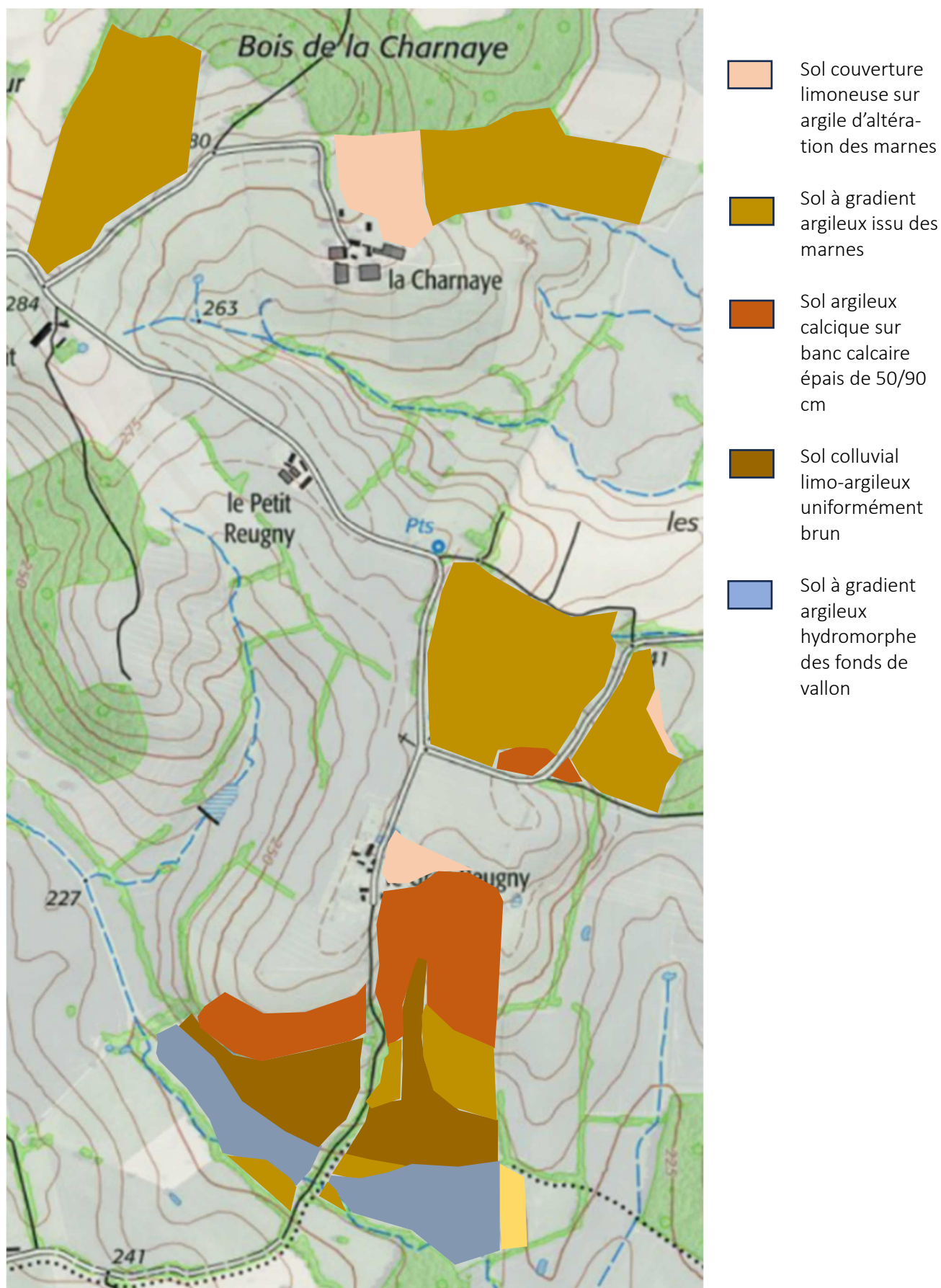


Ce sol présente des caractéristiques de zones humides. Engorgement prolongé des horizons supérieurs du sol durant 3 à 4 mois. Les incidences sur la flore sont la présence de quelques joncs et carex. Cette zone est susceptible d'être fréquentée par des amphibiens au printemps.

Autres sources d'information transmis à la DDT

- 5 fascicules diagnostic zone humide TERRENIS
- Le diagnostic zone humide CA71 / CA58

Carte des sols des parcelles drainées



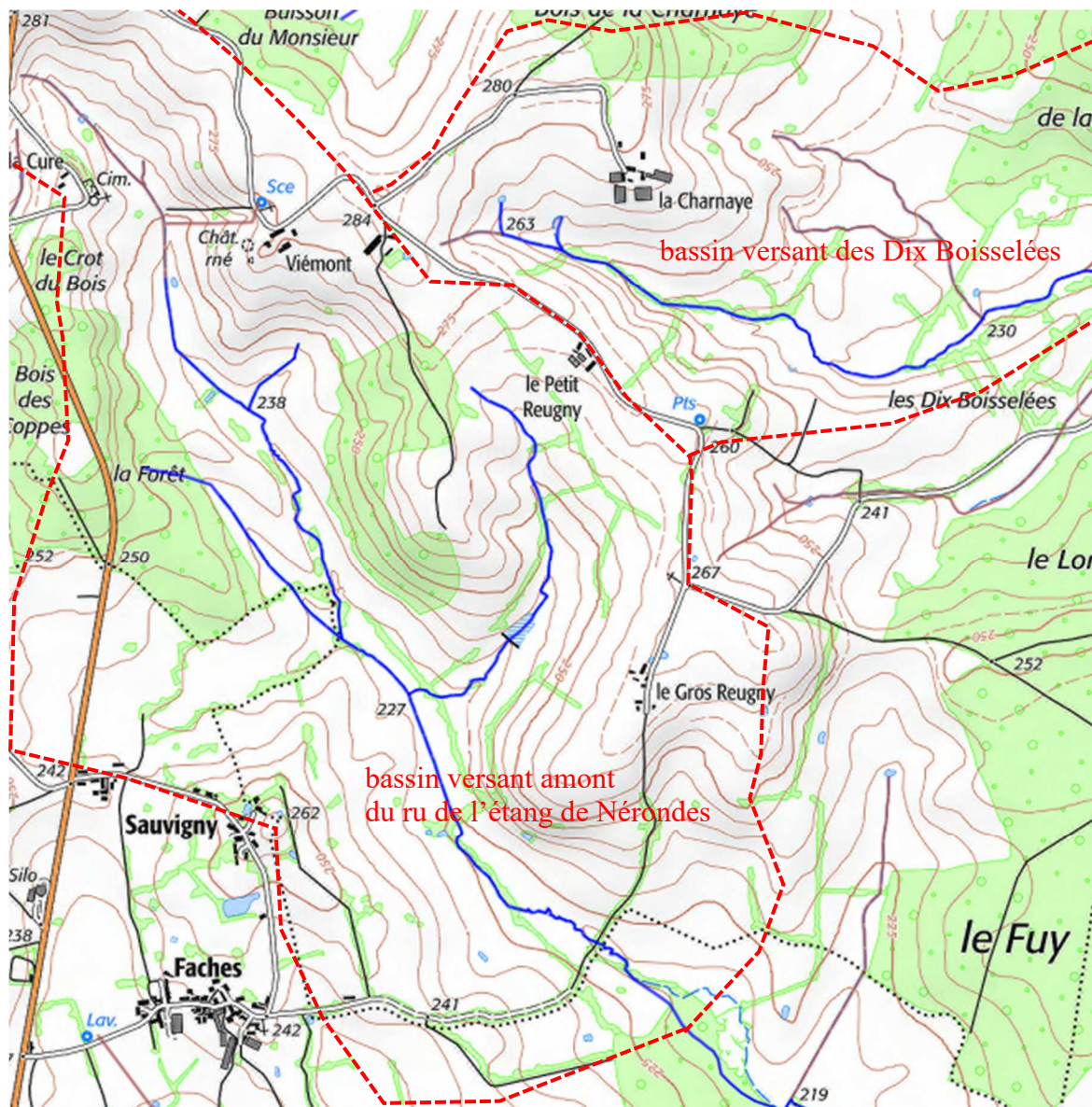
4.3 Le fonctionnement hydrologique naturel du bassin versant

Situation avant drainage

Le projet se situe sur deux bassins hydrographiques :

- le ruisseau de l'étang de Nérondes, affluent de l'Andarge,
- le ruisseau des Dix Boisselées, affluent de la Canne.

Les ruisseaux et la topographie des bassins versants.



La Canne, le ruisseau des Dix Boisselées et l'étang de Fleury-la-Tour

Zone hydrographique : K176 la Canne et ses affluents

Tronçon hydrographique : K176 4010 la rivière la Canne de Tintury à Montigny-sur-Canne

Le ruisseau des Dix Boisselées est un petit ru intermittent appartenant à ce tronçon hydrographique. L'étang de Fleury-la-Tour est un plan d'eau en barrage sur la rivière de la Canne sur ce même tronçon hydrographique.

La rivière de la Canne

Les caractéristiques hydrologiques de la Canne sont les suivantes :

- le débit d'étiage est 40 à 100 fois plus faible que les débits hivernaux de décembre à février.
- la lame d'eau spécifique alimentant la rivière de la Canne est quasiment identique aux précipitations, confirmant l'absence de stockage d'eau important. La lame d'eau ruisselante est de 50 mm pour 62 mm de pluie.

Débit mensuel moyen pluriannuel de la Canne à Saint Gratien Savigny

moyenne mensuel pluri-annuel	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Juil.	Août	Sept.	Oct.
débit moyen mensuel (l/s)	3 220	4 160	3 600	2 570	88	30	49	126
débit spécifique (l/s/km ²)	17,7	22,9	19,8	14,1	0,5	0,2	0,3	0,7
lame d'eau (mm)	47	61	48	38	1	0	1	2

La rivière de la Canne parcourt 33 km du nord-ouest vers le sud-est, depuis la contrée de Jailly jusqu'à sa confluence avec l'Aron à Cercy-la-Tour. Le bassin versant couvre une superficie de 182 km². Il est de forme allongée et assez étroite. Le ratio superficie/longueur est de 5,5. Il est large de 5 km sur son tracé amont et aval, sur une distance de 5 km de l'amont du bassin jusqu'à l'étang Neuf à Jailly et sur une distance de 7 km de Montigny-sur-Canne à Cercy-la-Tour. Il est plus ventru dans sa partie médiane puisque sa largeur est de 8 à 10 km. La différence de dénivelé est de 125 m entre l'amont (320 m) et l'aval (195 m). La pente moyenne dans l'axe de la rivière est de 0,4%.

La morphologie du bassin versant favorise la montée en charge rapide de la rivière de la Canne. En tout point du bassin versant, les précipitations tombées au sol sont proches « l'artère centrale » du bassin au vue de sa faible largeur. Lorsque les épisodes pluvieux durent quelques jours, un effet cumulatif se produit de l'amont vers l'aval sur le débit de la rivière. La faible pente dans l'axe de la vallée accentue l'amplitude du niveau d'eau dans le fond de la vallée de la Canne. Mais l'encaissement de la rivière de plus de 2 m par endroit limite les débordements et donc les possibilités d'atténuation des débits de crue.

Le massif granitique de Saint-Saulge et les formations marno-calcaires constituent les deux grands ensembles géologiques traversés par la rivière. Le secteur est dépourvu de grand ensemble aquifère.

Le massif granitique : Le réseau de fissures des granites emmagasine des quantités d'eau modestes. Les fissures les plus importantes constituent des voies de circulations d'eau souterraines en direction des petites sources situées en fond de vallon. Les fissures collectent les eaux sur une superficie réduite du massif car il forme une bande nord-sud très étroite de 2 km de large et des vallons encaissés segmentent les circulations d'eau en sous-ensembles hydrographiques. Les volumes et les débits d'eau restitués par les circulations souterraines sont donc peu importants. Les ruissellements de surface et les écoulements d'eau rapides dans les fractures principales restituent rapidement les précipitations en quelques heures ou quelques jours. Un reliquat de ces précipitations est retenu plus durablement dans la roche et suinte vers les sources.

Au sein du massif granitique, la pente, l'occupation du sol et la compacité des altérites argilo-limoneuses lorsqu'elles sont présentes règlent la part des eaux infiltrées et ruisselées.

Le massif marno-calcaire : Les bancs calcaires fissurés constituent des petits réservoirs d'eau discontinus, intercalés au sein des couches marneuses, alimentant localement des sources situées en des positions topographiques variées. Le stockage d'eau dans les formations géologiques supérieures prend l'aspect de petites nappes locales, fractionnées par la topographie et l'absence de continuité géologique latéralement, et renferment des volumes d'eau modestes. Les sources réagissent rapidement aux précipitations. La durée de transfert des pluies efficaces vers les nappes est brève en raison de leur proximité avec la surface topographique et la perméabilité des bancs calcaires affleurant. Les distances de circulation latérale d'eau au sein des bancs calcaires excèdent rarement plus de 2 km, ce qui contribue également à la rapidité des restitutions. Enfin, une partie de ces flux d'eau s'effectuent au sein de fractures de grande largeur. Les ruissellements de surface sur les sols issus des marnes et les écoulements d'eau souterrains rapides restituent les précipitations en quelques heures ou quelques jours.

Une part des infiltrations souterraines rejoint des niveaux géologiques plus profonds, contribuant à la recharge de la nappe captive de l'assise de Chitry, de nature sablo-graveleuse ou gréseuse.

Au sein du massif marno-calcaire, les sols argilo-limoneux issus des marnes participent au ruissellement de surface. Les sols argilo-calcaires superficiels contribuent à la recharge des petites nappes.

La synthèse : L'essentiel des pluies hivernales sont restituées au réseau hydrographique en quelques heures à quelques jours. La part des eaux de pluie emmagasinée dans les petites nappes est faible et l'inertie de quelques semaines au maximum est insuffisante pour retarder les restitutions des eaux hivernales jusqu'à la période estivale. **Les nappes fournissent un filet d'eau en période estivale, de nombreuses sources tarissent.** Les débits de la rivière sont plus importants les étés orageux car les orages produisent du ruissellement et peuvent réactiver des petites circulations souterraines. Il en va de même du printemps où les pluies plus fréquentes limitent la baisse des débits.

Le contexte hydrogéologique et le climat nivernais expliquent à eux seuls les faibles débits d'étiage de la rivière. La configuration topographique du bassin versant et le contexte géologique expliquent les variations importantes et rapides de débit et de niveau d'eau sur la rivière de la Canne.

Le ruisseau des Dix Boisselées

Les ruisseaux des Dix Boisselées sont un ensemble de quatre petits rus. Ils connaissent des assecs longs de plusieurs mois chaque année. En effet, aucune source est présente sur ce secteur, les eaux de ruissellement constituent les apports d'eau exclusifs du ruisseau.

La durée de transfert des eaux de ruissellement vers le ruisseau est brève car le terrain est pentu (pentes comprises entre 3 et 10%) et les distances entre le pourtour du bassin versant et le cours d'eau sont très courtes (150 à 500 mètres). A titre indicatif, la vitesse de l'eau s'écoulant en nappe diffuse à la surface de parcelle agricole est de l'ordre de 0,2 à 0,3 m/s au cours de l'épisode pluvieux et de la première demi-heure de sa phase de ressuyage. Les temps de transfert de l'eau sur un parcours de 500 m sont donc de 30 à 60 minutes. La montée en charge du cours d'eau est par conséquent rapide.

Seule la stagnation d'eau à la surface du sol dans les fonds de vallon contribue à retenir une partie des eaux de ruissellement. Le volume d'eau retenue à la surface se limite aux seules possibilités offertes par la rugosité de la surface du sol, soit l'équivalent d'une lame d'eau de 5 à 10 mm environ.

L'eau retenue par la rugosité du terrain (les pieds de vache, la porosité supplémentaire générée par le travail du sol) ne rejoint par les ruisseaux, elle s'évapore dans les jours et les semaines suivants sous forme de brouillard et de vapeur d'eau. Le temps de ressuyage du sol est fonction des conditions de température, de vent et d'hygrométrie de l'air, ainsi que des besoins en eau de la végétation. La part de l'eau ne pouvant pas être retenue par la rugosité du terrain en fond de vallon s'écoule vers les cours d'eau. A titre indicatif, la vitesse de circulation de l'eau à la surface du sol dans les fonds de vallon de 0,5 à 2% de pente est de l'ordre de quelques mètres par minute au cours de l'épisode pluvieux et de la première demi-heure de sa phase de ressuyage. Le temps de transfert sur 50 m de distance est de l'ordre de 10 à 30 minutes.

L'étang de Fleury-la-Tour

Une spécificité du ru des Dix Boisselées est qu'il se jette dans l'Etang de Fleury-la-Tour, construit en barrage sur la rivière de la Canne au 15^{ème} siècle. La superficie de l'étang de Fleury-la-Tour est de 57 ha. La profondeur d'eau moyenne est de 1,5 m et atteint 2,5 à 3 m dans l'ancien lit de la rivière. Le volume d'eau retenue est de l'ordre de 850 000 m³. Les pertes par évaporation non compensées par les précipitations tombant sur la surface du plan d'eau sont de l'ordre de 250 à 300 milles m³, soit 30% de la masse d'eau. Le bassin versant de la Canne et de ses affluents (ruisseau des Fourmis, ruisseau de Trougny) draine une superficie de 100 km². Le volume d'eau entrant dans le plan d'eau est de l'ordre de 12 à 15 millions de m³, assurant un bon renouvellement de la masse d'eau du plan d'eau.

Pour sa remise en service en 1991 à des fins de pêche de loisir, 3,5 tonnes de poissons (carpe, tanche, gardon, brochet) ont été réintroduits. La Canne est une rivière de 2^{nde} catégorie piscicole. La pêche de loisir proposée sur l'étang de Fleury-la-Tour permet dès les premiers jours de mars la capture de carpes, gardons, tanches, brèmes et ablettes de grand gabarit. Toute l'année mais surtout en automne, la pêche au vif permet la capture de brochets, sandres et perches.



L'Andarge

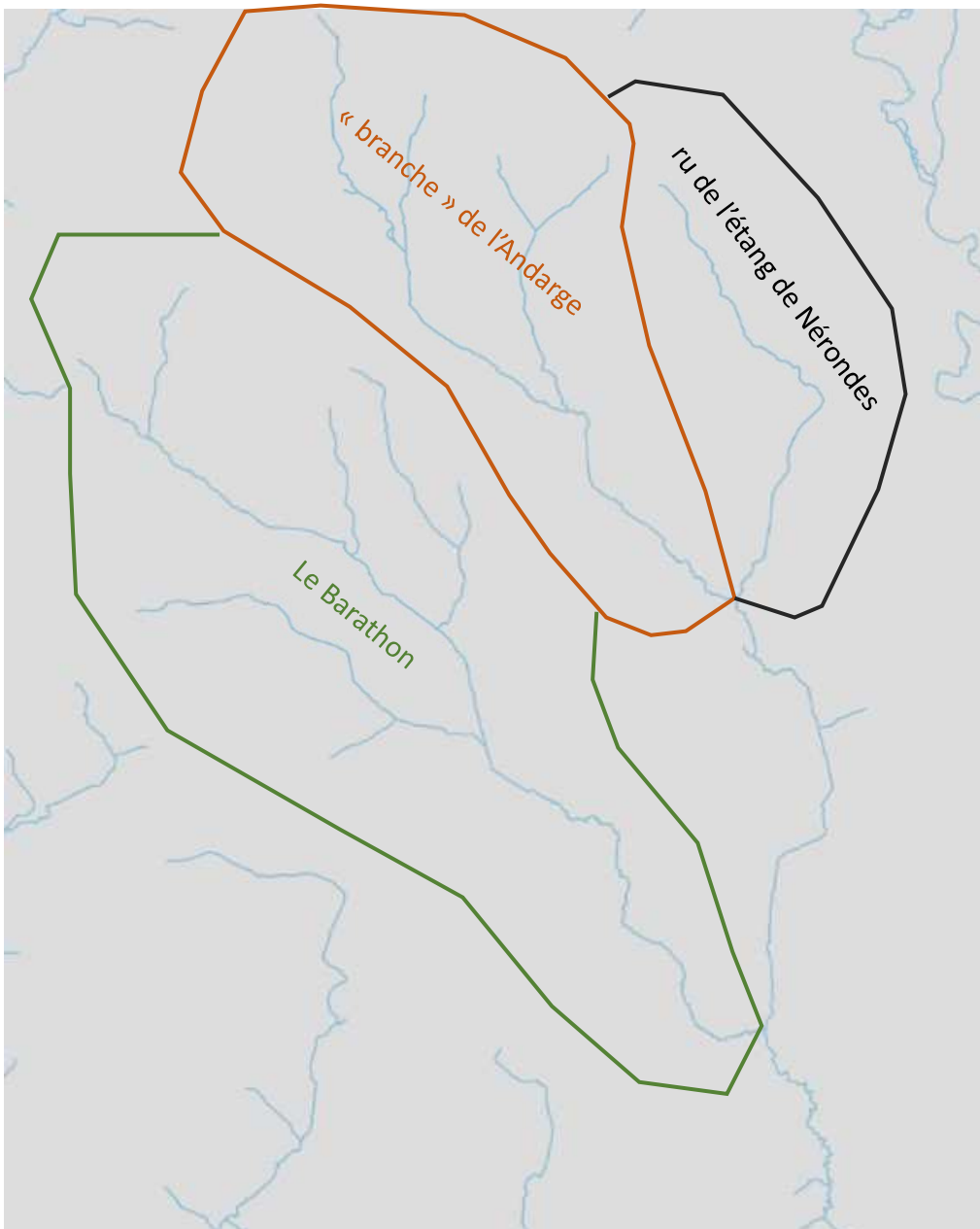
Zone hydrographique : K177 l'Aron de la Canne à l'Andarge,
Tronçon hydrographique : K177 6000 la rivière l'Andarge.

La rivière de l'Andarge

Elle ne fait pas l'objet d'un suivi hydrologique régulier. Les observations indiquent un comportement hydrologique similaire à celui de la Canne, sans pouvoir le caractériser quantitativement. Les débits de l'Andarge sont plus faibles que ceux de la Canne car la superficie du bassin versant est inférieure de 25% à celle de la Canne.

Le bassin versant couvre une superficie de 131 km². La forme plus trapue du bassin versant s'explique par l'existence de deux affluents principaux, le Barathon et le ruisseau de l'étang de Nérondes, et les deux ramifications successives en forme de « Y » de l'embranchement principal de l'Andarge. Le ratio superficie/longueur de l'étang de Nérondes (10,4 km² et 6,8 km) et l'embranchement de l'Andarge (9 km² et 4,7 km) sont respectivement de 1,5 et 2. Les écartements entre les crêtes bordant les ruisseaux sont compris entre 1 et 2,5 km. La pente dans l'axe de la vallée est comprise entre 1 et 3% en tête de bassin, puis elle est comprise entre 0,4 et 0,6%.

Les sous-divisions du réseau hydrographique de l'Andarge



La morphologie de la « branche » de l'Andarge et du ru de l'étang de Nérondes favorisent la montée en charge rapide de la rivière. En tout point du bassin versant, les précipitations tombées au sol sont proches du cours d'eau car les vallons sont étroits. La faible pente dans l'axe de la vallée accentue l'amplitude du niveau d'eau dans le fond de la vallée de l'Andarge. Mais l'encaissement de la rivière de plus de 2 m par endroit limite les débordements et donc les possibilités d'atténuation des débits de crue. La morphologie du Barathon se différencie des autres sous bassins versants par un chevelu plus dense.

Le massif détritique constitué de grès et de dépôts détritiques argilo-sableux de la Machine et les formations marno-calcaires constituent les deux grands ensembles géologiques traversés par la rivière. Le secteur est dépourvu de grand ensemble aquifère.

Le massif détritique de la Machine : Les précipitations saturent les premiers horizons du sol et ruissellent à la surface du sol. Une partie des eaux de pluie empruntent des circulations d'eau souterraines au sein des petits bancs gréseux ou de lits graveleux, localisées dans les premiers mètres du sous-sol. Une faible part des eaux infiltrées dans le sous-sol est stockée dans des poches sableuses se ressuyant très lentement car les matériaux peu perméables entourant la poche limitent les possibilités d'écoulement de l'eau. Enfin, une partie de l'eau infiltrée rejoint des niveaux aquifères profonds captifs.

Le massif marno-calcaire : le fonctionnement hydrogéologique de cet ensemble est comparable à celui de la Canne. A noter quelques manifestations karstiques où l'eau de ruissellement peut localement s'engouffrer dans des fissures calcaires pour ressortir quelques dizaines de mètres plus loin.

La synthèse : Au sein de la zone marno-calcaire, l'essentiel des pluies hivernales sont restituées au réseau hydrographique en quelques heures à quelques jours. La part des eaux de pluie emmagasinée dans les petites nappes est faible et l'inertie de quelques semaines au maximum est insuffisante pour retarder les restitutions des eaux hivernales jusqu'à la période estivale. Le ru de l'étang de Nérondes et l'Andarge à hauteur d'Aubigny-le-Chétif connaissent des assecs chaque année durant 1 à 3 mois. Au sein de la zone détritique de la Machine, le chevelu hydrographique plus dense et la présence très locale de petites zones humides améliorent peu l'état hydrologique du Barathon qui connaît également des variations de débits importantes au cours de l'année et des interruptions d'écoulement d'eau en été.

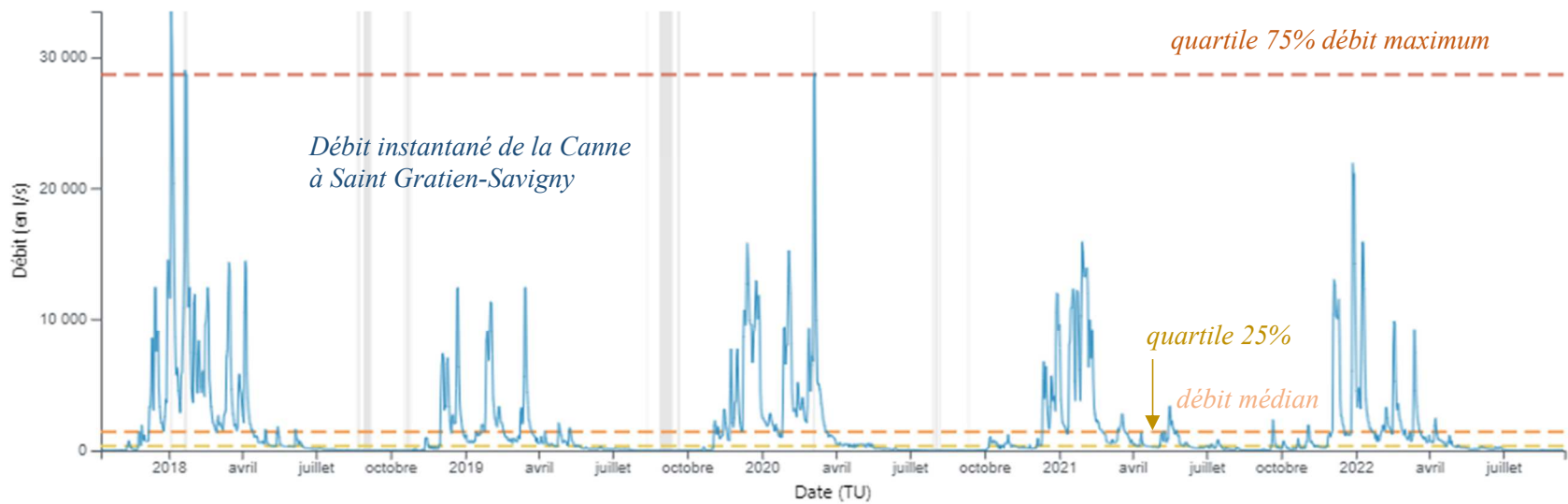
Le contexte hydrogéologique et le climat nivernais expliquent à eux seuls les faibles débits d'étiage de l'Andarge et de ses affluents. La configuration topographique du bassin versant et le contexte géologique expliquent les variations importantes et rapides de débit et de niveau d'eau au sein de ces cours d'eau.

Le ruisseau de l'étang de Nérondes et la tête de bassin versant de l'Andarge

En tête du bassin versant, le ruisseau se divise en plusieurs branches, l'une se dirige vers Gros Reugny et la seconde vers le bourg de Frasnay-Reugny. Il s'agit d'un ruisseau aux écoulements intermittents. Les assecs durent plusieurs mois chaque année. Les caractéristiques des petits rus en tête du bassin versant du ru de l'étang de Nérondes sont très similaires à celles du bassin versant des Dix Boisselées : les pentes sont fortes (6 à 10%) et la longueur des versants est faible (320 à 550 m). La montée en charge des ruisseaux est par conséquent rapide.

Débit mensuel (l/s) mesuré sur la Canne par la DREAL à la station hydrométrique de Saint Gratien-Savigny, de 2013 à 2022

année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy
2013	5 685	7 097	2 859	3 171	5 657	974	215	43	112	1 358	5 681	2 149	2 887
2014	5 276	5 882	2 557	384	333	144	155	261	66	1 012	2 867	3 425	1 841
2015	4 692	3 071	2 038	1 976	3 933	222	57	27	59	101	343	361	1 401
2016	3 835	7 470	3 690	5 445	2 673	3 246	227	63	47	193	2 417	524	2 455
2017	1 154	2 187	3 585	463	711	259	45	46	21	24	237	3 633	1 030
2018	10 745	5 139	3 389	2 200	429	283	86	15	11	13	147	3 136	2 124
2019	1 817	2 244	1 934	592	413	112	80	8	5	37	1 544	6 965	1 313
2020	2 305	4 608	3 916	308	222	74	30	9	17	288	218	2 966	1 240
2021	6 075	4 700	886	358	958	257	208	61	219	160	461	5 393	1 634
2022	3 198	2 414	1 492	615	166	130	30	25	47	191	758	2 582	965



Débit mensuel moyen pluriannuel (l/s) de la Canne à Saint Gratien Savigny

année	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
débit moyen mensuel (l/s)	4 160	3 600	2 570	1 450	1 090	515	88	30	49	126	999	3 220
débit spécifique (l/s/km ²)	22,9	19,8	14,1	8,0	6,0	2,8	0,5	0,2	0,3	0,7	5,5	17,7
lame d'eau (mm)	61	48	38	21	16	7	1	0	1	2	14	47

Débit de crue (m³/s) de la Canne à Saint Gratien Savigny

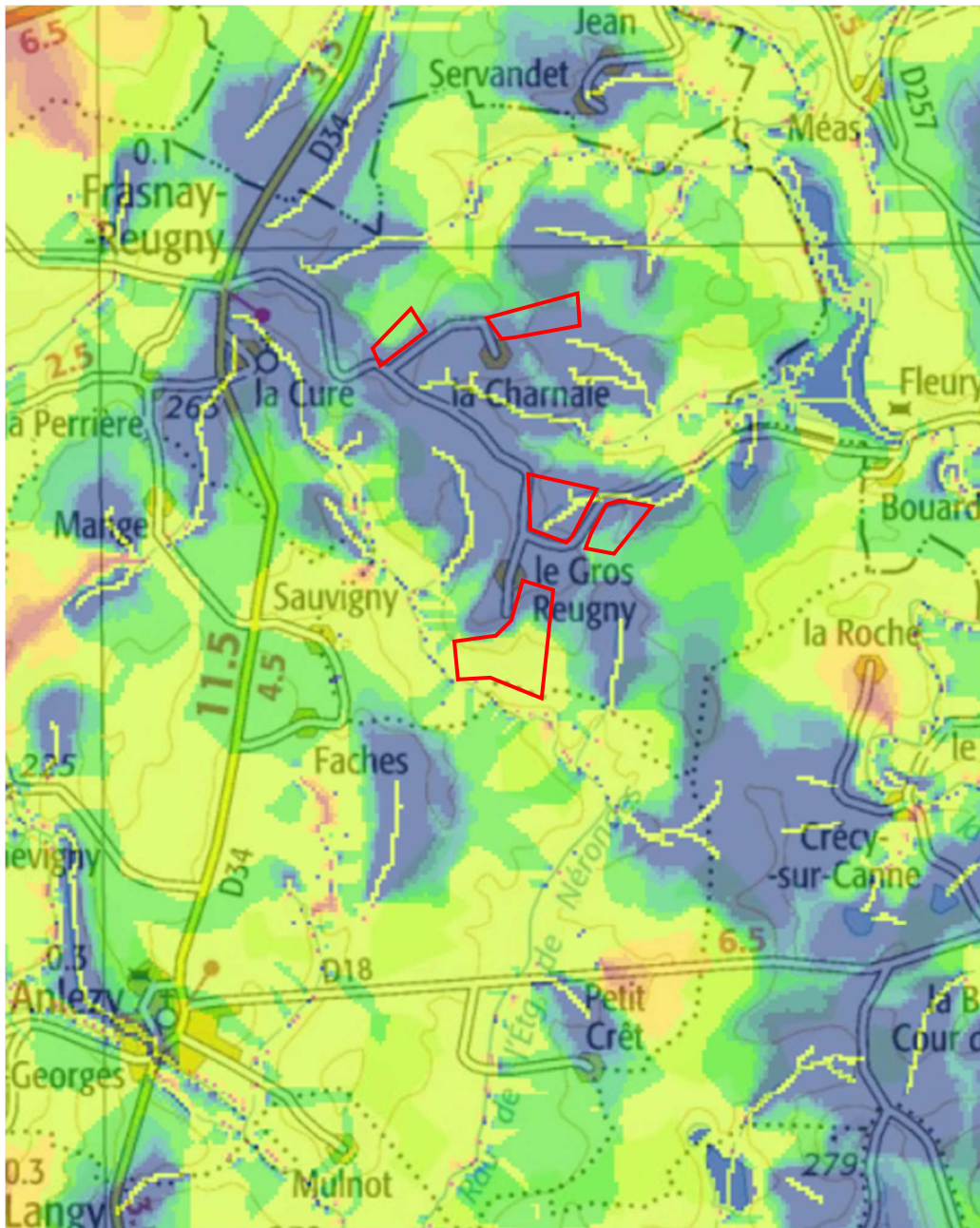
Biennale (med)		Quinquennale		Décennale		Vicennale		Cinquantennale	
23	[21,3 ; 24,8]	27,4	[24,5 ; 30,2]	30,4	[26,5 ; 34,2]	33,2	[28,5 ; 38,0]	36,8	[31,1 ; 43,0]

Débit mensuel mesuré sur l'Andarge par la DREAL à la station hydrométrique de Dienne-Aubigny, de 1989 à 1998 (fin de service)

année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy
1989	385	467	745	2 081	295	62	23	2	2	10	29	253	360
1990	249	3 393	612	186	40	40	12	138	X	X	X	X	-
1991	X	1 435	408	82	129	74	24	5	3	22	728	624	-
1992	147	847	382	505	56	132	93	15	201	1 411	3 930	1 956	802
1993	521	216	87	269	156	295	42	7	439	2 119	125	2 387	561
1994	3 069	1 906	697	1 457	797	604	105	132	787	1 197	1 633	1 351	1 139
1995	3 058	2 559	1 601	717	548	102	11	1	37	49	138	1 265	833
1996	1 485	1 788	392	83	487	112	10	0	6	13	1 464	1 028	567
1997	605	1 109	260	55	94	68	106	121	66	92	923	1 534	415
1998	2 305	249	526	3 579	1 076	135	35	8	65	472	1 004	1 133	884

4.4 L'indice de persistance des réseaux hydrographique (IPR)

Un indice IPR élevé signifie que le ruissellement de surface est dominant par rapport à l'infiltration des eaux dans le sous-sol. La probabilité que le sol soit hydromorphe est élevée. La proximité d'un cours d'eau diminue l'indice car la situation est considérée comme drainante. Cette hypothèse n'est pas vérifiée sur le terrain. L'hydromorphie est plus importante dans les fonds de vallon.



source : BRGM

La tendance exprimée par la carte indique un indice IPR élevé sur le secteur de la Charnaye et du Gros Reugny, confirmant un risque d'excès d'eau et par conséquent la nécessité du drainage pour la mise en culture de ces parcelles.

4.5 le fonctionnement hydrologique du bassin versant en présence du réseau de drainage

Le réseau de drainage par drains annelés enterrés à 90 cm de profondeur a été dimensionné pour fonctionner à une capacité maximale de 1,2 l/s/ha. **Le drainage est donc capable d'évacuer une pluie d'intensité horaire de 0,43 mm/h.** Il s'agit d'une pluie de faible intensité car l'objectif d'un drainage agricole n'est pas d'évacuer immédiatement les pluies tombées au sol dans le réseau hydrographique de surface, mais d'éviter une stagnation prolongée d'eau à la surface ou au sein du sol pour éviter le dépérissement des cultures et une gêne pour les interventions culturales par défaut de portance du sol. Le drainage est donc capable d'évacuer une pluie de 10 mm en 24 heures et de 20 mm en 48 heures.

Sur les périodes potentielles de fonctionnement du réseau de drainage le nombre de jours où la capacité du réseau de drainage peut être dépassée de l'ordre de quelques jours par an.

Nombre de jours moyen mensuel où la pluie journalière dépasse une quantité donnée

Intensité des pluies	janv.	fév.	mars	avril	mai	...	oct.	nov.	déc.	total
Rr > 1 mm	12.2	10.1	9.8	10.5	10.7	...	10.9	11.9	12.2	122.3
Rr > 5 mm	4.4	3.8	4.1	5	5.1	...	4.5	5.3	5.6	53.1
Rr > 10 mm	1.6	1.4	1.3	1.9	2.3	...	2.4	1.9	2.2	22.8

source : Météo France, station de Prémery

La gestion des cumuls pluviométriques hivernaux et printaniers

Le drainage agricole est conçu pour prendre en charge des accumulations de pluie importantes. La répétition d'averses durant quelques jours successifs peut apporter des volumes de pluie conséquents, pouvant représenter l'équivalent d'un mois de pluie (60 mm) en 4 ou 5 jours.

La capacité d'infiltration des terrains drainés pourra temporairement être dépassée au moment de l'épisode pluvieux. Par exemple lorsque l'intensité horaire de la pluie est de 3 à 6 mm/h durant plusieurs minutes, un ruissellement de surface se produit. Néanmoins, le drainage contribue à limiter le ruissellement car, durant l'intervalle de temps compris entre deux averses pluvieuses, le sol ressuie partiellement ou totalement. Ainsi lors de l'arrivée de l'averse suivante, le ruissellement de la pluie à la surface du sol ne débute pas immédiatement au démarrage de la pluie mais quelques dizaines de minutes après car le sol dispose d'une capacité d'emmagasinement temporaire de quelques millimètres grâce à son ressuyage. Le ruissellement de l'eau à la surface du sol est alors réduit de 20 à 100% suivant l'intensité de la pluie. L'eau qui ne ruisselle pas à la surface du sol s'infiltre à travers le sol jusqu'au drains et circule dans le réseau de drainage.

Les incidences du drainage sur le régime hydrologique des cours d'eau

Lors des épisodes pluvieux de forte intensité, la rapidité de transfert de l'eau via le ruissellement à la surface du sol ou via le réseau de drainage sont équivalentes sur le secteur d'étude. Le tamponnement du débit s'opère de manière différente en situation drainée et non drainée :

- En l'absence de réseau de drainage, les parcelles situées en fond de vallon tamponnent

l'écoulement de l'eau, en stockant une petite quantité d'eau dans la rugosité de surface du sol et en allongeant la durée de transfert. La faible pente des parcelles réduit la vitesse de circulation de l'eau et par conséquent accroît la durée du transfert d'eau.

- En présence d'un réseau de drainage, l'emmagasinement de l'eau s'effectue dans la porosité de surface du sol disponible grâce au ressuyage du sol de la parcelle entre deux épisodes pluvieux successifs. L'allongement de la durée de transfert de l'eau correspond alors au temps nécessaire à l'eau pour traverser le sol depuis la surface jusqu'au drain.

La quantification exacte de chacun de ces phénomènes en vue de leur comparaison est impossible à réaliser sans procéder à des mesures in situ sur chacune des situations rencontrées. La mesure de ces phénomènes nécessite une instrumentation importante au champ (pluviomètre, , rigole maçonnée pour la collecte des eaux de ruissellement, débitmètre au sein du dispositif de collecte des eaux de ruissellement et sur la sortie du réseau de drainage). Quelques centres techniques de recherche ont mené des expérimentations au champ, mais la transposition de ces résultats d'étude sur le plan quantitatif demeure hasardeuse car les propriétés hydriques des sols, la topographie de la parcelle et la conduite culturale sont différentes de celles des parcelles instrumentées.

Les incidences du drainage sur la qualité des eaux

Cette modification substantielle des propriétés hydriques du sol a une incidence sur le transfert des éléments chimiques du sol. Le drainage va favoriser le lessivage des éléments (nitrate, soufre, potassium et bore) car ces éléments sont contenus dans la solution du sol et le flux d'eau traversant le sol sera plus important en situation drainée. A contrario, la réduction du ruissellement de l'eau à la surface du sol va diminuer, vers les eaux de surface, le flux des particules terreuses et des éléments fixés à la matrice du sol, tels que le phosphore et les oligo-éléments métalliques.

Le bilan est plus mitigé concernant les produits phytosanitaires car il dépend fortement des produits utilisés et de leur période d'utilisation. Les produits phytosanitaires montrant une bonne solubilité à l'eau (faible coefficient d'affinité Koc, exemple d'herbicides) seront davantage exportés vers les eaux de surface. A contrario, les matières actives ayant une capacité d'absorption élevée sur la matrice organo-minérale du sol (Koc élevée, exemple de fongicides) seront davantage retenus au sein de la parcelle de culture.

La gestion des pluies orageuses

Le drainage agricole n'est pas conçu pour évacuer des épisodes pluvieux intenses de type averse orageuse. **Un orage apportant 20 mm de pluie en 30 minutes va ruisseler à la surface du sol sur une parcelle drainée car le drainage est capable d'absorber seulement 0,5 mm/h.** En prenant en considération que l'averse orageuse est évacuée en 1,5 heures en bas du versant (c'est-à-dire que le pic de crue apparaît en 1,5 heures), le volume d'eau transitant par le réseau de drainage, si et seulement si l'état d'humidité du sol est frais, sera de 3% du volume total d'eau précipitée. Le volume d'eau transitant par le réseau de drainage sera nul, lorsque le sol est à l'état sec. Le drainage est donc inefficace pour gérer les épisodes orageux. Ce type de pluie se produit de la mi-mai jusqu'au début du mois d'octobre.

4.6 les éléments topographiques influant sur la circulation de l'eau

Une haie arbustive, localisée sur un ressaut topographique et suivant une courbe de niveau en milieu de versant, joue un rôle structurant dans l'interception des eaux de ruissellement sur le versant du Gros Reugny, en direction de la vallée de l'Andarge.

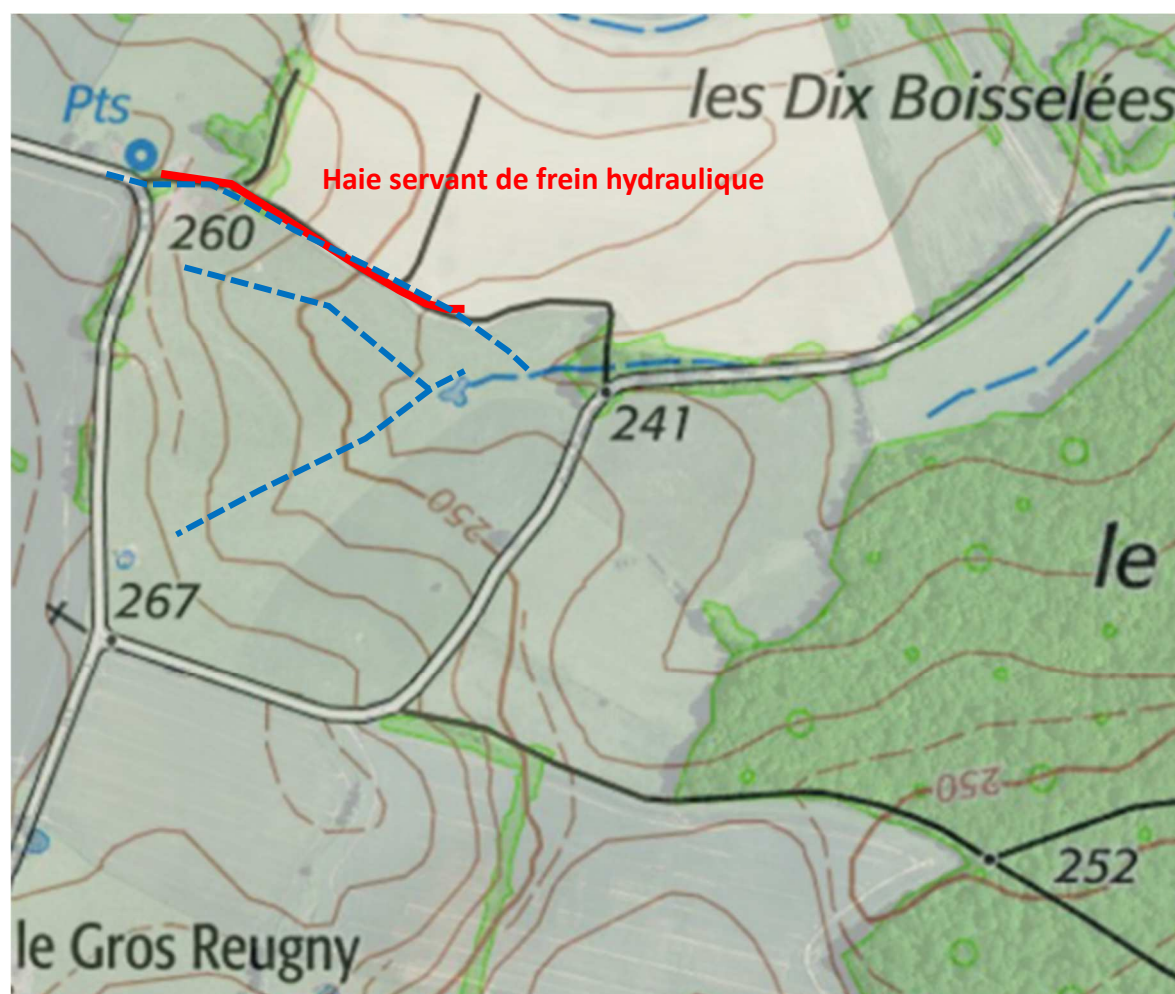
Une haie inter-parcellaire, descendant le versant en direction des Dix Boisselées, contribue à ralentir la vitesse de circulation de l'eau sur cet axe de ruissellement. L'eau provient pour partie de la voirie supérieure. L'encombrement des branches au ras du sol constitue un obstacle à l'écoulement de l'eau.

Sur l'ensemble de la zone, l'eau ressort de petits bancs calcaires en 2 points lorsque le sol et le sous-sol est en charge et que l'eau est circulante. Il ne s'agit de source à proprement parlée car le nombre de jours où un écoulement est visible est limité (15 à 50 jours) et discontinu dans le temps.

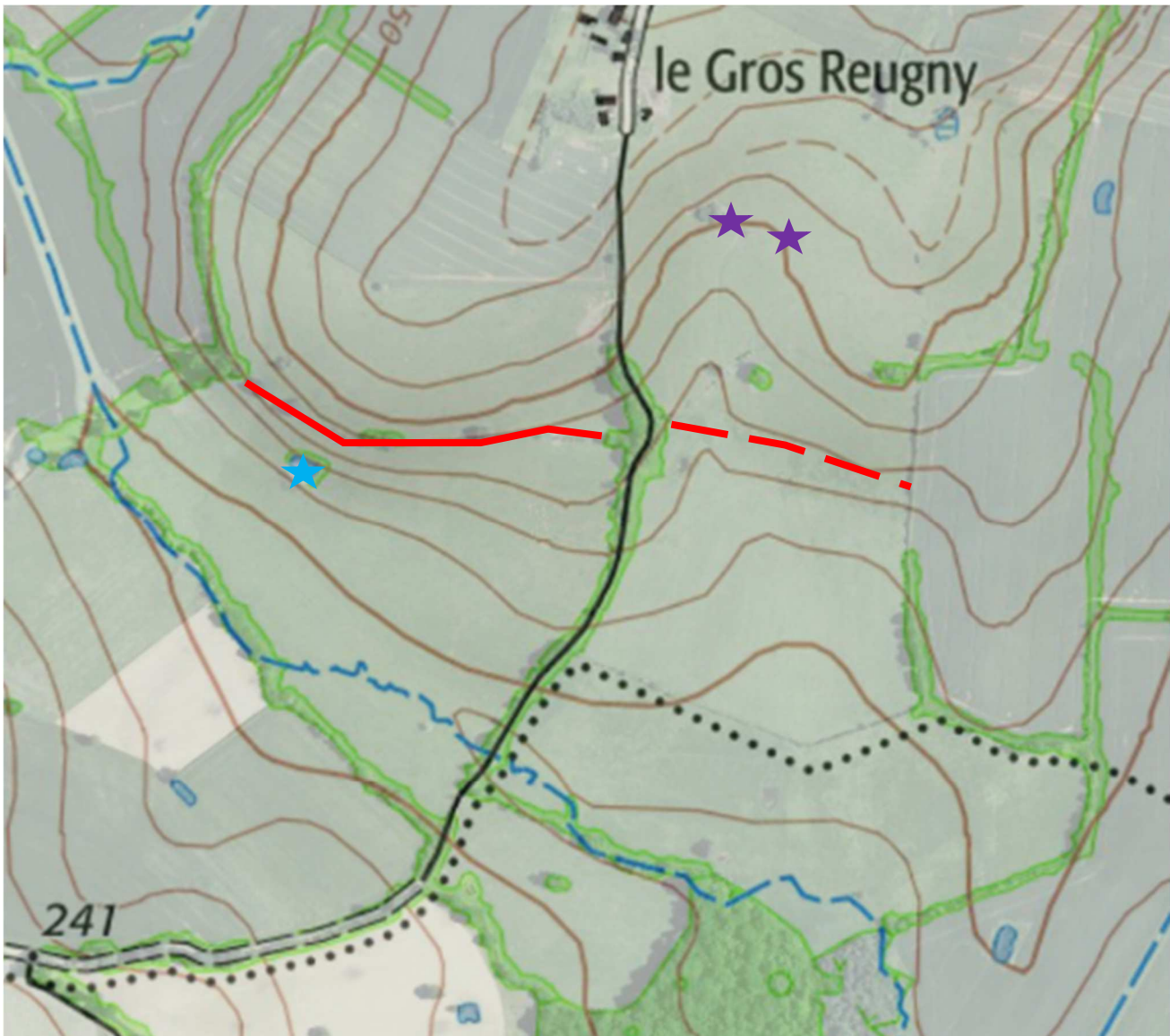
Seule la mare empierrée de la parcelle 6 fait l'objet d'une petite arrivée d'eau plus constante. Il s'agit d'une source de très faible débit coulant de janvier à mai au dire de l'ancien exploitant.

Vue des éléments topographiques et des points sourceux

Parcelles 3 et 4



Parcelles 5 et 6



- Haie discontinue positionné en haut d'un ressaut topographique permettant d'intercepter le ruissellement diffus
- - Haie supprimée depuis plusieurs années permettant d'intercepter le ruissellement diffus
- ★ Petite source fonctionnant 4 à 5 mois par an à très faible débit
- ★ Point de résurgence d'écoulement temporaire souterrain d'un petit banc calcaire coulant 15 à 50 jours par suivant la pluviométrie hivernale et printannière.

Parcelles 1 et 2

Aucun élément

5- Evaluation environnementale

5.1 La préservation des cours d'eau

Aspect quantitatif

La part des rejets d'eau du drainage sur le débit total des ruisseaux se mesure comme suit :

Cours d'eau	Superficie drainée	Débit maxi rejet drainage	Superficie du bassin versant	Débit hivernal	Part du drainage	Part des superficies drainées
Ru des Dix Boisselées	45,69 ha	55 l/s	172 ha	189 l/s	29 %	26 %
Ru de l'étang de Nérondes	19,08 ha	22,9 l/s	1 021 ha	918 l/s	2,2 %	1,8%

Débit de drainage = superficie drainée x 1,2 l/s/ha

Le débit hivernal moyen pluriannuel à l'émissaire du bassin versant est obtenue au moyen de la méthode rationnelle. Cette méthode permet de calculer les débits d'écoulement en hiver pour différentes intensités horaires de pluie. Les calculs présentés en annexe du document montrent pour des intensités de pluies supérieures à 3 mm/h, les écoulements par ruissellement ont un débit supérieur à celui du drainage. Pour des pluies de forte intensité, le drainage n'est pas un facteur aggravant des crues.

Aspect qualitatif

- La limitation du ruissellement limite les pertes de terre et donc le transport des molécules absorbés sur la matrice du sol, telles que le phosphore, les éléments traces métalliques et les molécules phytosanitaires.
- L'infiltration verticale au sein du sol est facilitée par le drainage. Le risque de transfert de l'azote, du soufre, du potassium, du bore et des matières actives facilement solubles dans l'eau car non retenus sur la matrice du sol sera augmenté. Cependant, la bonne gestion de l'azote au sein de la parcelle et la limitation au strict nécessaire des applications phytosanitaires réduit le risque de transferts des molécules dans les eaux de drainage. La possibilité d'apporter la fertilisation azotée au bon stade physiologique de la culture rend les unités d'azote plus efficaces. L'azote est plus rapidement absorbé par les plantes et les bactéries du sol. L'insertion de cultures légumineuses au sein de la rotation culturale (trèfle dans les prairies temporaires, luzerne, pois et féverolle), établissant des symbioses avec les bactéries fixant le diazote de l'air, devient possible car ces cultures sont sensibles à l'excès d'eau. D'une manière générale, l'absence de période d'excès d'eau contribuent à maintenir les plantes en bonne santé. Par exemple, le développement des maladies du piétin, de la rouille brune et de la fusariose est moindre sur céréales. Le recours aux applications phytosanitaires est moins fréquent ou nécessitent des plus faibles doses.

5.3 La préservation de la qualité de l'air

Les conditions asphyxiantes (réductrices) favorisent la transformation de l'azote en oxyde gazeux (NOx). Or, ces molécules gazeuses ont un fort pouvoir réchauffant, 10 fois plus élevés que celui du CO₂. Ainsi, en réduisant ses émissions gazeuses, la qualité de l'air est améliorée et le drainage contribue à lutter contre le réchauffement du climat. De notre point de vue, au regard des évolutions climatiques, annoncées sur le demi-siècle à venir, ces aspects ne doivent pas être négligés.

Le drainage en limitant les émissions d'oxydes d'azote et en diminuant l'usage des produits phytosanitaires contribuent à préserver la qualité de l'air que nous respirons. Des personnes d'avis opposés, diront que ce thème n'est pas lié au drainage mais aux pratiques culturales. Mais les techniques de demain permettant de se passer de ces produits et de répondre aux besoins alimentaires et en matériau biosourcé de 9 à 10 milliards d'humains à des coûts maîtrisés ne sont pas encore disponibles.

5.4 La préservation des nappes souterraines

Aspect quantitatif

Les parcelles en projet de drainage ne participent pas à la recharge de petites nappes de surface. En aucun endroit de la parcelle, le sol appartient à la catégorie des sols argilo-calcaires superficiels et filtrants. De même, à aucun endroit de la parcelle, le sous-sol est un banc calcaire d'épaisseur métrique à pluri-métrique, susceptible de pouvoir contenir une nappe d'eau.

Le sous-sol géologique des parcelles drainées sont des marnes peu perméables. Les bancs calcaires présents sur le secteur d'étude occupent les flancs pentus de la colline du gros Reugny. Il s'agit de portions non drainées au sein de la parcelle. De plus, ces bancs calcaires d'épaisseur décimétriques sont intercalés au sein des marnes. Cette configuration géologique ne permet pas le développement d'une nappe. Ils peuvent néanmoins faire l'objet de petites circulations d'eau souterraine temporaires.

Aspect qualitatif

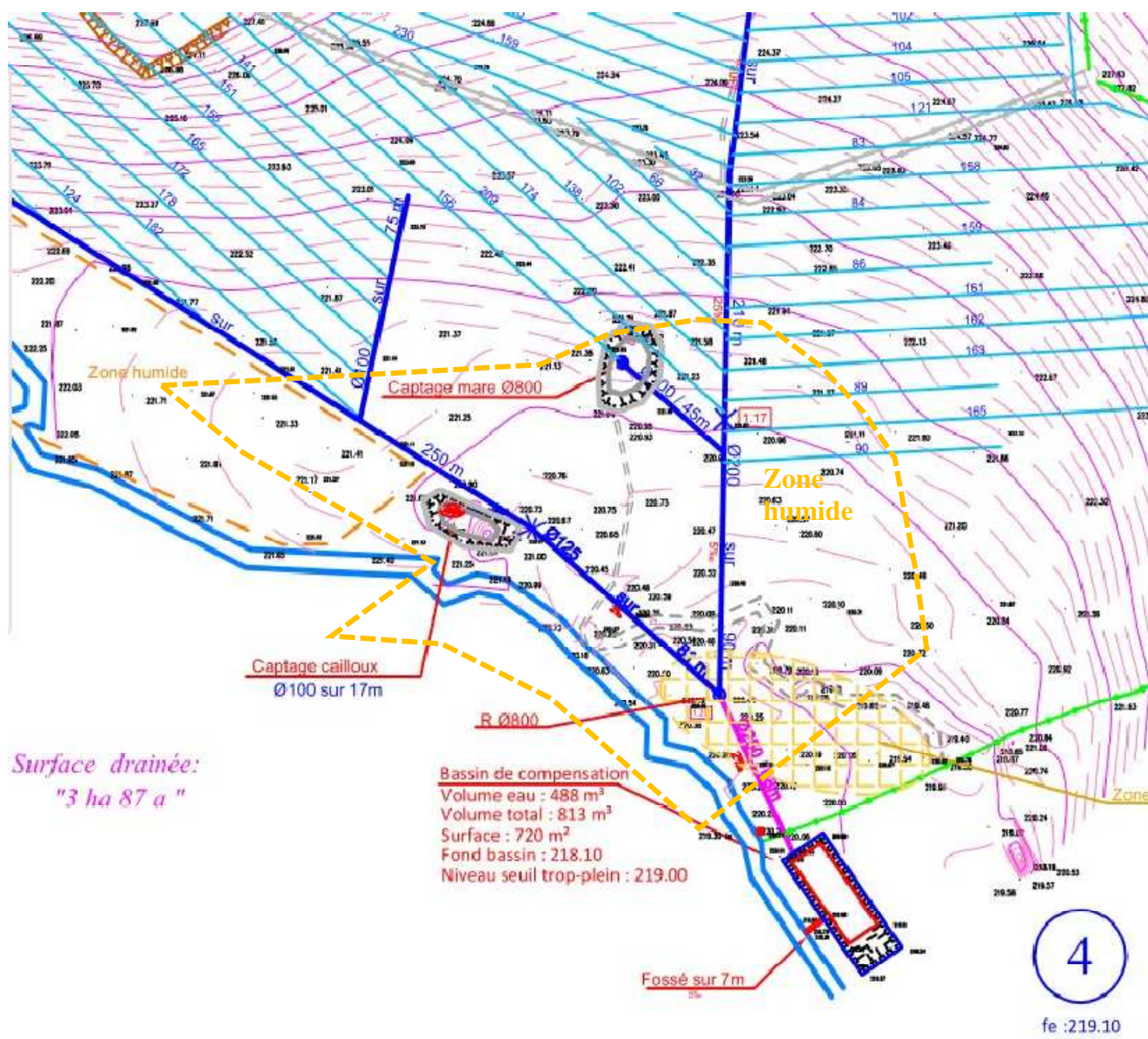
Les eaux de drainage n'ont pas d'incidence sur la qualité des eaux souterraines car elles rejoignent exclusivement le réseau hydrographique de surface.

5.2 La préservation des zones humides

Une portion de 2,5ha de la parcelle 5 est classée en zone humide. L'excès d'eau provient du contexte topographique : la surface est plane, elle reçoit les eaux du versant, et le lit du ruisseau est mal défini. Cette zone participe à réduire la vitesse de circulation des eaux de ruissellement et donc à retarder leur arrivée dans le réseau hydrographique. Cette zone emmagasine une faible quantité d'eau en période pluvieuse, à l'exception du remplissage des vides générés par la rugosité de la surface du sol, mais dont le volume d'eau stocké est très faible par rapport au volume d'eau ruisselé. Elle ne restitue pas d'eau en période d'étiage. Cette zone humide ne permet pas de limiter les crues et les étiages. Son incidence sur le cycle hydrogéologique est limitée. Sur le plan de la flore, quelques touffes de carex isolés ont été identifiées en s'approchant des mares. Sur le plan de la faune, cet engorgement de surface peut faciliter le déplacement d'amphibiens. Des bénéfices environnementaux sont donc identifiés, sans en faire un

habitat écologique remarquable.

La superficie drainée est de 1,1 ha. En page 47 du rapport, nous traitons de la compensation de cette perte de zone humide.



5.5 La préservation de la biodiversité

Une mesure importante pour la préservation de la biodiversité est la conservation d'un corridor en prairie humide le long du ru de l'Etang de Néronde. L'intégralité des mares détruites dans cette parcelle a été compensée par le surdimensionnement des bassins tampon situés au sein d'une bande enherbée élargie.

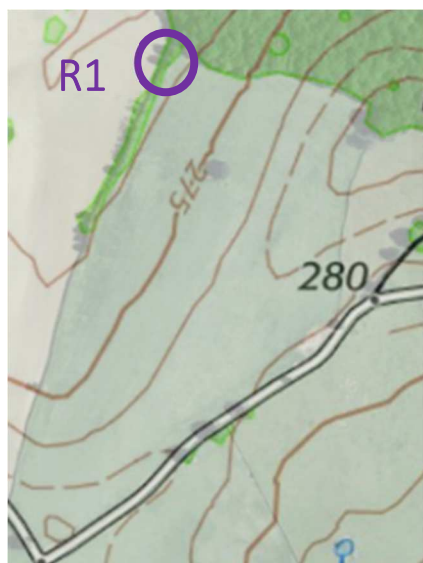


Les mares : le décompte des compensations surfaciques des mares

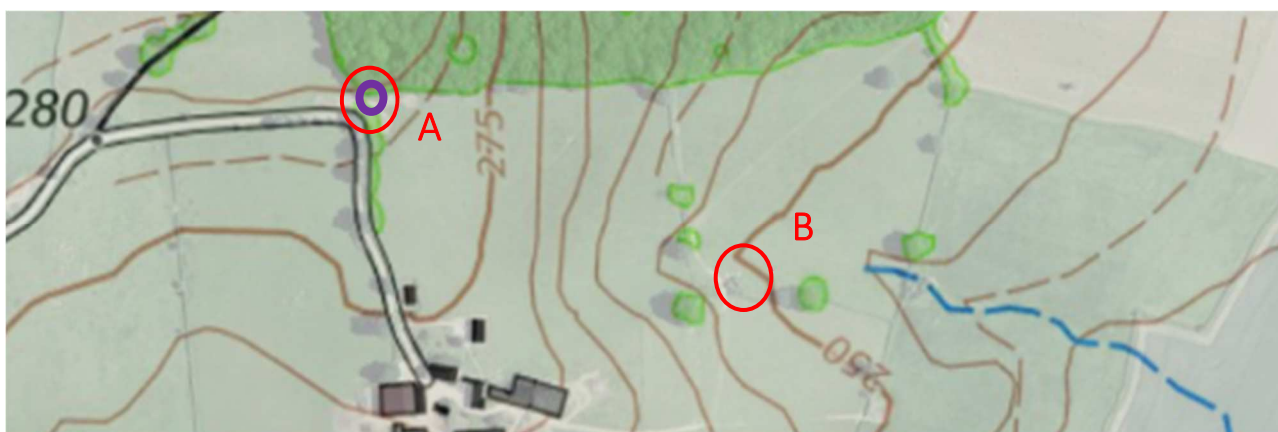
mare	superficie	intérêt écologique	description du milieu
A	280 m ²	moyen	mare en terre fortement piétinée, volume d'eau assez important.
B	35 m ²	élevé	mare avec végétation aquatique (lentille d'eau), bordée d'arbustes, présence d'eau durant 9 à 11 mois.
C	200 m ²	faible	mare peu profonde, collecte très peu d'eau de ruissellement car en haut de cote, assec prolongé, absence de végétation aquatique.
D	195 m ²	moyen	mare très peu profonde, fortement piétinée, avec un liseré de joncs sur son pourtour.
E	290 m ²	moyen à bon	mare entourée d'un liseré de joncs, partiellement dégradée par le piétinement des bovins. Hauteur d'eau proche d'un mètre. Présence d'eau durant 8 à 10 mois.
F	160 m ²	moyen	Mare profonde, hauteur temporairement importante, quelques végétaux aquatiques (carex, joncs). Présence d'eau 7 à 9 mois.
G	440 m ²	moyen	mare murée sur un bord, fond et bord en terre, ombragée sur un bord, jamais totalement à sec.

Vue des mares présentes au sein du parcellaire avant drainage

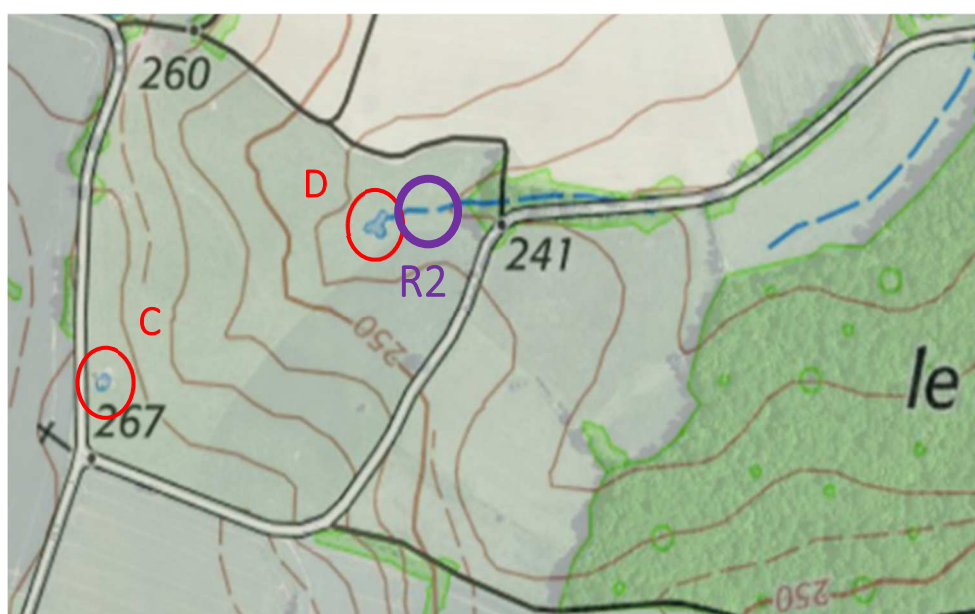
parcelle 1



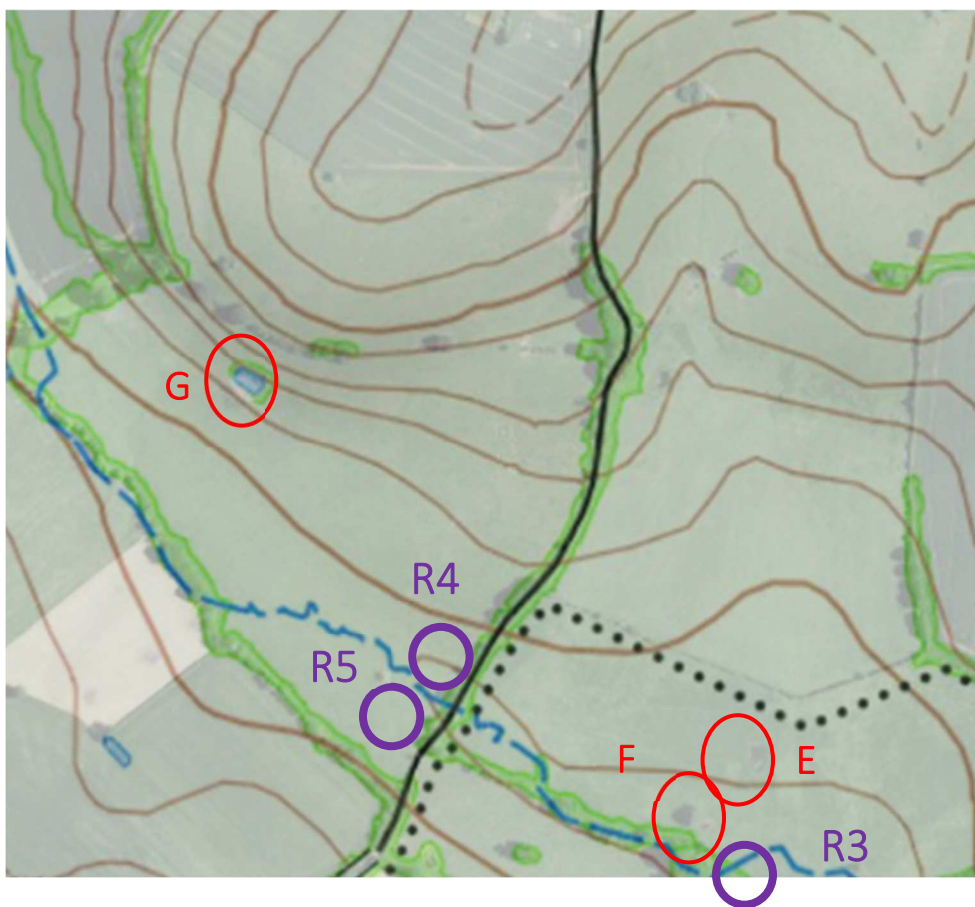
parcelle 2



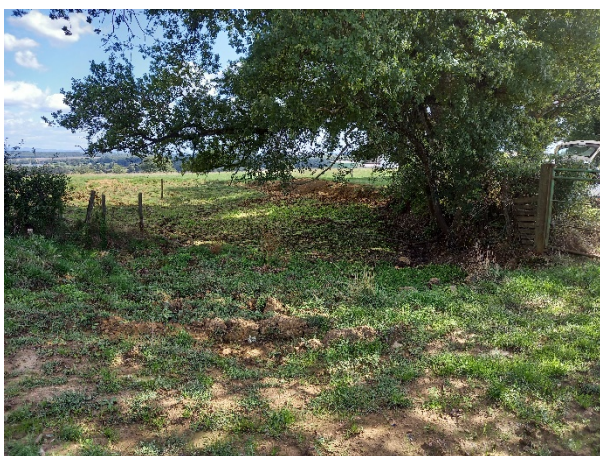
parcelles 3 et 4



parcelles 5 et 6



A-Mare proche entrée parcelle
(parcelle 2)



prise de vue : septembre 2022

B-Mare bas versant
(parcelle 2)



prise de vue : septembre 2022

C-Mare haut de la parcelle
(parcelle 3)



prise de vue : décembre 2022

D-Mare bas de la parcelle
(parcelle 3)



prise de vue : décembre 2022

E-Mare de haut de coteau
(parcelle 5)



prise de vue : septembre 2022

G-Mare du pied de coteau, proche chemin
(parcelle 5)



prise de vue : octobre 2022

H-Mare bas de coteau
(parcelle 5)



prise de vue : novembre 2022

I-Mare vallon du ru de l'étang de Nérondes
(parcelle 5)



prise de vue : novembre 2022

J-Mare empierrée
(parcelle 6)



prise de vue : septembre 2022

Les mares classées d'intérêt écologique de niveau moyen possèdent un bon potentiel écologique. C'est leur mauvais état de conservation qui explique ce déclassement.

Superficie de mares rebouchées par catégorie écologique

Note écologique	faible	moyen	élevé	total
Superficie des mares avant-projet	200 m ²	1 365 m ²	35 m ²	1 600 m ²
Superficie de mares rebouchées	200 m ²	1 085 m ²	35 m ²	1 320 m ²

Les mares sont compensées par une augmentation de la superficie des bassins tampon.

Calcul des compensations surfaciques des mares

Bassin tampon	Superficie de drainage collectée	Superficie en eau du bassin	Superficie bassin réglementaire si rejet en cours d'eau	Superficie de mare compensée
R1	9,84 ha	53 m ²	0 m ²	53 m ²
R2	13,76 ha	340 m ²	0 m ²	340 m ²
R3	12,93 ha	370 m ²	90 m ²	280 m ²
R4	3,31 ha	68 m ²	23 m ²	45 m ²
R5	1,14 ha	30 m ²	8 m ²	22 m ²
TOTAL	40,98 ha	861 m ²	121 m ²	740 m ²

Calcul : superficie réglementaire du bassin en m² = 7 x superficie drainée en ha

Bassin tampon	Superficie de bassin réglementaire	superficie de mares avant projet	superficie de mares conservée après projet	superficie de mares de compensation déjà créées
tous	861 m ²	1 600 m ²	280 m ²	740 m ²

D'autres mares de compensation pour une superficie de 530 m² sont prévus. Le sol n'était pas assez portant pour entrer dans les parcelles en sortie de cet hiver 2024. Une poursuite des aménagements est prévue durant l'été 2024.

Localisation des mares restantes à recréer :

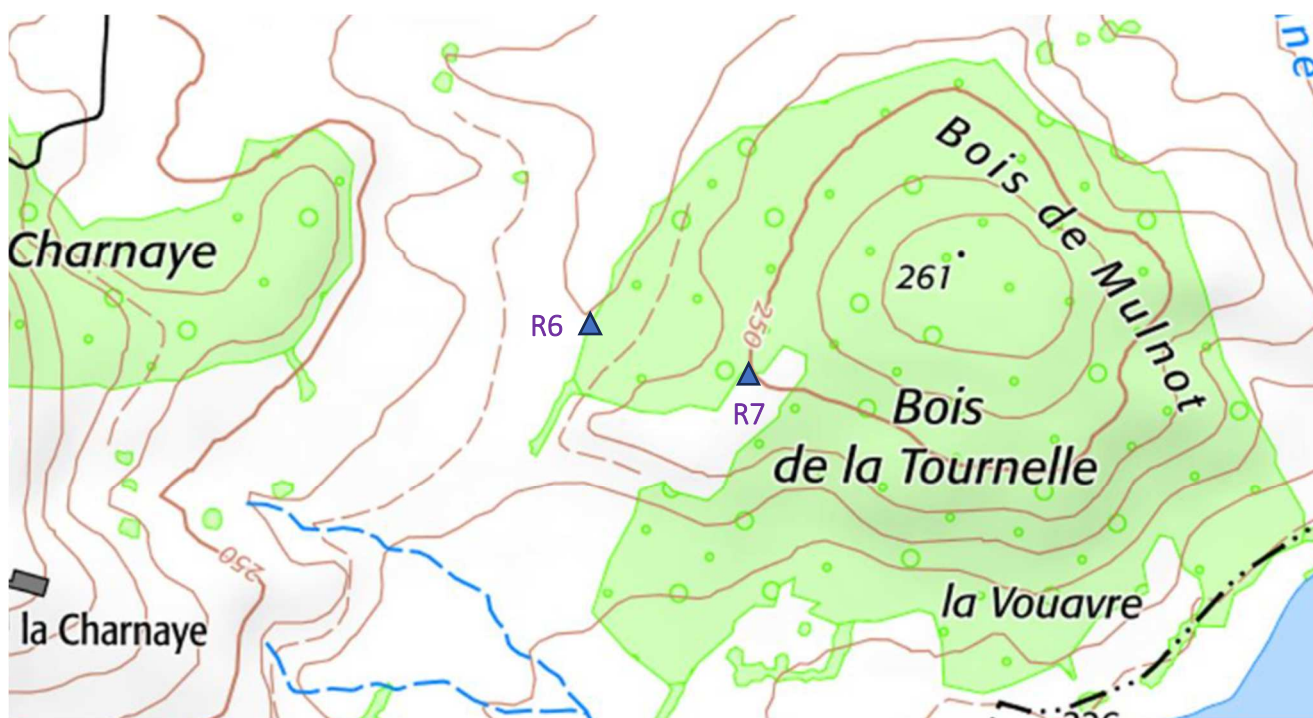
R6



R7



Superficie de la mare R6 : 50 m² et R7 : 150 m²

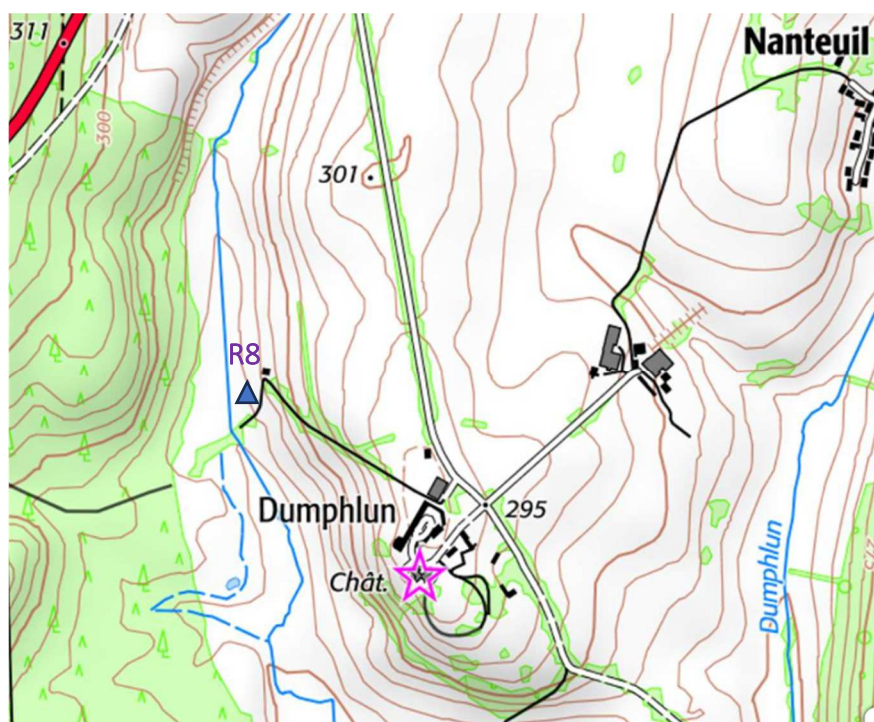


▲ Mares à créer

R8



Superficie de la mare R8 : 280 m²



Calcul du taux de renouvellement en eau des mares situées sur un exutoire de drainage

bassin tampon	superficie de drainage collectée	volume eau annuel drainé	volume en eau du bassin	taux annuel de renouvellement en eau	période en eau (estimation déduit des bassins voisins)
R1	9,84 ha	15 740 m ³	20 m ³	787 fois	décembre à juin
R2	13,76 ha	22 000 m ³	200 m ³	110 fois	décembre à juin
R3	12,93 ha	20 700 m ³	488 m ³	42 fois	toute l'année
R4	3,31 ha	5 300 m ³	75 m ³	70 fois	toute l'année
R5	1,14 ha	1 820 m ³	15 m ³	121 fois	décembre à juin

Calcul : superficie réglementaire du bassin en m² = 7 x superficie drainée en ha

taux de renouvellement = volume d'eau du drainage de décembre à mars / volume d'eau du bassin

volume d'eau hivernale du drainage = superficie drainée en ha x pluie ruisselée en mm x 10

pluie ruisselée de décembre à mars (4 mois) = pluie hivernale - ETR- recharge du sol

avec une quantité de pluie hivernale : 4 x 65 mm = 260 mm

ETR : 10 + 10 + 10 + 30 = 60 mm (somme des mois de décembre à mars)

recharge en eau du sol en début d'hiver (décembre) = 40 mm

pluie ruisselée = 160 mm

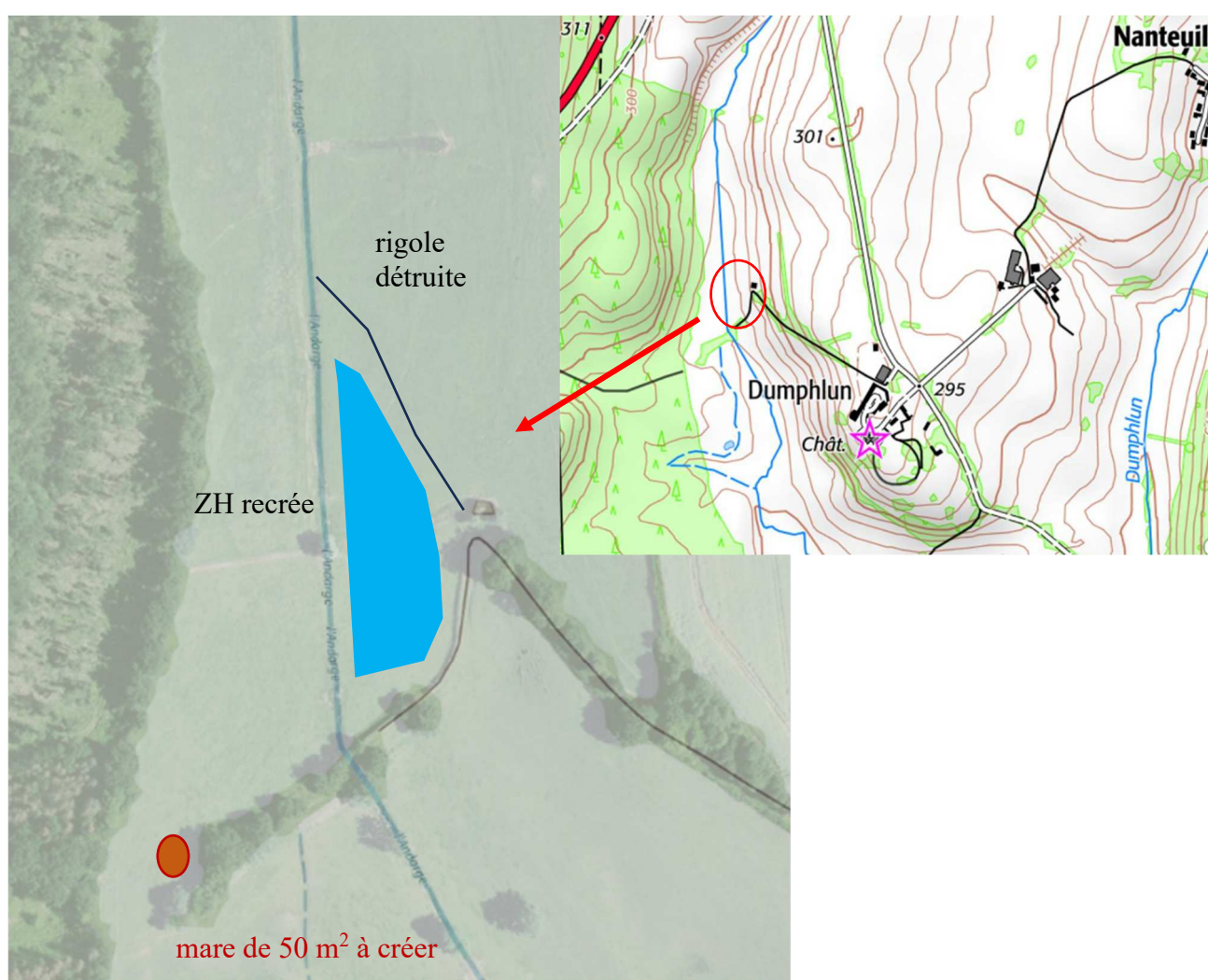
Les bassins à assec en été peuvent bénéficier d'une humidité résiduelle lors d'orage important générant du ruissellement.

Des bassins seront en eau toute l'année, exactement comme le bassin tampon réalisé dans les parcelles amont et aval, car ils sont encaissés de 2 m sous la surface et bénéficieront en position topographique de fond de vallée d'un fond d'humidité résiduelle entre 1,5 et 2 m de profondeur pour le bassin R3 et du captage d'une petite source fournissant quelques litres d'eau par heure au niveau de la mare empierrée captée pour le bassin R4.

Compensation de zone humide

Compensation de la zone humide de 0,8 ha par 1,5 ha d'une nouvelle zone humide

Au sein d'une prairie de l'exploitation, la suppression d'une rigole, collectant les eaux de ruissellement de la prairie et canalisant l'eau vers le cours d'eau, permettra de rendre plus fortement humide un secteur plat de 1,5 ha, localisé dans le fond de la vallée en bordure du cours d'eau. L'excès d'eau du sol sera accru, faisant évoluer le sol vers un état hydromorphe plus important le faisant rentrer dans la catégorie des zones humides. Une mare de 50 m² sera également créée à proximité d'une haie et protégés du piétinement par les bovins.



5.4 Eviter-réduire-compenser

Eviter La baisse de consommation bovine en France et en Europe de l'ouest implique une réorientation partielle des productions dans les secteurs en polyculture élevage. Une moindre grande quantité de viande bovine est produite au profit de production céréalière dont la demande est continument en hausse. Ainsi des prairies sont converties en grande culture. La mise en culture de ces 5 parcelles sans drainage entrainerait des pertes de production et des difficultés d'exploitation des parcelles. Les apports de fertilisation et les traitements pour la protection sanitaire des cultures ne seraient pas réalisés à bon escient. En situation non drainée, les exploitants ne prennent pas le risque de fractionner les apports d'azote en 3 ou 4 passages. Les exploitants ne risquent pas une impasse de traitement fongique si la parcelle est à risque. La réduction des IFT n'est pas possible.

Réduire La part des prairies et des cultures sur les exploitations de Mr Cornu répond au besoin alimentaire des bovins à l'engraissement et à la nécessité d'organiser des rotations culturales favorables sur le plan agronomique.
Sur les 3,3 ha de zone humide, 2,5 ha de zones humides ont été conservés.

Compenser Plusieurs compensations environnementales sont mises en œuvre. Elles consistent à maintenir une zone hydromorphe en prairie avec une fauche tardive. La superficie couverte par cette mesure est de 0,8 ha.

Au sein d'une prairie de l'exploitation, la suppression d'une rigole, collectant les eaux de ruissellement de la prairie et canalisant l'eau vers le cours d'eau, **permettra de rendre plus fortement humide un secteur plat de 1,5 ha**, localisé dans le fond de la vallée en bordure du cours d'eau. L'excès d'eau du sol sera accru, faisant évoluer le sol vers un état hydromorphe plus important le faisant rentrer dans la catégorie des zones humides. **Une mare de 50 m² sera créée.**

55% des mares ont été entièrement remplacés à ce jour. La poursuite des travaux cet été va permettre de compenser les 42% des superficies restantes de mares détruites. Les superficies en eau des bassins s'ajoutent créant 861 m² de surface en eau supplémentaires. La mare F de 160 m² était voués à disparaître à défaut d'un entretien suffisant. Les emplacements choisis pour la recréation des mares (4 mares) sont des emplacements bien alimentés en eau de ruissellement. Lorsqu'il s'agit d'un sur-agrandissement d'un bassin de drainage (5 situations), les apports d'eau du drainage garantie leur maintien en eau sur une longue période au cours de l'année. Les mares recrées constituent ainsi des milieux de vie propices aux amphibiens pour l'accomplissement de leur cycle de vie.

Le drainage a des effets bénéfiques sur la qualité de l'air.

Le Ministère du développement durable et de l'agriculture encourage à une analyse globale des incidences.

De façon modeste mais réelle, la production de gaz NO(x) sera plus faible car les

bactéries du sol ne fonctionneront quasiment plus en anaérobiose. Aussi, la biomasse végétale supplémentaire produite permettra de capter davantage de CO₂, dont une partie sera rejoindra le compartiment humique du sol. La qualité de l'air sera ainsi améliorée et la limitation de production de gaz à effet de serre participe à l'atténuation du changement climatique.

Le drainage permet également de mettre en œuvre les techniques de travail simplifié des sols (réduction des consommations de fioul). En l'absence d'excès d'eau, les plantes seront en meilleur santé, l'usage des produits phytosanitaires est moindre. La diffusion dans l'air de molécules phytosanitaires sera réduite.

Le drainage a des effets bénéfiques sur la qualité du sol.

Le drainage offre une plus grande polyvalence des cultures de la parcelle et donc la possibilité d'entrevoir de plus longue rotation.

Conclusion de l'étude

La superficie drainée est de 66 ha dont un tiers est situé sur le bassin versant de l'Andarge et les deux tiers sur le bassin versant de la Canne. Ces superficies sont réparties sur 5 exploitations différentes dont chacune d'entre elles ne dépassent pas le seuil de 20 hectares.

Les cours d'eau de l'Andarge et la Canne ont la spécificité d'avoir un régime hydrologique très lié aux précipitations. Les écoulements d'eau se font par à coup. Le contraste entre le débit d'été et d'hiver est très élevé. Le ratio divisant les débits hivernaux par les débits estivaux est de 40 à 100.

Les calculs du débit de ruissellement montrent que le drainage n'accentue pas les crues sur le bassin versant de l'Andarge et de la Canne. Le drainage est sans effet sur l'hydrogramme des crues. La différence principale est que l'écoulement se produit dans un réseau et plus par ruissellement à la surface du sol. L'élément tamponnant la pluie est la porosité du sol en situation drainée et les surfaces topographiques planes en situation de ruissellement. Leur effet sur la vitesse de restitution des eaux à la rivière sont similaires.

Ainsi, l'analyse environnementale du projet montre :

- une faible incidence environnementale sur le régime hydrologique des eaux de surface,
- une incidence nulle sur les eaux souterraines,
- une maîtrise du risque de transfert de particules fines et de produits phytosanitaires par la création de 5 bassins tampon, couvrant réglementairement les 121 m² de superficie en eau et les 121 m³ de volume en eau.
- une incidence maîtrisable sur la biodiversité, principalement liée à la compensation des 7 mares rebouchées correspondant à 1600 m² de surface en eau, par l'agrandissement des bassins tampon au-delà de la superficie réglementaire pour 740 m² de surface en eau supplémentaire et la création 3 nouvelles mares pour 480 m² de superficie en eau. Des mares de qualité environnementale, équivalente ou supérieure, compensent intégralement la superficie en eau initiale. 2,4 hectares de zone humide ont été identifiés. La recréation de 1,5 ha de zone humide et la bonification de 0,8 ha de zones humides par une fauche tardive permettra de compenser 1,1 ha de zone humide détruite.

Le projet a des effets bénéfiques sur la qualité de l'air et des sols et participe à atténuer le réchauffement du climat. Ce dernier point constitue l'enjeu environnemental prioritaire du 21^e siècle.

Annexes

Calcul du débit spécifique sur le secteur de la Charnaye

Bassin versant de la Canne

Méthode Rationnelle

$Q = C \cdot i \cdot A / 3,6$ avec : $C = 0,1 + 0,015 \cdot p + 0,65 \cdot IMP$ (formule Normand)

A superficie du bassin versant (km²) 0.48

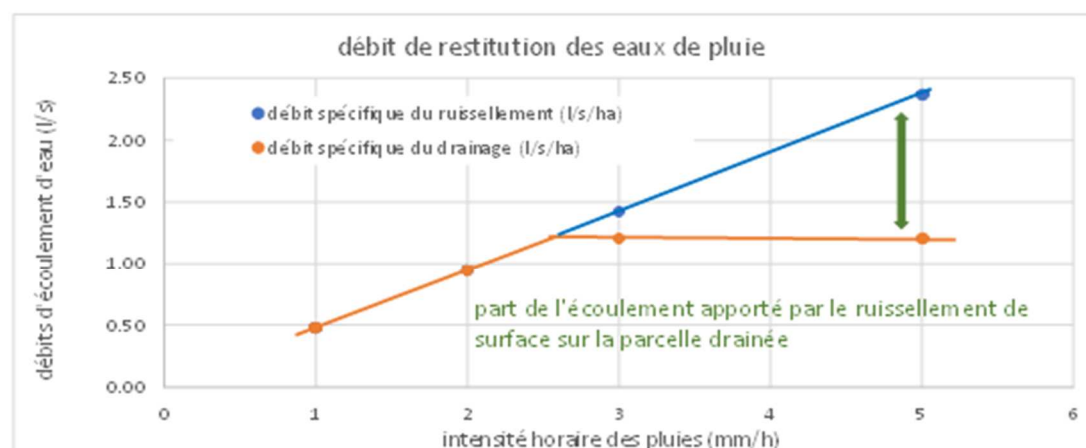
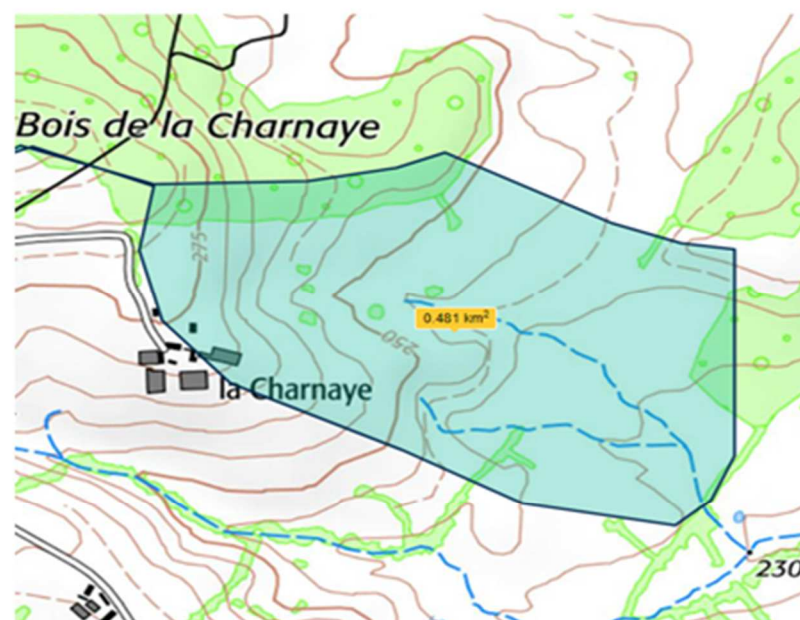
p pente moyenne du bassin versant (%) 4.6

IMP coefficient d'imperméabilisation (%) 0

C coefficient de ruissellement 0.17

i intensité horaire de la pluie (mm/h)	1	2	3	5
Q débit de l'écoulement à l'émissaire du sous-bassin versant (m ³ /s)	0.02	0.05	0.07	0.11
débit spécifique du ruissellement (l/s/ha)	0.47	0.94	1.41	2.35

débit spécifique du drainage (l/s/ha)	0.47	0.94	1.20	1.20
---------------------------------------	------	------	------	------



Calcul du débit spécifique sur le secteur des Dix Boisselées

Bassin versant de la Canne

Méthode Rationnelle

$Q = C \cdot i \cdot A / 3,6$ avec : $C = 0,1 + 0,015 \cdot p + 0,65 \cdot IMP$ (formule Normand)

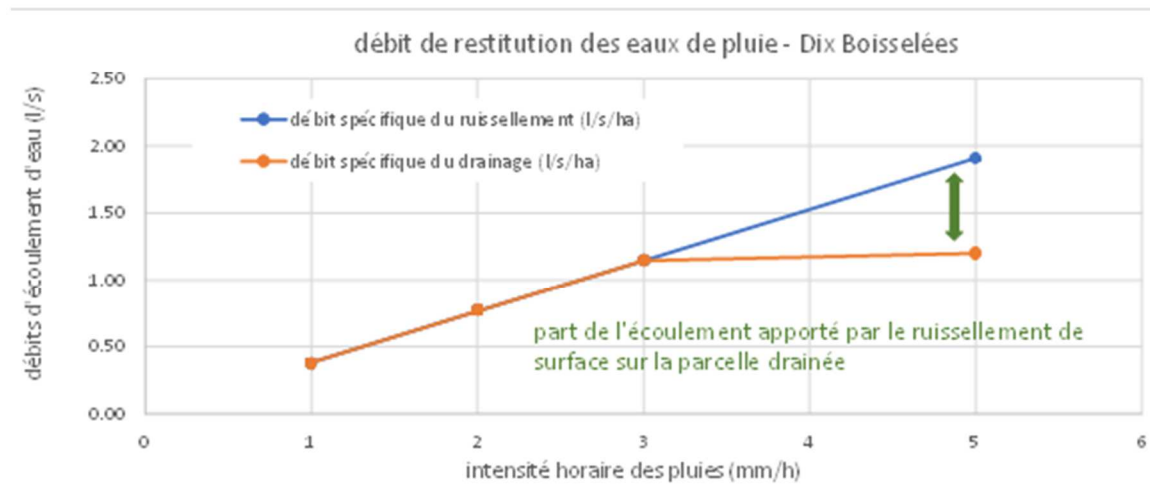
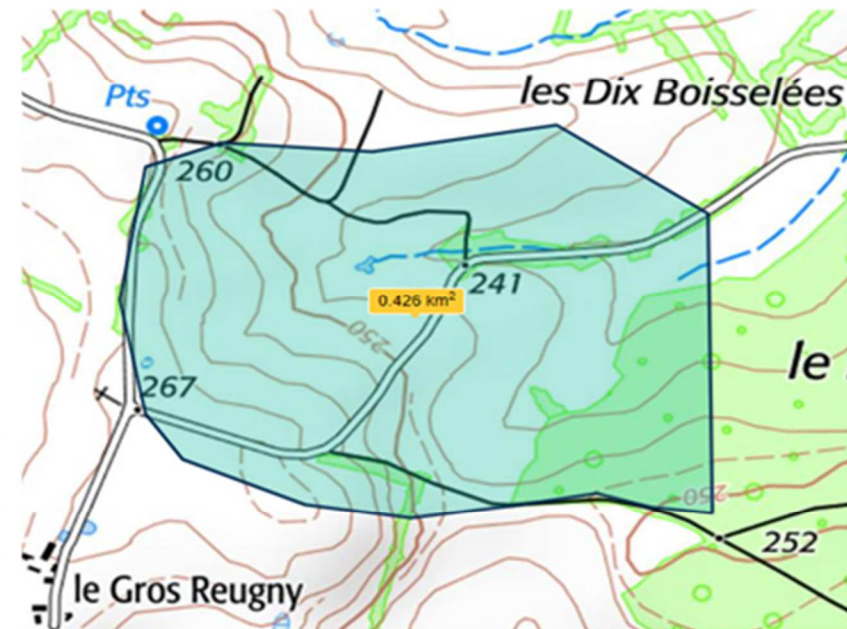
A superficie du bassin versant (km²) 0.42

p pente moyenne du bassin versant (%) 2.5

IMP coefficient d'imperméabilisation (%) 0

C coefficient de ruissellement 0.14

i intensité horaire de la pluie (mm/h)	1	2	3	5
Q débit de l'écoulement à l'émissaire du sous-bassin versant (m ³ /s)	0.02	0.03	0.05	0.08
débit spécifique du ruissellement (l/s/ha)	0.38	0.76	1.15	1.91
débit spécifique du drainage (l/s/ha)	0.38	0.76	1.15	1.20



Calcul du débit spécifique sur le secteur de la Condemaine

Bassin versant de la Canne

Méthode Rationnelle

$Q = C \cdot i \cdot A / 3,6$ avec : $C = 0,1 + 0,015 \cdot p + 0,65 \cdot \text{IMP}$ (formule Normand)

A superficie du bassin versant (km²) 0.36

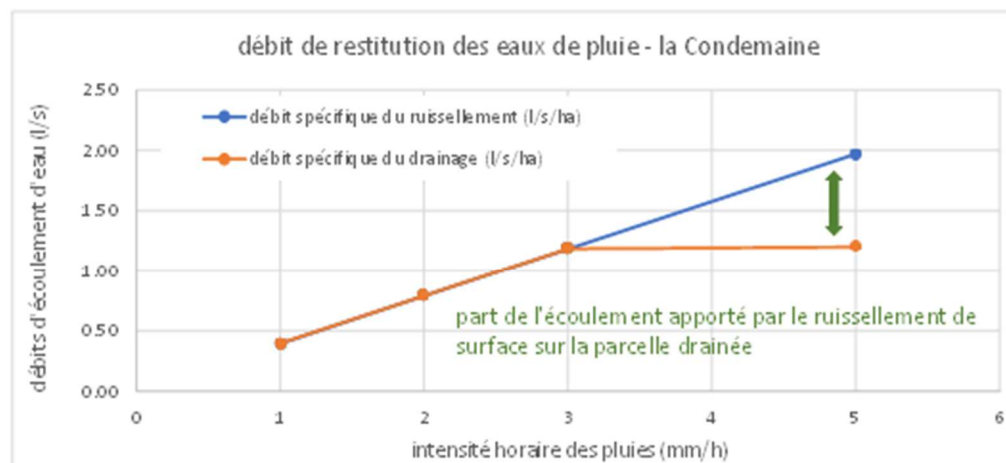
p pente moyenne du bassin versant (%) 2.8

IMP coefficient d'imperméabilisation (%) 0

C coefficient de ruissellement 0.14

i intensité horaire de la pluie (mm/h)	1	2	3	5
Q débit de l'écoulement à l'émissaire du sous-bassin versant (m ³ /s)	0.01	0.03	0.04	0.07
débit spécifique du ruissellement (l/s/ha)	0.39	0.79	1.18	1.97

débit spécifique du drainage (l/s/ha)	0.39	0.79	1.18	1.20
---------------------------------------	------	------	------	------



Calcul du débit spécifique sur le tronçon hydrologique de Reugny

Bassin versant de l'Andarge

Méthode Rationnelle

$$Q = C \cdot i \cdot A / 3,6 \quad \text{avec : } C = 0,1 + 0,015 \cdot p + 0,65 \cdot \text{IMP} \quad (\text{formule Normand})$$

A superficie du bassin versant (km ²)	0.55
p pente moyenne du bassin versant (%)	4.7
IMP coefficient d'imperméabilisation (%)	0
C coefficient de ruissellement	0.17

i intensité horaire de la pluie (mm/h)	1	2	3	5
Q débit de l'écoulement à l'émissaire du sous-bassin versant (m ³ /s)	0.03	0.05	0.08	0.13
débit spécifique du ruissellement (l/s/ha)	0.47	0.95	1.42	2.37
débit spécifique du drainage (l/s/ha)	0.47	0.95	1.20	1.20

