



**BASSIN  
DU LOING**

**CFA des Universités  
Centre Val de Loire**

**Université  
d'ORLÉANS**

## **Mémoire d'apprentissage**

# **Diagnostic du ru du Dardou et propositions d'aménagements**



12/04/23, aval de la STEP de Jouy

**Sous la direction de :**

**Caroline LE CALVEZ : Tutrice de stage – Université d'Orléans  
Claire HERBLOT : Maitresse d'apprentissage- EPAGE du Loing**

**Lilou Michel-Borgey 2022-2023**





## Résumé

Le Dardou affluent du Lunain, lui-même affluent du Loing est géré par l'EPAGE du Bassin du Loing depuis 2019. Ce territoire connaît de nombreux enjeux, notamment liés au captage pour Eau de Paris, il fait donc partie d'une AAC (Aire d'Alimentation de Captage). Le Dardou a comme principale spécificité d'être intermittent sur toute la partie aval de son linéaire, cela est dû à la géologie qui est karstique, comme pour le Lunain sur ce secteur. Le Dardou a donc de nombreuses zones de pertes où les eaux s'infiltrent très rapidement, et le territoire étant agricole, la qualité de l'eau est très dépendante des méthodes employées. De plus, d'après les recherches historiques, l'amont était anciennement parsemé de zones humides, aujourd'hui, toutes drainées, ce qui a fortement perturbé les écoulements et la dynamique du Dardou. C'est un cours d'eau très dégradé qui a subi de nombreuses modifications au cours de ces derniers siècles. Afin de réunir toutes les données nécessaires pour comprendre son fonctionnement, le diagnostic est la première étape indispensable pour analyser le territoire. Dans un deuxième temps, Afin de retrouver un fonctionnement intéressant et une bonne qualité de l'eau et des habitats, plusieurs aménagements traitant des thématiques différentes sont proposés. Premièrement, il est nécessaire de sensibiliser d'avantage les exploitants agricoles et de leur faire comprendre et respecter la réglementation afin qu'elles s'appliquent pour tous. Puis, 3 secteurs ont été repérés pour y restaurer le lit et améliorer l'état du Dardou.

Mots-clefs : captage, karstique, agricole, drain, zone humide

## Abstract

The Dardou, a tributary of the Lunain, itself a tributary of the Loing, has been managed by the "EPAGE du Bassin du Loing" since 2019. This territory faces many challenges, in particular that of "Eau de Paris" which captures water for drinking water, it is therefore part of an AAC (Aire d'Alimentation de Captage). The main specificity of the Dardou is that it is intermittent over the entire downstream part of its length, this is due to the geology which is karstic, as for the Lunain in this sector. The Dardou therefore has many areas of losses where the water infiltrates very quickly, the territory being agricultural, the quality of the water is very dependent on the methods used. In addition, according to historical research, the upstream was formerly dotted with wetlands, today all drained, which has greatly disturbed the flows and the dynamics of the Dardou. It is a very degraded watercourse which has undergone many modifications over the last few centuries.

In order to gather all the data necessary to understand its functioning, the diagnosis is the first essential step to analyze the territory.

In order to find an interesting functioning and a good quality of water and habitats, several developments dealing with different themes are proposed. As a first step, it is necessary to make farmers more aware and to make them understand and respect the regulations so that they apply to everyone. Then, 3 sectors were identified to restore the bed and improve the condition of the Dardou.

Keywords: catchment, karstic, agricultural, drain, wetland

## Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>2</b>
<b>1) Contextualisation : le Dardou, un cours d'eau marqué par l'anthropisation .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Le bassin du Loing, un territoire complexe .....</b>	<b>3</b>
1.1.1 Caractéristiques du bassin versant du Loing.....	3
1.1.2 L'EPAGE, une jeune collectivité dynamique .....	5
1.1.3 Des missions variées au service d'un territoire, en tant qu'apprentie technicienne de rivière .....	8
<b>1.2 Le bassin versant du Lunain .....</b>	<b>10</b>
1.2.2 Caractéristiques morphologiques du Lunain .....	11
1.2.3 La géologie et l'hydrogéologie du bassin du Lunain .....	12
1.2.4 L'occupation du sol du bassin versant du Lunain .....	15
<b>1.3 Présentation du bassin du Dardou .....</b>	<b>16</b>
1.3.1 Le bassin versant du Dardou, contextualisation .....	16
1.3.2 Contexte climatique.....	18
1.3.3 Contexte Géologique et hydrogéologique du bassin du Dardou .....	20
1.3.4 Occupation des sols .....	23
1.3.5 Identification des enjeux liés aux usages et à l'occupation des sols sur le territoire .....	24
<b>2) Méthodologie mise en œuvre pour le diagnostic du Dardou.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 Recherches documentaires afin d'analyser la zone d'étude .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2 Prise de contact avec plusieurs acteurs du territoire, témoignages .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2 Protocole de terrain .....</b>	<b>34</b>
2.2.1 Délimitation des tronçons .....	34
2.2.2 Explication et justification des paramètres pris en compte dans le protocole.....	37
2.2.3 Justification de la localisation des points d'analyse des paramètres physico-chimiques et des prises du débit.....	44
<b>3)Diagnostic du Dardou et propositions d'aménagements.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1 L'Histoire du Bassin du Dardou .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2 État des lieux des tronçons et analyse des résultats.....</b>	<b>54</b>
3.2.1 Les paramètres observés .....	54
3.2.3 Les paramètres mesurés.....	71
<b>3.3 Les aménagements envisageables et actions à mettre en place .....</b>	<b>86</b>
3.3.1 Sensibilisation et respect de la réglementation sur le bassin du Dardou .....	86
3.3.2 Restauration du Dardou .....	91
<b>3) Retour d'expérience.....</b>	<b>104</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>106</b>
<b>Table des figures .....</b>	<b>107</b>
<b>Table des annexes .....</b>	<b>109</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>110</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>113</b>



## Remerciements

Dans un premier temps, je tiens particulièrement à remercier Claire HERBLOT pour avoir accepté de me faire découvrir son métier et surtout de m'avoir guidé et encadré durant cette année d'apprentissage. Elle m'a grandement aidé, conseillé dans les tâches du quotidien et dans la réalisation du diagnostic du Dardou.

Je remercie aussi l'ensemble de l'équipe de l'EPAGE, pour m'avoir accueilli et aidé durant l'année, Une équipe très agréable et volontaire. M.DIGEON président et M. MOES, directeur de l'EPAGE, ont acceptés de découvrir l'alternance avec mon poste, et je les en remercie.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble des acteurs qui m'ont gentiment aidé lors du diagnostic du Dardou, je pense à Madame MICHAUT-PASCUAL, qui a pris beaucoup de son temps pour me partager ses connaissances avec passion. Mais aussi M. REGNARD qui m'a accompagné sur le terrain, M, Mme HIMBRECHTS, qui m'a aidé dans les archives de la commune de Montacher-Villegardin.

Enfin, je remercie Mme LECALVEZ pour son accompagnement quotidien tout au long de l'année, et pour son investissement dans la relecture de mon mémoire.

## Introduction

La gestion de l'eau en France est encadrée par la directive cadre sur l'eau Européenne de 2000. La France a pour objectif d'atteindre le bon état de ses masses d'eau superficielles et souterraines d'ici 2027. La qualité de l'eau repose sur l'analyse de deux grands types d'état : l'état écologique et l'état physico-chimique. Les cours d'eau sont classés en masse d'eau afin de bancariser toutes les informations les concernant et rendre ces données accessibles. Cependant, il y a très peu d'informations et de connaissances sur les petits cours d'eau, n'ayant pas de masse d'eau propre mais souvent intégré dans une masse d'eau plus importante. Ceci est notamment le cas pour le Dardou qui a en plus la spécificité d'être intermittent. Le Dardou est le principal affluent de Lunain en rive gauche, lui-même affluent du Loing. Le bassin hydrographique du Loing est géré par L'EPAGE (Établissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux) du bassin du Loing depuis 2019 qui a la compétence de la Gestion des Milieux Aquatiques et les Prévention des Inondations (GEMAPI). Le bassin du Loing est sous la gouvernance de l'agence de l'eau Seine-Normandie. Dans ce cadre, l'EPAGE a inscrit ses actions dans un Contrat Territorial Eau et Climat (CTEC) de 2019-2024. Au vu des enjeux, des usages et des particularités sur le bassin du Dardou, l'étude de ce cours d'eau fait partie de ce vaste programme d'actions et cible la réalisation du diagnostic de ce cours d'eau situé dans une vallée agricole karstique. A terme, l'objectif est de proposer des actions et aménagements visant à améliorer la qualité de la ressource en eau et l'état général de ce cours d'eau. Afin qu'il retrouve sa fonctionnalité et puisse rendre des services écosystémiques, il est indispensable de cibler les problématiques afin d'envisager une restauration ambitieuse.

**Ainsi, en quoi les nombreuses pressions anthropiques sur le bassin hydrographique du Dardou contribuent à sa dégradation, et quels sont les aménagements envisageables ?**

Afin de comprendre le contexte général dans lequel s'inscrit ce cours d'eau, il est indispensable de présenter dans un premier temps, le bassin du Loing, l'EPAGE du Bassin du Loing et le bassin du Lunain. Par la suite, étant donné que les diagnostics sur les petits cours d'eau intermittents sont, jusqu'à présent peu réalisés, il est important de détailler la méthode employée. Enfin, après avoir présenté et analysé les résultats récoltés sur le terrain et lors des recherches historiques et documentaires, des propositions d'aménagements de restauration seront proposées.



# 1) Contextualisation : le Dardou, un cours d'eau marqué par l'anthropisation

## 1.1 Le bassin du Loing, un territoire complexe

Afin de comprendre le contexte dans lequel s'inscrit le bassin versant du Dardou, la présentation qui suit sera articulée de manière à se focaliser petit à petit sur chaque bassin. Commencant par le Loing, puis le Lunain affluent du Loing et enfin le Dardou affluent du Lunain et donc sous affluent du Loing.

### 1.1.1 Caractéristiques du bassin versant du Loing

Le bassin du Loing :

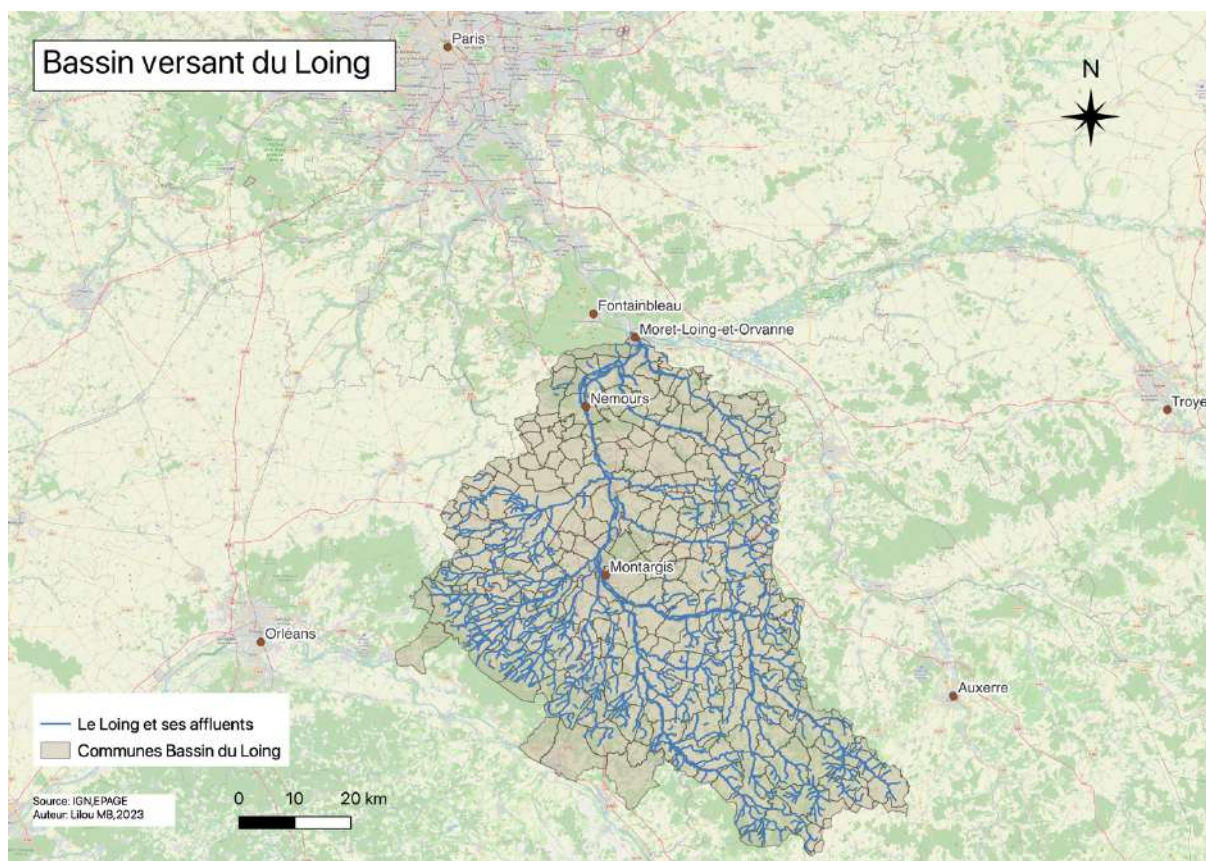


Figure 1: Bassin versant du Loing

Le Loing est un affluent de la Seine en rive gauche situé en amont de la ville de Paris. Ce bassin s'intègre dans le territoire de l'agence de l'eau Seine-Normandie. Il parcourt 143 km sur un bassin versant de 4 150 km<sup>2</sup> qui s'étend sur trois régions (Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val-de-Loire et Ile-de-France), trois départements (Yonne, Loiret et Seine-et-Marne) et 38 communes.

Le Loing naît à Sainte-Colombe-sur-Loing, dans l'Yonne et conflue avec la Seine à Saint-Mammès, en Seine-et-Marne.

Il compte 14 affluents (5 en rive gauche et 9 en rive droite). Ces multiples affluents et sous-affluents lui permettent d'obtenir un débit de 18,3 m<sup>3</sup>/s en moyenne (d'après la station hydraulique à Episy, 10 km avant sa confluence avec le Seine).

La majorité du linéaire du Loing est typique d'une rivière de plaine alluviale, avec un bassin de forme relativement allongée. Cela peut également être démontré par le calcul de facteur de forme F (Horton, 1932) : Si F > 1 : bassin de forme ramassée Si F < 1 : bassin de forme allongée) :

$$F = S / d^2$$

Avec :

S la superficie du bassin en km<sup>2</sup>

d la distance entre les sources et l'exutoire en km

$$F = 4\,150 / 96^2$$

$$F = 0.45$$

Cette forme de bassin entraîne des crues avec des pics relativement atténués. (CIAE, 2018). Cependant, comme observé en 2016, lors d'une crue exceptionnelle, la forme du bassin a provoqué une arrivée soudaine des eaux des affluents de manière concomitante engendrant une vague et une crue rapide à l'aval de Montargis. Les enjeux de la gestion des inondations sont d'autant plus importants, par la position du bassin du Loing, en amont de Paris.

### La géologie et l'hydrogéologie du bassin du Loing

Ce bassin fait partie de l'ensemble géologique et tectonique du Bassin parisien constitué de limons et d'argiles quaternaires recouvrant des formations géologiques anciennes. C'est un secteur de terrain sédimentaire, avec principalement des sables, des marnes, des calcaires et des argiles. Il comporte de grands ensembles géologiques : le **paléocène**, formé de sables, cailloutis et d'argiles ; l'**oligocène**, formé de marnes, calcaires, meulière et argiles ; le **miocène**, formé de sables, marnes et argile ; le **crétacé supérieur**, formé de l'affleurement de la craie décalcifiée recouverte par les cailloutis à silex et argiles à silex.

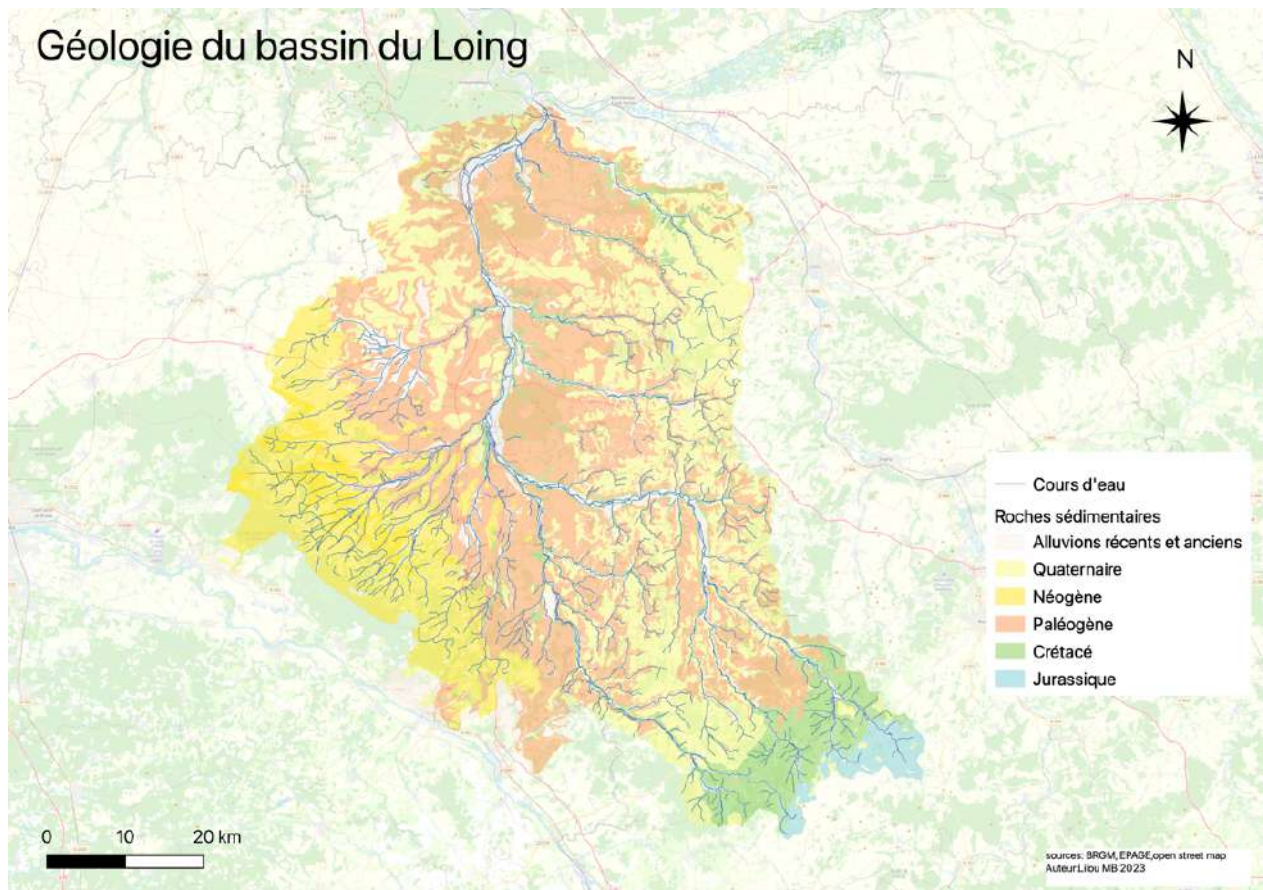


Figure 2: géologie du bassin du Loing

Le Loing est connecté à plusieurs aquifères, les principaux étant la nappe de la craie, les calcaires tertiaires (la nappe de Beauce et calcaires de Champigny), la nappe des sables du secondaire (calcaires de la Puisaye et de l'Albien). (BRGM, vallée du Loing, 1974)

### 1.1.2 L'EPAGE, une jeune collectivité dynamique

Le territoire du Loing a fortement été impacté par la crue de juin 2016, une crue exceptionnelle qui a causé de nombreux dégâts et qui est restée gravée dans la mémoire des élus et des riverains. Afin de se préparer à de nouveaux événements similaires, et mener des actions cohérentes sur le territoire, l'EPAGE du Loing a été formé au 1<sup>er</sup> janvier 2019 en regroupant les anciens syndicats de rivière et EPCI pour former une seule et même entité. Cette collectivité territoriale s'étend sur 3 régions (Bourgogne-Franche-Comté, Centre-val-de-Loire et Ile-de-France), 3 départements (Yonne, Loiret et Seine-et-Marne) et regroupe 269 communes.

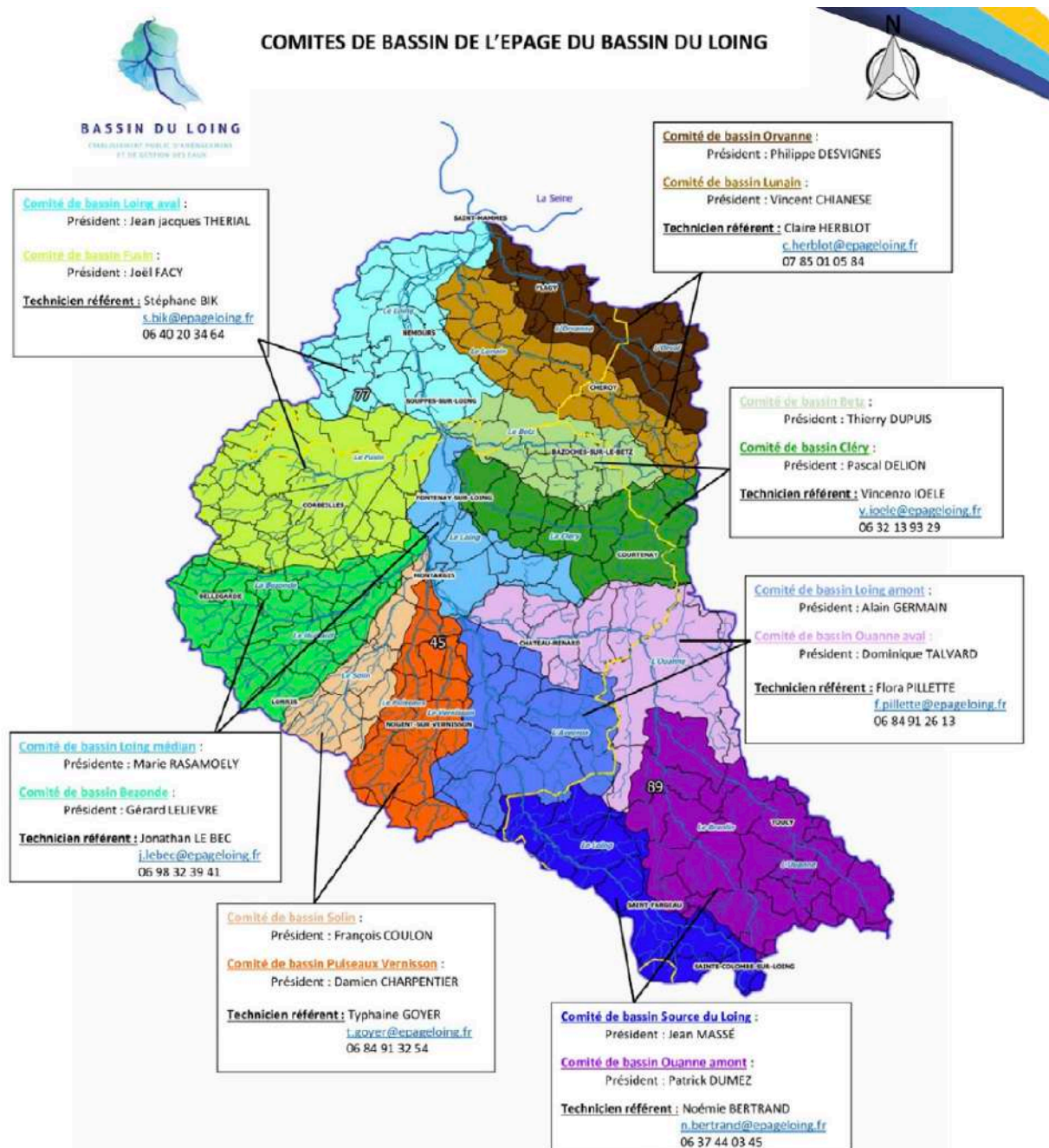


Figure 3: Organisation des sous bassins du Loing, (EPAGE du Loing)

Depuis la création de l'EPAGE du Loing, de nombreuses actions de restauration voient le jour. L'EPAGE du Loing a l'unique compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Protection des Inondation), que les EPCI du Bassin du Loing lui ont transféré. Pour mener ses actions, il dispose de deux outils :

- Le contrat Eau et Climat de 2019-2024, vaste programme d'actions axé sur le volet « GEMA : Gestion des Milieux Aquatiques » qui a pour but de restaurer la qualité écologique mais aussi physico-chimique des cours d'eau en choisissant des secteurs

prioritaires. L'objectif étant de répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) européenne de 2000.

- Un PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) qui est un outil cohérent qui mobilise l'ensemble des acteurs sur le territoire afin de réduire les dommages liés aux inondations. Il comprend 7 axes, dont : la gestion des ouvrages hydrauliques, l'amélioration de la connaissance et de la conscience du risque, la surveillance et la prévision des crues et des inondations et autres.

Afin de mener à bien ses missions sur le territoire, l'EPAGE est organisé en plusieurs pôles et est administré par un comité syndical, présidé par M. DIGEON, maire de Montargis, 8 vice-présidents et des délégués représentant les EPCI adhérentes (Annexe1).

Le directeur, M.MOES accompagne et coordonne l'équipe de 15 personnes, divisé en 4 pôles :

- Le pôle gestion des milieux aquatiques, avec 7 agents, chacun référents de deux sous bassins versants. Le bassin du Loing a été divisé en 14 comités de bassins animés par un président délégué, accompagné d'un chargé de mission milieu aquatique. Cela permet de conserver une proximité avec les acteurs locaux et de connaître davantage le territoire. En effet, chaque année, deux comités de bassins sont organisés pour échanger et présenter les projets aux acteurs de chaque sous bassin versant. Ces comités de bassin sont des groupes de travail composés d'un à deux représentant(s) de chaque commune du territoire concerné ainsi que des partenaires techniques et institutionnels.
- Un pôle érosion-ruissellement et animation d'un PTGE (Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau) sur le Puisieux-Vernisson, animé par un agent.
- Un pôle d'animation du PAPI et préservation des zones humides, par un agent et une doctorante qui étudie les fonctionnements des nappes phréatiques du secteur.
- Puis un pôle administratif et financier avec 3 salariées.

Le siège de l'EPAGE du bassin du Loing se trouve à Montargis. Il existe aussi deux autres antennes, à Nemours et Toucy, afin que les agents travaillent au plus proche de leurs sous bassins. Le Dardou se trouvant sur le bassin du Lunain, l'année d'alternance a été effectuée aux bureaux de Nemours.

### 1.1.3 Des missions variées au service d'un territoire, en tant qu'apprentie technicienne de rivière

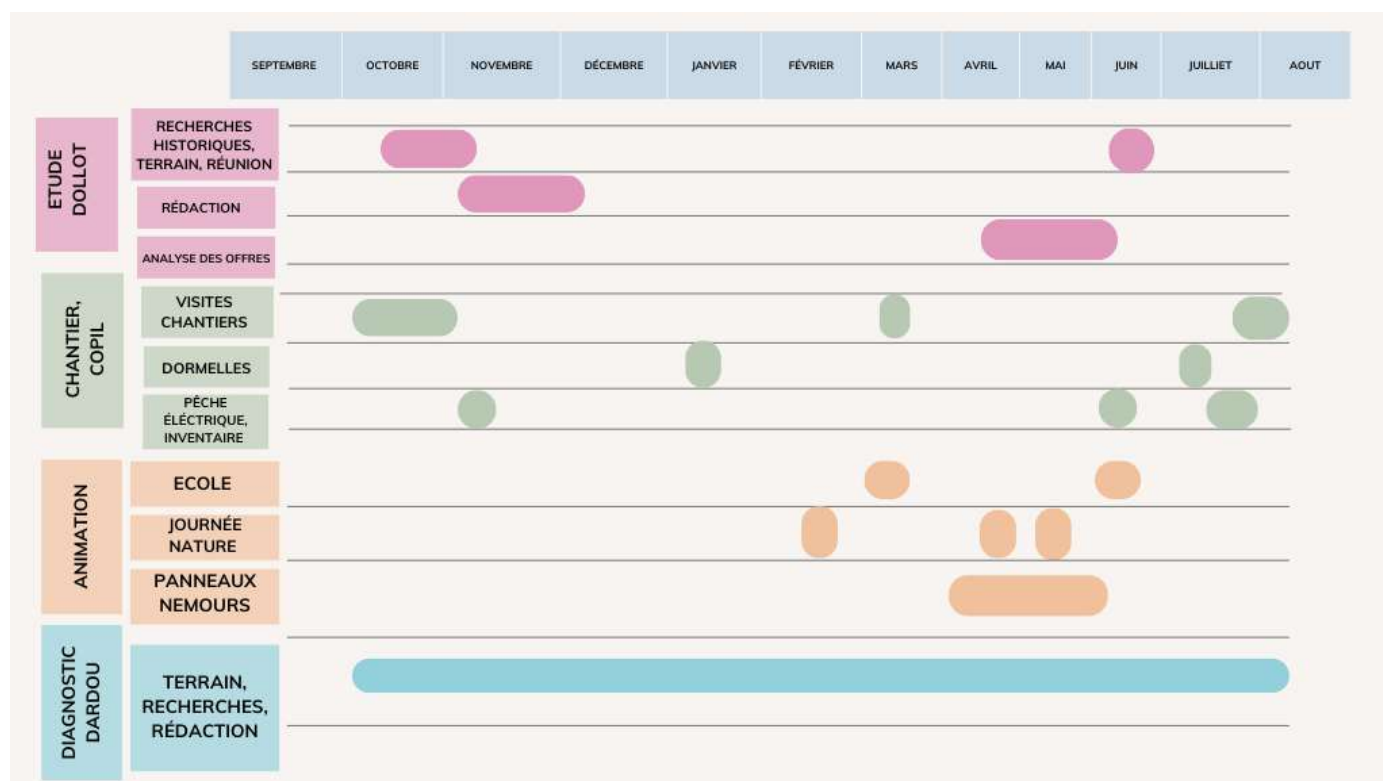


Figure 4 : Diagramme de Gantt des missions durant l'alternance au sein de l'EPAGE du Loing

L'année d'alternance en licence professionnelle gestion de l'eau et de son territoire a été réalisée dans cette collectivité territoriale. Cette alternance a été encadrée par Claire HERBLOT, chargée de mission milieu aquatique sur les bassins de l'Orvanne et du Lunain. Ces deux territoires sont à fort enjeux et plusieurs projets de restauration y sont planifiés ; certains déjà en cours et d'autres à venir. Accompagner Claire HERBLOT sur ses différentes missions, très variées a permis de découvrir le métier de technicien de rivière :

- Participation à la rédaction du cahier des charges dans la partie contextualisation pour le lancement d'une étude de restauration hydromorphologique et RCE (Restauration Continuité Écologique) sur la Commune de Dollot (89). J'ai consulté plusieurs acteurs, tels que la DDT, les services des archives communales et départementales, afin de recueillir des archives et constituer un dossier de base de données historiques destiné au prestataire de l'étude.
- L'EPAGE ayant lancé une étude de restauration de continuité écologique et d'inondation par ruissellement sur la commune de Dormelles (77), j'ai pu aider à l'analyse de deux offres de bureaux d'études. J'ai ensuite pu assister aux réunions de COPIL (COmité de PILotage) et aux échanges entre le commanditaire et le prestataire.

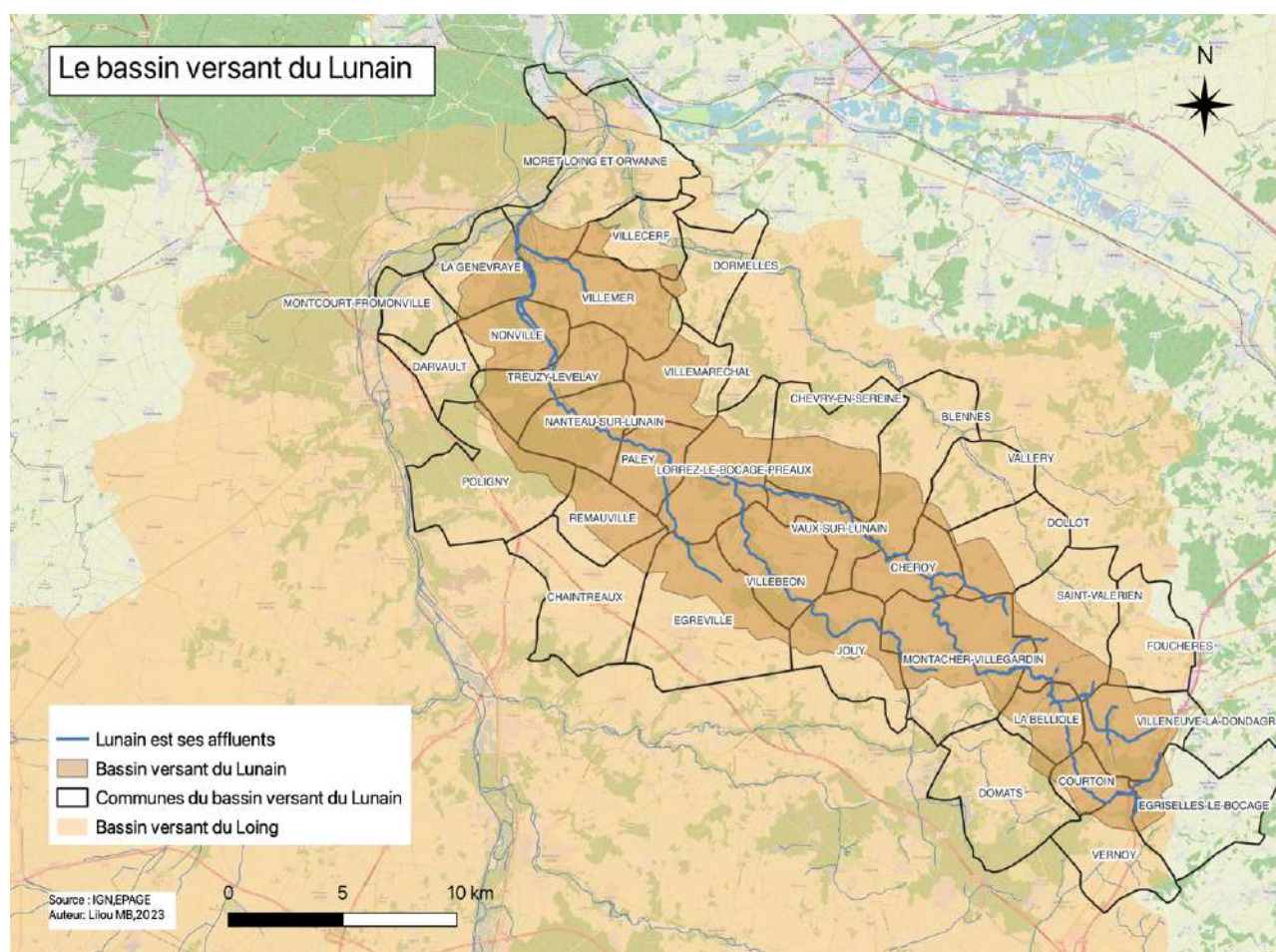
- Assister aux chantiers de restauration de la continuité écologique au château de la motte à Thoury-Férottes dans un but de suivi (77), avec démantèlement des anciens ouvrages, non fonctionnels, recharge granulométrique, renforcement des berges en génie végétale (fascine de saule vivant), pose d'une passerelle et restauration d'un mur en pierre pour répondre aux exigences du classement du site au titre des paysages.
  
- Animation de sensibilisation :
  - Dans des écoles et notamment l'école élémentaire de Villebougis (89) (3 classes maternelles et primaires) : présentation du grand cycle de l'eau, du fonctionnement d'un cours d'eau naturel comparé avec un cours d'eau artificialisé et du risque inondation (avec comme support une maquette de l'EPAGE).
  - Animation sur l'île du Perthuis (Nemours – 77) dans le cadre du mois dédié aux zones humides, avec la présentation de la zone humide et de ses spécificités pédologique et écologique.
  - Animation durant la fête de la communauté de communes de Moret-Seine et Loing (77) : sensibilisation du public sur le bon fonctionnement d'une rivière et l'impact de l'intervention de l'Homme, les zones humides et leurs multiples rôles.
  - Animation durant la fête de la nature à Moret-Loing-et-Orvanne (77) : sensibilisation du public sur le bon fonctionnement d'une rivière et l'impact de l'intervention de l'Homme, les zones humides et leurs multiples rôles.
  - Création de supports de sensibilisation dans le cadre de l'inauguration de la zone humide de l'île du perthuis à Nemours : bois mort, ronciers, libellules...
  
- Mission principale, le diagnostic du ru du Dardou, affluent du Lunain, sujet de ce mémoire. Dans le cadre du CTEC 2020-2024, l'EPAGE a inscrit le diagnostic du ru du Dardou. Au vu des enjeux et des pressions émanant de ce territoire, cette mission m'a été confiée dans le cadre de cette alternance. En effet, comme il sera expliqué plus en détail dans les parties suivantes, le Dardou se trouve sur un bassin d'alimentation en eau potable de Eau de Paris. Le Dardou fait l'objet de discussions depuis plusieurs années entre les différents acteurs et les services de l'État, notamment pour le non-

respect de la réglementation (curage, comblement du lit, non-respect des bandes enherbées). Ainsi, les objectifs de ce diagnostic sont multiples :

- Connaître d'avantage le territoire, en ciblant les pressions, les usages et les enjeux ;
- Connaître l'état actuel du Dardou (écologique, hydromorphologique, de la ressource en eau) ;
- Comprendre la dynamique de ce cours d'eau ;
- Pouvoir proposer des aménagements / actions visant à l'amélioration générale, ou par tronçon du ru du Dardou.

## 1.2 Le bassin versant du Lunain

### 1.2.1 Situation géographique du Lunain





Le Lunain, affluent du Loing coule sur un bassin versant de 260 km<sup>2</sup> étendu sur 32 communes dont 13 dans l'Yonne et 19 dans la Seine-et-Marne. La zone des sources se situe sur les communes d'Égriselles-le-Bocage et Villeneuve-la-Dondagre à 190 mètres d'altitude. Il conflue avec le Loing sur la commune d'Episy (commune nouvelle Moret-Loing-et-Orvanne) à une altitude de 55 mètres après avoir parcouru un linéaire de 52 km. Le débit moyen du Lunain est de 0,709 m<sup>3</sup>/s à Episy, commune nouvelle de Moret-Loing-et-Orvanne. (Confluence avec le Loing).

### 1.2.2 Caractéristiques morphologiques du Lunain

Le calcul de la pente du cours d'eau peut être déterminé par la formule suivante :

$$\text{Pente} = (\text{point le plus haut, amont} - \text{point le plus bas, aval}) \div \text{longueur du linéaire du cours d'eau} \times 100$$

La pente moyenne du Lunain sur l'ensemble de son linéaire est de 0,26% soit 2,6‰. L'amont a une pente plus importante (0,3%), avec comme caractéristique d'avoir un substrat assez fin, avec peu ou pas de lit majeur. L'aval, après Cheroy retrouve un linéaire plus méandriforme et une pente plus douce (0,23%) avec un lit majeur plus important et davantage de silex, cailloux et graviers. (Informations provenant d'une formation hydromorphologique au sein de l'EPAGE du Loing).

Le Lunain est un cours d'eau avec quelques sinuosités dont le taux de sinuosité moyen est de 1,1%. La sinuosité est calculée en divisant le linéaire exact du cours d'eau (52 km) par le linéaire du fond de vallée (46km). D'après le guide technique de l'OFB de 2010 si le taux est compris entre 1,05 et 1,25, le cours d'eau est considéré comme peu sinueux. Le taux de sinuosité du Lunain est variable sur son linéaire comme le montrent les résultats suivants :



Figure 6 : Photo du Lunain à Vaux-sur-Lunain, (EPAGE)

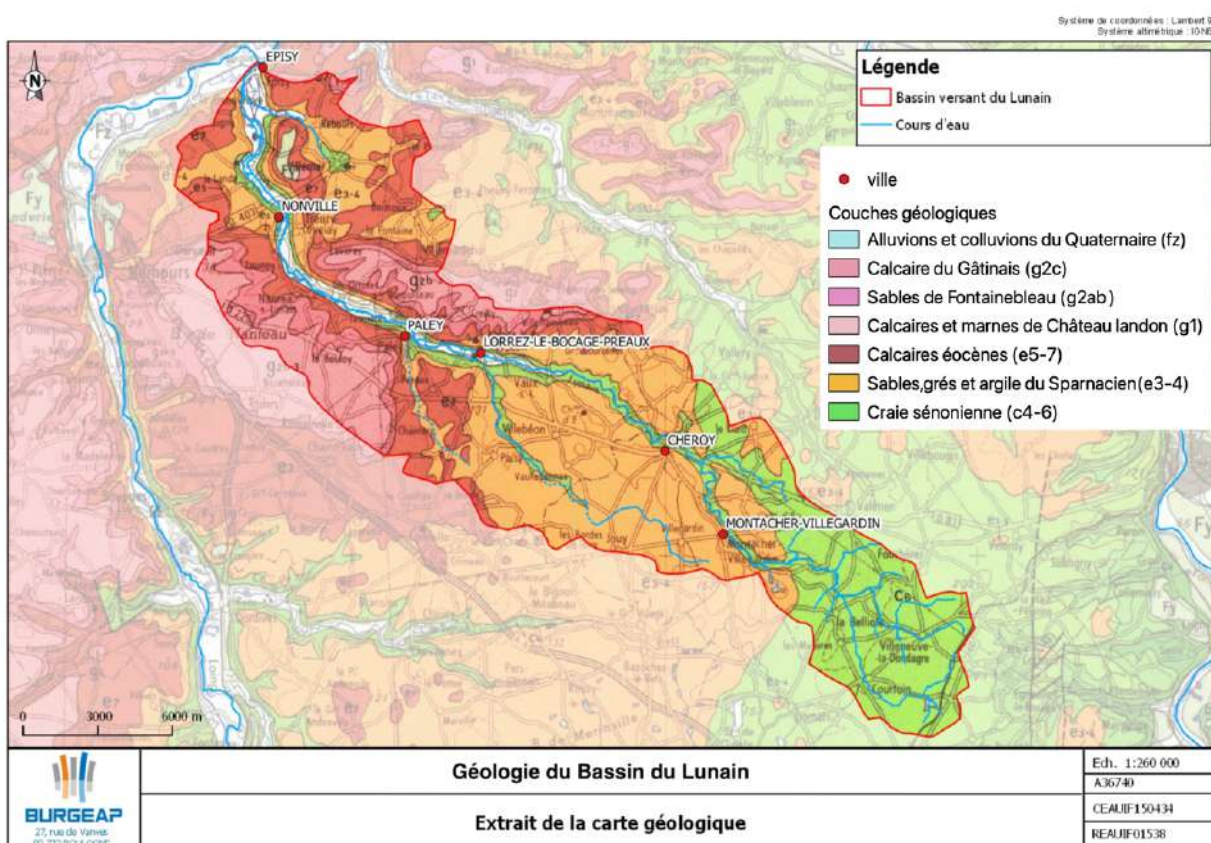
Sur le secteur amont du Lunain, des sources jusqu'à Cheroy, le taux est de 1,04% ; il y a donc très peu de sinuosité. Le secteur aval, de Cheroy à Episy (confluence avec le Loing) est plus sinueux, avec un taux de 1,14%.

Avec l'ensemble de ses cours d'eau, le bassin du Lunain compte 119 km de cours d'eau dont 4 affluents principaux : le ru du Dardou, son principal affluent (17,3 km), le ru de Villemer (5,2km), le ru du Corru (4,8km) puis le ru du Colombeau(2,2km).

### 1.2.3 La géologie et l'hydrogéologie du bassin du Lunain

Le comportement hydrologique du Lunain est fortement impacté par ce contexte géologique particulier.

Le bassin du Lunain est formé d'une superposition de formations sédimentaires d'âge Secondaire et Tertiaires. La vallée est formée dans la craie compacte du Crétacé. La Carte géologique du BRGM au 1/50 000<sup>ème</sup> et les notices de Cheroy, Fontainebleau et Château-Landon permettent de comprendre la succession des couches géologiques du bassin du Lunain (figure 7). L'aval du bassin, couvert par la craie sénonienne, épaisse de plus de 300m et constituée de formation crayeuse à silex. Entre Montacher-Villegardin et Lorrez-le-Bocage-Préaux, la vallée présente de nombreuses variations de faciès, des dépôts du sparnacien de sables, grès et argiles sont venus combler les dépressions de la craie de manière inégale, il en résulte des épaisseurs variables de ces dépôts et des zones où la craie affleure. Entre Lorrez-le-Bocage-Préaux et Nonville, le long du Lunain, la vallée est formée par les calcaires éocènes.



Source: Burgeap, étude globale du Lunain et de ses affluents, 2016

Figure 7: carte de la géologie du bassin du Lunain

Puis sur les coteaux, les sables de Fontainebleau, formation sableuse, parfois argileuse avec une présence de grés et le calcaire du Gâtinais, composée de calcaire blancs et marnes ligniteuses. Enfin, la couche la plus récente d'alluvions et colluvions du Quaternaire commence légèrement au sud de Lorrez-le-Bocage-Préaux, avec une épaisseur de 8m de formation argilo-limoneuses (Burgeap, 2016).

L'épaisseur de cette couche d'alluvions varie en fonction de la zone : à l'aval du bassin, elle recouvre la craie sur 4c à 5 m d'épaisseur alors qu'à l'amont, la craie est affleurante. Cette craie est altérée et/ou fissurée, ce qui provoque une perméabilité de fissures et crée un réseau karstique. Or, dans la vallée, la craie est fissurée sur plus de 10 m de profondeur. (BRGM, 1973).

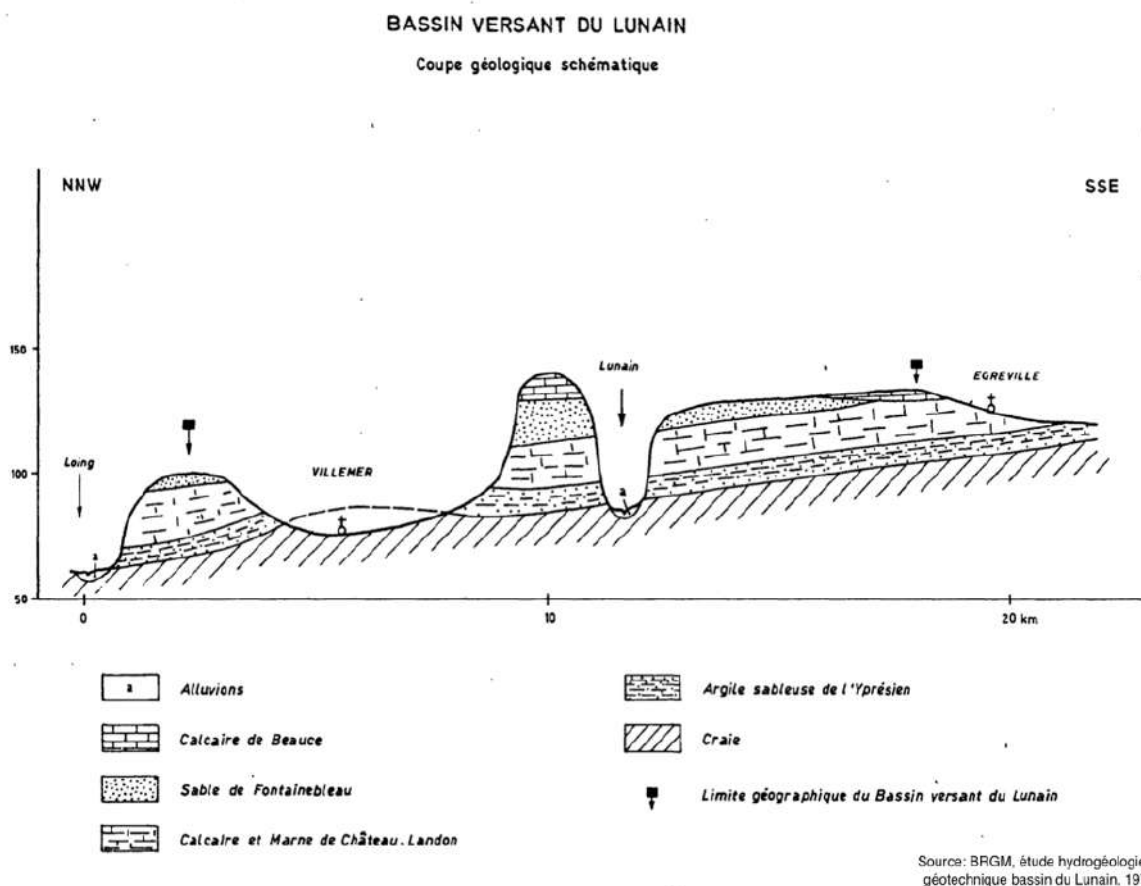


Figure 8: coupe géologique du bassin versant du Lunain

La Karsification est un processus rapide en temps géologique, il résulte du phénomène de dissolution d'une roche carbonatée (calcaire et dolomie) causé par l'écoulement/l'infiltration d'une eau chargée en dioxyde de carbone. L'eau va alors s'infiltrer dans des fissures et amplifier le processus en créant ensuite des réseaux karstiques. (Bakalowicz, 2003).

Ce phénomène a lieu entre Montacher-Villegardin et Cheroy, où il y a la présence de nombreux gouffres ou zones de pertes. Les eaux superficielles s'infiltrent dans ces fissures et rejoignent la nappe, par conséquent, le Lunain peut se retrouver à sec plusieurs mois dans l'année sur certains secteurs. Lorsque la craie n'est plus affleurante, à l'aval de Lorrez-le-Bocage-Préaux, plusieurs zones de résurgences et de sources apparaissent, ce qui permet d'alimenter le Lunain qui redevient une rivière permanente.

D'après des recherches historiques effectuées par Isabelle MICHAUT-PASCUAL, présidente de la société d'histoire du bocage Gâtinais, le premier gouffre qui apparaît dans les traces écrites, date de 1770 à Cheroy, le gouffre des Grandes Barreries. Les écrits disent que l'eau a disparu du jour au lendemain, les documents à l'évêché de Sens (89) racontent les efforts des habitants pour boucher les gouffres, changer le lit du Lunain, mais les gouffres ont continué à se former. De nouvelles sources ont apparues aussi à l'aval de Lorrez-le-bocage-Préaux, ce qui a conduit la population à construire de nouveaux ouvrages (lavoirs).

Ainsi, le bassin du Lunain peut être divisé en 3 parties :

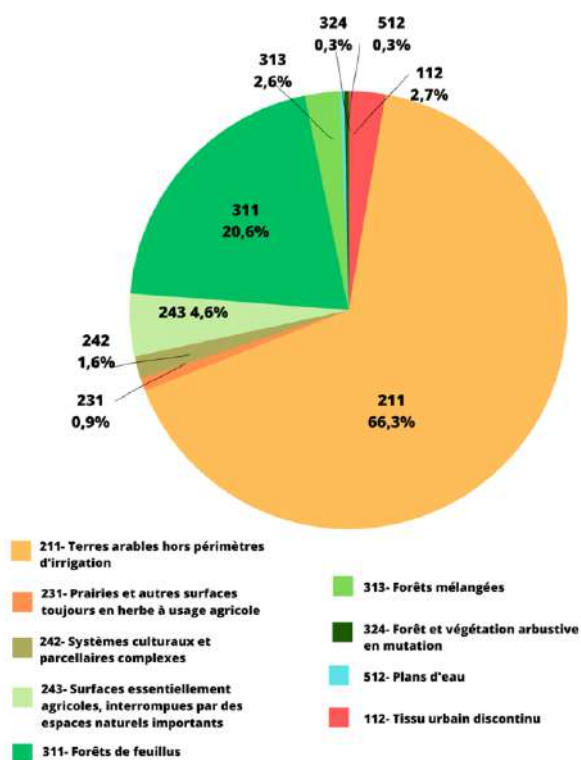
- L'amont, caractérisé par des zones de sources, principalement des résurgences de la nappe de la Craie.
- La partie centrale caractérisée par des zones de pertes : la craie y étant affleurante des réseaux karstiques se forment provoquant la formation des gouffres/bétoires. La toponymie locale le montre avec lieux-dits tels que les entonnoirs ou bien la vallée des gouffres.
- La partie aval, zone de résurgences de la nappe, qui alimente à nouveau de Lunain en eau : ces eaux proviennent de l'amont et circulent dans les réseaux karstiques.

## 1.2.4 L'occupation du sol du bassin versant du Lunain

La vallée du Lunain est majoritairement agricole, environ 73% du territoire est couvert de parcelles cultivées. Avec une dominance des grandes cultures céréalières, mais aussi de colza et maïs (Données de l'ASP de la PAC).

Les boisements de différentes strates et différentes essences occupent aussi 23% du territoire. Ces corridors forestiers se trouvent majoritairement le long du Lunain et du Dardou. Ce secteur n'est pas très urbanisé, avec seulement 0,3 %. D'après les données de Corine land cover entre 1990 et 2012, ce secteur a connu une légère évolution, avec une expansion de son urbanisation.

Occupation des sols du bassin versant du Lunain



sources: données de corine land cover 2012

Figure 9: graphique de l'occupation des sols du bassin du Lunain, données de 2012

Occupation du sol du bassin versant du Lunain

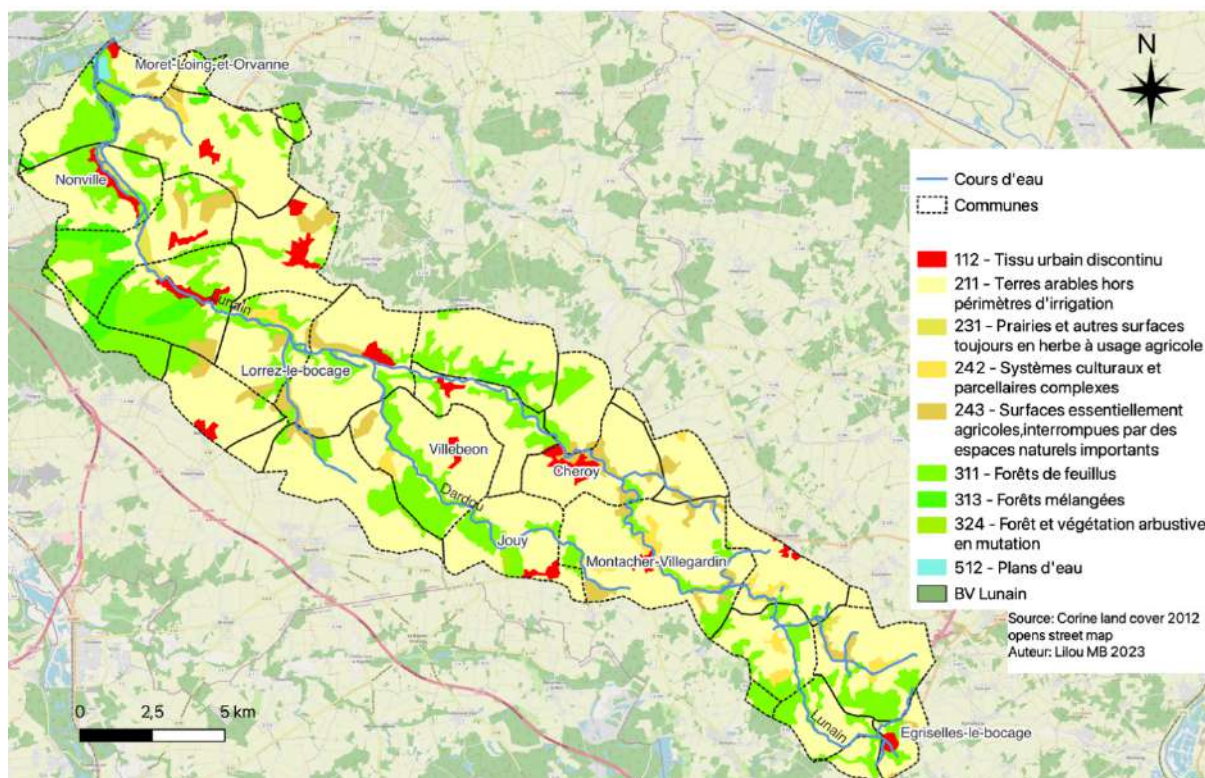


Figure 10: Carte de l'occupation des sols du bassin du Lunain

Le bassin compte une population d'environ 16 600 habitants ; la majorité des habitants venant de Cheroy et Lorrez-le-Bocage-Préaux, puis de la zone au nord du Lunain. Le chiffre n'est pas précis car certaines communes n'ont pas la totalité de leur superficie sur le bassin du Lunain.

### Enjeux et réglementation :

Le Lunain est un cours d'eau à enjeux, il est classé liste 1, ce qui interdit la construction d'ouvrages qui ferait obstacle à la continuité écologique (piscicole et sédimentaire).

Ce cours d'eau est classé comme ayant un état écologique moyen et un état chimique mauvais. Les objectifs de bon état sont maintenant fixés à 2027.

Son bassin est aussi concerné par un classement au titre Natura 2000 « rivière du Loing et du Lunain » qui est désigné au titre de la directive « habitat, faune et flore ». Ce classement est uniquement sur le lit et les rives du Lunain sur son tronçon aval, à partir de Lorrez-le-Bocage-Préaux.

## 1.3 Présentation du bassin du Dardou

### 1.3.1 Le bassin versant du Dardou, contextualisation

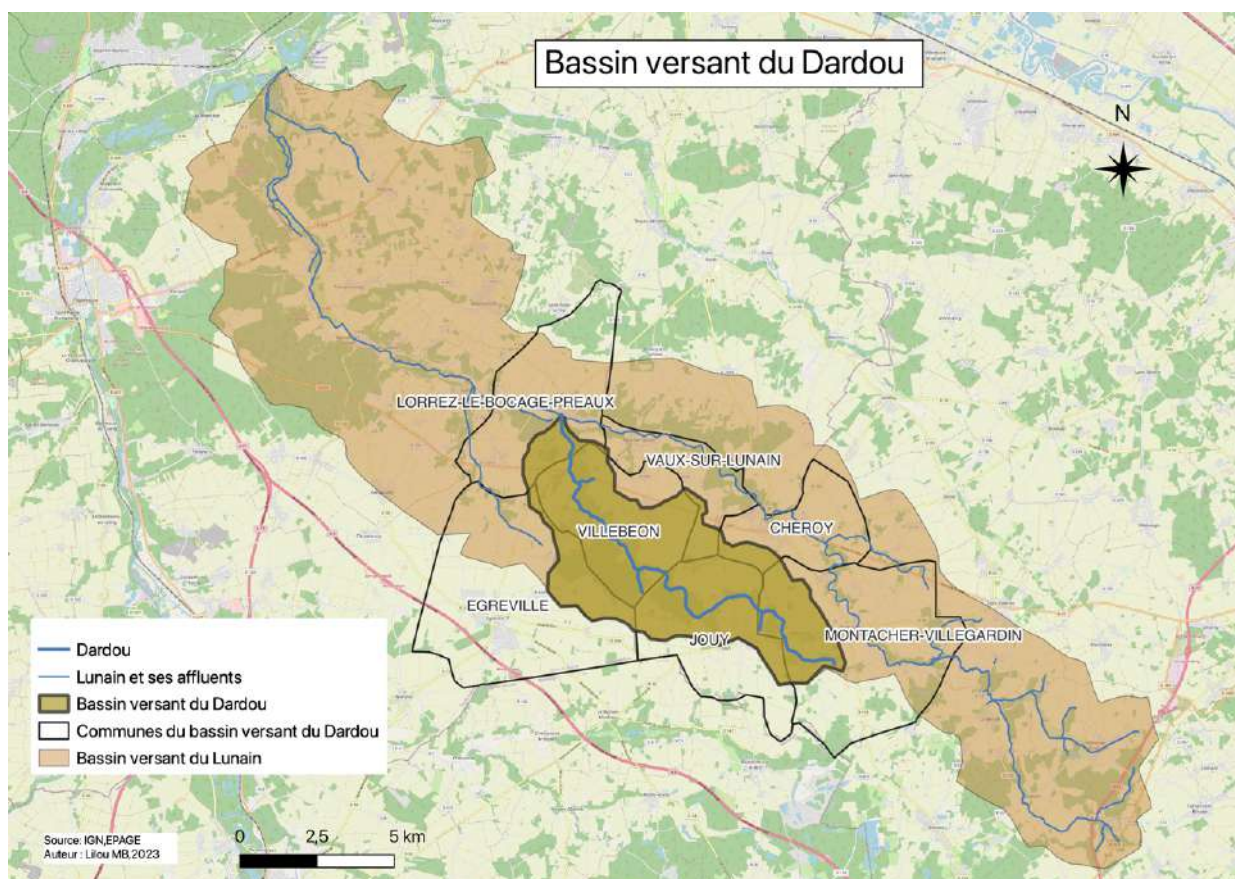


Figure 11: Bassin versant du Dardou

Le Dardou est un petit cours d'eau temporaire coulant dans le bassin du Lunain, en rive gauche. Ce cours d'eau de 15,9 km et 17,8 km avec ses affluents, traverse les communes de Montacher-Villegardin, Jouy, Villebéon et Lorrez-le-Bocage-Préaux. Il coule ainsi sur deux départements, l'Yonne et la Seine-et-Marne. La surface de son bassin versant est de 4190 ha, soit 4,1 km<sup>2</sup>. Son bassin versant s'étend sur 6 communes : Lorrez-le-Bocage-Préaux, Villebéon, Égreville, Vaux-sur-Lunain, Chéroy et Montacher-Villegardin.

Il débute sa trajectoire au sud de la commune de Montacher-Villegardin à 152 mètres d'altitude. Il naît dans le talweg d'une vallée agricole, puis récolte sur ces premiers kilomètres plusieurs exutoires de drains agricoles. Il conflue avec le Lunain à Lorrez-le-Bocage-Préaux à 98 mètres d'altitude. Le ru du Dardou a une pente plutôt moyenne de 0,34% sur l'ensemble de son linéaire.

Ce ru a fortement été aménagé au cours du temps, notamment pour l'agriculture, ce qui lui donne un aspect de fossé sur certains tronçons. Il est en majeure partie rectiligne et a été (et est encore) par endroit régulièrement curé. C'est donc un cours d'eau très peu méandriforme, avec seulement 1,05% de sinuosité sur tout son linéaire.

#### Le classement du Dardou en cours d'eau :

Ce cours d'eau a longtemps été considéré par les populations locales comme un fossé et non une rivière. Le 26 septembre 2013, le Dardou avait été identifié comme cours d'eau temporaire sur les éléments cartographiques du Schéma régional de cohérence écologique de la région Ile-de-France. En Seine-et-Marne, il n'a été classé cours d'eau par la DDT qu'en 2019 avec un arrêté préfectorale. Le 26 septembre 2013.

Il porte différents noms en fonction de l'époque, des communes et des départements : le Dardou, le d'ardoux, le Dardon, le ru de la vallée aux folles, le ru de la coulée des gouffres, le ru de Villegardin, le ru des Maurteaux. Sur la plupart des cartes de Géoportail (plan IGN, plan au 25 000<sup>ème</sup>) il n'apparaît pas en cours d'eau sur l'intégralité de son linéaire et est dessiné sur certaines zones en pointillés. Cependant, la cartographie des cours d'eau réalisée par les services de la DDT et de la conditionnalité des aides à la PAC, BCAE le retrace dans son entièreté. Ainsi, la nature du Dardou est encore aujourd'hui discutée sur le territoire, malgré son classement par les deux DDT (89 et 77) et la PAC. Certains exploitants agricoles ne le

prennent pas en compte et maintiennent le lit du Dardou comblé, ne respectent pas les bandes enherbées, ou le cure régulièrement.

### 1.3.2 Contexte climatique

La vallée du Dardou est caractérisée par un climat tempéré chaud, avec une moyenne de température de 11,5 degrés sur l'année.

Le mois de l'année le plus chaud est juillet, avec une moyenne de 19,8 degrés alors que le mois le plus froid est janvier avec une moyenne de 3,9 degrés. La fluctuation des températures entre le mois de janvier et juillet est de 15,9 degrés en moyenne.

(Données de climate Data, sur la commune de Chéroy (89) – données enregistrées de 1991 à 2021).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	3.9	4.3	7.1	10.4	14.1	17.8	19.8	19.5	16.3	12.6	7.7	4.6
Température minimale moyenne (°C)	1.4	1.1	2.9	5.7	9.5	13	15.1	14.7	11.9	9.2	5	2.1
Température maximale (°C)	6.5	7.7	11.4	14.8	18.2	22	24.2	24.1	20.8	16.4	10.6	7.3
Précipitations (mm)	65	58	56	60	69	58	60	59	56	70	70	79
Humidité(%)	84%	80%	76%	71%	73%	68%	64%	65%	70%	78%	85%	85%
Jours de pluie (jrée)	9	8	8	8	9	8	7	7	6	8	9	10
Heures de soleil (h)	3.0	4.1	6.0	8.3	8.9	9.8	10.2	9.4	7.4	5.3	3.6	3.1

Data: 1991 - 2021 Température minimale moyenne (°C), Température maximale (°C), Précipitations (mm), Humidité, Jours de pluie.

Data: 1999 - 2019: Heures de soleil

Figure 12: tableau de la climatologie de la commune de Chéroy entre 1991 et 2021, climate Data

La pluviométrie influence fortement les écoulements du ru du Dardou. Etant alimenté principalement par des exutoires de drains agricoles sur son tronçon situé à l'amont de Jouy, il se retrouve, par endroits, à sec lorsqu'il ne pleut pas, et à l'inverse, il peut connaître des débits conséquents en période pluvieuse.



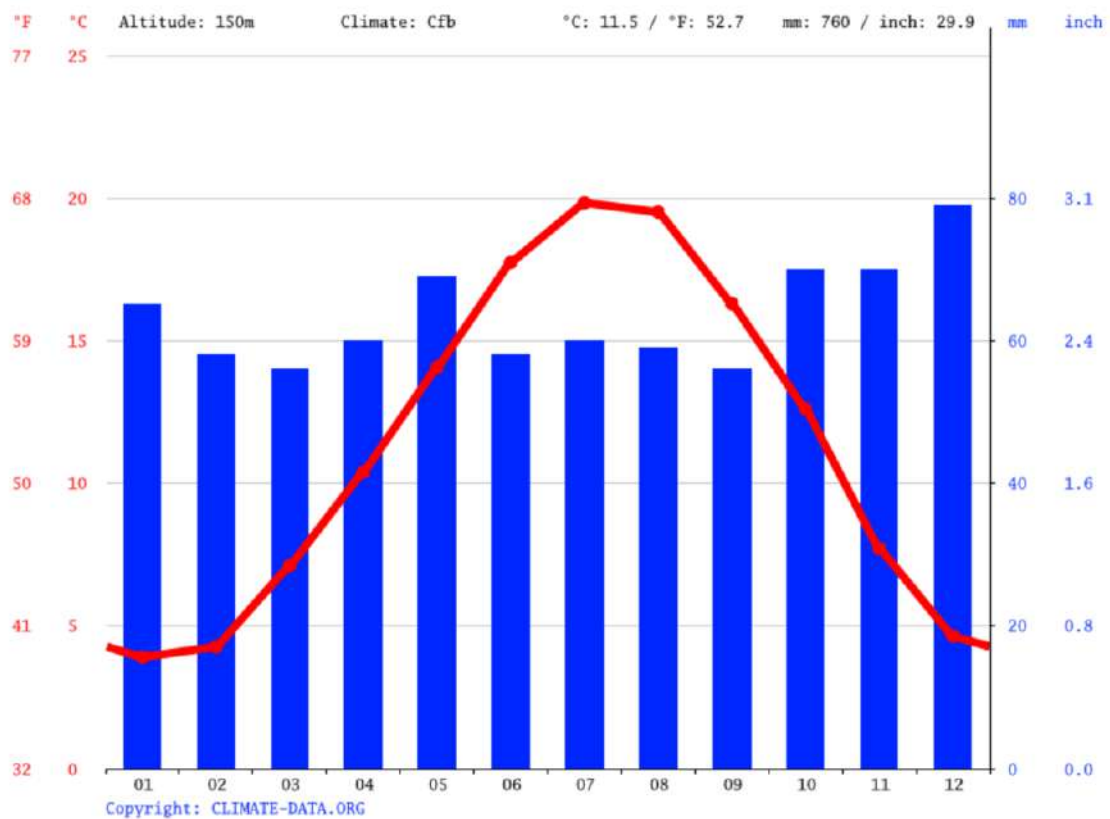


Figure 13: Graphique des températures et de la pluviométrie de la ville de Chéroy entre 1991 et 2021, climate data

Les précipitations sont assez importantes tout au long de l'année et ne connaissent pas de variations très importantes. La période qui comptabilise le moins de pluie est en mars, avec seulement 56mm, mais avec un taux d'humidité de 76%. Alors que la période la plus humide et pluvieuse, le mois de décembre, enregistre des précipitations de 79 mm et 85% en moyenne. Le diagramme montre également que le mois de mai enregistre une pluviométrie de 69mm, ce qui est élevé par rapport aux mois qui précèdent et succèdent. La moyenne des précipitations annuelles atteint 760mm et la différence entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 23mm. (Climate-data, Chéroy).

### 1.3.3 Contexte Géologique et hydrogéologique du bassin du Dardou

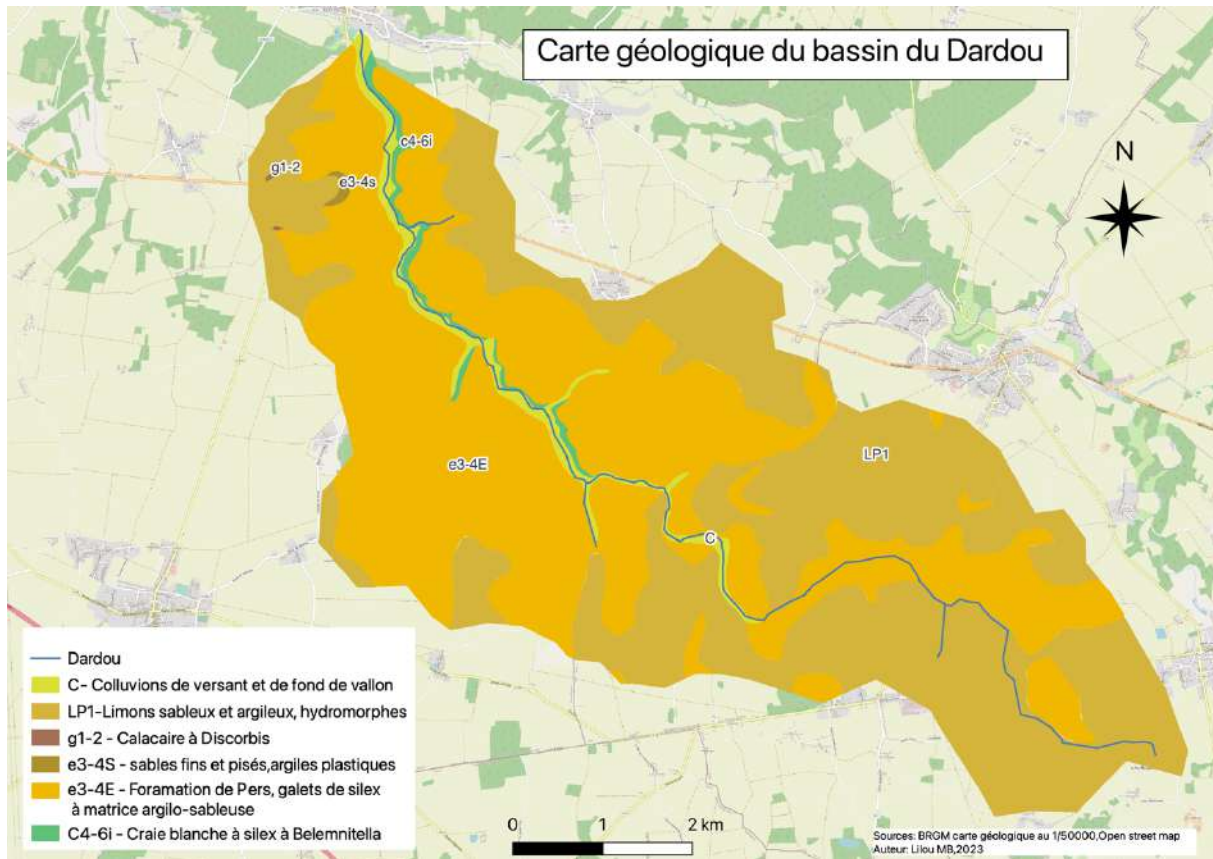


Figure 14 : Carte géologique du bassin du Dardou

L'ensemble du bassin versant du Dardou repose sur des sables, grès et argile du Sparnacien (e3-4E). Le lit majeur de Dardou se trouve sur de la Craie sénonienne (C4-6i).

A une plus grande échelle, on retrouve sur le bassin du Dardou plusieurs formations géologiques, des formations les plus jeunes aux plus anciennes :

C- Limons, sables limoneux et sables contenant des fragments de silex et de grès en quantité variable. Ces formations ont une épaisseur de plus de 2 mètres. Ces colluvions ont été constituées par l'accumulation des produits de remaniement des formations qui affleurent sur les versants. Généralement, il y a des éléments plus grossiers en profondeur puis des éléments fins en surface.

LP-1 : Une épaisseur de limons qui n'excède que rarement les 2 mètres.

E3-4S : Ces éléments fins sont très abondants sur le bassin. Ils sont conservés dans des dépressions et des poches karstiques. Ils recouvrent les sables de Brannay et la formation pers.

E3-4E: Caractérisé par l'abondance de galets de silex, qui repose sur de la craie ou une fine couche résiduelle à silex. Les formations de galets peuvent être piégés dans les poches de craie d'origine karstique. Les galets proviennent du remaniement des silex de la craie, leur forme est arrondie mais sont marqués par des chocs indiquant une reprise de matériaux usés préalablement en milieu marin (cordons littoraux d'âge paléocène indéterminé). Leur taille avoisine les 10 cm, avec un maximum de 25 cm. La matrice sablo-argileuse occupe les interstices entre les galets et peut former des lentilles sans galets.

C4-6i : Épaisseur évaluée à 40 mètres, zone assimilée au Campanien supérieur.

(BRGM, notice carte géologique de Chéroy)

### L'hydrogéologie du bassin versant du Dardou

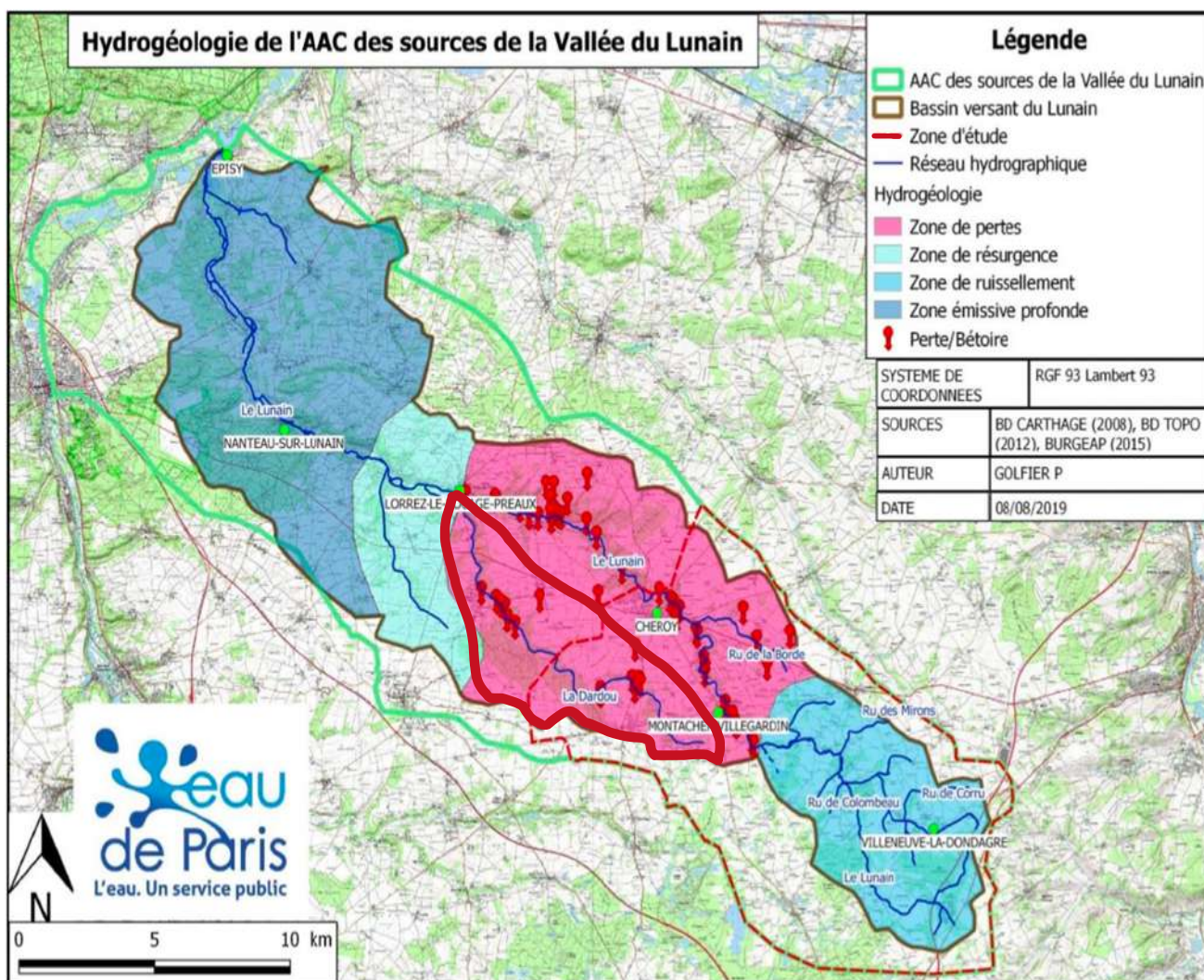


Figure 15: carte des zones de perte et de résurgence du bassin du Lunain

Le bassin versant du Dardou est situé sur un secteur karstique, avec des échanges importants entre le cours d'eau et la nappe. Eau de Paris a réalisé la carte ci-contre (*figure 15*) reprenant les zones de pertes et de résurgences sur le bassin du Lunain. Le bassin du Dardou est situé dans le secteur de pertes, avec plusieurs points d'infiltration, dans le lit mineur du Dardou.

### ESQUISSE DES COURBES ISOPIÉZOMÉTRIQUES MOYENNES (ÉTIAGE) DE LA NAPPE DE LA CRAIE SUR LE PLATEAU DE CHÉROY

D'après J. M. PANETIER (1966) modifié

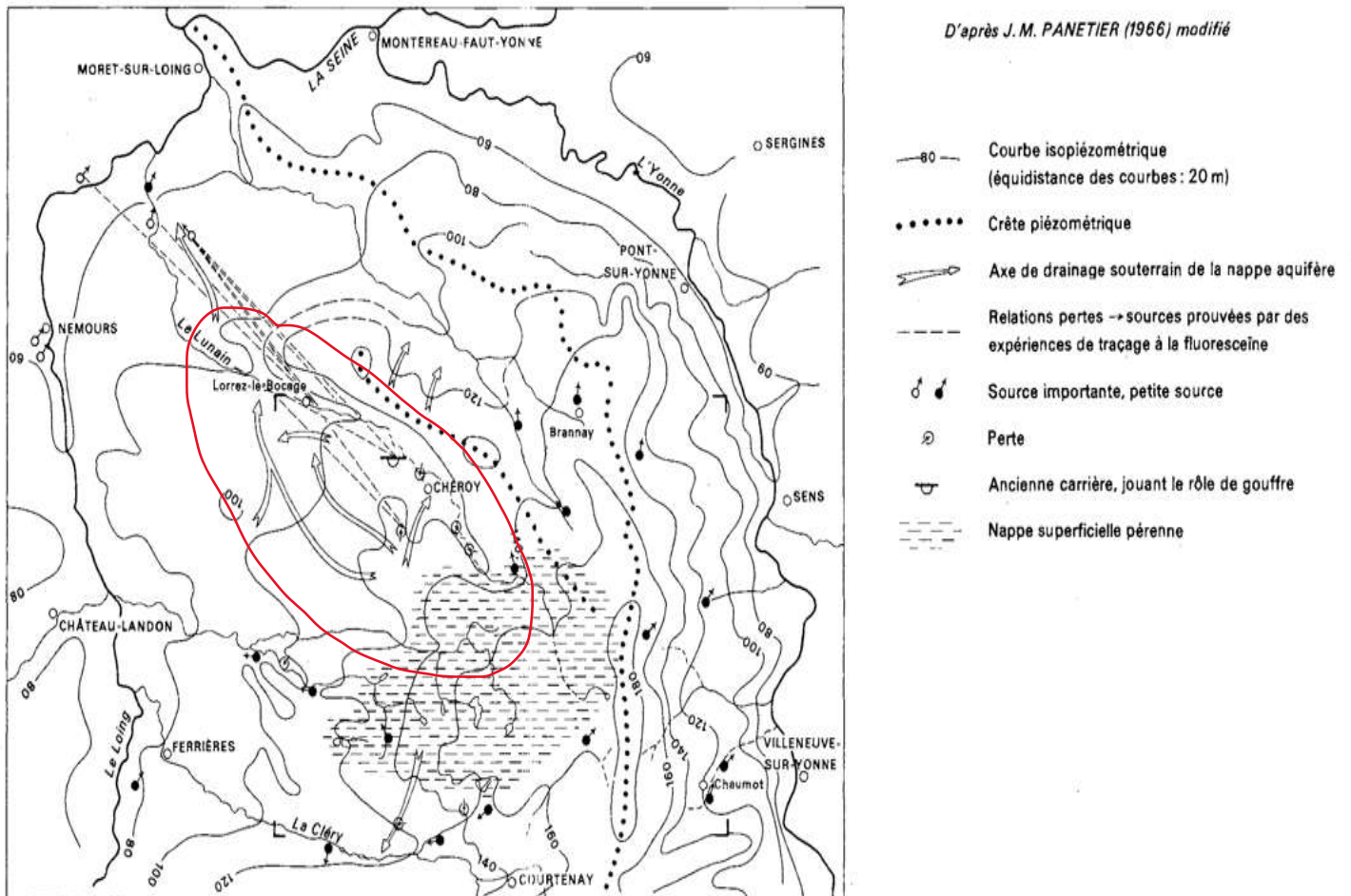


Figure 16: esquisse des courbes iso piézométriques de la nappe de la craie sur le plateau de Chéroy

A l'amont du bassin, on retrouve une nappe perchée, contenue dans les formations argilo-sableuses. L'analyse historique présente dans la partie diagnostic permet de mettre en évidence le caractère humide de cette zone et son évolution dans le temps.

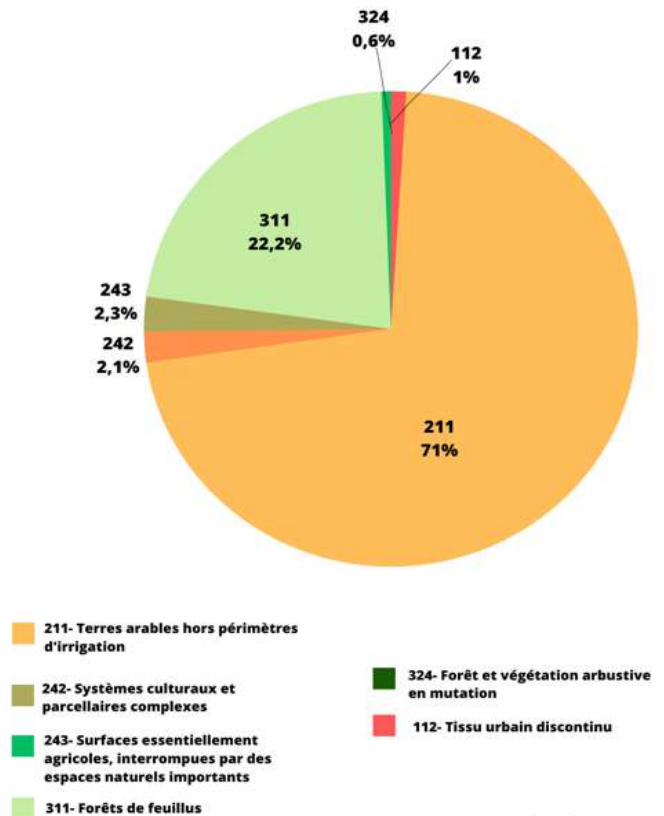
Sur l'ensemble du bassin du Dardou la nappe de la craie est présente, ponctuellement captive sous les nappes perchées (*figure 16*).

L'esquisse ci-dessus montre l'axe de drainage de cet aquifère, dont le cheminement correspond à celui du Dardou.

### 1.3.4 Occupation des sols

Ce territoire est majoritairement agricole à plus de 70 % mais présente également une part importante de forêts de feuillus (22%). Ces espaces boisés sont pour la majorité localisés le long du Dardou et sont présents depuis de nombreuses années d'après les cartes anciennes (cartes d'état-major 19ème siècle). Certains de ces boisements sont présents depuis quelques siècles ; l'occupation des sols n'a donc globalement pas beaucoup changé à l'aval du bassin sur ces secteurs boisés. A contrario, l'amont du bassin a vu ses usages changer durant ces

### Occupation des sols du bassin versant du Dardou



sources: données de corine land cover 2012

Figure 17 : Graphique de l'occupation des sols du Dardou, données de 2012

### Occupation du sol du bassin versant du Dardou

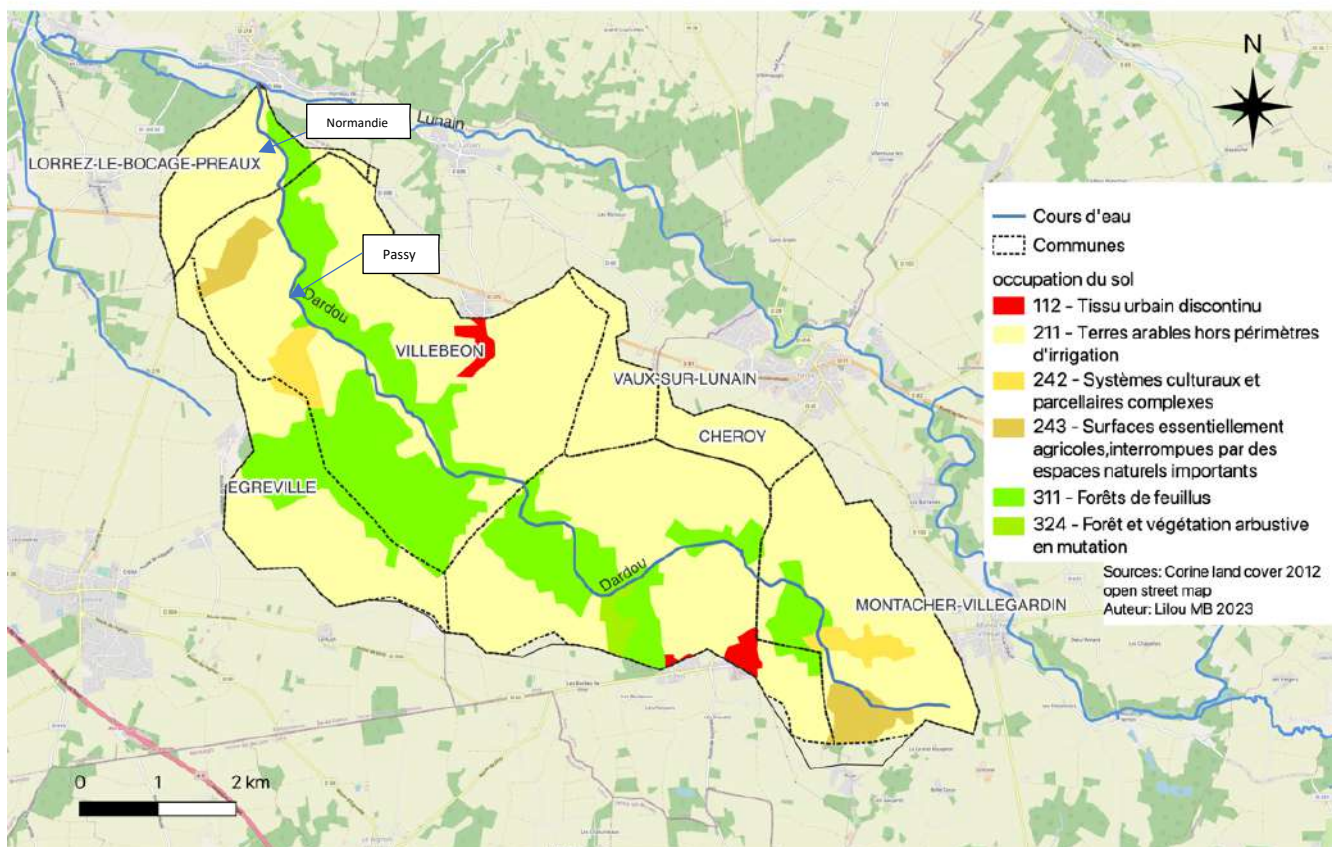


Figure 18 : occupation du sol du bassin du Dardou

deux derniers siècles, avec une diminution de boisements et prairies laissant place aux grandes cultures.

De manière générale, le bassin est très peu urbanisé. Le Dardou longe des parcelles agricoles mais ne traverse aucun jardin privé aménagé, ni cœur de villages ou villes. Les parties urbanisées des villages du bassin se trouvent en dehors des lignes de crêtes. Les seuls hameaux urbanisés présents sont la Normandie et Passy, sur la commune de Lorrez-le-Bocage-Préaux et Villebéon.

### 1.3.5 Identification des enjeux liés aux usages et à l'occupation des sols sur le territoire

#### Un territoire agricole :

Le bassin versant du Dardou est un territoire majoritairement agricole : sur l'amont du bassin on retrouve en grande majorité du blé et du colza alors qu'à l'aval bien que la dominante soit également le colza et le blé, on trouve une plus grande diversité de cultures comme des mélanges de protéagineux, sorgho, etc... De plus, le bassin du Dardou devient davantage boisé à partir de la commune de Jouy, plus précisément, à partir du hameau des blins (figure 19 et 20).

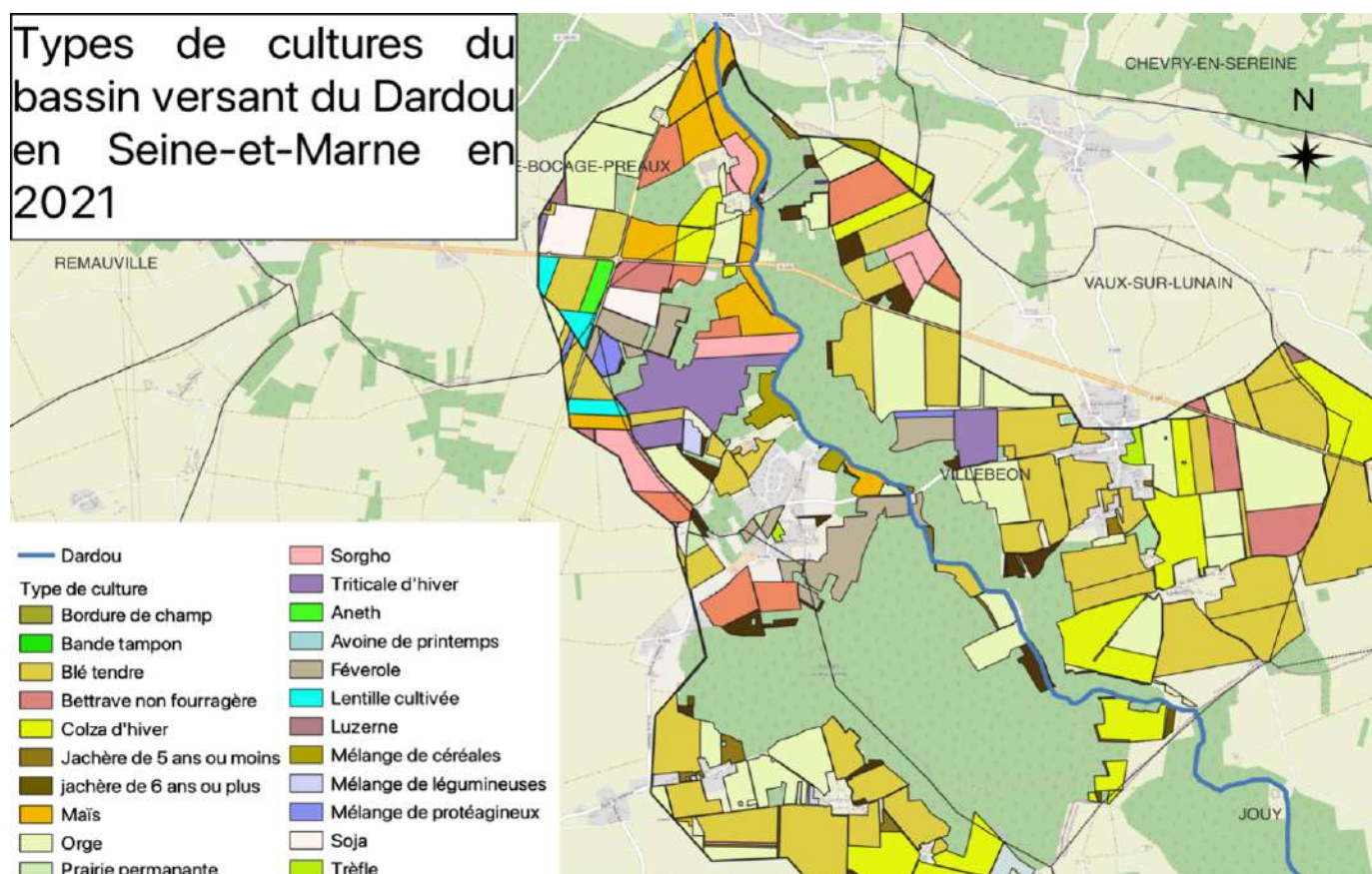


Figure 19 : Type de cultures sur la partie Seine-et-Marne du bassin du Dardou

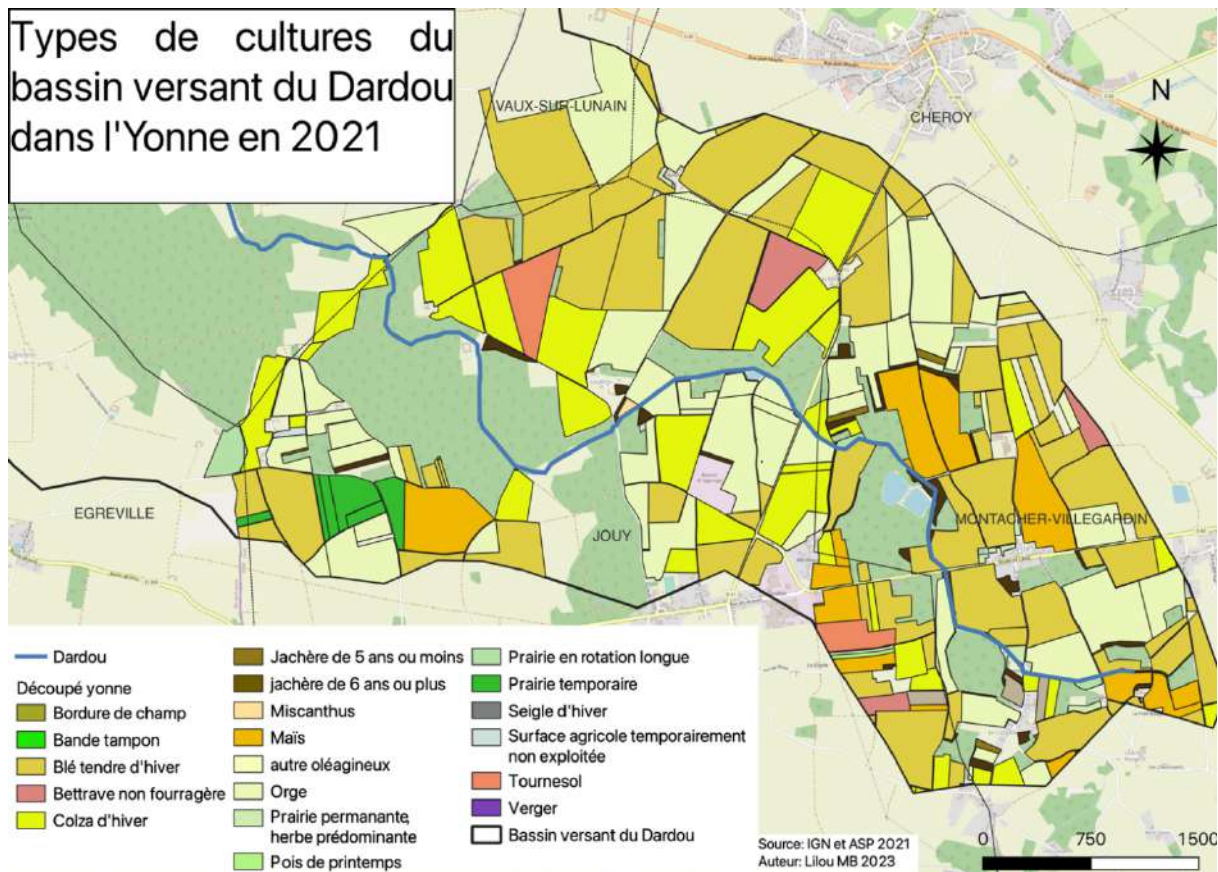


Figure 20 : type de cultures sur la partie de l'Yonne du bassin du Dardou

Le travail de Pierre GOLFIER (2019) a permis de récolter des données sur le terrain lors de son stage à Eau de Paris. Il a notamment produit une carte des zones drainées. Les données proviennent en partie de l'ASA de Montacher-Villegardin. Son étude comprend tout l'amont du bassin du Lunain ; il inclut donc l'amont du bassin du Dardou mais toutes les parcelles ne sont pas présentées dû à un manque de données (figure 21).

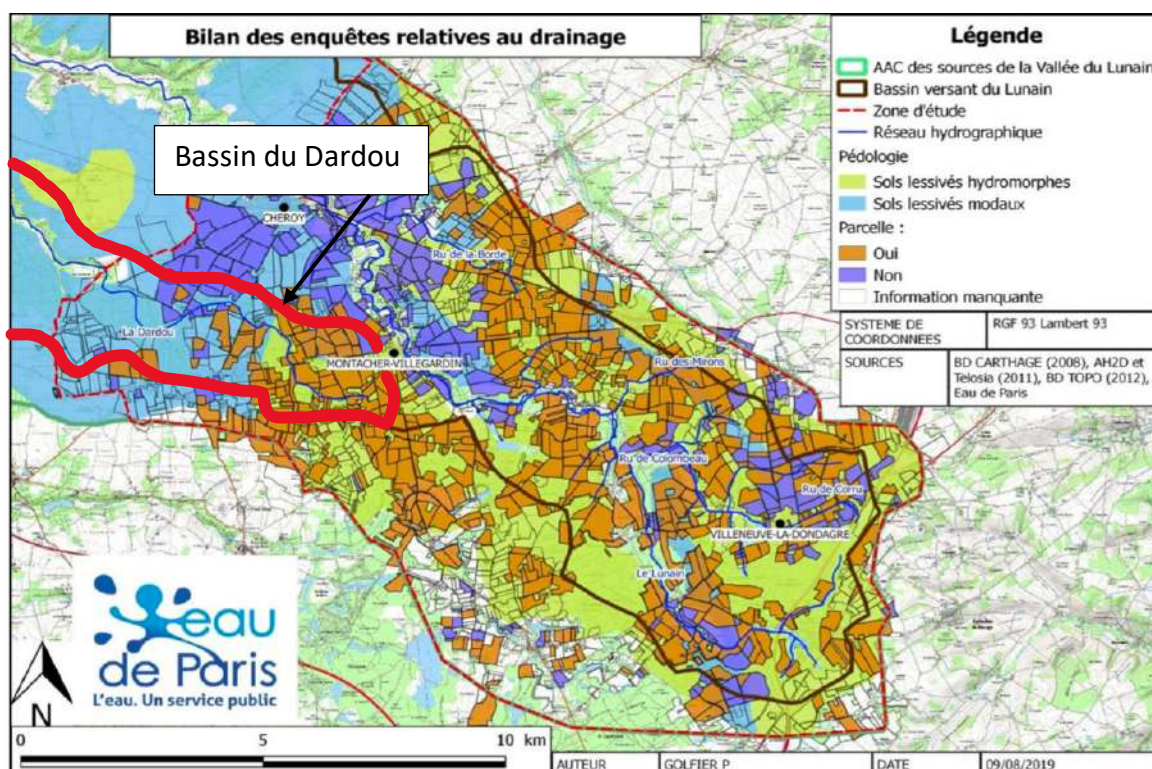


Figure 21 : Cartes des parcelles drainées, Eau de paris, P.GOLFIER

Les observations sur le terrain, cette année 2023, permettent de confirmer ces données : les drains ont été localisés et sont majoritairement répartis sur la tête du bassin du Dardou. La répartition des parcelles drainées est liée à la pédologie du sol. L'amont est constitué de sols lessivés hydromorphes alors que l'aval présente des sols lessivés modaux non hydromorphes, qui nécessitent donc moins de drainage.

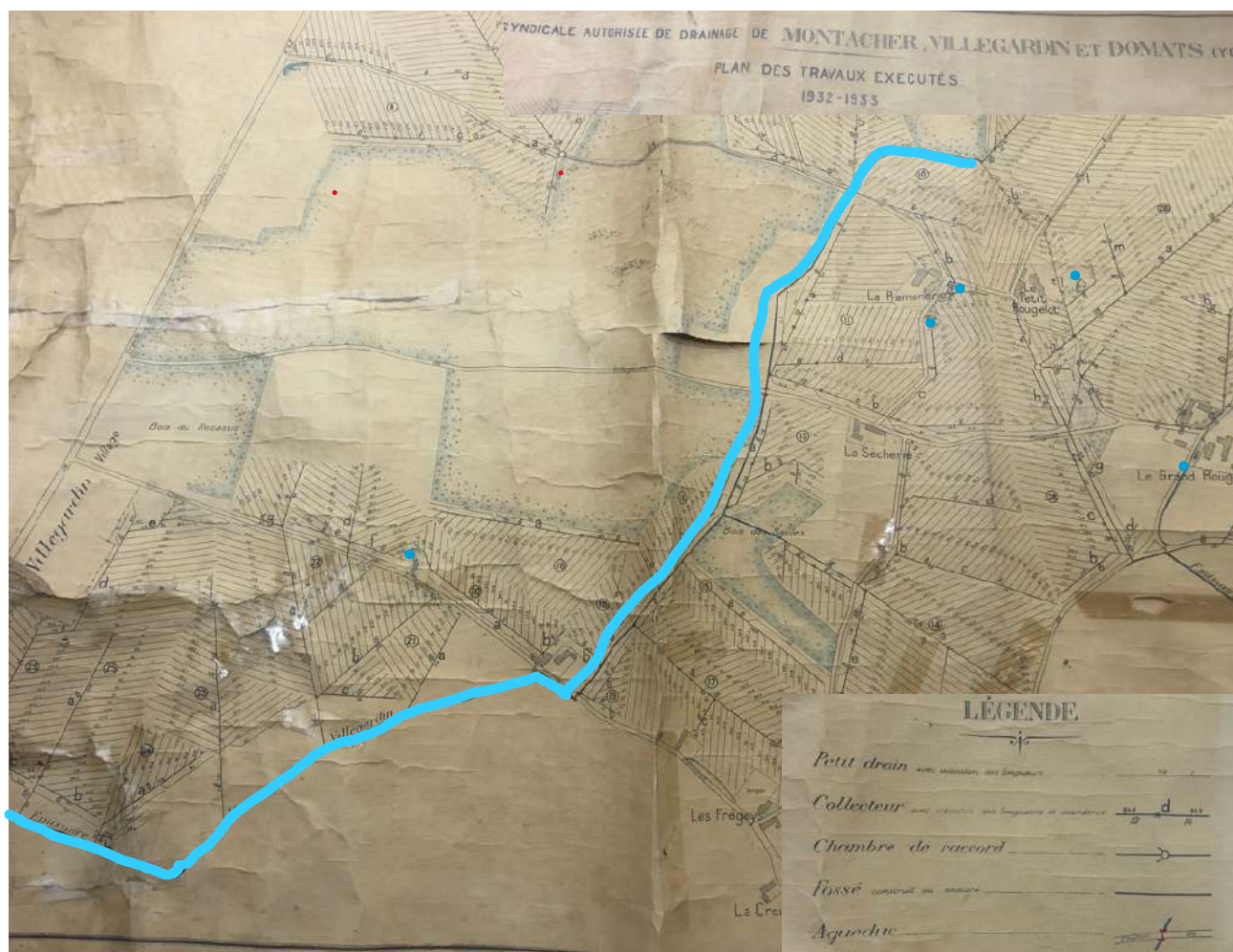


Figure 22 : Réseau de drainage Montacher-Villegardin 1932

La carte du réseau de drainage de 1932 présente aux archives de Montacher-Villegardin montre précisément les axes des drains, et leurs exutoires (*figure 22*). Le Dardou y est représenté comme un fossé (trait bleu clair) qui récolte les eaux de drainage des parcelles agricoles. La carte montre qu'il existait 5 mares sur cette partie du bassin (point bleu foncé) qui semblent avoir disparu à l'heure actuelle. Ces mares récoltaient une partie des eaux de drainage avant qu'elles ne poursuivent leur chemin jusqu'au Dardou. La comparaison avec des cartes actuelles montre que de nouvelles parcelles agricoles drainées sont apparues depuis 1932, remplaçant certains boisements, notamment en rive droite au niveau du hameau de la ramonerie et de la sècherie.



Le Dardou est vulnérable aux intrants agricoles (phytosanitaires et engrais). D'une part en raison des drains qui permettent aux molécules de rejoindre plus vite le cours d'eau et d'autre part avec le ruissellement. La topographie du bassin et les pratiques agricoles peuvent accentuer le ruissellement de surface qui peut transporter des matières en suspension ou des contaminants dilués. De plus, le Dardou se trouve sur des terrains karstiques ce qui rend les eaux souterraines très vulnérables aux pollutions à cause de l'infiltration rapide de la surface vers la nappe. L'eau qui peut être chargée en intrants s'infiltré dans les zones de pertes (les gouffres, lit infiltrant), et n'a pas le temps d'être épurée en surface et plus en profondeur par la végétation et les micro-organismes.

#### Eau potable :

Le bassin du Dardou est situé dans des zones d'alimentation en eau potable (des AAC, aires alimentation captage). L'acteur principal de l'eau sur ce territoire est Eau de Paris, cependant il y a aussi deux autres syndicats : le SIAAEP du bocage qui permet l'alimentation en eau de 5 communes et le SIVOM du gâtinais qui alimente 22 communes. Anciennement, la commune de Villebéon avait son propre captage qui se situait dans le lit majeur du Dardou. Il a dû être arrêté à cause de la qualité de l'eau qui ne respectait pas les normes de potabilisation. L'étude BAC (Bassin d'Alimentation de Captage) du SIAAEP relève qu'il y a des problèmes de qualité d'eau : teneurs en résidus de produits phytosanitaires (pesticides) supérieures aux normes de potabilité dans l'eau brute (avant traitement).

Eau de Paris est un service public né en 2009 en charge de la production, du transport et de la distribution de l'eau dans la ville de Paris. Cela représente 500 000m<sup>3</sup> d'eau potable produit par jour pour 3 millions d'usagers. L'eau de Paris provient d'eaux souterraines et d'eaux superficielles. Il existe plusieurs zones de captages aux alentours de la capitale, dont les sources de la Vallée du Lunain qui produisent 25 000 m<sup>3</sup> d'eau en moyenne par jour. Le captage est situé dans l'aquifère de la craie fissurée du Sénonien, les débits sont plutôt stables mais la qualité de l'eau connaît des variations. Depuis 2014, Eau de Paris mène un programme d'action agricole sur les sources de la vallée du Lunain, afin de diminuer la pollution diffuse principalement générée par le monde agricole et ainsi améliorer la ressource en eau. Le Dardou étant situé sur l'AAC de la Genevray et l'AAC de Villemer, il fait partie de ce programme. Le captage de Villemer a été classé prioritaire par l'État en 2009 et fait l'objet d'une étude de délimitation de la zone à enjeux. Eau de Paris est un acteur essentiel dans la gestion et l'aménagement de ce territoire, il mène aussi un programme d'acquisition foncière afin de proposer des baux environnementaux aux agriculteurs, ainsi favoriser une agriculture extensive et responsable.

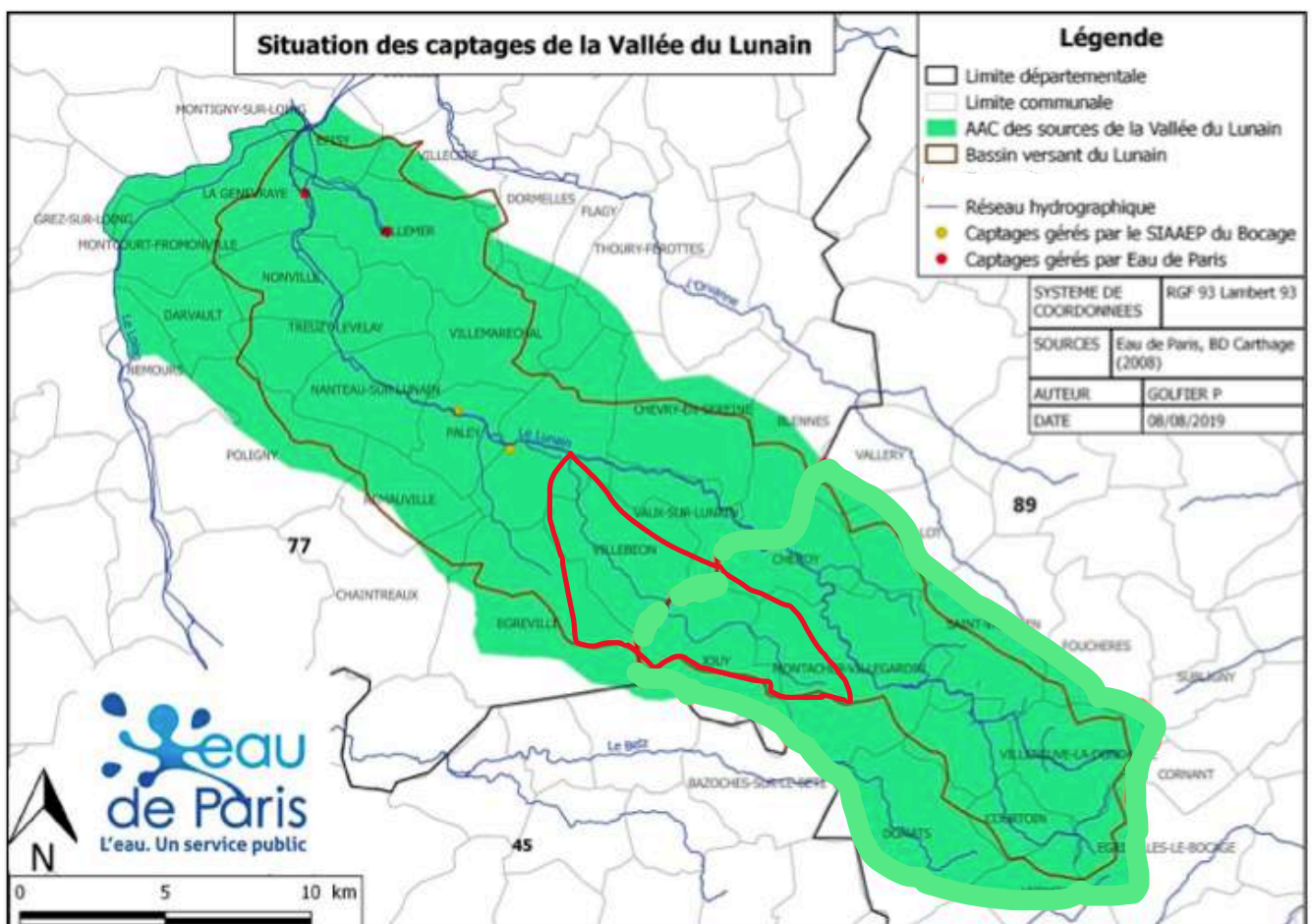


Figure 23 : Carte de Eau de Paris, Aire d'Alimentation de Captage (AAC) des sources du Lunain, P. GOLFIER

Eau de Paris a été un acteur essentiel dans le classement du Dardou au titre des cours d'eau, ils sont à l'origine de nombreux échanges avec la DDT de seine et marne. Notamment pour que les propriétaires, en particulier les exploitants agricoles respectent la réglementation en vigueur (bande enherbée, respect du lit mineur du cours d'eau, ne pas curer le lit, entretenir la végétation).

#### Système de traitement des eaux usées :

Le bassin versant est impacté par deux rejets :

-Le rejet de la station d'épuration de la commune de Jouy qui traite les eaux avec un lagunage naturel. Cette station est conçue pour 350 HE (équivalent habitants) et traite environ 173 m<sup>3</sup> de boues par jour, d'après les données de Eau de France, elle est aux normes sur tous les paramètres (DBO5, DCO, équipements).

-L'assainissement non collectif de la Mardeleuse, qui coule dans un bras du Dardou. Suite aux observations et aux analyses, les boues semblent riches en nitrate et phosphate.

#### Eurial :

L'entreprise Senoble a été créée en 1921 sur la commune de Jouy ; il s'agit d'une entreprise agro-alimentaire spécialisée dans la transformation des produits laitiers. En 2012, Eurial rachète le site de Jouy. Aujourd'hui, le site de Jouy est l'un de leur principal site de transformation en France. Il y est fabriqué : des Fromages frais, crème fraîche, yaourts fermes, yaourts brassés, flans nappés caramel, desserts en verrines.

Les eaux utilisées sont traitées par une station d'épuration en interne puis sont rejetées et stockées dans deux étangs de 3 hectares chacun. Ce sont des bassins de réserves pour l'irrigation ; l'eau contenue est donc ensuite distribuée aux agriculteurs.

Ils disposent d'un bassin d'orage situé dans l'enceinte de leurs bâtiments afin de récupérer l'ensemble des eaux pluviales du site. L'eau est rejetée dans le milieu naturel, dans un bras du Dardou au niveau du hameau de la Mardeleuse. Le rejet est constant et coule toute l'année : il est d'environ 0,001m<sup>3</sup>/s. L'entreprise réalise un suivi régulier de la qualité de l'eau. Lorsque la qualité n'est pas conforme, les eaux du bassin d'orage sont pompées pour

être traitées dans leur station d'épuration. Eural est certifié ISO 14000 : cette certification apporte la garantie que l'entreprise maîtrise ses impacts sur l'environnement et met des moyens en œuvre pour les réduire. (France-certification,2023)

Ainsi, le bassin versant du Dardou est un secteur aux multiples enjeux et usages. Certains vont avoir des impacts direct ou indirects sur l'état du cours d'eau, sa morphologie, la qualité de l'eau, la quantité d'eau. Afin de comprendre la dynamique du cours d'eau et son lien avec les différents acteurs cité ci-dessous, il est nécessaire d'analyser plusieurs paramètres.

## 2) Méthodologie mise en œuvre pour le diagnostic du Dardou

Les objectifs de ce diagnostic sont :

- Acquérir des connaissances supplémentaires et plus précises du territoire. Cela est cohérent avec les objectifs de l'EPAGE du Loing, d'amélioration de la connaissance et de restauration des cours d'eaux et milieux associés. Pour cela, il a été nécessaire de se rendre régulièrement sur le terrain et rencontrer les acteurs locaux.
- Acquérir des données fiables et scientifiques. Pour réaliser le diagnostic, il a été indispensable de rechercher et comparer des protocoles existants et d'étudier différents mémoires de recherches.
- Proposer des aménagements visant à l'amélioration de la qualité de l'eau, mais aussi des habitats et de la biodiversité.

Ce diagnostic a été réalisé en plusieurs temps, avec parfois des pauses dues au rythme de la formation suivie cette année (Figure 24). Mais aussi dues aux délais de retours des partenaires interrogés, aux conditions météorologiques et à la disponibilité du matériel.

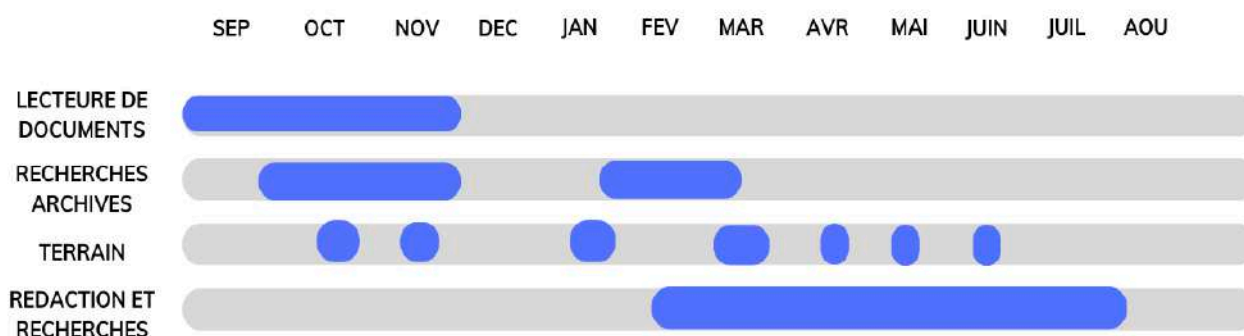


Figure 24: diagramme de Gantt de l'organisation de la réalisation du diagnostic du Dardou

### 2.1 Recherches documentaires afin d'analyser la zone d'étude

La recherche de la documentation, des archives s'est effectuée de diverses manières, auprès de plusieurs acteurs.

Afin de comprendre la dynamique actuelle du Dardou, il a été important de rechercher le maximum d'archives. Le ru du Dardou est référencé sous différentes appellations, ce qui n'a pas facilité les recherches. En effet, selon l'époque et la région, le nom diffère. Aux archives départementales de l'Yonne, il apparaît dans les documents sous le nom de ru de la coulée

des gouffres, ou fossé des gouffres. Aux archives départementales de Seine-et-Marne, il est appelé Dardou mais sous différentes écritures, parfois Dardon, d'ardoux, coulant Dardoux. Afin de trouver des informations complémentaires dans les monographies, les plans d'urbanismes, les plans cadastraux, les cartes postales, les journaux et les études, chaque commune du bassin a été consultée. Ces documents servent à connaître l'évolution du tracé du cours d'eau, ses périodes en eau, les usages sur les territoires, l'occupation des sols, en bref ; comprendre comment le Dardou est arrivé à son état actuel.

Les recherches les plus concluantes se sont effectuées dans les archives communales auprès des mairies, en rencontrant les élus et les habitants.

Les recherches ont débuté auprès de la commune de Jouy. Malheureusement, les archives n'étaient pas triées et donc difficilement accessibles. C'est en échangeant avec les élus de cette commune que des informations ont pu être récoltées, notamment sur les zones curées, rectifiées, replantées. Elle a également fourni les noms des propriétaires des parcelles en se basant sur une liste des parcelles cadastrales longeant le Dardou sur la commune.

La commune de Montacher-Villegardin fut ensuite contacté. Madame HIMBRECHTS, adjointe au maire, a apporté son aide dans la recherche de documents et des propriétaires. En particulier dans la consultation des ouvrages des délibérations du conseil municipal depuis les années 1800. Le Dardou y apparaît une fois sous le nom de ru de la coulée des gouffres dans le cadre de demande de curage en 1891. Le plan du réseau des drains sur Villegardin de 1932 provient aussi des archives communales de Montacher-Villegardin (*figure 22*).

Dans la continuité, la mairie de Villebéon a aussi été sollicitée. Aucun document n'y a été trouvé. Cependant la rencontre avec le maire a permis de se rendre sur le terrain et de prendre connaissance de problématiques, telles que : des zones inondées, des zones de pollution et des questionnements sur l'entretien du cours d'eau.

Enfin, des élus et des acteurs de la commune de Lorrez-le-Bocage-Préaux ont été rencontrés : M. CLAUDY, adjoint au maire, M. BOYER, le maire, et Madame MICHAUT-PASCUAL, présidente de la société d'histoire du bocage en gâtinais et habitante de Lorrez-le-Bocage-Préaux.

Les archives de la mairie de Lorrez-le-Bocage-Préaux ont permis de consulter plusieurs plans cadastraux anciens et d'autres documents mentionnant le Dardou. Madame MICHAUT-PASCUAL, a été d'une grande aide dans la recherche d'informations, en partageant ses propres

recherches historiques et les cotes d'archives départementales pour orienter les recherches. Permettant de trouver des photos anciennes et des plans de remembrements.

Dans le cadre des recherches de documentations historiques et réglementaires sur le Dardou, les DDT de l'Yonne et de Seine-et-Marne ont été consultées. Elles ont apporté des renseignements sur : le classement du Dardou comme cours d'eau, des problématiques traitées par leurs services (pollutions par exemple) et enfin des documents de déclaration de travaux sur le cours d'eau.

## 2.2 Prise de contact avec plusieurs acteurs du territoire, témoignages

Afin de recueillir des informations supplémentaires, d'obtenir plusieurs points de vue et prendre connaissances d'informations qui ne figurent pas dans les documents, d'autres acteurs locaux ont été rencontrés :

-Rencontre avec M. REGNARD, président du syndicat de drainage de Montacher-Villegardin et Jouy, a plusieurs reprises dans l'année, a permis de prendre conscience de la vision du Dardou dans l'esprit des usagers et des agriculteurs locaux. Cela a été l'occasion d'aborder des questions telles que : l'influence des drains sur le Dardou, l'envasement du lit, l'absence d'eau et de source.

-Rencontre avec Eau de Paris en avril 2023, acteur majeur sur le territoire qui participe à la protection de la ressource et dispose de nombreuses données. Ils sont particulièrement au fait des activités agricoles sur le territoire. De plus ils ont apporté des informations intéressantes sur l'hydrogéologie du site et leur procédure de mesure des paramètres physico-chimiques.

-Prise de contact avec Eurial en mai 2023, entreprise laitière du Jouy : demande de renseignements sur leurs usages de l'eau et leur potentielle influence sur le milieu naturel.

-Les Maires de l'ensemble des communes, de novembre à mars 2022-2023, qui connaissent particulièrement le territoire.

Ainsi, l'ensemble des documents les plus importants ont été pris en photo et classés dans un dossier archivé désormais à l'EPAGE du Loing. La vingtaine de documents d'archives trouvés vont du 18 -ème siècle à aujourd'hui, ils sont de nature très variée allant de photographies, lettres, cartes cadastrales, monographies communales, articles, rapports du BRGM, des annales, et autres. De même, pour les témoignages recueillis durant cette étude, qui ont été synthétisés pour permettre la rédaction de ce mémoire.

## 2.2 Protocole de terrain

La méthode mise en place s'inspire de plusieurs protocoles classiques de diagnostic de cours d'eau expliqués ci-après. Des paramètres ont été rajoutés/modifiés en fonction des spécificités rencontrées sur le terrain. En amont de la phase de terrain, un mail a été adressé à chaque communes qui longent le Dardou. Les numéros des parcelles cadastrales ont été communiqués dans le but de prévenir des phases terrain durant cette année. Le processus de la réalisation du diagnostic s'articule ainsi : 1ère phase de recherche de protocole, d'une méthodologie adaptée, phase de terrains de rencontre des acteurs, phase de recherches historiques auprès des archives, phase de terrain de récolte des données puis analyse et traitement de la donnée.

### 2.2.1 Délimitation des tronçons

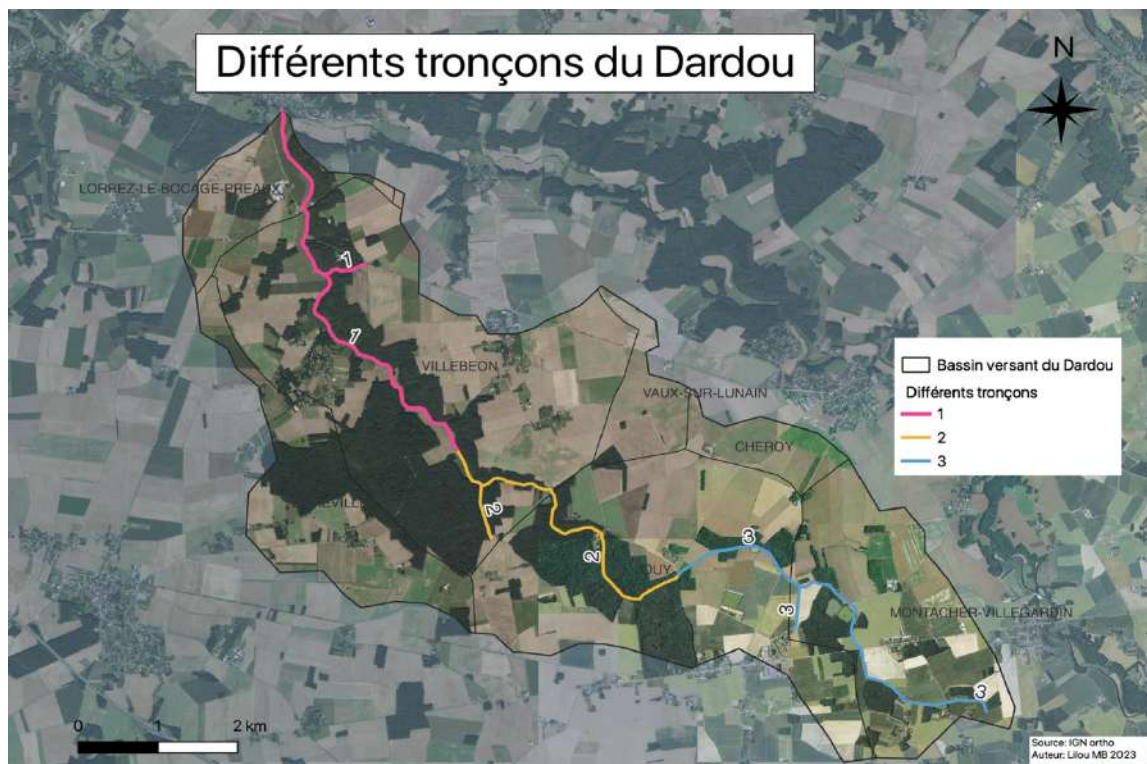


Figure 25 : Tronçons du Dardou



Afin de structurer la récolte de donnée et de faciliter l'organisation des phases terrain, le linéaire du Dardou a été séparé en 3 tronçons. Ils ont tous des spécificités et des fonctionnements différents. Lors de la prospection terrain, le cours d'eau a été parcouru de l'aval vers l'amont. C'est pour cela que le tronçon à l'aval porte le chiffre 1 et le tronçon à l'amont porte le chiffre 3. Ces différents tronçons ont été classés selon l'occupation du sol, la ripisylve et la dimension du lit mineur. Car ce sont 3 facteurs qui marquent le plus les modifications du cours d'eau et sont les plus susceptibles de l'impacter, ils représentent aussi clairement les usages et les pressions du territoire sur ces zones.

- Le premier tronçon : d'une longueur de 6,53 kilomètres, ce tronçon à l'aval, est situé sur les communes de Lorrez-le-Bocage-Préaux et Villebéon. Il est très **rarement en eau** : lors de cette année 2022-2023, il a été à sec constamment. Quelques photos montrent son état lorsqu'il est en eau lors d'années pluvieuses (annexe 3 et 4). Ce tronçon a sur l'entièreté de son linéaire, la **rive gauche boisée et la rive droite cultivée**. Sur ce tronçon, Le Dardou a le même type de lit, avec une largeur et une profondeur similaire (environ 100cm de profondeur plein bord et 200cm de largeur plein bord). Ce tronçon est très agricole avec un lit totalement rectifié.



Figure 26 : Photo du tronçon 1 du Dardou à Villebon le 13/03/23

A l'amont immédiat de ce tronçon le Dardou entre dans une zone boisée ; le second tronçon débute à cet endroit.

- Le deuxième tronçon : d'une longueur de 5,2 kilomètres, est situé sur la partie médiane, sur les communes de Villebéon et Jouy. Ce tronçon traverse une **zone boisée sur les deux rives**. L'aval est très souvent à **sec**, ce tronçon commence avec une prairie humide, où l'eau semble couler et se disperser quelques semaines dans l'année. Il s'agit de l'une des principales zones de perte du Dardou. En remontant vers l'amont dans les boisements, l'eau apparait petit à petit, jusqu'à arriver au pont des blins à Jouy, où il y a de l'eau toute l'année. Ce tronçon a comme particularité d'avoir été peu modifié et a un **aspect naturel** avec des formations de méandres, la présence d'une granulométrie proche de celle du Lunain, un **faible encaissement**, etc. Il peut être considéré comme un **tronçon de référence** et permet de comprendre la dynamique du Dardou sans rectification du lit, sans ouvrage et sans curage récurrent. Ce caractère naturel disparaît et commence ainsi le 3<sup>ème</sup> tronçon.



Figure 27: Photo du tronçon 2 du Dardou à Jouy le 03/04/23

- Le troisième tronçon : d'une longueur de 6,1 kilomètres, à l'amont du bassin, passe par Jouy et Montacher-Villegardin. Il est en **eau toute l'année** sur la grande majorité de son linéaire, en particulier après le rejet de Eurial. En amont de cette laiterie, le Dardou coule aussi mais le débit est plus faible. En période de pluie les **drains** l'alimentent, et en période sèche, seul un petit filet d'eau persiste au fond du lit. Ce tronçon traverse des **parcelles agricoles drainées** et le lit du cours d'eau est **rectiligne** et très **encaissé**.



Figure 28 : Photo du tronçon 3 du Dardou à Montacher-Villegardin le 16/03/23

Au sein même de ces tronçons, se trouvent des zones différentes, c'est pour cela que le diagnostic qui suit détaillera paramètres observés au sein de ces tronçons.

## 2.2.2 Explication et justification des paramètres pris en compte dans le protocole

### **Les paramètres hydromorphologiques et biologiques**

Il existe plusieurs protocoles de terrain pour analyser les cours d'eau. Les recherches ont consisté à trouver la méthode la plus pertinente et cohérente avec la spécificité du bassin versant du Dardou. Pour cela, plusieurs protocoles existants ont permis de mettre au point une méthode de travail sur le terrain. Voici les protocoles utilisés :

-CARactérisation HYdromorphologiques des Cours d'Eau (CARHYCE) :

Ce protocole créé par l'OFB permet de diagnostiquer l'hydromorphologie des cours d'eau ; il est très complet et précis. Il représente un socle de base mis à disposition des gestionnaires afin de proposer une harmonisation dans les suivis de cours d'eau sur l'ensemble des territoires Français. Cependant, il n'est pas simple à appliquer dans le cadre du diagnostic du Dardou. Il demande de faire les phases terrains lorsque le cours d'eau est en eau et a un débit moyen ; il ne faut donc pas que ce soit en période d'étiage sévère. Or, le Dardou est à sec sur la majorité de son linéaire, et les débits sont très variables. De plus, les phases de terrain nécessitent des moyens humains importants (6 personnes sont recommandées). Le protocole n'a donc pas été appliqué. Cependant, certains paramètres de CARHYCE ont inspiré la méthodologie de ce diagnostic, notamment en reprenant leur grille de référence sur la granulométrie et les données de caractérisation de la ripisylve.

-Réseau d'Évaluation des Habitats (REH) : crée par Thibault VIGNERON et les agents du CSP (Conseil Supérieur de la Pêche), ce protocole vise à procéder à l'évaluation du niveau d'altération de la qualité de l'habitat des cours d'eau. La méthode utilisée pour diagnostiquer le Dardou s'est inspirée du REH, pour les paramètres pris en compte. Cependant, les calculs permettant l'expertise du niveau d'altération n'ont pas été faits dans ce travail ; les résultats seraient biaisés à cause du réseau karstique et des tronçons à sec du Dardou. Le REH a inspiré ce diagnostic dans la mesure où il sépare le cours d'eau en plusieurs tronçons qui peuvent varier de plusieurs km. En fonction des facteurs de modifications physiques naturelles ou anthropiques, par exemple : changement de type de vallée, de largeur, de profondeur, de débit, d'occupation des sols, ...

De plus, cette méthode demande d'identifier un tronçon de référence, qui comporte un aspect naturel et fonctionnel. Le tronçon 2 du Dardou peut être un tronçon de référence pour

l'hydromorphologie. Cependant, son sa particularité d'être à sec ne lui permet pas d'être une zone de référence pour la vie aquatique.

-Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station (IAM) : mise au point par direction du CSP (DEGIORGI et al. 1994-1996) et finalisée par teleos (bureau d'étude suisse), cette méthode est basée sur l'évaluation la qualité de l'habitat pour la vie piscicole. Étant donné que le Dardou est intermittent sur la majeure partie de son linéaire, la vie piscicole ne semble pas très développée. Cependant, ce protocole liste plusieurs types d'habitat et classe leur pertinence pour la faune aquatique (ex : les hydrophytes, les branchages immergés, ...).

-Fiche terrain de P. CHARRIER : Dans le cadre d'une formation d'hydromorphologie suivie cette année 2023 au sein de l'EPAGE, P. Charrier, docteur en hydromorphologie, a partagé son protocole ainsi que sa fiche terrain avec l'ensemble des paramètres qu'il prend en compte. Cette fiche a permis d'améliorer la fiche méthodologique pour le Dardou en cours de construction.

Comme expliqué précédemment, le protocole mis en place sur le Dardou est inspiré de protocoles existants et prend en compte les caractéristiques du cours d'eau.

Pour récolter les données et les traitées, des SIG ont été utilisés. Particulièrement Qfiel, qui est une application pour téléphone ou tablette, il permet de charger les couches réalisées au préalable avec Qgis et de numériser en direct des données acquises sur le terrain. Ces données ont ensuite été traitées avec Qgis. Chaque paramètre a sa couleur et son signe associé. Les données sont rentrées dans des tables attributaires.

La morphologie du lit (géométrie : point) : Sur le terrain, un point est rajouté à chaque changement significatif de la morphologie du lit, la distance n'est donc pas régulière.

Cette table attributaire contient 4 champs : la largeur plein bord en haut de berge, la largeur de la lame d'eau, la hauteur plein bord en haut et berge, la hauteur de la lame d'eau et un champ pour un commentaire (photo associée, s'il n'y a pas d'eau).

Granulométrie (géométrie : point) : Une grande partie du lit du Dardou n'est pas en eau, il n'y a donc pas ou très peu de matériaux qui peuvent être transportés (il y a certains amas

ponctuels). Deux champs ont été renseignés, le type de granulométrie présente (*figure 29*) et un commentaire associé (photo). Sur le terrain, une fiche a été plastifiée et complétée sur site : elle provient de l'OFB dans le cadre du protocole CARHYCE (annexe 2).

**Tableau 1 : Echelle granulométrique de Wentwoth modifiée**







Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Dalles ( <i>dont dalles d'argile</i> )	>1024	D
Rochers	>1024	R
Blocs	256 - 1024	B
Pierres grossières	128 - 256	PG
Pierres fines	64 - 128	PF
Cailloux grossiers	32 - 64	CG
Cailloux fins	16 - 32	CF
Graviers grossiers	8 - 16	GG
Graviers fins	2 - 8	GF
Sables	0,0625 - 2	S
Limons	0,0039 - 0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A
Vase	sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins	V
Terre végétale	points hors d'eau très végétalisés	TV

*Figure 29 : tableau du classement de la granulométrie, CARHYCE OFB*

Végétation dans le lit (géométrie : point) : Prise en compte particulièrement des hélophytes implantés ponctuellement sur le linéaire, mais aussi des arbres qui poussent dans le lit ou des Ronciers denses. La table contient deux champs : l'espèce et un commentaire (densité et photo associée).

Les habitats (géométrie : point) : identification de certains habitats du protocole IAM.

La ripisylve (géométrie : polyligne) : L'ensemble du linéaire a été identifié. La table contient 4 champs : la strate (arbustive, arborée et arbustive-arborée), l'espèce dominante, la largeur et la continuité avec la fiche du protocole CARHYCE de l'OFB (*figure 30*).

Absence	
Isolée	
Espacée-régulière	
Bosquets éparses	
Semi-continue	
Continue	

*Figure 30 : continuité de la ripisylve, OFB, CARHYCE*

Les bandes enherbées (géométrie : polyligne) : Toutes les rives occupées par des parcelles agricoles ont été répertoriées. Les champs de la table sont : la largeur de la bande enherbée et l'espèce dominante lorsqu'elle a pu être déterminée ou si elle représente une particularité (ex : les orties qui sont nitrophiles).

Les embâcles (géométrie : point) : Il est intégré la nature de l'embâcle (bois morts, tronc...), s'il forme un obstacle à l'écoulement et une photo.

Les ouvrages (géométrie : point) : les champs de la table sont : la commune, le type d'ouvrage (ex : pont busé, pont dalot...), l'usage (ex : route communale, passage forestier...), les matériaux (ex : béton, pierre...), les caractéristiques géométriques (la longueur, le diamètre (si buse), l'état et une photo de l'ouvrage.

Les secteurs busés (géométrie : polyligne) : comprenant la longueur du busage.

Les rejets (géométrie : point) : quatre types de rejets possibles : drainage, assainissement, domestique et autre, puis une photo associée au rejet.

Prélèvement (géométrie : point) : Il est difficile d'avoir davantage de données sur les prélèvements, ils ne sont pas tous déclarés. Leur présence est alors simplement géolocalisée avec une photo.

Autre (géométrie : point) : Quelques éléments qui ne rentrent pas dans une case mais peuvent apporter des indications sur le milieu ou la dynamique du Dardou (ex : photo d'une trace d'eau sur un arbre dans une zone à sec, pollutions visibles...).

### **Les paramètres physico chimiques**

L'EPAGE du bassin du Loing est équipé d'un photomètre, mesurant les nitrates et les phosphates, et d'une sonde multi paramètres. Ces deux outils proviennent de HANNA INSTRUMENTS : en début de stage un agent de cette société s'est rendu dans les locaux de l'EPAGE pour former à l'utilisation des machines.



Figure 31 : sonde multi-paramètre et photomètre, Hanna instruments 2022

Les analyses avec **la sonde multi paramètres** se sont fait directement dans le cours d'eau, les paramètres analysés sont :

- La température : Elle joue un rôle majeur dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. La température influence les espèces directement, en impactant la distribution des espèces migratrices, les relations entre les proies et les prédateurs, la survie et la croissance des espèces. De manière indirecte, elle influence le processus de production primaire avec la croissance des végétaux, la décomposition et le taux d'oxygène dissous disponible dans l'eau (Hanna et Gardner, onema, 2015). Les facteurs impactant la température sont multiples, la principale étant les conditions atmosphériques et les échanges avec la nappe. Les ouvrages sur cours d'eau peuvent aussi influencer un réchauffement de l'eau. Mesurer la température peut aussi donner des indices sur les zones de sources qui sont pratiquement toute l'année entre 10 et 13 degrés (OFB, guide technique interactions nappes/rivière, 2017).
- Le PH : Il est influencé par divers facteurs : naturels tels que la géologie, l'activité photosynthétique des plantes, le taux de matière organique ou anthropiques tels que les rejets industriels, domestiques, le ruissellement en fonction de l'occupation des sols. Le pH est un facteur limitant pour la faune et la flore aquatique, les espèces ont des taux de tolérance très variables, mais une eau trop acide ou trop basique empêche la vie de se développer. Le pH doit se trouver entre 6,5 et 9 (M. RENAUD, S. MILOT, 2020).
- La conductivité : Elle permet de mesurer le taux de sels minéraux dans l'eau en calculant la capacité de l'eau à transmettre l'électricité. Il y a plusieurs facteurs naturels qui influencent le taux des sels minéraux. Certains proviennent de la roche

qui se dégrade avec le temps puisque certaines roches vont augmenter la conductivité. La température fait fluctuer la conductivité : lorsque l'eau se réchauffe, la conductivité augmente ; l'évaporation enlève l'eau mais pas les sels, qui se densifient alors. Mesurer la conductivité permet de cibler de potentielles zones de sources, car la conductivité y est plus élevée. Mais aussi des zones de pollutions comme des eaux usées. Au-dessus de 500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , la conductivité devient un facteur limitant pour le développement de la vie aquatique d'eau douce. La sonde mesure la conductivité en deux parties, conductivité spécifique, (la machine donne la valeur dans une eau à 25 degrés), puis la valeur réelle, avec la température au moment donné (datastream, 2021).

- L'oxygène dissous : Ce paramètre essentiel pour la vie et le développement de la faune est principalement influencé par les échanges avec l'atmosphère et le taux d'organismes photosynthétiques. Les eaux froides vont avoir des teneurs en oxygène dissous plus élevées que les eaux chaudes. En dessous de 3-4 mg/l la vie aquatique devient pratiquement impossible car il n'y a pas assez d'oxygène pour permettre la respiration des organismes.

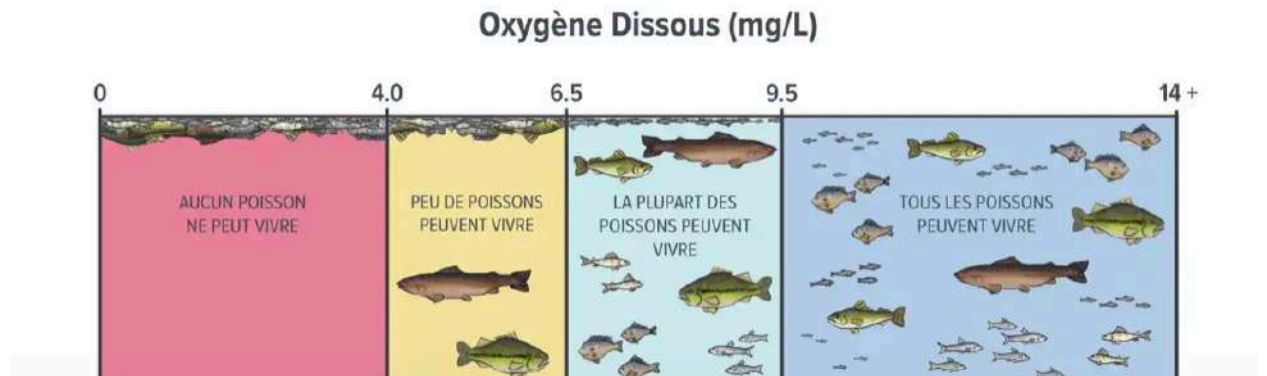


Figure 32 : l'oxygène dissous nécessaire à la vie aquatique, data Stream, 2021

**Le photomètre** permet de mesurer deux paramètres : les nitrates et les phosphates. Tous deux sont des nutriments utilisés dans le monde agricole pour favoriser la croissance des cultures. Cependant, en excès, ils ont des effets négatifs sur le milieu naturel, notamment dans les milieux aquatiques. Ils sont à l'origine de l'eutrophisation, le milieu devient trop riche en nutriments, ce qui favorise le développement d'algues. Ces algues sont denses et empêchent la lumière de pénétrer. De plus, elles produisent une grande quantité de matière organique qui est consommée par des décomposeurs qui utilisent tout l'oxygène dissous



disponible dans l'eau. Le milieu se retrouve alors en anaérobie et la vie pour la plupart des espèces d'eau douce est impossible.

Pour analyser ces deux paramètres, des échantillons d'eau ont été prélevés sur chaque point de mesure identifié, puis ont été analysés au bureau.

Les nitrates : L'azote peut se trouver sous différentes formes : nitrate ( $\text{NO}_3$ ), nitrite ( $\text{NO}_2$ ), ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) et ammonium ( $\text{NH}_4$ ). Les nitrites et l'ammoniac peuvent être toxiques pour les organismes vivants dans l'eau. La toxicité de l'ammoniac va varier en fonction du PH et de la température de l'eau. Les nitrates sont utilisés dans les engrais agricoles, le ruissellement et l'infiltration de l'eau les conduits jusqu'aux cours d'eau.

### Classes de qualité selon SEQ-EAU

Qualité	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre
<b>Nitrates (mg/l <math>\text{NO}_3</math>)</b>	2	10	25	50

Figure 33 : tableau des taux de nitrates dans les rivières, SEQ-EAU, 2003

### Les phosphates ( $\text{PO}_4$ ) :

Cette forme du phosphore est la plus disponible pour les organismes. Le photomètre mesure aussi le phosphore total qui comprend toutes les formes du Phosphore. Les phosphates vont être la principale source de l'eutrophisation, cet élément minéral peut être stocké dans les sédiments et rester de nombreuses années dans le fond du lit de la rivière (Eau et rivière de Bretagne, 2017).

MATIERES PHOSPHOREES					
<b><math>\text{PO}_4^{3-}</math> (mg/l <math>\text{PO}_4</math>)</b>	0,1	0,5	1	2	
<b>Phosphore total (mg/l P)</b>	0,05	0,2	0,5	1	

Figure 34 : tableau des taux de phosphore en rivière, SEQ-EAU, 2003

### 2.2.3 Justification de la localisation des points d'analyse des paramètres physico-chimiques et des prises du débit

Durant cette année, 3 campagnes de mesures ont eu lieu. Une en période de moyenne eau, une en période de basses eaux puis la dernière en étiage. Réaliser plusieurs campagnes permet de comparer les résultats et de comprendre la dynamique du cours à plusieurs périodes de l'année, avec des facteurs extérieurs différents (climat, méthodes agricole, activités diverses). Cela permet aussi de cibler les Périodes les plus perturbées physico-chimiquement.

Les points ont été positionnés selon :

- La pertinence d'analyser l'eau à un endroit choisi (expliqué ci-dessous).
- L'accessibilité dans le lit du Dardou.

Les points de mesures des paramètres physico-chimiques sont au nombre de 12 et les points de mesure du débit sont au nombre de 7 (figure 35). Aucune mesure n'ont eu lieu sur le tronçon 1 car il n'a pas été vu en eau au cours de cette année, or ces mesures ne peuvent se faire qu'avec un débit minimum.

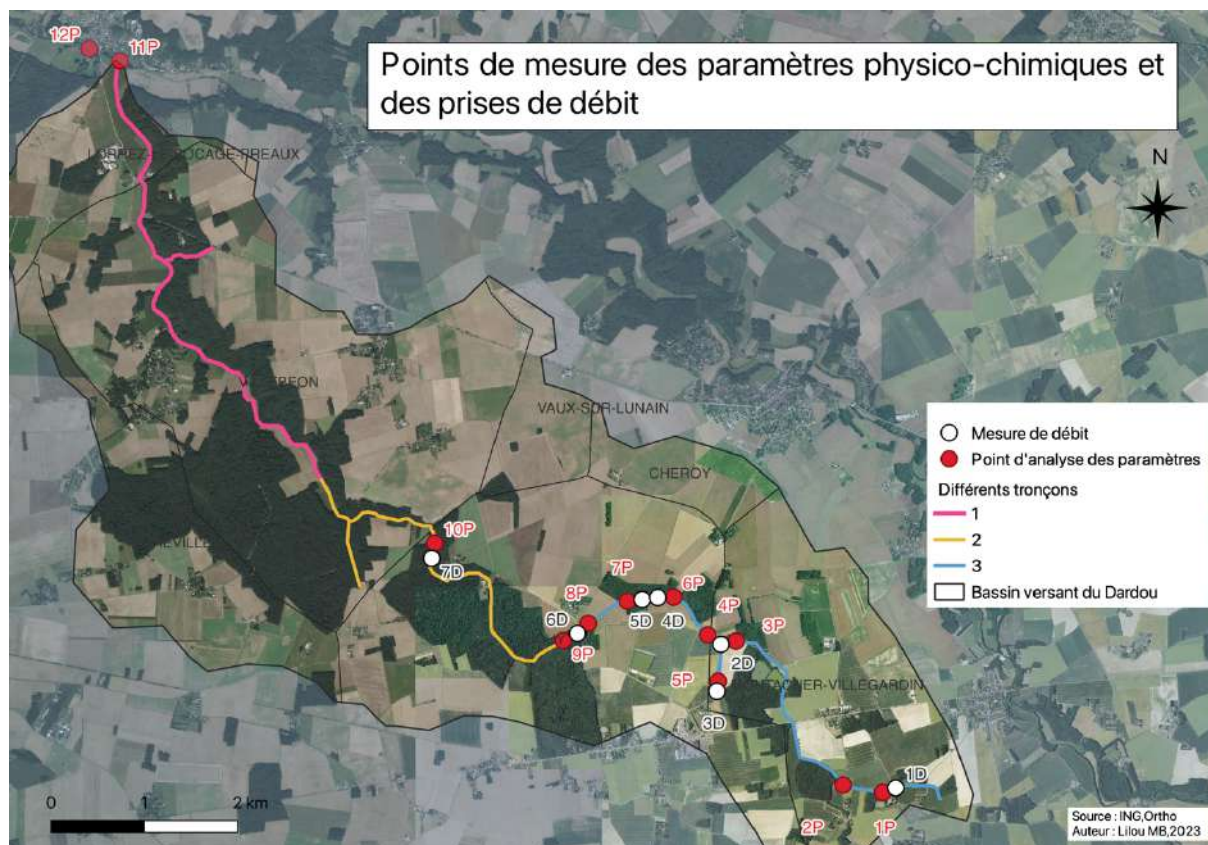


Figure 35 : Points de mesure des paramètres physico-chimiques et des prises de débit

Point de mesures de paramètres physico-chimiques (de l'amont vers l'aval) :

<b>Numéros</b>	<b>Position</b>	<b>Justification de la station</b>
1P	Ce premier point est situé dans le hameau de la Sècherie, dans une potentielle zone de source à l'aval d'un ouvrage de type « pont busé ».	Il sert à mesurer l'état du cours d'eau à son commencement. A cet emplacement, il y a déjà quelques écoulements de drains.
2P	Dans une zone très agricole, à l'aval du pont de la Vizouterie.	Ce point sert à suivre l'évolution de la qualité de l'eau avec l'arrivée des eaux des drains. En effet, entre ce point et 1P, il y a de nombreux rejets de drains.
3P	Amont du pont agricole du rejet d'Eurial.	Ce point est important et stratégiquement positionné car il est placé à la fin de la zone drainée. Il permet donc de mesurer la qualité de l'eau après récupération de toutes les eaux de drainage de l'amont du bassin. De plus, il sert de point de comparaison avec le point 4P.
4P	A l'aval du pont agricole du rejet d'Eurial.	Il récupère des eaux venant d'Eurial et des drains (mesurés au 3P).
5P	Rejet direct d'Eurial au hameau de la Mardeleuse.	Les eaux sortent d'un tuyau et se jettent dans le bras du Dardou. Elles parcourent ensuite environ 700 mètres pour arriver au niveau du point 4P. Les points 4P et 5P sont intéressants car ils permettent de mesurer l'influence de la phyto-épuration et de la décantation sur un linéaire de 700 mètres assez végétalisé.
6P	Situé à l'amont du rejet de la station d'épuration.	Il sert de point de comparaison avec le point 7P.
7P	Situé à l'aval du rejet de la station d'épuration.	Il permet de mesurer l'influence de la STEP sur le cours d'eau.
8P	Ce point est situé à l'amont d'un ouvrage, c'est un pont busé sur la route communale de Jouy.	Ce pont est en mauvais état et fait obstacle à la continuité écologique ; la zone en amont est très envasée et stagnante. Cette mesure permet de connaître l'influence de l'ouvrage sur la qualité de l'eau. De plus, à l'amont immédiat de ce point, le Dardou est busé sur 300 mètres. L'objectif étant aussi de connaître l'impact de ce busage sur la qualité de l'eau.

9P	Situé à l'aval du pont communal de Jouy	Ce point permet de compléter le suivi amont/aval de l'ouvrage du pont communal de Jouy.
10P	Situé à la limite communale entre Jouy et Villebéon, en sortie du bois.	Ce point permet de mesurer l'état de l'eau après qu'elle ait traversé une zone boisée sur plusieurs kilomètres. Il est situé à cet emplacement car il s'agit de la dernière zone où il y a eu de l'eau cette année. Cependant, il n'a pas pu être mesuré à chaque campagne de terrain ; le Dardou y est à sec une grande partie de l'année.
11P	Point de confluence entre le Dardou et le Lunain.	Le Dardou coule rarement jusqu'à ce point et le Lunain y est à sec une partie de l'année. Ce point n'a donc pas été mesuré à chaque campagne. Cependant, il est intéressant car il permet d'avoir une idée de l'état de l'eau du Lunain.
12P	Ce point, situé sur le Lunain, sous le pont de Lorrez-le-Bocage-Préaux est une zone de résurgences de la nappe.	Toutes les eaux du bassin que se sont engouffrées arrivent au « Gros Ormes », plus à l'aval et sous ce pont. Il est donc intéressant de mesurer les paramètres physico-chimique de cette eau.

Points de mesure du débit (de l'amont vers l'aval) :

Mesurer les débits permet de comprendre la dynamique du Dardou, les zones de pertes, de résurgences, et comparer les données dans l'année.

Numéros	Position	Justification
1D	Situé à l'aval du pont busé de la Sécherie.	Ce premier point qui correspond à la zone de source mais aussi du commencement des rejets de drains, permet de suivre les premiers écoulements du Dardou.
2D	Situé à l'aval du passage busé, au niveau du rejet d'Eurial.	Ce point permet de mesurer le débit du Dardou après avoir reçu l'ensemble des rejets de drainage et du rejet d'Eurial. De plus, étant situé à l'amont d'une zone de perte, il sert à avoir des données de comparaison avec les points situés à l'aval.

3D	Ce point situé au niveau de la sortie directe du tuyau de rejet d'Eurial.	Il permet de mesurer la quantité d'eau rejetée par l'entreprise.
4D et 5D	Situé à l'aval et l'amont du pont busé du rejet de la STEP.	Ils permettent de connaître le volume rejeté par la STEP mais aussi de connaître la quantité d'eau perdue entre le point 2D et cette zone.
6D	Situé à l'aval du pont communal de Jouy.	Ce point permet de mesurer la quantité d'eau qui arrive jusqu'au deuxième tronçon, la zone boisée, sachant que le cours d'eau est passé successivement par : des zones de pertes, un passage busé sur 300 mètres et un ouvrage défailant avec des pertes dans le sol.
7D	Situé à la limite communale entre Jouy et Villebéon, en sortie du bois.	Le débit de cette zone n'a pu être mesuré qu'une fois, lors de la première campagne. En effet, ce point se situe à l'aval de la zone de perte, où l'eau s'infiltré. Il permet de mesurer la quantité d'eau qui ne s'infiltré pas et de comparer avec la mesure 6D et ainsi se rentre compte des pertes.

Ainsi la méthode appliquée permet, dans un premier temps de récolter toutes les données existantes auprès des archives, des communes et des acteurs. Puis, avec les phases terrains de prendre en compte un large panel de paramètres, certains permanant qui peuvent être observés tout au long de l'année, et d'autres comme les débits et les paramètres physico-chimiques, qui nécessitent des passages organisés en plusieurs campagnes.

### 3) Diagnostic du Dardou et propositions d'aménagements

Le Dardou est un petit cours d'eau prospectable facilement à pied, ce qui permet de réunir un grand nombre de données sur le terrain et de comprendre rapidement sa dynamique. De plus, en recherchant l'histoire du territoire, plusieurs hypothèses sont possibles et expliquent l'état actuel du cours d'eau.

#### 3.1 L'Histoire du Bassin du Dardou

Le Dardou est ru intermittent, il est méconnu par la majorité de la population locale et n'est pas le sujet principal de documents spécifiques. Cependant, il est parfois mentionné, et en compilant plusieurs informations de différents documents, des informations pertinentes en ressortent.

Sur l'ensemble des documents trouvés, depuis 1700, le Dardou a toujours existé mais sous différents noms comme dit précédemment. La synthèse des documents permet de retracer l'ensemble de son linéaire actuel, apparaissant parfois en zone humide, en cours d'eau ou en fossé. Son tracé a été légèrement modifié au cours des siècles, principalement en raison du recalibrage ou des changements d'usages. Le lit mineur a été aménagé en étang par exemple comme il le sera détaillé dans les paragraphes suivants.

L'analyse des documents historiques qui suit, s'organise de l'amont vers l'aval, reprenant des cartes et des écrits des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles.

L'analyse du paysage et des usages montre que par le passé, cette vallée située à l'amont du bassin, à **Montacher-Villegardin**, a été occupée par des zones humides. En effet, la carte d'Etat-major, dans les années 1820, montre que la zone était marquée par des traits bleus épais représentant des zones en eau, des zones humides de types prairies humides (figure 36).



Figure 36 : Tracé du Dardou sur la commune de Montacher-Villegardin d'après la carte de l'état-major

L'aménagement de ce territoire, anciennement humide a nécessité de maîtriser les écoulements des eaux. Pour cela, il était nécessaire de creuser des axes d'écoulement pour vider les drains agricoles. Ces aménagements ont alors provoqué le recalibrage du cours d'eau, lui retirant sa sinuosité naturelle.

Les terres qui longent l'amont du Dardou sont drainées depuis les années 1932 (figure 22). Les drains sont faits en poterie et permettent de mettre les terres en culture (dires de M.REGNARD, président du syndicat de drainage).

L'assemblage des cartes des parcelles cadastrales de 1840 de la commune de **Villegardin** montre que ce territoire était humide (figure 37). Il y a la présence de deux plans d'eau : l'étang de la Vizouterie et l'étang rompu. Ce fond de vallée était parsemé de zones humides qui longent le tracé actuel du Dardou, avec plusieurs petites zones en eaux, des bois ou des prairies tel que le bois des saules (le saule étant une espèce typique de zone humide).



Figure 37 : Plan parcelle cadastrale Montacher-Villegardin, 1840 (plan annoté pour être lisible)

Le Dardou semble avoir depuis longtemps un comportement intermittent sur certaines zones avec des échanges très importants avec la nappe. Le document des annales du service technique d'hygiène de la ville de Paris en 1928, explique que le ru de **Villegardin**, le Dardou

ou le ru de la coulée des gouffres, a coulé au-delà du gouffre de Morteaux et a rejoint Lorrez-le-Bocage-Préaux, retraçant ainsi la totalité du linéaire actuel du Dardou (figure 38).

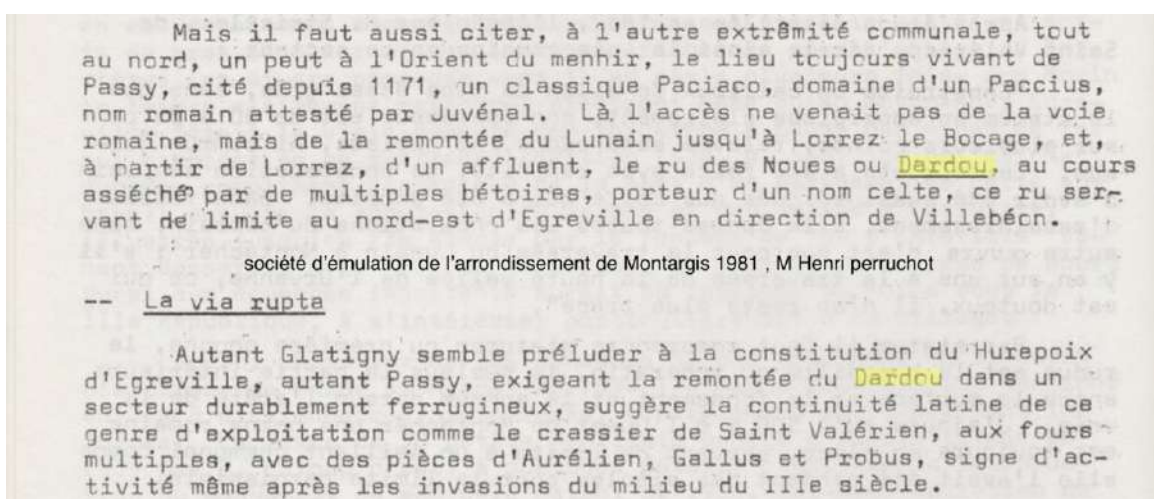
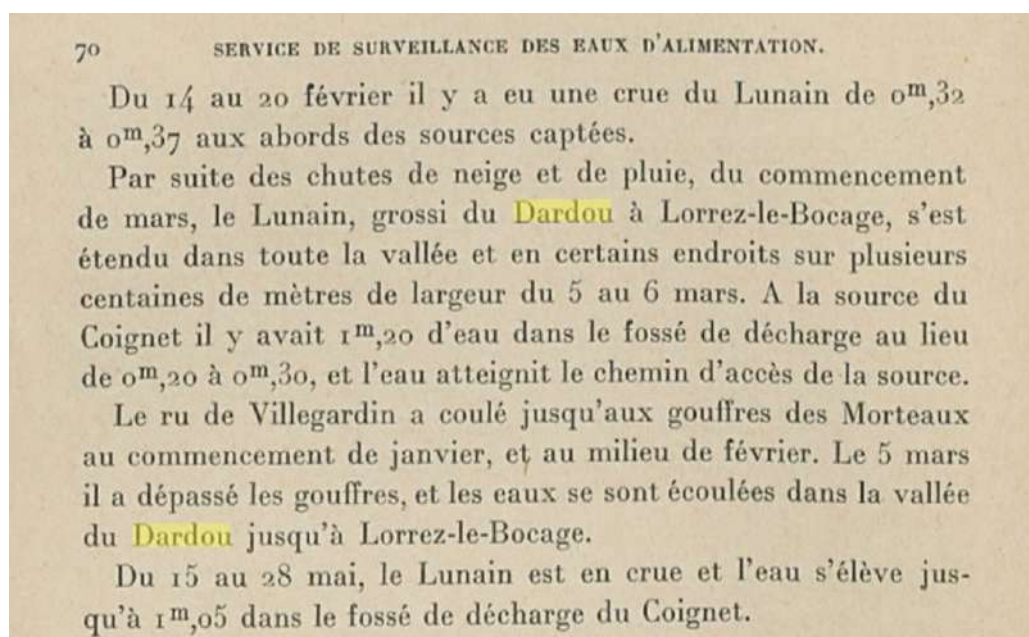


Figure 38 : Annales du service technique d'hygiène de la ville de Paris, 1928

A cette époque, Le Dardou avait donc déjà un tracé et semblait se confondre avec des zones humides, mais à quelques endroits il apparaissait en petit cours d'eau sous le nom de ru de la coulée des gouffres.

En effet, juste à la limite communale entre **Villegardin et Jouy**, il y a la présence d'une zone de gouffres. Les cartes et certains écrits de cette époque expliquent que le Dardou se perdait dans ce gouffre et devenait une rivière souterraine. Il n'apparaît donc pas sur les premiers kilomètres de la commune de **Jouy** (par rapport à son tracé actuel), mais semble réapparaître dans la zone boisée de la chènevière, où il coule jusqu'à Villebéon.



Les terres de l'amont du bassin étaient impropres à la culture, seul l'élevage était praticable, ce qui explique la présence de la laiterie Eurial, anciennement Senoble présente à **Jouy** qui a été créée en 1921. Un texte de décembre 1888 présent dans la monographie de la commune de **Villebéon** indique que le village comptait près de 1 500 moutons et 200 vaches, il qu'il y avait une production importante de veaux et de fromages (figure 39).

et noir-ouest.

La commune nourrit 75 chevaux,  
 environ 200 vaches et 1500 moutons.  
 La population s'adonne surtout à  
l'élevage des veaux et à la fabrication  
du beurre et du fromage.  
 On élève beaucoup de volailles: poulets,  
 dindons, canards, oies etc  
 L'apiculture est assez soignée par  
 quelques habitants, il y a dans la  
 commune environ 60 ruches qui don-  
 nent un miel estimé.

Figure 39 : Texte de la monographie de Villebéon, 1888

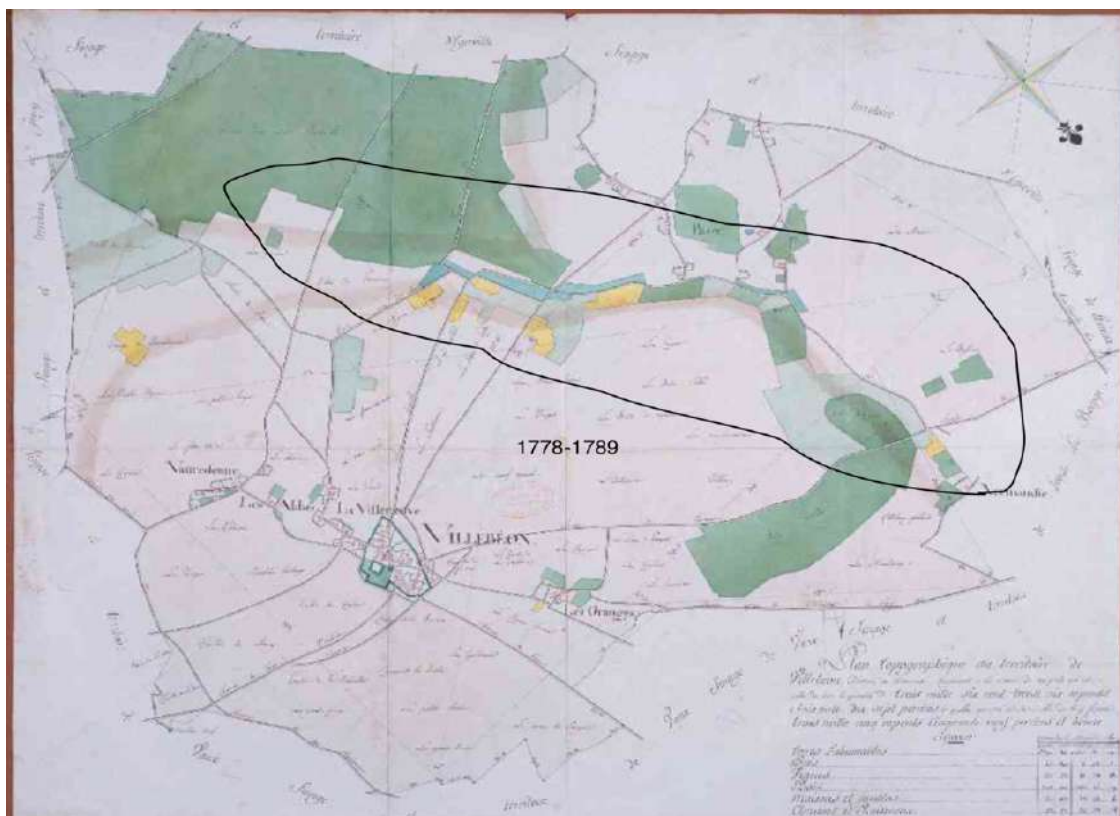


Figure 40 : Carte topographique de Villebéon 1778-1789

La carte topographique de **Villebéon** de 1778-1789 (*figure 40*) montre aussi des zones en eau, correspondant au Dardou, avec des zones plus larges reflétant des zones temporairement en eau ou zones humides, et un tracé bleu, montrant l'écoulement du Dardou.

Le tracé exact du Dardou est assez dur à retrouver à l'heure actuelle. On distingue clairement son lit majeur grâce au MNT (Modèle Numérique de Terrain), mais pour ce qui est de sa sinuosité naturelle, il faut se focaliser sur des tronçons de références qui semblent avoir été peu modifiés dans le temps. Ceci est le cas dans le bois des Coigneaux, à la frontière entre **Jouy et Villebéon**. D'après la carte de l'Etat-Major, les boisements sont anciens, et n'ont pas été mis en culture ou remanié de manière significative durant ces derniers siècles (*figure 41*).



Figure 41 : Comparaison d'un plan actuel et la carte d'Etat Major

écoulements qui arrivent de l'amont de la vallée (*figure 42*). Ce document n'est pas daté mais d'après les archives départementales il daterait du 19<sup>ème</sup> siècle. Le Lunain est représenté avec plusieurs bras ; le Dardou sort du boisement après avoir coulé le long du lieu-dit la **Normandie** comme il le fait encore aujourd'hui lorsqu'il est en eau (pointillés bleus sur la gauche de l'illustration).



Figure 42 : Illustration Lorrez-le-Bocage-Préaux, 19 -ème siècle

Toujours sur la commune de **Lorrez-le-Bocage-Préaux**, il y avait un train, appelé le tacot. Cette ligne de chemin de fer reliait les villes de Montereau-Fault-Yonne à Château-Landon. Elle fut

ouverte en 1889 et fermée en 1959. Aujourd'hui, il est difficile de retrouver des traces de ces aménagements, la gare n'existe plus. Cependant, certains documents retraçant le linéaire des voies, à **Lorrez-le-Bocage-Préaux**, montrent que le tacot passait le long du Dardou jusqu'à Villebéon. Il ne semble pas y avoir de documents qui expliquent de possibles inondations de la voie de chemin de fer, cependant ce genre d'évènements devaient arriver à cause de la proximité avec le lit du Dardou.

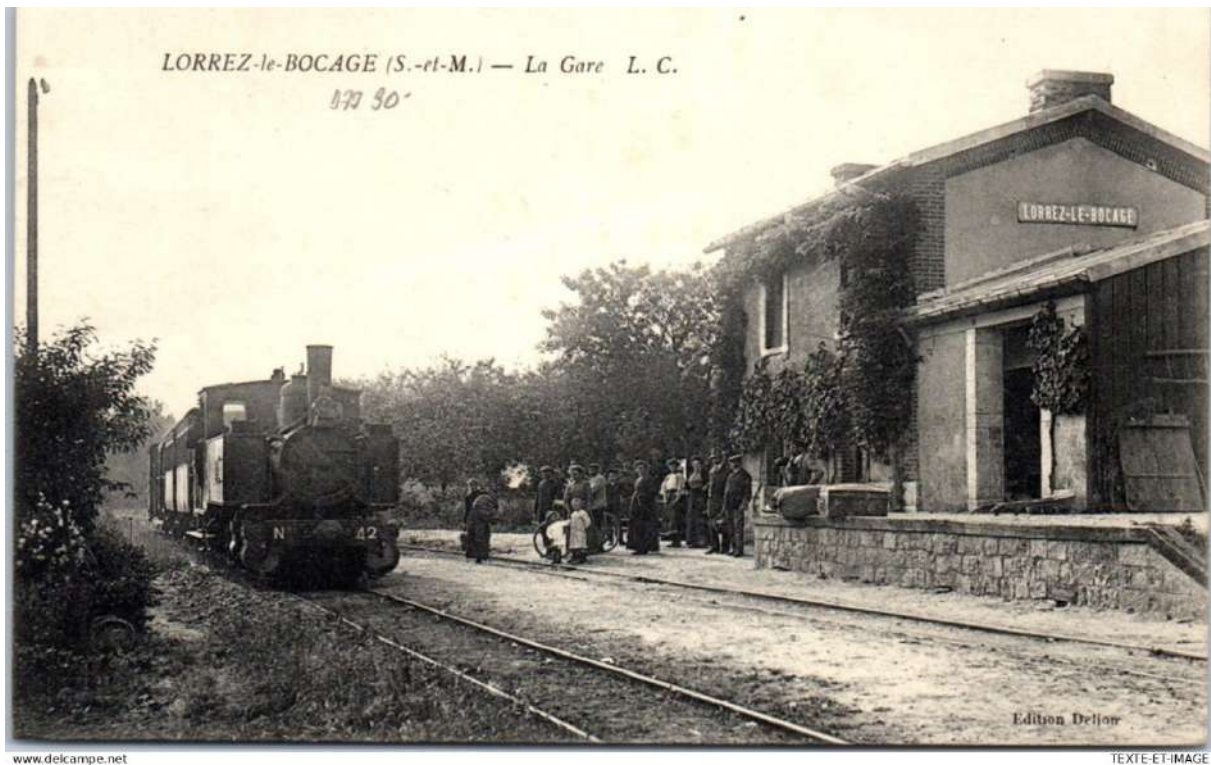


Figure 43 : carte postale de 1890, gare de Lorrez-le-Bocage-Préaux, source : delcampe.fr

Cet Extrait des écrits de Armand Viré, hydrogéologue au 19<sup>ème</sup> siècle qui a beaucoup travaillé à Lorrez-le-Bocage-Préaux, sert de témoignage sur l'ancienne dynamique du Dardou (figure 44). Il y explique son fonctionnement karstique, les eaux qui s'engouffrent à l'amont du bassin, ressurgissent au niveau de la source des gros Ormes, sur le Lunain, 13 km plus loin. Ces expériences à la fluorescéine datant de 1901, n'ont jamais été renouvelées. Il indique que le Dardou serpentait dans les prairies, cela montre que le cours d'eau avait une sinuosité plus importante qu'aujourd'hui, et que les berges étaient occupées par des prairies.

Armand Viré explique que le Dardou a coulé sur l'entièreté de son linéaire en 1918, 1919 et 1920. Encore aujourd'hui, ce phénomène est arrivé à plusieurs reprises ; en 2002, 2003, 2014, 2015 et 2016 (voire annexe 3 et 4).

Un peu en amont de Lorrez, près de la gare du chemin de fer, le Lunain recevait jadis un petit affluent, le *Coulant d'Ardoux* (2), venant des environs de Villegardin, qui serpentait dans des prairies. Je me rappelle fort bien l'avoir vu couler normalement dans mon enfance ; mais depuis 40 à 45 ans, il a totalement disparu et son ancien lit est livré à la culture. Pourtant en 1918, 19 et 20, après des périodes pluvieuses, on l'a vu reprendre temporairement son ancien lit et causer de ce fait quelques ravages dans les nouvelles cultures qui s'y sont installées. Des expériences à la fluoresceine ont montré (3) que les eaux de sa source de tête, encore existante sur quelques centaines de mètres, viennent ressortir aux sources des Gros Ormes, en aval de Lorrez.

Figure 44 : Extrait de *La vallée du Lunain aux âges préhistoriques* de Armand Viré, 1926

Ainsi, les informations présentées dans les documents convergent. La zone en amont du bassin a longtemps été occupée par des zones de nappes superficielles qui alimentaient les zones humides et le Dardou pour une partie de l'année. L'élevage a peu à peu diminué pour laisser la place aux grandes cultures. Aujourd'hui, les zones humides ne sont plus fonctionnelles et les drains ayant asséché ce secteur, alimentent le Dardou seulement en période de pluie.

### 3.2 État des lieux des tronçons et analyse des résultats

#### 3.2.1 Les paramètres observés

Sans modification anthropique, le cours d'eau fonctionne avec un « équilibre dynamique » ; plusieurs facteurs y participent. Il y a les variables de contrôles et les variables de réponses. Les variables de contrôles sont les responsables de l'évolution physique du cours d'eau comme par exemple, la pente de la vallée, la nature de la roche, du sol et le débit. Elles vont ensuite influencer les variables de réponses, qui permettent au cours d'eau de s'ajuster et atteindre un état d'équilibre, par exemple : la sinuosité, la largeur et autres. Certaines variables sont à la fois de contrôle et de réponse, comme la végétation qui va influencer mais aussi être influencée par la morphologie. La combinaison de l'ensemble de variables donne au cours d'eau son aspect et sa dynamique. (Malavoi et Bravard, 2010).

Les paramètres observés dans ce diagnostic montrent la dynamique actuelle du Dardou et sont des variables de réponses.

## La ripisylve

On appelle ripisylve, la végétation arborée et arbustive qui longe les berges des cours d'eau. Certaines essences sont particulièrement adaptées à ces conditions notamment les essences de bois tendre (le peuplier, le saule) et de bois dur (l'aulne glutineux, le frêne commun). Selon leur besoin en eau, ils se situent en pied de berge ou au sommet de berge. (FNE Aura, guide préservation des ripisylves, 2020).

La ripisylve présente de nombreuses qualités pour le milieu :

- C'est un écotone qui participe à la continuité des trames vertes (biodiversité terrestre) et des trames bleues (biodiversité aquatique). On parle aussi de trame turquoise, constituant un sous-ensemble opérationnel à l'interface des trames verte et bleue ;
- La formation végétale riveraine est essentielle pour beaucoup d'organismes : les mammifères, amphibiens, reptiles, oiseaux, poissons et autres. C'est une zone d'abris, d'habitat, de nourrissage et de reproduction pour toutes ces espèces. De plus, les racines des arbres forment des chevelus racinaires qui servent de cache, de support de ponte et de nourriture pour des poissons et des invertébrés ;
- Les racines maintiennent aussi les berges contre l'érosion ;
- La végétation crée des zones d'ombre et permet de maintenir le cours d'eau à des températures plus fraîches ;
- La végétation participe à l'élimination des pollutions diffuses en réduisant les taux de nitrates, phosphates et pesticide dans l'eau. Elle permet le ralentissement du ruissèlement et du lessivage des parcelles.

Dans le cas du Dardou, certains tronçons sont plus végétalisés que d'autres :

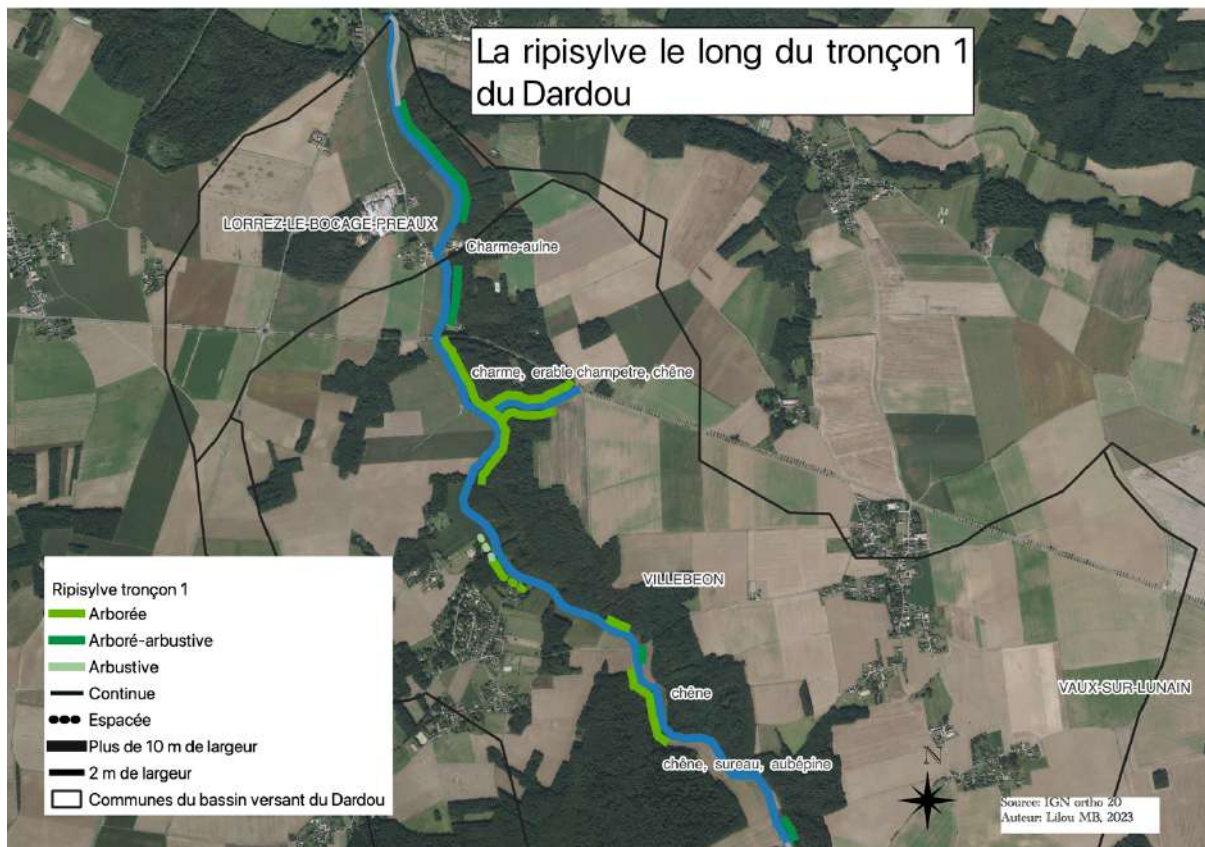


Figure 45: Ripisylve du tronçon 1 du Dardou

Ce premier tronçon à l'aval, traverse une vallée agricole, sa rive gauche longe des parcelles agricoles tandis que sa rive droite longe des boisements. Cependant, sur la majeure partie du linéaire, le Dardou n'a pas de ripisylve. En effet du côté des parcelles agricoles aucune végétation ligneuse ne peut s'installer et du côté du boisement, des chemins séparent le Dardou et la végétation.

Ainsi, sur 13 km de berges (6,5 km x 2), il n'y a que 3,9 km de ripisylve, donc 30% du linéaire. Malgré une ripisylve peu présente, les foyers présents sont particulièrement larges, continus et composés d'essences indigènes (chêne, aulne, charmes...). Sur l'ensemble du linéaire de ripisylve, environ 290 mètres sont espacés, soit 7,5% (une végétation peu dense, avec des individus tous les 10-15 mètres environs). Les strates sont diversifiées, ce qui est intéressant pour la biodiversité : 2 536 mètres arborés, soit 65,1 %, 1211 mètres arborés-arbustifs, soit 31% et enfin 151 mètres de strates arbustives, soit 3,9 % du linéaire de ripisylve.



Figure 46 : Lit du Dardou sous les hautes herbes (prise de l'aval vers l'amont) le lit du Dardou suit le tracé bleu (photo du 14/06/23).

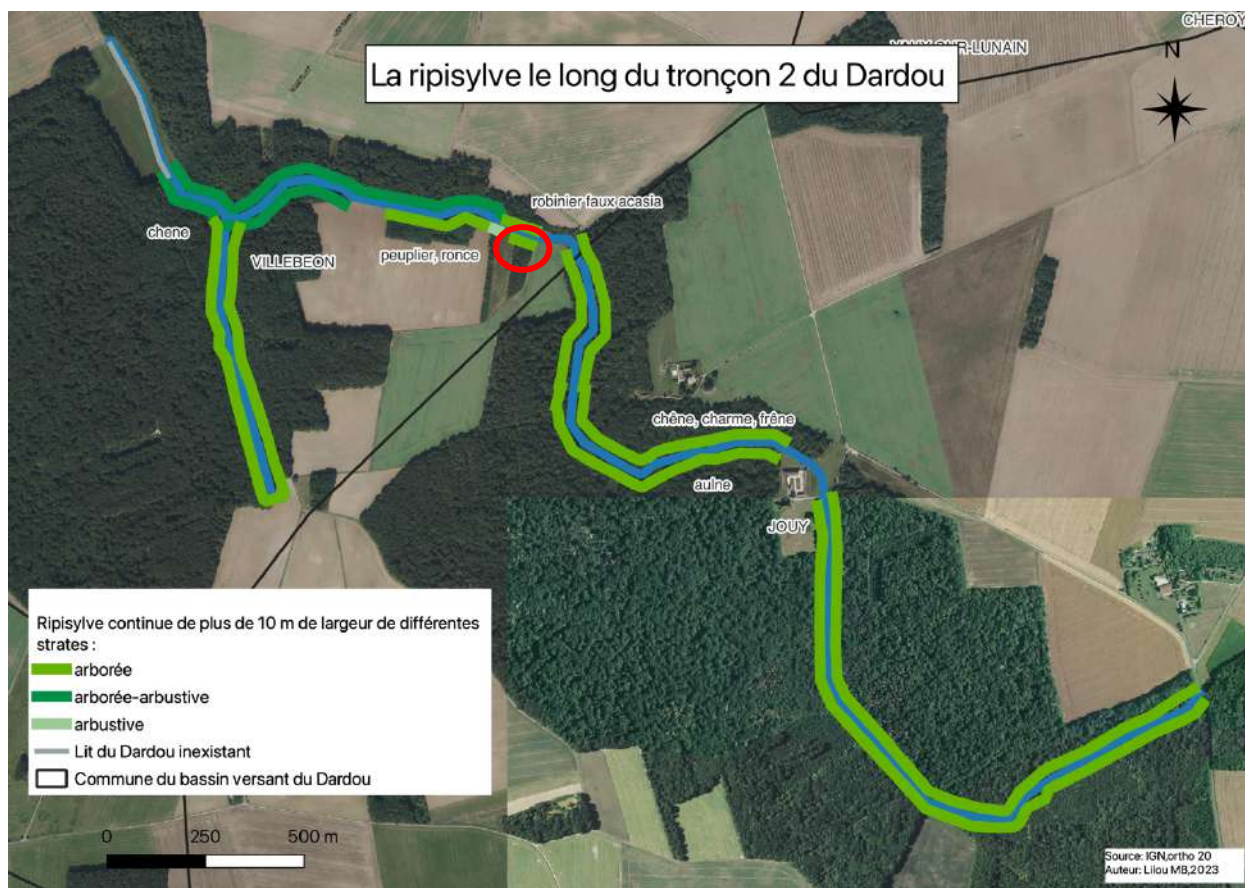


Figure 47 : Ripisylve du tronçon 2 du Dardou

Le tronçon 2 est la partie la plus végétalisée du Dardou ; le cours d'eau traverse une zone boisée sur 5,2 km, soit 10,4 km de berges. La ripisylve est présente sur 8826 mètres soit 85 % du linéaire des berges. Les seuls endroits où la ripisylve est absente sont :

- A l'aval, une prairie où le Dardou n'a pas de lit défini (cette prairie ne semble pas être cultivée, la végétation est composée d'herbe hautes, de graminées, de prêles),
- Une zone agricole où le Dardou longe les cultures,
- Une zone d'habitation, où le cours d'eau traverse une propriété où le sur-entretien ne permet pas l'installation d'une ripisylve.

La ripisylve est majoritairement formée d'une strate arborée de plus de 10 mètres de largeur, avec 7 269 mètres de long, soit 70%. Ces arbres sont bien souvent des chênes et des frênes. La zone entourée en rouge (figure 47) est une zone de peupleraie assez jeune comptant environ 40 individus. La zone en aval de cette peupleraie est composée principalement de robiniers faux acacia (espèce exotique envahissante) sur une centaine de mètres. La strate arborée-arbustive représente 1 521 mètres, soit 14,5 %. Elle est principalement installée au niveau des parcelles agricoles, où la végétation est souvent entretenue, broyée, coupée, ce qui laisse la place aux ronciers qui s'installent sur les berges et dans le lit. L'amont du tronçon est constitué d'une forêt de chênes exploitée. D'après les élus de la commune de Jouy, cette partie du boisement a été replantée en 1999 suite à la tempête.



Figure 49 : Photo de la ripisylve du Dardou à l'aval du pont de Jouy, photo du 26/06/23



Figure 48 : La ripisylve sur le tronçon 3 du Dardou

Cette dernière partie du Dardou, à l'amont, est la plus pauvre en ripisylve. Sur 12,2 km de berges, seuls 3,8 km sont végétalisés, soit 31,1%. Contrairement au premier tronçon où la ripisylve était répartie sur l'une des deux berges, sur ce tronçon la ripisylve, quand elle est présente, est sur les deux berges aux mêmes endroits. Ceci implique que certaines zones sont à nue sur les deux berges et ce sur plusieurs centaines de mètres. En effet, sur cette zone, le Dardou passe en plein milieu de parcelles agricoles. La ripisylve est plutôt hétérogène, avec



plusieurs strates, des zones plus ou moins larges et parfois espacées. La strate arborée représente 2 018 mètres (53,1%), la strate arborée-arbustive 1 395 mètres (35,7%), et la strate arbustive 432 mètres (11,2%). (Voir *figure 46*, partie du Dardou sans ripisylve). Les essences présentes à l'amont du bassin sont liées aux milieux humides ; les saules, les frênes.

### Les bandes enherbées

Les bandes enherbées sont des surfaces non traitées d'au moins 5 m de largeur occupées par une végétation herbacée le long des parcelles agricoles qui longent les cours d'eau classés BCAE (Bonnes Conditions Agricoles Environnementales). Elles sont obligatoires depuis l'arrêté du 12 septembre 2006. Elles participent au maintien de la biodiversité et de la qualité de l'eau :

- Elles permettent de freiner les eaux de ruissellement, et favorisent l'infiltration des eaux chargées en contaminants agricoles ;
- Elles piègent les matières en suspension véhiculées par l'eau qui ruissellent sur les parcelles ;
- Elles constituent une trame verte, une zone de circulation et de refuge pour de nombreuses espèces (auxiliaires de culture).

(Fiche n°6, les dispositifs enherbés, IRSTEA, 2014)

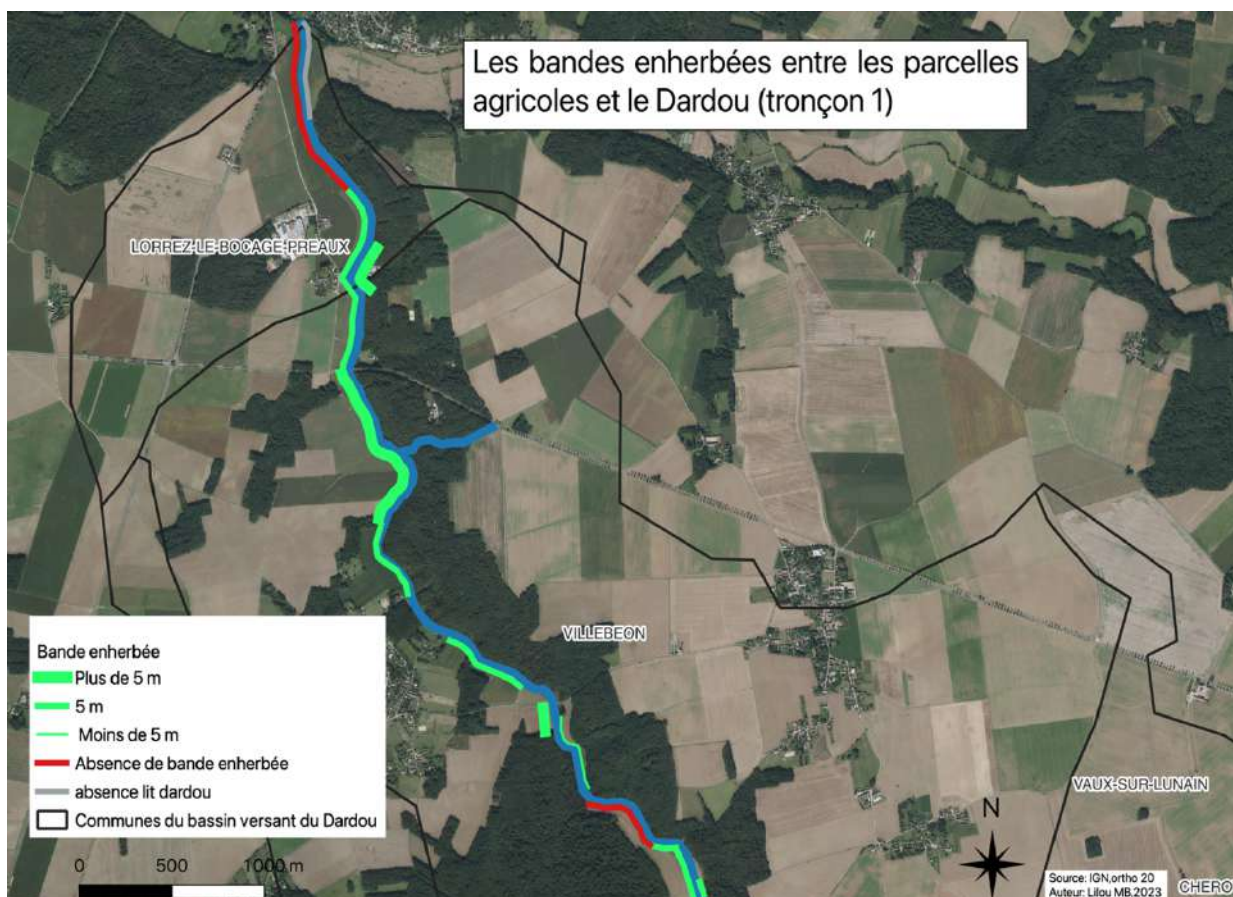


Figure 50 : Les bandes enherbées du tronçon 1 du Dardou

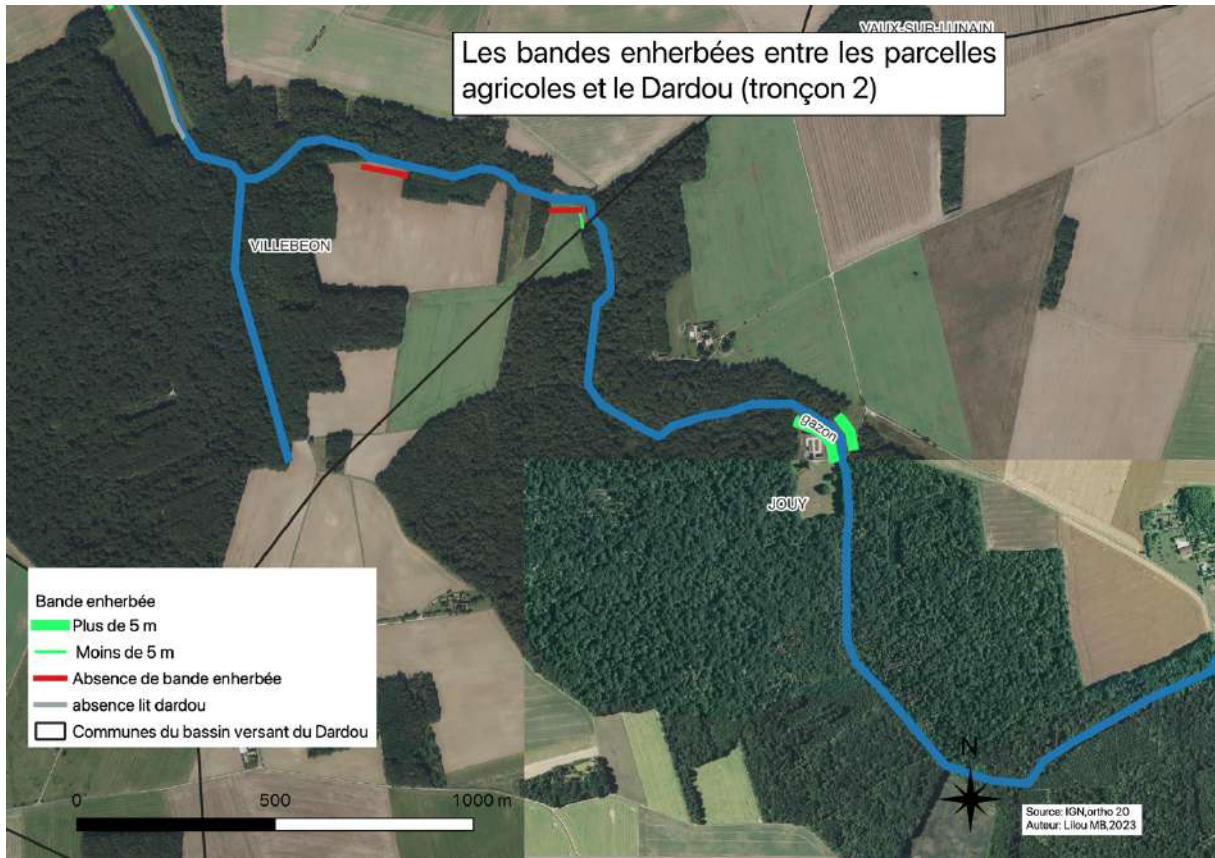


Figure 52: tronçon 3 des bandes enherbées du Dardou

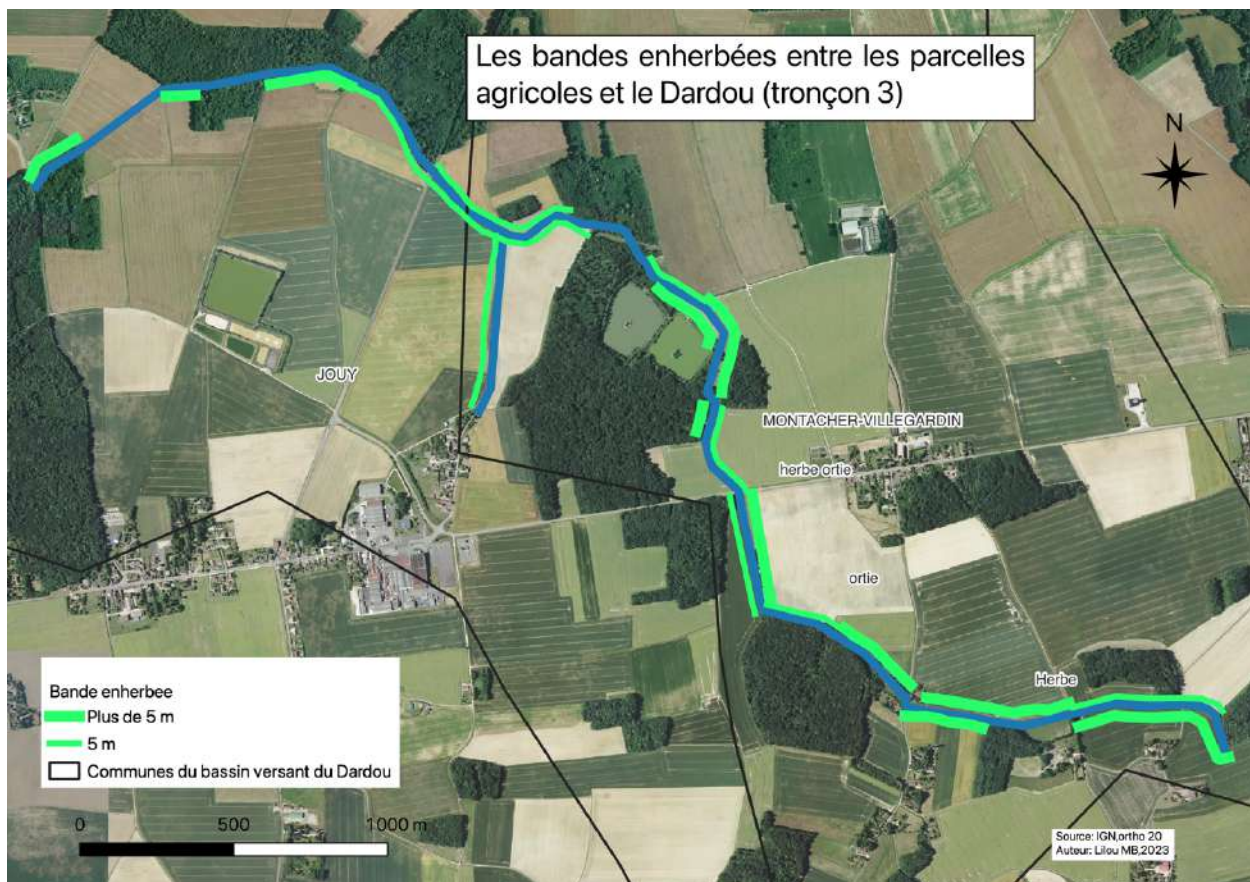


Figure 51 : Bandes enherbées du tronçon 2 du Dardou

La première partie du Dardou est à sec pour une grande partie de l'année, certains agriculteurs ont des difficultés à comprendre que c'est un cours d'eau et donc qu'il faut y respecter la réglementation en vigueur. La première parcelle, au niveau de la confluence du Dardou avec le Lunain, est en culture et ne permet pas la présence du lit du Dardou, il n'y a donc pas de bandes enherbées (*figure 53*). Plus à l'amont, à la fin du tronçon 1, une autre parcelle ne respecte pas les bandes enherbées, le lit du Dardou y est aussi régulièrement curé. Mise à part ces exceptions, l'ensemble des parcelles agricoles qui longent le Dardou sont bien équipées de ces zones tampons.



*Figure 53 : Photo du 05/10/22, Dardou sur la parcelle agricole à l'aval, absence de lit et de bande enherbée*

Le second tronçon longe assez peu de parcelles agricoles, il y a donc à la place des bandes enherbées, de la ripisylve. Cependant les deux parcelles agricoles où passe le Dardou ne disposent pas de bandes enherbées.

Enfin, sur le troisième tronçon qui est le plus agricole, il y a des bandes enherbées qui longent le Dardou sur l'ensemble des parcelles.

Les bandes enherbées sont plus ou moins larges, la réglementation veut qu'elles fassent 5 mètres de largeur minimum. Dans certains cas elles en font plus de 5 mètres, cela représente 4 681 mètres environ du linéaire de bande enherbée ce qui correspond à 42,5%. Mais il y a aussi environ 5 % qui font moins de 5 mètres. Elles ont tout de même été comptabilisées, car elles sont présentes et font entre 4m et 5 m.

Certaines bandes enherbées sont composées principalement d'orties, qui est une plante nitrophile c'est-à-dire qui pousse sur des sols riches en nitrate. Cela peut être un indicateur pour le milieu, et montre que la bande enherbée récupère une partie des nitrates évitant ainsi tout ou partie de se retrouver dans le Dardou.

## Ouvrages dans le lit

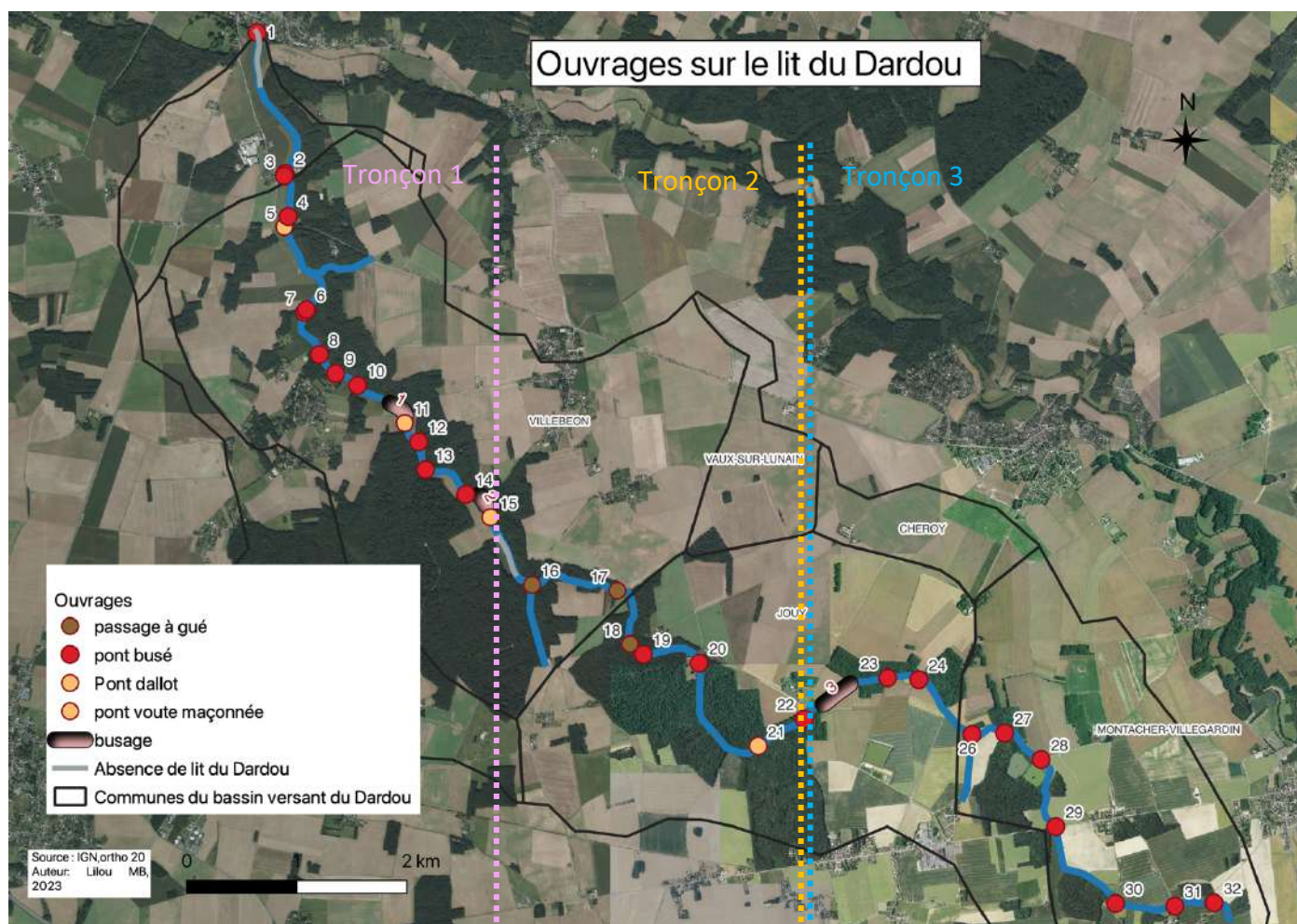


Figure 54 : ouvrages sur le lit du Dardou

Les ouvrages sur le lit d'un cours d'eau peuvent impacter sa dynamique fonctionnelle de diverses manières : en créant dans certains cas, une retenue à l'amont, en favorisant l'érosion à l'aval, et en créant une zone obscure sur quelques mètres, ce qui peut empêcher des espèces aquatiques de le franchir.

Le Dardou compte en tout 35 ouvrages sur son linéaire :

### 3 passages busés :

- Le premier à Villebéon d'une longueur de 110 mètres environ, passant sous une parcelle agricole qui n'est plus cultivée ;
- Le second, également à Villebéon, d'une longueur de 120 mètres, longe un aménagement creusé dans le Dardou qui vise à écrêter les crues ;
- Le troisième, à Jouy, deux buses de 310 mètres de long environ, qui traversent une parcelle cultivée. D'après des témoignages d'élus et d'agriculteurs, ce busage est assez ancien, il a été réalisé avant les années 2000.

**3 passages à gué** : ces trois ouvrages sont localisés dans le même secteur, dans la partie boisée entre Jouy et Villebéon. Le lit du Dardou n'y est pas très encaissé ce qui n'oblige pas la construction d'un pont pour le passage de véhicules de manière très ponctuelle. Ce sont des ouvrages faits de terres et cailloux ; ils ne sont pas maçonnés ni réellement aménagés.

**29 ponts** : Le Dardou est traversé par plusieurs chemins agricoles, routes communales ou routes départementales. La plupart des ponts sont situés en parcelles agricoles et sont utilisés pour le passage des engins, ce sont donc des petits ponts busés bétonnés avec un diamètre réduit. Une partie de ces petits ponts busés sont en mauvais état, ils s'affaissent où sont en partie bouchés par de la vase. Ceux situés sur des routes communales ou départementales sont des ouvrages plus conséquents, construits en voute maçonnée ou en dalot. Cependant Sur les parties en eau, certains ouvrages semblent avoir un impact sur le cours d'eau. En effet, certains ouvrages sont problématiques, avec quelques ponts busés qui freinent les écoulements où retiennent une partie des sédiments. A l'aval immédiat de ces ouvrages, l'eau stagne et le lit est très large alors qu'à l'amont, l'eau creuse une fosse par érosion. C'est le cas des **5 ouvrages** suivants : les petits ponts agricoles 12 et 13 qui s'érodent ; 15, qui correspond à la route départementale D 69 A sur la commune de Villebéon ; 22, qui correspond au pont de la route communale de Jouy au niveau du hameau des Blins ; le 26, pont agricole double buse qui est très colmatés.

Vous trouverez en annexe 5 le tableau de la table attributaire des ouvrages, avec les informations les concernant.

## Lit du Dardou

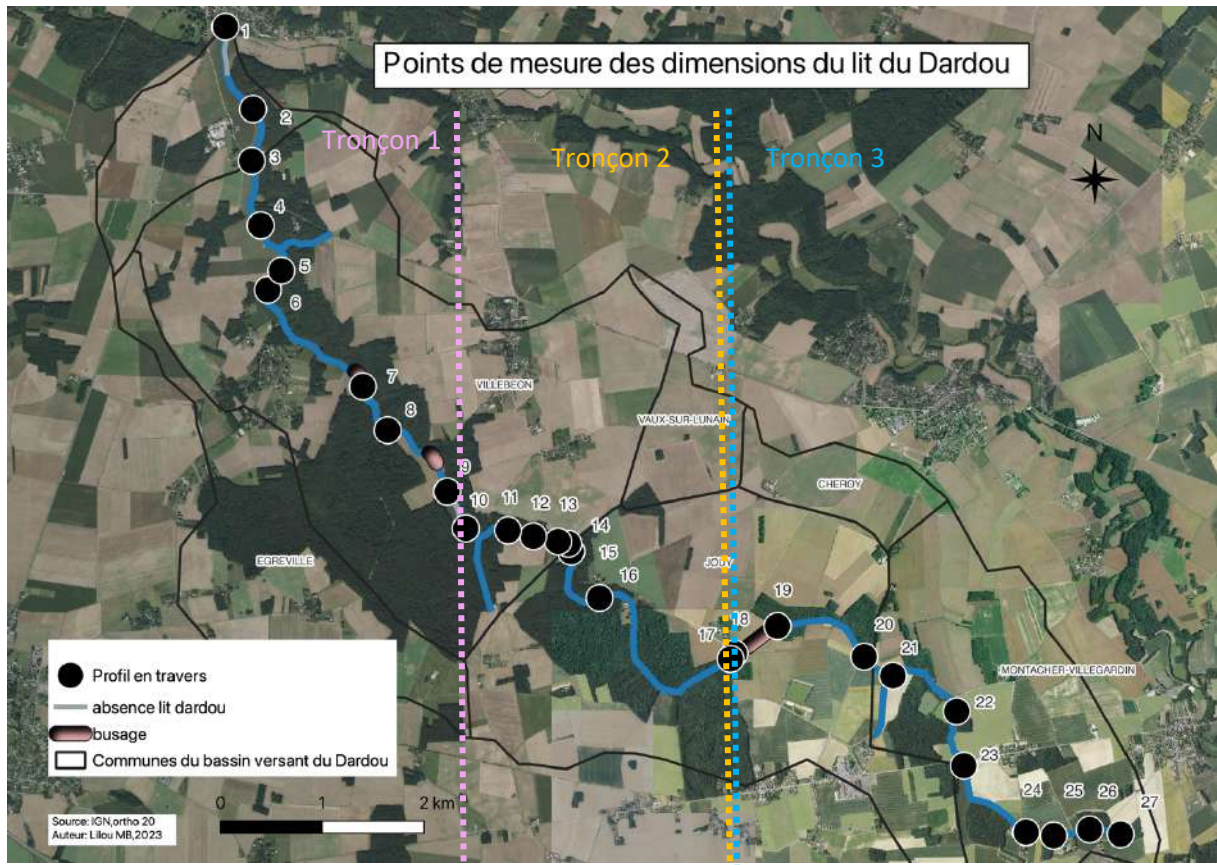


Figure 55 : Points de mesure des dimensions du lit du Dardou

Le lit mineur du Dardou fluctue grandement en fonction de la zone traversée. 27 points de mesures ont permis de redessiner des profils en travers du lit ; ils sont visibles en annexe 6. Les points ont été mesurés de l'aval vers l'amont, à chaque changement significatif du lit, un nouveau point a été mesuré. Afin de se rendre compte de l'incision du lit, les mesures sont prises à partir des hauts de berge. En moyenne, la hauteur du lit du Dardou depuis le fond du lit jusqu'aux pleines berges est de 86,5 cm et a une largeur de 250 cm plein bord.

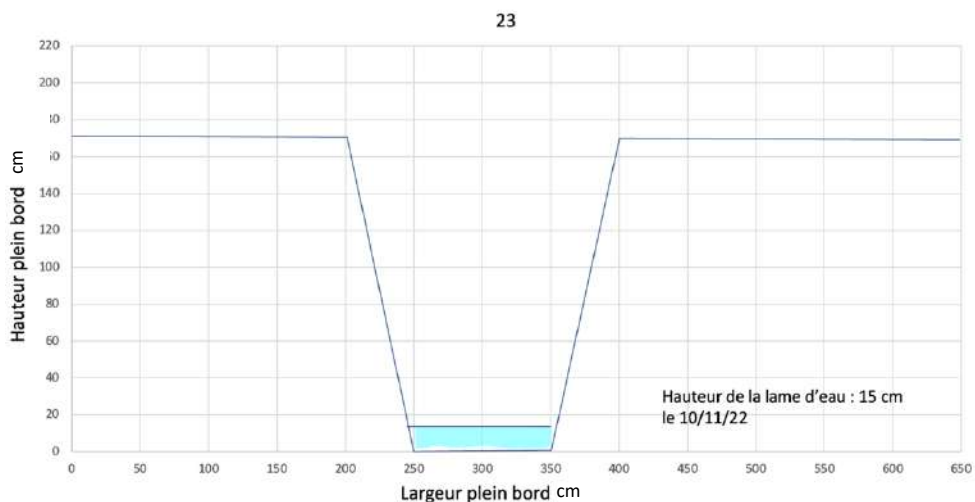


Figure 56 : Schéma de la coupe en travers du lit du Dardou sur le point 23, lit très encaissé

Certaines zones sont particulièrement homogènes, notamment à proximité des parcelles agricoles. Ces zones sont globalement caractérisées par un lit très encaissé (*figure 56*). Au regard des débits et de la capacité du cours d'eau à charger de la granulométrie, il n'est pas possible que ce soit le phénomène d'une incision naturelle. Le lit a donc été et est encore curé sur plusieurs parties, ce qui perturbe tout fonctionnement naturel qui pourrait s'installer.

L'aval du bassin, étant régulièrement à sec, a un lit très peu marqué. La première parcelle n'a pas de lit ; ce dernier apparaît progressivement au fur et à mesure des nouvelles parcelles exploitées. (Points 2 et 3 de la *figure 55*). Ce lit n'est pas dimensionné pour les crues du Dardou, la plupart des années où il y coule, il déborde et inonde les parcelles avoisinantes (photos en annexe 3 et 4). La partie la plus hétérogène se situe au niveau du deuxième tronçon, sur le boisement de Villebéon. Le Dardou retrouve une dynamique naturelle sur certaines parties (points : 9,10,12,15). Cependant, dès que le Dardou passe à proximité d'une parcelle agricole, il reprend un lit rectiligne encaissé (points 11, 13, 14). Entre la ferme de la Chenevière à Jouy et le pont des Blins (partie boisée, point 16), le Dardou a été modifié.

En effet, d'après le témoignage d'un élu de la mairie de Jouy, le boisement a été rasé durant la tempête de 1999. Suite à cela, l'ancien propriétaire a été aidé (financièrement et techniquement) pour reboiser la zone et rectifier le Dardou. Le cours d'eau a donc été curé et rendu rectiligne à cette période. Aujourd'hui, les traces de curages sont encore visibles par endroits notamment les merlons de curage sur les rives que l'on peut retrouver. Cela explique le faciès encaissé du Dardou dans cette partie qui paraît à première vue assez naturelle.



Figure 57 : photo de gauche : 16/03/23, point 27, lit encaissé. Photo du milieu : 03/04/23, point 12, lit naturel Photo de droite : 10/01/23, entre les points 16 et 17, Dardou rectifié en 1999, merlons de curage visibles sur les deux rives.

En remontant vers l'amont, à proximité des parcelles agricoles et sur tout le reste de son linéaire, le Dardou est à nouveau fortement impacté avec des hauts de berges qui s'élèvent, des berges très abruptes et un lit qui s'encaisse (à partir du point 18).

## Granulométrie

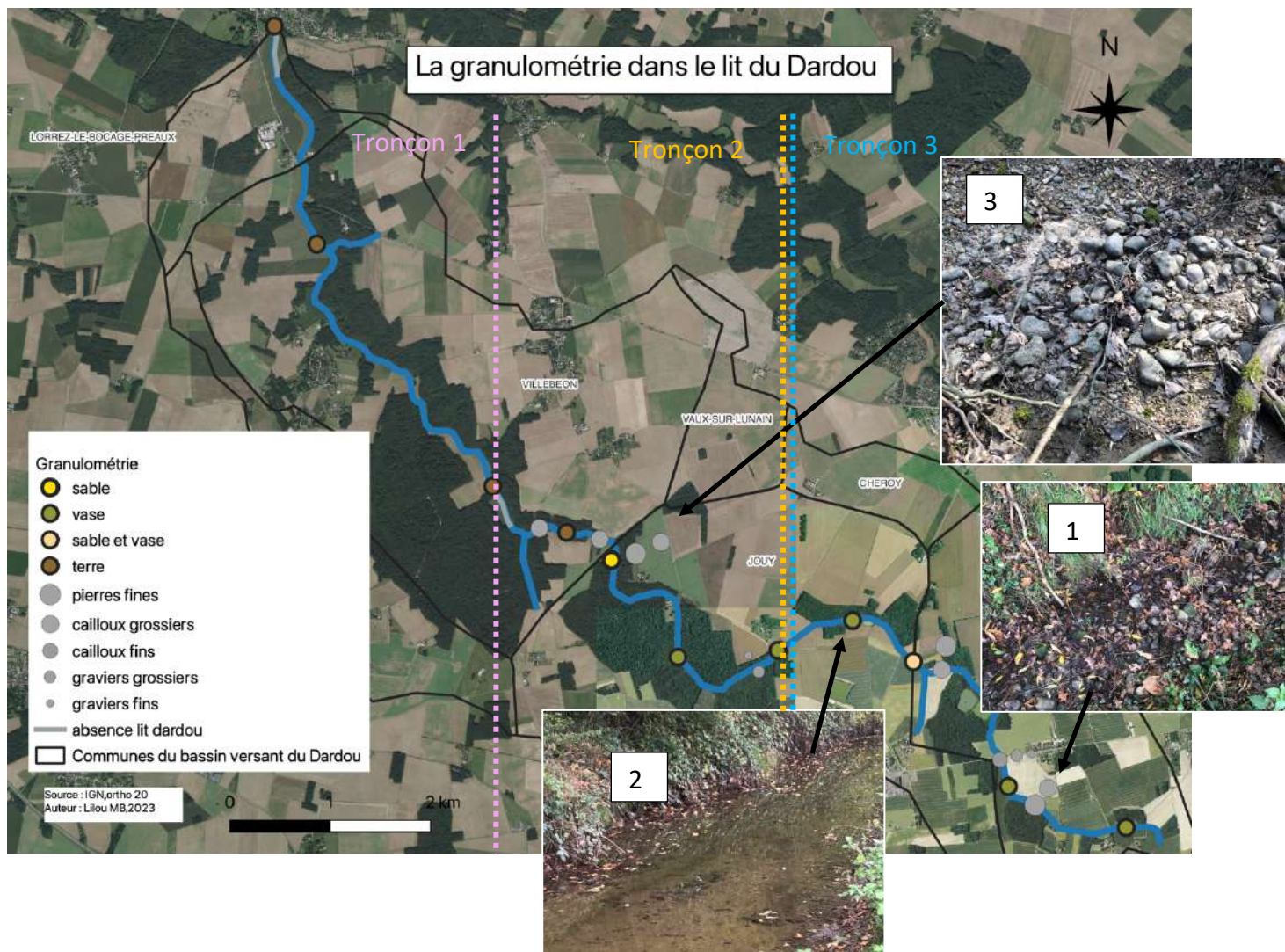


Figure 58 : La granulométrie du lit du Dardou

Les rivières transportent des matériaux solides, par charriage, en roulant au fond du lit et par suspension, lorsque les matériaux sont fins et que le courant est assez puissant pour les transporter. Le transport des matériaux solide dépend alors grandement de la puissance du cours d'eau (influencé par les débits et la pente). (OFB, 2011)

Dans le cas du Dardou, malgré ses débits relativement bas et sa pente assez faible, certaines zones sont marquées par une granulométrie assez grossière (la fiche de la taille de la granulométrie est visible en annexe 2). Cela n'est pas le cas sur tout le linéaire : des amas de



cailloux grossiers et pierres fines ont été repérés à l’amont d’ouvrages et au niveau du bois de Villebéon (aval du tronçon 2, dernière zone régulièrement en eau). Ces éléments prouvent que la rivière peut charrier des matériaux conséquents et donc avoir des débits élevés en période de crue. Les traces de granulométrie présentent dans le lit s’arrêtent au niveau du boisement de Villebéon (fin du tronçon 2). L’absence de matériaux grossiers à l’aval du boisement de Villebon peut s’expliquer comme suit : les cailloux transportés durant les crues s’éparpillent dans les champs et sont probablement régulièrement retirés par les agriculteurs. De plus, lors du curage du lit tous les matériaux sont retirés. Il y a donc principalement de la terre au fond du lit, avec une végétation herbacée, ou des ronces sur l’entièreté du tronçon 1.

Sur le linéaire du tronçon 3, le lit est envasé et colmaté principalement à l’amont et à l’aval des ouvrages. La partie du Dardou la plus envasée se situe à l’aval de la STEP jusqu’au pont des Blins à Jouy (photo 2 de la figure 58). Cet envasement est accentué par les drains qui apportent des matières en suspension et par les débits très faibles la majeure partie de l’année.

### Éléments ponctuels observés

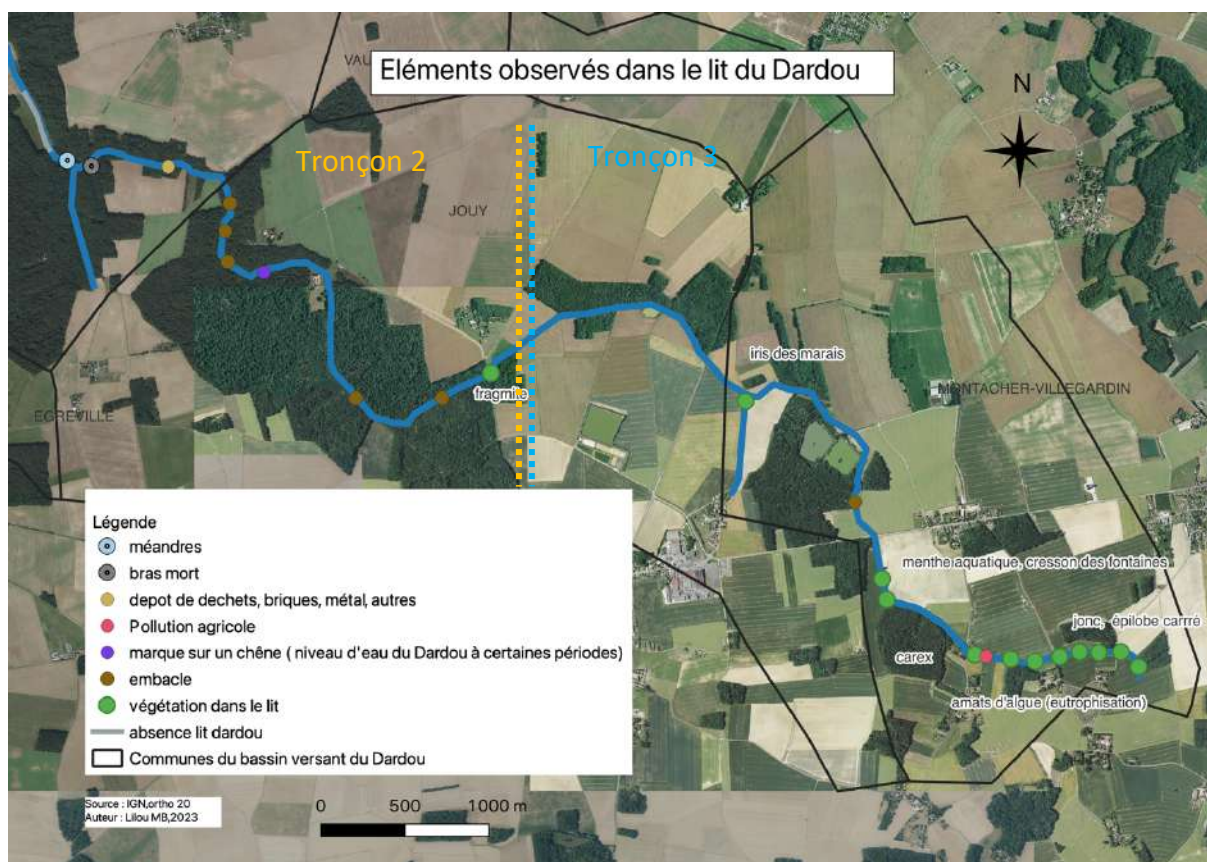


Figure 59 : Éléments observés dans le lit du Dardou

Certains éléments ont été observés de manière ponctuels et parsemés, ils peuvent traduire certains phénomènes.

Seul l'amont du bassin est intéressant pour ce critère. En effet, il correspond à la zone en eau la plupart du temps, ou vue en eau cette année 2022-2023. La carte de la *figure 59*, montre plusieurs éléments, témoignant du fonctionnement/dysfonctionnement du cours d'eau :

- La végétation aquatique peut traduire plusieurs phénomènes, notamment la présence d'eau de source ou de zone humide. Sur la commune de Montacher-Villegardin, le lit est occupé par plusieurs héliophytes (carex, jonc, iris...). Cette végétation montre le caractère humide permanent de la zone. Il y a aussi la présence d'algues, ces algues reflètent un dysfonctionnement, avec des apports de nutriments (nitrate, phosphate) et une eau stagnante favorisant l'eutrophisation ;
- Les embâcles sont pour la plupart peu conséquents et ne gênent pas la circulation de l'eau. Au contraire, ils apportent une hétérogénéité dans un milieu qui tend vers l'homogénéisation des habitats. Ils sont composés de branchages et de ronces ;
- Des sources de pollutions ponctuelles : lors de la visite du 16/03/23, plusieurs bordures de parcelles agricoles ont été aspergées de produits phytosanitaires proche du Dardou. Ces pollutions peuvent impacter et perturber la vie aquatique ;
- Une marque sur un chêne, qui montre le niveau d'eau du Dardou à certaines périodes de l'année (voir la photo en annexe 7). Cela montre que le niveau d'eau peut être conséquent avec un débit bien plus haut que ceux observés durant les campagnes de mesure.
- Dans la partie boisée, partie la plus naturelle du Dardou, le cours d'eau a créé, en contournant des embâcles, des méandres et des bras morts, qui peuvent servir de référence dans le fonctionnement du Dardou. C'est un phénomène naturel en rivière, qui montre que le milieu est mobile et fonctionnel, cela participe à une hétérogénéité des habitats, favorable à la biodiversité.

## Prélèvements et rejets sur le bassin versant du Dardou

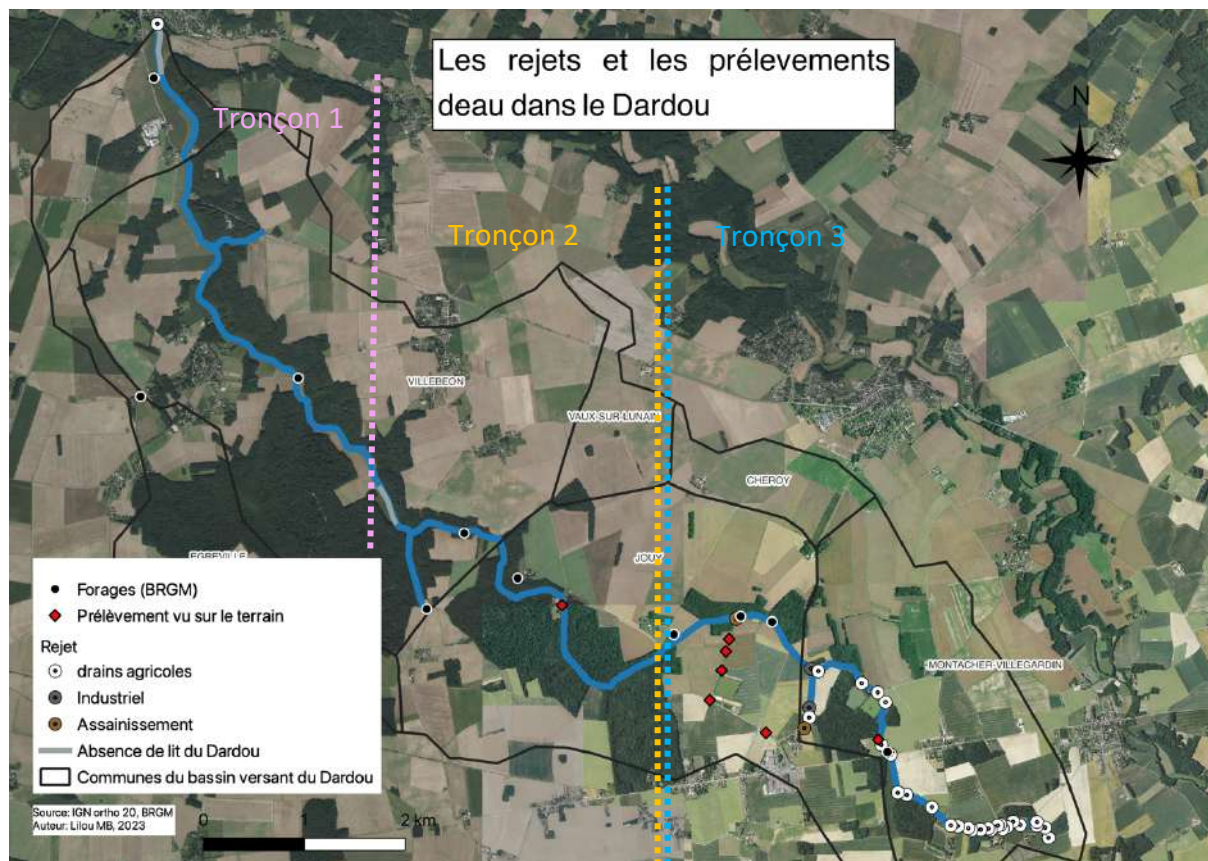


Figure 60 : Les rejets et les prélèvements dans le Dardou

Le drainage agricole consiste à favoriser artificiellement l'évacuation des eaux présentes dans la partie superficielle du sol. Les drains ont un impact négatif sur le milieu naturel et sur la qualité de la ressource en eau. En effet, ils assèchent les zones humides sur le périmètre où ils sont implantés, ils favorisent l'augmentation de la turbidité avec les MES (Matières En Suspension) et donc le colmatage. De plus, ils permettent, l'évacuation directe en rivière d'intrants tels que les nitrates, phosphates ou pesticides épandus sur les parcelles agricoles.

« Le rejet des eaux de drainage et/ou ruissellement dans le milieu récepteur peut donc conduire à en augmenter la charge en éléments chimiques potentiellement polluants : ce sont essentiellement les nitrates dans les eaux de drainage, et les phosphates, l'ammonium et les pesticides dans les eaux de ruissellement » (Lesaffre et Arlot, 1991)

Les observations sur le terrain sont cohérentes avec les informations trouvées dans les documents historiques et montrent que l'amont du bassin est très drainé, avec au total 30 sorties de drains comptabilisées. Les drains se rejettent directement dans le Dardou. Ils coulent lors des périodes pluvieuses. Sur le tronçon 3, à l'amont du bassin, au cours des sorties

terrains de janvier, la majorité des drains coulaient et participaient à l'alimentation du Dardou. Certains drains ne sont plus en fonctionnement, car ils sont colmatés et la sortie se trouve dans la vase. C'est pour cela que cette partie du Dardou a régulièrement été curée, pour permettre le bon écoulement des drains. Les drains sont assez profonds, ce qui explique l'incision aussi importante du Dardou. Des demandes d'autorisations aux services de l'Etat sont encore régulièrement effectuées ; néanmoins certains curages n'ont pas été déclarés.



Figure 61 : photo de gauche : drain colmaté à Montacher-Villegardin (10/11/22), photo de droite : drain qui coule, Montacher-Villegardin (16/03/23)

Sur la partie aval du tronçon 3, les drains diminuent et laissent place à quelques forages. Certaines parcelles sont ainsi irriguées.

Les tronçons 2 et 1 sont caractérisés par de rares forages et un seul exutoire de drainage.

En effet, un rejet de drain a été observé sur la parcelle à l'extrême aval au niveau de la confluence avec le Lunain. La parcelle n'ayant pas de lit, l'eau s'écoule par le ruissellement superficiel et par les drains.

Concernant les forages, il est compliqué d'obtenir des informations, car certains ne sont pas déclarés. Les forages répertoriés par le BRGM ne prennent pas en compte la majorité des forages observés sur le terrain. De plus, les rares informations données sont incomplètes sur le bassin du Dardou : par exemple il n'est pas toujours mentionné la profondeur, la quantité d'eau prélevable. Il est donc possible que certains de ces forages ne soient plus en fonctionnement. Cependant lors des phases de terrains, des infrastructures d'irrigation ont été observées (voir annexe 8).

### 3.2.3 Les paramètres mesurés

#### Les débits



Figure 62 : Points de mesure des débits du Dardou

Dans la mesure du possible, les mesures des débits ont été réalisées aux mêmes endroits durant les différentes campagnes. Cependant, la végétation étant très dense sur certains secteurs, les conditions d'accès étaient difficiles ; il y a donc parfois une différence de quelques mètres entre les campagnes. Ceci peut expliquer les différences de largeur, profondeur de lit et de lame d'eau alors que les débits sont relativement les mêmes.

Le tableau qui suit présente les résultats des débits, en suivant un code couleur par campagnes.

Point	Date	Débit en m <sup>3</sup> /s	Vitesse moyenne en m/s	Profondeur moyenne en m	Largeur lame d'eau en m
1D : La sècherie	1 <sup>ère</sup> campagne : 03/04/2023	0,011 (11l/s)	0,123 m/s	0,069m	0,5m
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	Pas suffisamment d'eau pour mesurer avec le courantomètre			/
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	Pas suffisamment d'eau pour mesurer avec le courantomètre			/
2D : amont pont rejet Eurial	1 <sup>ère</sup> campagne : 03/04/2023	0,013 (13l/s)	/	0,22m	0,7m
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	0,001 (1l/s)	0,035m/s	0,07m	0,6m
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	0,001 (1l/s)	0,009m/s	0,131m	1m
3D : rejet direct Eurial	1 <sup>ère</sup> campagne : 03/04/2023	0,001 (1l/s)	0,106 m/s	0,017m	0,4m
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	0,001 (1l/s)	0,087m/s	0,015m	0,4m
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	Pas de rejet d'eau	/	/	/
4D : Amont STEP	1 <sup>ère</sup> campagne : 07/04/2023	0,007 (7l/s)	0,126 m/s	0,082m	0,7m
	2 <sup>ème</sup> campagne : 22/05/2023	0,001 (1l/s)	0,042 m/s	0,05m	0,7m
	3 <sup>ème</sup> campagne :				

	26/07/2023	0,001 (1l/s)	0,02 m/s	0,05m	0,7m
5D : Aval STEP	1 <sup>ère</sup> campagne : 07/04/2023	0,01 (10l/s)	0,082 m/s	0,099m	1,3m
	2 <sup>ème</sup> campagne : 22/05/2023	0,001 (1l/s)	0,036 m/s	0,07m	0,6m
	3 <sup>ème</sup> campagne : 26/07/2023	0,001 (1l/s)	0,008m/s	0,05m	1m
6D : Aval pont des blins Jouy	1 <sup>ère</sup> campagne : 06/04/2023	0,011 (11l/s)	0,071m/s	0,094m	1,6m
	2 <sup>ème</sup> campagne : 22/05/2023	0,001 (1l/s)	0,011 m/s	0,077m	1,2m
	3 <sup>ème</sup> campagne : 26/07/2023	Petit filet d'eau, moins de 0,001 m <sup>3</sup>	0,001m/s	0,06m	1m
7D : Aval Passage à gué (plusieurs petits bras en eau)	1 <sup>ère</sup> campagne : 06/04/2023	0,001 (1l/s) 0,002 (2l/s)	0,106 m/s 0,076m/s	0,017m 0,15m	0,4m 0,6m
	2 <sup>ème</sup> campagne : 22/05/2023	Pas en eau	/	/	/
	3 <sup>ème</sup> campagne : 26/07/2023	Pas en eau	/	/	/

La première campagne a eu lieu au début du mois d'avril. Il y avait eu des précipitations la semaine précédant les mesures du débit. D'après le tableau du climat (*figure 12*) de climatedata, le mois de mars est celui qui comptabilise le moins de précipitations (56 mm). Pour autant, c'est la période où le Dardou a eu les débits les plus importants, il a été possible de mesurer les débits sur l'ensemble des points envisagés. Le premier point compte 11 litres par seconde. Après avoir traversé environ 3 km et récolté des eaux des drains, le Dardou arrive au pont busé en amont du rejet de Eurial, où coule 13 litres par seconde (2<sup>ème</sup> point). L'ensemble des parcelles agricoles semblent en effet alimenter ce tronçon en période

pluvieuse. Du 2<sup>ème</sup> point au 3<sup>ème</sup> point, à l'amont du rejet de la STEP, le Dardou ne représente plus que 7 litres/seconde, cela s'explique par la présence de zones de pertes, avec notamment le gouffre des Morteaux situé en rive droite du Dardou après le pont de la route D41. Par ailleurs la toponymie locale nomme cette zone, la zone des gouffres (visible sur un plan IGN). A cette période de l'année la STEP de Jouy apporte un débit important, d'environ 3l/s, car après le rejet, le Dardou passe à 10 l/s et reprend donc un certain débit malgré la zone de perte. Plus en aval, après le pont des Blins à Jouy, le Dardou est à 11l/s au point 6, il a récolté sur sa trajectoire quelques eaux de ruissellement ou d'autres apports, mais cette zone n'est plus très drainée. Après avoir traversé une première partie de la zone boisée, le cours d'eau perd une grande partie de son débit, avec seulement 3 l/s au dernier point, cela montre que cette zone est très infiltrante.

Pour les deux autres campagnes de mesure du débit du Dardou, les résultats sont très peu élevés, malgré des périodes de précipitations, et une moyenne de 69 mm au mois de mai et 58mm au mois de juin (climatedata moyenne de 1991 à 2021), le Dardou a montré un étiage sévère. L'amont du bassin, le point 1 n'a jamais été totalement à sec, mais il y avait seulement un petit filet d'eau qui serpentait dans les herbes hautes qui poussent dans le lit. Il n'a donc pas été possible de mesurer le débit avec le courantomètre. A ces deux périodes, la plupart des drains ne semblaient pas couler, il est donc possible d'émettre deux hypothèses : il est possible que ce soient des faibles apports de nappe d'accompagnement ou un(des) drain(s) qui puise dans des nappes superficielles sur le bassin et qui n'ont pas été repérés (dû à la végétation très dense à cette période).

Durant la deuxième campagne en mai, il y avait un rejet d'Eurial d'environ 1l/s, et au point 2, à l'amont du rejet dans le Dardou, le débit était aussi de 1l/s : les apports étaient donc quasiment nuls sur les 3 km de tête du bassin. Entre le point 2 et les points amont/aval de la STEP, les débits baissent très légèrement passant de 2l/s à 1l/s. Le gouffre des Morteaux, situé à mi-chemin entre les points 2 et 4 semble avoir un impact sur les débits du Dardou majoritairement lorsqu'il atteint un certain débit. En période d'étiage seules de légères infiltrations ont lieu. Lors de la 3<sup>ème</sup> campagne, en juin, il n'y a eu aucun rejet de Eurial, et les drains ne coulaient pas. Cependant du point 2 au point 5, un débit constant a été mesuré à 1/s, ce qui montrent que même sans apports direct, il persiste un faible niveau d'eau.

Les eaux du Dardou arrivent ensuite au niveau du pont des Blins. Lors de la deuxième campagne en mai, le débit était le même qu'au point 5. Mais durant la 3<sup>ème</sup> campagne, en juin, les débits avaient légèrement diminué ; probablement dû à de l'évaporation et aucun apport



d'eau (aucun rejet de la STEP sur ces deux périodes). L'eau parcourt encore quelques centaines de mètres avant de s'infiltrer progressivement. Durant ces deux dernières campagnes, le Dardou était entièrement à sec sur le point 7.

Ainsi, même sur la partie en eau toute l'année (entre les points 2 et 6), le Dardou subit des pertes, dues à de l'infiltration, à de l'évaporation/évapotranspiration (peu de ripisylve) et des prélèvements (forages). Il y a quelques sources d'alimentation directes (drains, rejet Eurial, rejet STEP), mais même quand celles-ci ne l'alimentent pas, il persiste un fond d'eau, ce qui montre la dynamique de cours d'eau du Dardou, alimenté par de petites sources /résurgence de nappe.

### Les paramètres physico-chimiques

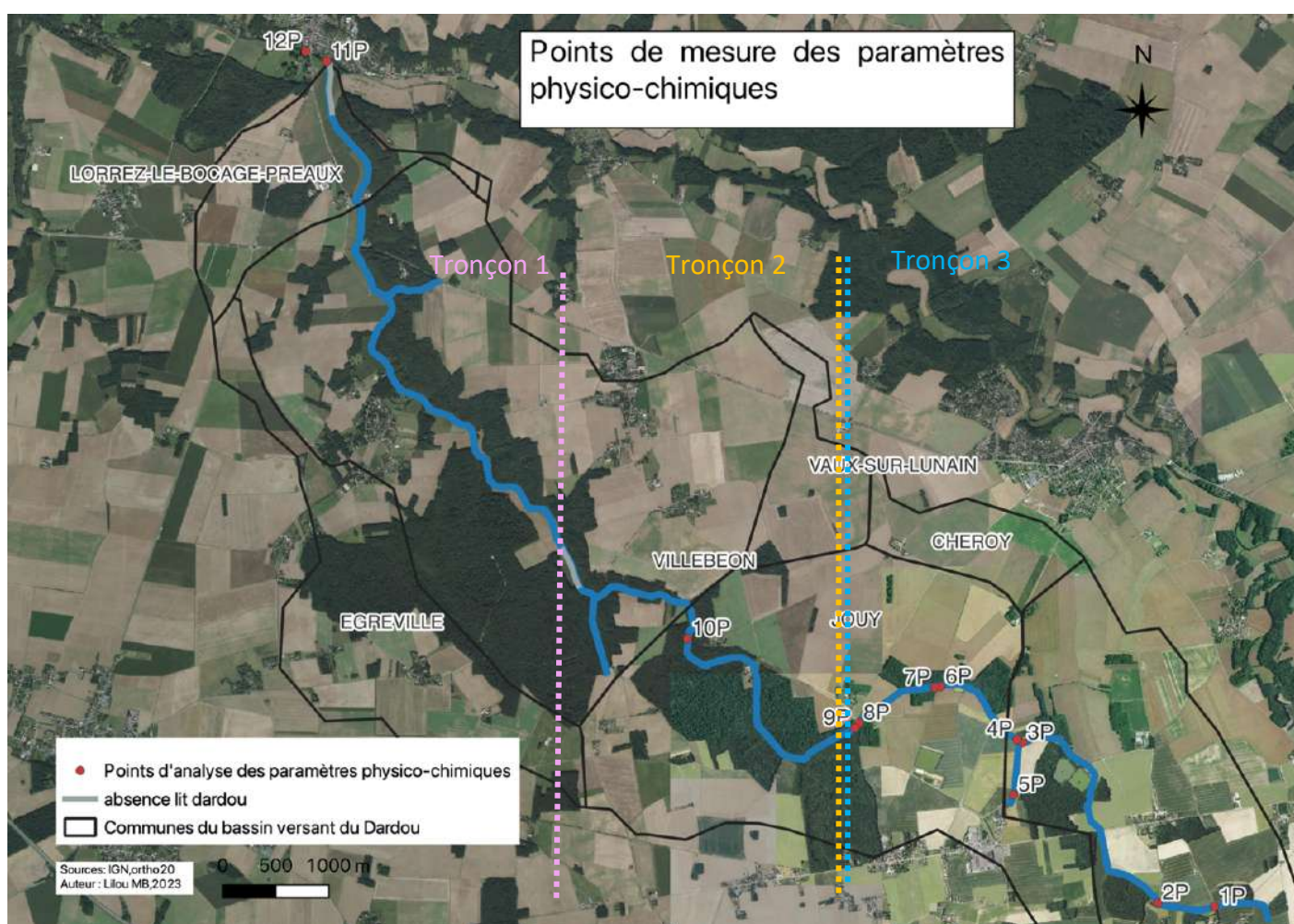


Figure 63 : Points de mesure des paramètres physico-chimiques

Le tableau qui suit classe les différents résultats physico-chimiques durant les 3 campagnes de terrains, des codes couleurs sont ajoutés pour faciliter l'analyse en retrouvant les résultats par campagnes.

Point	Date	Température de l'eau	PH	Conductivité	Oxygène dissous	Nitrate	Phosphate	Climat et commentaire
1P : la Sécherie	1 <sup>ère</sup> campagne : 27/03/2023	10,1°C	7,6	530 µS/cm 380 µS/cm <sup>a</sup>	106,9% 11,9mg/l	5,4 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 24mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,9 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>4</sub> ) 0,3 mg/l (P) 0,7 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	8 °c, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	10,4°C	7,39	739 µS/cm 528 µS/cm <sup>a</sup>	49,3% 5,52 mg/l	3,1mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 13,7mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,4 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>4</sub> ) 1,1 mg/l (P) 2,5 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14 °c, ensoleillé. Pas beaucoup d'eau, moins de 1l/s.
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	Pas assez d'eau pour	Faire	des prélèvements				
2P : la Vizouterie	1 <sup>ère</sup> campagne : 27/03/2023	10,2°C	7,92	547 µS/cm 408 µS/cm <sup>a</sup>	89,1% 9,61 mg/l	2,2 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 9,7 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2,5 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>4</sub> ) 0,8 mg/l (P) 1,8 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	8 °c, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	13,1°C	7,19	679 µS/cm 533 µS/cm <sup>a</sup>	40,6%. 4,19mg/l	2,4 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 10,6 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,3 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>4</sub> ) 1 mg/l (P) 2,3 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14 °c, ensoleillé. Eau plutôt stagnante bloquée par le busage du pont de la route
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	20,3°C	7,49	517 µS/cm 465 µS/cm <sup>a</sup>	25,5%. 2,3 mg/l	0 mg/l	2,3 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>4</sub> ) 0,7 mg/l (P) 1,7 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20°, nuageux. Eau stagnante en faible quantité.

3P : Amont rejet Eurial	1 <sup>ère</sup> campagne : 27/03/2023	9,2°C	7,67	550µS/cm 377µS/cm <sup>a</sup>	11,5 mg/l	3,1 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 13,7 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1,9 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,6 mg/l (P) 1,5 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	8 °c, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	11,6°C	7,85	631µS/cm 470µS/cm <sup>a</sup>	69% 7,52 mg/l	2,5 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 11 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,5 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1,2mg/l (P) 2,6 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14 °c, ensoleillé
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	18,7°C	8,04	571µS/cm 501µS/cm <sup>a</sup>	58,1% 5,39mg/l	4,6 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 20,3 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,7 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,2 mg/l (P) 0,5 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20°, nuageux. Peu d'eau
4P: Aval rejet Eurial	1 <sup>ère</sup> campagne : 27/03/2023	10,2°C	7,67	910µS/cm 716µS/cm <sup>a</sup>	69% 7,8mg/l	4 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 17,7 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1,5 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,5 mg/l (P) 1,1 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	8 °c, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	11,9 °c	7,86	662µS/cm 498µS/cm <sup>a</sup>	78,2% 8,43mg/l	0,8 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 3,5 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	4,2 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1,4 mg/l (P) 3,2 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14 °c, ensoleillé
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	18,9°C	7,99	586µS/cm 516µS/cm <sup>a</sup>	54% 5,07 mg/l	2,6 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 11,5 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,1 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1 mg/l (P) 2,3 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20°, nuageux. Peu d'eau
5P: Rejet direct d'Eurial	1 <sup>ère</sup> campagne	Pas de mesures						
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	15,1°C	7,59	1286µS/cm 1052µS/cm <sup>a</sup>	58,5% 5,79	0,5 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 2,2 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1,4 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,45 mg/l (P) 1 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14 °c, ensoleillé
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	Pas de rejet d'eau						

6P: Amont STEP	1 <sup>ère</sup> campagne : 03/04/2023	12,7°C	8,35	661µS/cm 502µS/cm <sup>a</sup>	118,8% 12,66 mg/l	2,1 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 9,3 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	4,5 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1,5 mg/l (P) 3,3 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	12 °c, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 19/05/2023	11,8°C	7,9	463µS/cm 347µS/cm <sup>a</sup>	66% 7,08 mg/l	2,5 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 11 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,2 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1 mg/l (P) 2,2 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	16°C, ensoleillé
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	20,5°C	8,29	560µS/cm 508µS/cm <sup>a</sup>	81% 7,3 mg/l	1,6 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 7 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,7 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,2 mg/l (P) 0,5 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20°C, nuageux, peu d'eau
7P: Aval STEP	1 <sup>ère</sup> campagne : 03/04/2023	11,9°C	8,17	668µS/cm 490µS/cm <sup>a</sup>	108,8% 11,66 mg/l	4,3 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 18,8 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,3 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1,1 mg/l (P) 2,5 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	12 °c, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 19/05/2023	11,8°C	7,9	463µS/cm 347µS/cm <sup>a</sup>	66% 7,08mg/l	2,5 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 11 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,5 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1,1 mg/l (P) 2,5 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	16°C, ensoleillé
	3 <sup>ème</sup> campagne : 29/06/2023	20,3°C	8,18	568µS/cm 516µS/cm <sup>a</sup>	75% 6 mg/l	0,8 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 3,6 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,9 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,3 mg/l (P) 0,6 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20°C, nuageux, peu d'eau
8P : Amont pont Jouy les Blins	1 <sup>ère</sup> campagne : 28/03/2023	7,4°C	7,77	646µS/cm 430µS/cm <sup>a</sup>	83% 10,1 mg/l	2,4 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 10mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,7 mg/l (PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1,2 mg/l (P) 2,7 mg/l(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	11°C, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	11,8°C	8,06	709µS/cm 530µS/cm <sup>a</sup>	83,9% 9,08mg/l	2,5 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 11,1 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,8 mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1,3 mg/l (P) 2,9 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14°C, ensoleillé
	3 <sup>ème</sup> campagne : 25/06/2023	19,5°C	7,63	1121µS/cm 997µS/cm <sup>a</sup>	47,8% 4,39 mg/l	0,9 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 4 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,7 mg/l (P) 1,5 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	25°C, ensoleillé, peu d'eau

9P : Aval pont Jouy les Blins	1 <sup>ère</sup> campagne : 28/03/2023	7,3°C	6,81	633µS/cm 421µS/cm <sup>a</sup>	95,2 % 11,39 mg/l	1,9 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 8,4 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2,5mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,8 mg/l (P) 1,9 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	11 degrés, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	11,3°C	8,03	722µS/cm 533µS/cm <sup>a</sup>	73,6% 8,06mg/l	2,2 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 9,7mg/l(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2,4mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,8 mg/l (P) 1,8 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14°C, ensoleillé
	3 <sup>ème</sup> campagne : 25/06/2023	19,4°C	7,85	1149µS/cm 1034µS/cm <sup>a</sup>	57,6% 5,28mg/l	0,7 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 2,9 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,6mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1,2 mg/l (P) 2,7 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	25°C, ensoleillé, peu d'eau
10P : Passage à gué, bois de Jouy	1 <sup>ère</sup> campagne : 04/04/2023	6,6°C	8,1	736µS/cm 504µS/cm <sup>a</sup>	82% 9,63mg/l	4,3 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 19 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2,3mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,8 mg/l (P) 1,8 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7°C, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	Pas d'eau	.	.	.	.	.	.
	3 <sup>ème</sup> campagne : 25/06/2023	Pas d'eau	.	.	.	.	.	.
11P: Confluence Dardou/Lunain	1 <sup>ère</sup> campagne : 04/04/2023	9,1°C	8,59	431µS/cm 300µS/cm <sup>a</sup>	111% 13,04mg/l	4 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 17,5 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,1mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1 mg/l (P) 2,3 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7°C, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 17/05/2023	Pas d'eau	.	.	.	.	.	.
	3 <sup>ème</sup> campagne : 25/06/2023	Pas d'eau	.	.	.	.	.	.

12P: Aval résurgence pont de Lorrez-le- Bocage- Préaux, Lunain	1 <sup>ère</sup> campagne : 04/04/2023	9,1°C	8,53	430µS/cm 299µS/cm <sup>a</sup>	111% 12,84mg/l	1,9 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 8,4 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	9,9mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 3,2 mg/l (P) 7,4 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7°C, ensoleillé
	2 <sup>ème</sup> campagne : 19/05/2023	13,9°C	8,44	863µS/cm 681µS/cm <sup>a</sup>	66,1% 6,82mg/l	3,2 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 14,2 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2,3mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 0,8 mg/l (P) 1,7 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	16°C, ensoleillé
	3 <sup>ème</sup> campagne : 30/06/2023	17,9°C	7,85	593µS/cm 513µS/cm <sup>a</sup>	7,7%. 0,72mg/l	4,9 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) 21,8 mg/l (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	3,1mg/l(PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup> ) 1 mg/l (P) 2,3 mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	26°C, ensoleillé

Conductivité :

µS/cm<sup>a</sup> : représente la valeur de la conductivité rectifiée à 25°C, valeur de référence pour comparer les différents résultats

µS/cm : est la valeur réelle à la température donnée.

Nitrate :

(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) : Le N pour nitrogen, azote en anglais.

(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) : forme du nitrate, les résultats sont analysés sous cette forme

Phosphate :

(PO<sub>3</sub><sup>-4</sup>) : forme du phosphate

(P) : Phosphore total

(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) : oxyde de phosphore, correspond aux engrais phosphatés (GEO-HYD,2008)

Afin de faire une analyse complète et claire, les résultats de chaque paramètre sont détaillés ci-dessous. Pour faciliter la lecture et la localisation, il est important de consulter la *figure 63* qui représente la position des points :

- La température de l'eau : Les variations de température fluctuent en fonction de différents facteurs, les principaux sont : les échanges avec l'atmosphère, les apports dues aux rejets, les échanges avec la nappe et l'ensoleillement. En fonction des différents points et de la période, la température de l'eau du Dardou fluctue. Lors de la **1<sup>ère</sup> campagne** les températures atmosphériques étaient en moyenne de 9 degrés et la température de l'eau du Dardou de 8,5. Lors de cette campagne, les températures sont stables entre les points 1 et 4, puis augmente de presque 3 degrés en arrivant à l'amont de la STEP au point 6. Cela peut s'expliquer par la présence d'une longue zone avec pas ou peu de ripisylve (sur une seule rive en rive droite au nord, donc le lit est exposé plein sud). Les températures diminuent ensuite fortement passant à 7,4°C au pont de Jouy au hameau des Blins. Ce refroidissement est certainement dû au passage dans une zone boisée et sous un busage enterré sous terre de plus de 300 mètres de long. après avoir traversé une grande partie du bois, au point 10, l'eau s'est encore bien rafraîchie. La température de l'eau du Lunain au point 11 et 12 semble se rapprocher de la moyenne et le dernier point est cohérent avec la température d'une eau de résurgence à cette période.

**La deuxième campagne** montre des éléments différents, alors que la température atmosphérique était d'environ 14,5°C en moyenne, le premier point mesuré est à 10°C, sachant que les drains ne coulaient pas et qu'il n'y a pas de ripisylve pour faire de l'ombre, ce résultat semble montrer un apport de nappe qui se situe théoriquement vers cette température. L'eau est ensuite réchauffée au niveau du point suivant, le 2. L'ouvrage à proximité fait obstacle et fait stagner l'eau ce qui est accentué par l'absence de ripisylve sur cette zone. L'eau refroidit ensuite au niveau des points 3 et 4, et ce malgré un apport d'eau réchauffé des rejets d'Eurial (15°C). La zone traversée est assez végétalisée (en rive gauche, vers le sud) et est donc ombragée. La température de l'eau ne connaît ensuite pas de variations particulières jusqu'au boisement de Jouy. L'ouvrage du pont des Blins de Jouy ne semble pas impacter la température de l'eau malgré la stagnation à l'amont. En revanche, l'eau au niveau de

la résurgence dans le Lunain, est un peu plus chaude avec quasiment 3°C de plus. **La 3<sup>ème</sup> et dernière campagne** de terrain s'est effectuée lorsque la température extérieure était d'environ 23°C. Le premier point qu'il a été possible de mesurer, le point 2 est l'un des plus chaud, dû à une eau très stagnante en plein soleil. Globalement le reste du linéaire ne connaît pas de variations très importantes mais a tendance à se réchauffer légèrement lorsque le lit du Dardou est sans ripisylve. A nouveau, l'ouvrage des Blins ne semble pas avoir d'impacts sur la température, il est important de notifier que à cet endroit la ripisylve est présente en rive gauche et l'exposition du Dardou est donc au nord. Au niveau de la résurgence de Lorrez-le-Bocage-Préaux, l'eau est très légèrement plus fraîche mais ne correspond pas à la température théorique d'eaux de nappes.

- Le pH: Il n'a y pas beaucoup de choses à développer sur le pH de l'eau du Dardou. Globalement, entre tous les points et les différentes campagnes, le pH ne connaît pas de variations très importantes et il ne dépasse pas les seuils qui sont de 6,5 et 9. En moyenne, le pH du Dardou est de 7,8, ce qui correspond à une valeur plutôt neutre et sans incidences sur le milieu aquatique. Les trois valeurs les plus extrêmes sont celles du Lunain lors de la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> campagne au niveau des points 11 et 12, où le pH est légèrement basique.
- La conductivité : Pour rappel, la conductivité devient un facteur limitant pour certaines espèces aquatiques à partir de 500µS/cm. Dans le cas du Dardou, la valeur analysée est celle rectifiée par la sonde à 25°C, donc les valeurs avec µS/cm<sup>a</sup>. Globalement la conductivité de l'eau du Dardou est assez élevée sur l'ensemble des points à toutes les périodes. Lors de la **1<sup>ère</sup> campagne, qui** est la période avec le plus d'eau, donc plus de chances que les sels minéraux soient dilués dans l'eau, la moyenne de la conductivité est de 424 µS/cm<sup>a</sup>. L'amont reste peu chargé avec une faible conductivité. Le taux connaît une nette augmentation au point 4, après avoir reçu les eaux du rejet de Eurial. La conductivité baisse ensuite petit à petit en avançant vers l'aval. Sur cette période, la conductivité dépasse le seuil à 4 reprises, sur les points 4, 6, 7 et 10. Le Lunain, lui garde un taux relativement plus bas que le Dardou, avec une conductivité qui se rapproche de celle du point 1 du Dardou. Cela peut expliquer par la quantité d'eau



présente dans le lit, qui est bien supérieure dans le Lunain, donc une densité de sels minéraux moins importante. **La 2<sup>ème</sup> campagne** montre une augmentation de la conductivité dans le Dardou, avec une moyenne de  $537\mu\text{S}/\text{cm}^{\text{a}}$ . L'amont est relativement chargé, ce qui peut correspondre à un apport de la nappe puisque les drains ne coulaient pas (les eaux souterraines sont généralement plus chargées en sels minéraux). Le point 5, le rejet direct de Eurial est très chargé, avec une conductivité dépassant les  $1000\mu\text{S}/\text{cm}^{\text{a}}$  (selon la réglementation les eaux destinées à la consommation humaine ne peuvent pas dépasser les  $1000\mu\text{S}/\text{cm}^{\text{a}}$ ). Cependant, cette forte contribution n'impacte pas la conductivité à l'aval du cours d'eau. Au niveau du dernier point, le 12, le Lunain a une conductivité plus élevée que lors de la 1<sup>ère</sup> campagne. Cela est dû à la quantité d'eau dans le lit, à cette période seule la résurgence alimente le Lunain, étant donc une eau souterraine, elle est plus conductrice. Enfin, toujours dans la même dynamique, **la 3<sup>ème</sup> campagne** montre que le Dardou gagne encore en conductivité, avec en moyenne  $648\mu\text{S}/\text{cm}^{\text{a}}$ . La faible quantité et le réchauffement de l'eau augmente la concentration en sels minéraux qui est élevée sur l'ensemble du linéaire. En particulier au niveau du pont de Jouy, points 8 et 9, où la conductivité dépasse les  $1000\mu\text{S}/\text{cm}^{\text{a}}$ .

- L'oxygène dissous : les valeurs de l'oxygène dissous de la 1<sup>ère</sup> campagne sont grisées, car leur fiabilité n'est pas certaine. En effet, étant la première période de mesure réalisée, l'étalonnage a possiblement mal été fait, car les résultats paraissent très élevés et peu probables. L'analyse des résultats ne prendra donc en compte que les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> campagne. L'oxygène dissous est un facteur vital pour les organismes aquatiques. Comme expliqué précédemment, il ne faut pas qu'elle se trouve en dessous de 3-4 mg/l. Les taux ont tendance à diminuer lorsque les températures de l'eau se réchauffent. Globalement les eaux du Dardou n'atteignent que rarement un stade critique. Durant les deux campagnes, le point qui comptabilise le taux le plus bas est le 2, au niveau de la Vizouterie car l'eau y est très stagnante et relativement chaude. Lorsque le Dardou reprend une dynamique plus lotique jusqu'au point 3, la quantité d'oxygène dissous augmente. En comparaison, la deuxième campagne montre des taux d'oxygène dissous bien plus élevés que la troisième campagne, où les taux sont à 2 reprises en dessous de 5mg/l. Cela s'explique par la quantité d'eau moins

importante donc plus de stagnation et de réchauffement dû aussi à la température extérieure. La dernière mesure prise dans le Lunain lors de la 3<sup>ème</sup> campagne montre une quantité extrêmement faible (0,72 mg/l), qui est difficile à expliquer. Il est possible que ce soit une défaillance de la sonde, ou dû à un phénomène naturel non déterminé.

○ Les nitrates :

Campagne	Teneur en nitrate	Qualité selon SEQ-eau
1 <sup>ère</sup> campagne	14,5mg/l	Moyenne
2 <sup>ème</sup> campagne	9,3 mg/l	Bonne
3 <sup>ème</sup> campagne	7mg/l	Bonne

Comme expliqué précédemment, les nitrates vont influencer la qualité de l'eau et peuvent avoir des impacts comme l'eutrophisation. Pour rappel le taux ne doit pas dépasser les 25 mg/l, auquel cas la qualité devient médiocre, et mauvaise si les 50 mg/l sont dépassés. En vue des enjeux de l'utilisation de l'eau sur ce territoire, avec les usages de Eaux de Paris, il est nécessaire de maintenir une eau de bonne qualité, car au-delà des 50mg/l de nitrates, l'eau ne peut plus être potabilisée. En moyenne la quantité de nitrates durant la première campagne est de 14,5mg/l, ce qui correspond à une qualité moyenne. La deuxième campagne, à elle une moyenne de 9,3 mg/l, la qualité de l'eau passe alors au seuil de bonne qualité. Puis la dernière campagne montre les taux les plus bas, avec 7mg/l en moyenne ce qui correspond aussi à une bonne qualité. Globalement, l'amont du bassin (du point 1 au 4), compte les valeurs de nitrate les plus hautes. Les pics de nitrates se trouvent : au point 1, avec l'arrivée de plusieurs drains qui coulaient lors de la première campagne. De plus, cela correspond à des périodes d'épandage de fertilisants (mars/avril). Le point 7, à l'aval de la STEP, voit aussi la quantité de nitrate augmenter subitement lors de la première campagne (un flux conséquent coulait), restant tout de même dans une tranche de qualité moyenne. Durant les deux autres campagnes la STEP n'a plus d'influence sur le taux de nitrate.

## Phosphates :

Campagne	Teneur en phosphore	Qualité selon SEQ-eau	Teneur en phosphates	Qualité selon SEQ-eau
1 <sup>ère</sup> campagne	0,8mg/l	Mauvais	2,5mg/l	Médiocre
2 <sup>ème</sup> campagne	1mg/l	Mauvais	3,2mg/l	Médiocre
3 <sup>ème</sup> campagne	0,6mg/l	Mauvais	1,8mg/l	Mauvais

En regardant les taux de phosphore totaux, l'eau du Dardou est en mauvais état. Les moyennes sont, pour la 1<sup>ère</sup> campagne de 0,8mg/l (mauvais), pour la 2<sup>ème</sup> campagne de 1mg/l (mauvais) et pour 3<sup>ème</sup> campagne de 0,6mg/l (mauvais). Pour les phosphates la qualité de l'eau du Dardou est médiocre car, en moyenne : 1<sup>ère</sup> campagne, 2,5mg/l (médiocre), 2<sup>ème</sup> campagne, 3,2mg/l (médiocre) et 3<sup>ème</sup> campagne, 1,8mg/l (mauvais). Ainsi, il n'est pas simple d'analyser les résultats du phosphore et des phosphates, car les taux sont inégalement répartis, avec des quantités élevées sur l'ensemble du linéaire. Les deux premières campagnes comptent des quantités très hautes. La mesure dans la résurgence du Lunain lors de la première campagne montre un taux extrêmement haut, anormal en comparaison avec les autres points. Il est difficile de connaître les sources de ces apports en phosphates, ils peuvent être d'origine agricole mais aussi domestique avec les eaux d'assainissement. Ici, la STEP de Jouy ne semble pas être la source de cette forte quantité de phosphates et phosphore au regard de l'analyse des résultats des points amont/aval de la STEP.

Lors de l'analyse des résultats des nitrates et phosphates il est important de prendre du recul, les données sont très variables en fonction des conditions générales (météo, débit, température, précipitation). Dans une même journée, et même dans un intervalle de temps très courts, les mesures peuvent différer. En effet, si les mesures du nitrate avaient été prises juste après des pluies, il est très probable que les taux auraient pu être bien plus importants. Or les 3 campagnes ont eu lieu à des périodes ensoleillées ou nuageuses, sans pluies. Ces résultats donnent donc une idée générale, mais pour avoir un résultat plus fin et plus fiable il faudrait des stations de mesures fixes qui prennent des mesures fréquentes (ex : toutes les 30 min) associées à des stations météorologiques.

Ainsi, la qualité générale des eaux du Dardou varie grandement en fonction du secteur et des paramètres observés. Les résultats montrent des apports d'éléments nutritifs, en particulier de phosphates. Les autres paramètres ne montrent pas de déséquilibres majeurs, mis à part sur certaines zones, perturbées par des ouvrages, comme sur le pont de la Vizouterie où l'eau à l'amont stagne et influence les paramètres physico-chimiques.

### 3.3 Les aménagements envisageables et actions à mettre en place

Au regard des résultats du diagnostic, il paraît nécessaire de mettre en œuvre des aménagements visant à améliorer l'état général du Dardou.

Les différents aménagements viseront à l'amélioration de la morphologie du cours d'eau, des habitats, mais aussi de la qualité de l'eau.

Les résultats de l'étude montrent que le Dardou a subi de grandes modifications au cours du temps, c'est un cours d'eau très artificialisé, que ce soit dans sa morphologie ou dans l'aménagement du bassin versant et les écoulements d'eau qu'il reçoit. Les travaux visant à son amélioration, à sa renaturation doivent donc prendre en compte tous les acteurs du bassin, car les perturbations sont plus ou moins connectées. C'est pour cela que dans un premier temps il semble essentiel que les principaux acteurs concernés soient sensibilisés et respectent la réglementation.

#### 3.3.1 Sensibilisation et respect de la réglementation sur le bassin du Dardou

##### Respect du lit du cours d'eau

Comme expliqué précédemment, à l'aval du Dardou au niveau de la confluence avec la Lunain, sur la commune de Lorrez-le-Bocage-Préaux, le lit du Dardou a été comblé en 2008. En effet, l'exploitant qui cultive sur les parcelles cadastrales AM0010 et ZI0144 a comblé le lit du Dardou sans demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau auprès de la DDT 77. La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006 identifie les Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) dont les effets vont impacter les écosystèmes aquatiques et la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau (Synergis environnement). La réglementation stipule que le comblement d'un cours d'eau n'est pas autorisé alors qu'il est possible pour un fossé.

Sur ces parcelles, il n'y a donc ni lit mineur, ni bande enherbée, ni ripisylve. Cela pose divers problèmes en termes de ruissellement, de lessivage du sol, de transfert rapide et d'infiltration des intrants agricoles. Cela pose d'autant plus de problèmes que le bassin du Dardou se situe dans l'aire d'alimentation de captages de Eau de Paris. Étant donné que le Dardou est classé cours d'eau, le code de l'environnement cadre toutes les interventions et le propriétaire se doit de rectifier le lit mineur et ce à ses frais.

La photographie de Géoportail (*figure 61*) montre le trait qui correspond au Dardou classé en cours d'eau (respect de la topographie), le plan cadastral montre la parcelle AM0023, qui correspond au lit du Dardou qui a été créé il y a plusieurs années mais qui n'existe plus. Aujourd'hui aucun des deux tracés n'existe, lorsque le Dardou est en eau jusqu'à la commune de Lorrez-le-Bocage-Préaux, il se recrée divers écoulements en rejoignant le talweg.



Figure 64 : plan cadastre Géoportail

## Respect des bandes enherbées

De plus, le Dardou étant classé comme cours d'eau BCAE, l'exploitant doit respecter 5 mètres de largeur de bande enherbée sur chaque rive cultivée. Ce dispositif devra donc être mis en place lors de la renaturation du Dardou sur ces parcelles, par l'exploitant.

Le diagnostic montre que d'autres parcelles agricoles, plus en amont ne respectent pas non plus les bandes enherbées. Ce sont trois parcelles non adjacentes sur la commune de Villebéon : OZ 0089, OZ 0092 et ZO 0010. Face à cela, il paraît nécessaire de sensibiliser les riverains/ exploitants, à travers des réunions de travail, des lettres d'informations, des panneaux pédagogiques, .... En faisant intervenir lors des conseils municipaux différents acteurs comme l'EPAGE du Loing, Eau de Paris ou des associations environnementales locales. Les bandes enherbées sont des dispositifs simples à mettre en place qui ont prouvées leur efficacité. Plus les bandes enherbées sont larges, plus elles sont intéressantes pour piéger les intrants (*figure 62*).

	5 m	6 m	10 m	12 m
<b>Infiltration du ruissellement</b>	/	Pour 6 à 18 m : 43 à 99,9 %		
<b>Protection de la dérive de pulvérisation</b>	92 à 98 %	/	/	/
<b>Rétention des pesticides</b>	50 %	Généralement supérieur à 50 % (Pour beaucoup de molécules > 90 %) (12-18 m : proche de 100 %)		
<b>Rétention des nitrates</b>	10 à 15 %	0 à 85 %	30 à 50 %	59 à 99 %
<b>Sédimentation des MES</b>	51 % / 62 %	Pour 6 à 18 m : 87 à 100 %		

Figure 65 : Tableau de l'efficacité des bandes enherbées, P. GOLFIER, 2019

## Plantation de haies

L'implantation de haies est aussi à encourager. Le territoire du Dardou était auparavant une zone bocagère (la toponymie ; Lorrez-le-Bocage-Préaux). Une haie est un alignement de végétation arborée ou arbustive plus ou moins large. Elles ont de nombreux bénéfices pour le milieu naturel :

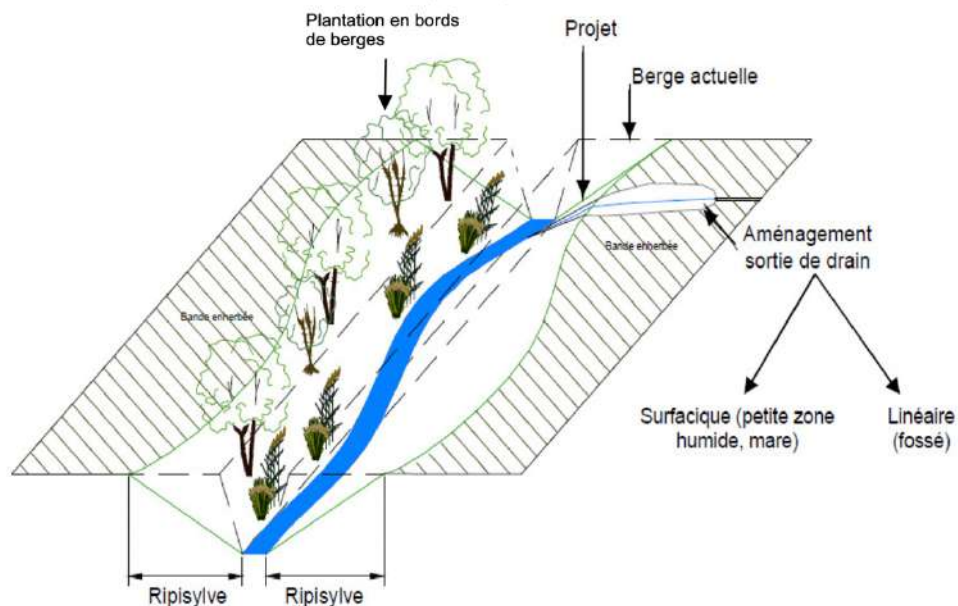
- Elles augmentent l'infiltration de l'eau dans le sol grâce au système racinaire des plantes ;
- Elles ralentissent les écoulements de ruissellement et diminuent le lessivage de sols et donc le taux de matière en suspension qui arrive jusqu'au cours d'eau ;
- Elles participent à la phyto-épuration de l'eau en fixant une partie des intrants agricoles ;
- Elles participent à des corridors écologiques en créant des habitats pour la faune sauvage. Elles sont d'ailleurs de véritables habitats pour les auxiliaires de cultures (prédateurs, pollinisateurs...) ;
- Elles favorisent des paysages plus diversifiés.

Il est préférable de planter les haies perpendiculairement au sens des écoulements afin d'optimiser les services rendus par la végétation.

Les parcelles agricoles de la rive droite du Dardou font parfois plusieurs dizaines d'hectares sans haies ou boisements. Il existe aujourd'hui plusieurs programmes de replantation de haies et des aides financières. Par exemple, la chambre d'agriculture d'Ile-de-France lance des appels à projet plantation de haie et elle accompagne financièrement l'exploitant dans tout le processus de plantation de haies.

Enfin, comme expliqué précédemment dans la partie ripisylve du diagnostic, la ripisylve comporte aussi beaucoup de points positifs pour le milieu, la biodiversité et la qualité de la ressource en eau. Certaines zones le long du linéaire du Dardou ne sont pas du tout végétalisées, il est dans l'intérêt général de sensibiliser et accompagner les propriétaires dans la plantation d'une ripisylve adaptée avec des espèces indigènes au secteur.

### 3.3.2. Amélioration de la qualité de l'eau en diminuant les impacts des drains



Sources : Agence de l'Eau Rhin - Meuse

Figure 66 : Schéma du fonctionnement de la mise en place de fossé végétalisé en exutoire de drains, Agence Rhin-Meuse.

Avant de présenter des aménagements plus conséquents sur des secteurs bien spécifiques, un petit aménagement peut être réalisé sur l'ensemble des parcelles drainées du bassin. Il consiste à raccourcir légèrement les drains au niveau de leur exutoire pour créer un petit fossé végétalisé avant que l'eau ne retourne au cours d'eau. C'est ce que représente le schéma de la figure 66.

Pour mener à bien cette action, il faut rencontrer chaque propriétaire de parcelles agricoles drainées et leur présenter ce fonctionnement. Il a l'avantage de pouvoir se faire sur les bandes enherbées et ne prend donc pas d'emprises foncière au détriment des cultures. En plus de filtrer et d'épurer en de manière assez minime l'eau des drains, il permet de piéger une partie des sédiments et réduire ainsi la vitesse d'envasement dans le cours d'eau. Ainsi, si la majorité des exutoires de drains sont équipés de ces petits fossés, l'impact sur le milieu et la qualité de l'eau deviendra intéressant.



### 3.3.2 Restauration du Dardou

Tout aménagement dans le cours d'eau va engendrer des coûts et des possibles perturbations sur le milieu. Il est donc nécessaire d'évaluer la pertinence des actions ; il faut vérifier si le linéaire restauré est pertinent par rapport à la taille du cours d'eau. Pour un cours d'eau de plus de 10 m de largeur, une restauration sur 100 m de linéaire ne sera pas très efficace pour la vie biologique ; cependant si le cours d'eau fait 2 m de largeur ou moins, une restauration sur 100 m aura bien plus d'effets positifs significatifs à l'échelle du tronçon. Pour être le plus efficace, il est préférable d'agir sur un linéaire supérieur à 100 fois la largeur du cours d'eau. (P. ADAM et al, 2007).

Dans le cas du Dardou, la largeur du lit mineur n'excède pas les 3 mètres de largeur sur les différents tronçons ciblés, et les linéaires restaurés envisagés sont supérieurs à 300 mètres dans chacun des cas.

#### **1<sup>er</sup> scénario d'aménagement sur l'amont du Dardou**

Le secteur concerné par ce premier aménagement fait 1 075 m et est situé tout à l'amont du Dardou, où il prend sa source. Cette zone est aussi une des plus dégradée, avec un lit très encaissé et des berges abruptes, une forme de lit rectiligne et une multitude de drains qui y coule en période pluvieuse. Le lit du cours d'eau est donc fortement colmaté, l'eau y est souvent stagnante et lorsque les températures se réchauffent, il y a de l'eutrophisation. Cette partie ne compte que 350 mètres de ripisylve en majeure partie en rive gauche, dont une partie qui est discontinue, ce qui ne fait pas beaucoup d'ombre et favorise l'évaporation.

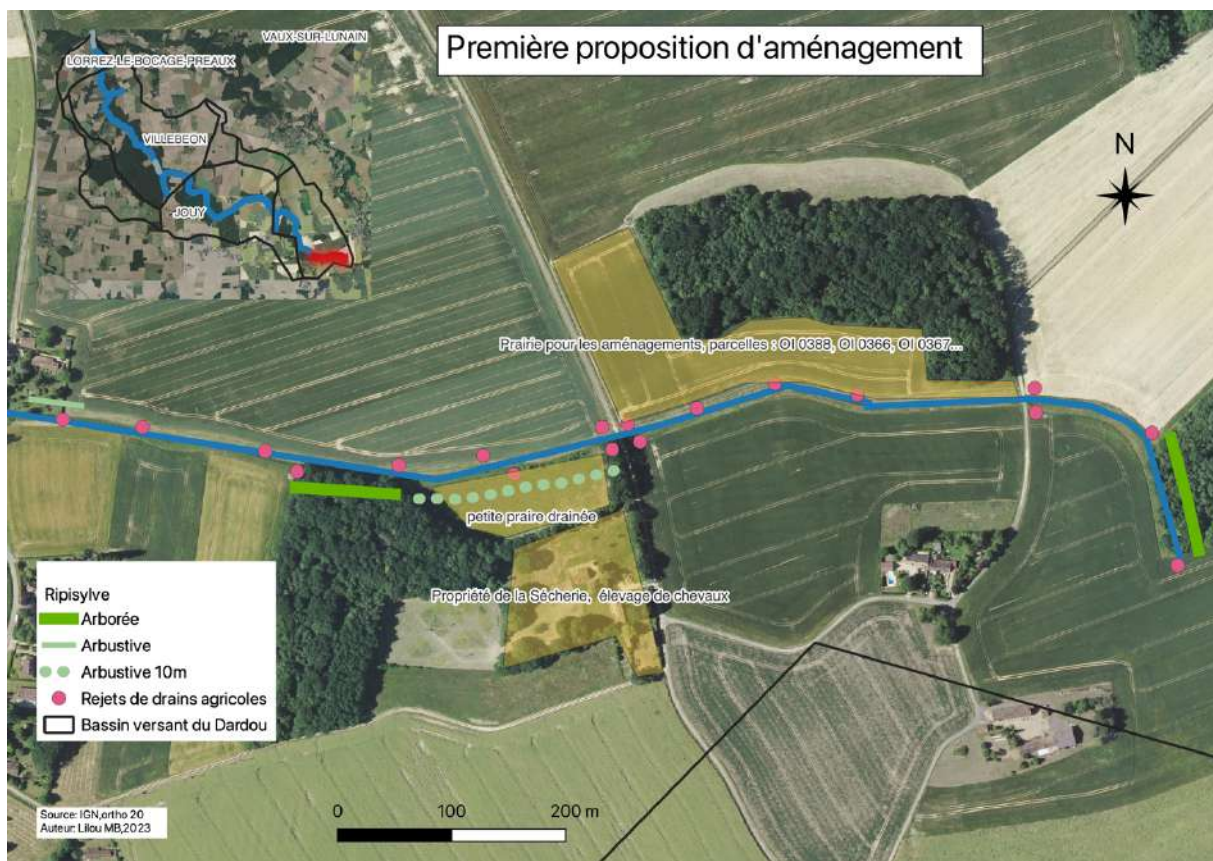


Figure 67 : Première proposition d'aménagement

Les deux rives sont actuellement occupées par des parcelles cultivées drainées sur la majorité du linéaire. Sur la rive gauche se trouve une prairie drainée appartenant à la propriété de la Sécherie, qui sont éleveurs de chevaux. Il se trouve que le champ anciennement cultivé en rive droite qui borde le Dardou sur 350 mètres, n'est plus cultivé et s'apprête à accueillir les chevaux de la propriété voisine. Cette prairie est divisée en plusieurs parcelles appartenant à un même propriétaire et seront mise en location aux éleveurs de chevaux : OI 0388, OI 0366, OI 0367, OI 0371, OI 0372, OI 0373, OI0374, OI 0377.

Ce changement d'usage sur ces parcelles est une opportunité intéressante pour y proposer des aménagements et en profiter pour renaturer l'ensemble de la zone.

Dans le cadre d'une restauration de l'hydromorphologie sur ce secteur, cette prairie est idéalement située. D'après les mesures altimétriques de Géoportail, elle se situe en point bas. Le cours d'eau pourrait donc y avoir davantage un profil méandrique. Cependant, étant donné la pente et les débits du Dardou sur cette zone, le cours d'eau n'a probablement jamais eu l'opportunité de créer une sinuosité marquée, étant anciennement des zones humides, les axes d'écoulement devaient varier.

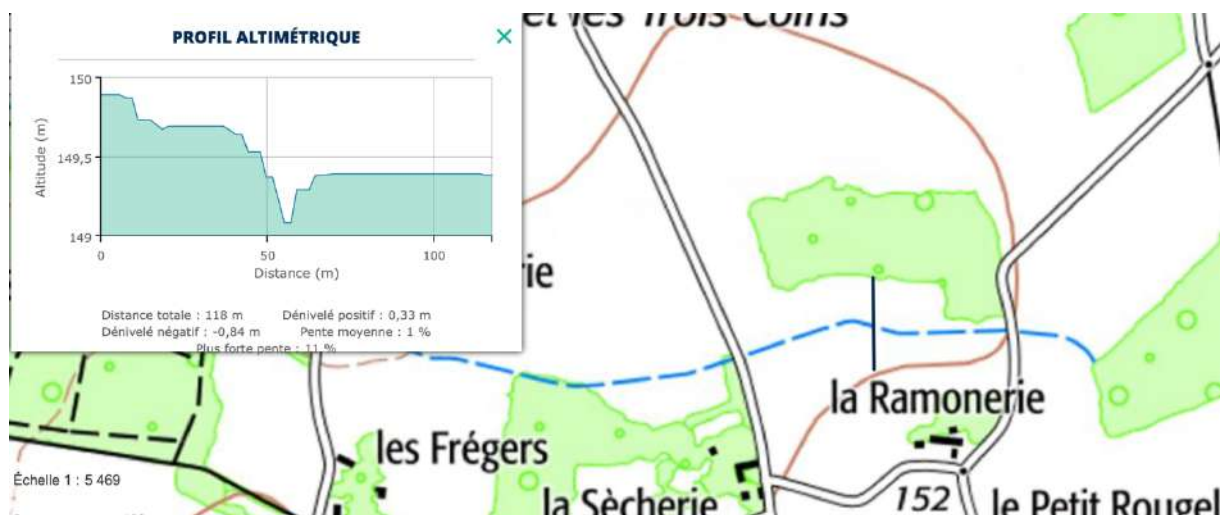


Figure 68 : profil altimétrique, Géoportail

Aujourd’hui le scénario le plus ambitieux de tendre vers un état le plus fonctionnel possible, tout en maintenant les usages en place., Les usages ont évolué et il faut que les acteurs soient concertés dans le projet. Ainsi il est proposé :

- **Dans un premier temps de retirer les drains des parcelles** récemment mise en prairie sur une surface d’environ 2500 m<sup>2</sup>, redonnant à cette zone, son état proche d’une prairie humide une partie de l’année (la communication devra être importante afin de rassurer sur la compatibilité avec l’accueil des chevaux) La restauration d’une parcelle drainée vise à empêcher le rabattement de la nappe et donc redonner à la zone humide sa capacité de stockage d’eau. Les drains datent de 1932 et sont fait en terre cuite. Généralement à cette époque les drains étaient enterrés à 50 cm sous terre, mais ils peuvent aussi se trouver entre 90 et 110 cm. La suppression intégr

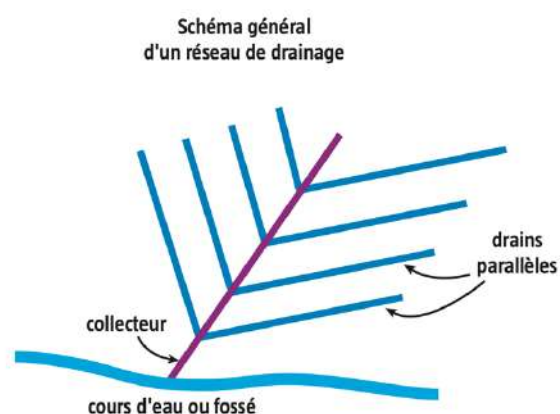


Figure 69 : Schéma d'un réseau de drainage, OFB

onéreuse et a des impacts conséquents sur le milieu à cause du terrassement, ce n’est pas la méthode conseillée. La méthode recommandée est l’obturation du collecteur au droit de son débouché ; l’absence de circulation d’eau va produire au colmatage

progressif sur l'ensemble du réseau. Il existe une alternative, assez longue et qui nécessite de l'entretien, elle consiste à planter des saules au niveau des points stratégique des drains. Les racines vont cheminer et pénétrer dans les drains et créer des bouchons. Cette méthode peut être utilisée dans un second temps en complément de la première action.

<p>Estimation des moyens humains et financiers</p>	<p>D'après un retour d'expérience du Syndicat Mixte de la Dordogne Moyenne et de la Cère Aval (SMDMCA) : les travaux leur ont couté 12 150 € HT pour 7 ha avec 65 excavations en 2021. Soit 0,173€/m<sup>2</sup>.</p> <p>Dans le cas des parcelles concernées, il a été comptabilisé 5 collecteurs de drains à excaver.</p> <p>Moyen humain : 1 personne ½ journée pour vérifier et marquer au piquet les collecteurs et repérer les lignes de drains. L'obturation des collecteurs se fait avec des bouchons d'argile par 1 personne durant ½ jour avec une pelle de 3,5 tonnes et un tracteur avec godet.</p> <p><b>Coût estimé : 0,173x2500= 433+ 5% d'inflation = 455 €</b></p> <p><b>Soit +/- 10% de 455€ HT soit 546€ TTC</b></p>
<p>Réglementation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'effacement de drainage peut affecter le lit mineur d'un ruisseau et est donc soumis à déclaration ou à autorisation au titre de la loi sur l'eau : <b>il faut contacter la DDT 89.</b></li> <li>○ Si les travaux se situent en site classé ou inscrit, ils devront faire l'objet, dans un premier cas, d'une autorisation et dans un second cas, d'une déclaration auprès de la DDT89. <b>Dans le Cas de ce secteur il n'est pas classé en zone Natura 2000, pas classé en ZNIEFF type 1 et 2, il n'y a pas d'arrêté de biotope et ne se situe dans aucun site classé ou inscrit sur l'atlas du patrimoine.</b></li> <li>○ L'effacement de drains peut être du comblement et fait partie de travaux d'exhaussement et d'affouillement au titre du code de l'urbanisme, il faut consulter le PLU. Si la</li> </ul>

	superficie est supérieure à 100 m <sup>2</sup> il faut faire une déclaration au préalable.
--	--

- **Décaisser et adoucir les pentes des berges du lit du Dardou.** Le lit est très encaissé et rectiligne, en partie pour être au niveau des rejets des drains. L'aménagement vise à retravailler les berges sur l'ensemble de ce linéaire de 1 075m, donc sur 2 150 ml de berges et de redonner une légère sinuosité sur la parcelle de prairie débarrassée de ses drains. En observant le lit du Dardou plus à l'aval au niveau du bois entre Jouy et Villebéon, le diagnostic a montré que le lit était bien moins encaissé, avec des berges très douces. Cette partie du Dardou peut être prise comme référence pour la restauration de cette première partie du Dardou. Il est donc proposé de restaurer le cours d'eau en prenant les mêmes dimensions de lit que sur le tronçon de référence



Figure 70 : Photo de berges adoucie (SIEABA)

(point 12 annexe 6). Actuellement les dimensions du lit sont de 1,5 m à 1,7m de hauteur plein bord et 1,5 à 2 m de largeur plein bord, contre 50 cm de hauteur plein bord à 3 m de largeur plein bord sur le lit de référence du Dardou. Les berges vont être adoucies en déblayant les hauts de berges et remblayant sur certaines zones. Cela nécessite plus d'emprise sur les rives droites et gauches d'environ 5 mètres. Afin de créer des habitats hétérogènes, il faudra que les pentes des berges soient variées sur le linéaire.

Adoucir les pentes du cours d'eau va permettre de limiter l'érosion de berges et l'incision, et également faciliter l'installation d'une végétation rivulaire et donc l'accès à la faune. D'autant plus qu'avec la particularité du Dardou d'être à sec à l'aval, il ne semble pas y avoir de vie piscicole, ce qui peut permettre à d'autres espèces de coloniser la zone (macro invertébrés, amphibiens).

Estimation des coûts et des moyens humains	D'après les expériences des techniciens de rivière de l'EPAGE du Loing et du bureau d'étude PCM Environnement : le
--	--

	terrassment déblais/remblais coute : 25€ du m <sup>3</sup> HT, et 250m <sup>3</sup> pour 1km Donc pour ce tronçon : <b>environ 6 250 € HT soit 7 500€ TTC</b>
Réglementation	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La restauration hydromorphologique du lit mineur d'un ruisseau est soumise à déclaration ou à autorisation au titre de la loi sur l'eau, il faut contacter la DDT 89.</li> </ul>

- **Création de banquettes alternées**, dans le cas où l'emprise foncière de cette zone ne permet pas de redonner l'aspect naturel complet au Dardou, il est intéressant de mettre en place des aménagements dans le lit. Étant donné que le lit du Dardou aura été élargi au préalable, il sera possible d'effectuer des micro-sinuosités avec la recréation de bancs alluviaux alternés. L'objectif est d'améliorer la diversité des écoulements et recréer des habitats rivulaires. La puissance du cours d'eau étant relativement faible, les banquettes seront recouvertes de terre végétale, avec l'apport d'une granulométrie de taille moyenne à petite (pierres fines, cailloux grossier). Dans ce cas les banquettes feront 30% de la largeur plein bord du lit mineur, donc à peu près 1,5m de large 20 mètres de long tous les 25 mètres (MALAVOI, 2007). Afin que des plantes exotiques envahissantes ne s'installent pas sur ces banquettes, des héliophytes seront plantés (salicaire, iris de marais, carex...).

Estimation des couts et des moyens humains	D'après les expériences des techniciens de rivière de l'EPAGE du Loing et du bureau d'étude PCM Environnement : La création de banquettes végétales coute : 50€/m <sup>2</sup> HT Ainsi, environ 30m <sup>2</sup> par banquette avec à peu près 45 banquettes donc <b>67 500€ HT et 81 000€ TTC</b>
Réglementation	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La rectification du lit mineur d'un ruisseau est soumise à déclaration ou à autorisation au titre de la loi sur l'eau, il faut contacter la DDT 89.</li> </ul>

- **Plantation de ripisylve**. Étant donné que les travaux auront mis la zone à nue, il faut en profiter pour planter une ripisylve avec des essences adaptées et bénéfiques pour le milieu et la qualité de la ressource en eau. Les systèmes racinaires vont maintenir

les banquettes mises en place et l'ombrage de la végétation va diminuer l'évaporation et le réchauffement de l'eau. Il est important de planter des espèces adaptées à la station, pour cela il faut faire un repérage des essences présentes naturellement dans le secteur. Il faut aussi varier les strates, les essences, les densités de plantations, afin de créer de l'hétérogénéité. Ces plantations nécessitent un entretien sur le long terme, c'est pour cela qu'en amont, une concertation et la sensibilisation des propriétaires est primordiale.

Estimation des coûts	D'après les travaux de RIV4VAL : La plantation de ripisylve coûte entre 9 à 15€HT/M. Il y a 1420 mètres de ripisylve à planter sur cette zone, soit <b>12 780€ à 21 300€ HT donc 15 336€ à 25 560€ TTC</b>
Règlementation	Il est préférable d'avertir la DDT 89 de la plantation de la ripisylve, bien que ça ne soit pas directement réglementé. La loi n'interdit pas l'entretien de la ripisylve, au contraire les propriétaires doivent entretenir leur rive, mais ils ne peuvent pas faire de coupe rase coupe à blanc de dessouchage ; l'entretien doit être raisonné et fait durant certaines périodes spécifiques à chaque cours d'eau principalement en fonction des espèces y vivant.

Enlèvement des drains	<b>455€ HT soit 546€ TTC</b>
Re talutage des berges	<b>6 250 € HT soit 7 500€ TTC</b>
Création de banquettes alternées	<b>67 500€ HT et 81 000€ TTC</b>
Plantation ripisylve	<b>12 780€ à 21 300€ HT donc 15 336€ à 25 560€ TTC</b>
<b>Cout total du projet</b>	<b>Environ entre 87 000 € et 95 000€ HT soit 104 400€ à 114 000€ TTC</b>

## **2<sup>ème</sup> scénario d'aménagement de deux zones humides épuratrices au niveau de la limite communale de Montacher-Villegardin et Jouy**

Dans le cadre d'un stage réalisé en 2019, Eau de Paris a étudié les différentes zones pouvant être aménagée en ZTHA (Zone Tampon Humide Artificielle) sur l'amont du bassin du Lunain. La ZTHA est un aménagement en milieu agricole qui fonctionne comme un bassin de rétention, une mare, de profondeur et de hauteur d'eau variable végétalisée ou pas et de niveau d'eau variable. C'est une zone tampon, se rapprochant d'un système naturel comme les zones humides. C'est la position dans le bassin versant qui lui confère la propriété « tampon ». Ainsi la connexion hydrologique de la zone tampon est un critère indispensable : l'eau doit être interceptée puis retourner au cours d'eau après un séjour dans la ZTHA. (J. TOURNEBIZE, et al.2013).

Les ZTHA sont pleinement inspirées du fonctionnement des zones humides naturelles, ces zones permettent l'abattement de 20% à 100% des nitrates par la dénitrification et l'absorption racinaire, la rétention de 90% des matière en suspension et l'abattement de 40% à 100% des produits phytosanitaires selon la substance suivant leur taille (ARTWET, 2010).

Théoriquement, il faut que la ZTHA fasse 1 à 2 % de la surface de la zone drainée pour être efficace.

Cependant, les emprises foncières, la topographie et la complexité du réseau de drainage ne permettent pas ce genre d'aménagements sur le bassin versant du Dardou.



En nous positionnant à l'aval du secteur majoritairement drainé (point 2D, *figure 62*), la surface drainée représente environ 44 hectares ; il faudrait donc une ZTHA de 4ha. Cela n'est pas possible au vu de l'emprise foncière disponible. De plus, le Dardou est le seul axe à récupérer l'ensemble des eaux de drainage du bassin, qui viennent donc toutes s'accumuler en ce point. Seules deux parcelles semblent intéressantes pour une proposition d'aménagements : la parcelle ZD 0022 fait 7 000 m<sup>2</sup> et la partie en jachère de la parcelle OH L'aménagement proposé pour ce secteur, ne pouvant être une réelle ZTHA, est la création de

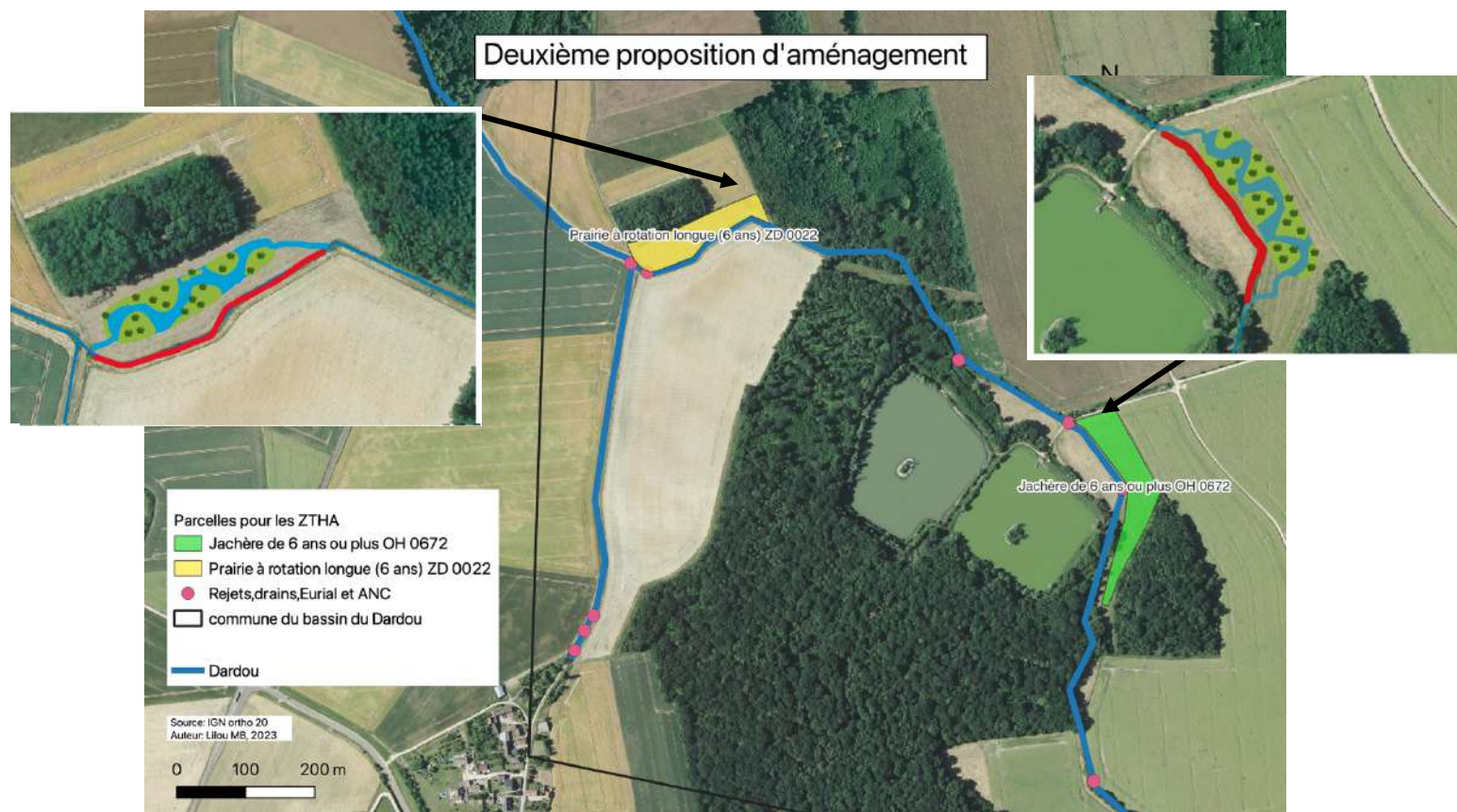


Figure 71 : Deuxième proposition d'aménagement

deux zones humides sur les deux parcelles localisées sur la *figure 71*. Sur la commune de Montacher-Villegardin, la parcelle ZD 0022, qui est en prairie à rotation longue et une partie de la parcelle OH0672 en jachère sont stratégiquement positionnées. Elles sont au bord du cours d'eau sur un point bas et surtout elles se trouvent à la fin du réseau de drainage présent à l'amont du bassin versant du Dardou. Ces parcelles sont d'autant plus intéressantes, que quelques centaines de mètres en aval, se trouve la zone de gouffres des Mauriceaux qui récupère une partie des eaux du Dardou. Il est donc pertinent d'y envisager la création de zones humides pour épurer l'eau avant qu'elle ne s'engouffre vers la nappe.

La surface mise en zone humide pourrait faire à peu près la moitié des parcelles, donc une de 3500 m<sup>2</sup> et une autre de 5500m<sup>2</sup>. Les résultats du diagnostic montrent cependant, que les taux de nitrates ne sont pas extrêmement élevés (15mg/l en moyenne sur ce point, cette mesure est à prendre avec du recul car il n’y a pas eu de suivi complet sur une durée plus longue). Deux Zones humides successives de cette ampleur pourraient donc suffire pour épurer l’eau, ou du moins une grande partie. Le fait de faire passer le cours d’eau directement dans ces deux zones humides assure un traitement de la majorité des flux (le Dardou ayant des débits très faibles) avant qu’ils ne s’engouffrent. Les traits rouges sur *la figure 71* représentent donc le lit du Dardou actuel qui serait transformé en zone humide.

Le temps de séjour de l’eau dans la zone humide peut-être estimé avec ce calcul :

$$\text{Temps de séjour en seconde} = \frac{\text{volume de la zone humide en } m^3}{\text{Débit du flux en } m^3/s}$$

En moyenne le débit du Dardou sur la zone du point 2 qui correspond à l’amont du pont du rejet de Eurial et de 0,005m<sup>3</sup>/s. En appliquant le calcul, le temps de séjour de l’eau dans la première zone humide serait d’environ 8 jours et le temps de séjour dans la deuxième zone humide serait de 13 jours. Dans un contexte de grandes cultures conventionnelles, il faut compter 23 jours d’épuration pour avoir une épuration optimale. Dans le cas de ces deux aménagements, le temps de séjour cumulé sera de 21 jours, pour optimiser le freinage ne l’eau et son épuration des banquettes/chicanes végétalisées seront aménagée en quinconce.

Estimation des coûts	<p>D’après l’OFB et écophyto et bureau d’étude PCM Environnement, pour 1ha de Zone humide :</p> <p>Coût des ouvrages hydrauliques d’entrée et de sortie à 1000€ l’unité ; coût de l’étude géotechnique 2000€ ; cout du terrassement 4,5€ m<sup>3</sup> ; imperméabilisation du sol à l’argile 45€m<sup>2</sup> (en fonction de besoins et des résultats d’une étude géologique sur place) ; plantation d’hélophytes 4€ l’unité.</p> <p><u>Pour la première zone humide d’environ 5500m<sup>2</sup></u> : avec 2 ouvrages hydrauliques, une étude, 5500m<sup>3</sup> de terrassement,</p>
----------------------	--

	<p>imperméabilisation d'environ 200 m<sup>2</sup> (ce qui correspond au cheminement principal de la ZTHA) et environ 500 plants d'hélophytes. Donc 39 750€ HT soit 47 700€ TTC</p> <p><u>Pour la deuxième zone humide d'environ 3500m<sup>2</sup></u>: Avec 2 ouvrages hydrauliques d'entrée et de sortie, une étude, 3500m<sup>3</sup> de terrassement, imperméabilisation d'environ 150m (ce qui correspond au cheminement principal de la ZTHA) et environ 300 plants d'hélophytes. Donc 27 700€ HT soit 33 240 TTC</p> <p><b>Cout total : Environ 67 000€ HT soit 80 400€ TTC</b></p> <p>L'imperméabilisation du sol prend une part importante du budget, mais il est possible que les besoins soient réduits s'il s'avère que les parcelles sont déjà argileuses.</p>
Règlementation	<p>La rectification et le comblement du lit mineur d'un ruisseau est soumise à déclaration ou à autorisation au titre de la loi sur l'eau, il faut contacter la DDT 89. La création de zone de plan d'eau est aussi soumise à déclaration ou autorisation.</p>

### 3<sup>ème</sup> scénario d'aménagement de restauration du Dardou à Jouy

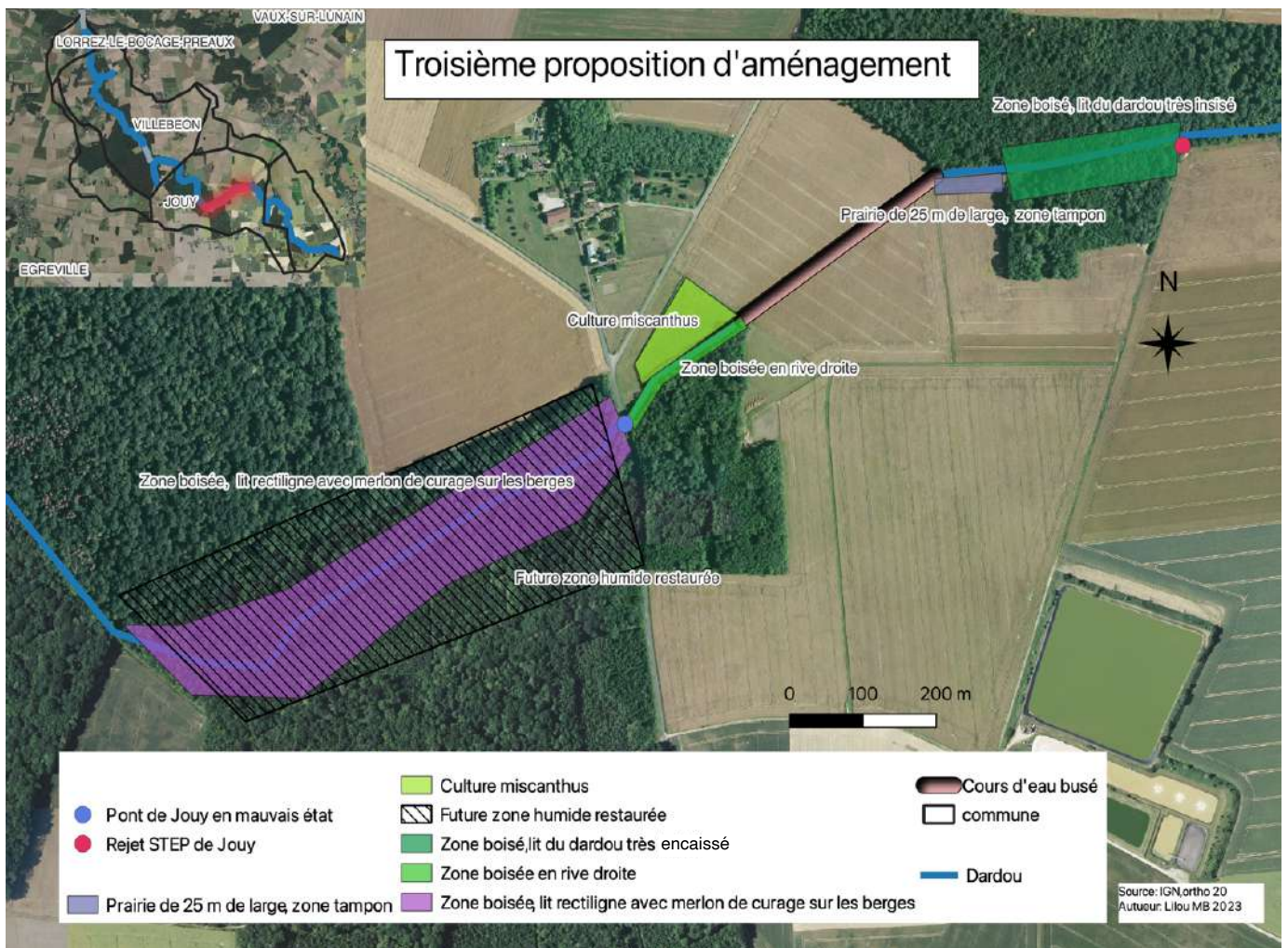


Figure 72 : Troisième proposition d'aménagement

Cette dernière proposition d'aménagement concerne un linéaire de 1600 mètres sur le Dardou où il sera fait de la restauration hydromorphologique sur l'ensemble du linéaire, de la remise à ciel ouvert de cours d'eau et de la restauration de zone humide. Globalement, il est intéressant de restaurer le cours d'eau sur cette zone car elle se situe à l'amont de la principale zone d'infiltration.

Le cours d'eau traverse plusieurs zones très différentes ; la restauration commence à l'aval du pont busé du rejet de la STEP de Jouy. Le Dardou passe dans une zone boisée où le lit est très encaissé, les parcelles concernées sont : OB 0100, OB 0102, OB 0103, OB0113, OB0500, OB0577, OB0576, OB0183. Puis sur la rive gauche, se trouve une bande enherbée de 25 mètres de largeur (parcelle OY 0017), laissant l'opportunité de faire de la restauration hydromorphologique. Le Dardou est ensuite busé sur 300 mètres et passe sous une parcelle

agricole. L'objectif est de recréer le lit du Dardou sur cette parcelle OY 005, ce qui implique de communiquer avec l'exploitant car il devra aussi mettre en place une bande enherbée de 5 m de large sur chaque rive. Le cours d'eau arrive ensuite le long d'une parcelle boisée en rive gauche (0166 et 0165) et de miscanthus en rive droite (0177). Entre le lit mineur du Dardou et la culture de miscanthus, il y a environ 10 mètres de bande enherbée, ce qui laisse une emprise intéressante pour restaurer le lit. Juste à l'aval, le cours d'eau s'envase grandement à cause du pont busé de la route communale de Jouy. En effet, ce pont est très dégradé et fait obstacle au libre écoulement de l'eau. Ce pont et la route doit donc être restauré par la commune de Jouy avec un aménagement adapté (type dalot), permettant la restauration de la continuité écologique. Dans le cas du Dardou, avec ses spécificités hydrologiques, c'est principalement la continuité sédimentaire qui est visée. A l'aval de ce pont se trouve une zone boisée où le Dardou a été entièrement rectifié et curé. Le projet consiste donc à restaurer l'hydromorphologie sur ce tronçon. La restauration hydromorphologique se basera sur les résultats du diagnostic, en prenant comme tronçon de référence, la zone du point 14 (situé plus à l'aval) avec environ 0,4 cm de hauteur en haut de berge et 1,5 cm de largeur en haut de berge. Cette restauration hydromorphologique permettra au Dardou d'alimenter la zone boisée pour qu'elle puisse évoluer naturellement en zone humide comme c'est le cas quelques centaines de mètres à l'aval. La zone plus à l'aval avec un lit naturel présente de nombreux signes de zone humide (végétation).

Estimation des coûts	<p>D'après des expériences de chantier au sein de l'EPAGE :</p> <p>Cout de la restauration hydromorphologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Abattage d'arbres sur environ 1800 mètres (les deux rives) (150€/u) et débroussaillage (9€/ml) : 7 500 € et 16 200 € HT</li> <li>-Re talutage des berges et reméandrage sur 1600 mètres (13€/ml) : 20 800 € HT</li> <li>-Évacuation des excédents de terre (18€/m<sup>3</sup>) : 1590 m<sup>2</sup> d'excédents de terre donc 30 210 € HT</li> <li>-Recharge granulométrique (24€/ml) : 38 400 € HT</li> <li>- Plantation de ripisylve et d'hélophytes (19€/u et 4€/u) : 1900€ et 800€ HT</li> </ul>
----------------------	--

	<p>Cout total des travaux : Environ <b>155 000€ HT soit 186 000€ TTC</b></p> <p><b>Les coûts des travaux du pont de la route communale de Jouy sont concernés par la commune et non l'EPAGE du bassin du Loing, ils sont d'environ :</b></p> <p>Étude géotechnique et travaux du pont de Jouy : 38 375€ et environ 40 000 € HT</p>
Règlementation	<p>Pour la restauration du pont l'EPAGE en tant qu'AMO (Assistant à Maître d'Ouvrage) accompagnera la commune pour la rédaction du DLE (Dossier loi sur l'eau).</p> <p>La rectification et le comblement du lit mineur d'un ruisseau est soumise à déclaration ou à autorisation au titre de la loi sur l'eau, il faut contacter la DDT 89. La création de zone de plan d'eau est aussi soumise à déclaration ou autorisation.</p> <p>L'abattage d'arbre doit faire l'objet d'une demande administrative auprès de la commune.</p>

### 3) Retour d'expérience

Le travail effectué durant cette année au sein de l'EPAGE du Loing a été très enrichissant sur de multiples plans. La réalisation du diagnostic a été très formateur bien que quelques difficultés aient été rencontrées lors des différentes étapes. Les points positifs et des difficultés rencontrées sont exposés ci-dessous :

Points positifs : Étant donné que je n'avais encore jamais réalisé de diagnostic de cours d'eau, j'ai eu beaucoup de choses à apprendre. Cela m'a permis d'acquérir une méthode de recherche de documentation, d'information, d'archives. La grande majorité des étapes ont été réalisées en autonomie, il a fallu gérer son temps, s'organiser dans les phases de terrains. Ce travail m'a aussi fait découvrir et prendre contact avec divers autres acteurs de l'eau, comme la DDT 89, l'OFB. De plus, pour la réalisation des supports visuels et l'organisation de la récolte des données, il a été indispensable de maîtriser les SIG. Ce qui m'a permis de mettre en application les notions

enseignées durant l'année de formation. L'étude de ce bassin m'a montré la complexité du fonctionnement d'un petit bassin situé en zone agricole, avec les divers enjeux et usages

Difficultés rencontrées : Dans un premier temps le protocole n'était pas totalement abouti et tous les paramètres n'étaient pas encore très bien fixés. Les premières sorties sur le terrain ont donc été peu concluante car il a manqué des données, plusieurs interventions sur le terrain ont été nécessaire pour compléter certaines bases de données. Lors de la réalisation des campagnes de mesures, pour la première en particulier, je ne savais pas encore bien me servir du matériel. La sonde d'oxygène dissous a très probablement mal été étalonné ce qui a faussé les résultats. Il était trop tard quand je m'en suis rendu compte, il n'était pas possible de recommencer les mesures. Les mesures de débit ont rencontré un problème similaire, l'utilisation du courantomètre n'a pas été simple toute de suite, ce qui a coûté de refaire les mesures plusieurs fois au même point. Le caractère intermittent du Dardou a aussi augmenté les difficultés, des zones étaient souvent à sec et ne permettaient pas de réaliser les mesures.

Concernant les recherches d'informations sur ce cours d'eau, il n'a pas été simple de trouver de la documentation, étant assez méconnu, il a été nécessaire de pousser les recherches de manière pointilleuse. Ce qui est devenu un point positif, car mener ces recherches a été un travail nécessitant de la précision et de la curiosité et donc fut très enrichissant.

## Conclusion

Le bassin versant du Dardou est un territoire complexe et particulier, la nature géologique karstique du secteur fait du Dardou un cours d'eau intermittent sur la majorité du secteur aval. Cette caractéristique a poussé certains acteurs locaux à le considérer comme un fossé, laissant place à certains abus en le recalibrant. Aujourd'hui le Dardou est un cours d'eau extrêmement modifié qui ne peut plus avoir une fonctionnalité naturelle dans l'état, il y a très peu de vie aquatique, il est très envasé et encaissé. La modification de l'occupation du sol sur plusieurs siècles faisant passer l'amont du bassin de zones humides à des zones en cultures drainées a changé sa dynamique et son alimentation. Cependant il reste le principal affluent du Lunain et comporte des enjeux de qualité d'eau importants, avec la présence des captages de Eau de Paris et des syndicats d'eau potable aux alentours. De plus, c'est un linéaire important situé dans une vallée agricole où la reconquête de la biodiversité est importante, son statut de protection peut permettre de mettre en place de réelles trames verte et bleue. Dans ces circonstances il est difficile de présenter la continuité écologique comme principal enjeu ; étant à sec à l'aval il ne sera jamais emprunté par la faune piscicole migratrice. Cependant, cette particularité peut au contraire permettre l'accueil de tout un cortège d'espèces différentes (macro-invertébrés, amphibiens, ...).

La gestion et le partage de l'eau devient de plus en plus problématique. Il est donc nécessaire de trouver des aménagements qui œuvrent pour l'intérêt général tout en trouvant une conciliation avec les différents usages du territoire. Pour cela, plusieurs aménagements en technique douce, technique végétale sont de plus en plus proposés. Ils sont fondés sur le fonctionnement de la nature et permettent de traiter des problèmes localement. Il reste tout de même indispensable de restaurer le cours d'eau avec des actions plus lourdes, afin qu'il retrouve rapidement une fonctionnalité et soit en capacité de rendre ses services écosystémiques.



## Table des figures

Figure 1: Bassin versant du Loing.....	3
Figure 2: géologie du bassin du Loing .....	5
Figure 3: Organisation des sous bassins du Loing, (EPAGE du Loing) .....	6
Figure 4 : Diagramme de Gantt des missions durant l'alternance au sein de l'EPAGE du Loing.....	8
Figure 5 : Situation géographique du bassin du Lunain .....	10
Figure 6 : Photo du Lunain à Vaux-sur-Lunain, (EPAGE) .....	11
Figure 7: carte de la géologie du bassin du Lunain .....	12
Figure 8: coupe géologique du bassin versant du Lunain .....	13
Figure 9: graphique de l'occupation des sols du bassin du Lunain, données de 2012.....	15
Figure 10: Carte de l'occupation des sols du bassin du Lunain.....	15
Figure 11: Bassin versant du Dardou .....	16
Figure 12: tableau de la climatologie de la commune de Chéroy entre 1991 et 2021, climate Data.....	18
Figure 13: Graphique des températures et de la pluviométrie de la ville de Chéroy entre 1991 et 2021, climate data .....	19
Figure 14 : Carte géologique du bassin du Dardou .....	20
Figure 15: carte des zones de perte et de résurgence du bassin du Lunain .....	21
Figure 16: esquisse des courbes iso piézométriques de la nappe de la craie sur le plateau de Chéroy.....	22
Figure 17 : Graphique de l'occupation des sols du Dardou, données de 2012 .....	23
Figure 18 : occupation du sol du bassin du Dardou .....	23
Figure 19 : Type de cultures sur la partie Seine-et-Marne du bassin du Dardou.....	24
Figure 20 : type de cultures sur la partie de l'Yonne du bassin du Dardou.....	25
Figure 21 : Cartes des parcelles drainées, Eau de paris, P.GOLFIER.....	25
Figure 22 : Réseau de drainage Montacher-Villegardin 1932.....	26
Figure 23 : Carte de Eau de Paris, Aire d'Alimentation de Captage (AAC) des sources du Lunain, P. GOLFIER .....	28
Figure 24: diagramme de Gantt de l'organisation de la réalisation du diagnostic du Dardou.....	31
Figure 25 : Tronçons du Dardou.....	34
Figure 26 : Photo du tronçon 1 du Dardou à Villebon le 13/03/23.....	35
Figure 27: Photo du tronçon 2 du Dardou à Jouy le 03/04/23 .....	36
Figure 28 : Photo du tronçon 3 du Dardou à Montacher-Villegardin le 16/03/23 .....	36
Figure 29 : tableau du classement de la granulométrie, CARHYCE OFB .....	39
Figure 30 : continuité de la ripisylve, OFB, CARHYCE.....	39
Figure 31 : sonde multi-paramètre et photomètre, Hanna instruments 2022 .....	41
Figure 32 : l'oxygène dissous nécessaire à la vie aquatique, data Stream, 2021.....	42
Figure 33 : tableau des taux de nitrates dans les rivières, SEQ-EAU, 2003.....	43
Figure 34 : tableau des taux de phosphore en rivière, SEQ-EAU, 2003 .....	43
Figure 35 : Points de mesure des paramètres physico-chimiques et des prises de débit .....	44
Figure 36 : Tracé du Dardou sur la commune de Montacher-Villegardin d'après la carte de l'état-major .....	48
Figure 37 : Plan parcelle cadastrale Montacher-Villegardin, 1840 (plan annoté pour être lisible).....	49
Figure 38 : Annales du service technique d'hygiène de la ville de Paris, 1928 .....	50
Figure 39 : Texte de la monographie de Villebéon, 1888 .....	51

Figure 40 : Carte topographique de Villebéon 1778-1789.....	51
Figure 41 : Comparaison d'un plan actuel et la carte d'Etat Major .....	52
Figure 42 : Illustration Lorrez-le-Bocage-Préaux, 19 -ème siècle.....	52
Figure 43 : carte postale de 1890, gare de Lorrez-le-Bocage-Préaux, source : delcampe.fr...	53
Figure 44 : Extrait de La vallée du Lunain aux âges préhistoriques de Armand Viré, 1926 ....	54
Figure 45: Ripisylve du tronçon 1 du Dardou.....	56
Figure 46 : Lit du Dardou sous les hautes herbes (prise de l'aval vers l'amont) le lit du Dardou suit le tracé bleu (photo du 14/06/23). .....	56
Figure 47 : Ripisylve du tronçon 2 du Dardou.....	57
Figure 48 : La ripisylve sur le tronçon 3 du Dardou .....	58
Figure 49 : Photo de la ripisylve du Dardou à l'aval du pont de Jouy, photo du 26/06/23.....	58
Figure 50 : Les bandes enherbées du tronçon 1 du Dardou .....	59
Figure 51 : Bandes enherbées du tronçon 2 du Dardou .....	60
Figure 52: tronçon 3 des bandes enherbées du Dardou.....	60
Figure 53 : Photo du 05/10/22, Dardou sur la parcelle agricole à l'aval, absence de lit et de bande enherbée.....	61
Figure 54 : ouvrages sur le lit du Dardou .....	62
Figure 55 : Points de mesure des dimensions du lit du Dardou.....	64
Figure 56 : Schéma de la coupe en travers du lit du Dardou sur le point 23, lit très incisé ....	64
Figure 57 : photo de gauche : 16/03/23, point 27, lit incisé. Photo du milieu : 03/04/23, point 12, lit naturel Photo de droite : 10/01/23, entre les points 16 et 17, Dardou rectifié en 1999, merlons de curage visibles sur les deux rives. ....	65
Figure 58 : La granulométrie du lit du Dardou.....	66
Figure 59 : Éléments observés dans le lit du Dardou.....	67
Figure 60 : Les rejets et les prélèvements dans le Dardou .....	69
Figure 61 : photo de gauche : drain colmaté à Montacher-Villegardin (10/11/22), photo de droite : drain qui coule, Montacher-Villegardin (16/03/23).....	70
Figure 62 : Points de mesure des débits du Dardou .....	71
Figure 63 : Points de mesure des paramètres physico-chimiques.....	75
Figure 64 : plan cadastre Géoportail.....	87
Figure 65 : Tableau de l'efficacité des bandes enherbées, P. GOLFIER, 2019.....	88
Figure 66 : Schéma du fonctionnement de la mise en place de fossé végétalisé en exutoire de drains, Agence Rhin-Meuse. ....	90
Figure 67 : Première proposition d'aménagement.....	92
Figure 68 : profil altimétrique, Géoportail.....	93
Figure 69 : Schéma d'un réseau de drainage, OFB .....	93
Figure 70 : Photo de berges adoucie (SIEABA).....	95
Figure 71 : Deuxième proposition d'aménagement .....	99
Figure 72 : Troisième proposition d'aménagement.....	102

## Table des annexes

Annexe 1 : Organigramme de l'EPAGE du bassin du Loing

Annexe 2 : fiche de mesure de la granulométrie, CARHYCE OFB

Annexe 3 : Photo du Dardou en Eau à Lorrez-le-Bocage-Préaux en 2016 au hameau la Normandie (Eau De Paris)

Annexe 4 : Photo du Dardou en eau à Lorrez-le-Bocage-Préaux en 2014 et 2015, Eau de Paris

Annexe 5 : table attributaire des données des ouvrages sur le Dardou

Annexe 6 : Profil en travers des différents points sur le Dardou

Annexe 7 : Photo du lit du Dardou dans la zone boisée de Jouy, trace du niveau d'eau sur un arbre. Photo du 02/03/23

Annexe 8 : Photo d'une rampe d'irrigation sur le bassin du Dardou, au niveau de la STP de Jouy. Photo du 03/04/23

## Références bibliographiques

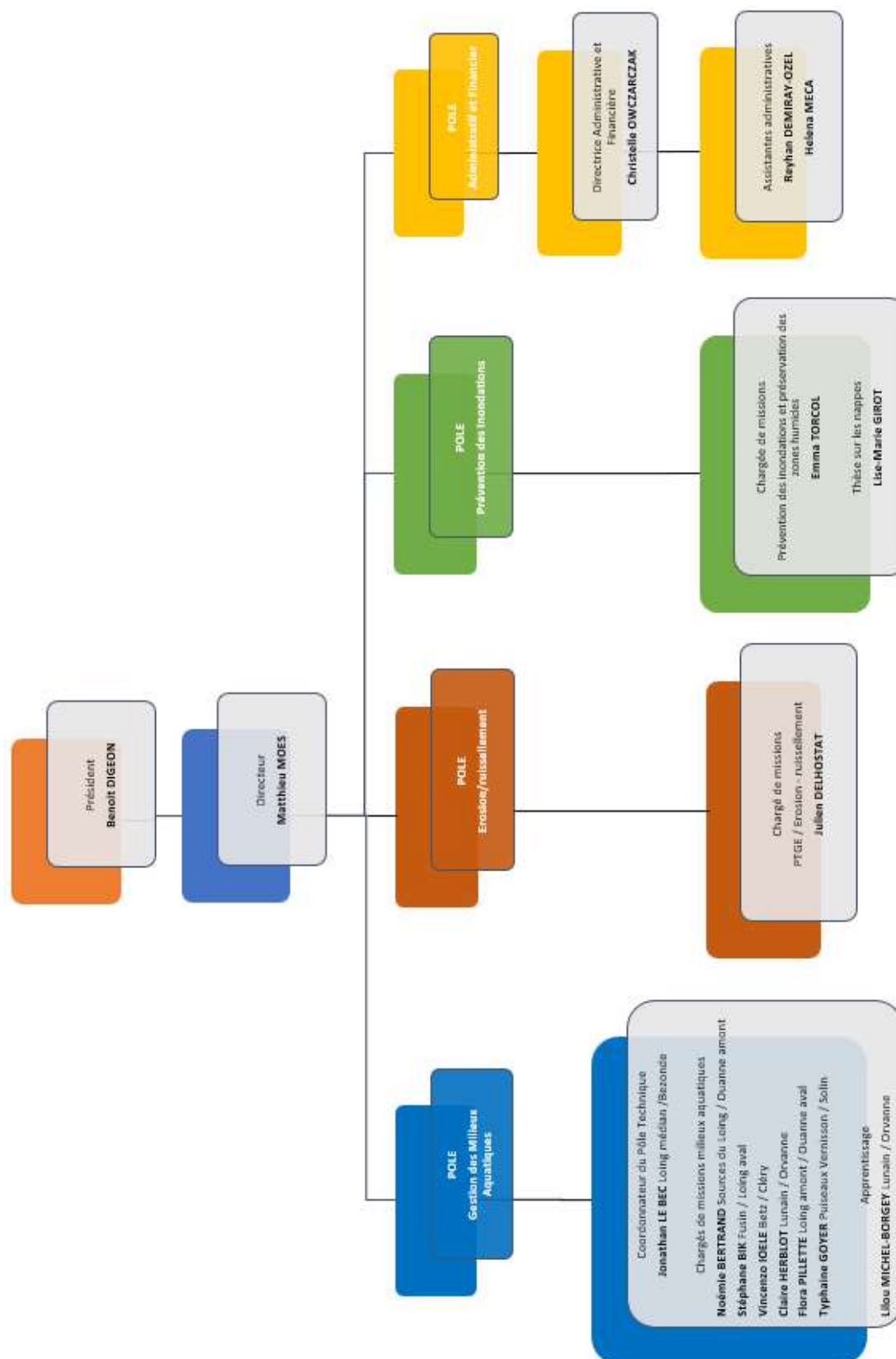
- *Agence de l'Eau Seine-Normandie.* (s. d.). <https://www.eau-seine-normandie.fr/>
- *Aurélien BEAUFORT.* *Température des cours d'eau : analyse des données et modélisation : application au bassin de la Loire Rapport final.* (2015). ONEMA.
- *R. CAMART, JCAMPINCHI, et al.* BRGM. (1973). *Etude géotechnique et hydrogéologie en vue de la création d'un plan d'eau régularisateur à Lorrez-le-bocage,*
- *Camille DELAGE, André EVETTE, et al.* *Quels semis pour le génie végétal sur les berges de cours d'eau ?*, Article hors-série numéro 59. (2019). *Sciences Eaux & Territoires.*
- *Comment vérifier la qualité de l'eau d'une rivière.* (s. d.). HANNA INSTRUMENTS. <https://blog.hannaservice.eu/fr/comment-verifier-la-qualite-de-leau-dune-riviere/>
- *DEGIORGI F., MORILLAS N. et GRANDMOTTET J. P.* *Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM.* (s. d.). *IAM.*
- *DEGIORGI F., MORILLAS N. et GRANDMOTTET J. P.* *Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM.* (2002). *Diagnostic du SAGE Cher amont.* (2008). *cher amont.*
- *Drainer. . . . .en préservant la ressource en eau Réglementation et bonnes pratiques.* (2016). CHAMBRE D'AGRICULTURE DE MOSELLE. [https://moselle.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Grand-Est/038\\_Inst-Moselle/RUBR3\\_environnement/Plaqueette\\_DrainageV5.pdf](https://moselle.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Grand-Est/038_Inst-Moselle/RUBR3_environnement/Plaqueette_DrainageV5.pdf)
- *Effacement de drainage fiche 163.* (2012).
- *EPAGE.* (s. d.). <https://www.epageloing.fr/>

- *Intégration des zones tampons dans le bassin versant - Fiche n° 8 LES DISPOSITIFS DE TYPE PLAN D'EAU.* (2014).
- Jean-Marc Baudoin, AFB, Laetitia Boutet-Berry, AFB, et al. Caractérisation hydromorphologique des cours d'eau Protocole de recueil de données hydromorphologiques à l'échelle de la station sur les cours d'eau prospectables à pied. (2017). OFB.
- Julien Tournebize, C. Chaumont, S. Molina, D. Berthault. *Guide technique à l'implantation des zones tampons humides artificielles (ZTHA) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage : cas du département de la Seine-et-Marne.* pp.35, 2013. hal-02599350. (s. d.).
- Julien Tournebize. *Synthèse bibliographiques des impacts du drainage agricole en contexte de marais. [Rapport Technique] INRAE UR HYCAR. 2019, pp.1-31.* hal-03748467
- *Le Lunain et ses affluents (77 et 89) Etude globale Phase 1 : Etat des lieux et diagnostic.* (2016). BURGEAP.
- *Le phosphore, un polluant d'avenir ?* (2017). Eau et rivière de Bretagne. <https://www.eau-et-rivieres.org/le-phosphore-un-polluant-davenir>
- *L'EUTROPHISATION des rivières par les nitrates et les phosphates.* (2017). CPEPESC. <https://cpepesc.org/6-nature-et-pollutions/2-eaux-et-milieux-aquatiques-sources-de-pollutions-et-atteintes/2-qualite-des-eaux-pollutions-etat-des-cours-deau/2-bonne-qualite-ou-pollution-des-eaux/le-cas-de-la-pollution-organique-des-eaux-domestique-urbaine-agricole/leutrophisation-des-rivieres-par-les-nitrates-et-les-phosphates/>
- *L'oxygène dissous.* (s. d.). SAGE de la Loire. <https://www.sage-estuaire-loire.org/loxygene-dissous/#:~:text=L%27oxyg>
- *Phosphore et eutrophisation des rivières.* (2011). Nature sciences.
- *Préservation, restauration et entretien des milieux naturels, aquatiques et rivulaires Fiche action B-1-2.* (s. d.).
- *Stéphanie Milot, SUIVI PHYSICOCHIMIQUE DES COURS D'EAU.* (2020). Fédération des lacs de Val-des-Monts.

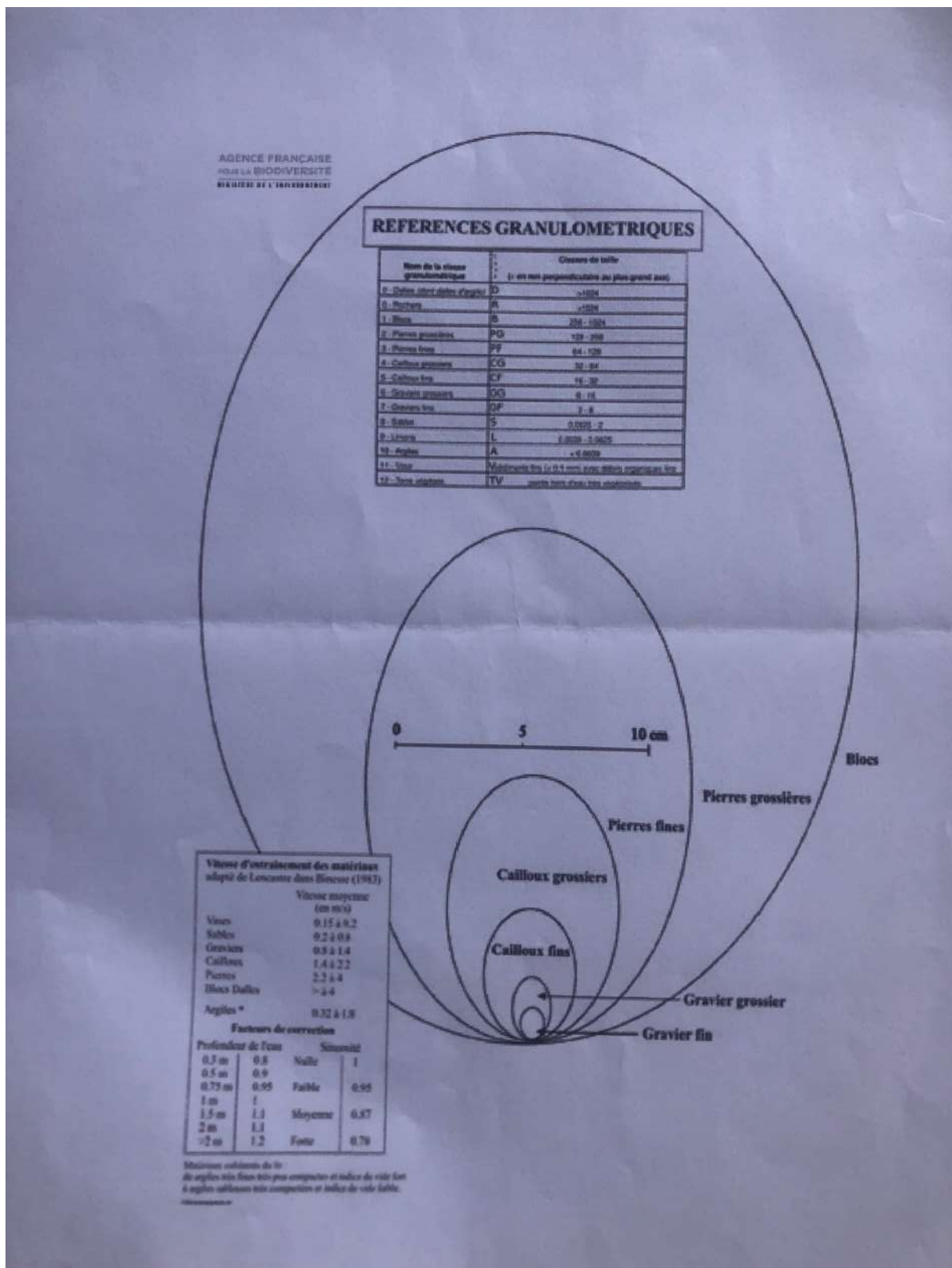
- *Suppression du drainage de la zone humide du Castagné.* (2021).
- *SYSTEME D'EVALUATION DE LA QUALITE DE L'EAU DES COURS D'EAU GRILLES D'EVALUATION SEQ-EAU.* (2003). MEDD & Agences de l'eau.
- *Thibault Vigneron. LE RESEAU D'EVALUATION DES HABITATS NOTE METHODOLOGIQUE.* (1987).
- *Un guide de surveillance de la qualité de l'eau.* (s. d.). DATA STREAM. <https://datastream.org/fr/guide/conductivity#:~:text=La%20conductivit>
- *Viré Armand. La Vallée du Lunain aux âges préhistoriques. In : Bulletin de la Société préhistorique de France, tome 23, n°3-4, 1926. pp. 65-109 ; (11av. J.-C.).*
- *ZONE HUMIDE INFOS N°86-87.* (2015). SNPN. <https://www.snpn.com/wp-content/uploads/2016/08/ZHI-86-87-Epuration-et-zones-humides-v1.pdf>

# Annexes

## Annexe 1 : Organigramme de l'EPAGE du bassin du Loing



Annexe 2 : fiche de mesure de la granulométrie, CARHYCE OFB





Annexe 3 : Photo du Dardou en Eau à Lorrez-le-Bocage-Préaux en 2016 au hameau la Normandie (Eau De Paris)



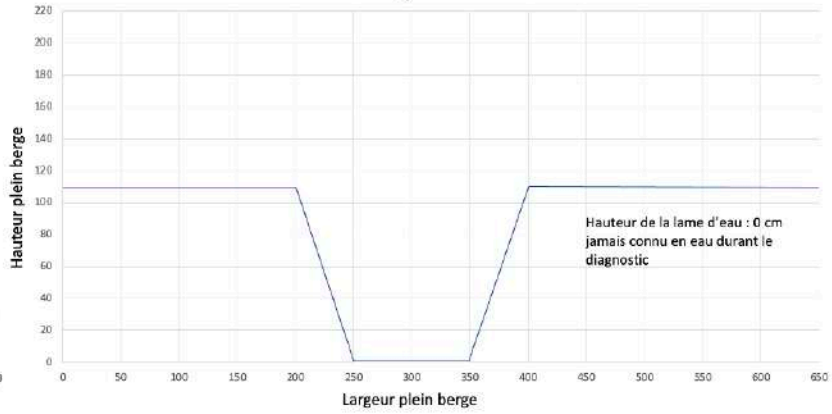
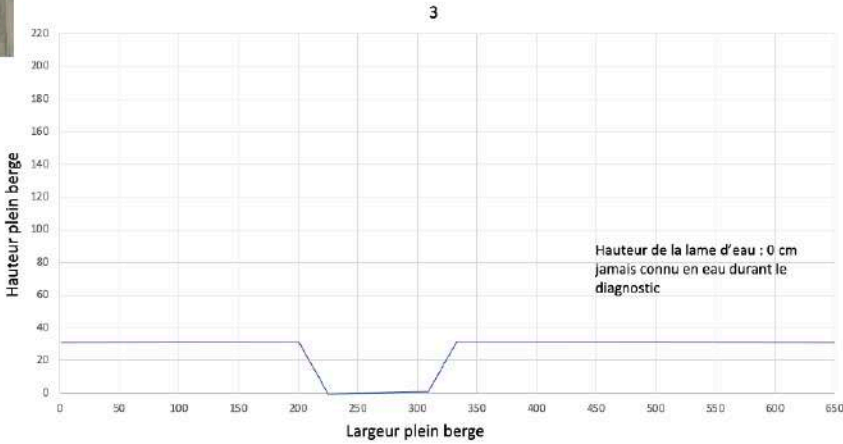
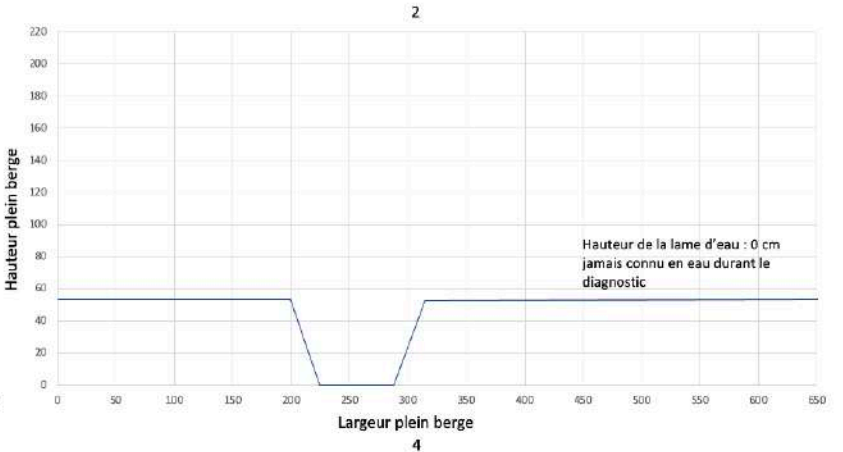
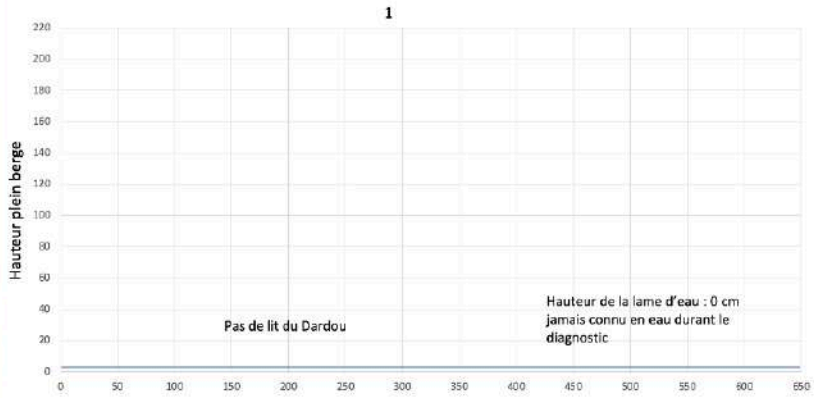
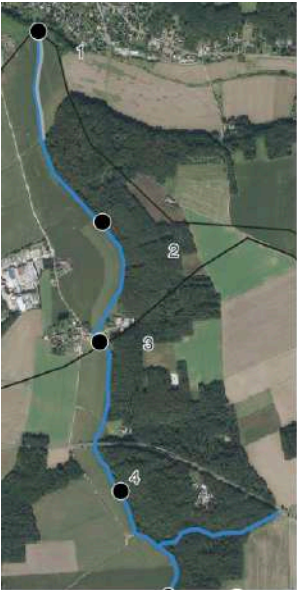
Annexe 4 : Photo du Dardou en eau à Lorrez-le-Bocage-Préaux en 2014 et 2015, Eau de Paris

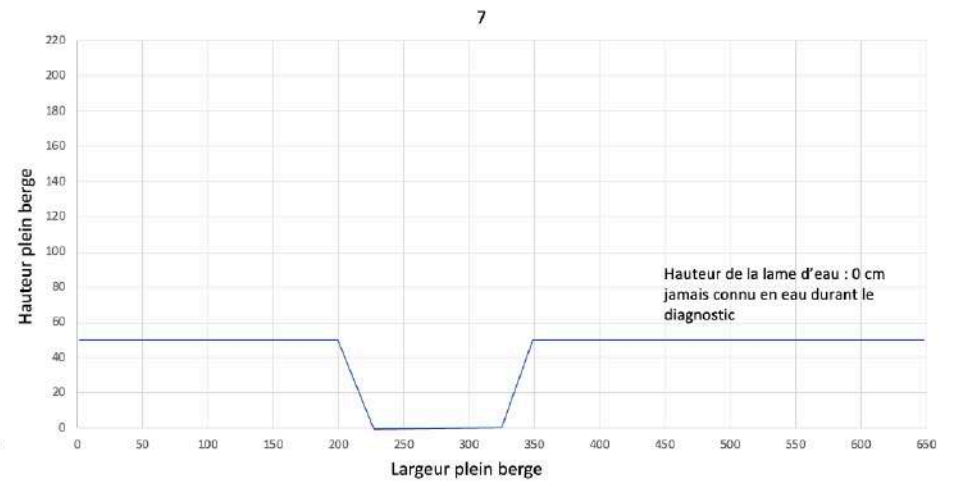
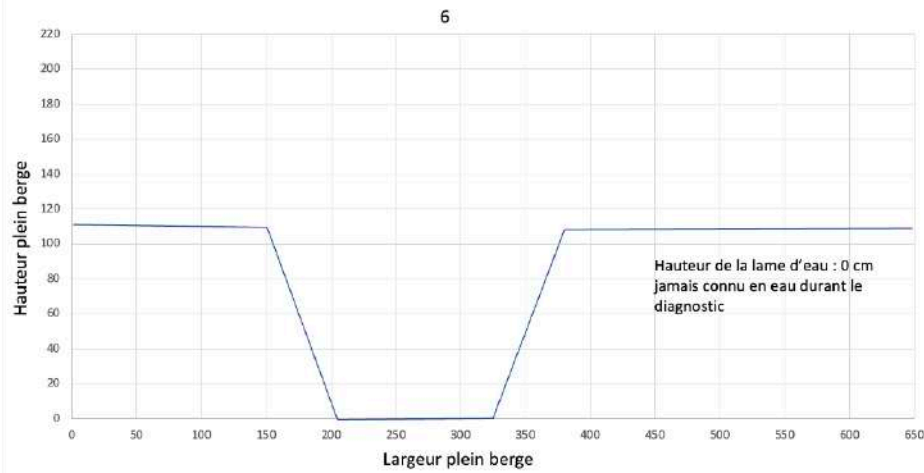
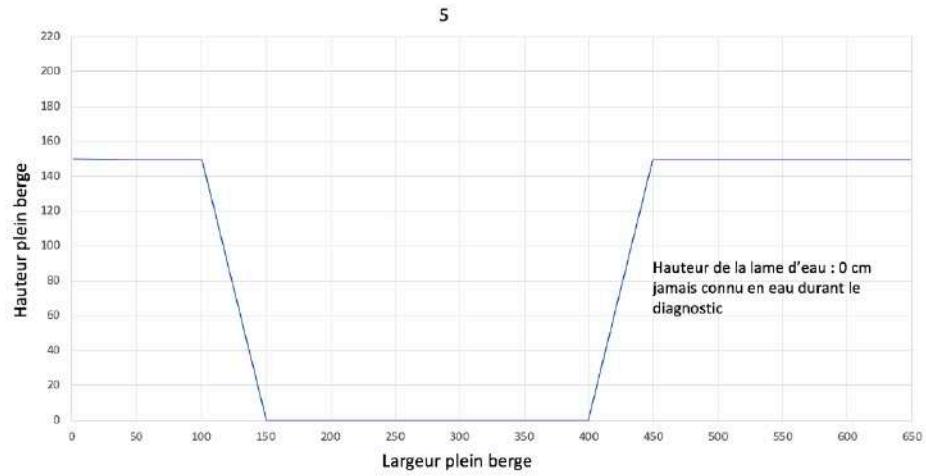
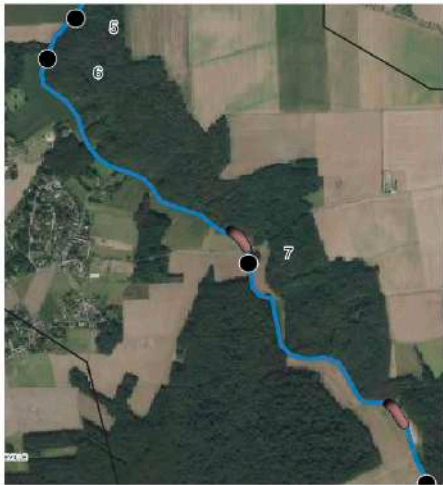


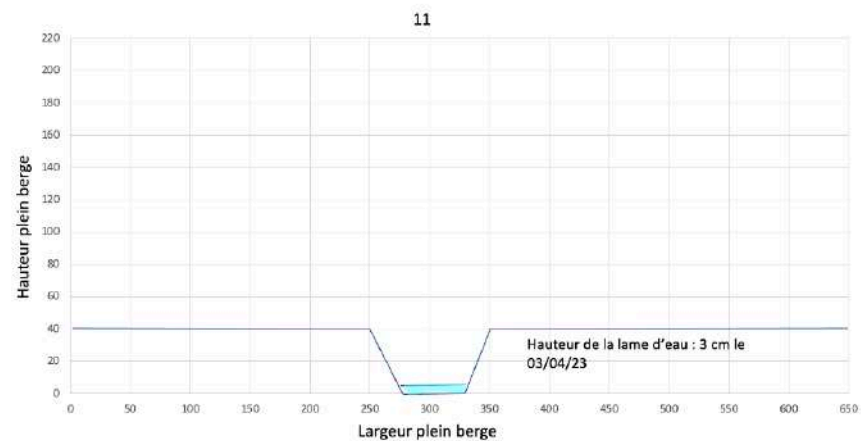
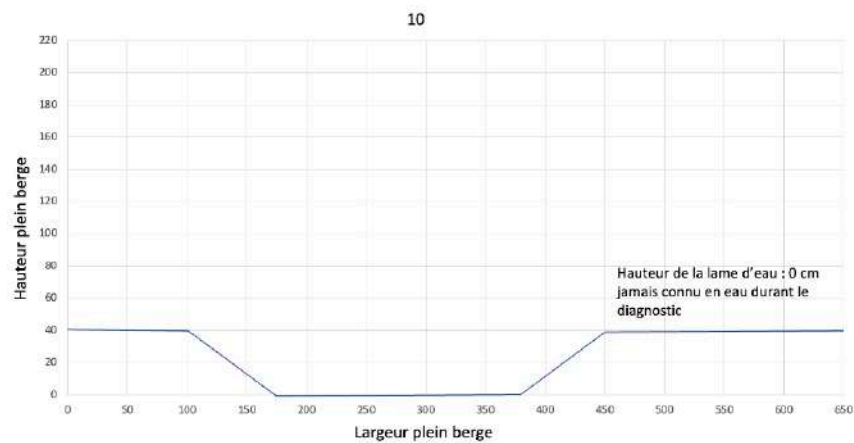
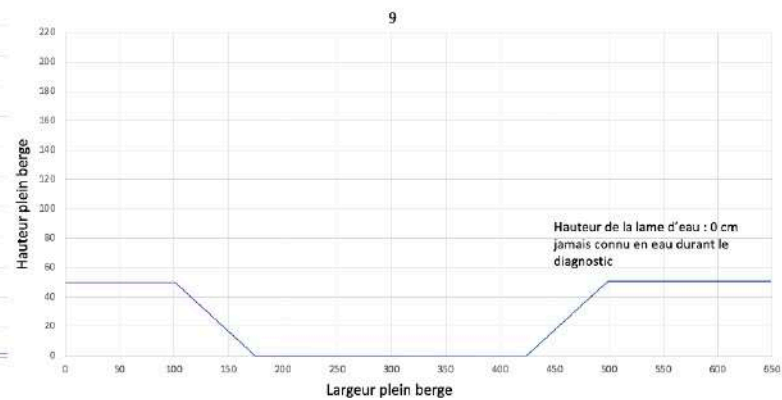
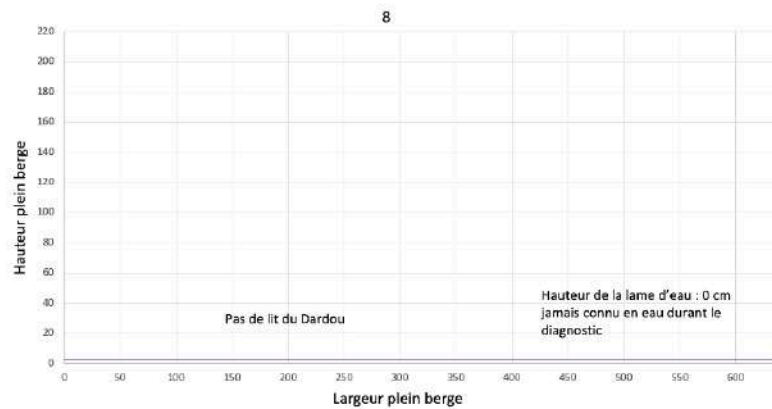
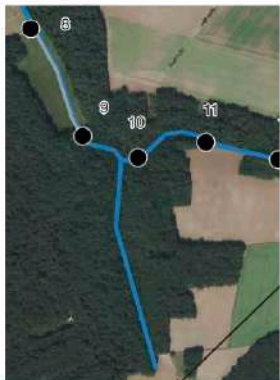
## Annexe 5 : table attributaire des données des ouvrages sur le Dardou

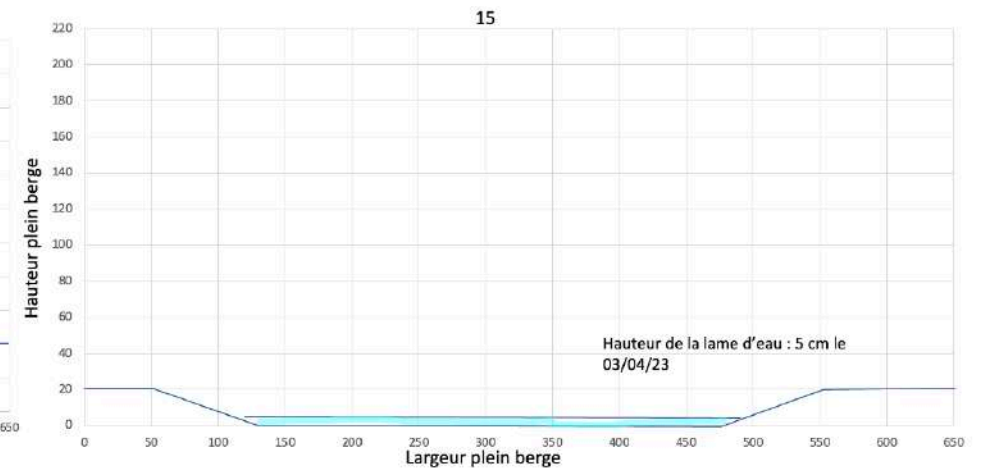
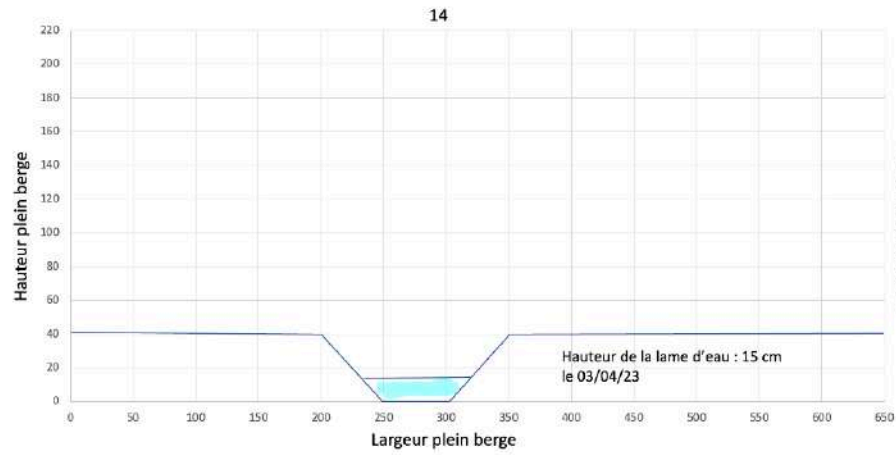
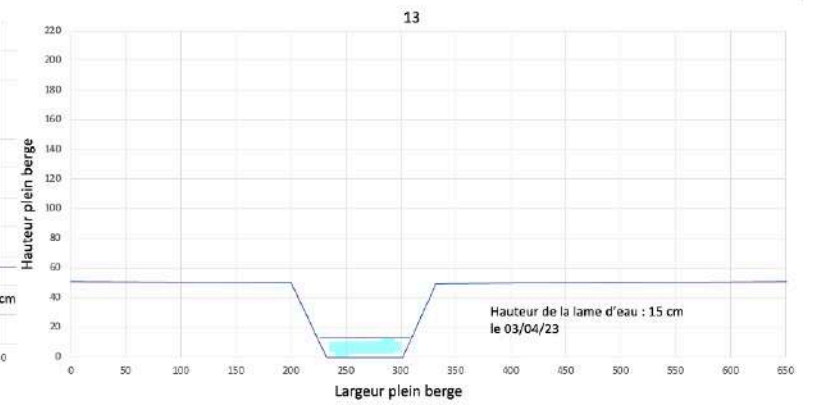
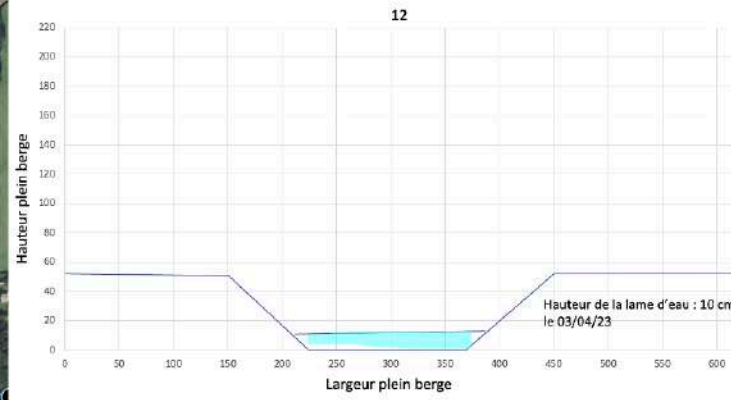
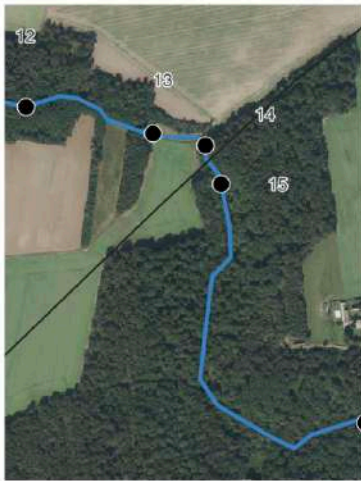
type d'ouvrage	usage	matériaux	longueur	largeur (bus illic)	état	photo associée
commune text NULL z buse	Route D41	?	?	?	?	?
3 buses	Route comm...	Béton, bitume	10	1	mauvais	37-38 de la sortie du 10/11/22
buse	Chemin agric...	béton	4	1	mauvais	25 de la sortie du 10/11/22
buse	Accès stan...	béton	5	110	bon	22 de la sortie du 10/11/22
buse	chemin	béton	4	1	bon	24 de la sortie du 10/11/22
buse	chemin	béton	5	1	bon	27 de la sortie du 10/11/22
buse	chemin	béton	8	1	bon	31 de la sortie du 10/11/22
buse	passagecom...	beton	10m	1	bon	3 de la sortie du 05/10/22
buse	passage trac...	plastique terre	5m	NULL	bon	24 de la sortie du 05/10/22
Buse (2)	Route comm...	Béton	6	0.75	bon	1-2 de la sortie du 10/11/22
Buse (2)	Route D42	béton	10	1	bon	12 de la sortie du 10/11/22
Buse en grilla...	Champs agri...	béton	315	1	bon	34-35 de la sortie du 10/11/22
passage a gue	passage trac...	terre	10m	NULL	NULL	12 du 02/03/23
passage a gue	tracteur	terre	6m	NULL	NULL	8 du 10/01/23
pont	d225	beton	10m	1m5	très bon	33 et 35 de la sortie du 05/10/22
pont bus	passage trac...	beton	4m	40 cm	moyen	17 du 01/03/23
pont bus	passage trac...	beton	4m	40 cm	moyen	19 du 01/03/23
pont bus	passage trac...	beton	4m	40 cm	moyen	21 du 01/03/23
pont bus	passage trac...	beton	5m	50 cm	moyen	NULL
pont bus	passage trac...	beton et plas...	4m	30 cm	dégradé	24 du 02/03/23
pont bus	pont route co...	beton	6m	1m	dégradé	1 a 3 du 10/01/23
pont bus	accès propri...	/	/	/	/	/
pont cadre	D69A	beton et pierre	10m	1m20 d..	dégradé	NULL
pont dallot	passage trac...	beton	5m	NULL	très bon	9 et 10 du 01/03/23
pont en U dal...	chemin fores...	pierre	4m	NULL	bon	5 du 10/01/23
vanne	confluence a...	bois metal	NULL	NULL	moyen	6 et 7 de la sortie du 05/10/22

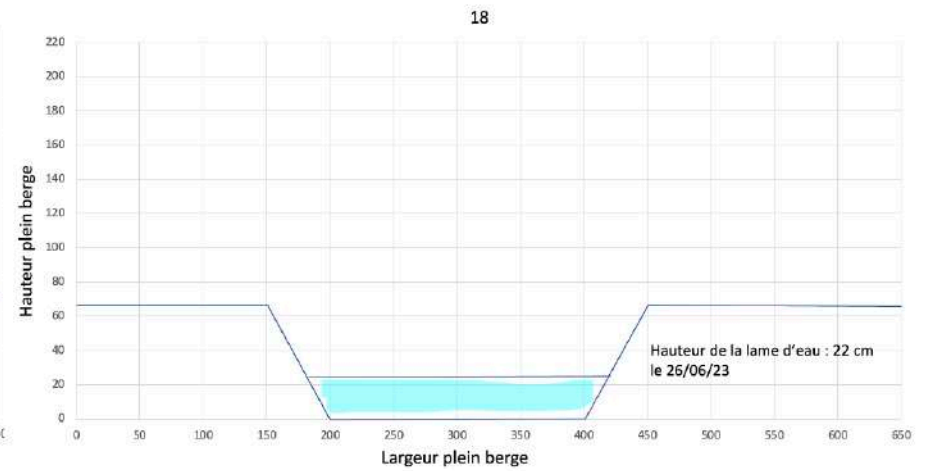
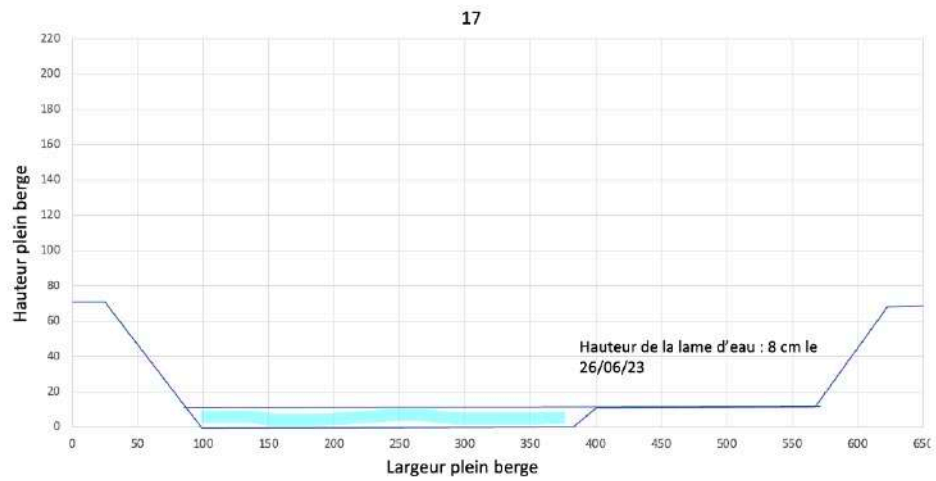
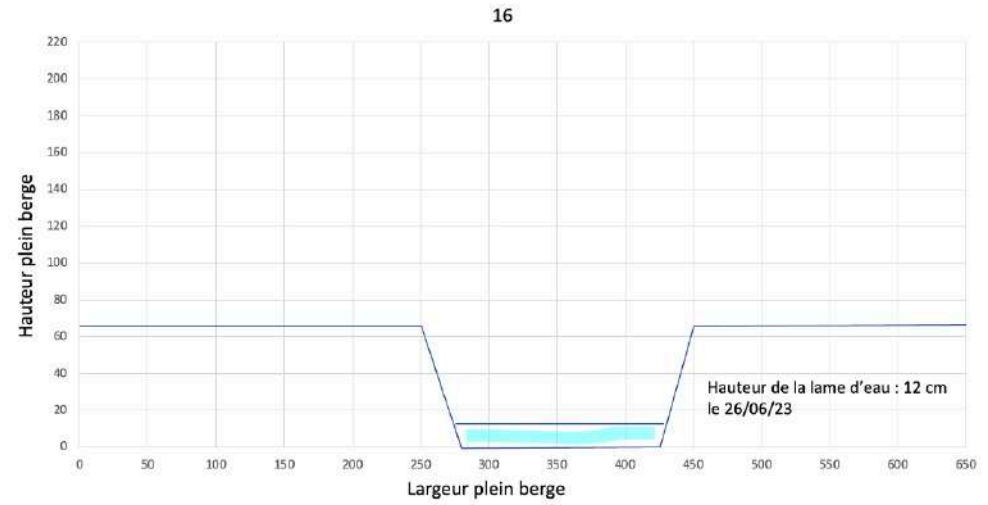
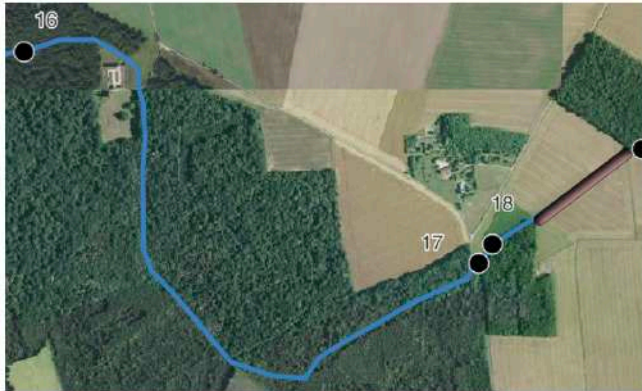
Annexe 6 : Profil en travers des différents points sur le Dardou



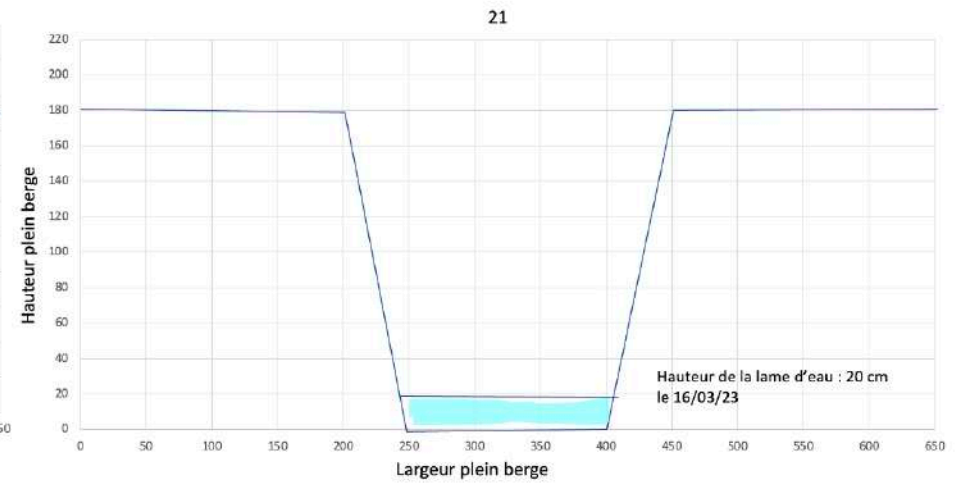
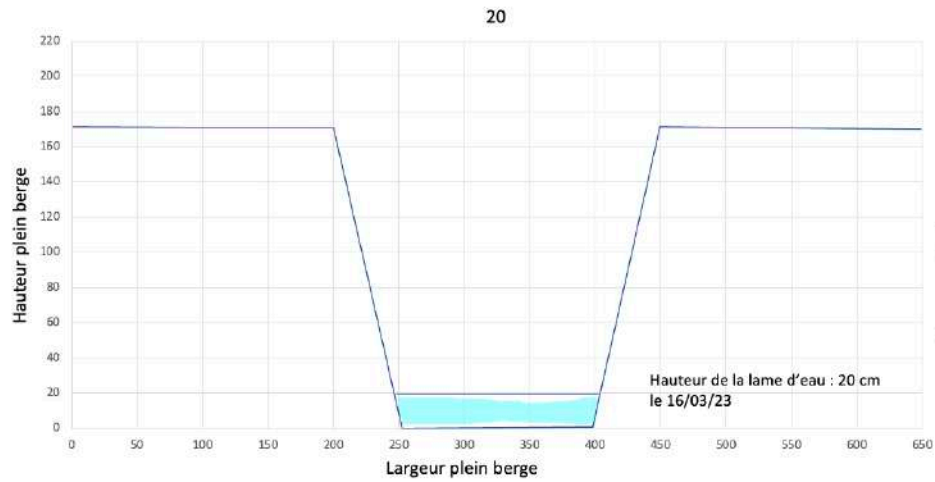
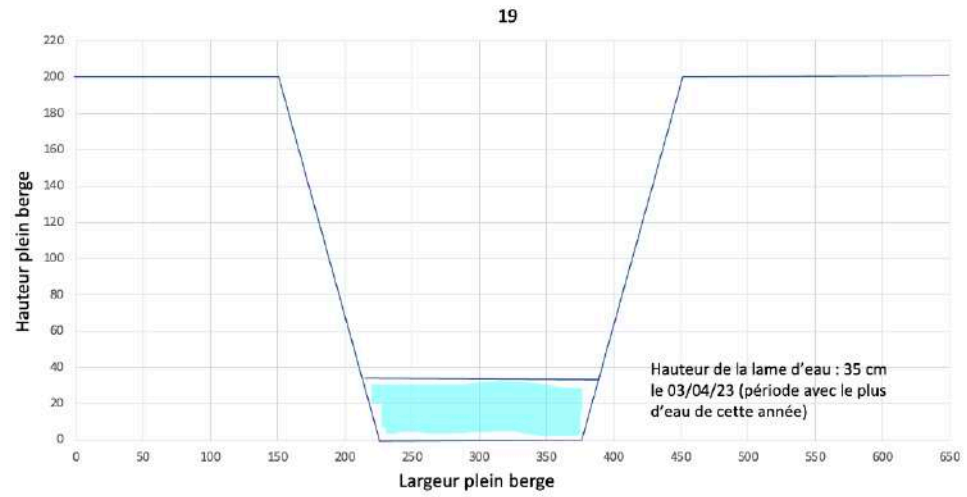
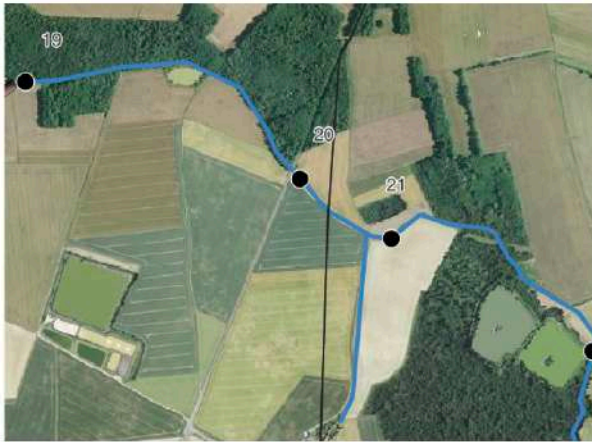


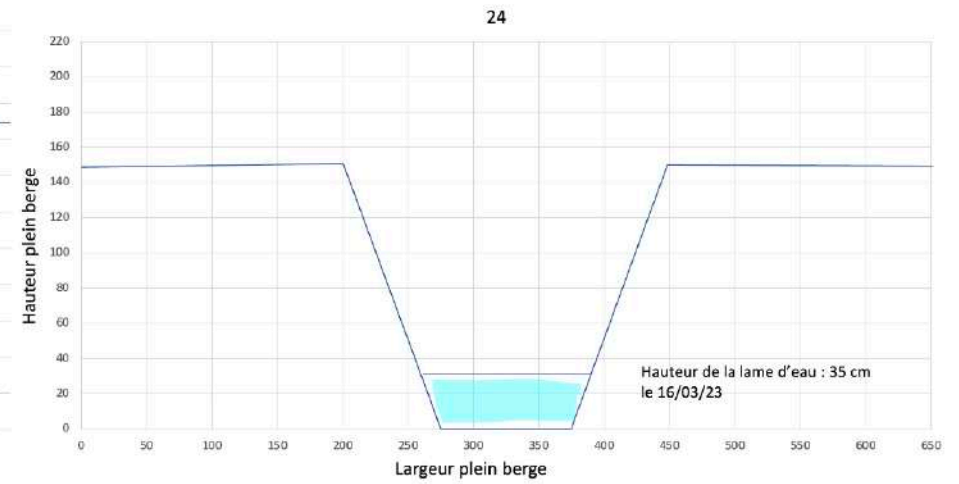
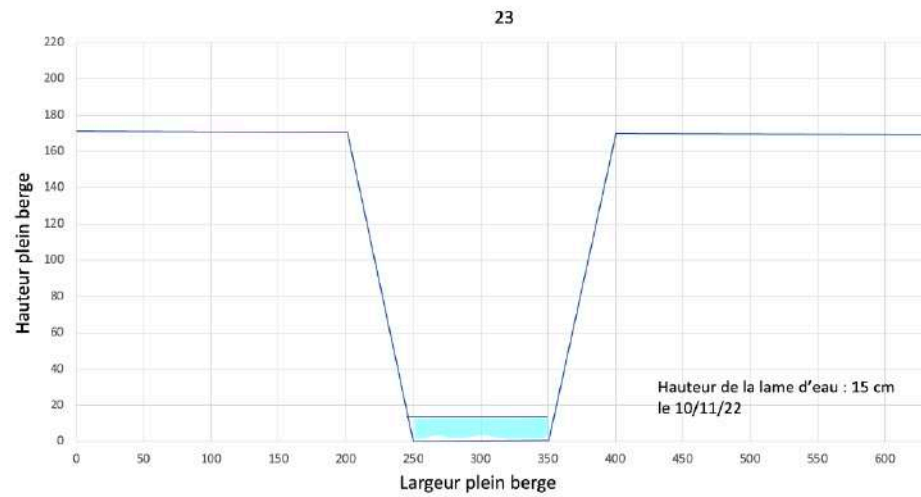
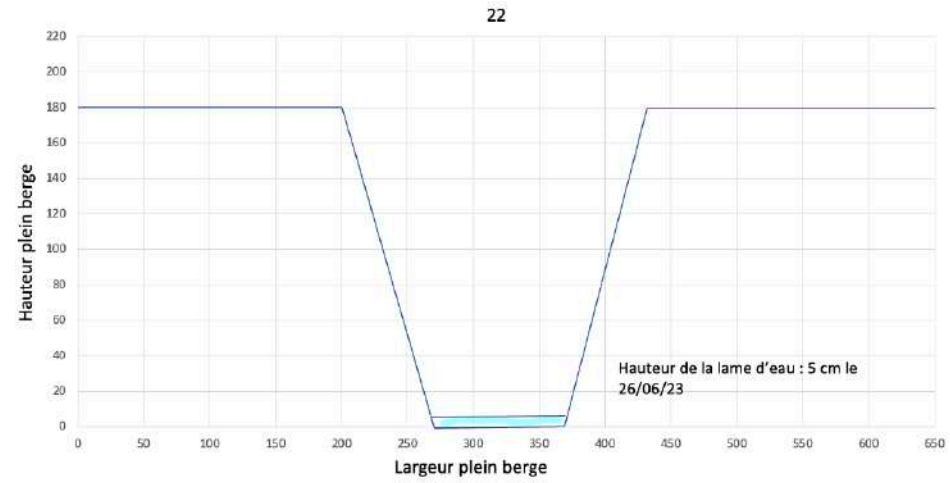
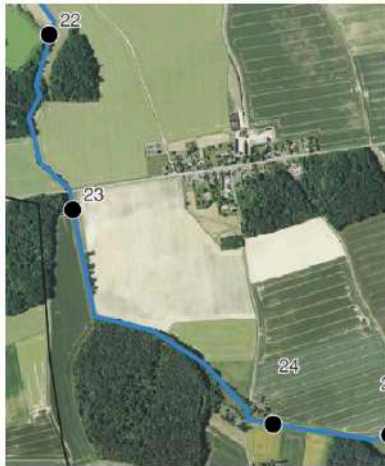


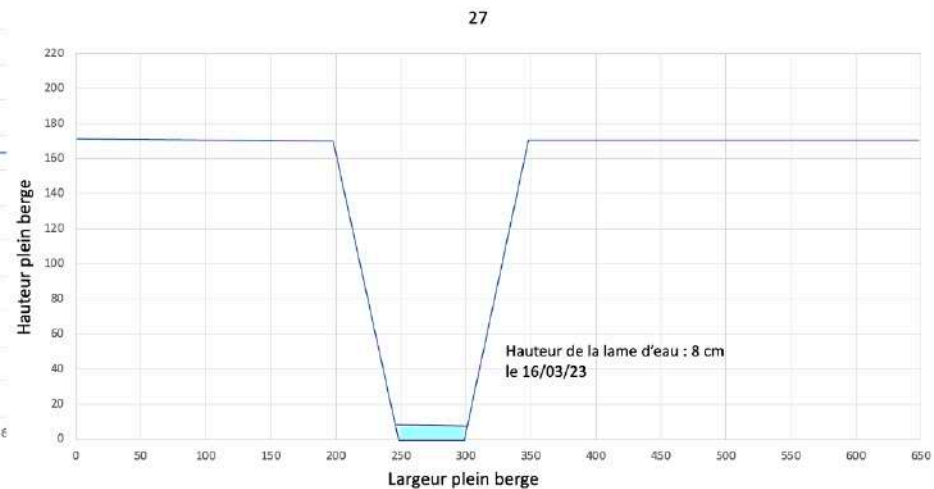
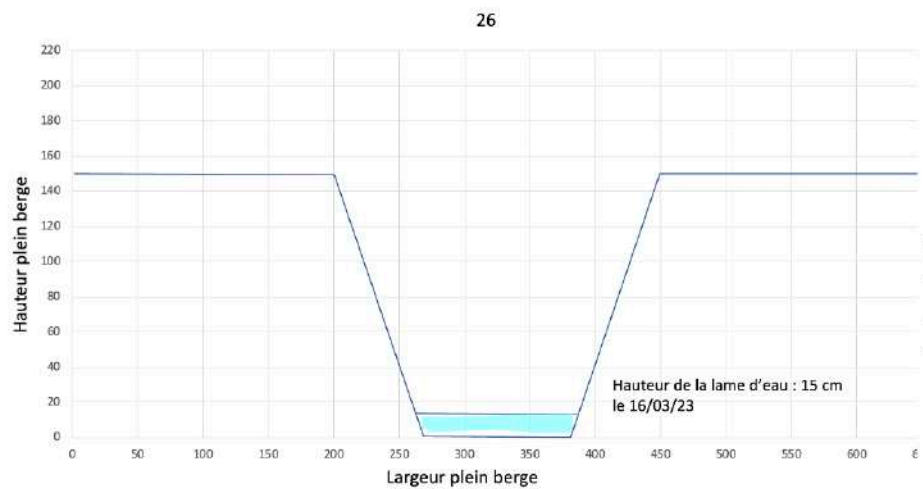
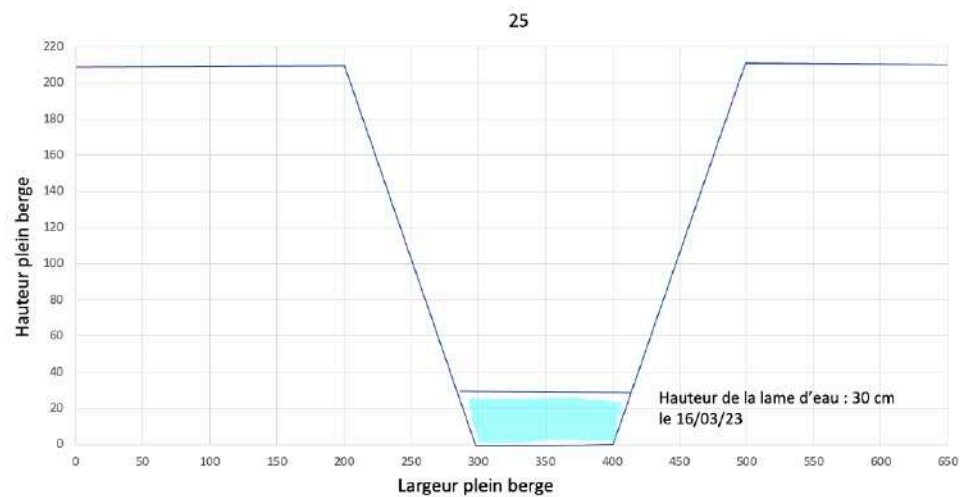
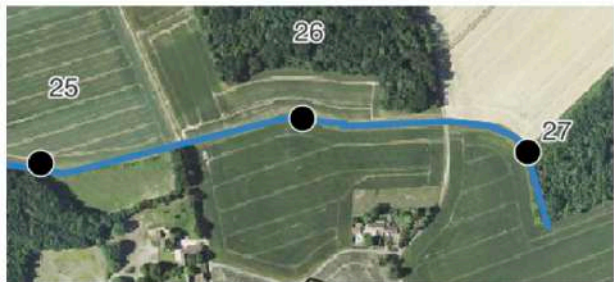












Annexe 7 : Photo du lit du Dardou dans la zone boisée de Jouy, trace du niveau d'eau sur un arbre. Photo du 02/03/23



Annexe 8 : Photo d'une rampe d'irrigation sur le bassin du Dardou, au niveau de la STP de Jouy. Photo du 03/04/23

