

Rapport de stage 4^{ème} Année

Réalisation d'un dossier technique d'argumentation en appui
avec la proposition de débits minimums biologiques d'un
bureau d'étude sur le bassin versant de la Pallu en Vienne (86)

Entreprise :

Fédération Départementale des Associations
Agrées pour la Pêche et la Protection du Milieu
Aquatique de la Vienne

4 rue Caroline Aigle
86000, Poitiers

Tuteur entreprise :

Mr. Brice NOWOSIELSKI
Chargé de missions pour la FDAAPPMA 86

Tuteur académique :

Mr. Pierre PEETERS



Charles CALVET

Etudiant en Ingénierie des Milieux
aquatiques (IMA)

Remerciements

Je remercie en premier lieu Mr. Francis BAILLY, Président de la Fédération Départementale de Pêche de la Vienne de m'avoir choisi pour réaliser ce stage au sein de son établissement.

Je tiens à remercier tout particulièrement Brice NOWOSIELSKI, mon maître de stage pour sa disponibilité, son suivi et ses nombreux encouragements tout au long de la création de ce rapport. Merci de m'avoir fait découvrir le travail à la Fédération Départementale de Pêche avec autant de passion et d'énergie. Merci également de m'avoir fait participer aux différentes activités de la Fédération.

Merci à Mr. Michel BACCHI de m'avoir communiqué l'offre de stage de la Fédération de Pêche de la Vienne. Grâce à cette action, j'ai pu passer un entretien pour un sujet de stage très motivant à mes yeux et être sélectionné par la suite. J'ai appris beaucoup de choses jusqu'à présent et je vais continuer à apprendre jusqu'à la fin de ce stage.

Je remercie toute l'équipe technique de la Fédération Mme. Ludivine GONET, Mr. Edouard BRANGEON, Mr. Etienne BEGUIN et Mr. Stéphane LANDRIEU pour leur accueil. Merci d'avoir facilité mon intégration au sein de l'équipe et d'avoir pris le temps de converser avec moi, que ce soit le temps d'une pause ou d'un repas.

Je tiens à remercier Mr. Michel DAIRON, habitant de la Pallu pour m'avoir raconté l'histoire de son bassin versant autrement que par des livres. Merci d'avoir pris le temps de me recevoir et de m'avoir montré certaines pressions anthropiques directement sur le terrain.

Table des matières :

Introduction.....	1
Présentation de la FDAAPPMA.....	1
Contexte du stage.....	2
I. Evolution de la Pallu et de son bassin versant	4
I.1. Hydrographie et localisation	4
I.2. Géologie.....	4
I.3. Hydrogéologie	6
I.4. Pédologie	8
I.5. Evolution de l'occupation du sol	9
I.5.1. Occupation actuelle des sols	9
I.5.2. La Pallu il y a 200 ans.....	11
I.6. Usages sur le bassin versant de la Pallu	12
I.6.1. Irrigation	12
I.6.2. Eau potable.....	14
I.6.3. La politique actuelle	15
I.6.4. Rejets.....	16
I.7. Morphologie	17
I.7.1. La rivière de la Pallu.....	17
I.7.2. Relation entre la nappe alluviale et la rivière.....	17
I.8. Biologie	19
I.9. Conclusion du diagnostic.....	20
II. Exemple du projet de restauration de la zone humide en aval de Blaslay	21
II.1. Choix de la zone.....	21
II.2. Travaux à réaliser	22
II.3. Autres projets possibles	23
III. Conclusion : scénarios et futures hypothèses possibles	25
III.1. Scénario 1 : La Pallu est une rivière possédant un fort potentiel écologique et des actions peuvent être réalisées pour préserver son milieu aquatique.....	25
III.2. Scénario 2 : La Pallu est trop dégradée pour permettre des travaux de sauvegarde de sa biodiversité aquatique et de son eau.....	26
III.3. Bilan des compétences acquises durant ce stage	27
Bibliographie.....	29
Annexes :	31

Table des Figures

Figure 1: Carte des écoulements sur la Pallu le 15/06/2017 (données CARG'EAU consultées sur SIGORE) ..	2
Figure 2: Carte des écoulements sur la Pallu le 1/08/2017 (données CARG'EAU consultées sur SIGORE)	2
Figure 3: Carte des écoulements sur la Pallu le 15/08 et 1/09/2017 (données CARG'EAU consultées sur SIGORE)	2
Figure 4: Photographie de l'assec de l'été 2017 sur la Pallu (FDAAPPMA86)	3
Figure 5: Carte du réseau hydrographique du bassin versant de la Pallu réalisée sur QGIS à partir de la base de données Carthage de l'IGN	4
Figure 6: Carte géologique du bassin versant de la Pallu réalisée sur QGIS à partir des données de la carte géologique n°566 au 1/50000 Mirabeau-en-Poitou du BRGM	5
Figure 7: Carte des aquifères du bassin versant de la Pallu et des flux naturels d'alimentation en eau (Doez et Bichot 2012)	6
Figure 8: Schématisation du fonctionnement hydrogéologique des 3 nappes de la Pallu (Doez et Bichot 2012) A : Nappe du Crétacé, B : Nappe du Jurassique supérieur, C : Nappe du Dogger.....	7
Figure 9: Extrait de la carte représentant la pédologie du département de la Vienne (SAGE Clain 2015 et ORE).....	8
Figure 10: Carte représentant les RPG de 2016 et CLC de 2012 du bassin versant de la Pallu réalisée sur QGIS (Data.gouv)	9
Figure 11: Pourcentage des surfaces irriguées en fonction des surfaces cultivées dans le département de la Vienne (Chambre d'Agriculture de la Vienne 2010 et SCAGE de la Pallu 2017)	10
Figure 12 : Carte de l'Etat-major (en haut à gauche) et de Cassini (en bas à droite) du bassin versant de la Pallu géoréférencées avec QGIS (Géoportail)	11
Figure 13: Carte des points de prélèvements d'eau sur le bassin versant de la Pallu (Agence de l'eau Loire Bretagne 2016)	12
Figure 14: Histogramme des pourcentages de quantité d'eau prélevés sur le bassin versant de la Pallu entre 1999 et 2016 (Agence de l'eau Loire Bretagne)	13
Figure 15: Quantités d'eaux prélevées par années pour l'irrigation sur le bassin versant de la Pallu entre 1999 et 2016 (Agence de l'eau Loire Bretagne)	14
Figure 16: Histogramme des pourcentages de quantité d'eau potable prélevés sur le bassin versant de la Pallu entre 1998 et 2016 (Agence de l'eau Loire Bretagne)	15
Figure 17: Photographies de la Pallu à Blaslay (A) et à Vendevre-du-Poitou (B) (Charles CALVET)	17
Figure 18: Schéma de la Pallu il y a 200 ans avec un lit de 4 mètres de large pour 1 mètre de profondeur (Charles CALVET)	18
Figure 19: Schéma de la Pallu après les travaux de curage et recalibrage avec un lit de 8 mètres de large pour 4 mètre de profondeur (Charles CALVET).....	18
Figure 20: Ancien fossé en rive gauche de la Pallu délimité par l'alignement de phragmites (Charles CALVET)	20
Figure 21 : Localisation de la zone du projet de restauration (carte topographique de l'IGN et Géoportail)	21
Figure 22: Photographie de l'ancienne zone humide observée depuis le pont de Blaslay (Charles CALVET)	22
Figure 23 : Schéma des profils de restauration de la zone humide en aval du pont de Blaslay (Charles CALVET)	23
Figure 24: Schéma bilan des pressions anthropiques et naturelles exercées sur le bassin versant de la Pallu et les projets d'action possibles à effectuer (Charles CALVET) Légende : Anciennes pressions à gauche et pressions actuelles à droite.....	27

Table des Tableaux

Tableau 1: Propositions d'actions sur le bassin versant de la Pallu (Charles CALVET) Légende : Bleu = très bon (4); Vert = bon (3); Jaune = moyen (2) ; Orange = mauvais (1) ; Rouge = très mauvais (0) 23

Abréviations

AAPPMA : Associations Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CARG'EAU : Collectif Associatif Régional pour la Gestion de l'Eau en Poitou-Charentes

CHI : Club Halieutique Interdépartemental

CLC : Corine Land Cover

COPIL : COmité de PILotage

DCE : Directive Cadre sur l'EAU

DMB : Débit Minimum Biologique

DDT : Direction Départementale du Territoire

FDAAPPMA : Fédération Départementale des Associations Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

FNPF : Fédération Nationale de la Pêche en France

IBMR : Indice Biologique Macrophytes en Rivière

IGN : Institut National de l'information Géographique et forestière

IPR : Indice Poisson Rivière

RPG : Registre Parcellaire Graphique

URNE : Union Réciproitaire du Nord Est

Glossaire

CARG'EAU : Suivi des écoulements estivaux des cours d'eau du département de la Vienne du 15 Juin au 15 Octobre de chaque année. Ils sont classés en 4 catégories : écoulement perceptible (bleu), écoulement perceptible mais faible (jaune), rupture d'écoulement (orange), assec (rouge).

Débit de crise : Valeur de débit d'étiage au-dessous de laquelle l'alimentation en eau potable pour les besoins indispensables à la vie humaine et animale, ainsi que la survie des espèces présentes dans le milieu sont mises en péril. À ce niveau d'étiage, toutes les mesures possibles de restriction des consommations et des rejets doivent avoir été mises en œuvre¹.

Débit de coupure : Valeur seuil de débit pour laquelle l'arrêt des prélèvements en eau est obligatoire sur le bassin versant concerné². La détermination de ce débit a pour but d'éviter l'atteinte du débit de crise

Débit Minimum Biologique : Débit minimum à laisser dans une rivière pour garantir la vie, la circulation et la reproduction des espèces y vivant (macrophytes, poissons, macro invertébrés, ...) (Baran et al. 2015).

Equivalent habitant : Unité de mesure définie en France par l'article R2224-6 du Code général des collectivités territoriales permettant de quantifier la charge polluante produite par un habitant en un an. En France, un Equ-hab correspond à 60g de la Demande Biologique en Oxygène, 135g de la Demande Chimique en Oxygène, 15 g d'azote total Kjeldahl (NTK) et 4 g de phosphore total dans une quantité quotidienne moyenne de 120 litres d'eau usée³.

Nappe alluviale : Eau souterraine de faible profondeur qui circule dans les sédiments des rivières et qui se trouve dans des terrains alluvionnaires. Une nappe alluviale est le plus souvent la nappe d'accompagnement d'un cours d'eau, avec lequel elle communique jusqu'à rencontrer une barrière géologique imperméable. Elle possède donc un rôle de stockage et régulation des débits⁴.

Nappe captive : Eau souterraine qui est surmontée par une formation peu perméable où la surface aquifère est très poreuse et dont la charge hydraulique (surface piézométrique) de l'eau qu'elle contient est supérieure au toit de la nappe. Elle est sous pression. Lorsque la charge hydraulique est supérieure à la cote du sol, l'eau remonte jusqu'à la surface en cas de forage, on parle de puits artésien⁵.

Nappe libre : Eau souterraine dont le niveau supérieur peut varier sans être bloqué par une couche imperméable supérieure. Elle circule sous un sol perméable, elle est généralement peu profonde (1 à 20 mètres) et sa surface est à la pression atmosphérique⁶.

Résurgence artésienne : Exsurgence formant un puits où l'eau jaillit spontanément ou par forage. Ce phénomène a été mis en évidence pour la première fois par les moines de l'abbaye de Lillers, en Artois en 1126, d'où son nom⁷.

¹ Débit de crise | Glossaire sur l'eau et les milieux aquatiques [en ligne], Disponible sur:

<http://www.glossaire.eaufrance.fr/fr/concept/d%C3%A9bit-de-crise> [consulté le 19 Juin 2018].

² La définition des mesures de restriction dans chaque département - Eau en Poitou-Charentes : RPDE [en ligne], Disponible sur: <http://www.eau-poitou-charentes.org/La-definition-des-mesures-de,2236.html> [consulté le 19 Juin 2018].

³ Équivalent-habitant. (2018). Wikipédia [en ligne], 7 Mai 2018. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89quivalent-habitant&oldid=148215140> [consulté le 25 Juin 2018].

⁴ Nappe alluviale. (2017). Wikipédia [en ligne], 3 Octobre 2017. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Nappe_alluviale&oldid=141181502 [consulté le 19 Juin 2018].

⁵ Nappe captive. (2017). Wikipédia [en ligne], 21 juillet 2017. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Nappe_captive&oldid=139111560 [consulté le 19 Juin 2018].

⁶ Nappe libre. (2017). Wikipédia [en ligne], 5 Septembre 2017. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Nappe_libre&oldid=140371922 [consulté le 19 Juin 2018].

⁷ Puits artésien. (2018). Wikipédia [en ligne], 3 Janvier 2018. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Puits_art%C3%A9sien&oldid=144132745 [consulté le 19 Juin 2018].

Introduction

Présentation de la FDAAPPMA

Une Fédération Départementale des Associations Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique est une association à but non lucratif créée d'après la loi du 1er juillet 1901 relative au contrat d'association⁸.

Historiquement, ses premières fonctions étaient la gestion piscicole et le développement du loisir de la pêche en France. La validation de la Directive Cadre sur l'Eau à l'échelle Européenne en 2000 et la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques à l'échelle de la France en 2006 ont induit de nouvelles responsabilités aux FDAAPPMA leur permettant de diversifier progressivement leurs compétences Milieux Aquatiques en complémentarité avec l'halieutisme :

- Fédérer les associations locales de pêche (AAPPMA) d'un département en ayant un rôle d'accompagnement technique (gestion des actions à effectuer sur chaque territoire d'AAPPMA).
- Réaliser des projets de protection des milieux aquatiques à l'échelle du département (restauration de cours d'eau, suivis biologiques, rédaction de plans de gestion piscicoles...)
- Participer aux Contrats Territoriaux Milieux Aquatiques en tant que signataire en partenariat avec les Syndicats de rivière

Pour mener à bien ces missions, les FDAAPPMA disposent de financements internes et fournis par la vente de cartes de pêches dans le département. Elles bénéficient également de subventions publiques par leurs partenaires, l'Agence de l'eau, les régions, les conseils départementaux et l'Entente Halieutique Grand Ouest (EHGO) ou l'URNE ou le CHI suivant les régions. C'est donc un organisme possédant à la fois des fonds privés et publics.

Conformément à la loi du 1er juillet 1901, une FDAAPPMA est gérée par un Président, un Vice-président, un Trésorier, un Trésorier adjoint, un Secrétaire, un Secrétaire adjoint. Ceux-ci siègent au conseil d'administration réunissant la FDAAPPMA et toutes les AAPPMA du département. C'est ce conseil qui valide ou non les propositions d'action de l'équipe technique. Elle est composée de plusieurs salariés (techniciens, chargés d'études ou développement, animateurs) qui ont pour fonctions d'accomplir les missions en faveur de l'halieutisme et du milieu aquatique.

Au sein de la FDAAPPMA de la Vienne, présidée par Mr. Francis BAILLY, l'équipe technique est composée de 5 salariés :

- Ludivine GONNET, Secrétaire comptable
- Etienne BEGUIN, Responsable de développement et garderie particulière
- Stéphane LANDRIEAU, Chargé de développement halieutique et animation
- Edouard BRANGEON, Chargé d'études et responsable technique
- Brice NOWOSIELSKI, Chargé d'études

⁸ Loi du 1er juillet 1901 relative au contrat d'association | Legifrance. (1901) [en ligne], Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006069570> [consulté le 29 Mai 2018].

Contexte du stage

La rivière de la Pallu est sujette à des phénomènes d'assecs dont la fréquence augmente chaque année. Cela représente un problème car ses potentiels écologiques et halieutiques sont forts notamment par la présence d'une population de truites fario (*Salmo trutta fario*) dont le taux de croissance est jugé comme étant le plus rapide du département (Nowosielski 2018).

Grâce au suivi des écoulements toutes les 2 semaines des rivières du département, il a été possible d'observer le déroulement du dernier phénomène d'assec datant de l'été 2017. Celui-ci a débuté le 15 Juin où 1 Km d'assec est apparu juste avant la commune de Blaslay, en amont de la Pallu (trait rouge sur la Figure 1).

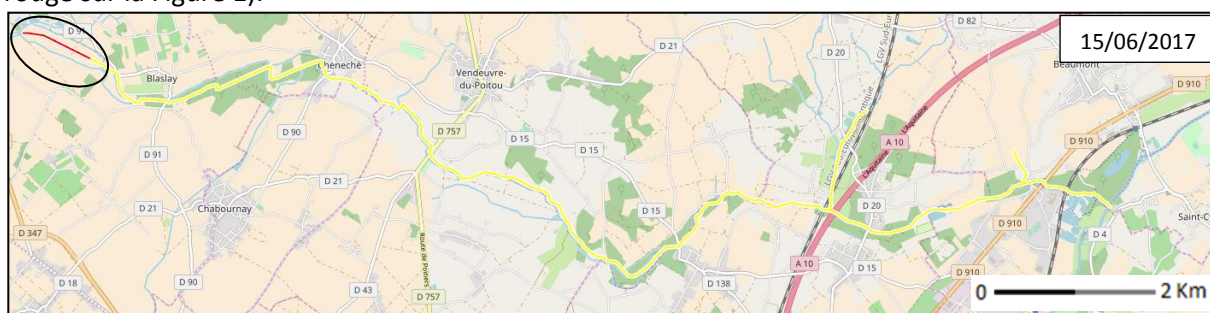


Figure 1: Carte des écoulements sur la Pallu le 15/06/2017 (données CARG'EAU consultées sur SIGORE)

A partir de cette période, les débits journaliers ont continués à baisser fortement sur tout le linéaire jusqu'à aboutir à un étiage meurtrier pour la faune aquatique. En effet, la faible hauteur d'eau couplée avec la mauvaise habitabilité du cours d'eau entraînent rapidement des conditions de vies limitantes. Le débit de coupure de la Pallu a été atteint le 15 Juillet et diminue jusqu'à atteindre 22 Litres par seconde le premier août où un second assec s'est formé avant la commune de Longève en aval de la Pallu (Figure 2). Cela représente 4% de son débit annuel moyen (570 L/s).

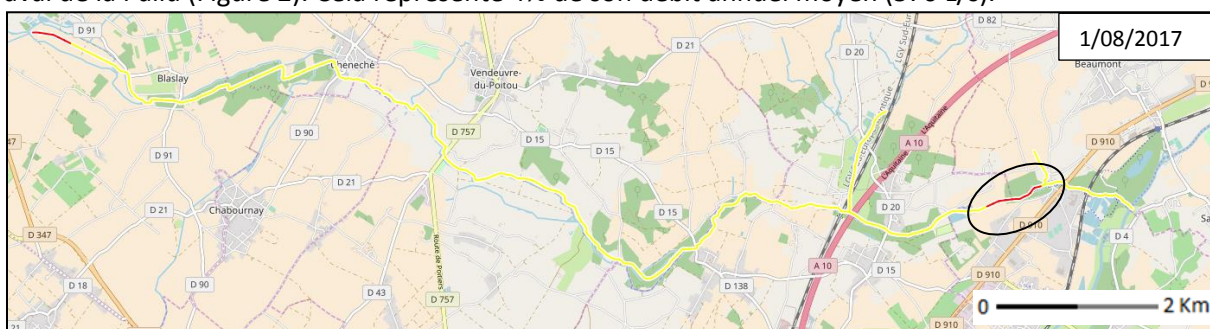


Figure 2: Carte des écoulements sur la Pallu le 1/08/2017 (données CARG'EAU consultées sur SIGORE)

Le 15 Août, un décrochage brutal s'est produit sur toute la partie aval entraînant un assec de plus de 5 km de long (Figure 3). Le débit journalier était alors de 13 Litres seconde, empêchant la survie de toute la faune aquatique dans la Pallu.

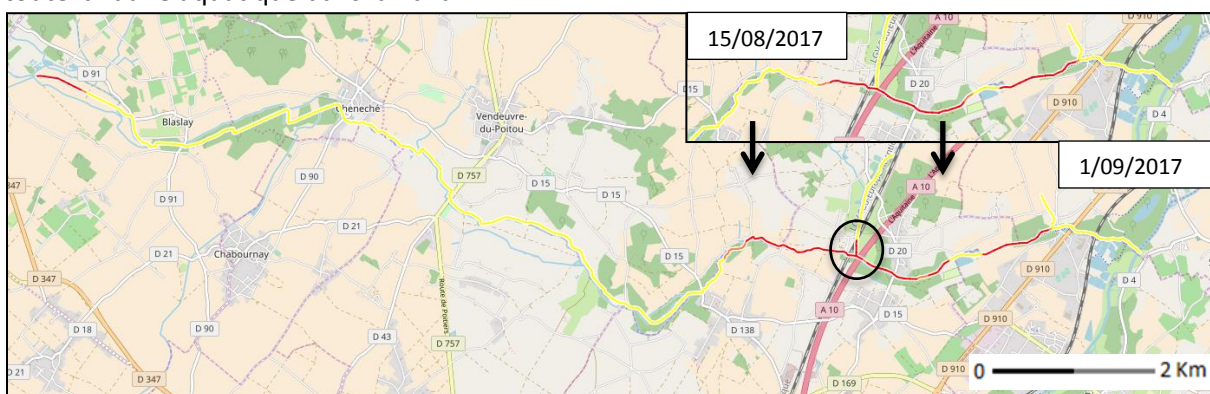


Figure 3: Carte des écoulements sur la Pallu le 15/08 et 1/09/2017 (données CARG'EAU consultées sur SIGORE)

Le retour progressif de l'eau ne s'est fait qu'à partir de fin octobre 2018 pour finalement revenir à une situation acceptable qu'à la fin Janvier 2018. Il est donc supposé que la population piscicole de la Pallu ait été en grande partie détruite par ces assecs (Figure 4).

Ce constat met en évidence plusieurs dysfonctionnements sur la gestion quantitative de l'eau de ce bassin versant.

- Le débit de coupure de 50 litres par seconde correspond déjà à un état de souffrance avancé de toute la faune aquatique. Il a été fixé par le SAGE Clain Aval et est censé avoir pour objectif la non atteinte d'un état de crise. Aujourd'hui, ce seuil de coupure ne permet pas d'éviter les étiages meurtriers de la Pallu.
- Les interdictions de prélèvements (hors dérogations) liées à l'atteinte du débit de coupure ont été appliquées avec un retard de 30 jours. Le 15 Juillet 2017 le débit de la Pallu était inférieur à son débit de coupure (0.047 L/s). Cependant, ce n'est que le 14 août que l'arrêté préfectoral interdisant les prélèvements a été appliqué. A ce moment-là, toute la vie aquatique, même celle des réservoirs biologiques était déjà anéantie.
- Le débit de crise de la Pallu n'a pas encore été caractérisé. Il est donc calé sur celui du Clain ce qui est totalement incohérent car les variations hydrauliques du Clain diffèrent totalement de celles de la Pallu.
- Les personnes possédant des dérogations peuvent continuer à prélever de l'eau malgré l'atteinte du débit de coupure.
- Des écoulements corrects sont revenus 8 mois après l'observation du premier assec sur la Pallu.

En l'état actuel, la gestion quantitative du bassin versant de la Pallu sacrifie catégoriquement le milieu aquatique pour les usages anthropiques du BV.

Le manque d'eau sur la Pallu nuit à l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau voulu par la DCE, 2027 étant la date butoir fixée par l'Union Européenne. Enfin, l'eau est une ressource précieuse faisant l'objet de nombreux usages sur le bassin versant de la Pallu. Gérer son volet quantitatif est donc primordial, surtout face aux nouveaux enjeux engendrés par le changement climatique.

L'objectif de cette étude est de déterminer précisément quelles sont les causes des assecs de la Pallu ainsi que leurs conséquences sur la biologie et les activités anthropiques de son bassin versant. Dans un premier temps un diagnostic regroupant les connaissances anciennes et actuelles du bassin versant a été effectué. Une caractérisation des écoulements à l'aide de débits minimums biologiques du cours d'eau s'en est suivie pour finalement aboutir à des propositions d'aménagements et de gestion spécifiques au bassin versant de la Pallu.

Aujourd'hui, est-il possible d'envisager une gestion permettant de concilier l'activité anthropique du bassin versant et la pérennité de son milieu aquatique ?



Figure 4: Photographie de l'assec de l'été 2017 sur la Pallu (FDAAPPMA86)

I. Evolution de la Pallu et de son bassin versant

I.1. Hydrographie et localisation

Localisé au Nord-Ouest du département de la Vienne, le bassin versant topographique de la Pallu comprend 29 communes sur une surface de 227 Km². Le cours d'eau principal mesure 28 Km et se jette dans le Clain à l'Est. Il est alimenté par 7 affluents (Figure 5).

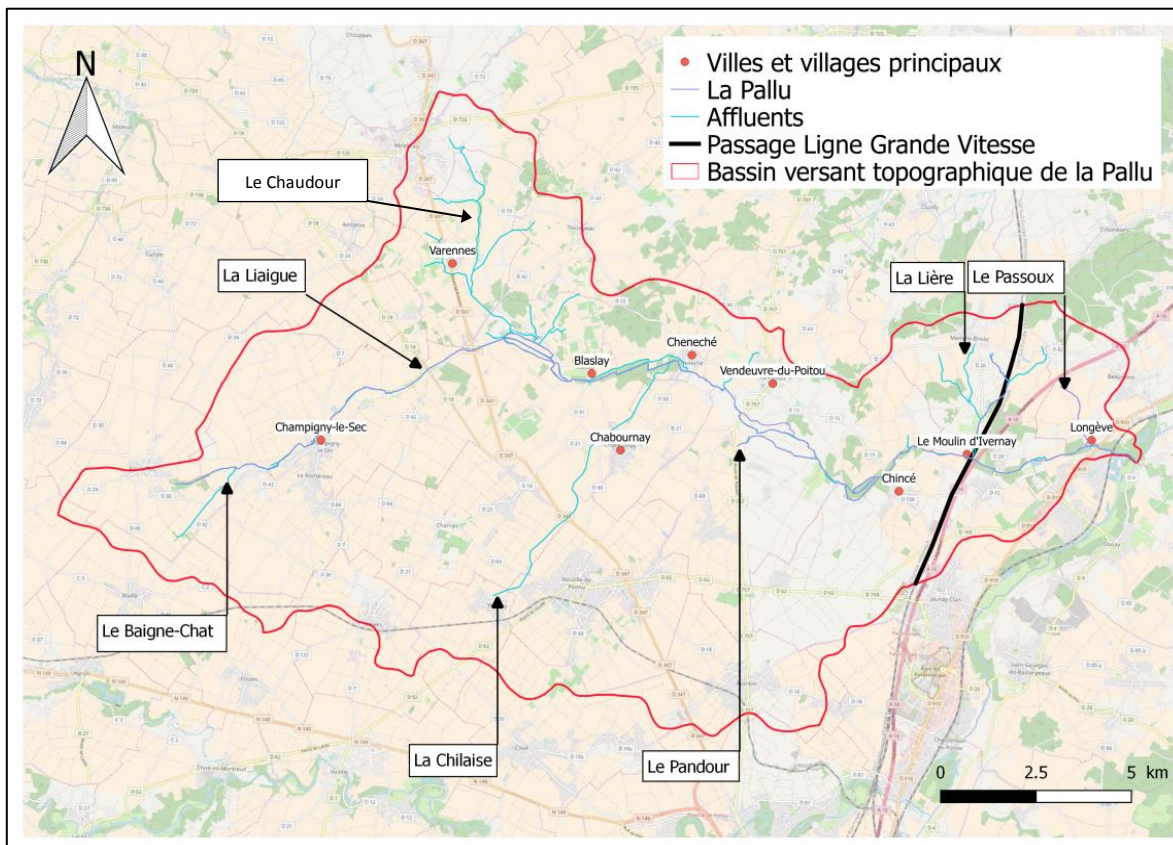


Figure 5: Carte du réseau hydrographique du bassin versant de la Pallu réalisée sur QGIS à partir de la base de données Carthage de l'IGN

I.2. Géologie

Ce bassin versant est à cheval entre deux formations géologiques. La partie supérieure est composée en majorité de grès calcaires datant du Cénomanien (100-94 Ma) et de deux zones comportant des craies et du tuffeau du Turonien (94-89 Ma). Une faille à l'Ouest s'arrêtant entre Blaslay et Cheneché et le cours d'eau de la Pallu font la limite naturelle avec la partie inférieure du bassin versant, qui est majoritairement composée de calcaires argileux de l'Oxfordien supérieur (161-156 Ma). Les alluvions récentes de la Pallu sont argilo-sableuses dans la partie amont avant Blaslay puis deviennent tourbeuses dans sa partie aval (Figure 6).

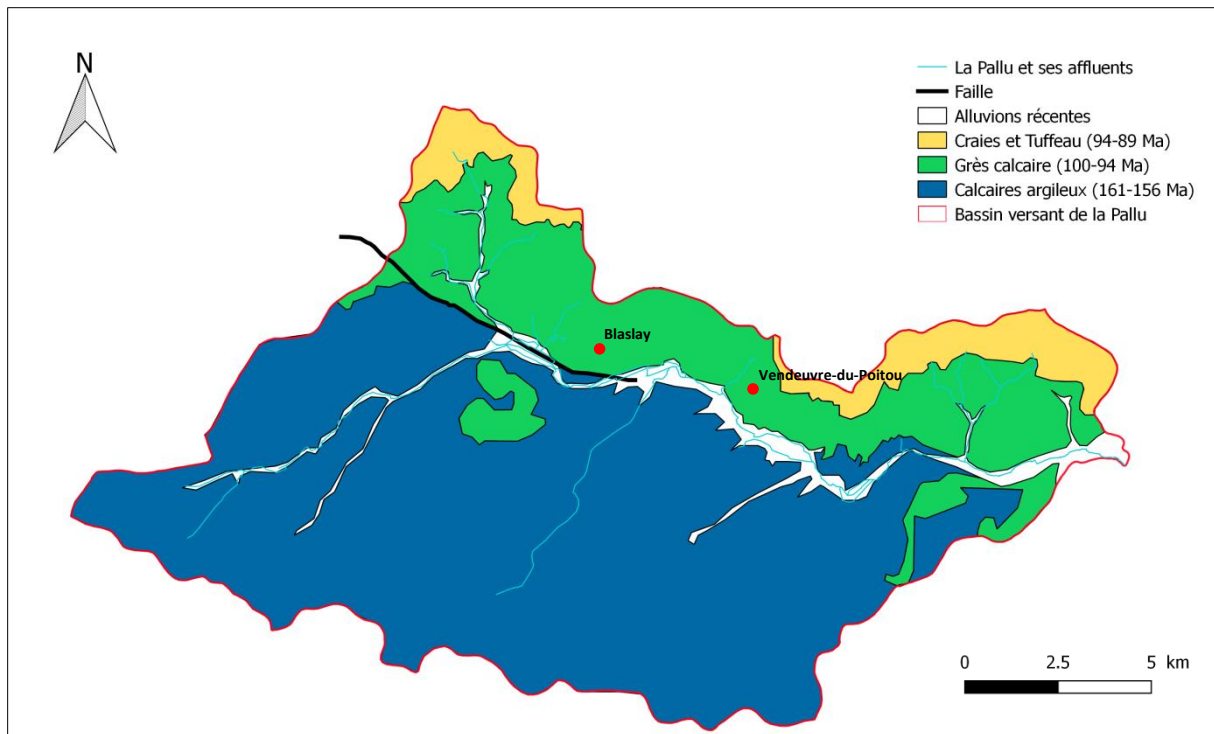


Figure 6: Carte géologique du bassin versant de la Pallu réalisée sur QGIS à partir des données de la carte géologique n°566 au 1/50000 Mirabeau-en-Poitou du BRGM

La totalité des roches présentes dans le sous-sol du bassin versant de la Pallu sont donc des roches sédimentaires calcaires. Leur création s'est opérée par l'action de processus chimiques et/ou biochimiques (précipitation des carbonates contenus dans l'eau ou accumulation de squelettes carbonatés de microorganismes vivants dans les eaux à cette époque (Bodeur 1980)). Un milieu recouvert d'eaux calmes favorisant la sédimentation a dû être nécessaire. De par ce postulat, il a été supposé d'après le principe de superposition de Stensen (1677-1686), que les calcaires datant de l'Oxfordien sont plus anciens et donc recouverts par ceux du Cénomaniens, eux même recouverts par les roches du Turonien.

Cette superposition de couches géologiques et la nature calcaire de la roche donnent à ce bassin versant un intérêt hydrogéologique fort. Le calcaire est une roche poreuse et fragile ce qui en fait un bon filtre et réservoir d'eau. Il est donc probable que des nappes souterraines soient présentes entre ces différentes couches géologiques.

Toutes les eaux de la Pallu qui arrivent en amont du bassin versant passent au niveau de la faille dite "De Mirebeau". Il peut donc y avoir des infiltrations conséquentes sur son linéaire qui vont soit se perdre en profondeur soit alimenter des nappes d'eau souterraines. Cela peut expliquer en partie le lieu du premier assec en amont de Blaslay.

Le bassin versant de la Pallu possède donc trois couches géologiques de nature calcaire superposées les unes sur les autres.

En cas de pluie, l'eau aura tendance à s'infiltrer dans les fractures de ces trois différents types de roches calcaires où elle sera filtrée et stockée. L'efficacité de ces deux paramètres dépendra de l'hydrogéologie du bassin versant de la Pallu.

La faille provoque certainement une forte infiltration des eaux en amont du bassin versant. L'eau a donc tendance à s'infiltrer dans le sol pour être stockée ou perdue en profondeur.

1.3.Hydrogéologie

Comme supposé précédemment et en appui avec les ressources de Douez et Bichot 2012, le bassin versant de la Pallu possède trois nappes souterraines :

- L'aquifère du Dogger, qui est une nappe captive contenue dans les roches de l'Oxfordien.
- L'aquifère du Jurassique supérieur, contenu dans les roches du Cénomanién. La nappe est captive sous les roches du Crétacé et libre dans sa partie inférieure.
- L'aquifère du Crétacé supérieur qui est une nappe libre contenue dans les roches du Turonien (Figure 7).

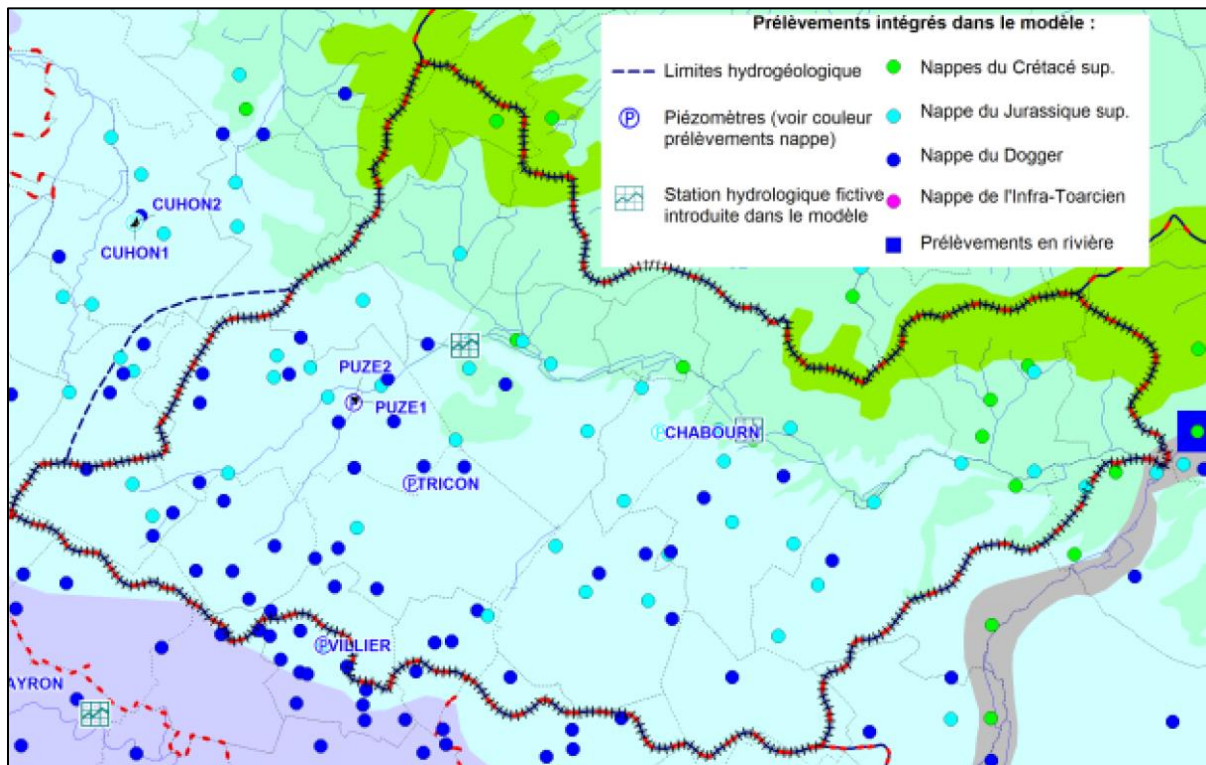
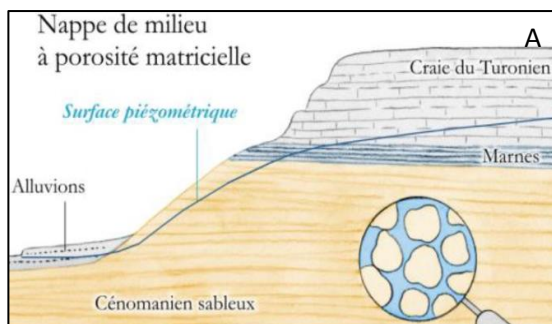
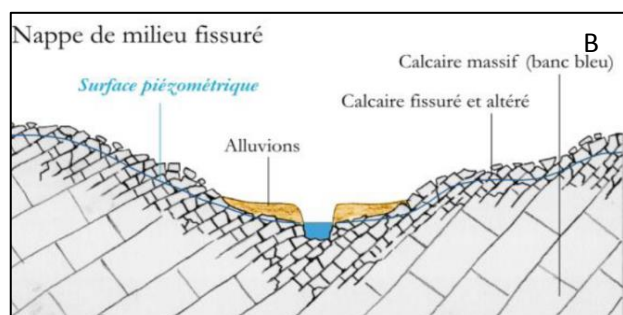


Figure 7: Carte des aquifères du bassin versant de la Pallu et des flux naturels d'alimentation en eau (Domez et Bichot 2012)



En cas de précipitations au Nord du bassin versant de la Pallu sur les roches du Turonien, l'eau va s'infiltrer en premier dans les pores et fissures des craies et du Tuffeau. Elle terminera son chemin dans les sables du Cénomanién où elle sera fortement retenue entre les grains. Cela la rend difficilement mobilisable pour soutenir la Pallu. En revanche, l'alimentation en eau sera continue malgré sa faible quantité ce qui donne naissance à une partie des sources du Nord de la Pallu et de ses affluents (Figure 8A).

Si l'eau de pluie s'infiltré directement sur les roches du Cénomanién, elle circulera dans les fissures présentes en surface de la roche mais ira peu en profondeur où celle-ci est trop compacte. Il y aura donc une circulation souterraine de l'eau jusqu'à la Pallu. En revanche, cette eau sera peu stockée en profondeur. Le niveau de la nappe réagira donc très vite en fonction des pluies (Figure 8B).



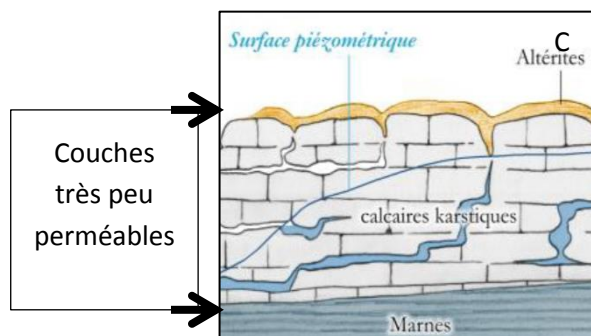


Figure 8: Schématisation du fonctionnement hydrogéologique des 3 nappes de la Pallu (Domez et Bichot 2012)

A : Nappe du Crétacé, B : Nappe du Jurassique supérieur, C : Nappe du Dogger

Enfin, si les eaux de pluie s'infiltrèrent au Sud de la Pallu sur les roches de l'Oxfordien, deux phénomènes vont avoir lieu.

La majorité des eaux va rencontrer la couche supérieure de la nappe qui est très peu perméable. Elle sera donc arrêtée et s'écoulera en direction de la Pallu. Cela va faire varier fortement son débit en cas de forte pluie.

Une faible partie de ces eaux de pluie va réussir à franchir cette barrière et s'infiltrera dans les calcaires de l'Oxfordien pour y être stockée. Ces calcaires sont très fissurés et stockent efficacement l'eau. Cette eau stockée est sous pression (Figure 8C). Des fissures de la couche très peu perméable supérieure vont créer des résurgences artésiennes à différents endroits du plateau donnant naissance aux sources du Sud de la Pallu (Salquière 2015).

Au Sud du bassin versant, la majorité des eaux de pluies vont ruisseler directement vers la Pallu pour alimenter les eaux de surface. Cela entraîne des pics de crues intenses et rapides. Une faible proportion de ces pluies s'infiltrer dans le sol pour alimenter la nappe captive du Dogger.

L'activité agricole du bassin versant dégrade la structure des sols et favorise le phénomène de ruissellement au détriment de la recharge souterraine de cette nappe.

Au Nord, les pluies vont s'infiltrer plus facilement que sur la partie Sud car les nappes sont majoritairement libres. La nappe du Crétacé supérieur restitue peu d'eau en continu tandis que la nappe du Jurassique supérieur engendre un ruissellement souterrain en direction de la Pallu. Ses calcaires retiennent peu l'eau car ils sont fissurés seulement en surface. Là encore le stockage souterrain est faible. Tout comme pour le Sud, la dégradation des sols favorise les ruissellements de surface.

A l'échelle du bassin versant, il n'existe pas de formation géologique favorable au stockage et à la restitution de flux d'eau pour le soutien des débits de la Pallu.

Naturellement la ressource en eau du BV de la Pallu est fragile. Sa géologie n'est pas favorable à un stockage et à une régulation des flux souterrains. Cet équilibre fragile est rompu par les activités anthropiques du bassin versant. La dégradation des sols favorise le ruissellement de surface et minimise les infiltrations. De plus, la disparition des zones humides et de la trame verte du bassin versant réduisent encore plus la capacité de stockage et donc de soutien pour la rivière.

L'eau des nappes souterraines de la Pallu est fortement utilisée pour l'irrigation. Il est donc intéressant d'étudier la nature de ses sols pour en comprendre les raisons.

I.4. Pédologie

En surface, la Pallu joue le rôle de limite naturelle en séparant les groies profondes au Nord des groies moyennement profondes au Sud. Une zone de sables verts est observée un peu avant son exutoire à l'Est (Figure 9).

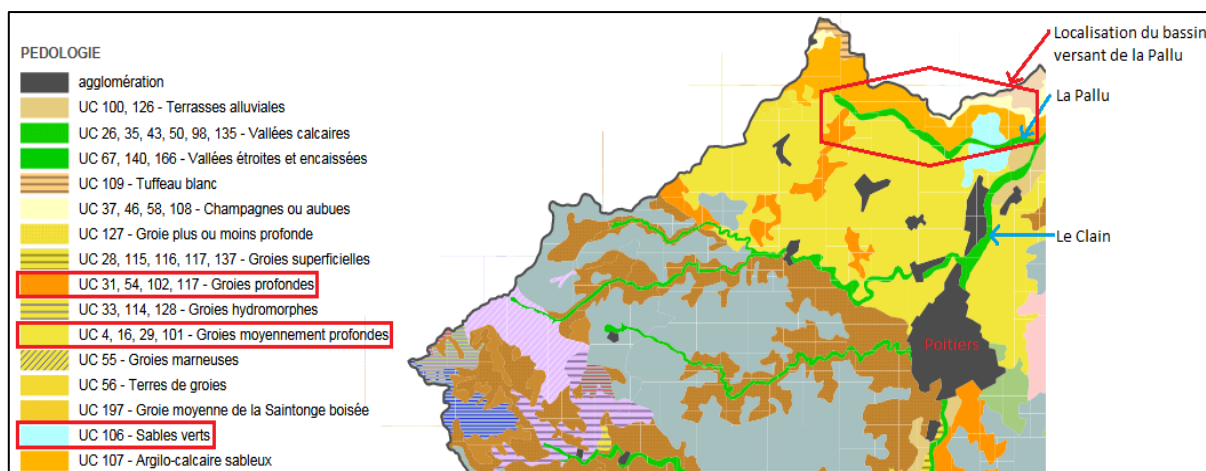


Figure 9: Extrait de la carte représentant la pédologie du département de la Vienne (SAGE Clain 2015 et ORE)

Les groies (représentées en orange et jaune) contiennent des blocs de calcaire de la roche mère qu'ils surplombent mélangés avec des argiles et des limons. Dans le cas des groies profondes au Nord, le sol possède une réserve utile en eau intéressante pour de nombreuses cultures (blé tendre, colza et tournesol). Malgré cela, elle reste défavorable à la culture du maïs qui nécessite beaucoup plus d'eau que les autres cultures et un sol drainant. Les groies moyennes ont une tendance à l'hydromorphie forte et prolongée en période humide. Elles s'assèchent en été après de fortes chaleurs si leur réserve utile en eau est faible ce qui est défavorable pour tous les types de cultures céréalières et surtout le maïs (Syndicat des eaux du Centre Ouest 2015). Les sables verts (représentés en bleu clair) sont des sols pauvres en nutriments et très argileux. Ils retiennent beaucoup l'eau et sont donc mal drainés. Sans potentiel agricole, ils sont souvent laissés au développement naturel de la forêt (Benoit-Janin 1971).

Les sols situés au Sud et à l'Est du cours d'eau ont une forte tendance à retenir l'eau et sont très peu riches en nutriments dans le cas des sables verts. Leur potentiel agricole est donc faible. Au Nord, les sols retiennent également l'eau mais permettent une bonne culture céréalière et oléagineuse sauf pour le maïs qui a besoin d'un sol humide mais drainant.

L'intensification des cultures céréalières a nécessité un développement de l'irrigation malgré les réserves utiles en eau acceptables du bassin versant. L'hydromorphie a nécessité le développement du drainage en parallèle. Ces deux techniques agricoles ont plusieurs conséquences néfastes : lessivage, lixiviation des sols, tassement, recalibrage, sûr-entretien des cours d'eau et aggravation du volet quantitatif.

Au vu des caractéristiques des sols du bassin versant de la Pallu, une étude de leur occupation peut aider à mieux comprendre la pression anthropique.

I.5. Evolution de l'occupation du sol

I.5.1. Occupation actuelle des sols

Une analyse du recouvrement des sols et des cultures du bassin versant de la Pallu a été effectuée à partir des données des CLC de 1990, 2000 et 2012 et des RPG allant de 2010 à 2016 (Figure 10).

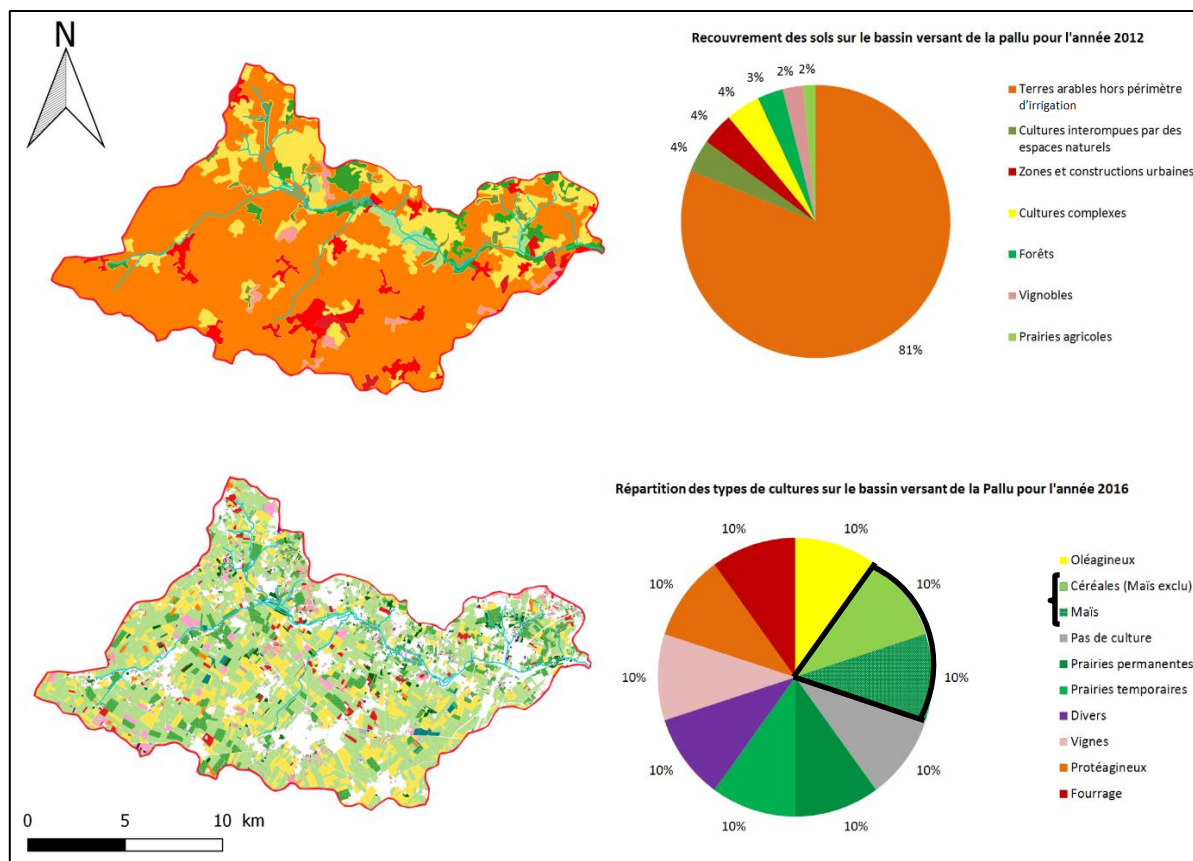


Figure 10: Carte représentant les RPG de 2016 et CLC de 2012 du bassin versant de la Pallu réalisée sur QGIS (Data.gouv)

92 pourcent du bassin versant est occupé par des zones à usages agricoles (terres arables, cultures, prairies, vignobles) dont 81 % comprend des surfaces ayant besoin d'être irriguées artificiellement. 20 % de cette surface est utilisée pour la culture céréalière, qui domine l'occupation des sols du bassin versant de la Pallu. Les proportions des autres cultures sont réparties équitablement, à raison de 10 % chacune. Il est toutefois important de remarquer que le maïs (grain et ensilage) constitue la moitié des céréales cultivées alors que la nature des sols n'y est pas favorable (voir I.4 Pédologie). Les sols du bassin versant de la Pallu sont également utilisés pour la culture du melon, du tabac et de l'échalion (variété d'oignon). Le melon se sème entre mars et juin pour une récolte entre juillet et octobre. Son irrigation doit se faire en continu et au goutte à goutte pour éviter le développement de maladies sur ses feuilles comme l'oidium ou le mildiou⁹. Le tabac étant une plante tropicale, il nécessite une irrigation régulière durant sa croissance qui peut durer de fin mars à septembre (Marcel 1961), c'est le même cas pour le maïs qui lui se plante en avril pour être récolté entre août et septembre¹⁰.

⁹ Melon : culture, semis, plantation, récolte [en ligne],. Disponible sur: <https://www.jardiner-malin.fr/fiche/culture-melon.html> [consulté le 27 Juin 2018].

¹⁰ Maïs : saison et calendrier du maïs [en ligne], Disponible sur: <http://www.vedura.fr/guide/legumes/maïs> [consulté le 27 Juin 2018].

Enfin, l'échalion se plante entre février et avril pour être récolté entre août et octobre¹¹. Les périodes de croissance de ces plantes sur le bassin versant de la Pallu se déroulent toutes pendant la saison estivale. De plus, ces quatre types de cultures nécessitent une irrigation constante durant leur croissance (Figure 11). Cela impacte la ressource en eau disponible du bassin versant pour soutenir la Pallu en période d'été.

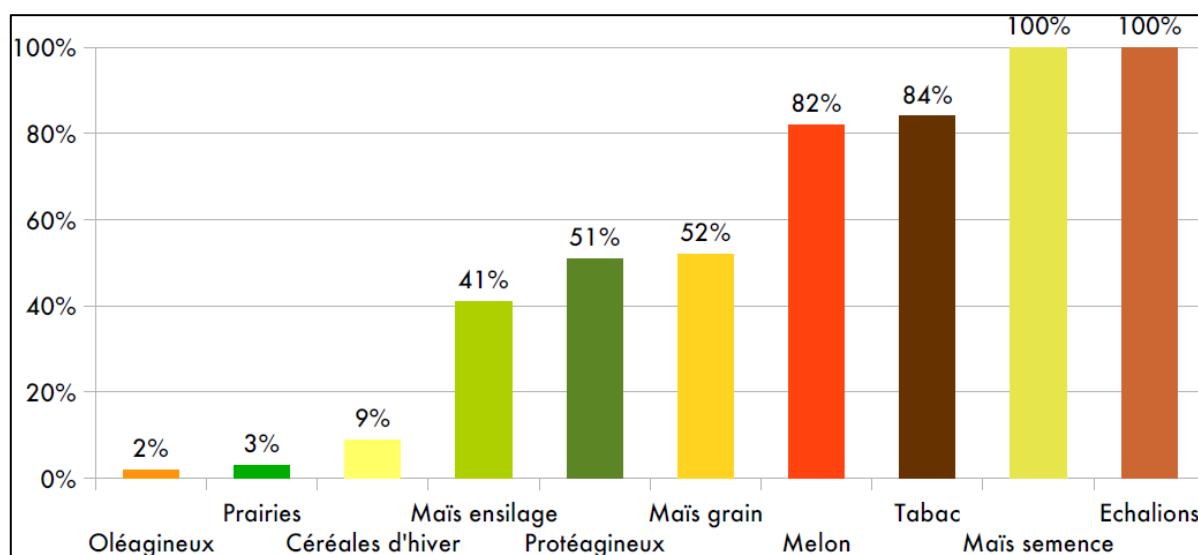


Figure 11: Pourcentage des surfaces irriguées en fonction des surfaces cultivées dans le département de la Vienne (Chambre d'Agriculture de la Vienne 2010 et SCAGE de la Pallu 2017)

En revanche, la valeur ajoutée représentée par ces cultures est très importante. En effet, l'échalion est vendu au prix de 10 000 euros par hectare. Une fois les frais de production déduits, cela représente un bénéfice brut de 6 980€/ha. Le gain économique du melon est de 15 000€/ha et de 2 500€/ha pour le tabac. Enfin, le maïs d'ensilage (ou de fourrage) permet de gagner entre 292 et 4 318€/ha en fonction de son futur usage (Annexe 1 et 2).

Le bassin versant de la Pallu est majoritairement agricole (92%), les plantations céréalières sont majoritaires et le maïs en constitue plus de la moitié alors que sa culture est jugée comme incompatible avec les sols de la Pallu.

Les cultures d'échalion, melon et tabac sont également présentes sur son bassin versant et consomment beaucoup d'eau durant toute la période estivale affaiblissant encore une fois son équilibre naturel déjà fragile.

Les valeurs ajoutées de ces quatre grands types de culture gourmandes en eau sont très importantes ce qui peut expliquer le choix de leur développement sur le bassin versant de la Pallu malgré son contexte hydrogéologique fragile.

Le développement de ces cultures est récent. En effet, elles nécessitent des apports en eau réguliers et importants pendant la période estivale impliquant des systèmes de pompes et de drainage efficaces. Il serait donc intéressant d'observer l'état du bassin versant de la Pallu avant l'arrivée de ces nouvelles méthodes de culture.

¹¹ Légumes - Echalion Zebrune [en ligne], Disponible sur: <http://www.vilmorin-jardin.fr/recherche-produit/legumes/potageres/echalion-zebrune/1-6-615/> [consulté le 27 Juin 2018].

I.5.2. La Pallu il y a 200 ans

Le cours d'eau de la Pallu possède un tracé général qui n'a pas beaucoup changé en 200 ans comme le montrent les cartes de Cassini et de l'Etat-major réalisées entre 1800 et 1866 (Figure 12). En revanche, ces deux cartes donnent des informations complémentaires.

La carte de Cassini (en bas à droite sur la figure 12) montre que la rivière possédait 14 moulins sur tout son linéaire avec une présence plus forte en aval qu'en amont. Les moulins ayant besoin d'une quantité importante d'eau pour fonctionner, cela indique que la Pallu possédait certainement un débit important une bonne partie de l'année. La Liaigue (affluent de la Pallu situé au Sud-Ouest du bassin versant) est représentée en trait discontinu laissant supposer que l'eau de cet affluent s'infiltre dans le sol sur sa partie aval et n'alimente pas la Pallu en surface. Cette eau souterraine peut donc servir à alimenter des nappes ou la rivière en aval par résurgence artésienne.

La carte de l'Etat-major (en haut à gauche sur la figure 12) indique que la majorité des zones voisines au cours d'eau étaient des marais souvent en eau (Légende de la Carte de l'Etat-major de France 1820). Elles étaient donc humides une grande partie de l'année conduisant les habitants à créer de nombreux fossés pour évacuer plus facilement l'eau et établir des cultures dans ces zones rendues fertiles par les alluvions. Ceux-ci sont représentés par des traits bleus foncés sur la figure 12 en haut à droite.

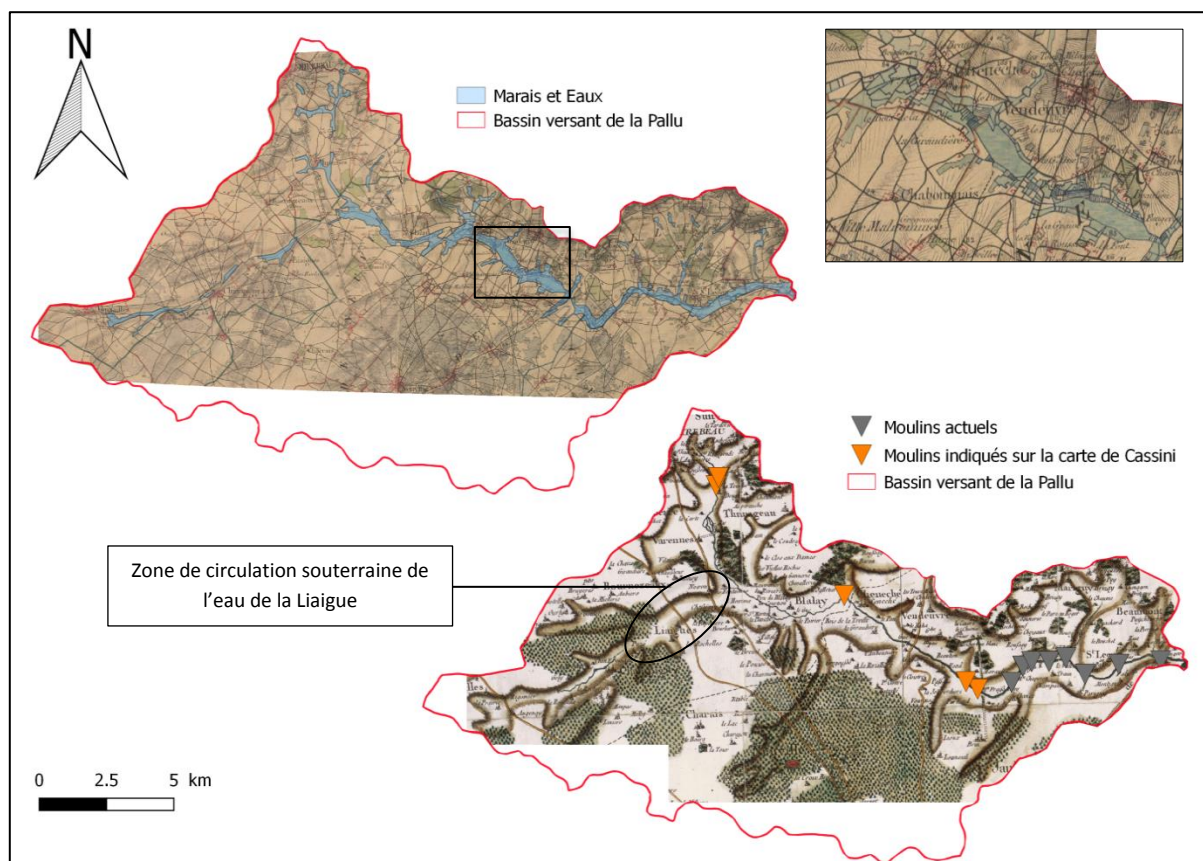


Figure 12 : Carte de l'Etat-major (en haut à gauche) et de Cassini (en bas à droite) du bassin versant de la Pallu géoréférencées avec QGis (Géoportail)

Il y a 200 ans environ, la Pallu était certainement une rivière possédant un débit d'eau pérenne tout au long de l'année permettant le fonctionnement des moulins. Cette eau alimentait toutes les zones périphériques de la rivière les rendant marécageuses (sauf pour la Liaigue où une alimentation souterraine est plus probable). Les habitants de l'époque drainaient cette eau par de nombreux fossés.

Depuis, la Pallu a été largement recalibrée. L'enfoncement de son lit a rendu les fossés inutiles, et les zones alentours ne sont plus définies comme des marais (voir I.5.1 Occupation actuelle des sols).

De part ce postulat, les assecs ne sont pas des phénomènes naturels récurrents sur la Pallu et leur cause est très certainement liée au développement des activités anthropiques sur son bassin versant.

I.6. Usages sur le bassin versant de la Pallu

I.6.1. Irrigation

Le bassin versant de la Pallu étant majoritairement agricole, chaque agriculteur possède des systèmes de pompage pour irriguer quotidiennement ses cultures. Les données de prélèvements transmises par l'agence de l'eau Loire Bretagne ont permis de quantifier les volumes d'eau utilisés chaque années sur les 29 communes du bassin versant.

D'après les données de 2016 qui sont les plus récentes, il existe 128 points de prélèvements. La grande majorité d'entre eux pompent l'eau des aquifères du bassin versant, principalement celui du Dogger. Des points de prélèvement à même le cours d'eau, en sources et dans sa nappe alluviale sont localisés au Sud de Vendeuve-du-Poitou même s'ils sont moins nombreux que les pompages en nappe profonde (Figure 13). Les piezomètres installés sur le bassin versant sont tous localisés sur la partie Sud de la Pallu au niveau de la nappe du Dogger. Ils ne doivent donc pas permettre de décrire avec précision l'état des nappes du Crétacé et du Jurassique supérieur au Nord.

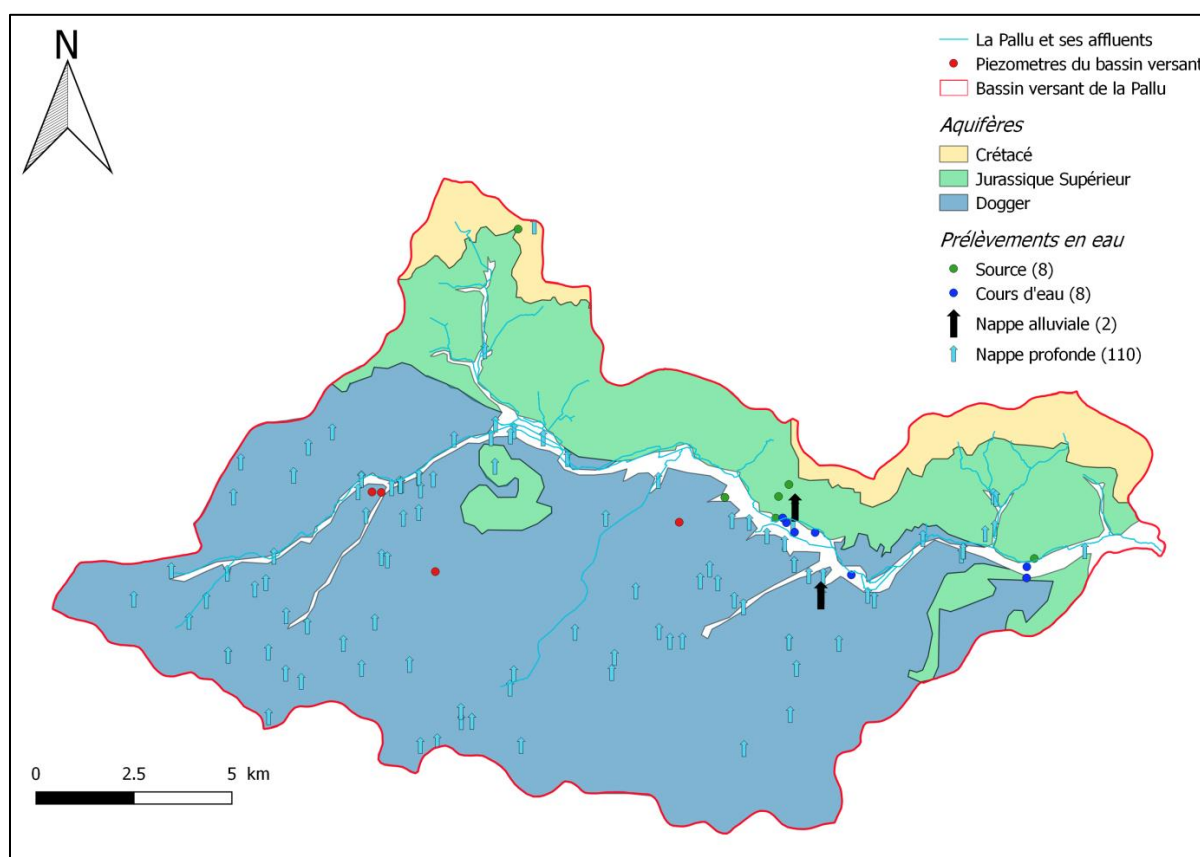


Figure 13: Carte des points de prélèvements d'eau sur le bassin versant de la Pallu (Agence de l'eau Loire Bretagne 2016)

Sur le volet quantitatif ce sont bien les prélèvements en nappes souterraines qui représentent les plus grand volumes d'eau prélevés chaque année (97 % en moyenne). Ceux-ci ont eu tendance à augmenter entre 1999 et 2016, remplaçant petit à petit tous les autres types de prélèvements (Figure 14).

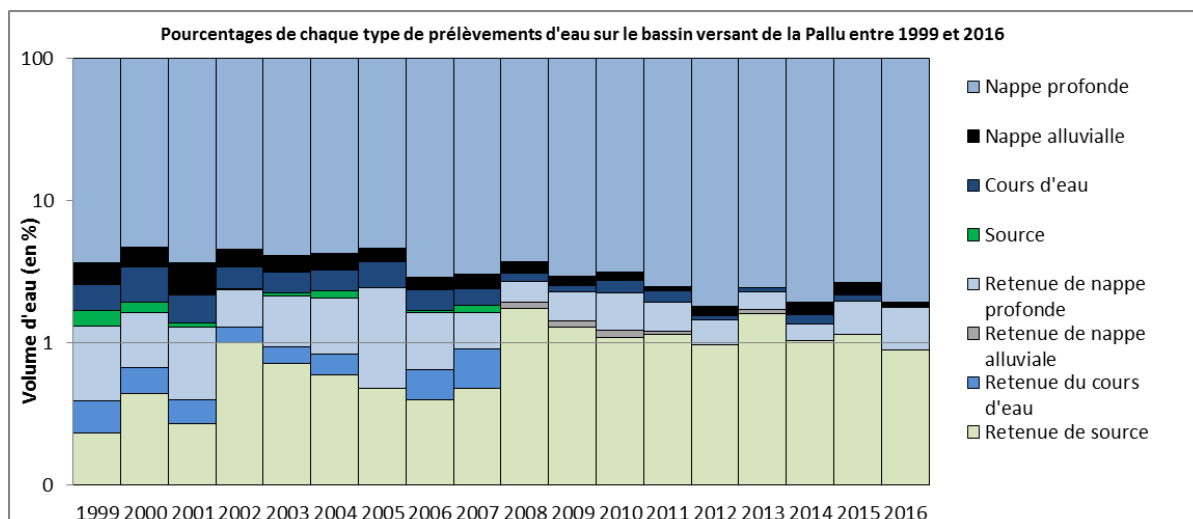


Figure 14: Histogramme des pourcentages de quantité d'eau prélevés sur le bassin versant de la Pallu entre 1999 et 2016 (Agence de l'eau Loire Bretagne)

Chaque année, une moyenne de 7 000 000 mètres cubes d'eau est pompée (Figure 15).

Une forte variation des quantités d'eau prélevées est observable pour les années 2003, 2004 et 2005. En effet celles-ci ont été décrites comme un enchainement d'années de plus en plus sèches dans la région Poitou-Charentes¹². Deux hypothèses peuvent alors être formulées pour expliquer ces grandes variations.

En 2003, la sécheresse s'est étendue de mars à août. Ces mois étant les périodes de semis et de croissance de la plupart des cultures, l'eau souterraine du bassin versant a été majoritairement prélevée atteignant sa valeur maximale. En 2004, c'est le mois de juin qui fut très sec et là encore l'eau des nappes a été prélevée abondamment sauf que l'impact de la sécheresse de 2003 était présent même s'il n'a pas encore impacté le volume d'eau disponible. 2005 a été la pire année de sécheresse de la région avec 500mm de précipitations en seulement une année. La nappe du Dogger devait être épuisée par les années 2003 et 2004 et comme son recharge est très lent sur le bassin versant de la Pallu (voir I.3.Hydrogéologie), sa ressource en eau ne s'était pas reconstituée. Les nappes du Nord la Pallu ne stockant pas beaucoup l'eau également, les prélèvements ont du être réduits au strict minimum pour leur laisser le temps de se recharger.

La seconde hypothèse est que la sécheresse de 2005 était tellement importante que la majorité des cultures du bassin versant ont été détruites dès le début des semis. Leur irrigation n'étant plus nécessaire, les prélèvements en eau sont restés très faibles.

Pour savoir quelle hypothèse est la plus probable une étude des rendements agricoles de la Vienne a été effectuée entre 2002 et 2006 pour le maïs qui est une culture estivale nécessitant une irrigation régulière. Les rendements moyens durant ces trois années ne varient pas fortement malgré les sécheresses (Annexe 3).

Une réduction des prélèvements suite à un appauvrissement trop important de l'eau des nappes de la Pallu est donc plus probable.

¹² Pluviométrie - Eau en Poitou-Charentes [en ligne], Disponible sur: <http://www.eau-poitou-charentes.org/Pluviometrie,1390.html> [consulté le 20 Juin 2018].

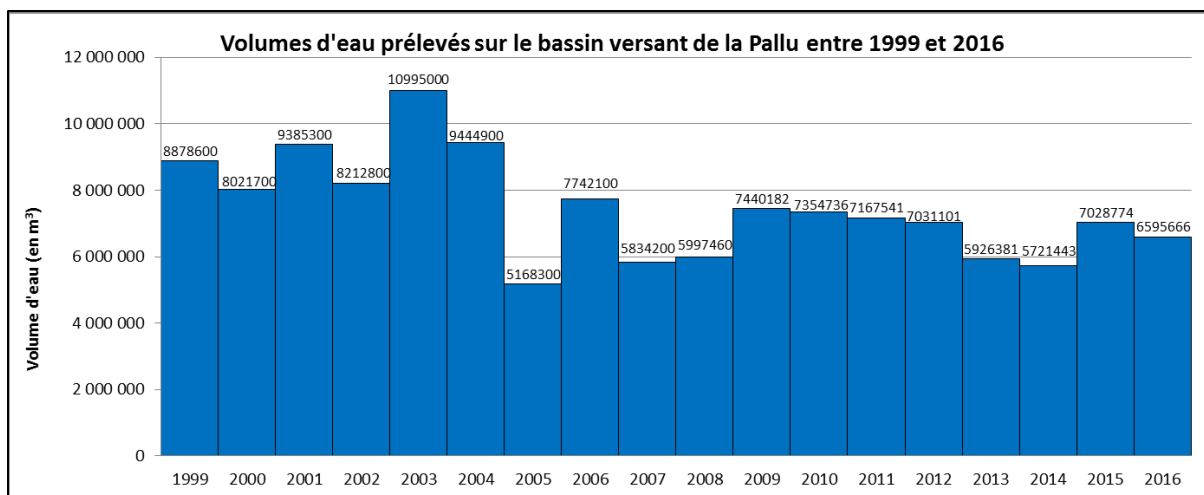


Figure 15: Quantités d'eaux prélevées par années pour l'irrigation sur le bassin versant de la Pallu entre 1999 et 2016 (Agence de l'eau Loire Bretagne)

D'après les données de débits mensuels relevés à partir de 2011 à la station hydrologique « L2523010 La Palu à Vendevre-du-Poitou »¹³, il est intéressant de noter que les pompages annuels sont souvent proches de la quantité d'eau restituée par le bassin versant de la Pallu à sa rivière en une année. Ceux-ci représentent plus de 50% de ses débits hivernaux annuels, période de décembre à avril où la quantité d'eau est la plus importante (Annexe 4).

Il faut toutefois rester critique sur ces résultats compte tenu du fait que la mesure de débits annuels n'est faite que sur une seule station hydrologique pour tout le bassin versant et qu'il manque de nombreuses données de prélèvements dans la base de données de l'agence de l'eau Loire Bretagne. Les données de prélèvement annuelles calculées ici sont donc susceptibles d'être sous évaluées par rapport aux quantités réellement prélevées.

I.6.2. Eau potable

Il ne faut pas oublier que les eaux souterraines sont également utilisées pour l'alimentation en eau potable sur le bassin versant. Celle-ci représente un volume moyen annuel de 3 400 000 mètres cubes soit la moitié des volumes annuels utilisés pour l'irrigation. Parmi ces pompages, il est intéressant de remarquer que 25% sont faits en nappe alluviale et 75% en nappe profonde (Figure 15). Ils ont donc certainement un impact sur le régime hydrologique de la Pallu car le pourcentage de prélèvements en nappe alluviale est bien plus élevé que celui pour l'irrigation (25 % contre seulement 2 à 5 %) ce qui appauvrit certainement la réserve d'eau disponible pour soutenir la rivière en cas de sécheresse (I.3. Hydrogéologie).

¹³ hydroweb[en ligne], Disponible sur: <http://hydro.eaufrance.fr/presentation/procedure.php> [consulté le 14 Juin 2018].

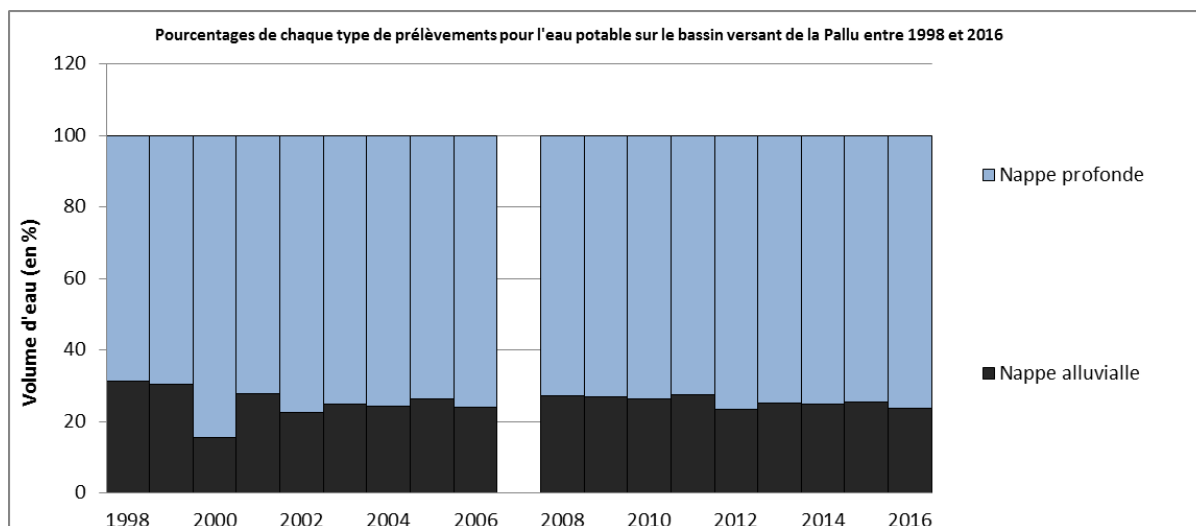


Figure 16: Histogramme des pourcentages de quantité d'eau potable prélevés sur le bassin versant de la Pallu entre 1998 et 2016 (Agence de l'eau Loire Bretagne)

Les pompages représentent des volumes d'eau importants, plus de 10 400 000 mètres cubes par an en moyenne.

L'irrigation est l'activité anthropique qui utilise le plus d'eau au point de représenter des volumes d'eau annuels égaux à ceux restitués par le bassin versant au milieu aquatique.

En cas de sécheresse les quantités d'eau souterraines prélevées peuvent être réduites sans que cela ne semble affecter le rendement général des cultures.

Les prélèvements pour l'eau potable sont plus faibles mais sont aussi à prendre en compte dans les problématiques d'écoulements de la Pallu car 25% d'entre eux sont fait dans sa nappe alluviale.

Cette activité anthropique possède certainement un effet sur le fonctionnement des écoulements du bassin versant de la Pallu et des conséquences sur son écologie.

I.6.3.La politique actuelle

Suite à une répétition de plus en plus fréquente des phénomènes de sécheresse sur son bassin versant, la SCAGE de la Pallu a rédigé un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau concernant la création de 6 retenues de substitution en mars 2017. Ces bassines seraient utilisées comme réservoirs en pompant les eaux de la Pallu pendant la période hivernale, où l'eau est plus abondante, pour ensuite la réutiliser en été pour irriguer les cultures (SCAGE de la Pallu 2017). Les discussions autour de ces installations sur le milieu aquatique de la Pallu sont nombreuses. Il s'agit d'un projet qui divise par les arguments suivants :

- Il ne s'agit pas de projets de « substitution » réels mais plus de développement de l'irrigation.
- Les valeurs de débits hivernaux de remplissage des bassines ne prennent pas en compte les besoins des populations piscicoles autochtones.
- Le seuil de gestion estivale actuel ne permet pas la survie de la vie aquatique. Il doit donc être revu à la hausse même si les bassines sont créées.
- Le seuil de remplissage (dans le cas de la Pallu), sera difficilement atteignable. Il est donc probable que certains hivers, les bassines ne soient pas remplies.
- Les réserves de substitution ne sont pas l'unique solution au manque d'eau (d'autres modes de gestion de l'eau existent comme les changements des pratiques agricoles, la restauration des milieux aquatiques,...).
- Les outils de surveillance et de contrôle de ces installations ne sont pas parfaits. Le non-respect des arrêtés de remplissage pourrait donc être possible ce qui n'est pas envisageable.
- Un suivi régulier des milieux aquatiques en période de remplissage et à l'étiage des cours d'eau n'est pas toujours prévu alors qu'il serait pourtant indispensable.
- La problématique du changement climatique ne semble pas avoir été prise en compte dans le dossier d'autorisation. C'est pourtant un sujet d'actualité à ne pas négliger.

La création de 6 bassines de substitution sur la Pallu est un sujet à débat où la protection du milieu aquatique ne doit pas être encore une fois mise de côté au détriment de l'agriculture. L'analyse du dossier de demande d'autorisation semble pourtant laisser apparaître des lacunes à ce sujet.

Le volet quantitatif de la ressource en eau de la Pallu est fortement impacté par l'agriculture et le développement de l'irrigation. La prise de conscience concernant la protection du milieu aquatique et l'adoption de bonnes pratiques agricoles ne fait toujours pas partie des priorités actuelles en terme de politique, en atteste le projet des bassines de substitution.

Le volet qualitatif de l'eau est également à prendre en compte car un appauvrissement de sa quantité d'eau possède un impact sur sa qualité physicochimique générale.

I.6.4.Rejets

Le bassin versant comporte 13 Stations de Traitement des Eaux Usées. Leur capacité nominale cumulée est de 21 000 Equ/hab par jour ce qui représente environ 2 520 m³ d'eaux usées par jour à traiter. Cela représente environ 5% du débit annuel de la Pallu. Le lagunage naturel est le procédé d'épuration le plus utilisé (10 stations sur 13) suivi par les filtres plantés de roseaux (Agence de l'eau Loire Bretagne 2017). 278 tonnes de boues sont produites chaque année par ces stations et épandues sur les champs du bassin versant. L'eau traitée est ensuite rejetée directement dans la Pallu et ses affluents ou bien dans des fossés déconnectés des cours d'eau pour favoriser son infiltration.

Afin de garantir une bonne dilution de ces rejets et leur élimination totale sur tout le bassin versant, il est nécessaire que le cours d'eau et ses affluents aient un débit suffisant tout l'année. Si ce n'est pas le cas, il n'y aura pas l'effet de dilution de la rivière et sa capacité auto épuratrice sera limitée¹⁴. Il en résultera une détérioration de la qualité de l'eau ce qui impactera la survie des espèces aquatiques de la Pallu. En période d'étiage, les écoulements de la Pallu sont donc, en plus d'être limitants, de mauvaise qualité physicochimique.

La station d'épuration par lagunage de Saint Léger la Pallu possède une capacité nominale de 300 Equ/hab alors que la taille de son agglomération est de 440 Equ/hab¹⁵. Elle ne doit donc pas être efficace dans les périodes où les rejets sont importants ce qui en fait certainement une source de pollution sur la Pallu. La station d'épuration est à l'aval du bassin versant de la Pallu, elle ne contamine donc pas tout son linéaire depuis l'amont mais elle se situe sur les zones d'assecs recensées en 2017. Une mauvaise gestion de ses rejets peut donc avoir des conséquences fortes sur la qualité de l'eau de la rivière. De plus, la commune de Marigny Brizay où se situe la station est classée comme « zone sensible » au niveau de ses rejets qui contiennent encore trop d'azote et de phosphore pour qu'ils soient sans impact sur la qualité de la Pallu¹⁶. Cela peut expliquer le pic de concentration en phosphore observé en août 2015 dans les eaux de la Pallu en aval de la station (Annexe 5).

919 800 m³ d'eaux usées sont traitées annuellement par les 13 STEU du bassin versant de la Pallu puis sont rejetées dans le cours d'eau. Si ces rejets sont suffisamment dilués, leur impact sur la vie aquatique de la Pallu est diminué. En revanche, si les débits journaliers de la rivière diminuent fortement, comme durant la période d'étiage, ils seront trop concentrés et auront des conséquences sur la qualité de l'eau et sur sa biologie. C'est certainement le cas en aval de la station de Saint Léger la Pallu. Les conséquences de cette pollution ont non seulement un impact sur la biologie du cours d'eau mais aussi sur la santé humaine.

¹⁴ Les agences de l'eau [en ligne], Disponible sur: <http://www.lesagencesdeleau.fr/2012/07/19/20-fiches-pedagogiques-pour-tout-savoir-sur-l'eau/> [consulté le 25 Juin 2018].

¹⁵ Fiche STEU-Saint Léger la Pallu [en ligne], Disponible sur: <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/fiche.php?code=048614650002> [consulté le 25 Juin 2018].

¹⁶ Marigny-Brizay - Mon Environnement en Nouvelle-Aquitaine [en ligne], Disponible sur: <http://macommune.biodiversite-nouvelle-aquitaine.fr/commune/Marigny-Brizay-86380> [consulté le 25 Juin 2018].

I.7.Morphologie

I.7.1.La rivière de la Pallu

Il a été observé dans la partie I.5.2 la Pallu il y a 200 ans, que cette rivière était une ancienne zone de marais composée de nombreux fossés. Son lit devait être peu profond avec une faible pente et l'eau devait donc se répandre facilement sur ses zones d'expansion latérale. Une carte des cours d'eau de la région de la Vienne datant de 1950 indique que sa profondeur était de 1 mètre pour 4 mètres de large en moyenne ce qui confirme l'hypothèse de son caractère marécageux (FDAAPPMA 86). La végétation aquatique devait pouvoir se développer abondamment sur sa section grâce à cette faible profondeur d'eau.

La Pallu actuelle est un cours d'eau très rectiligne avec des berges abruptes et une profondeur pouvant aller jusqu'à 4 mètres. Elle alterne entre des zones de radiers possédant une pente forte et des vitesses d'écoulements élevées sur quelques mètres (Figure 17 A) et des zones plates où l'eau est très opaque et s'écoule lentement sur plusieurs centaines de mètres entraînant un dépôt progressif des matières fines (Figure 17 B).

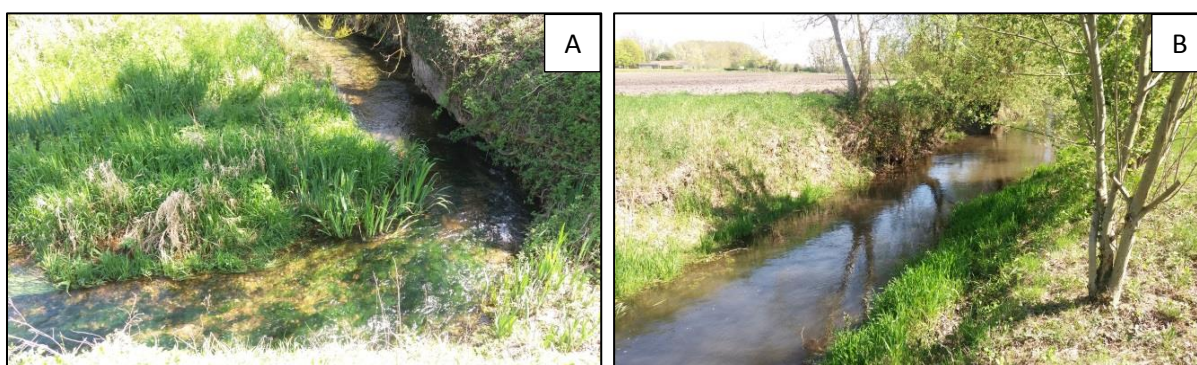


Figure 17: Photographies de la Pallu à Blaslay (A) et à Vendevre-du-Poitou (B) (Charles CALVET)

Les radiers possèdent un substrat graveleux et sont des lieux de frais utilisables par les truites fario et ses espèces accompagnatrices (Annexe 6). Les zones de dépôt sont des lieux de décantation de la matière organique où le colmatage peut s'étendre sur plusieurs mètres au-dessus des sédiments graveleux de la rivière. Ces zones sont hostiles au développement de la vie aquatique de la Pallu.

Des observations sur le terrain ont montrées que ces zones de radiers sont situées majoritairement derrière des ouvrages hydrauliques comme des ponts. En effet, ceux-ci créent un seuil qui augmente artificiellement la pente et donc la vitesse des écoulements ce qui a pour effet de nettoyer le fond de la rivière de ses matières fines. C'est plusieurs mètres après ces seuils que les zones de dépôt ont été observées.

I.7.2.Relation entre la nappe alluviale et la rivière

Avant ce changement de morphologie, les eaux excédentaires hivernales de surface (pluies, crues) et souterraines devaient remplir la nappe alluviale entourant la Pallu. L'eau était ensuite restituée en été quand la rivière souffrait du manque d'eau et permettait ainsi d'avoir un débit acceptable pour la survie des espèces aquatique (Figure 18).

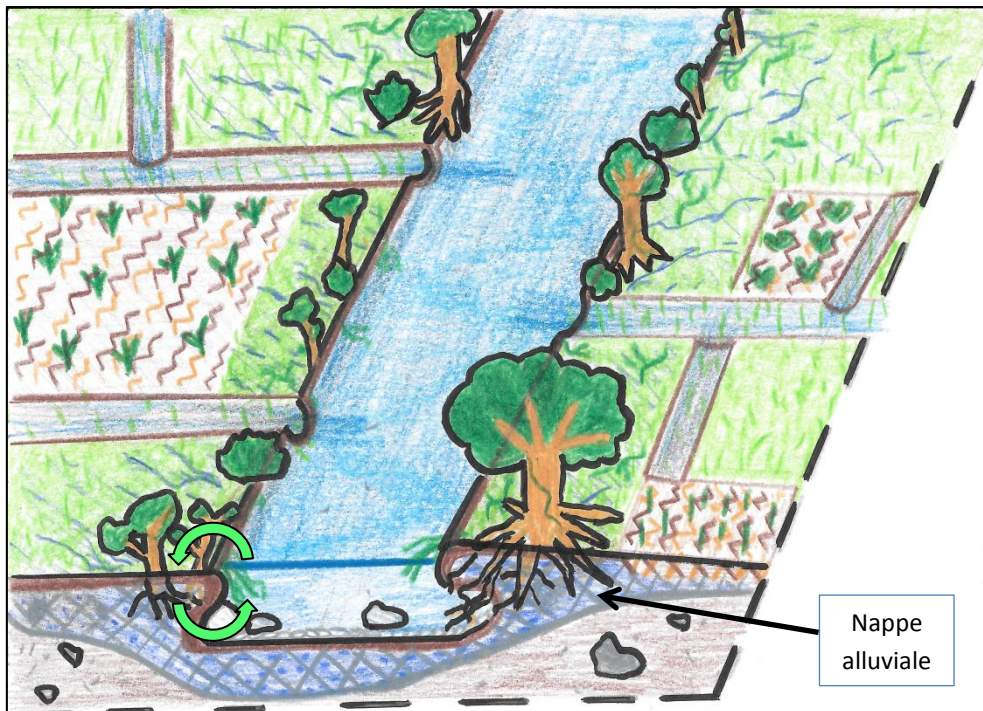


Figure 18: Schéma de la Pallu il y a 200 ans avec un lit de 4 mètres de large pour 1 mètre de profondeur (Charles CALVET)

Aujourd'hui, la nappe alluviale ne peut plus jouer son rôle de soutien. En effet, après la seconde guerre mondiale, la Pallu a été déplacée de son lit, son fond curé et ses berges recalibrées dans une optique agricole (Daudin et Vergne Date non renseignée). Le fond de son lit a perdu son étanchéité et/ou la connexion avec sa nappe alluviale a été extrêmement réduite voir perdue (Figure 19).

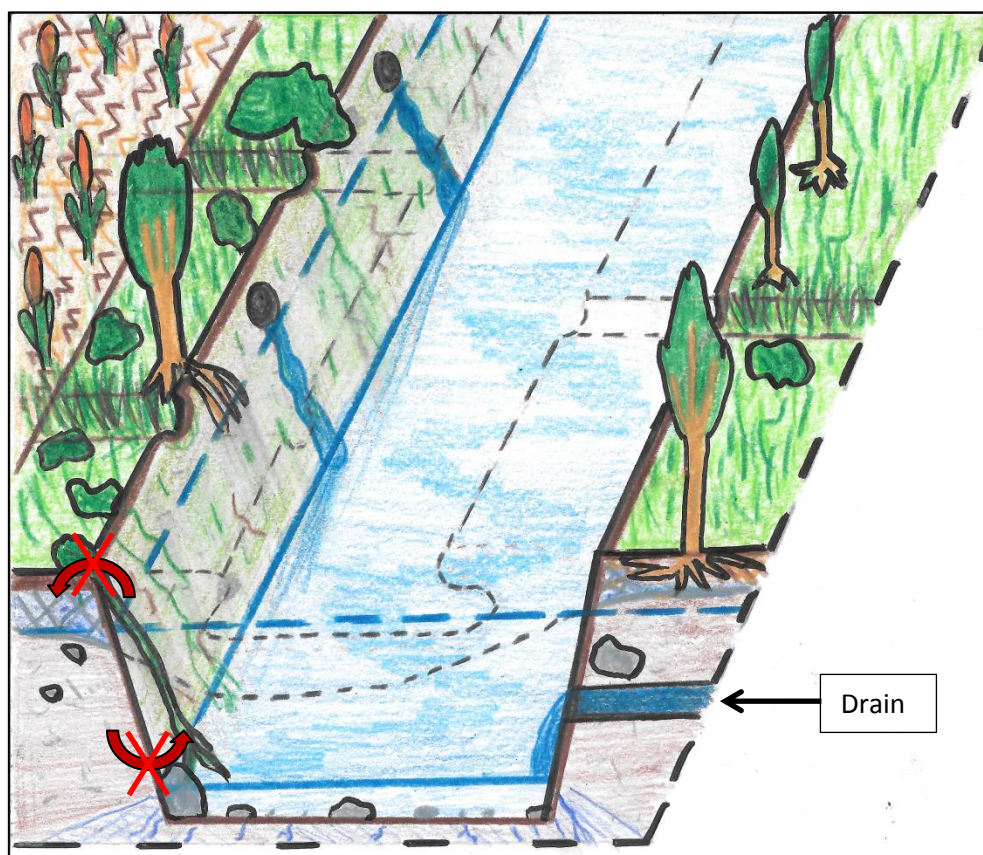


Figure 19: Schéma de la Pallu après les travaux de curage et recalibrage avec un lit de 8 mètres de large pour 4 mètre de profondeur (Charles CALVET)

La Pallu actuelle est donc une rivière morphologiquement très découpée entre des courtes zones de radiers et de longues zones de dépôt. Ces quelques zones de radiers ont toutes des origines anthropiques (restauration hydromorphologique, seuils de ponts, seuils aménagés).

Cette pression anthropique a également déconnecté la rivière de sa nappe alluviale réduisant son stockage d'eau et ses capacités de soutien des étiages estivaux.

Aujourd'hui, la Pallu a perdu la quasi-totalité de sa fonctionnalité marécageuse.

Les conséquences de ces changements de quantité, de qualité de l'eau et de morphologie, ont certainement eu des impacts sur la population aquatique de la Pallu.

I.8.Biologie

Le Brochet (*Esox lucius*) devait être l'espèce repère de la Pallu. En effet, il s'agit d'une espèce affectionnant les rivières végétalisées à forte mobilité latérale pour sa reproduction (Annexe 7). Cette hypothèse a été confirmée par deux habitants âgés du bassin versant ayant observés une forte densité de brochets dans les fossés bordant la rivière pendant leur enfance (comm. pers.). Un de ces habitants a également mentionné que la Pallu a permis de nourrir ses riverains pendant la seconde guerre mondiale grâce à sa forte densité en écrevisses. Ces décapodes se développent seulement sous l'eau et se déplacent ponctuellement dans une rivière. Cela en fait donc un argument supplémentaire démontrant que la Pallu n'était très certainement pas une rivière soumise à des phénomènes d'assecs récurrents.

Le cours d'eau de la Pallu était donc une zone de marais très souvent en eau regorgeant de brochets et d'écrevisses. Son ancienne fonctionnalité marécageuse associée à la présence de nombreux fossés végétalisés lui octroyaient une très bonne capacité de recrutement esocicole. Actuellement, le brochet n'est présent qu'en faible densité sur la Pallu et aucune écrevisse n'a été recensée lors des protocoles de suivis piscicoles datant de 2009.

Des alevinages réguliers de truites fario ont été réalisés sur la Pallu depuis les années d'après-guerre. Cette espèce a su trouver quelques zones de frayères sur la Pallu et ses affluents lui permettant de se reproduire naturellement chaque année. Il a été observé à l'aide de suivis piscicoles que les juvéniles avaient un taux de croissance plus élevé que la moyenne des truites du département ce qui a motivé l'intérêt halieutique de la rivière et maintenu un effort d'alevinage régulier en plus des reproductions naturelles (FDAAPPMA86). Aujourd'hui, la gestion salmonicole de la Pallu tend vers une gestion proche de la patrimonialité. La truite fario est devenue progressivement une espèce emblématique de ce bassin versant et est même devenue l'espèce repère depuis l'effondrement des populations de brochets.

En revanche, tous ces efforts ont été quasiment réduits à néant par le dernier phénomène d'assec de 2017. Des zones de réservoir biologiques ont permis la survie de quelques espèces accompagnatrices de la truite et de juvéniles car elles offraient une profondeur d'eau suffisante pour les cacher des prédateurs et une température d'eau inférieure 25°C (Annexe 6). La perte de biodiversité aquatique n'en reste pas moins catastrophique d'un point de vue écologique.

Les capacités d'accueil et de recrutement des espèces aquatiques de la Pallu ont grandement évoluées entre sa forme passée et sa forme actuelle. Ces modifications morphologiques ont eu un impact sur sa faune aquatique qui s'est appauvrie en brochets et en écrevisses, avec une disparition totale de ces dernières, laissant place à la truite fario et ses espèces accompagnatrices. Malheureusement, le dernier phénomène d'assec de la Pallu a presque réduit à néant le nombre d'espèces aquatiques vivant sur son linéaire.

I.9.Conclusion du diagnostic

D'après les témoignages d'habitants du bassin versant, de données anciennes de travaux sur la Pallu, d'études de documents et d'observations sur le terrain, il a été retenu que cette rivière a subi deux phases de travaux ayant eu de profondes conséquences sur la dynamique et l'équilibre de son bassin versant.

La première a été la création d'un réseau de fossés ayant pour but de drainer les zones trop humides pour la culture autour de la rivière (I.5.2.La Pallu il y a 200 ans). Ces fossés étaient immergés suffisamment longtemps dans l'année pour soutenir la reproduction du brochet et accueillir des écrevisses (I.9.Biologie) témoignant d'une bonne qualité des écoulements de la Pallu. Ensuite, comme pour la majorité des cours d'eau français, la Politique Agricole Commune (1962) et le Plan Marshall (1947) ont permis d'intensifier les pratiques agricoles dans tout le pays.

A l'échelle du bassin versant, les surfaces cultivées se sont agrandies détruisant les haies et les fossés séparant les petites parcelles les unes des autres. Cela a augmenté le tassement des sols et diminué leur taux de couverture. Le ruissellement des eaux de pluies a été favorisé par rapport à leur infiltration dans les nappes souterraines (I.4.Pédologie et I.2.Géologie).

A l'échelle de la Pallu, la rivière a été déplacée de son lit, ses berges recalibrées et son fond curé pour donner plus de place aux cultures riveraines, éviter leur inondation et permettent l'arrivée des drains. Les conséquences ont été une perte d'étanchéité du fond de la rivière et une perte de connexion avec sa nappe alluviale. Les surplus d'eaux hivernales ne sont plus stockés pour soutenir le cours d'eau en été (I.8.Morphologie).

En cas de fortes précipitations sur le bassin versant la rivière réagit très vite pour évacuer l'eau. C'est ce qu'il s'est passé au mois de juin dernier. Un fort épisode pluvieux de deux jours consécutifs a fait entrer la Pallu en crue les deux jours suivants avant que celle-ci ne retourne à son débit normal très rapidement (Annexe 8). L'eau de pluie s'évacue plus vite du bassin versant de la Pallu et s'infiltre très peu pour recharger ses nappes souterraines.

Avec ces nouveaux caractères hydrologiques et morphologiques l'eau de la Pallu ne se répand plus sur les terres hydromorphes alentours rendant les fossés préalablement créés non fonctionnels et inutiles. Ils ont donc été abandonnés ou bouchés sur tout son linéaire (Figure 20).



Figure 20: Ancien fossé en rive gauche de la Pallu délimité par l'alignement de phragmites (Charles CALVET)

L'arrivée des cultures gourmandes en eau ayant une forte valeur ajoutée comme le maïs, le tabac, le melon et l'échalion dans les années 2000 a nécessité un renforcement l'irrigation (I.5.1.Occupation actuelle des sols). Cela a poussé les agriculteurs irrigants à moderniser leurs méthodes de pompages (I.6.1.Irrigation) impactant encore plus le stockage de l'eau déjà très faible sur le bassin versant de la Pallu.

Combiné avec les prélèvements en eau potable, les rejets d'assainissement et les démarches de développement de l'irrigation au détriment du milieu aquatique, (I.6.3.Eau potable, I.7.Rejets et I.6. La politique actuelle), les volets quantitatifs et qualitatifs de la ressource en eau du bassin versant sont touchés. Cette altération de la fonctionnalité de la Pallu induit des assecs de plus en plus fréquents entretenus par sa mauvaise gestion et le changement climatique.

Tous les travaux réalisés sur le bassin versant de la Pallu pour son exploitation agricole ont donc favorisés l'évacuation de l'eau au détriment de son stockage naturel. Actuellement, la fonctionnalité dégradée du bassin versant de la Pallu ne lui permet plus d'assurer un soutien efficace en période d'étiage.

Dans le but d'améliorer la qualité de la Pallu, des travaux de restauration seront nécessaires. Ceux-ci nécessiteront plus d'études que celles réalisées à l'heure actuelle. C'est pourquoi un seul projet sera présenté ci-dessous.

II. Exemple du projet de restauration de la zone humide en aval de Blaslay

II.1. Choix de la zone

Blaslay est la première commune qui a été concernée par les assecs de la Pallu en juin 2017. Cela en fait donc une zone stratégique pour la restauration de la rivière.

En aval du pont de Blaslay, la Pallu rencontre une zone en friche surélevée de 3 mètres par rapport à son lit. La rivière part alors vers la droite pour la contourner. Sur les cartes de l'IGN, un trait discontinu bleu partant vers la gauche est visible. Il représente une voie d'eau temporaire et appelé « Canal de la Pallu ».

Cela laisse supposer que la rivière pouvait emprunter ce canal en plus du trajet de son lit normal et que la zone comprise entre ces deux voies possibles était une zone humide. Lors de fortes pluies ou de crues de la Pallu, l'eau devait être stockée à cet endroit. Une fois remplie cela devait garantir un apport régulier d'eau sur son lit principal (Figure 21).

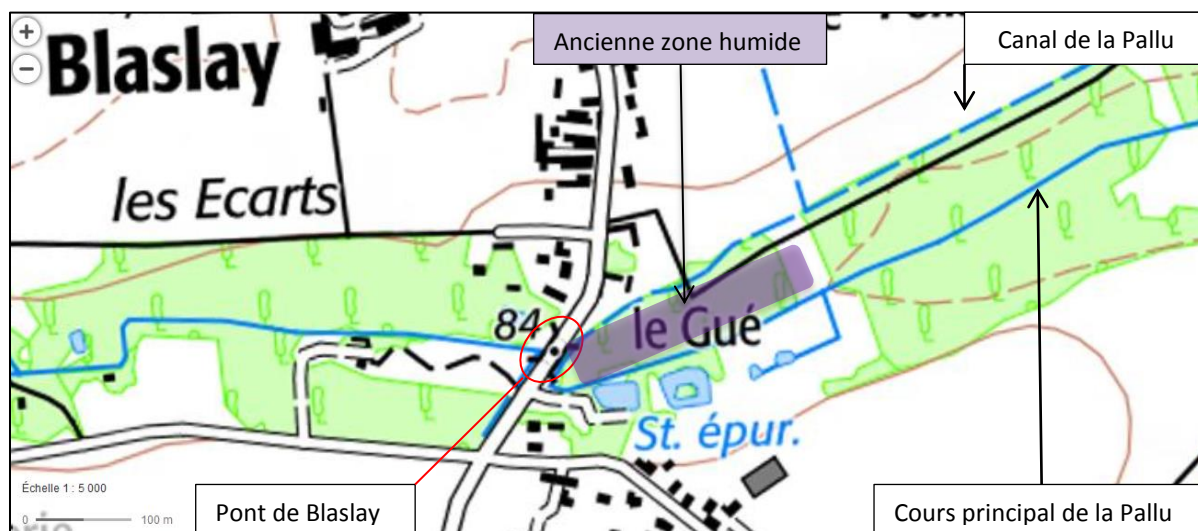


Figure 21 : Localisation de la zone du projet de restauration (carte topographique de l'IGN et Géoportail)

Aujourd'hui cette seconde voie de circulation de l'eau n'est plus envisageable car le lit de la rivière est trop enfoncé et le canal non entretenu (Figure 22).

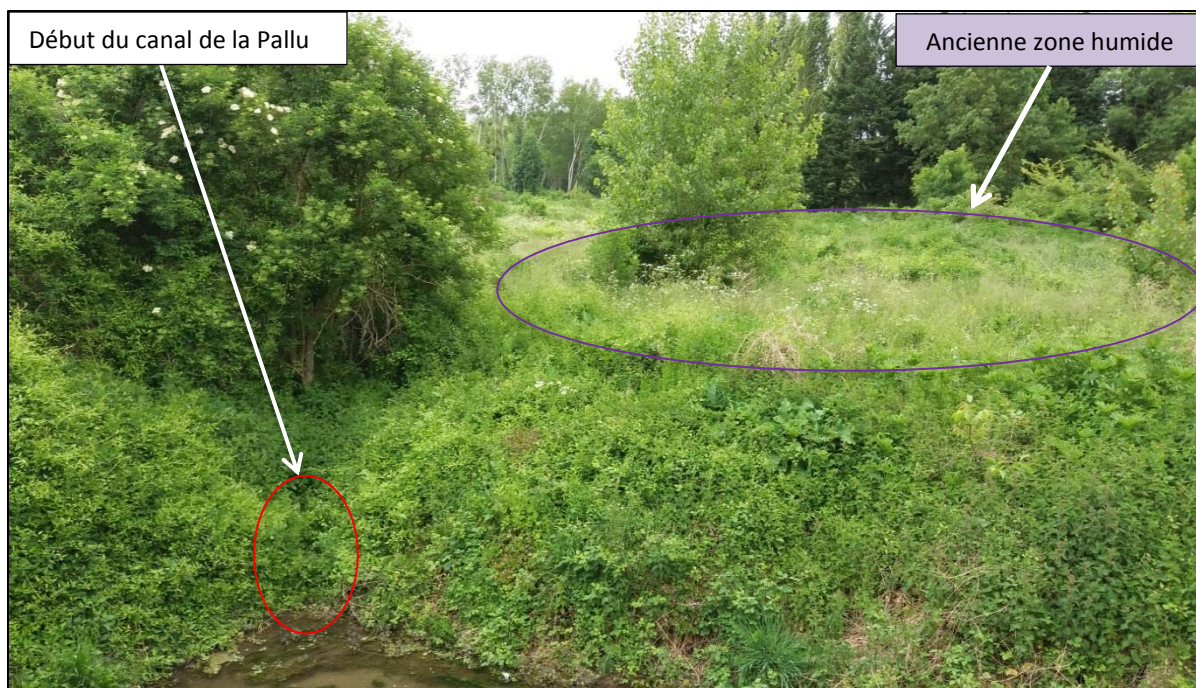


Figure 22: Photographie de l'ancienne zone humide observée depuis le pont de Blasly (Charles CALVET)

La fonctionnalité de cette zone humide a été perdue après les travaux de curage et de recalibrage. Il serait donc intéressant d'y effectuer un travail de restauration afin de recréer une zone de stockage et d'infiltration naturelle de l'eau. L'eau excédentaire passerait dans le début du canal de la Pallu puis irait inonder la prairie comprise entre ce canal et la rivière. Elle s'infiltrera ensuite dans le sol pour alimenter progressivement la Pallu par ses berges. Cette eau alimentera la Pallu en cas de sécheresse et permettra de diluer plus efficacement les rejets de la station d'épuration de Blaslay par la même occasion. De plus, cela créera de nouveaux habitats potentiels pour la faune et la flore aquatiques et terrestres.

II.2. Travaux à réaliser

La première chose à faire serait une prospection sur le terrain pour observer la topographie de la zone. En effet, si le canal de la Pallu est trop encaissé dans le sol ou au même niveau que le lit de la Pallu le projet de restauration sera inefficace. L'eau excédentaire du canal ne pourra pas se répandre sur la zone centrale et s'infiltrer. Il est donc nécessaire d'avoir la hauteur du canal supérieure à celle du lit de la Pallu. Un rehaussement artificiel de la ligne d'eau peut être envisageable par une recharge granulométrique et la mise en place de banquettes. La mise en charge du canal pourrait également être améliorée par un abaissement de son fond.

Une observation de la zone d'infiltration sera aussi à faire pour évaluer sa forme. Si celle-ci est en forme de cuvette comprise entre deux bourrelets de curage peu de travaux seront nécessaires. En revanche, si sa forme est bombée, une extraction de sédiments sera nécessaire.

Dans tous les cas il faudra donner à cette zone une pente progressive orientée vers le lit de la Pallu afin que les eaux de crues hivernales pénètrent dans le canal puis débordent sur la prairie centrale. La pente devra être stoppée par le bord de berge de la Pallu permettant à l'eau de s'infiltrer dans le sol et d'alimenter la rivière par écoulement gravitaire. Pour favoriser l'écoulement du canal de la Pallu vers la rivière en passant par la prairie centrale, les bourrelets de curages pourraient être réduits. (Figure 23).

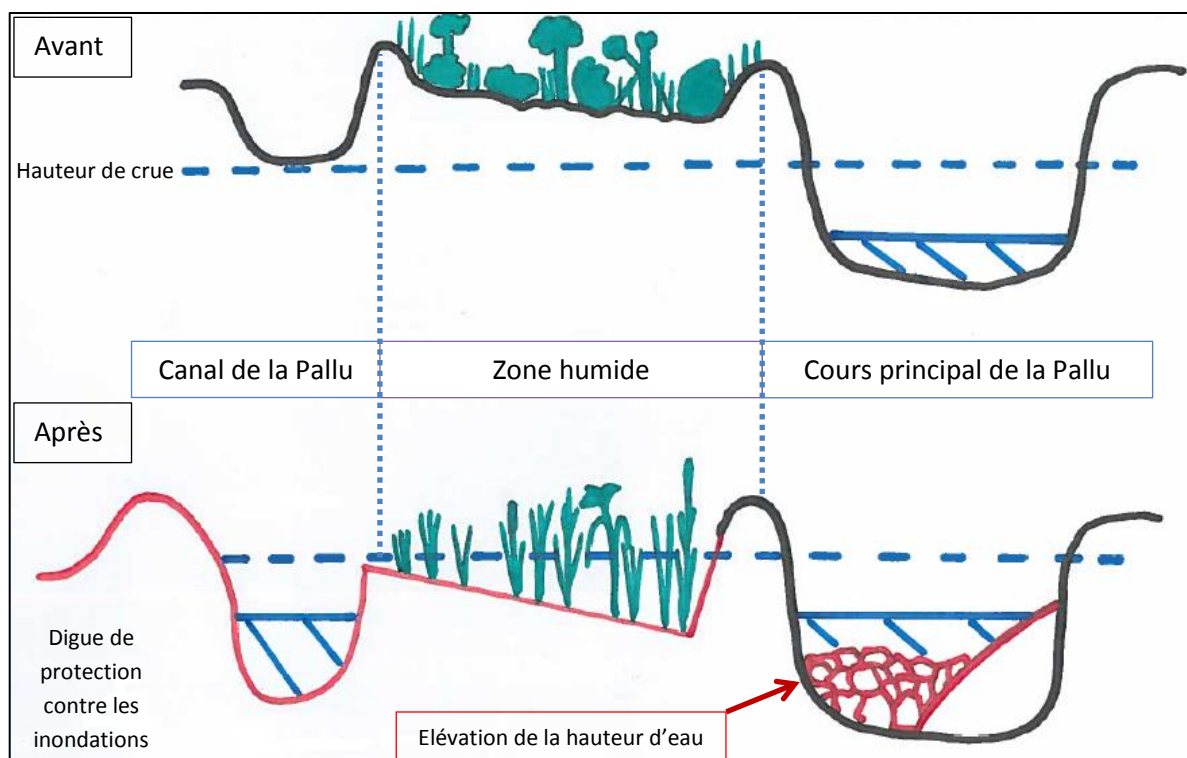


Figure 23 : Schéma des profils de restauration de la zone humide en aval du pont de Blaslay (Charles CALVET)

II.3. Autres projets possibles

Sur la Pallu, le problème majeur est le volet quantitatif. Les propositions d'actions seront donc orientées pour le corriger. Si on ne peut pas agir sur le volet quantitatif, des actions visant à améliorer le volet qualitatif, à renforcer l'habitabilité et à améliorer les conditions du milieu seront prises.

Tableau 1: Propositions d'actions sur le bassin versant de la Pallu (Charles CALVET)

Légende : Bleu = très bon (4); Vert = bon (3); Jaune = moyen (2) ; Orange = mauvais (1) ; Rouge = très mauvais (0)

	Nom de l'action	Volet quantitatif	Volet qualitatif	Habitabilité et conditions du milieu	Coût et entretien	Emprise foncière	Compatibilité avec les usages du bassin versant
15	Trame verte						
14	Bonnes pratiques agricoles						
14	Restauration du lit mineur						
12	Zones d'expansion de crue						
13	Renaturation						
13	Création d'habitats						
9	Zone humide artificielle						

Améliorer la trame verte sur tout le bassin versant va favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol vers les nappes et limiter son ruissellement. Cela atténuera donc les processus de lessivage et de lixiviation en interceptant et fixant les particules fines. Les ruissellements ont particulièrement lieu sur les zones où le sol est nu l'hiver. Ils entraînent donc une grande quantité des résidus d'intrants vers la Pallu. L'amélioration de la trame verte aura donc un fort potentiel épurateur.

Elle permettra la création de nouveaux habitats pour la faune terrestre mais peu pour la faune aquatique. Son coût et son entretien sont très faibles car il s'agit d'une simple végétalisation. En revanche, ces zones allouées au développement de la végétation peuvent être localisées sur des parcelles privées nécessitant un accord des propriétaires. La densification des zones végétalisées empiètera sur les zones de culture ce qui peut être difficilement compatible avec les enjeux agricoles du bassin versant.

La mise en place de bonnes pratiques agricoles est l'un des projets d'actions avec le plus de bénéfices sur les volets quantitatifs et qualitatifs de l'eau du bassin versant. Une irrigation raisonnée menée préférentiellement en soirée et en matinée plutôt qu'en pleine journée limitera l'évaporation de l'eau. Changer les modes de culture pour favoriser des végétaux adaptés au sol de la Pallu et dont le besoin d'eau est axé sur la période printanière et non d'été. Les coûts d'irrigation reviendraient également moins chers aux agriculteurs. En revanche, il s'agit d'un projet qui aura un très fort coût au vu de la valeur ajoutée des cultures gourmandes en eau par rapport à celle des céréales d'hiver par exemple.

La restauration du lit mineur permettrait de diversifier les habitats à l'échelle du cours d'eau. Ces actions auront une emprise foncière faibles et des coûts acceptables. Malgré ces forts avantages fonciers et financiers, les effets d'une restauration auront un faible impact sur les volets qualitatifs et quantitatif car il n'y aura pas de reconnexion avec la nappe alluviale de la Pallu. En revanche, la réalisation d'une restauration sur des points stratégiques de la Pallu tels que des réservoirs biologiques permettrait d'optimiser la survie des espèces lors des étages sévères. De plus, la recharge granulométrique rehausserait la ligne d'eau et pourrait réduire l'impact des zones d'infiltration du lit de la Pallu.

Créer des zones d'expansion de crues permettrait d'augmenter les zones de stockage d'eau sur le bassin versant de la Pallu pour recharger sa nappe alluviale. Le passage de l'eau dans les végétaux des zones temporairement immergées aura un effet phytoépuration et de rétention des particules fines ce qui améliorera sa qualité. Elles créeront des zones en eau temporaires qui seront utilisables par certaines espèces piscicoles pour se reproduire comme le brochet. Leur coût est modéré. Néanmoins, ces projets nécessiteraient une forte emprise foncière. Leur compatibilité avec les usages du bassin versant est donc limitée car la majorité des zones riveraines à la Pallu sont des cultures.

La renaturation de la Pallu est l'action qui possède le plus de bénéfices. Elle permettrait de restaurer sa connexion avec sa nappe alluviale, d'avoir de nouvelles zones de stockage et d'améliorer considérablement sa qualité et son habitabilité. En revanche c'est un projet assez utopique car son coût est extrêmement élevé et nécessite une emprise foncière forte. Ce projet ne semble pas compatible avec les usages actuels du bassin versant de la Pallu.

La création d'habitats est un projet réalisé sur une zone spécifique du cours d'eau et qui aurait pour but principal d'améliorer l'habitabilité de la zone pour la rendre plus propice à la survie des espèces aquatiques en période d'été. Ses coûts et son emprise foncière sont très faibles car tous les travaux se feraient dans le lit mineur actuel du cours d'eau. Actuellement c'est le projet qui semble le plus compatible avec les usages du bassin versant mais qui aura très peu d'effets sur son enjeu principal.

Une ou plusieurs zones humides artificielles auraient des rôles très intéressants de stockage et d'épuration de l'eau du bassin versant de la Pallu. Leur mise en place coûte beaucoup d'argent et nécessite une emprise foncière importante. Leur mise en place est donc fortement incompatible avec les usages du bassin versant.

Cette phase de diagnostic du bassin versant de la Pallu est une étape nécessaire à effectuer en priorité afin de comprendre son fonctionnement. D'après ce diagnostic, les usages du bassin versant impactent la quantité d'eau disponible pour le cours d'eau toute l'année et donc la survie de ses espèces aquatiques. Il est donc logique de prendre des mesures pour restaurer un niveau d'eau correct sur tout le linéaire de la Pallu. C'est pourquoi une étude des débits minimums biologiques a été acceptée par un COPIL réunissant tous les acteurs la Pallu.

Actuellement, les valeurs de débits minimums biologiques de la Pallu sont toujours attendues mais d'après le diagnostic effectué dans ce rapport et les résultats disponibles, plusieurs scénarios comportant différentes hypothèses peuvent être élaborés. Une fois cette étude menée à son terme une ou plusieurs de ces hypothèses seront retenues et mises en application par les quatre acteurs participant à ce projet : l'agence de l'eau, la FDAAPPMA 86, la Chambre d'agriculture et la DDT de la Vienne.

Le but sera d'aboutir à une gestion prenant en compte à la fois les enjeux anthropiques, environnementaux et halieutiques du bassin versant de la Pallu sans oublier l'anticipation du réchauffement climatique.

III. Conclusion : scénarios et futures hypothèses possibles

III.1. Scénario 1 : La Pallu est une rivière possédant un fort potentiel écologique et des actions peuvent être réalisées pour préserver son milieu aquatique

Le diagnostic laisse supposer qu'il sera certainement très compliqué de restaurer un débit conséquent à la rivière au vu de l'état très dégradé de son bassin versant. Cela laisse donc supposer que le débit de coupure de 50L/s ne pourra pas être modifié. Il sera alors nécessaire de jouer sur d'autres techniques en faveur du milieu aquatique.

- Hypothèse 1) Le débit de coupure de la Pallu n'est pas ou très peu modifiable et les valeurs des débits minimums biologiques sont plus élevées que 50L/s. Des actions à l'échelle du bassin versant sont prises.

Projets d'action : réalisation de projets de très grande ampleur pour restaurer le volet quantitatif et éviter l'atteinte des débits minimums biologiques.

Création de zones humides artificielles et de crues, reconnexion entre le cours d'eau et ses nappes alluviales, amélioration forte de la trame verte (grandes haies, ripisylves et bandes enherbées, plus que le minimum réglementaire, pour recréer des zones d'infiltration).

- Hypothèse 2) Le débit de coupure de la Pallu n'est pas ou très peu modifiable et les valeurs des débits minimums biologiques sont plus élevées que 50L/s. Des actions sur tout le linéaire de la Pallu sont prises.

Projets d'action : restauration morphologique du lit de la Pallu. Le but sera d'augmenter l'habitabilité des tronçons jugés comme inhabitables en période d'étiage. Cela peut être réalisé par un resserrement du lit ainsi qu'une recharge granulométrique et l'apport de blocs et d'embâcles dans le lit de la rivière.

Si l'habitabilité du milieu augmente, la valeur des débits minimums biologiques diminuera et sera donc plus proche du débit de coupure.

Il existe sur la Pallu des zones de très faible habitabilité où les écoulements sont faibles une grande partie de l'année.

Les travaux de restauration représentant un fort investissement financier, il conviendra donc de choisir des zones toujours en eau avec des écoulements importants peu importe la période de l'année pour optimiser au maximum les effets des travaux de restauration.

- Hypothèse 3) Le débit de coupure de la Pallu n'est pas ou très peu modifiable et les valeurs des débits minimums biologiques sont plus élevées que 50L/s. Des zones prioritaires de restauration doivent être définies sur la Pallu.

Projets d'action : cibler des zones de réservoirs biologiques sera nécessaire. Des projets de restauration seront engagés à leur échelle dans le but de maximiser l'habitabilité de ces zones et d'augmenter leur capacité de résistance face aux baisses de débits estivaux.

- Hypothèse 4) Le débit de coupure de la Pallu n'est pas ou très peu modifiable et les valeurs des débits minimums biologiques sont plus élevées que 50L/s. Des changements de pratiques agricoles des usagers de son bassin versant devront être effectués.

Projets d'action : développer de bonnes pratiques agricoles sur tout le bassin versant de la Pallu. Les sols et le climat ne sont pas adaptés aux cultures gourmandes en eau comme le maïs, le melon, le tabac et l'échalion. Ces cultures ont des besoins d'eau réguliers en période estivale et leurs méthodes d'irrigation sont, à l'heure actuelle, trop coûteuses en eau. Il conviendra donc de dynamiser les usages économes en eau (irrigation nocturne, cultures printanières).

III.2. Scénario 2 : La Pallu est trop dégradée pour permettre des travaux de sauvegarde de sa biodiversité aquatique et de son eau

Aucun effort n'est effectué par les usagers du bassin versant pour permettre des améliorations. Les valeurs de débits minimums biologiques sont inatteignables.

- Hypothèse) La Pallu est une rivière perdue qui subira des phénomènes d'assecs réguliers. La FDAAPPMA 86 devra s'adapter aux assecs et à son caractère temporaire.

Projets d'action : sa gestion sur le cours terme sera effectuée dans un but essentiellement halieutique (alevinage massifs de truites arc en ciel en début de saison de pêche pour satisfaire les pêcheurs et créer une nouvelle zone de pêche attractive dans le département de la Vienne).

Les FDAAPPMA font toujours passer le milieu aquatique avant leur propre intérêt. En revanche, si aucune de leurs actions n'est efficace et si leurs recommandations ne sont pas prises en compte par les usagers de son bassin versant (comme l'alevinage de truites fario réduit à néant par l'assec de 2017), la FDAAPPMA 86 fera passer l'intérêt halieutique en premier lieu pour que ce cours d'eau sacrifié d'un point de vue écologique pour les activités anthropiques puisse être valorisé d'un point de vue halieutique.

En conclusion, une amélioration de la gestion quantitative du bassin versant est à envisager sur le long terme. Elle devra prendre en compte une évolution progressive des pratiques agricoles et un meilleur état de la fonctionnalité du milieu aquatique. Cette prise de conscience devra se faire rapidement au vu de la menace représentée par le réchauffement climatique.

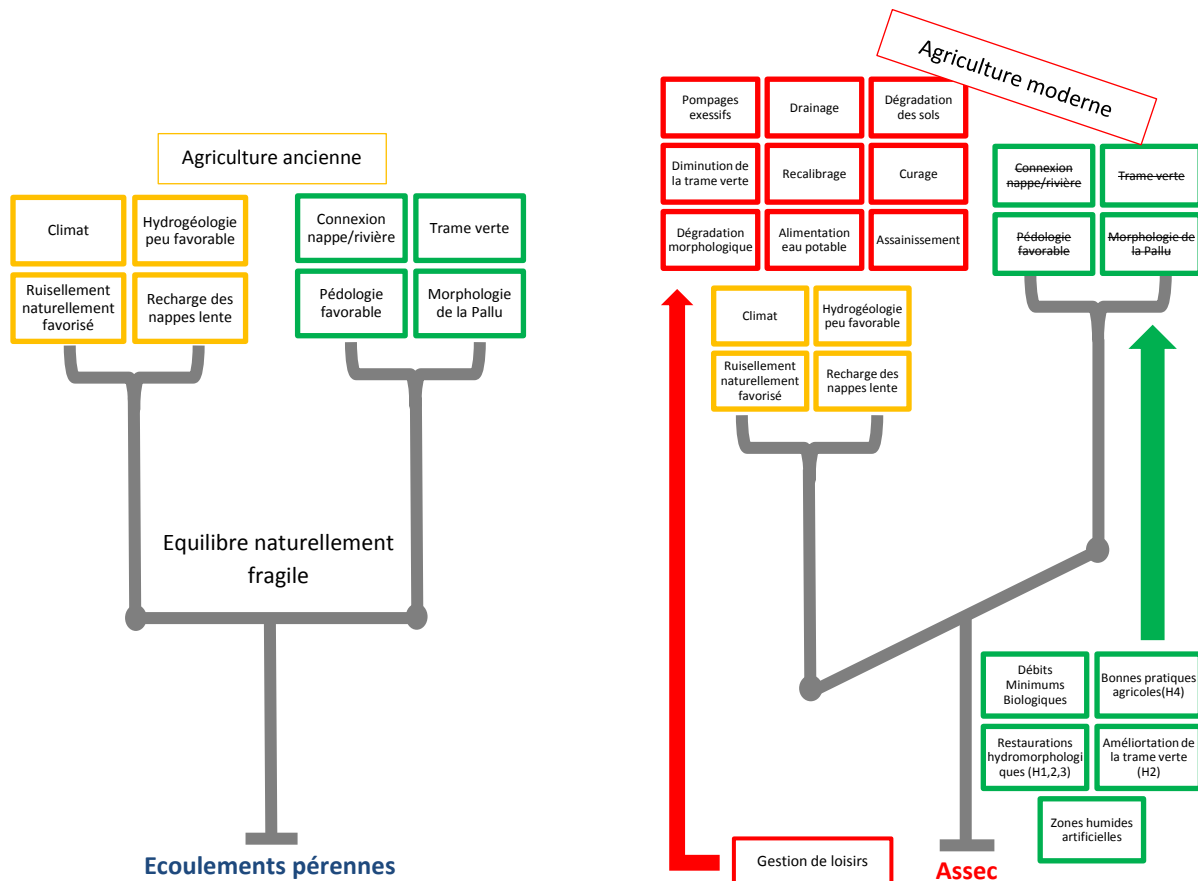


Figure 24: Schéma bilan des pressions anthropiques et naturelles exercées sur le bassin versant de la Pallu et les projets d'action possibles à effectuer (Charles CALVET) Légende : Anciennes pressions à gauche et pressions actuelles à droite

III.3. Bilan des compétences acquises durant ce stage

La réalisation d'un diagnostic complet de bassin versant a renforcé plusieurs compétences qui ont déjà eu l'occasion d'être mobilisées dans le cadre du projet de chantier école réalisé en quatrième année d'Ingénierie des Milieux Aquatiques.

En revanche, le contexte professionnel que j'expérimente grâce à ce stage est différent de celui exercé durant l'élaboration des projets de chantier école. La mission dont je suis chargé me demande de rédiger un dossier d'argumentation à partir des données du diagnostic.

- Cela m'a permis d'apprendre à extraire et synthétiser l'essentiel des informations d'une quantité importante de documents et de les rendre compréhensibles pour tous sans atténuer leur valeur scientifique.
- Pour mettre ces informations en valeur, j'utilise des logiciels de tableur et de cartographie. Ma volonté a été de maîtriser le logiciel QGis dès le début de mon stage afin d'être polyvalent dans mon futur travail. Je serais également amené à utiliser le logiciel de HEC-RAS permettant de modéliser différents scénarios d'écoulement sur une rivière. Ce qui est à mes yeux indispensable pour ma carrière professionnelle.

- En parallèle de ma mission principale, j'ai également eu la chance de diversifier mes compétences techniques et naturalistes en participant aux différentes missions de la fédération de pêche (Pêches électrique, IBGN, sauvetages piscicoles,...) et en réalisant une formation complète sur l'identification des reptiles de la région Ile de France organisée par l'Agence Régionale de Biodiversité.

Je suis donc pleinement satisfait de ce stage au sein de la FDAAPPMA 86 car il m'apporte les compétences professionnelles dont j'ai besoin pour mon futur métier tout en me permettant de diversifier mes compétences personnelles. J'ai ainsi pu être sélectionné pour effectuer un contrat de professionnalisation lors de ma cinquième année d'ingénierie sur un sujet de restauration hydromorphologique. Cela me prépare donc à exercer le métier d'ingénieur écologue spécialisé dans la restauration écologique.

Bibliographie

Les références bibliographiques ci-dessous sont classées par ordre alphabétique :

Agence de l'eau Loire Bretagne., 2017. Catalogue des stations d'épuration de la Vienne.

Bagliniere, J.L. et Maisse, G., 1991. La truite, biologie et écologie. Quae.

Balik, I., Çubuk, H., Özkök, R., et Uysal, R., 2006. Reproduction Properties of Pike (*Esox lucius* L., 1758) Population in Lake Karamik (Afyonkarahisar-Turkey), Turkish Journal of Zoology 30(1):27-34

Baran, P., Louguevergne, L., Ombredane, D., Dufour, S. et Dupont, N. 2015. Débit Minimum Biologique (DMB) et gestion quantitative de la ressource en eau. , p.124.

Benoit-janin, P., 1971. Les sols du département de l'Aube : esquisse au 1/250 000. , p.17.

Bodeur, Y., 1980. Polycopié pour les travaux pratiques de pétrographie sédimentaire, Université de Nantes, Faculté des Sciences.

Cariou, E., Joubert, J-M., 1989, Carte géol. (France), Mirabeau-en-Poitou (566).Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans.

Bruslé, J. et Quignard, J.-P., 2013. Biologie des poissons d'eau douce européens. 2nd ed. Aquaculture-Pisciculture. Tec & Doc.

Casselman, J.M. et Lewis, C.A., 1996. Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*)., Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 53, p.14.

Daudin, J. et Vergne, V., Date non renseignée. Schéma à vocation piscicole du département de la Vienne: La Pallu, Chambre d'agriculture de la Vienne.

Delacoste, M., Baran, P., Dauba, F. et Belaud, A., 1993. Etude du macrohabitat de reproduction de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans une rivière pyrénéenne, la Neste du Louron. Evaluation d'un potentiel de l'habitat physique de reproduction. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, pp.341–356.

Douez, O. et Bichot, F., 2012. Appui de la DDT de la Vienne pour la gestion des prélèvements en eau souterraine à l'aide du modèle Jurassique., Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans.

École des hautes études en sciences sociales, Centre national de la recherche scientifique, Bibliothèque nationale de France, XVIIIe siècle, Carte de Cassini en couleur (feuilles gravées et aquarellées), issue de l'exemplaire dit de « Marie-Antoinette »

Institut National de l'information Géographique et forestière, 1820-1866, Carte de l'État-major(France)

Institut National de l'information Géographique et forestière, 2012, Carte topographique (France), Blaslay au 1/25 000

Keith, P., Persat, H., Feuteun, E. et Allardi, J., 2011. Les poissons d'eau douce de France., Biotope-Muséum National d'Histoire Naturelle.

Lim, P., Segura, G., Belaud, A. et Sabaton, C., 1993. Etude de l'habitat de la truite fario (*Salmo trutta fario*). Rôle des caches artificielles et naturelles dans les rivières aménagées. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, pp.373–396.

Marcel, P., 1961. La culture du tabac dans le département de la Vienne. Norois, 30(1), pp.167–208.

Maridet, L. et Souchon, Y., 1995. Habitat potentiel de la truite fario (*Salmo trutta fario*, L. 1758) dans trois cours d'eau du Massif Central. Approche méthodologique et premiers résultats sur le rôle de la végétation rivulaire arborée., Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, pp.1–18.

Nowosielski, B. (2018). Détermination des débits minimum biologiques sur les cours d'eau de la Vienne., COmité de PILotage de la Vienne.

Observatoire Régional de l'Environnement (ORE), 2015. Bilan quantitatif de l'année 2015 de la ressource en eau sur le périmètre du SAGE CLAIN.

Roussel, J.M. et Bardonnnet, A., 2002. Habitat de la truite commune (*Salmo trutta* L.) pendant la période juvénile en ruisseau : préférences mouvements, variations journalières et saisonnières., Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, pp.435–454.

Rydell, J., Jolley, J.C., Phelps, Q.E. et Willis, D.W., 2008. Northern pike (*Esox lucius*) population characteristics and relations to recruitment in hackberry lake, Nebraska, Trans. Nebraska Acad., Sci.,31, 43-49

Salquèbre, D. 2015. Rapport d'expertise : Evaluation du caractère captif de la nappe du Dogger, dans les départements de la Vienne et de l'Indre., Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

SCAGE de la Pallu, 2017. Demande d'autorisation unique présentée par la SCAGE Pallu : création de 6 réserves de substitution pour l'irrigation agricole.

Syndicat des eaux du Centre Ouest, 2015. Le guide des sols-Pour l'amélioration de la qualité de l'eau.

Annexes :

Annexe 1: Tableau des gains techniques et économiques des cultures irriguées du bassin versant de la Pallu (SCAGE Pallu 2017)	31
Annexe 2: Tableau récapitulatif des couts et bénéfices des 5 grands types de culture nécessitant une forte irrigation pour croitre (SCAGE Clain 2017)	32
Annexe 3 : Evolution du rendement des cultures de maïs entre 2002 et 2006 dans le département de la Vienne (API-Agro)	32
Annexe 4 : Représentation de la quantité des prélèvements annuels en eau par rapport aux débits de la Pallu (Agence de l'eau loire Bretagne, hydroweb)	32
Annexe 5: Evolution de la quantité de phosphates de l'eau de la Pallu de 2014 à 2016 (OSUR Loire Bretagne)	33
Annexe 6: Ecologie de la truite fario (Brice Nowosielski, Bagliniere et Maisse 1991, Bruslé et Quignard 2013, Delacoste et <i>al.</i> 1993, Keith et <i>al.</i> 2011, Lim et <i>al.</i> 1993, Maridet et Souchon 1995, Roussel et Bardonnet 2002).....	33
Annexe 7 : Ecologie du brochet (Charles CALVET, Balik et <i>al.</i> 2004, Casselman et Lewis 1996, Keith et <i>al.</i> 2011, Bruslé et Quignard 2013, Rydell et <i>al.</i> 2008).....	35
Annexe 8: Graphique représentant l'évolution des débits journaliers de la Pallu en fonction des précipitations au mois de juin 2018 (hydroweb, Infoclimat).	36

Annexe 1: Tableau des gains techniques et économiques des cultures irriguées du bassin versant de la Pallu (SCAGE Pallu 2017)

Production	Gain technique (en tonne)	Gain économique /ha	
Céréales hors maïs	1,2	216 €	
Maïs	5,1	716 €	
Protéagineux	1,0	210 €	
Oléagineux	0,6	186 €	
Tabac		2.500 €	
Melon		15.000 €	
Echalion		10.000 €	
Maraîchage		20.000 €	
Plantes et fleurs ornementales		78.000 €	
Culture permanentes		9.700 €	
Semences grainières		2.500 €	
Maïs fourrage	5,0	1.794 €	Vache laitière
		4.318 €	Chèvre
		292 €	Viandes bovine et ovine
Prairies temporaires et artificielles	3,0	1.077 €	Vache laitière
		1.773 €	Chèvre
		330 €	Viandes bovine et ovine

Source : Description socio-économique de l'irrigation Bassin Pallu, CA 86.

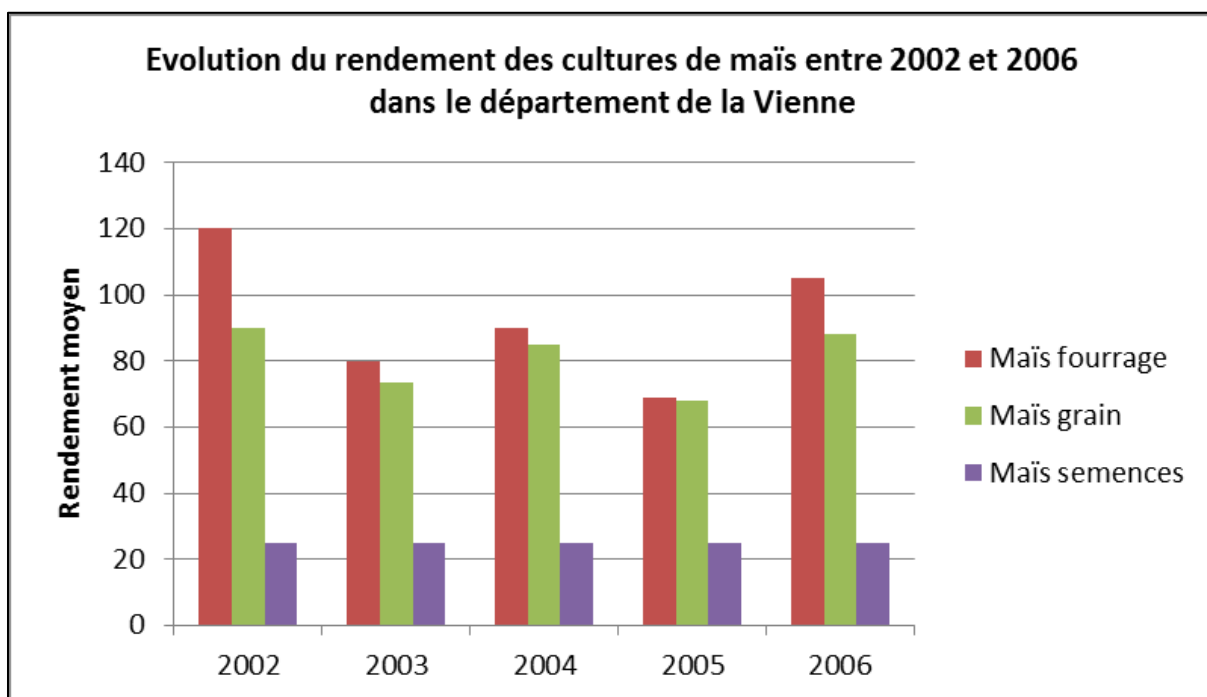
Annexe 2: Tableau récapitulatif des coûts et bénéfices des 5 grands types de culture nécessitant une forte irrigation pour croître (SCAGE Clain 2017)

Culture	Produit de vente/ha	Coûts de production*/ha	Marge brute /ha
Melon	15 000 €	12 050 €	2 950 €
Maïs semence	3 500 €	1 650 €	1 850 €
Echalions	10 000 €	3 020 €	6 980 €
Tabac	11 200 €	6 800 €	4 000 €

*Charges hors investissements et main d'oeuvre, avec : semences, engrais, séchage, emballage, transport, assurance.

Source : O.Pagnot, *Impact économique de l'irrigation sur les activités de productions de denrées agricoles*, 02/2010

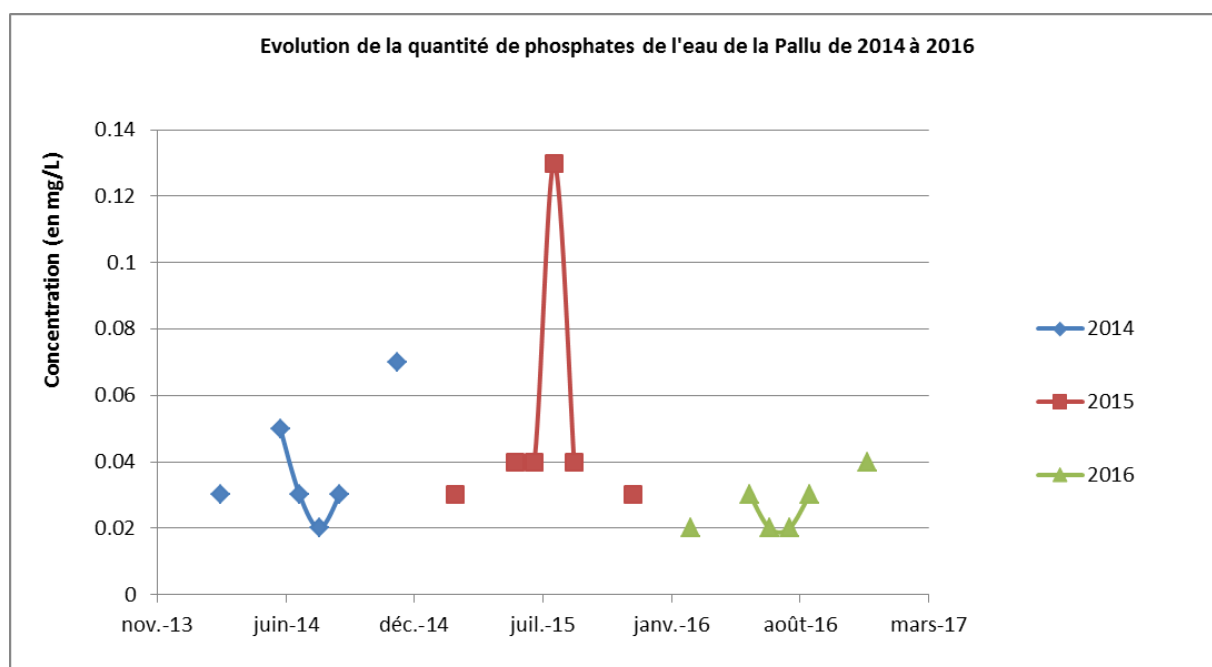
Annexe 3 : Evolution du rendement des cultures de maïs entre 2002 et 2006 dans le département de la Vienne (API-Agro)



Annexe 4 : Représentation de la quantité des prélèvements annuels en eau par rapport aux débits de la Pallu (Agence de l'eau Loire Bretagne, hydroweb)

	Débit Moyen annuel (en m3/s)	Débit moyen annuel (en m3/an)	Pompages (en m3/an)	Débit annuel pompé (en %)	Débit hivernal moyen annuel (en m3/an)	Débit hivernal pompé (en %)
2011	0.24	7414528	7167541	96.67	14703948	48.75
2012	0.29	9159742	7031101	76.76	13593740	51.72
2013	1.38	43504173	5926381	13.62	61439920	9.65
2014	1.28	40405368	5721443	14.16	70889304	8.07
2015	0.30	9525080	7028774	73.79	13789288	50.97
2016	0.62	19646792	6595666	33.57	21257960	31.03
2017	0.16	4904470			8749196	
2018	0.33	10452356			9966640	

Annexe 5: Evolution de la quantité de phosphates de l'eau de la Pallu de 2014 à 2016 (OSUR Loire Bretagne)



Annexe 6: Ecologie de la truite fario (Brice Nowosielski, Bagliniere et Maisse 1991, Bruslé et Quignard 2013, Delacoste et al. 1993, Keith et al. 2011, Lim et al. 1993, Maridet et Souchon 1995, Roussel et Bardonnet 2002)

Présentation de la truite fario, *Salmo trutta fario* (Linné, 1758) → Nouvel enjeu Pallu

Le but de cette présentation est de mettre en avant les principales caractéristiques morphologiques et écologiques de la truite fario afin de mieux appréhender les milieux dans lesquels elle évolue. En effet, la truite fario est une espèce qui présente des exigences écologiques importantes et précises.

Description

La forme générale de la truite fario est élancée, la tête est forte, la bouche est largement fendue et la nageoire caudale est grande et légèrement fourchue (Keith et al. 2001.). En ce qui concerne la coloration et la dimension atteinte à l'âge adulte, il s'agit d'une espèce polymorphe. En général, la truite fario est de couleur brune. Son dos peut-être foncé à vert clair et ses flancs nacrés à jaunâtres. Les opercules et la nageoire dorsale sont couverts de taches noirs et rouges dont la position est très variable d'un individu à un autre (Bruslé et Quignard 2013).

Les exigences écologiques

La truite fario se retrouve à l'amont des grands systèmes, sur les affluents des fleuves ainsi que sur les petits cours d'eau côtiers. Sa répartition actuelle est très vaste et elle est présente dans presque toutes les têtes de bassin en France (Keith et al. 2001.).

La diversité des habitats est un élément essentiel pour la truite fario. Les truitelles vont évoluer dans des milieux peu profonds (10 à 40 cm) avec des vitesses d'écoulement modérées (0.2 à 0.5 cm/s) et présentant une granularité moyenne (10 à 70 mm). Au cours de son développement la truite va rechercher des habitats de plus en plus profonds. Les adultes vont donc affectionner les abris offerts par le milieu dans les zones plus profondes (20 à 50 cm), plus ombragées présentant un courant plus

lent et une granularité plus importante (70 à plus de 200 mm). Les individus deviennent alors sédentaires et territoriaux. De plus, la truite fario a besoin de différents types d'habitats en fonction de son activité. L'alimentation s'effectue en général dans des zones courantes dans le but de se nourrir des insectes à la dérive alors que les phases de repos sont associées à des zones plus lentes et plus profondes (Lim et *al.* 1993, Maridet et Souchon 1995).

La truite fario est un poisson affectionnant les eaux fraîches (4 à 20 °C) et bien oxygénées (> 6mg/l). La température létale associée à cette espèce est de 25 °C. De plus, la reproduction peut se réaliser uniquement pour des températures faibles (< 12 °C) avec un optimum entre 4 et 6 °C. La température est donc un paramètre primordial dans l'étude de cette espèce.

Reproduction

Elle se réalise entre le mois de novembre et la fin février dans les zones graveleuses à courant vif sur les parties hautes des bassins versants (Bagliniere et Maisse 1991). Les œufs sont déposés dans une cuvette creusée par la femelle. Une fois la ponte terminée, les œufs seront recouverts de graviers pour être protégés. Une femelle pond environ 2000 œufs / kg. L'éclosion a lieu 400 degré/jour après la ponte. Les larves vont ensuite se nourrir de leurs réserves vitellines jusqu'à 800 degré/jour après la ponte ce qui correspond à la période printanière. Les juvéniles se laisseront ensuite dériver vers l'aval pour trouver des habitats plus adaptés à l'accomplissement de leur cycle vital (Delacoste et *al.* 1993, Roussel et Bardonnet 2002).

Les truites fario peuvent se reproduire plusieurs fois dans leur vie.

Alimentation

La truite est strictement carnivore et a un régime alimentaire varié. Il s'étend de l'insecte aquatique aux petits poissons. La truite se nourrit à vue et sélectionne ses proies suivant des critères visuels, olfactifs ou gustatifs. La lumière et la température font varier la disponibilité de la nourriture et rythment leur alimentation.

Éléments à retenir

La **température** est le facteur le plus déterminant pour cette espèce piscicole. En effet, la température létale est basse, la reproduction est déclenchée pour des T°C < 12 °C et enfin la température est liée à la disponibilité de la ressource alimentaire.

L'autre facteur essentiel à la présence et au développement de la truite fario est la diversité des **habitats**. Cette nécessité est liée aux différents habitats que la truite est susceptible d'occuper lors de l'accomplissement de son cycle vital. Il sera donc important de ne pas homogénéiser un milieu pendant la réalisation de travaux de restauration. Il faudra toujours avoir en tête d'optimiser la diversité d'habitats sur les ruisseaux étudiés.

Présentation du brochet, *Esox lucius* (Linné, 1758) → Ancien enjeu Pallu

Le but de cette présentation est de mettre en avant les principales caractéristiques morphologiques et écologiques du brochet afin de mieux appréhender ses milieux de vie. Il sera alors plus facile de comprendre les raisons possibles de sa forte disparition de la Pallu.

Description

Le corps du brochet est allongé et fusiforme. Il possède une nageoire dorsale unique très reculée en opposition verticale avec la nageoire annale. Son museau est en forme de bec de canard avec une mâchoire inférieure plus grande que la supérieure et pourvu de dents. La couleur du brochet varie beaucoup entre son stade juvénile (rayures verticales claires sur fond sombre) et sa forme adulte (taches claires ovales sur un fond sombre). Sa couleur générale varie en fonction de son milieu car c'est un poisson qui se camoufle pour chasser (Keith et al. 2001, Bruslé et Quignard 2013).

Les exigences écologiques

Le brochet supporte des larges amplitudes thermiques (10-23°C), d'oxygénation de l'eau (jusqu'à 0.3 mg/L) et de salinité (jusqu'à 15‰) ce qui lui permet d'être présente dans de nombreux cours d'eau tempérés (Keith et al. 2011).

Il se plaît dans les cours d'eau de plaines et les plans d'eau de faible altitude où celle-ci est claire et peu profonde avec un couvert de végétation aquatique dense. Etant carnivore, il chasse à vue (d'où la nécessité de vivre en eaux claires) en attendant qu'une proie soit suffisamment prêt de lui pour faire une violente accélération avec sa queue et l'attraper (Casselman et Lewis 1996).

Reproduction

La reproduction se déroule entre février, mars et avril. Les adultes matures sexuellement vont remonter les cours d'eau pour frayer dans des zones où l'eau est temporairement présente (au moment des fortes pluies de la fin d'hiver) comme les plaines d'inondations et les fossés. La femelle pond entre 15 000 et 45 000 ovules que le male fécondera immédiatement après. L'incubation dure 120 degrés jour puis une larve avec son sac vitellin éclora (Balik et al. 2004).

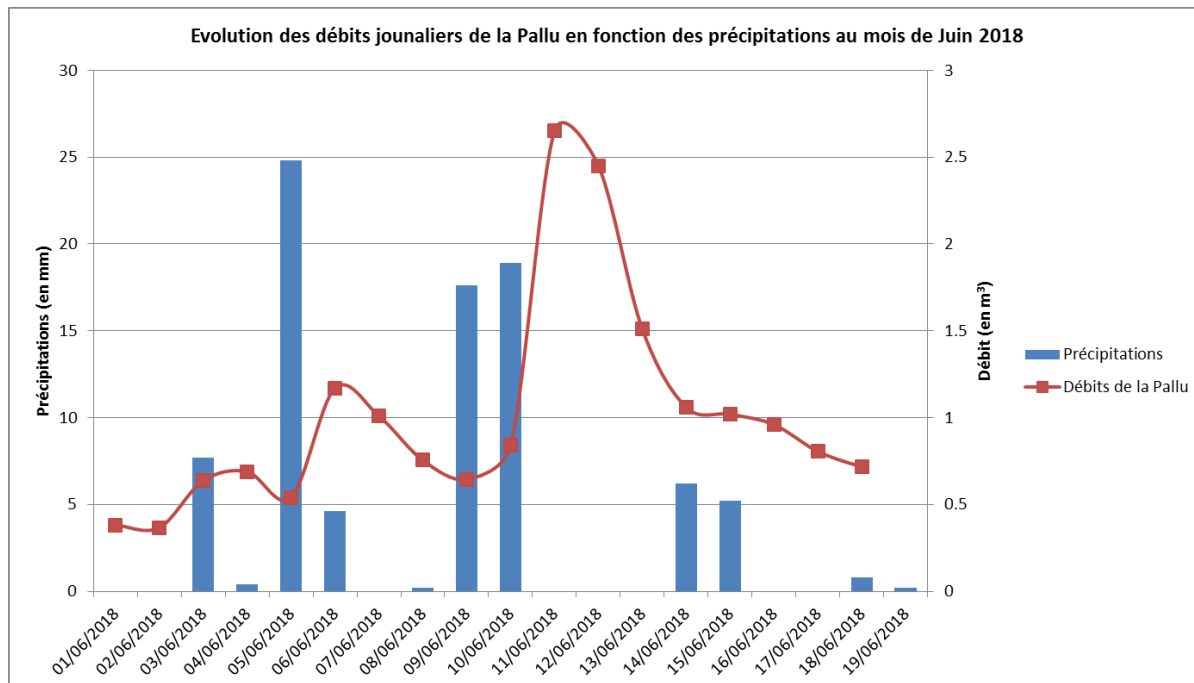
Alimentation

Une fois que la vésicule vitelline c'est résorbée, les alevins vont manger du plancton en dessous de 25 mm puis ils s'attaqueront aux invertébrés aquatiques jusqu'à 50 mm où ils deviennent ichtyophages. Des phénomènes de cannibalisme entre brochetons ont alors lieu s'ils restent trop proches les uns des autres. L'atteinte de cette taille coïncide souvent au moment où l'eau va lentement s'évacuer des zones de frayères à cause de l'arrivée du climat printanier et pousser les brochetons à retourner dans le cours d'eau principal où ils pourront se disperser et grandir (Balik et al. 2004, Rydell et al. 2008).

Éléments à retenir :

Le brochet a besoin d'un type d'**habitat très spécifique pour se reproduire**. Si l'eau remplit ces zones de frayère trop tôt ou trop tard dans l'année c'est tout une nouvelle génération de brochetons qui ne verra pas le jour, pénalisant fortement la survie de l'espèce.

Annexe 8: Graphique représentant l'évolution des débits journaliers de la Pallu en fonction des précipitations au mois de juin 2018 (hydroweb, Infoclimat).



2017-2018



35 allée Ferdinand de Lesseps
37200 Tours

Charles CALVET

Etudiant en Ingénierie des Milieux Aquatiques (IMA)
2017-2018

Rapport de stage 4^{ième} Année :

Réalisation d'un dossier technique d'argumentation en appui avec la proposition de débits minimums biologiques d'un bureau d'étude sur le bassin versant de la Pallu en Vienne (86)

Résumé :

La Pallu est une rivière du Nord de la Vienne qui subit des phénomènes d'assecs de plus en plus fréquents impactant la survie de ses espèces aquatiques. Face à ce problème, l'agence de l'eau, la FDAAPPMA, la Chambre d'agriculture et la DDT de la Vienne ont mis en place un programme de mesure des débits minimums biologiques de la Pallu. Cette mesure est appuyée par un dossier d'argumentation faisant un état des lieux du bassin versant de la Pallu en soulignant les problèmes liés à sa gestion de l'eau. Face aux problèmes observés et aux valeurs de débits minimums biologiques obtenues, des propositions d'aménagement seront effectuées dans le but de restaurer le volet quantitatif de la Pallu.

Entreprise :

Fédération Départementale des Associations
Agrées pour la Pêche et la Protection du
Milieu Aquatique de la Vienne
4 rue Caroline Aigle
86000, Poitiers

Mots clés :

Assec, Agriculture, Débit de crise,
Débit de coupure, Débits minimums
biologiques, Ecoulements, Irrigation,
Nappe alluviale, Nappe captive,
Nappe libre.

Tuteur entreprise :

Mr. Brice NOWOSIELSKI
Chargé de missions pour la FDAAPPMA 86

Tuteur académique :

Mr. Pierre PEETERS