

PETITDEMANGE
FLAVIE

INGENIEURE
AGRONOME
GESTION DES
MILIEUX NATURELS

RAPPORT DE STAGE

2019

AgroParisTech

INSTITUT NATIONAL SUPÉRIEUR ET UNIVERSITÉ DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE
14000 VANDOEUVRE-VALENTIGNY

ETUDE DIAGNOSTIQUE
DU BASSIN VERSANT DE LA
FAVE



FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE
PÊCHE



FÉDÉRATION DE PÊCHE DES
VOSGES

ENSEIGNANT TUTEUR
PHILIPPE DURAND

MAITRE DE STAGE
ANICET HURIOT

Engagement de non-plagiat

1 Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive ; recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

2 Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages *in extenso*, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sûr d'en citer la source.

3 Sanctions

- En cas de manquement à ces consignes, la DEVE ou le correcteur se réservent le droit d'exiger la réécriture du document sans préjuger d'éventuelles sanctions disciplinaires.

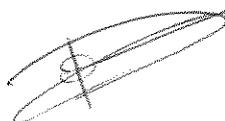
4 Engagement

Je soussigné (e) PETITDEMANGE Flouze,

reconnais avoir lu et m'engage à respecter l'engagement de non-plagiat.

À clancy le 23/10/2019.

Signature :



MÉMOIRE

Présenté par : PETITDEMANGE Flavie

Dans le cadre de la **dominante d'approfondissement** : Gestion des Milieux Naturels

Stage effectué du : 04/03/2019 au 13/09/2019

À la Fédération des Vosges pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
31 Rue de l'Estrey
88440 Nomexy

Sur le thème : **Etude diagnostique du bassin versant de la Fave.**

Pour l'obtention du :

**DIPLÔME D'INGÉNIEUR AGROSUPDIJON (spécialisation GMN
AGROPARISTECH)**

Enseignant-tuteur responsable de stage : Philippe DURAND

Maître de stage : HURIOT Anicet

Soutenu le : 20/11/2019

RESUME

Les têtes de bassins versants sont composées de ruisseaux de petites tailles situés aux extrémités amont du réseau hydrographique dont elles conditionnent les aspects quantitatif et qualitatif. Elles ont donc un rôle majeur et rendent de nombreux services écosystémiques indispensables au bon fonctionnement d'un hydrosystème. Néanmoins, ces zones sont peu prises en compte dans la gestion des milieux aquatiques et subissent souvent des modifications importantes.

L'étude réalisée s'attache à rendre un diagnostic complet du bassin versant de la Fave, situé dans les Vosges. Elle a pour objectif de réaliser rapidement un état des lieux de l'ensemble du bassin qui mènera directement à des travaux l'année suivante.

L'étude étant réalisée à la fédération de pêche des Vosges, la truite fario s'est imposée comme espèce référence de cette étude : en plus d'être une espèce parapluie, c'est un poisson particulièrement apprécié des locaux. Plusieurs paramètres directement liés à ses exigences écologiques ont été relevés. Ces derniers, associés à un système de notation, ont permis le calcul d'un indice théorique de fonctionnalité du milieu.

Cet indice a révélé des cours d'eau globalement bien préservés. Cependant, plusieurs perturbations sont présentes de manière récurrente sur le bassin. Les zones urbaines sont assez peu présentes sur la zone étudiée; en revanche une pression importante est exercée sur le bassin par les exploitations forestières (pessières, embâcles, pistes...). Les ouvrages hydrauliques limitants sont un autre problème majeur du bassin. Alors que certaines de ces perturbations pourront être réduites par sensibilisation, d'autres ne pourront l'être que grâce à des travaux.

Mots clefs : bassin versant, diagnostique, ruisseaux, tête de bassin, truite fario.

Headwater Streams are composed of small streams located in the upstream extremities of the river system of which they condition quantitative and qualitative parameters. They have a main function and provide crucial ecosystem services. However, a few studies take it into account and most of them are modified by human population.

This study realizes a diagnosis of the Fave watershed in Vosges. It has for objective the complete elaboration of all its streams in order to establish an action plan.

It can be divided in 3 parts: development of a protocol, ground survey, analysis. The protocol is based on one umbrella species: *Salmo trutta fario*. Several survey parameters are directly linked with its ecological requirements. Each parameter is associated with a notation, which will allow to calculate an eco index.

This index showed that streams in this area are in good condition. Nevertheless, two perturbations have been frequently met: spruce and hydraulic structures. Work will follow this study in 2010.

Key-words : diagnosis, headwater Streams, *Salmo trutta fario*, watershed.

REMERCIEMENTS

Presque novice en gestion des milieux aquatiques lors du début de mon stage, je voudrais d'abord remercier Christophe Hazemann de m'avoir donné une chance et d'avoir cru en moi lors de l'entretien préalable. Pour les mêmes raisons, je tiens à remercier Michel Balay, ainsi que pour sa gentillesse et l'intérêt qu'il a porté à mon travail.

Ce stage n'aurait pas été possible sans mon maître de stage, Anicet Huriot, auprès de qui j'ai beaucoup évolué et appris en 6 mois seulement. Je remercie aussi chaleureusement tous les salariés de la fédération, grâce auxquels mon stage aura été des plus intéressants et agréables : Justine Weitel, pour ta gentillesse, ta compréhension et ton soutien durant ces 6 mois; Arnaud Rolin, pour m'avoir si bien accueillie dans ton bureau, pour tes nombreux conseils et ton aide précieuse concernant l'avancée de ma phase de terrain; Kevin Veline et Maxime Lubian, pour m'avoir aussi accompagnée plusieurs fois sur le terrain.

Merci à Philippe Durand d'avoir accepté d'être mon professeur référent, pour son suivi de mon travail et ses précieux conseils.

Merci aux membres des AAPPMA que j'ai pu rencontrer pour leur gentillesse. Merci tout particulièrement à James Leroy et Pascal Lejaille qui ont bénévolement donné de leur temps pour m'accompagner sur le terrain. Leur intérêt et leurs conseils ont été précieux pour moi.

Je remercie enfin tous les acteurs que j'ai rencontrés au cours de mon stage, pour leur écoute et leur confiance.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	1
Table des figures	4
Table des tableaux	5
Table des annexes.....	6
Index des sigles	6
Introduction	8
1 Problématique.....	9
2 Contexte.....	11
2.1 Les acteurs de la pêche en France	11
2.2 L'apparition de l'eau dans la législation française	12
2.3 La zone d'étude : Le bassin versant de la Fave	13
2.3.1 Localisation	13
2.3.2 Géologie	15
2.3.3 Climat	16
2.3.4 Hydrologie.....	16
2.3.5 Occupation du sol.....	18
2.3.6 Qualité de la masse d'eau	18
2.3.7 Zones protégées ou remarquables.....	19
2.3.8 Historique du territoire	20
2.3.9 Population.....	20
3 Etat des lieux des études réalisées sur le bassin versant de la Fave	21
4 Matériel et méthode.....	22
4.1 La truite fario.....	22
4.1.1 Répartition	23
4.1.2 Biologie	23
4.2 Protocole.....	26
4.2.1 Détermination des tronçons homogènes.....	26
4.2.2 Paramètres relevés	26
4.2.3 Perturbations pouvant impacter la qualité des cours d'eau	34
4.2.4 Synthèse des paramètres relevés	38
4.2.5 Calculs des indices	39
4.2.6 Les ouvrages hydrauliques	40
5 Résultats	43
5.1 Paramètres relevés.....	43

5.1.1	Linéaire prospecté et tronçons définis	43
5.1.2	Occupation des sols	43
5.1.3	Ripisylve.....	45
5.1.4	Piétinement.....	46
5.1.5	Surfaces à granulométrie favorable	46
5.1.6	Colmatage.....	47
5.2	Indices calculés.....	48
5.2.1	Capacité d'accueil	48
5.2.2	Capacité de recrutement	48
5.2.3	Indice théorique de fonctionnalité du milieu.....	49
6	Ouvrages.....	51
6.1.1	Les buses	51
6.1.2	Les ponts.....	52
6.1.3	Les seuils	52
6.1.4	Taux d'étagement	53
6.1.5	Localisation des ouvrages limitants.....	53
7	Analyse.....	54
7.1	Perturbations déclassantes sur l'ensemble du BVF	54
7.1.1	Les Pessières.....	54
7.1.2	Les embâcles	54
7.1.3	Autres perturbations	55
7.1.4	Paramètre déclassant en contexte forestier.....	55
7.2	Analyse géographique	56
7.2.1	Une oppositionNord/Sud	56
7.2.2	Le Droit-Lit : un sous bassin fortement perturbé par l'homme	57
7.2.3	Le Bleu, un ruisseau en autarcie.....	58
7.3	La continuité piscicole sur le BVF	59
7.4	Orientation de gestion	60
8	Discussions.....	62
8.1	Limites de l'étude.....	62
8.2	Perspectives.....	63
9	Conclusion.....	64
	Bibliographie :.....	65
	Table des annexes.....	68

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Organisation des acteurs de la pêche à l'échelle nationale	11
Figure 2 : Organisation des acteurs de la pêche dans les Vosges	12
Figure 3 : Frise chronologique résumant l'évolution de la place de l'eau dans la loi française	12
Figure 4 : Localisation et délimitation du BVF	14
Figure 5 : Géologie simplifiée du bassin versant de la Fave	15
Figure 6 : Précipitations annuelles normales (l/m ²) période 1971/2000	16
Figure 7 : Débit moyen mensuel au niveau de la Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges	17
Figure 8 : Surface du BVF faisant partie du PNR des Ballons des Vosges	19
Figure 9 : Etat des lieux des cours d'eau prospectés lors d'études récentes	21
Figure 10 : <i>Salmo trutta fario</i>	22
Figure 11 : Truite fario sur frayère	29
Figure 12 : Sous-berges	31
Figure 13 : Prise d'eau	34
Figure 14 : Rejet en zone urbaine	34
Figure 15 : Tronçon curé sur le ruisseau du Mapré	34
Figure 16 : Vache buvant sous un pont dans le lit de la Cude	35
Figure 17 : Zone de piétinement sur les berges du ruisseau des Bolés	35
Figure 18 : Pessière en bord de ruisseau	36
Figure 19 : Embâcle sur le ruisseau du Droit-lit	37
Figure 20 : Calcul de l'indice Capacité d'accueil	39
Figure 21 : Classes de notes des capacités d'accueil	39
Figure 22 : Calcul de l'indice Capacité de recrutement	39
Figure 23 : Classes de notes des capacités de recrutement	39
Figure 24 : Modalité de mesures des seuils inclinés et verticaux	41
Figure 25 : Modalité de mesures des buses	41
Figure 26 : Modalité de mesures des ponts	42
Figure 27 : Calcul du taux d'étagement	42
Figure 28 : Longueur des tronçons relevés	43
Figure 29 : Linéaire en kilomètres (km) des différentes occupations du sol	44
Figure 30 : Etat de la ripisylve en fonction de l'occupation du sol	45
Figure 31 : Linéaire en pourcentages des différentes CA sur le BVF	48
Figure 32 : Linéaire en pourcentages des différentes capacités de recrutement du BVF	49
Figure 33 : Linéaire en km des différents indices de fonctionnalité du milieu vis-à-vis de la truite	50
Figure 34 : Part des différents types d'ouvrages sur le BVF	51
Figure 35 : Franchissabilité en fonction du type d'ouvrages	51
Figure 36 : Part des différentes occupations du sol autour des buses du BVF	51
Figure 37 : Part des différentes occupations du sol autour des ponts du BVF	52
Figure 38 : Part des différentes occupations du sol autour des ponts du BVF	52
Figure 39 : Différences de linéaire de chaque classe de CA entre l'état actuel et l'état théorique pour lequel le BVF ne subirait aucune pression des pessières	54
Figure 40 : Différences de linéaire de chaque classe de CA entre l'état actuel et l'état théorique pour lequel le BVF ne subirait aucune pression des embâcles	55
Figure 41 : Part des différents faciès d'écoulement dans les cours d'eau situés au Sud et au Nord de la Fave	56
Figure 42 : Qualité et ouvrages sur le ruisseau du Droit-Lit	57
Figure 43 : Qualité du milieu et ouvrages sur le ruisseau du Bleu	59

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Ecoulements mensuels au niveau de la Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges	17
Tableau 2 : Crues (loi de Gumbel - septembre à août) au niveau de Saint-Dié-des-Vosges.....	18
Tableau 3 : Etat écologique de la masse d'eau de la Fave ; Etat 2011-2013 (SDAGE 2015).....	18
Tableau 4 : Dénomination d'une pente en fonction de l'inclinaison (angle α).....	27
Tableau 5 : Caractéristiques des différentes classes d'érosion.	27
Tableau 6 : Occupations du sol pouvant être identifiées.	28
Tableau 7 : Différents faciès d'écoulement en fonction de la profondeur.	28
Tableau 8 : Classes granulométriques..	29
Tableau 9 : Classes de la SGF.	30
Tableau 10 : Classes de colmatage et notes associées.	30
Tableau 11 : Classes, critères et notes du paramètre sous-berges.	31
Tableau 12 : Identification des habitats.	32
Tableau 13 : Classes et notes du paramètre Diversité des habitats.....	32
Tableau 14 : Classes de notation en fonction de la composition du peuplement.	33
Tableau 15 : Classes et note attribuées à la ripisylve.	33
Tableau 16 : Listes des perturbations et de leur coefficient associé.....	38
Tableau 17 : Synthèse des paramètres relevés.	38
Tableau 18 : Calcul de l'indice de fonctionnalité du milieu.....	40
Tableau 19 : Synthèse des orientations de gestion sur le BVF.....	61

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de terrain tronçon.	69
Annexe 2 : Fiche de terrain ouvrage.....	70
Annexe 3 : Fiche action n°1, piétinement.	71
Annexe 4 : Fiche action n°2, gestion des embâcles.....	72
Annexe 5 : Fiche action n°3, entretien de la ripisylve.....	73
Annexe 6 : Fiche action n°4, aménagement d'un ouvrage.	74
Annexe 7 : Fiche action n°5, Gestion d'un cours d'eau en contexte forestier.....	75

INDEX DES SIGLES

AAPPMA : Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique
AERM : Agence de l'Eau Rhin-Meuse
BVF : Bassin Versant de la Fave
CA : Capacité d'Accueil
CC : Communauté de communes
CLC : Corine Land Cover
DCE : Directive-Cadre sur l'Eau
CR : Capacité de Recrutement
FDAAPPMA : Fédérations Départementales de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique
FDPPMA88 : Fédération des Vosges pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
FNPF : Fédération Nationale de Pêche en France
LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques
MNT : Modèle Numérique de Terrain
MO : Matière Organique
PNR : Parc Naturel Régional
RTB : Ruisseaux de Tête de Bassin
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SGF : Surface à Granulométrie Favorable
UBRM : Union des fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique du Bassin Rhin-Meuse
ZH : Zone humide
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ZPS : Zones de Protection Spéciale

INTRODUCTION

Une tête de bassin correspond au territoire situé le plus en amont de la surface d'un bassin versant (HENNER, 2013). C'est une zone drainée par les petits cours d'eau proches des sources. Ces derniers sont alimentés par les nappes, les précipitations et le ruissellement. Ils possèdent généralement une petite taille (HENNER, 2013) et alimentent le réseau hydrographique principal. Ces zones sont souvent peu prises en compte dans la gestion des milieux aquatiques. De par leur petite taille et leur situation, ces ruisseaux, souvent de rang 1, sont bien plus souvent modifiés que les ruisseaux plus importants (LHERITIER, 2012). Cependant, ils sont d'une importance non négligeable dans le fonctionnement global du bassin versant. Ils sont le support de nombreux services écosystémiques indispensables au bon fonctionnement d'un hydrosystème.

Le bassin versant de la Fave (BVF), situé dans les Vosges, est un territoire remarquable, à la fois pour ses nombreux habitats mais aussi pour sa faune et sa flore. Plusieurs études ont été réalisées récemment sur son cours principal, la Fave, ainsi que sur ses affluents majeurs. Cependant, l'important linéaire constitué par ses plus petits affluents ne faisait pas partie de ces études. Le présent rapport décrit l'étude diagnostique de ces derniers. Il s'attachera à exposer les différentes phases de cette étude et ses résultats.

Son objectif est d'apporter une meilleure connaissance des cours d'eau dans le temps imparti afin d'agir rapidement pour améliorer le milieu. C'est donc bien une étude de terrain menant à des actions concrètes.

Une phase de terrain mènera à l'élaboration d'un indice de fonctionnalité du milieu. Ce dernier reflètera l'état de conservation du cours d'eau et sa capacité à accueillir des populations de truites à différents stades biologiques. La truite étant une espèce parapluie très présente dans ce bassin, elle a été choisie comme espèce référence pour cette étude.

Dans un second temps, les ouvrages hydrauliques seront cartographiés et mesurés, afin d'étudier la continuité écologique sur l'ensemble du bassin. Celle-ci se définit, selon l'article R214-109 du code de l'environnement, comme « la libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs biologiques ». Les obstacles entravant cette dernière pourront donc faire l'objet d'une mise en conformité.

Les paramètres les plus déclassants à l'échelle du BVF ainsi que certaines zones remarquables seront analysés plus en détail.

1 PROBLEMATIQUE

Les ruisseaux de tête de bassin (RTB) ont de nombreuses fonctions :

- **Fonction hydrologique et hydromorphologique**

Les RTB représentent 70 à 85% du réseau hydrographique total (LE BIHAN, 2016). Ils sont à l'origine des caractéristiques quantitatives et qualitatives de ce réseau. En effet, ces petits cours d'eau sont responsables à 60% de la qualité de l'eau des cours d'eau de rang supérieur (Établissement public Loire, 2018). En ce qui concerne la quantité d'eau, 50 à 70% de l'alimentation en eau des cours d'eau importants proviennent des têtes de bassin versant (LE BIHAN, 2016).

Ces zones permettent également la régulation des flux hydriques. Associées aux nombreuses zones humides qui les accompagnent, elles agissent comme des éponges, recevant, stockant et restituant les précipitations et les eaux de ruissellement. Elles sont ainsi indispensables au soutien d'étiage, à la régulation des crues et à la recharge des nappes (KAGAN, 2017).

Enfin, du fait de la pente présente dans les RTB, l'érosion y est souvent plus importante, ce qui a pour conséquence un transport de sédiments important vers l'aval (KAGAN, 2017). Ainsi, ces surfaces constituent des zones de production sédimentaire, et participent donc activement à l'hydromorphologie de l'ensemble des cours d'eau situés à l'aval.

- **Fonction épuratrice**

Cette fonction est permise par les zones humides (ZH) associées aux RTB. Ces dernières sont souvent laissées de côté car de faible superficie et dispersées (BARNAUD, 2013). Cependant, elles ont de nombreuses fonctions écologiques. Leur présence permet le développement, dans les RTB, de végétation spécifique. Celle-ci aide à lutter contre l'érosion mais elle assure également une première phase d'épuration qui peut être réalisée par absorption des phosphates (par les racines), consommation de l'azote (par certains microorganismes) ou par rétention de certaines molécules (par la végétation) (KAGAN, 2017). Néanmoins, cette fonction est dépendante de nombreux éléments comme l'hétérogénéité du cours d'eau : « l'alternance de faciès d'écoulement (plat courant, radier, etc.), la diversité du substrat, des strates de la ripisylve, la succession de zones d'ombre et de zones ensoleillées vont permettre d'augmenter les capacités auto-épuratoires de l'hydrosystème. » (HENNER, 2013). Ensuite, elle est également dépendante des activités connexes aux RTB, ce qui explique que cette fonction y soit parfois limitée.

- **Fonction biologique**

Les espèces abritées par les RTB sont souvent des espèces exigeantes et fragiles, dont le développement dépend fortement du contexte géologique, climatique et pédologique. Parmi ces espèces inféodées aux RTB, certaines sont protégées, comme l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) (BAUDOIN, 2007).

D'autres espèces peuvent avoir besoin de rejoindre ces zones à un moment précis de leur cycle biologique, comme la truite commune (*Salmo trutta fario*).

Ces RTB sont également en partie responsables de la ressource halieutique des cours d'eau à l'aval. En effet, ils sont source de matière organique (MO), qui sera ensuite stockée et piégée dans différents compartiments (énergie des écoulements, rugosité du lit, embâcles, système racinaire des berges). Cette MO sera ensuite décomposée par diverses bactéries, macro invertébrés et autres détritivores qui vont alors constituer les premiers maillons du réseau trophique (BAUDOIN, 2007).

Malgré l'importance de ces RTB, ils sont bien souvent peu considérés et beaucoup modifiés. Certains textes comme la Directive Cadre sur l'Eau et la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques sont apparus au fil des ans, tendant vers une meilleure prise en compte et une restauration de ces milieux. Néanmoins, certaines obligations dictées par ces textes sont aujourd'hui très peu appliquées.

Au vue de cette situation et de l'importance de ces milieux, l'Union des Fédérations pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique du Bassin Rhin-Meuse (UBRM) a décidé, en 2019, de lancer un projet RTB. L'objectif de ce projet est de réaliser une étude diagnostique sur l'état écologique et le fonctionnement hydraulique des RTB sur trois têtes de bassin versants de l'union : le Remelbach (57), la Thur (68) et la Fave (88). Le choix du financeur de ces études a donc été de se concentrer sur des zones d'études assez importantes qui aboutiraient à un grand nombre d'actions à mener. Ces études permettront de mettre en place des programmes de restauration des milieux en accord avec les textes en vigueur.

Ce rapport concernera uniquement l'étude du bassin versant de la Fave (BVF), menée par la Fédération des Vosges pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA88).

Cette phase diagnostique se veut préalable à la restauration des RTB de la Fave. Le présent rapport s'attachera à en présenter les différents objectifs :

- la mise en place d'un protocole permettant l'évaluation de l'état de conservation des cours d'eau ;
- la cartographie des cours d'eau, de leur état, des perturbations et des ouvrages rencontrés;
- l'analyse des résultats, avec des propositions de solutions adaptées aux perturbations observées, un zonage des interventions futures et une hiérarchisation des enjeux par zone.

L'objectif principal de cette étude est donc de réaliser une première phase d'évaluation de la zone d'étude, qui permettra de mettre en place des travaux très rapidement par la suite. La contrainte temporelle étant très présente, les résultats recherchés ne sont pas une étude exhaustive du bassin mais une récolte de données ciblées permettant de mettre en avant les perturbations majeures sur le territoire et de pouvoir agir immédiatement sur ces dernières.

2 CONTEXTE

2.1 LES ACTEURS DE LA PECHE EN FRANCE

La Fédération Nationale de Pêche en France (FNPF) succède, en 2006, à l'Union Nationale pour la pêche en France et la protection du milieu aquatique fondée en 1947. Elle est issue de la création de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA), adoptée le 30 décembre 2006, qui lui reconnaît le caractère d'utilité publique. Elle est l'institution de représentation de la pêche en eau douce et de la protection du milieu aquatique français et une Association Agréée de Protection de l'Environnement par arrêté ministériel du 7 février 2001 (FNPF, n.d.)

En 2018, la FNPF a fait le choix d'entrer en concordance avec l'organisation étatique des Agences de l'Eau, créant ainsi six unions de bassins (Figure 1) qu'elle coordonne à l'échelle nationale. Chacune de ces unions de bassins a aujourd'hui pour objectif d'aider les fédérations et leurs associations à l'échelle des 6 grands bassins hydrographiques français (Seine-Normandie, Rhône-Méditerranée-Corse, Loire-Bretagne, Adour-Garonne, Rhin-Meuse et Artois-Picardie).

Cette étude est coordonnée par l'UBRM en étroite relation avec la Fédération des Vosges pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (siège de l'étude) et l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

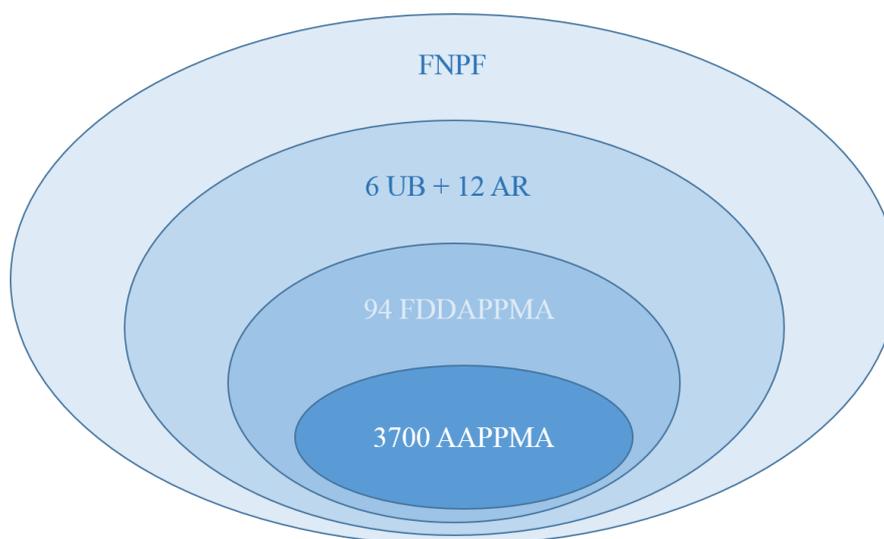


Figure 1: Organisation des acteurs de la pêche à l'échelle nationale (PETITDEMANGE, 2019. Source : FNPF)

La FNPF conjugue les actions de plus de 3700 Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA), elles-mêmes coordonnées par 94 Fédérations Départementales de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA), qui sont quant à elles regroupées en 6 Unions de Bassin (volet protection des milieux aquatiques) et 12 Associations Régionales (AR) (volet développement et promotion du loisir) (FNPF, n.d.).

La figure 2 présente l'organisation de la FDAAPPMA88, ses principaux rôles et ses échanges avec les acteurs locaux de la pêche.

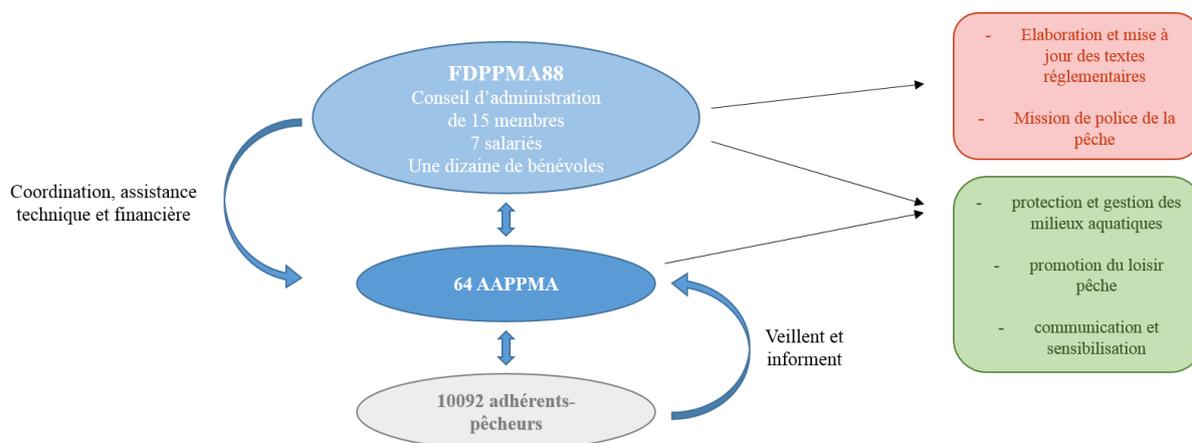
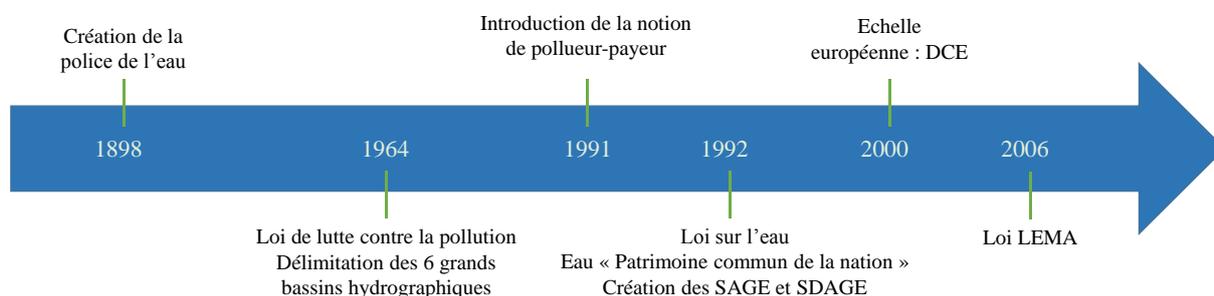


Figure 2 : Organisation des acteurs de la pêche dans les Vosges (PETITDEMANGE, 2019. Source : FDAAPPMA88, FNPF)

2.2 L'APPARITION DE L'EAU DANS LA LEGISLATION FRANÇAISE

Dès 1964, la législation française organise la gestion de l'eau par bassin avec la création des premières agences de l'eau et des comités de bassin. Les premières lois concernent surtout les usages de l'eau, puis la réduction des pollutions y apparaît peu à peu. Le 3 janvier 1992, la loi sur l'eau est créée, formalisant la volonté de se tourner vers une gestion plus responsable de cette ressource. Ainsi, l'eau est reconnue comme "patrimoine commun de la Nation". Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) émergent alors, imposant une planification globale de la gestion de la ressource en eau. A l'échelle de l'Europe, c'est en 2000 que la directive-cadre sur l'eau (DCE) est adoptée, et c'est à ce moment que la notion d'hydromorphologie, et notamment celle de continuité écologique, apparaît.

Figure 3 : Frise chronologique résumant l'évolution de la place de l'eau dans la loi française.



Enfin, en 2006 (Figure 2), la LEMA est promulguée. Cette loi a deux objectifs principaux : le droit à l'eau pour tous et la prise en compte du changement climatique pour la gestion de l'eau. Pour les atteindre, de nouveaux outils réglementaires permettent d'améliorer la lutte contre les pollutions, la gestion quantitative de l'eau en favorisant les économies d'eau, le partage de la ressource et la restauration du bon fonctionnement des milieux aquatiques. C'est également par cette loi que la notion

de continuité écologique sera appliquée. En effet, cette loi (Code de l'environnement. Article L214-17) prévoit un système de classement en deux listes des cours d'eau ;

- La liste 1 regroupe les « cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.» (Code de l'environnement. Article L214-17). S'il impose le respect de la continuité écologique dans le futur, il impose également le rétablissement total de cette dernière sur le long terme.
- La liste 2 regroupe, quant à elle, les « cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.» (Code de l'environnement. Article L214-17)

La Fave, ainsi que tous ses affluents et sous affluents sont classés dans la liste 2. Cela signifie que tout ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique doit y être géré, entretenu et équipé. Ces actions doivent être entreprises dans les cinq années suivant la définition des listes. Ces obligations s'appliquent à l'issue d'un délai de cinq ans après publication des listes. Le département des Vosges a renouvelé ces dernières en 2013, ce qui signifie que la continuité écologique aurait dû être rétablie en 2018 au plus tard. Les propriétaires d'ouvrages entravant la continuité écologique sont donc actuellement, en 2019, dans l'illégalité. Cette étude permettra de mettre plus en avant ces points problématiques mais aussi de réellement faire appliquer les textes et de finalement rétablir une certaine continuité écologique.

2.3 LA ZONE D'ETUDE : LE BASSIN VERSANT DE LA FAVE

2.3.1 Localisation

Le bassin versant de la Fave (BVF) se situe dans la région Lorraine et plus précisément à l'est du département des Vosges (Figure 4).

La Fave est un affluent de la Meurthe, dans laquelle elle se jette au niveau de la ville de Saint-Dié-des-Vosges (88). La Fave seule a une longueur de 23 km et prend sa source au niveau de la commune de Lubine. La surface totale du BV est de 270 km² et regroupe un linéaire de cours d'eau d'environ 200 km.

Les limites du bassin ont été définies manuellement sur QGIS grâce à un Modèle Numérique de Terrain (MNT) (Figure 4).

Délimitation du bassin versant de la Fave



Légende

- Cours d'eau
- ▭ Limites du bassin versant

0 1 2 km

Figure 4 : Localisation et délimitation du BVF.

2.3.2 Géologie

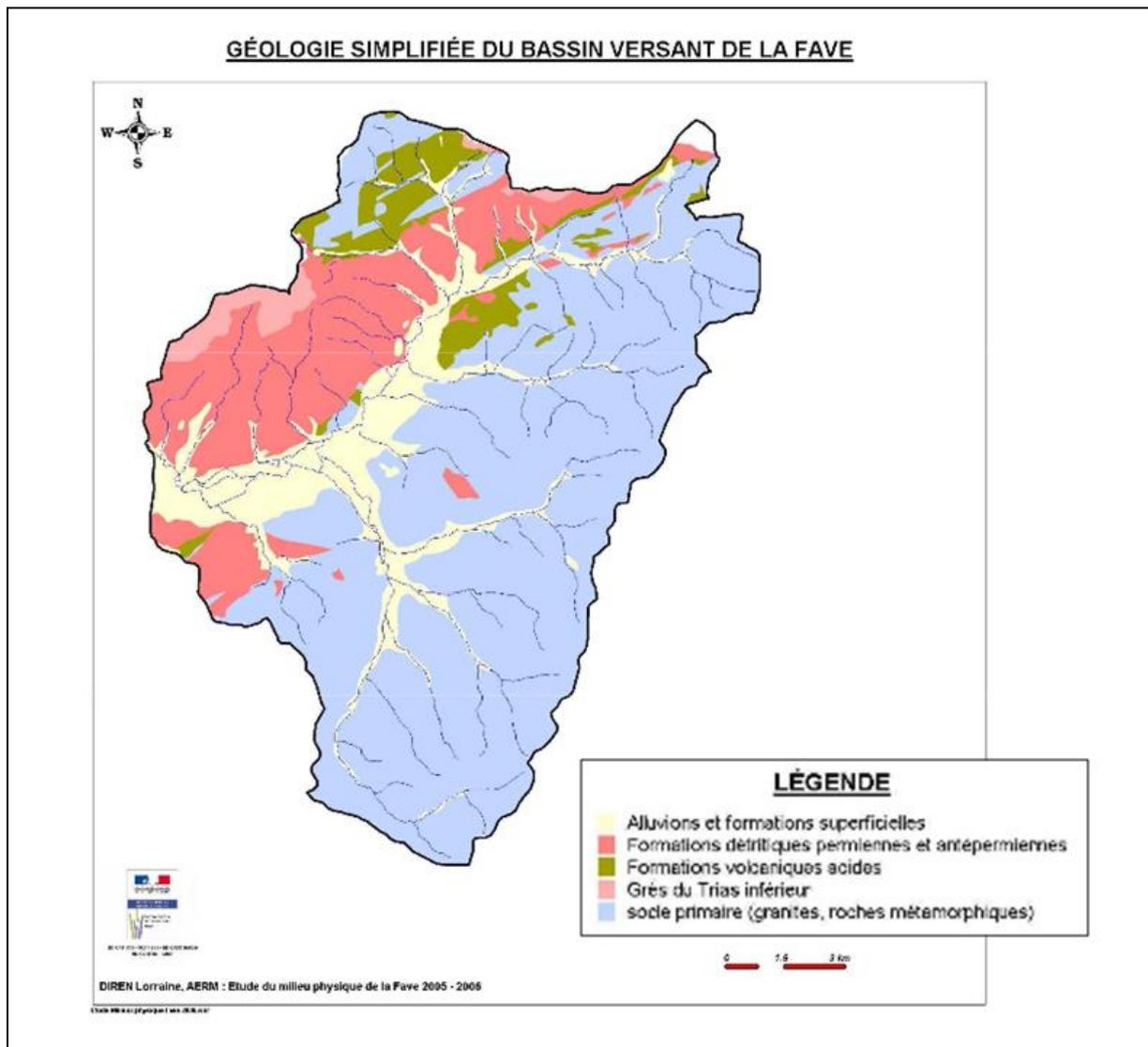


Figure 5 : Géologie simplifiée du bassin versant de la Fave. Source : DIREN Lorraine, 2006.

La géologie du BVF est complexe car il se situe sur une limite gréseuse (grès anciens du Permien ou grès vosgiens plus récents) et granitique. Ainsi les cours d'eau passent régulièrement de l'un à l'autre (Figure 5), ce qui peut avoir un impact important sur leur morphologie.

Le socle hercynien constitue les Vosges du Sud, aussi appelées Vosges cristallines. Ce dernier est composé de granites, de gneiss, de schistes et de grauwackes. Ils sont peu perméables et renferment localement des nappes peu puissantes (SIGES Rhin-Meuse, n.d.).

Les formations détritiques, quant à elles, se sont formées par érosion de la couverture gréseuse du socle hercynien, principalement après le soulèvement du massif vosgien au Tertiaire. Des lambeaux de grès ont persisté sur les hauteurs et ils constituent aujourd'hui des réservoirs poreux d'eau souterraine, qui se manifestent par de nombreuses sources.

Ces sols ont un impact important sur l'eau. Les eaux issues des terrains cristallins sont peu minéralisées, d'une dureté inférieure à 5°F avec un pH entre 5,5 et 7.

En revanche, les eaux issues de terrains primaires sont en général plus minéralisées (SIGES Rhin-Meuse, n.d.).

2.3.3 Climat

Le BVF se trouve sous un climat qualifié de semi-continental dégradé. Cela se traduit par des pluies particulièrement importantes de l'automne à la fin de l'hiver (Météo France, 2007). L'amplitude de température est particulièrement importante, avec des hivers très froids et des étés chauds (Météo France, 2007). La température moyenne y est relativement faible, avec 9.1°C. Le mois le plus froid est celui de janvier avec 0.4°C de moyenne, le plus chaud celui de juillet, avec une température moyenne de 17.9 °C (Climate-data.org, n.d).

A l'échelle des précipitations du département, deux zones peuvent être distinguées: une zone Nord-Ouest peu arrosée et une Sud-Est très arrosée (Figure 6). Ce phénomène est lié au relief des Vosges.

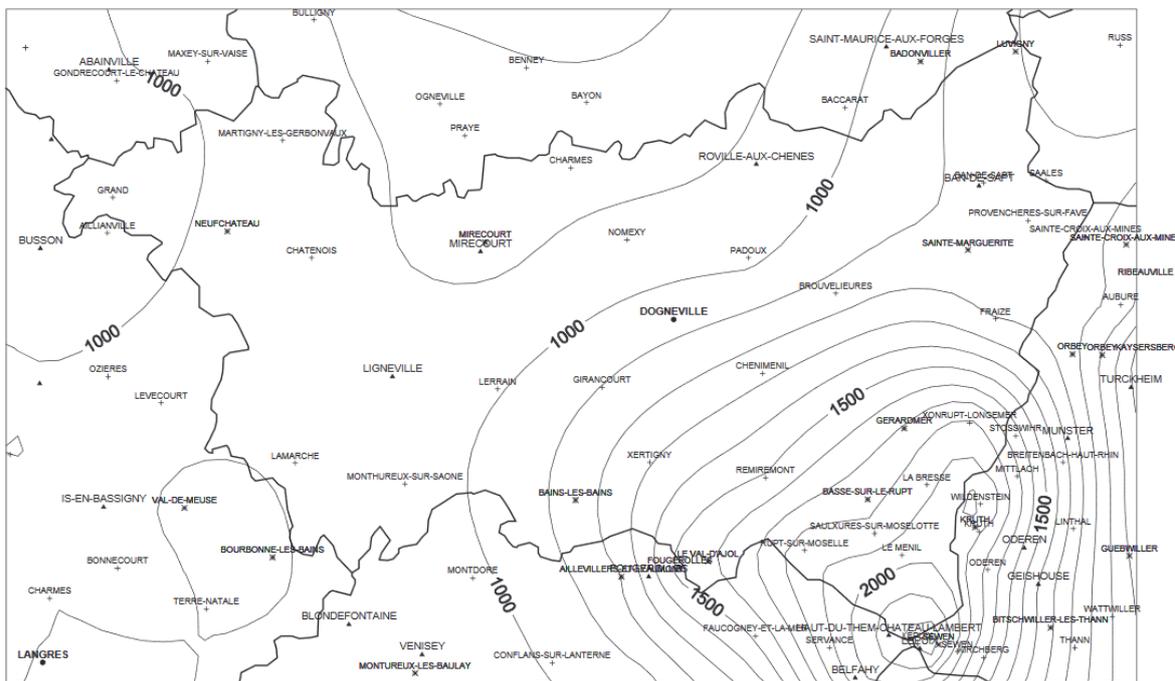


Figure 6 : Précipitations annuelles normales (l/m²) période 1971/2000. Source : Météo France.

Au niveau de Saint-Dié-des-Vosges, les précipitations restent importantes tout au long de l'année, même pendant les mois les plus secs (Figure 6). Leur moyenne est de 777 mm par an (Climate-data.org, n.d).

2.3.4 Hydrologie

Aucune station hydrologique ne se trouve au sein même du BVF. En revanche, une station est située à Saint-Dié-des-Vosges, juste en aval de la confluence de la Fave et de la Meurthe. Il a été choisi de se baser sur les données hydrologiques de cette station.

La figure 7 représente les débits mensuels moyens, calculés sur 53 ans (1967 - 2019). Des débits maximaux sont présents pendant les mois d'hiver (de décembre à janvier), puis une diminution importante jusqu'au mois d'août, mois durant lequel le débit est minimal et l'étiage assez marqué. Ce dernier augmente de nouveau progressivement jusqu'à décembre.

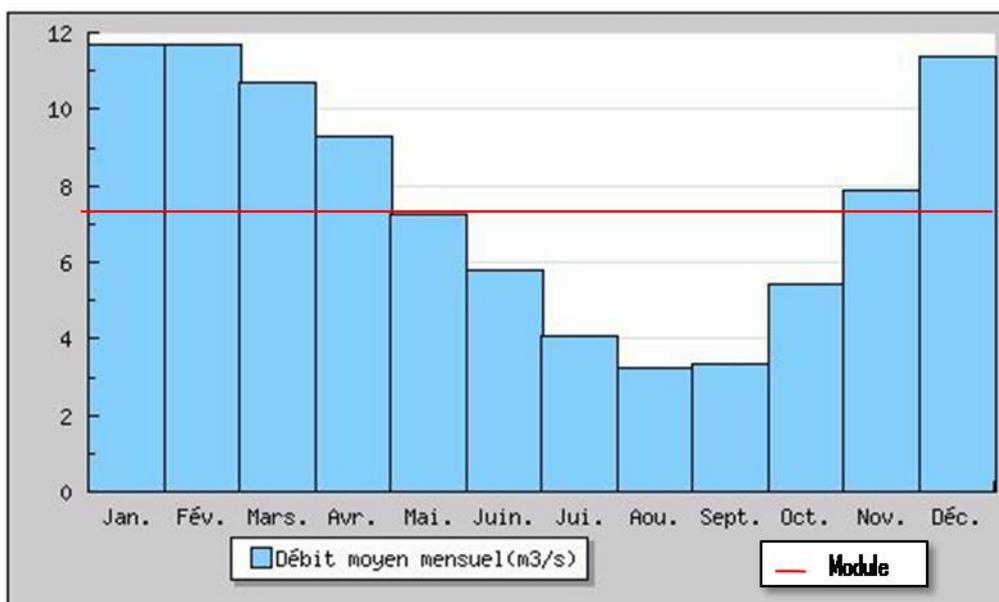


Figure 7 : Débit moyen mensuel au niveau de la Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. Source : MEDDE.

A ces variations annuelles s'ajoutent des écoulements relativement faibles (Tableau 1). Toutes ces données sont caractéristiques d'un régime pluvial.

Tableau 1 : Ecoulements mensuels au niveau de la Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. Source : MEDDE.

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Débits (m ³ /s)	11.70	11.70	10.70	9.280	7.230	5.800	4.090	3.230	3.320	5.440	7.880	11.40
Qsp (l/s/km ²)	31.3	31.2	28.7	24.8	19.3	15.5	10.9	8.6	8.9	14.5	21.1	30.4
Lame d'eau (mm)	83	78	76	64	51	40	29	23	23	38	54	81

Trois crues historiques ont eu lieu au niveau de la station : une en 2006 et deux en 2013. Elles se sont passées pendant la période hivernale ; deux en octobre (2006 et 2013) et une en février (2013). Le niveau a alors atteint 2 m de hauteur, alors qu'il est actuellement (août 2019) de moins de 0.25 m.

Le tableau 2 présente les débits des périodes de crues selon plusieurs paramètres. Les calculs ont été faits sur 52 ans et c'est la loi de Gumbel qui a été appliquée.

Tableau 2 : Crues (loi de Gumbel - septembre à août) au niveau de Saint-Dié-des-Vosges. Source : MEDDE.

Fréquence	QJ (m3/s)	QIX (m3/s)
Xo	46.500	59.900
Gradex	20.500	24.600
Biennale	54.00 [50.00;59.00]	69.00 [64.00;75.00]
Quinquennale	77.00 [71.00;87.00]	97.00 [89.00;110.0]
Décennale	93.00 [85.00;110.0]	120.0 [110.0;130.0]
Vicennale	110.0 [97.00;120.0]	130.0 [120.0;150.0]
Cinquantennale	130.0 [110.0;150.0]	160.0 [140.0;180.0]
Centennale	Non calculée	Non calculée

2.3.5 Occupation du sol

Le BVF est un territoire très naturel, avec 93% d'occupation des sols en forêts et milieux semi-naturels et seulement 0.7% de territoire artificialisé. L'activité agricole concerne 6.3% du BVF, une grande partie est composée de prairie (plus de 75%) (SIERM). C'est donc un territoire qui subit une faible pression d'urbanisation (SIERM).

2.3.6 Qualité de la masse d'eau

Le dernier état des lieux du SIERM date de 2013. La Fave avait alors pour objectif d'atteindre un bon état écologique et chimique d'ici 2015 (Tableau 3). En biologie, aucune donnée n'est disponible. Le bilan en oxygène est bon, voire très bon. Les nutriments comme les diverses substances présentes dans l'eau ont également été classés en bon état.

Tableau 3 : Etat écologique de la masse d'eau de la Fave ; Etat 2011-2013 (SDAGE 2015). Source : SIERM.

Etat écologique : Bon état		
Biologie		Non déterminé
Paramètres généraux	Bilan en oxygène	Bon état
	Nutriments	Bon état
Substances		Bon état

Quatre stations d'épuration se situent sur le territoire du BVF : Provençères-sur-Fave, Nayemont-les-fosses, les Basses-Fosses et Neuvillers-sur-Fave. En revanche, 15 communes sur les 21 situées sur la masse d'eau ne sont pas raccordées à un ouvrage de dépollution des eaux. Malgré la faible urbanisation du territoire, la pression urbaine est donc tout de même présente sur les RTB (SIERM).

2.3.7 Zones protégées ou remarquables

Le territoire comprend de nombreuses zones remarquables. Parmi elles, une Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type II de surface importante à l'est du BVF (Figure 9), c'est la ZNIEFF du Massif vosgien. Cette zone est remarquable par les nombreux habitats qu'elle abrite (tourbières, éboulis, lacs de montagne...) mais aussi pour sa faune et sa flore. De nombreuses espèces y sont présentes, comme la gélinotte des bois (*Bonasa bonasia*), le pic noir (*Dryocopus martius*), la chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) qui a un statut réglementé, mais aussi le lynx (*Lynx lynx*) qui est protégé.

De nombreux amphibiens protégés comme le triton crêté (*Triturus cristatus*) peuvent également y être observés. Une multitude d'espèces végétales y sont présentes, comme leycopode des Alpes (*Diphasiastrum alpinum*) également protégé, ou la digitale pourpre (*Digitalis purpurea*) qui y est très répandue.

Cette ZNIEFF comprend une ZNIEFF de type I : la ZNIEFF Fave, affluents et milieux annexes à Lubine. Une seconde, de type I également, y est collée. Cette même surface à l'est du BVF fait également partie du Parc Naturel Régional (PNR) des Ballons des Vosges (Figure 8). En plus de ces zones, plusieurs Zones de Protection Spéciale (ZPS) sont présentes sur le territoire, mais aucun cours d'eau ne les traverse.

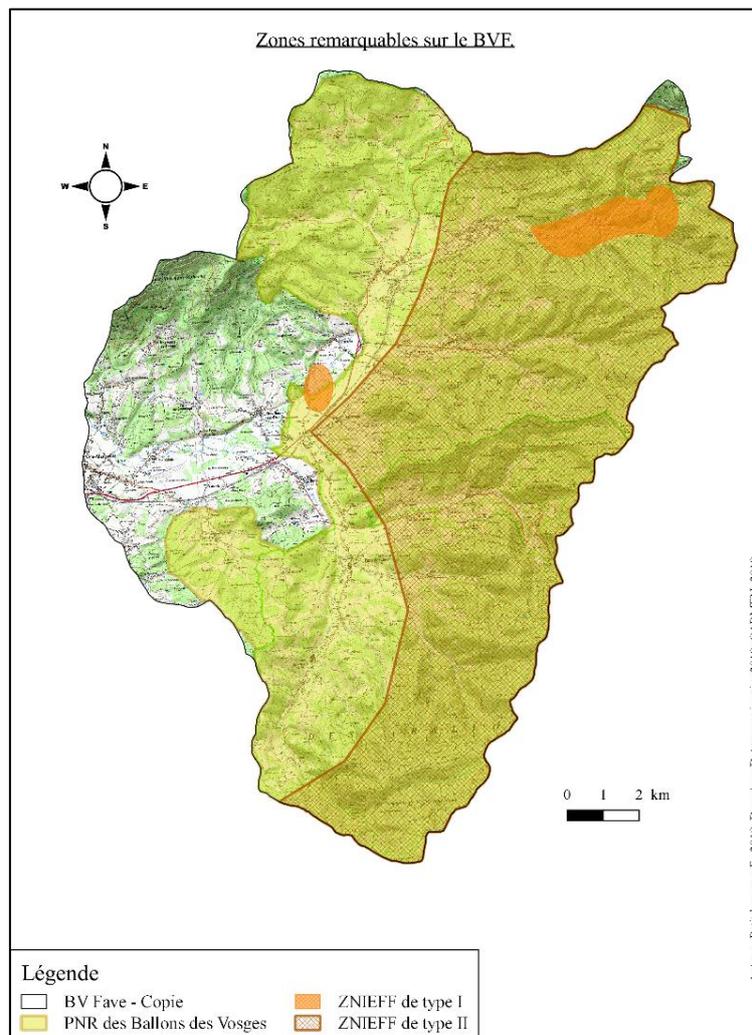


Figure 8 : Surface du BVF faisant partie du PNR des Ballons des Vosges.

Concernant les oiseaux, les enjeux sont moyens sur tout le territoire du BVF. En revanche, pour les chiroptères, ils sont bien plus importants : forts à très forts sur tout le BVF (CARMEN).

Toutes ces informations seront importantes au moment de la mise en place du plan d'action, et pourront favoriser certains cours d'eau par rapport à d'autres. La prise en compte des espèces remarquables et de leurs habitats sera indispensable.

2.3.8 Historique du territoire

La zone d'étude, située dans les Vosges, a connu l'essor des industries textiles, des scieries et de l'artisanat dès le début du XIII^{ème} siècle. La plupart de ces activités nécessitaient une bonne ressource en eau, c'est pourquoi beaucoup d'entre elles se sont installées à proximité de rivières et y ont construit des ouvrages hydrauliques. Ces derniers assuraient l'alimentation des usines hydrauliques (moulins à eau, scieries, verreries, féculeries, tissages, filatures) et l'irrigation des prés. Après la Seconde Guerre Mondiale, la concurrence internationale s'est faite bien plus intense, ce qui a entraîné le déclin de ces activités. La fermeture progressive des usines conduira à l'abandon des ouvrages, de leurs usages et de leur entretien.

En 2015 dans les Vosges, le secteur primaire représentait 3,3% des emplois proposés, le secteur secondaire 28,9% et le secteur tertiaire 67,8% (CG88, 2015). Cependant, malgré le recul de l'industrie dans les Vosges, elles sont actuellement le 6^{ème} département industriel de France. De même, certaines activités comme la filière agroalimentaire et le secteur du bois y restent également très présents (CD88).

Le flottage fut également beaucoup pratiqué dans les Vosges, ce qui a entraîné de nombreuses modifications sur les cours d'eau, de nature très variable. Longtemps utilisé pour cette pratique, la Fave en a conservé le statut de cours d'eau domanial.

2.3.9 Population

La zone d'étude est située sur la communauté d'agglomération de Saint-Dié-des-Vosges. Créée en 2017 par la fusion de 6 communautés de communes (CC) - CC de la Vallée de la Plaine, CC du Pays des Abbayes, CC des Hauts-Champs, CC du Val de Neuné, CC de Saint-Dié-des-Vosges, CC Fave-Meurthe-Galilé - elle regroupe aujourd'hui 74 communes pour une superficie de 934 km². La densité d'habitants est de 82 habitants au km², c'est donc un territoire plutôt rural.

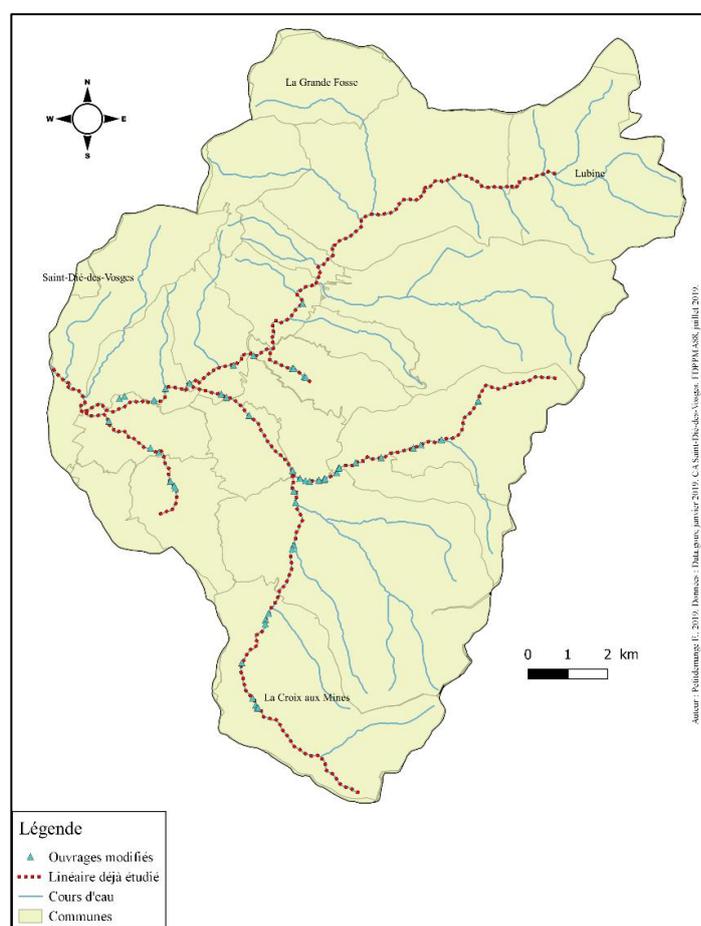
3 ETAT DES LIEUX DES ETUDES REALISEES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA FAVE

De nombreuses études ont été réalisées par les communes et communautés de communes du BVF. Malheureusement, certaines d'entre elles ont été effectuées avant la mise en place de la loi LEMA, ne prenant alors pas en compte certaines exigences de réduction de la pollution ou de continuité écologique par exemple. Il a été décidé que les études commencées avant 2006 ne pouvaient justifier une absence de prospection et de propositions d'actions. En revanche, les zones étudiées après 2006 ne le seront à nouveau dans cette étude.

Trois études ont été réalisées depuis 2006 sur BVF :

- une première réalisée de 2011 à 2015 par la CC Fave, Meurthe, Galilée ;
- une seconde par la communauté d'agglomération de Saint-Dié-des-Vosges en 2018.
- une étude a également été exécutée par la DDT en 2017. Celle-ci ne pourra se substituer à la présente car elle se concentre uniquement sur le relevé d'ouvrages (protocole ROE).

La phase de travaux suivant ces études a été terminée en 2019. Les cours d'eau prospectés et les ouvrages modifiés sont cartographiés sur la figure 10.



Comme le montre la figure 9, ces prospections se sont concentrées sur les cours d'eau les plus importants du bassin (Fave et principaux affluents). Cette étude se focalisera donc sur de plus petits sous-bassins, constituant les affluents et sous-affluents de la Fave. Cette dernière est un cours d'eau domaniaux, ce qui signifie que l'entretien de son lit est à la charge de l'Etat. En revanche, ses affluents sont non domaniaux. Dans ce cas-là, les riverains sont propriétaires de la moitié du lit du cours d'eau et ont à charge l'entretien du lit et de ses berges. Cela sera à prendre en compte lors de la mise en place du plan d'actions.

Figure 9 : Etat des lieux des cours d'eau prospectés lors d'études récentes.

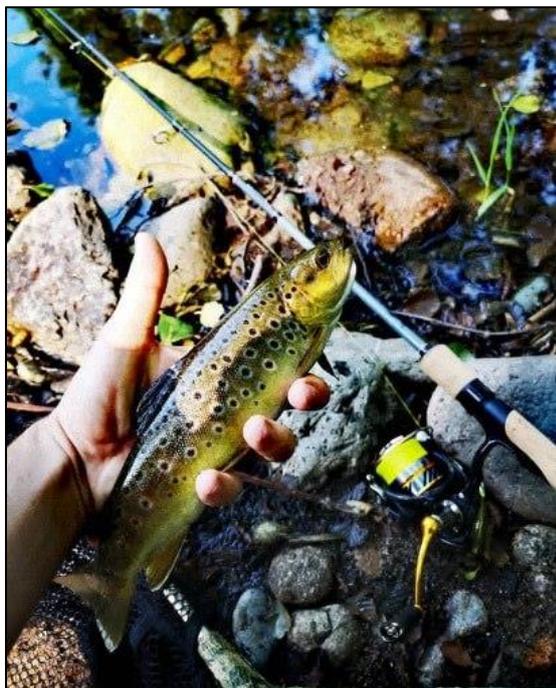
4 MATERIEL ET METHODE

Tout le linéaire non prospecté pendant les récentes études l'a été pendant cette étude (linéaire en bleu sur la figure 10), ce qui représente un peu moins de 150 km. Les prospections ont duré deux mois et demi.

Pour réaliser cette étude, il a été nécessaire de se référer à un statut de « bon état » des cours d'eau. Plusieurs approches auraient pu être choisies. La fédération de pêche a tout logiquement tenu à ce que l'approche piscicole soit choisie. Ce statut de bon état a donc été défini par rapport aux exigences écologiques de la truite fario. C'est une espèce dite parapluie, c'est-à-dire que son « domaine vital est assez large pour que sa protection assure celle des autres espèces appartenant à la même communauté » (Ramade, 2002). Un milieu favorable à la truite sera généralement un milieu préservé et propice à un ensemble assez large d'espèces. Dans un second temps, c'est sa popularité qui a appuyé ce choix. En effet, la truite est un poisson emblématique des cours d'eau Vosgien et bien présente sur le BVF, que les locaux apprécient voir. Ces derniers pourront de cette manière s'approprier facilement l'étude et se sentir concernés par ses conclusions. La truite est également un indicateur assez facile à suivre, ce qui servira dans les phases suivantes de l'étude. Ainsi, c'est une manière de mieux intégrer la population locale dans cette étude. Il a donc été nécessaire, pour l'élaboration du protocole, de réaliser une bibliographie assez complète sur la truite fario (exigences écologiques, cycle biologique...).

4.1 LA TRUITE FARIO

La truite fario fait partie du genre *Salmo*, lui-même étant l'un des six genres constituant la sous-famille des Salmoninae et la famille des salmonidés. Elle a pour particularité une grande capacité d'adaptation à différents milieux, mais aussi une forte tolérance vis-à-vis des changements d'habitats (BAGLINIERE & MAISSE, 2002). Cette particularité se traduit par un degré important de polymorphisme. En effet, plusieurs souches existent chez la truite : la souche méditerranéenne, la souche atlantique et la souche corse, chacune de ces souches ayant des différences phénotypiques. Les truites présentes sur le BVF appartiennent à la souche atlantique.



La truite fario possède un corps élancé, une tête forte et une bouche largement fendue. Sa nageoire caudale est grande et faiblement fourchue. Même si la robe de la truite peut avoir de nombreuses variations de couleur, elle est de manière générale brune : son dos est brun foncé à vert clair, ses flancs nacrés à jaunâtres (Figure 10). Ces derniers, tout comme ses opercules et sa nageoire dorsale, sont couverts de taches noires et de points rouges très variables. Pendant sa période de reproduction, ses couleurs s'intensifient et s'assombrissent.

La croissance et la taille de la truite adulte varient en fonction de son milieu de vie, notamment en lien avec la température et avec les conditions trophiques (Bourgogne Franche-Comté Nature).

Figure 10 : *Salmo trutta fario*. Source: FDAAPPMAS88.

4.1.1 Répartition

La truite est présente sous ses différentes souches dans toute l'Europe. A l'échelle de la France métropolitaine, la truite fario est présente dans un grand nombre de bassins hydrologiques. Sa présence est souvent favorisée par des soutiens d'effectifs (reempoissonnement), puisque c'est un poisson très prisé des pêcheurs.

Plus précisément, dans la zone d'étude, des pêches électriques, principalement réalisées sur le ruisseau du Bleu par la FDAAPPMA88 ont montré que la truite fario y était bien présente, comme d'autres espèces d'accompagnement telles que la loche, le vairon et le chabot. Les truites présentes dans les cours d'eau prospectés sont assez petites (une vingtaine de centimètres pour les plus grandes). Cela s'explique par le fait qu'elles se développent dans de petits ruisseaux, qui mobilisent peu de ressources. Certains paramètres seront donc adaptés à cette population particulière.

4.1.2 Biologie

4.1.2.1 Traits de vie

Les exigences de la truite changent au cours de son cycle de développement (œufs, alevins, juvéniles, adulte) mais aussi en fonction de son activité à un moment donné (repos, alimentation, reproduction, etc.). Néanmoins, il est possible de dégager des critères généraux importants au développement de populations de truites fario : la température, la morphologie du cours d'eau et la qualité de son eau.

La température, tout d'abord, est l'un des paramètres les plus importants pour la truite. Cette dernière est un poisson rhéophile (c'est-à-dire qu'elle peut vivre dans un fort courant) d'eau froide. Son *preferendum* thermique est compris entre 7 et 17°C, ce qui signifie que c'est dans cette amplitude de température que son rendement énergétique sera le meilleur (BAGLINIERE & MAISSE, 1991). La température aura un impact direct sur son cycle biologique (frai) mais aussi sur son activité journalière. Lors d'une légère augmentation de température, par exemple, l'activité métabolique de la truite va elle aussi augmenter, cette dernière se nourrira davantage (KEITH, 2011). En revanche, une trop forte augmentation de température aura l'effet inverse : à partir de 20°C, ce poisson devient inactif, diminuant la perte d'énergie issue de la digestion. Au-delà de 25°C, la température devient létale (BAGLINIERE & MAISSE, 1991).

Outre son importance directe sur le comportement de la truite, la température influe également sur d'autres paramètres particulièrement importants pour elle, comme l'oxygénation et la présence d'autres organismes.

L'oxygène est également, pour ce salmonidé, l'une des composantes les plus importantes de la qualité de l'eau. Elle est considérée comme une espèce très exigeante vis-à-vis de l'oxygène dissous présent dans l'eau (BAGLINIERE & MAISSE, 2002). Sa concentration minimale pour son bien-être est estimée à 5 mg.L⁻¹ (MILLS, 1972 in MAISSE, 2002). D'autres paramètres qualitatifs sont importants, comme le pH qui doit être compris entre 5 et 9,5 (MILLS, 1972 in MAISSE, 2002) ; des pH trop bas ont des impacts négatifs sur la reproduction (spermatozoïdes, morts des alevins) et la croissance.

D'autres facteurs encore, comme les ions, les variations de dureté, la trophie de l'eau etc. influencent également plus ou moins directement le développement de l'espèce.

Enfin, la morphologie du cours d'eau impacte aussi la truite. Sa profondeur et sa pente, ainsi que la vitesse du courant, sont importantes. La truite étant bien adaptée au courant, il lui permet de se déplacer tout en limitant ses dépenses énergétiques. Ce paramètre agit également indirectement sur

l'animal en modifiant plusieurs autres paramètres : dérives d'invertébrés, oxygénation... La morphologie locale est également essentielle pour la truite, qui reste en moyenne postée, immobile, pendant 86 % de son temps (Eau & rivières de Bretagne). Cela explique que pour se développer, une population de truites aura besoin de nombreuses zones à l'abri du courant.

La granulométrie enfin est primordiale pour la truite, tout particulièrement lors de sa reproduction.

4.1.2.2 Reproduction

Une fois leur maturité sexuelle atteinte, généralement entre 2 et 3 ans, les truites migrent d'aval en amont, généralement pour retrouver le cours d'eau où elles sont nées. Ce phénomène de retour au foyer, appelé « homing » est cependant moins marqué que chez d'autres poissons migrateurs comme le saumon (PORCHER & TRAVADE, 1992). Ces migrations ont lieu vers les mois d'octobre à décembre. Les distances parcourues sont variables mais peuvent être importantes ; jusqu'à 25 km, et une moyenne de 7 km pour une distance journalière pouvant atteindre 8.5 km. De même, la durée de la migration est variable et peut durer de 1 journée à 15 jours (BAGLINIERE & MAISSE, 2002).

La truite est une espèce lithophile, elle dépose des œufs dans une cuvette qu'elle creuse, puis les recouvre de graviers, dont la taille augmente avec celle de l'individu (KEITH, 2011).

S'en suit une phase d'incubation qui dure en moyenne 400 degrés-jours (nombre de jours nécessaires à atteindre 400° cumulés, 40 jours à 10°C par exemple). Les œufs, d'une taille de 3 à 5 mm, deviennent alors des larves dont la taille varie entre 20 et 25 mm. Ces dernières restent dans les espaces interstitiels du substrat en se nourrissant sur leur vésicule vitelline jusqu'à leur émergence au printemps (environ 800 degrés - jour après la ponte) (KEITH, 2011). Après cela, les jeunes individus se dispersent vers l'aval, avant de revenir quelques années plus tard.

La migration est indispensable à la reproduction de la truite. Malheureusement, cette dernière va rencontrer de nombreux obstacles, qu'elle ne pourra pas toujours franchir. Ainsi, un fractionnement des habitats se met en place. Certaines populations se r

etrouvent isolées des autres, rendant impossible l'apport de nouvelles informations génétiques. L'accès aux zones de frayère peut aussi être bloqué, mettant en péril la reproduction de la truite. Cette situation de cloisonnement des RTB perturbe donc l'écosystème dans son ensemble. Néanmoins, la truite sera capable de franchir certains ouvrages, grâce à ses capacités de saut et de nage.

4.1.2.3 Les capacités de nage et de saut de la truite fario

Plusieurs paramètres entrent en compte lors d'un franchissement d'obstacles chez la truite : sa vitesse de nage, son endurance, sa capacité de saut et le niveau de l'eau.

La vitesse de nage et l'endurance sont très importantes, notamment lors du franchissement de buses ou de seuils inclinés, pour lesquels la truite va devoir maintenir une bonne vitesse de nage pendant un certain temps. La vitesse maximale de nage dépend avant tout de la taille du poisson et de la température de l'eau. Elle est dépendante de sa taille car il a été montré que le temps séparant deux contractions musculaires successives était beaucoup plus faible pour les individus de petite taille que pour ceux de plus grande taille. De même, la température influe sur la contraction des muscles qui y sont très sensibles : en fonction de cette dernière, la vitesse maximale d'un poisson à un instant t peut aller jusqu'à doubler. La vitesse maximale de la truite est de 3 m.s^{-1} à 4 m.s^{-1} . Il est cependant rappelé que les truites du BVF sont des truites d'assez petite taille, qui ont probablement une vitesse maximale inférieure à celle-ci.

La truite fario est également capable de sauter les obstacles verticaux, qui ne seront pas limitants, si certaines conditions sont respectées. Celles-ci concernent surtout la taille de la fosse d'appel et la hauteur de saut. La truite doit être capable de prendre son appel pour pouvoir s'élancer et franchir l'obstacle. Elle doit également pouvoir reprendre sa nage facilement à sa réception, pour cela un tirant d'eau suffisant lui sera nécessaire. De même, un courant trop fort mettra en péril sa réception. Il est impossible pour une truite de franchir un obstacle si la profondeur de fosse est inférieure à celle de la hauteur de chute. Une hauteur de chute supérieure à 60 cm sera également infranchissable, quelle que soit la profondeur de fosse. Parallèlement, la truite ne pourra pas sauter si la profondeur de fosse est inférieure à 10 cm, peu importe la hauteur de chute (FDAAPPMA 69, 2010).

La truite, en revanche, lors de sa dévalaison, rencontre assez peu de difficulté. Les jeunes notamment, peuvent facilement aller plus en aval pour trouver leur territoire.

4.1.2.4 Régime alimentaire

Si les juvéniles migrent à l'aval du cours d'eau, c'est pour trouver leurs territoires. En effet, la truite est une espèce très territoriale (Eau & rivières de Bretagne), c'est-à-dire que dès leur plus jeune âge, les juvéniles mettent en place une « hiérarchie » pour l'occupation des meilleures zones de nourriture et d'habitat. Cela se traduit ensuite par des comportements agressifs (chasse, morsure, charge...) lorsqu'un autre individu de même espèce tente de chasser sur son territoire (BAGLINIERE & MAISSE, 2002).

Hormis pendant son stade d'alevin, la truite est un poisson carnivore. Cependant, souvent trouvée en tête de bassin, elle y bénéficie d'un réseau trophique peu développé. Néanmoins, plusieurs sources d'alimentation peuvent s'offrir à elle. La principale est la présence d'invertébrés dans le milieu (BAGLINIERE & MAISSE, 2002). Or, cette présence est très variable puisque, dans certains cas, ils ne restent dans l'eau que pour un stade de développement. De même, ils sont tous très sensibles à des modifications de l'environnement, les rendant vulnérables donc aléatoires.

Une seconde source d'alimentation non négligeable est apportée de l'extérieur ; c'est la faune exogène. Cela représente les éléments de la faune terrestre tombant sur le cours d'eau, dont la truite peut alors se nourrir (BAGLINIERE & MAISSE, 2002), il est donc important de ne pas se centrer uniquement sur le cours d'eau en tant que tel mais aussi sur son environnement dans sa globalité.

Enfin, la truite peut se nourrir d'autres poissons plus petits qu'elle, parfois même de sa propre espèce. Les truites deviennent ichthyophage avec l'âge, ce comportement s'observant donc davantage chez les individus plus âgés (Eau & rivières de Bretagne).

4.2 PROTOCOLE

Le protocole suivant a été élaboré pour cette étude : néanmoins il l'a été de façon à pouvoir être transposable sur d'autres têtes de bassin.

4.2.1 Détermination des tronçons homogènes

Les prospections de terrain se font par tronçons considérés homogènes. Des tronçons ont déjà été définis sur certains bassins français, cependant l'échelle de travail et les objectifs de l'étude demandent une nouvelle découpe.

Les critères de différenciation de ces derniers sont définis en fonction des exigences écologiques de la truite. Un changement marqué de granulométrie est un critère majeur indiquant qu'il est nécessaire d'identifier un nouveau tronçon. Vient ensuite la ripisylve, puisqu'elle permet de maintenir dans le cours d'eau une température assez fraîche. Si la ripisylve devient plus ou moins fournie en un point, il est important de commencer un autre tronçon à ce niveau. Les relevés ne se concentrent donc pas uniquement sur le cours d'eau en tant que tel, mais également sur son environnement proche puisque ce dernier influe directement sur le développement de la truite. En cas de changement important de l'occupation des sols, si l'on passe d'un milieu urbanisé à un contexte forestier par exemple, un nouveau tronçon sera initié. Une rupture de pente peut également être un critère suffisant pour changer de tronçon.

Dans le cas où le cours d'eau étudié est rejoint par un cours d'eau de taille identique ou supérieure à ce dernier, cela signifie que le cours d'eau change de rang, un nouveau tronçon est initié à ce point.

Une modification des autres paramètres de manière individuelle ne sera généralement pas associée à un changement de tronçon. Dans la mesure du possible, les fins de tronçons seront associés à des points physiques, qu'il sera facile de repérer lors d'une seconde visite de terrain, comme des ouvrages.

La détermination des tronçons considérés homogènes prend donc en compte un nombre important de paramètres, ce qui peut sembler la rendre difficile à mettre en œuvre. Néanmoins, il apparaît dans les faits que cette découpe est assez intuitive, de nombreux liens existants entre ces paramètres, leurs modifications surviennent bien souvent au même moment.

4.2.2 Paramètres relevés

Dans un premier temps, des paramètres généraux sont relevés pour chaque tronçon. Dans un second temps, des paramètres liés aux exigences de la truite seront relevés. Ces derniers seront associés à une notation qui permettra de calculer des indices lors de l'analyse des résultats.

Les paramètres relevés ne concernent pas uniquement le cours d'eau en tant que tel mais aussi son environnement proche (berges).

4.2.2.1 Paramètres généraux

Les premières indications sont très générales : date, heure, nom du tronçon, cours d'eau, météo. Ces informations sont utiles afin de traiter au mieux les données en post-terrain. Les autres relevés sont ensuite faits par observation du tronçon.

4.2.2.1.1 Dimensions moyennes

Les **dimensions moyennes** du cours d'eau sur le tronçon étudié seront d'abord estimées. Cela permettra de caractériser les différents tronçons du réseau hydrologique du BV. Les données suivantes sont concernées :

- largeur moyenne (m) ;
- hauteur moyenne (cm).

4.2.2.1.2 État des berges

Les berges seront également décrites. En effet, leur stabilité peut influencer directement les matières en suspension (MES), donc la granulométrie du lit, paramètre important pour la truite. Pour cela, deux mesures seront faites :

- La **hauteur moyenne des berges** sera estimée sur toute la longueur du tronçon ;
- La **pente moyenne des berges** sera évaluée selon les angles décrits dans le tableau 4.

Tableau 4 : Dénomination d'une pente en fonction de l'inclinaison (angle a).

Angle de la pente (a)	Notation
$a < 5^\circ$	Plate
$5^\circ < a < 45^\circ$	Pentue
$a > 45^\circ$	Verticale

4.2.2.1.3 Erosion

L'érosion des berges sera prise en compte, selon le tableau 5.

Tableau 5 : Caractéristiques des différentes classes d'érosion.

Classes d'érosion	Caractéristiques
Faible	Pas de sous-berges, berges plates
Moyenne	Présence de sous-berges, présence ponctuelle de berges verticales
Importante	Berges verticales sur la quasi-totalité du tronçon, méandrage important

L'érosion peut être importante sur un cours d'eau sans pour autant représenter un problème ou un enjeu particulier (la création des méandres par exemple est un phénomène tout à fait naturel). Par conséquent, une précision sera donc apportée lorsqu'une érosion importante est liée à un enjeu fort (habitation proche de la zone érodée, pont...) ou lorsqu'elle est liée à une intervention humaine (création d'un ouvrage entraînant une érosion importante par exemple).

4.2.2.1.4 Occupation du sol

L'**occupation du sol** autour d'un cours d'eau peut avoir un impact important sur la qualité de ce dernier (pollution de l'eau, érosion...), c'est pourquoi elle sera notée en rive droite et gauche pour chacun des tronçons. L'occupation des sols (Tableau 6) sera vérifiée et précisée si besoin par une analyse de photo aérienne après la prospection de terrain.

Tableau 6 : Occupations du sol pouvant être identifiées.

Occupations du sol	Libellé CLC (niveau 1)
Cultures	Territoires agricoles
Prairies	Territoires agricoles
Forêts	Forêts et milieux semi-naturels
Zones humides	Zones humides
Zones urbaines	Territoires artificialisés

4.2.2.1.5 Faciès d'écoulement

Les cours d'eau sont constitués d'une succession de **faciès d'écoulement** définis majoritairement par la hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement et le substrat. Ce sont ces critères discriminants qui sont utilisés dans la clé de détermination réalisée par J.R. Malavoi et Y. Souchon, qui sera utilisée sur le terrain. Elle est davantage adaptée à de plus grands cours d'eau (largeur >10 m), mais reste applicable sur de petits cours d'eau. Les différents types de faciès existants sont résumés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Différents faciès d'écoulement en fonction de la profondeur.

Faciès d'écoulement	
Profondeur > 60 cm	Profondeur < 30 cm
Chenal lentique	Plat lentique
Fosse de dissipation	Plat courant
Mouille de concavité	Radier
Fosse d'affouillement	Rapide
Chenal lentique	Cascade
	Chute

Seul le faciès majoritaire sur le tronçon sera noté.

4.2.2.2 Paramètres dépendant des exigences de la truite

Afin de pouvoir analyser de façon globale les données relevées sur le terrain, deux indices seront calculés : la **capacité d'accueil (CA)** et la **capacité de recrutement (CR)** de la rivière vis-à-vis de la truite fario. La capacité d'accueil reflète la capacité du milieu à accueillir des populations adultes de truites. La capacité de recrutement représente la capacité du milieu à accueillir les truites au moment de la reproduction, puis leurs alevins. Ces indices sont théoriques, c'est-à-dire qu'ils permettent d'identifier les tronçons qui sont, en théorie, plus ou moins propices au développement de populations de truites et ceux plus ou moins propices à leur reproduction. Ils sont sans unité et leur calcul a été choisi suivant les besoins de cette étude. Ils sont calculés en fonction de différents paramètres relevés sur le terrain, et ne reflètent pas le nombre de truites réellement présentes dans ces milieux.

4.2.2.2.1 Granulométrie

Pour sa reproduction, la truite doit trouver des zones propices au dépôt de ses œufs. Ces zones sont appelées frayères et ont une structure bien précise (Figure 11).



L'un des paramètres les plus importants des frayères est la **granulométrie**. Les différentes classes granulométriques utilisées se basent sur l'échelle définie par C.K. Wentworth en 1922 puis modifiée par J.R. Malavoi et Y. Souchon en 1989 (MALAVOI, J.R., SOUCHON, Y., 2002) (Tableau 8).

Figure 11 : Truite fario sur frayère. Source : AAPPMA La Dourbie, 2014.

Tableau 8 : Classes granulométriques. Source : Malavoi & Souchon, 2002.

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en cm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Rochers	> 102,4	R
Blocs	25,6-102,4	B
Pierres	6,4-25,6	P
Galets	1,6-6,4	GL
Graviers	0,2-1,6	GR
Sables	0,00625-0,2	S
Limons et argiles	<0,00625	LA

Les avis divergent dans la littérature en ce qui concerne la granulométrie optimale pour la reproduction de la truite. La fourchette retenue sera une granulométrie comprise entre 0,5 et 2 cm. Il sera donc considéré que les substrats optimaux pour les frayères sont les *petits galets et graviers*.

Dans un premier temps, le substrat majoritaire sera noté. Dans un deuxième temps, la **surface à granulométrie favorable (SGF)** sera quantifiée. Il est estimé que la truite a besoin, pour se reproduire, d'une surface supérieure à 0,04 m² (Ecogea, 2005). La SGF correspond aux zones de surface supérieures à ce seuil et dont les classes granulométriques sont les petits galets ou les graviers, et qui représentent une zone de frai potentielle pour la truite (Figure 11). La représentativité de cette surface sur le tronçon est ensuite traduite par différentes classes traduites dans le tableau 9.

Tableau 9 : Classes de la SGF.

Représentativité de la SGF	% de recouvrement sur la totalité du tronçon	Note attribuée au tronçon
Absente	0	0
Ponctuelle, rares <i>patches</i>	< 10%	1
<i>Patches</i> fréquents	10 – 40%	2
<i>Patches</i> nombreux et rapprochés	> 40%	3

La meilleure note correspond à une note de 3, avec une SGF très présente alors que 0 est la moins bonne note.

L'apport de sédiments dans une rivière dépend de nombreux paramètres comme la topographie, le couvert végétal et les activités humaines. Cependant, lorsque l'apport de sédiments devient trop important, cela entraîne un phénomène de **colmatage**. Ce dernier peut être défini comme le « dépôt de ces particules minérales fines dans la zone benthique et à leur infiltration dans la zone hyporhéique » (DESCLOUX, S., 2014).

Cependant, ce phénomène a un impact important sur la truite fario. Par la modification de la granulométrie du substrat, la probabilité de création de nids par les truites est réduite, mais aussi les chances de survies des œufs et des alevins, qui risquent alors de mourir d'asphyxie. Finalement, cela réduit aussi la diversité des habitats nécessaires à l'accueil des juvéniles (FDAAPPMA27, 2017). Le phénomène de colmatage est un perturbateur majeur de la reproduction de la truite, c'est pourquoi il a été décidé de le prendre en compte dans ce calcul.

Le colmatage sera considéré comme un paramètre binaire (existe/n'existe pas). Afin de le quantifier, le pourcentage des zones identifiées comme SGF touchées par le colmatage sera estimé (Tableau 10).

Tableau 10 : Classes de colmatage et notes associées.

% de SGF atteintes par le colmatage	Appréciation de l'importance du colmatage sur la SGF	Note attribuée au tronçon
<10%	Nul	0
De 10 à 30%	Ponctuel	1
De 30 à 60%	Moyen	2
>60%	Important	3

La note de 0 correspond à une situation favorable, c'est la note maximale. 3 correspond à la plus mauvaise note.

4.2.2.2.2 Diversité des habitats et zones refuges



La truite passe la majorité de son temps immobile, elle a donc besoin, sur son territoire, de zones où le courant ne l'emporte pas au repos. La présence de ces « zones refuges » en quantité suffisante est nécessaire pour ne pas être un facteur limitant de la capacité d'accueil d'un cours d'eau (FDAAPPMA 69, 2010). Ces abris peuvent être de natures très diverses, comme les sous-berges, mais aussi des zones dans le cours d'eau où le courant et l'agitation sont moindres : par exemple la présence d'un bloc peut être un très bon abri pour la truite. Il a donc été décidé de s'intéresser à deux paramètres, qui une fois associés donneront une note « abris » au tronçon.

- Dans un premier temps, la présence de *sous-berges* (Figure 12) sera identifiée selon les classes suivantes du tableau 11.

Figure 12 : Sous-berges. Source : PETITDEMANGE F., 2019.

Tableau 11 : Classes, critères et notes du paramètre sous-berges.

Paramètre	Classe	% de recouvrement sur la totalité du tronçon	Note
Sous-berges	Absentes	< 5%	0
	Présentes	5 à 50%	0,5
	Très présentes	> 50%	1

0 correspond à la plus mauvaise note, 1 est la note maximale.

- Dans un second temps, on s'intéressera à la *diversité des habitats*. En effet, plus ces derniers sont diversifiés, plus le milieu sera favorable à la truite, avec de nombreux endroits « isolés » des forts courants.

Un habitat peut être défini par un couple substrat/vitesse d'écoulement. Plusieurs classes de granulométries et de vitesses ont été définies dans le tableau 12.

Dès lors que ce couple substrat majoritaire/vitesse d'écoulement sera modifié, un nouvel habitat sera considéré.

Tableau 12 : Identification des habitats. Source : PDPG88, 2016.

	Vitesses superficielles (cm/s)	$V \geq 150$	$150 \geq V \geq 75$	$75 \geq V \geq 25$	$25 \geq V \geq 5$	$V < 5$
Supports						
Bryophytes (Mousses aquatiques)						
Spermaphytes immergés						
Éléments organiques grossiers (litière / branchages / racines)						
Sédiments minéraux de grande taille (Pierres-galets entre 2,5 et 10 cm)						
Granulats grossiers (0,25 à 2,5 cm)						
Spermaphytes émergents de la strate basse						
Sédiments fins \pm organiques « vases » $< 0,1$ cm						
Sables et limons $< 0,25$ cm						
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, blocs) > 25 cm						
Algues ou marnes et argiles						

La note dépendra ensuite du nombre d'habitats identifiés (Tableau 13).

Tableau 13 : Classes et notes du paramètre Diversité des habitats.

Paramètre	Nombre d'habitats	Classe	Note
Diversité des habitats	1	Non diversifiés	0
	2 à 3	Moyennement diversifiés	0,5
	> 4	Très diversifiés	1

0 correspond à la plus mauvaise note, 1 est la note maximale.

4.2.2.2.3 Végétation rivulaire

Le développement de la végétation rivulaire sur le tronçon est également pris en compte. En effet, la présence d'une végétation rivulaire arborée est essentielle au développement et au maintien d'une population de truite fario à tous ses stades de développement (MARIDET & SOUCHON, 1995). La première chose à identifier sur le terrain est la nature de la végétation aux alentours du cours d'eau. En effet, deux cas de figure sont distingués :

- La *ripisylve* : dans le cas où la végétation est uniquement présente sur les bords du cours d'eau. Dans ce cas-là la végétation est présente parce que le cours d'eau l'est.
- Le *contexte forestier* : dans le cas où le cours d'eau ne fait « que traverser » une parcelle forestière.

Dans le cas du *contexte forestier*, la notation dépendra de la présence de résineux dans le peuplement (Tableau 14). En effet, les résineux en bord de cours d'eau peuvent avoir un impact négatif sur la conservation de ces derniers (RODIER, G., 2014.). La note maximale est donc attribuée à un peuplement pur de feuillus car ces derniers apportent de l'ombre au ruisseau et structurent les berges. En revanche, en cas de peuplement de résineux, la note minimale est attribuée au tronçon.

Tableau 14 : Classes de notation en fonction de la composition du peuplement.

Composition du peuplement	% de résineux dans le peuplement	Note attribuée au tronçon
Résineux	> 75%	0
Mélange Feuillus/Résineux	De 25 à 75%	1
Feuillus	< 25%	2

0 correspond à la plus mauvaise note, 2 est la note maximale.

En ce qui concerne le cas de figure *ripisylve*, si la végétation arborée se développe de manière trop importante, cela aura pour conséquence de fermer le milieu. Dès lors, les autres strates, arbustives et herbacées, n'auront plus assez de lumière pour se développer. Une ripisylve « trop » dense fermant le milieu aura alors un impact négatif sur ce dernier. Afin de prendre en compte cette notion, une note « ripisylve » sera calculée en deux temps. Le recouvrement arboré sera d'abord estimé, puis celui des strates arbustive et herbacée.

Plusieurs classes associées à des notes sont définies dans le tableau 15. Pour la notation, la meilleure note pour une strate arborée bien développée est de 2, la moins bonne est de 0. Inversement, pour les strates herbacée et arbustive, la meilleure note est de 0, la moins bonne (correspondant à des strates très peu développées), est de 2. Cela permet de soustraire la seconde note à la première et d'obtenir une notation allant de 0 à 2.

Tableau 15 : Classes et note attribuées à la ripisylve.

État de la strate arborée de la ripisylve	% de recouvrement	Note attribuée au tronçon
Importante à très importante	>50%	2
Moyenne	25 à 50%	1
Faible à absente	< 25%	0
État des strates arbustives et herbacées de la ripisylve	% de recouvrement	Note attribuée au tronçon
Développées à très développées	>50%	0
Moyennement présentes	10 à 50%	1
Absentes	< 10%	2

Si la note obtenue après soustraction est inférieure à 0, la note retenue sera 0.

La note maximale, correspondant à une bonne ripisylve sera de 2, alors qu'une ripisylve inexistante ou fermant le milieu aura la note de 0, correspondant à la note la plus basse.

4.2.3 Perturbations pouvant impacter la qualité des cours d'eau

La CA définie précédemment est mise en relation avec la présence de perturbations, qui peuvent être plus ou moins impactantes sur le tronçon associé. Les perturbations relevées sont répertoriées ci-dessous.

4.2.3.1 Prise d'eau et rejet



Les prises d'eau et les rejets (Figure 13 et 14) dans un cours d'eau peuvent être de différentes natures et sont très répandus sur les cours d'eau, principalement dans les zones urbaines. Leur origine peut être très variée : usage de l'eau (arrosage), alimentation d'un étang, eaux de pluie, eaux usagées... Les prises d'eau deviennent problématiques principalement au moment des périodes d'étiage, pendant lesquelles le débit réduit est bien plus impacté par ces dernières. Il en est de même pour une dérivation partielle du cours d'eau, pour laquelle les conséquences sont plus importantes encore.

Figure 13 : Prise d'eau.



L'impact des rejets dépend quant à lui beaucoup de la période (étiage, précipitations importantes...) et de leur nature : à savoir si l'eau rejetée est polluée ou non. Lorsque c'est le cas, le résultat est la contamination du ruisseau, ce qui a un impact sur la plupart des êtres vivants présents.

Cependant, même lorsque l'eau rejetée est de bonne qualité, elle impacte le milieu. En effet, elle a bien souvent une température différente de celle de l'eau circulant librement dans le cours d'eau. Ainsi, un rejet pourra entraîner une augmentation ou une diminution locale de la température, ce à quoi la truite est particulièrement sensible.

Figure 14 : Rejet en zone urbaine.

4.2.3.2 Curage



Le curage d'un cours d'eau est l'action permettant d'extraire et d'exporter les sédiments qui s'y sont accumulés. Cette action est bien souvent réalisée à la pelle mécanique (DDT55, 2016).

Les conséquences sont nombreuses et lourdes pour l'écosystème. La pelle, par son passage, modifie totalement le profil du cours d'eau, lui donnant un profil en U et laissant ses berges à nu. Le cours d'eau est totalement uniformisé sur toute la longueur du curage (plus de fosse, radier etc.).

Figure 15 : Tronçon curé sur le ruisseau du Maprés.

Les habitats sont détruits dans leur totalité, qu'ils se trouvent sur les

berges ou au fond du lit. La diversité d'habitats devient alors nulle, la granulométrie du lit est modifiée dans son ensemble, les frayères potentielles intégralement détruites (DDT55, 2016). Aujourd'hui, cette action est règlementée et doit faire l'objet d'une autorisation préalable au titre de la loi sur l'eau (L.214-3 du code de l'environnement).

4.2.3.3 Piétinement



Le piétinement est un phénomène rencontré dans certaines prairies pâturées, dans lesquelles les agriculteurs ne mettent pas en place de barrière permettant de limiter l'accès du bétail au cours d'eau. Le bétail va alors s'abreuver directement dans le ruisseau, mais il peut aussi s'y rendre pour se rafraîchir, se nourrir...

Figure 16 : Vache buvant sous un pont dans le lit de la Cude.

Malheureusement, ce phénomène est impactant à plusieurs échelles pour le cours d'eau. La plus apparente est la banalisation des habitats (Figure 16 et 17) avec une déstabilisation des berges, provoquée par la diminution, voir la disparition, de leur végétation. Cela entrainera ensuite la perte d'un grand nombre d'habitats mais aussi des zones ombragées. L'érosion étant grandement accentuée par la présence des bêtes, les frayères risquent de s'en trouver rapidement colmatées, ce qui met alors en péril la reproduction des poissons. A cela vient s'ajouter les déjections du bétail, qui ne fait pas que s'abreuver dans le lit du ruisseau. Cela peut aussi avoir de graves impacts si le piétinement intervient après la période de frai. Or la végétation n'est plus en place pour jouer son rôle de filtre, une contamination des eaux de surface se met alors rapidement en place.

Seul le piétinement dû au bétail sera cartographié, le piétinement lié au gibier ne sera pas relevé car indépendant des actions de l'homme.

Figure 17 : Zone de piétinement sur les berges du ruisseau des Bolés

4.2.3.4 Pessières



Les forêts sont très présentes sur le BVF, et plus particulièrement les plantations d'épicéas (*Picea abies*). Ces peuplements ont de nombreuses incidences sur leur environnement, et notamment sur le cours d'eau. Ce dernier sera impacté sur plusieurs plans : biologique, hydromorphologie et physico-chimique. Ces impacts étant bien souvent liés les uns aux autres.

Sur le plan de la biologie, la diversité des espèces présentes va être modifiée par la nature du peuplement. En effet, par leur densité et leur régularité, les peuplements de résineux empêchent quasiment la totalité de la luminosité d'atteindre le sol. Sans lumière, les végétaux des strates inférieures finissent par mourir et disparaître, laissant un sol nu bien plus exposé à l'érosion. Ainsi, plus le couvert est dense moins la diversité végétale sera élevée (MORET, n.d.).

Figure 18 : Pessière en bord de ruisseau.

Il en est de même pour les espèces animales, qui verront elles aussi leur habitat subir de grands changements. Une étude hydrobiologique menée sur la rivière la Plaine a montré des moyennes en nombre d'individus quatre fois supérieures dans des tronçons de feuillus par rapport à celles des tronçons résineux (MORET, n.d.).

Sur le plan de l'hydromorphologie, il a été noté un élargissement et une incision des cours d'eau entourés de plantation d'épicéas. Deux raisons étroitement liées à ces peuplements peuvent expliquer ce phénomène. L'absence de végétaux au sol l'explique en partie. A cela s'ajoute un système racinaire superficiel, rendant encore un peu plus vulnérables les berges à l'érosion (Figure 18), notamment en période de crues (AFB, 2017). Les arbres instables s'effondrent alors souvent, entraînant la formation d'embâcles importants, perturbant la continuité écologique.

A son tour, cette érosion, induite par l'exploitation forestière, va avoir un impact non négligeable sur le cours d'eau. Elle entraîne, dans ce dernier, une quantité plus ou moins importante de matière minérale et organique qui causera à son tour le colmatage (AFB, 2017) de nombreuses zones d'abris ou de reproduction pour la truite.

Ainsi, une pessière aura de nombreux impacts négatifs pour ce poisson : perte de zones refuge, perte de zones de frayères, perte de diversité du milieu et de nourriture, banalisation des fonds et uniformisation des écoulements. Une étude, réalisée dans les Vosges, a pu confirmer cet impact, avec des densités moyennes passant de 25 individus/100 m² sous les feuillus et 10 individus/100 m² sous les résineux (MORET, n.d.).

4.2.3.5 Embâcles

Un embâcle est un obstacle se formant dans le lit mineur, par accumulation de débris (végétaux au départ, auxquels viennent bien souvent s'ajouter d'autres déchets (AERM, 2000)) (Figure 19).



La difficulté dans la gestion des embâcles est d'identifier ceux qui sont problématiques de ceux qui ne le sont pas. En effet, ils peuvent également avoir des impacts positifs sur les cours d'eau. Ils peuvent mener à une diversification physique du milieu et ainsi augmenter la diversité des habitats. Ils ont aussi un rôle de piège et de structure de rétention pour les particules détritiques dérivantes (feuilles, tiges, troncs...) favorable pour le développement des invertébrés (AERM, 2000). De la même façon, ce sont des lieux de vie favorables pour la faune (sites de nourriture, de ponte...). Enfin les embâcles peuvent avoir un rôle très important en période de crues, pendant lesquelles ils ralentissent le courant, limitant alors l'érosion des berges (AERM, 2000).

Figure 19 : Embâcle sur le ruisseau du Droit-lit.

Néanmoins, pendant ces mêmes crues, les embâcles peuvent être un élément problématique, puisqu'en réduisant la section d'écoulement, certains favorisent les risques de débordement (AERM, 2000). De même, leur rôle filtrant évoqué plus haut peut mener à un lissage des écoulements, entraînant une banalisation des biotopes (AERM, 2000). Ils peuvent également être responsables de l'envoie de zone de frayères, diminuant les surfaces favorables à la reproduction de la truite.

Enfin, les embâcles peuvent s'avérer être des obstacles à la continuité écologique, empêchant alors la remontée des truites dans le BV. C'est sur ce dernier critère que cette étude s'est appuyée : un embâcle est considéré comme gênant lorsqu'il présente un obstacle à la continuité écologique pour la truite. Il aura alors un impact sur le milieu dans son ensemble (modification de la granulométrie, suppression de zones d'abris ou de sous-berges...). C'est seulement ceux entravant la continuité écologique qui ont été relevés lors de cette étude, ces derniers ayant un impact négatif.

4.2.3.6 Synthèse des perturbations relevées

Ces perturbations seront relevées et cartographiées. Elles interviendront aussi dans le calcul de la capacité d'accueil et seront notées comme explicité dans le tableau 16.

Tableau 16 : Listes des perturbations et de leur coefficient associé.

Type de perturbation	Note		Seuil d'intensité
	P	TP	
Déchets	0.25	0.5	> 1/300m
Curage	-	0.5	-
Évacuation piste forestière	0.25	0.5	> 1/100m
Piétinement	0.25	0.5	>1/300m
Protection de berges	0.25	0.5	>1/300m
Prise d'eau	0.25	0.5	> 1/200 m
Rejet	0.25	0.5	> 1/200 m
Dérivation	-	0.5	-
Pessière	0.25	0.5	> 1/400m
Passage à gué	0.25	0.5	> 1/300m
Embâcle	0.25	0.5	> 1/200

L'intensité de la perturbation sera également prise en compte. Pour cela, deux classes sont créées pour chaque perturbation (Tableau 16) : Présente (P) et Très Présente (TP). Une perturbation très présente aura une note de 0.5 alors qu'une perturbation peu présente sera notée 0.25. Le critère de notation est adapté à chacune des perturbations.

Afin d'obtenir une note perturbation finale, il suffit ensuite de sommer les notes des perturbations rencontrées sur le tronçon. Chacune d'elles sera notée sur la fiche tronçon correspondante, cartographiée (prise de points GPS) et photographiée. Une note perturbation élevée reflète donc un tronçon perturbé, une note de 0 au contraire correspond à un tronçon très peu modifié (sans prendre en compte les ouvrages).

4.2.4 Synthèse des paramètres relevés

Le tableau 17 synthétise les paramètres relevés en fonction des exigences écologiques de la truite. La fiche de relevé de terrain se trouve en annexe 1.

Tableau 17 : Synthèse des paramètres relevés.

Exigences écologiques de la truite	Paramètres relevés
Reproduction sur des frayères à faible granulométrie particulière	Granulométrie
	SGF
	Colmatage
Nécessité de « zones de repos » mais aussi de « zones de chasse »	Sous-berges
	Diversité des habitats
	Embâcles
Sensibilité importante à la température de l'eau	Végétation rivulaire
	Rejet et prise d'eau
Nécessité de migration pour la reproduction	Embâcles
	Ouvrages

4.2.5 Calculs des indices

Grâce aux différents paramètres relevés, les deux indices "capacité d'accueil" et "capacité de recrutement" sont calculés.

4.2.5.1 Capacité d'accueil

L'objectif du calcul de cet indice est d'identifier des zones particulièrement propices au développement des populations de truite fario. En effet, plusieurs paramètres sont représentatifs de leur habitat privilégié et influencent donc le développement des truites dans les rivières. Le calcul de capacité d'accueil prendra certains en compte. Le calcul final de l'indice de potentialité d'accueil est résumé dans la figure 20.

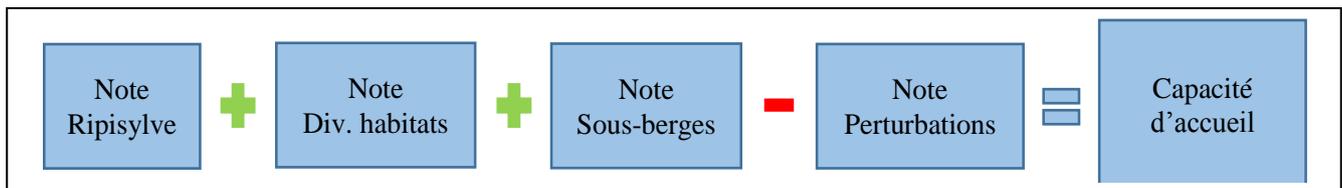


Figure 20 : Calcul de l'indice Capacité d'accueil.

Les indices ainsi obtenus peuvent atteindre la note de 4, qui sera donc associée à la meilleure potentialité d'accueil. On obtient ensuite 4 classes pour le potentiel d'accueil (Figure 21).

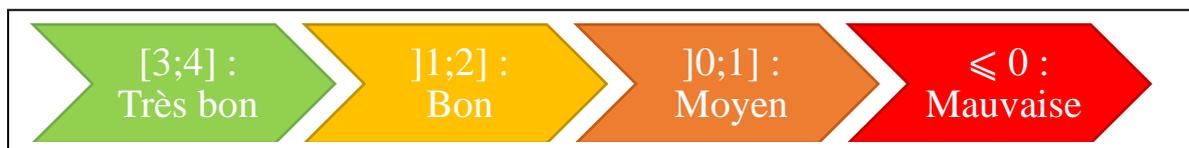


Figure 21 : Classes de notes des capacités d'accueil.

4.2.5.2 Capacité de recrutement

Seuls deux paramètres rentreront en compte dans le calcul de l'indice du potentiel de reproduction des tronçons : la SGF et le colmatage. Le calcul à réaliser est résumé en figure 22.

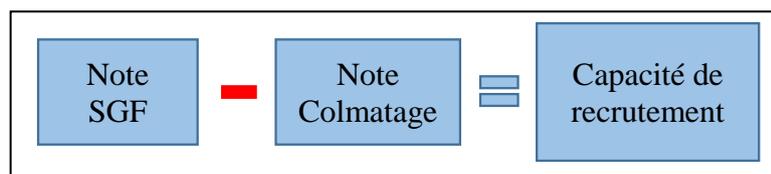


Figure 22 : Calcul de l'indice Capacité de recrutement.

Pour cet indice, la note maximale pouvant être obtenue est de 3. De la même façon que pour la potentialité d'accueil, 4 classes sont créées (Figure 23).

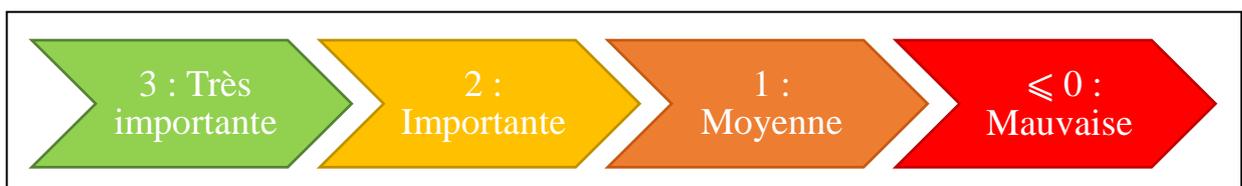


Figure 23 : Classes de notes des capacités de recrutement.

4.2.5.3 Indice théorique de fonctionnalité du milieu

Afin de pouvoir analyser plus facilement les résultats, un indice théorique de fonctionnalité du milieu est ensuite calculé à partir de ces deux résultats. Les capacités d'accueil et de recrutement sont croisées selon le tableau 18. Quatre classes sont obtenues, synthétisant les indices de ces capacités.

Cet indice final est encore une fois théorique, il ne reflète pas les individus réellement présents dans chaque tronçon. Il permettra de comparer entre eux les différents tronçons et la qualité de leur milieu.

Tableau 18 : Calcul de l'indice de fonctionnalité du milieu.

		Capacité d'accueil			
		Mauvaise	Moyenne	Importante	Très importante
Capacité de recrutement	Mauvaise	Milieu peu favorable pour la truite		Milieu favorable pour le développement mais pas pour la reproduction des truites	
	Moyenne				
	Importante	Milieu favorable pour la reproduction mais pas pour le développement des truites		Milieu très favorable à la truite	
	Très importante				

4.2.6 Les ouvrages hydrauliques

Afin d'étudier la continuité écologique des cours d'eau, il est indispensable d'étudier les ouvrages, naturels et artificiels, rencontrés. Des fiches ouvrages sont donc réalisées en parallèle des fiches tronçons. Pour chacun des ouvrages rencontré sur le linéaire, le niveau de franchissabilité est évalué. La franchissabilité des obstacles est considérée uniquement pour la truite commune. Le protocole permettant sa détermination est inspiré de la méthode ICE, méthode utilisée nationalement. Malheureusement, cette méthode étant chronophage et cette étude n'étant que la phase diagnostic de ce projet, elle est uniquement estimée. Le protocole ICE sera, quant à lui, réalisé en cas de décision de modifications d'ouvrages. Les relevés réalisés sont donc incomplets et ne pourront être ajoutés aux bases de données nationales, néanmoins chaque ouvrage étant cartographié, cela facilitera grandement le travail qui suivra cette étude.

Plusieurs grands types d'ouvrages existent.

4.2.6.1 Les seuils

Deux types de seuils ont été identifiés : les seuils verticaux et les seuils inclinés. En effet, en fonction de la pente du seuil, la truite pourra le franchir soit en sautant si elle n'a pas le choix, soit en nageant. Des études ont montré que l'inclinaison limite du seuil pouvait raisonnablement être fixée à 150° (ONEMA, 2014). Les critères définissant la franchissabilité du seuil ne sont donc pas les mêmes pour ces deux catégories.

La hauteur (H), la longueur (L), la hauteur de chute (Hc) et la profondeur de la fosse (Hf) sont mesurées pour chacun de ces ouvrages (Figure 24).

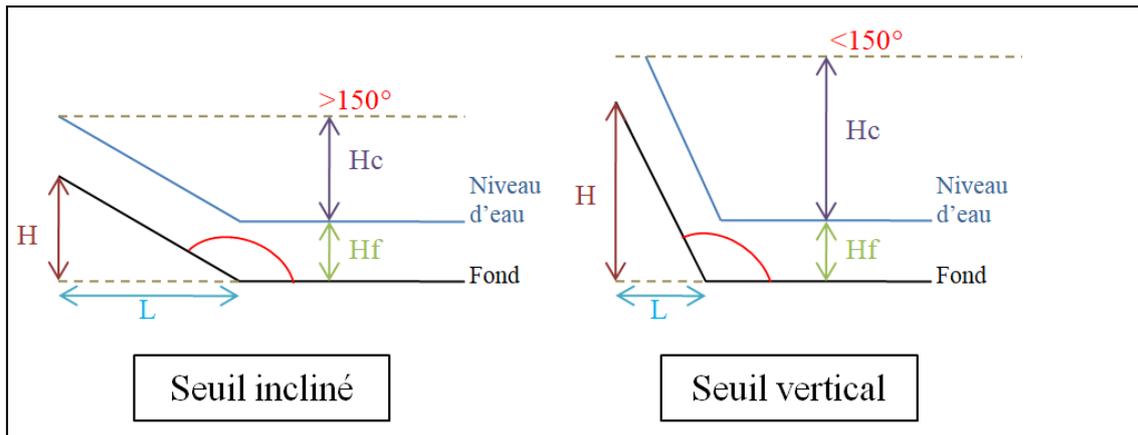


Figure 24 : Modalité de mesures des seuils inclinés et verticaux.

4.2.6.2 Les buses

Elles sont généralement utilisées pour le passage d'une route ou d'un chemin. Elles réduisent, de par leur forme cylindrique, de manière brutale, la largeur du cours d'eau. De ce fait, la vitesse de l'eau est fortement accélérée (de 3 m.s^{-1} à 4 m.s^{-1}), le tirant d'eau peut en être fortement réduit et donc limitant pour la truite. A cela s'ajoute une très faible rugosité des buses, les vitesses augmentent d'autant plus rapidement tout au long de l'ouvrage, ne laissant aucune zone de repos à la truite, qui devrait alors la traverser d'une traite.

Tout cela ne prend pas encore en compte les chutes souvent présentes à l'aval des buses, régulièrement positionnées trop haut, et pour lesquelles la vitesse de l'eau sortant entraîne une forte érosion, creusant encore davantage la hauteur de chute.

Comme pour les seuils, la hauteur de chute et la profondeur de la fosse sont mesurées. Le diamètre (D) et la longueur (L) de la buse sont également notés (Figure 25).

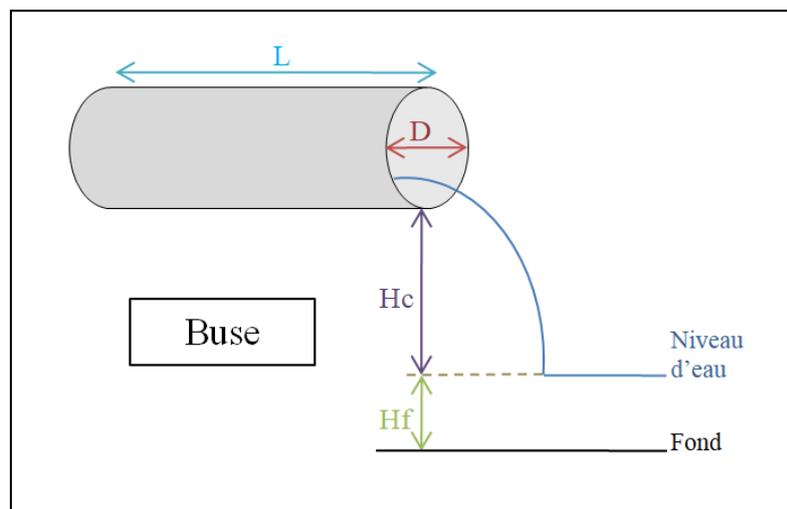


Figure 25 : Modalité de mesures des buses.

4.2.6.3 Les ponts

Comme les buses ils sont utilisés pour le passage des chemins ou des routes. Ils peuvent mal vieillir et développer des chutes de plus en plus importantes, les rendant infranchissables avec le temps. De même, un pont mal positionné sera infranchissable. Les mêmes relevés que pour les précédents ouvrages seront faits (Figure 26).

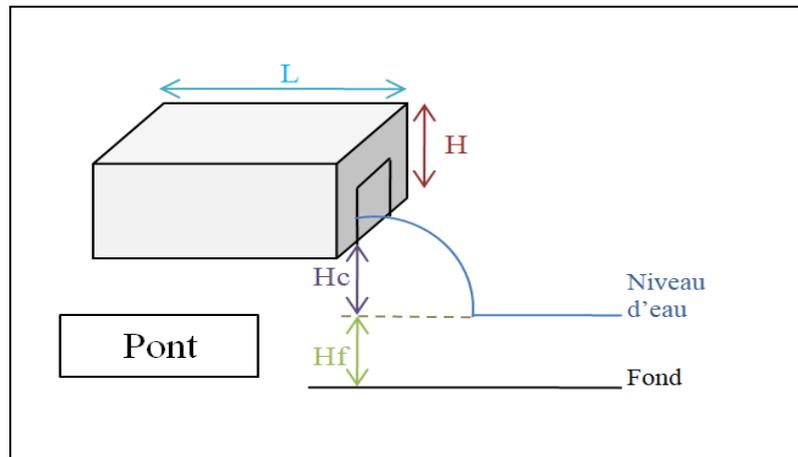


Figure 26 : Modalité de mesures des ponts.

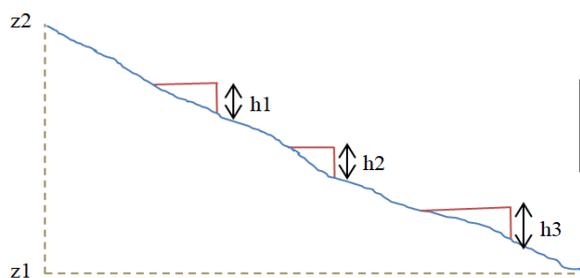
4.2.6.4 Paramètres généraux

Après avoir relevé les dimensions des ouvrages, des données qui serviront à l'analyse et à la mise en place d'un plan d'action seront relevées. Ces dernières concernent notamment l'usage initial et actuel de l'ouvrage, son état, sa nature... Finalement, les coordonnées GPS de l'ouvrage seront notées et il sera photographié.

Les obstacles naturels qui entravent la continuité écologique, seront cartographiés et photographiés. Si ces ouvrages naturels ne sont pas plus détaillés, c'est que le plan d'action ne proposera pas de mesures pour ces derniers, puisque le but de cette étude n'est pas l'artificialisation du milieu mais bien la restauration.

4.2.6.5 Taux d'étagement

Le taux d'étagement, qui permet d'évaluer le niveau de fragmentation et d'artificialisation des cours d'eau, ainsi que le linéaire décloisonné par ouvrage, sont ensuite calculés par cours d'eau selon le calcul suivant (Figure 27).



$$\text{Taux d'étagement} = \frac{\sum h}{z2 - z1} = \frac{\text{Somme des chutes artificielles}}{\text{Dénivellation naturelle}}$$

Figure 27 : Calcul du taux d'étagement.

5 RESULTATS

5.1 PARAMETRES RELEVES

5.1.1 Linéaire prospecté et tronçons définis

Un linéaire total de 132,4 km a été prospecté, sur lesquels 224 tronçons ont été identifiés. Sur chacun de ces tronçons, différents paramètres ont été relevés.

Les tronçons mesurent en moyenne 575m mais leur longueur peut varier de manière importante (Figure 28).

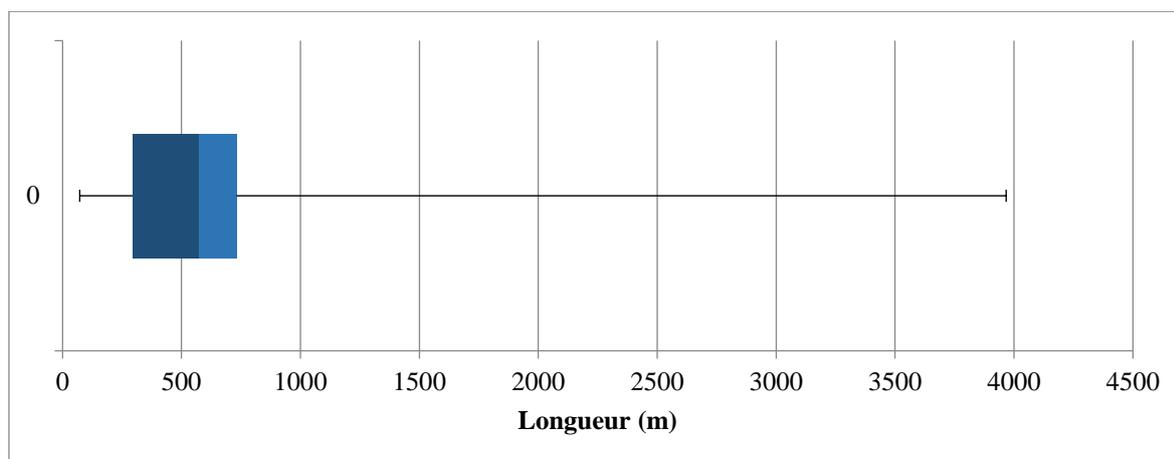


Figure 28: Longueur des tronçons relevés.

L'un des plus courts tronçons a peine 96 m (ma3), alors que le plus long mesure 3,9 km (bl3). Ces différences s'expliquent par les variations de paysage. Le plus court ayant subi un curage, il a été nécessaire de changer de tronçon dès la fin du linéaire curé. Les plus longs se situent généralement dans de larges zones de forêts de résineux, où les perturbations et les variations de morphologie sont moins importantes. Leur largeur moyenne est de 1,2 m et varie de 20 cm à 6 m. Les tronçons les plus larges se trouvent à l'aval du BVF et les moins larges à l'amont.

5.1.2 Occupation des sols

L'occupation des sols a été relevée sur une bande latérale de quelques dizaines de mètres de façon à percevoir la nature environnante des cours d'eau (Annexe cartographique 5). 5 types d'occupations des sols ont ainsi été identifiés :

- zones urbaines ;
- cultures ;
- prairies ;
- prairies abandonnées ;
- forêts.

Les prairies abandonnées relevées sur le terrain sont des zones de régénération avec des individus très jeunes, elles ne peuvent donc pas encore être considérées comme des forêts.

Les zones de prairies et de zones urbaines sont quasiment équivalentes sur le BVF avec respectivement 21,2 et 20,7 km de linéaire (29 et 41 tronçons). Les prairies se concentrent principalement sur deux zones : l'aval du Bleu et du sous-bassin de la Morte. Les zones urbaines sont cantonnées aux villages du BVF. Parmi les plus importantes se trouvent Lubine, Lusse, Ban-de-Laveline ou encore Provenchères-sur-Fave.

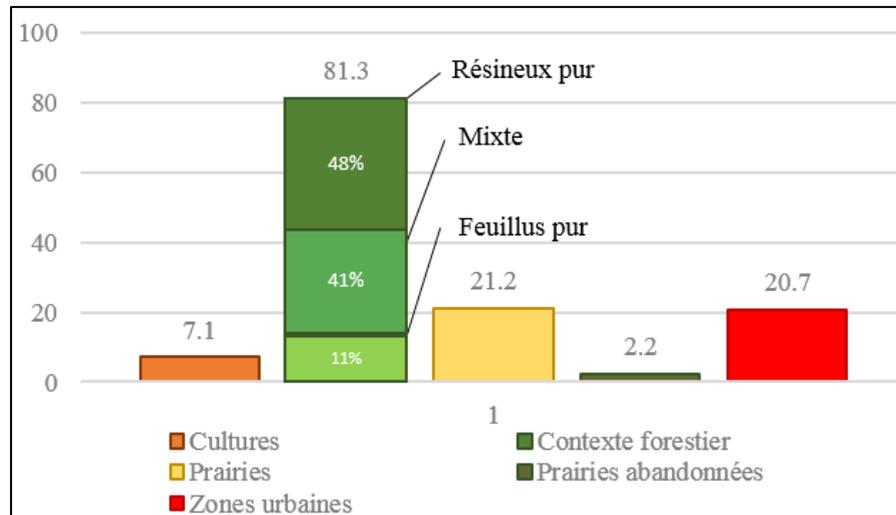


Figure 29 : Linéaire en kilomètres (km) des différentes occupations du sol.

Les cultures (maïs, blé...) sont encore moins présentes avec seulement 7.1 km relevés, soit 9 tronçons. Ces parcelles sont principalement situées sur la partie médiane du BVF, préférentiellement sur la partie aval des sous affluents, comme sur les ruisseaux Petite Fosse ou du Pain. Enfin, les prairies abandonnées sont rares puisqu'elles ne représentent que 2,2 km (4 tronçons) sur les 132 km parcourus.

Les prospections de terrains ont confirmé que le BVF est un territoire très forestier, comme le montre la figure 28 avec plus de 80 km de cours d'eau concernés. Cela représente 62% du linéaire total parcouru et 139 tronçons.

En fonction de la composition spécifique des peuplements, l'impact sur les cours d'eau peut être radicalement différent.

Trois grands types de contextes forestiers ont été analysés :

- peuplement pur de feuillus ;
- peuplement pur de résineux ;
- peuplement mixte.

Un peuplement a été considéré comme pur lorsque les feuillus ou les résineux couvraient plus de 75% du sol.

Les peuplements de résineux et mixtes dominent le territoire (Figure 29). Les peuplements purs de résineux ont été relevés sur 36 km. Les forêts mixtes, un peu moins présentes, couvrent 30,4 km. Les peuplements de feuillus sont beaucoup plus rares sur le bassin et ne couvrent que 7,8 km de cours d'eau.

Le BVF révèle un important caractère forestier. Les développements des différents boisements sont perceptibles dès 500 m d'altitude. Plus l'altitude augmente et plus les feuillus se font rares. La population locale et les différentes activités qui en découlent (hors exploitation forestière) s'articulent autour de 3 grands axes hydrauliques : la Fave, la Morte et le Bleu.

5.1.3 Ripisylve

Pour faciliter l'exploitation des résultats, la ripisylve n'a pas été prise en compte dans les contextes forestiers. A ce niveau, seule la nature du peuplement a été décrite. Quatre grandes classes ont été identifiées :

- Absente
- Trop dense
- Moyenne
- Bonne à très bonne.

L'annexe cartographique 6 renseigne les données relevées sur la ripisylve. Elle concerne 95 tronçons d'une longueur totale de 58,2 km, les autres tronçons (contexte forestier) ont été grisés pour en faciliter la lecture.

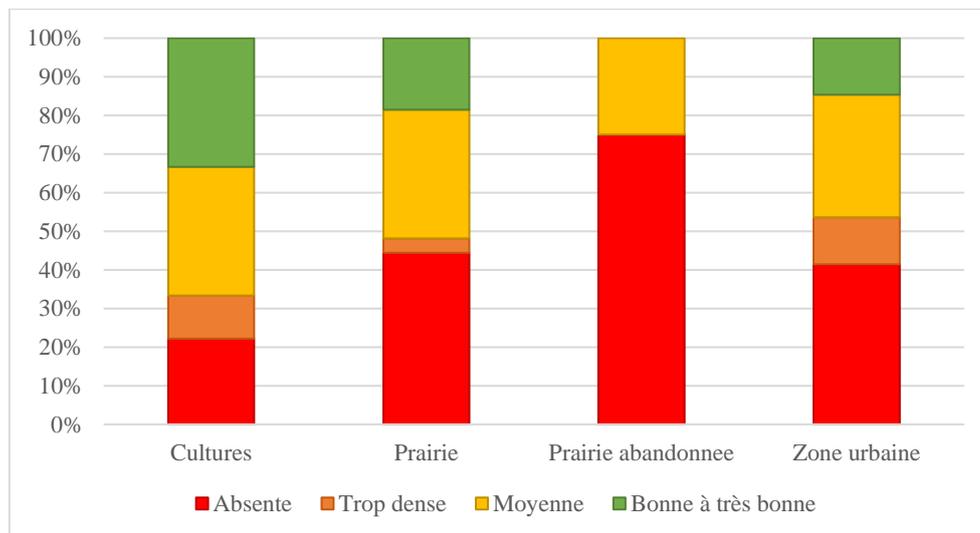


Figure 30 : Etat de la ripisylve en fonction de l'occupation du sol.

La ripisylve est plutôt bien développée sur le BVF (Figure 30), avec 19,4 km de cours d'eau bénéficiant d'une bonne ripisylve. Ces zones sont situées sur le sous-bassin de la Fave, généralement plus à l'aval des cours d'eau étudiés

Néanmoins, il y a tout de même 13.5 km qui ne bénéficient d'aucune ripisylve, ce qui représente une part assez importante de cours d'eau (Figure 31). 20,2 km sont entourés de ripisylve moyenne. Le sous bassin de la Morte concentre les ripisylves peu développées à absentes. Les ripisylves trop denses sont assez rares sur le BVF, puisqu'elles représentent seulement 8% du linéaire non forestier, soit un peu moins de 5 km.

La figure 29 est issue du croisement de l'occupation du sol avec l'état des ripisylves. Il apparaît dans les zones de prairies que la ripisylve est la mieux développée avec plus de 30% de bonne à très bonne ripisylve. Seulement 20% du linéaire ne bénéficie d'aucune ripisylve. C'est un point important puisque de nombreux intrants sont généralement utilisés dans les cultures, qui parviennent

directement dans les cours d'eau en cas de ripisylve absente. Dans le cas où elle est présente, elle joue un rôle de filtre, qui permet de limiter fortement la contamination des cours d'eau.

Dans les zones urbaines, la ripisylve est variable, avec plus de 40% de linéaire où elle est absente. Cela peut s'expliquer par l'artificialisation régulière des environs des cours d'eau dans ces zones, avec par exemple des protections de berges, la création de sentiers ou de routes qui ne laissent plus de place à la végétation rivulaire.

Le pourcentage de ripisylve absente dépasse 45% lorsque le cours d'eau est entouré de prairies. A contrario les ripisylves trop denses y sont particulièrement rares. Cette absence de ripisylve peut être liée à une absence de protection du cours d'eau, cas de figure souvent rencontré sur le BVF. En comparant avec ces données la figure 30, on constate que l'aval du Bleu, entouré par des prairies, est une exception et a une ripisylve particulièrement bien développée.

Les cours d'eau du sous-bassin de la Fave bénéficient de ripisylves assez bien développées, principalement dans sa partie Est à l'aval des cours d'eau. A contrario, le sous-bassin de la Morte se distingue par des ripisylves peu développées.

5.1.4 Piétinement

La perturbation du piétinement a été relevée sur le territoire. L'intensité de la pression exercée sur chaque tronçon a ensuite été quantifiée en fonction de la longueur du tronçon et du nombre de points « piétinement » sur celui-ci. L'annexe cartographique 7 présente l'intensité de cette pression sur chaque tronçon.

La pression de piétinement par le bétail est assez faible sur le BVF, avec 182 tronçons soit 95,6 km non impactés, 28 tronçons (30 km) qui le sont et seulement 13 (6 km) de façon très importante.

Les zones affectées correspondent majoritairement aux zones de prairies observées sur la carte 27. Certains ruisseaux concentrent un linéaire important de tronçons impactés. Parmi eux : le Bleu, les Petites Fosses, Goutte Morel, la Cude et le linéaire principal et Basse de la Grande Goutte.

Le piétinement peut être dû à une absence de clôture, ce qui était souvent le cas sur le BVF. Dans certains cas, le cours d'eau était protégé par une clôture qui changeait de berge afin de laisser le bétail s'abreuver. Le linéaire de prairies non clôturées est estimé à 25 km.

5.1.5 Surfaces à granulométrie favorable

Les SGF correspondent à des zones où la granulométrie est favorable (entre 0,5 et 2 cm) à la reproduction de la truite et de surface minimum 25*25 cm². A l'échelle d'un tronçon le taux de recouvrement de ces zones a été considéré. Quatre classes ont ainsi été créées :

- Absente ;
- Moyenne (Ponctuelle, rares patches) ;
- Importante (Patches fréquents) ;
- Très importante (Patches nombreux et rapprochés).

La classe des différents tronçons du BVF est cartographiée en annexe cartographique 8.

Les SGF sont réparties de manière assez uniforme sur le territoire. 26 km de linéaire ont été classés avec une SGF très importante et 54 km une importante, pour un total de 137 tronçons et 80 km, soit 60% du linéaire total. Les zones très favorables se situent plutôt à l'amont des cours d'eau, même si certains cours d'eau comme le ruisseau du Pain ou de la Grande Goutte sont très favorables à leur confluence avec la Fave.

Certains tronçons n'ont pas du tout de SGF, mais ils ne représentent que 6 km. Les 46 km restants ont peu de zones favorables à la reproduction de la truite.

Le BVF est riche en SGF, qui sont globalement situées à l'amont des cours d'eau.

5.1.6 Colmatage

Le colmatage a été considéré comme un paramètre binaire et n'a été étudié que sur les SGF. Il a ensuite été généralisé à l'ensemble du tronçon en fonction du nombre de SGF qu'il impactait. L'annexe cartographique 9 traduit l'importance de ce phénomène sur le BVF.

Il apparaît que le colmatage est assez faible sur l'ensemble du BVF avec seulement 5% du linéaire, soit 6 km fortement touchés. 16 km (12%) sont touchés. Ces zones se situent exclusivement sur la partie Nord du BVF (au Nord de la Fave).

A l'inverse, la partie Sud concentre davantage les zones faiblement à non impactées. Ces zones représentent respectivement 51 et 60 km du linéaire. Certains ruisseaux comme celui de Sainte-Catherine sont perturbés sur la quasi-totalité de leur linéaire.

Le colmatage peut avoir de nombreuses origines, comme des perturbations à l'amont du tronçon, ou, comme semble le montrer la carte sur le BVF, une origine géologique liée aux pratiques sylvicoles.

Le colmatage délimite deux zones distinctes sur le BVF : des ruisseaux très peu colmatés au Sud de la Fave et des ruisseaux fortement colmatés au Nord. Une première hypothèse peut être liée à la géologie du bassin, totalement différente du Nord au Sud.

5.2 INDICES CALCULES

5.2.1 Capacité d'accueil

La CA a été calculée pour chaque tronçon à partir des paramètres suivants : la présence de sous-berges, la diversité des habitats, la végétation rivulaire et la présence de perturbations. La CA de chaque tronçon est cartographiée sur l'annexe cartographique 10.

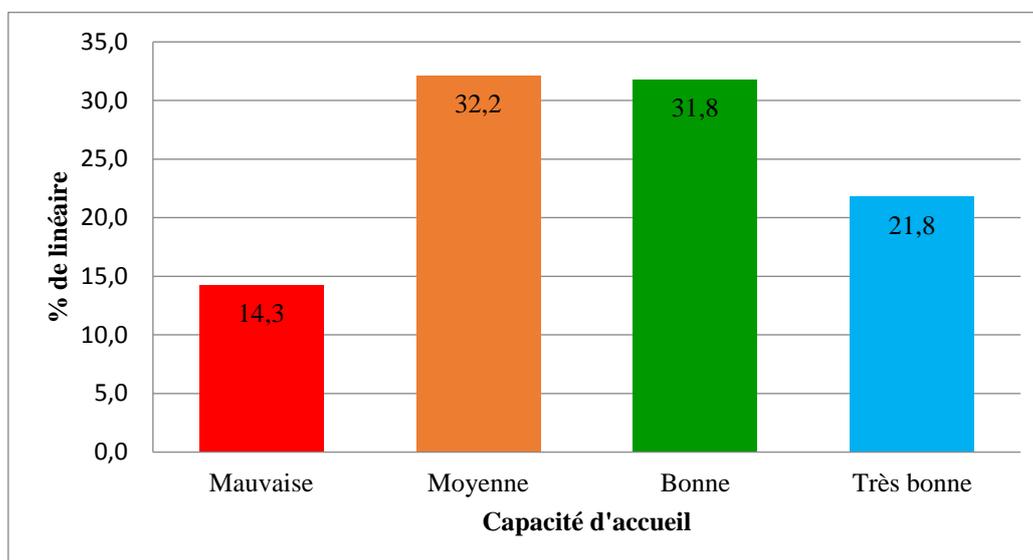


Figure 31 : Linéaire en pourcentages des différentes CA sur le BVF.

La capacité d'accueil est assez bonne sur le BVF avec 29 et 43 km de linéaire identifiés comme ayant respectivement une très bonne et bonne CA (Figure 31). Ces deux classes comptabilisent 54% du linéaire prospecté et se situent à l'aval des cours d'eau. Certains cours d'eau se distinguent, comme le Bleu ou Sainte-Catherine qui ont de très bonnes CA sur leur linéaire principal.

32% (42,8 km) du linéaire a été classé en CA moyenne et 14% (19 km) seulement en ont une mauvaise. Ces zones se concentrent plutôt à l'amont des cours d'eau. Ici aussi certains cours d'eau se distinguent, comme le Basse de la Grande Goutte ou le Droit-Lit, qui semblent tout deux avoir de très basses CA.

La CA du BVF est globalement assez bonne, avec des zones plus favorables à l'aval des cours d'eau; certains d'entre eux se distinguent (positivement ou négativement) sans répartition géographique particulière.

5.2.2 Capacité de recrutement

La capacité de recrutement a été calculée à partir des SGF et du colmatage. Les résultats sont cartographiés sur l'annexe cartographique 11.

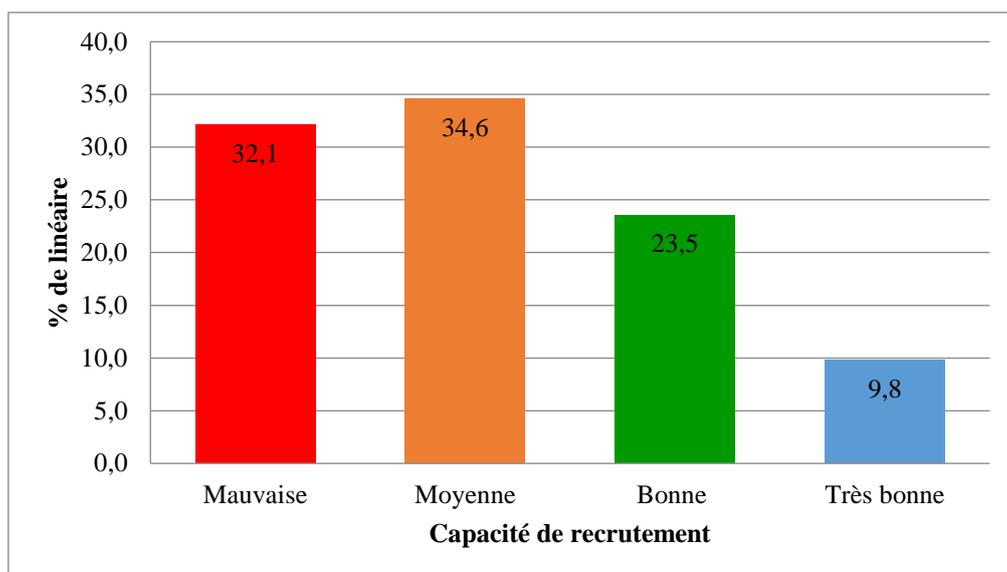


Figure 32 : Linéaire en pourcentages des différentes capacités de recrutement du BVF.

Les SGF représentent 60% du linéaire (Figure 32), pourtant seulement 33% ont une CR bonne à très bonne. Cela s'explique par la présence de colmatage sur certaines de ces zones, qui les rendent inadaptées à la reproduction de la truite. 46 km, soit 35% du linéaire, ont été classés en CR moyenne. Le pourcentage est à peine plus faible pour le linéaire avec une mauvaise CR, qui représente 42,7 km de linéaire. Néanmoins, certains cours d'eau, comme la Chèvre, la Jambe de Fer et la Cude, se distinguent par de bonnes CR.

Les zones favorables à la reproduction de la truite (SGF denses et fonctionnelles) se situent principalement à l'amont des cours d'eau et sur leurs petits affluents.

5.2.3 Indice théorique de fonctionnalité du milieu

L'indice de fonctionnalité du milieu a été calculé grâce aux deux indices précédents. Il donne 4 classes, permettant de synthétiser le milieu de chaque tronçon :

- Milieu défavorable pour la truite ;
- Milieu favorable pour la reproduction mais pas pour le développement des truites ;
- Milieu favorable pour le développement mais pas pour la reproduction des truites ;
- Milieu très favorable à la truite.

L'annexe cartographique 12 synthétise ces résultats.

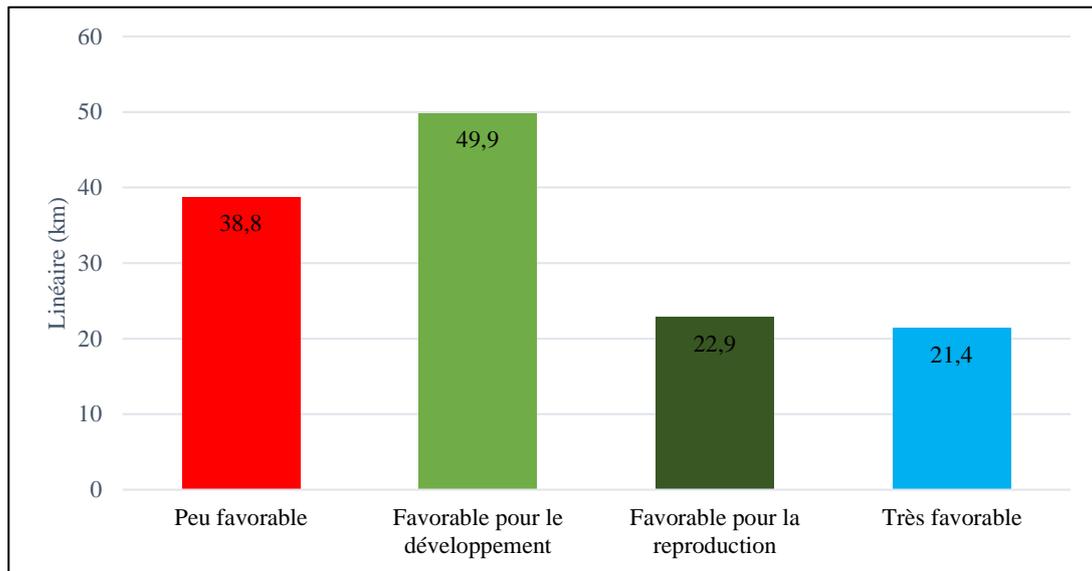


Figure 33 : Linéaire en km des différents indices de fonctionnalité du milieu vis-à-vis de la truite.

L'ensemble du BVF est assez favorable au développement de populations de truites ; 21.4 km sont très favorables pour cette dernière. 50 le sont uniquement pour son développement et 23 pour sa reproduction. Il y a moins de 40 km de linéaire sur lesquels la truite ne trouvera pas les éléments pour répondre aux besoins de ces deux composantes biologiques. Certains ruisseaux concentrent tout particulièrement ces zones, comme Dirangoutte et le Basse de la Grande Goutte, qui ne sont théoriquement pas adaptés à la croissance des truites. Le ruisseau de la Jambe de Fer, au contraire, y semble très favorable.

Il n'est pas nécessaire, pour la truite, que chaque tronçon d'un cours d'eau soit favorable à la fois à son stade de développement et à son stade de reproduction. Par exemple, le ruisseau du Bleu, qui est favorable à son développement à l'aval et à sa reproduction à l'amont correspond parfaitement au cycle biologique de la truite : migration vers l'aval d'un cours d'eau pour la reproduction puis dévalaison vers l'amont pour trouver son territoire. Les ruisseaux respectant ce schéma sont assez nombreux : Frappelle, Sainte-Catherine (dont les affluents à l'aval sont également très favorables), Verpelliere et Pré de Raves.

6 OUVRAGES

424 ouvrages ont été relevés sur les affluents de la Fave. Parmi ceux-ci, la majorité sont des ponts et des buses (Figure 34). Leur franchissabilité a été étudiée en fonction de leur nature (Figure 43). Elle a été estimée en fonction des capacités de nage et de sauts de la truite fario.

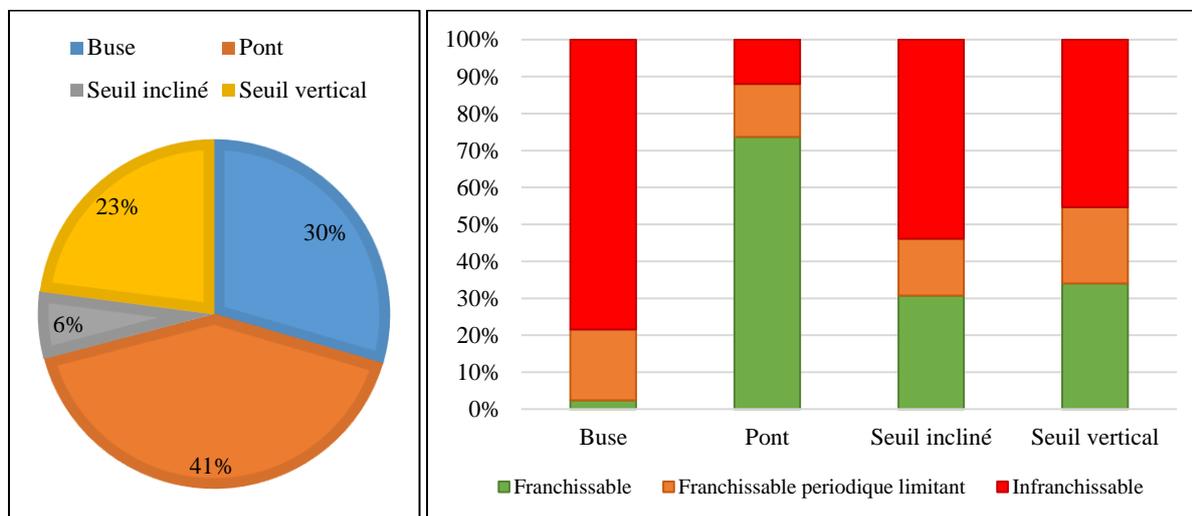
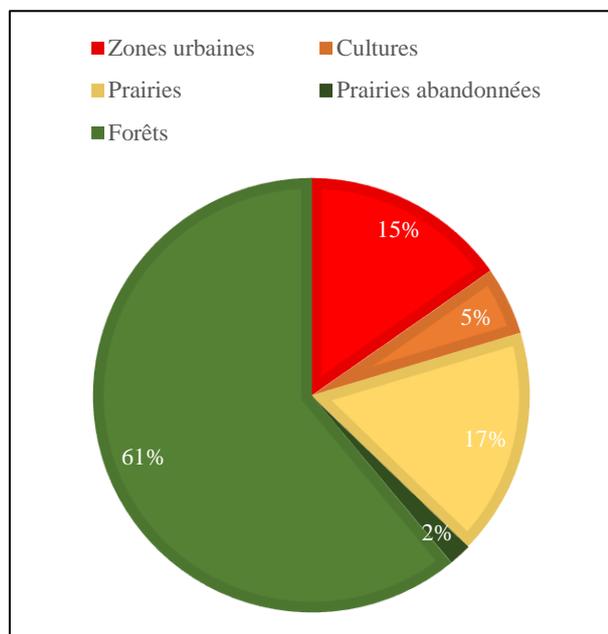


Figure 34 : Part des différents types d'ouvrages sur le BVF.

Figure 35 : Franchissabilité en fonction du type d'ouvrages.

6.1.1 Les buses

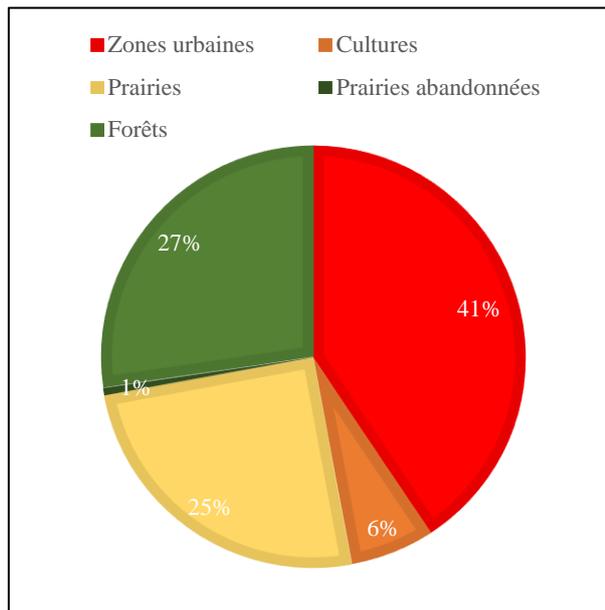


125 buses ont été relevées sur l'ensemble du BVF (Annexe cartographique 13). Elles sont quasiment toutes un obstacle à la continuité piscicole (Figure 35). Elles sont principalement situées en forêt, sous les chemins et routes forestières (Figure 37).

Leur hauteur moyenne de chute est de 30,6 cm, et elle est nulle pour seulement 26 d'entre elles. Ce sont des buses d'assez petites tailles avec un diamètre moyen de 660 mm. C'est cette taille, associée à de fortes chutes, des profondeurs de fosse insuffisantes et une inclinaison souvent trop forte qui rend les buses limitantes pour la continuité piscicole.

Figure 36 : Part des différentes occupations du sol autour des buses du BVF.

6.1.2 Les ponts

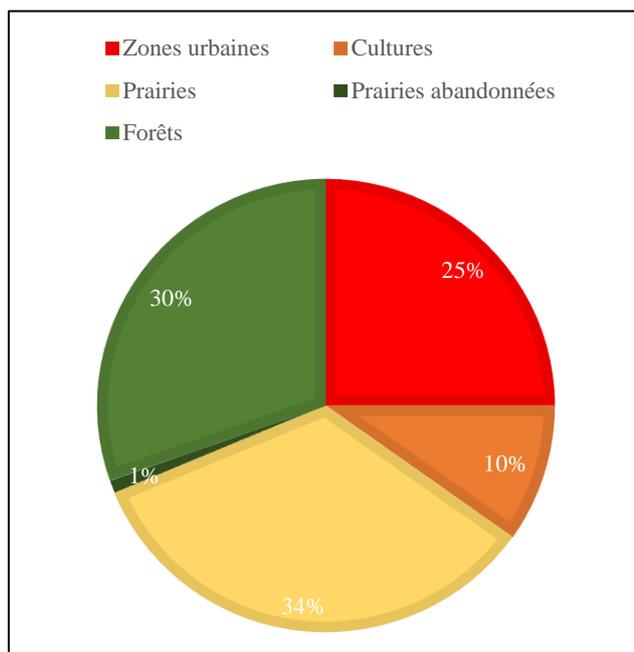


175 ponts ont été cartographiés (Annexe cartographique 14). Au contraire des buses, ils sont totalement franchissables à plus de 70%. Ils sont situés dans des zones plus variables, avec une part importante en forêt où ils étaient utilisés avant l'apparition des buses (Figure 39). Ils sont surtout présents en zones urbaines où ils peuvent avoir des tailles très variables (petits ouvrages permettant d'entrer dans les habitations ou ouvrages routiers importants).

Figure 37 : Part des différentes occupations du sol autour des ponts du BVF.

Leur hauteur moyenne de chute est de 8 cm. Cette moyenne augmente à 29 cm si l'on ne considère que les ouvrages limitants. C'est bien souvent cette hauteur de chute associée à une faible profondeur de fosse qui rend ces ouvrages limitants. La chute apparaît avec le temps, l'eau érodant le lit du ruisseau à l'aval de l'ouvrage (Figure 46). Une érosion régressive peut également apparaître si l'ouvrage n'a pas été bien positionné au départ.

6.1.3 Les seuils



25 seuils inclinés et 94 verticaux ont été identifiés sur le territoire (Annexe cartographique 15). Ces derniers sont limitants à presque 70% (Figure 35). Les seuils inclinés sont construits à partir de divers matériaux (enrochement, pneus, pierres, taule, bois), 8 d'entre eux ne sont pas un obstacle à la continuité écologique. Les seuils en enrochement sont franchissables. Les autres seuils inclinés limitants ont soit une chute trop importante à l'aval, soit une matière lisse et une longueur importante ne permettant pas à la truite de les franchir.

Figure 38 : Part des différentes occupations du sol autour des seuils du BVF.

La hauteur moyenne de chute des seuils verticaux est de 31 cm, la profondeur moyenne de fosse est de 20 cm seulement. Ils sont répartis assez uniformément sur les différentes occupations du sol (Figure 38). 19 d'entre eux sont franchissables périodiquement et 43 sont totalement infranchissables. Comme dans le cas des buses, une chute trop importante associée à une fosse trop peu profonde rend les ponts infranchissables. 28% des seuils rencontrés étaient en très mauvais état et la majorité d'entre eux n'ont plus aucun usage aujourd'hui.

6.1.4 Taux d'étagement

Le taux d'étagement sur le BVF est très faible, il a une moyenne de 1,4 % sur l'ensemble du bassin. Cette moyenne basse s'explique par le fait que la plupart des cours d'eau prospectés ont leur source à des altitudes assez élevées, et présentent une dénivellation naturelle importante. De plus les ouvrages mis en place sont d'assez petits ouvrages.

6.1.5 Localisation des ouvrages limitants

Souvent, ces obstacles sont placés au niveau des confluences (Annexe cartographique 16), ce qui a pour conséquence d'isoler et de rendre inaccessibles de petits affluents dans le sous-bassin, voir le sous-bassin dans sa totalité. Le Bleu et le Goutte Morel, par exemple, sont isolés depuis leur confluence avec la Fave (respectivement 43 et 41m entre leur confluence avec la Fave et le premier ouvrage limitant). Cette longueur est en moyenne de 395 m sur l'ensemble des sous-bassins. Elle est supérieure à 400 m pour seulement 2 cours d'eau :

- Le ruisseau de l'Aunaie (1,6 km) ;
- Le ruisseau du Pain (727 m) ;

Sans prendre en compte ces 2 ruisseaux, la longueur décloisonnée moyenne du BVF obtenue est de 157 m.

Les ouvrages sont nombreux sur les cours d'eau, il y a en moyenne, sur le BVF, 3 ouvrages par km. Le ruisseau de la Petite Fosse a la plus haute moyenne avec 5 ouvrages par km.

7 ANALYSE

7.1 PERTURBATIONS DECLASSANTES SUR L'ENSEMBLE DU BVF

Sur l'ensemble des cours d'eau prospectés, 1 082 perturbations de tous types (hors ouvrages) ont été mises en évidence. Quatre d'entre elles ont été relevées plus souvent que les autres :

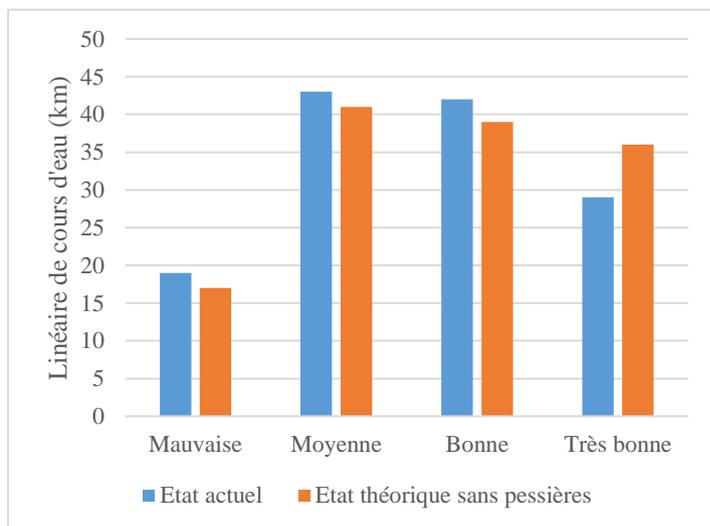
- les embâcles (368) ;
- les pessières (101) ;
- les protections de berges (142) ;
- les rejets (206).

Les rejets et les protections de berges se situent en zones urbaines. Les pessières se trouvent en contexte forestier et les embâcles dans des zones très variables. Parmi ces 4 perturbations fréquentes, les embâcles et les pessières ont été les plus déclassantes.

7.1.1 Les Pessières

Le BVF est fortement perturbé par les pessières : 101 ont été relevées sur les berges de ses cours d'eau. En calculant la capacité d'accueil sans le prendre en compte, les différents linéaires se répartiraient comme sur la figure 39.

Le linéaire ayant une très bonne capacité d'accueil augmenterait de 7 km, et ceux de mauvaises et moyennes capacités d'accueil diminueraient de plus de 2 km.

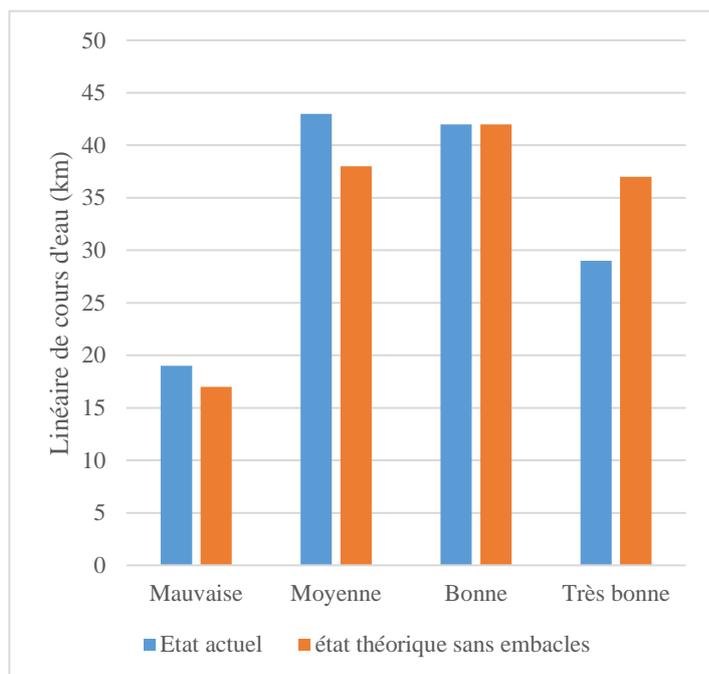


Afin d'éviter que ces pessières n'impactent négativement les cours d'eau, il est recommandé de laisser une bande de ripisylve de 10 m aux abords du cours d'eau. Cette ripisylve, composée préférentiellement de saules et d'aulnes par exemple, aura un rôle de barrière protectrice, à la fois pour les berges mais aussi pour la qualité de l'eau (acidification).

Figure 39 : Différences de linéaire de chaque classe de CA entre l'état actuel et l'état théorique pour lequel le BVF ne subirait aucune pression des pessières.

7.1.2 Les embâcles

Les embâcles sont également l'une des perturbations les plus présentes sur le BVF. Il est rappelé que seuls les embâcles présentant un obstacle à la continuité écologique ont été pris en compte. Dans la situation théorique où le bassin ne subirait aucune pression des embâcles, les CA et l'indice théorique de fonctionnalité du milieu seraient améliorés. Le linéaire classé en très bonne CA augmenterait de 8 km, et les classes moyenne et mauvaise diminueraient respectivement de 4 et 2 km (Figure 40). La fiche action en annexe 4 synthétise la gestion des embâcles. L'origine de ces derniers peut être très variable.



Environ 60% des tronçons perturbés par les embâcles le sont aussi par les pessières. Réciproquement, 82% des tronçons subissant une pression des pessières sont touchés par les embâcles. Ces derniers peuvent être dus au déracinement des résineux depuis les berges, mais beaucoup d'entre eux, rencontrés sur ces zones, étaient constitués par des bouts de bois coupés. Cela révèle un problème dans la gestion forestière et un manque de prise en compte des ruisseaux, dans lesquelles on retrouve souvent des « déchets » d'exploitation forestière.

Figure 40 : Différences de linéaire de chaque classe de CA entre l'état actuel et l'état théorique pour lequel le BVF ne subirait aucune pression des embâcles.

7.1.3 Autres perturbations

Les protections de berges (enrochement, béton...) et les rejets, tout comme les prises d'eau, se situent exclusivement en zone urbaine. Il y a donc une certaine pression urbaine exercée sur le BVF; néanmoins, ce sont des perturbations ponctuelles dont l'impact est moindre. Les curages ou les dérivations ont été peu rencontrés sur le BVF. Ils seront donc traités au cas par cas.

7.1.4 Paramètre déclassant en contexte forestier

En contexte forestier les peuplements purs de résineux sont très nombreux. Or, ils ne sont pas les plus favorables aux milieux aquatiques (acidification, destruction des berges...). Il est cependant primordial de distinguer plusieurs cas de figure entre les résineux implantés par l'homme et les résineux autochtones. Les hêtraies-sapinières sont caractéristiques de l'étage montagnard vosgien (600-1000 m) (PNRBV, 2005). Ces dernières sont principalement composées de hêtres communs (*fagus sylvatica*) et de sapins blancs (*Abies alba*). Au-delà de 800 mètres, l'épicéa (*Picea abies*) peut également être spontanément présent (CLOSSET-KOPP, 2004). Ces épicéas, qui sont autochtones, sont à différencier des épicéas implantés par l'homme. Minoritaires lors des premières plantations au XVII^{ème} siècle, ils ont rapidement colonisé le massif, devenant largement majoritaires sur les épicéas autochtones (CLOSSET-KOPP, 2004). Si une attention importante n'est pas accordée à ces milieux, les hêtraies-sapinières peuvent voir leur équilibre modifié, entraînant une baisse de diversité et une dégradation du milieu.

Il est donc important dans le cas du BVF, de distinguer un peuplement qui peut être composé de résineux tout en correspondant à un équilibre favorable du milieu, d'un peuplement majoritairement composé d'épicéas non autochtones. Alors que le premier aura un impact positif sur les cours d'eau le traversant, le second aura de nombreux impacts négatifs.

Sur le BVF, les peuplements rencontrés étaient souvent très majoritairement composés de résineux, plus souvent des épicéas. Cela s'explique par une concentration importante de pessières sur le territoire. La problématique majeure concernant le contexte forestier de ce bassin n'est pas la présence importante de résineux sur le bassin en tant que telle, mais bien la présence largement

majoritaire d'épicéas dans certaines zones et l'absence de ripisylves adaptées dans ces mêmes zones (Annexe 7).

De nombreux autres phénomènes liés à l'exploitation forestière peuvent fortement impacter les cours d'eau : les pistes d'exploitation, le passage d'engins dans le lit des cours d'eau... Nombre de ces impacts pourraient être évités grâce à une sensibilisation plus poussée et davantage de concertation entre différents acteurs.

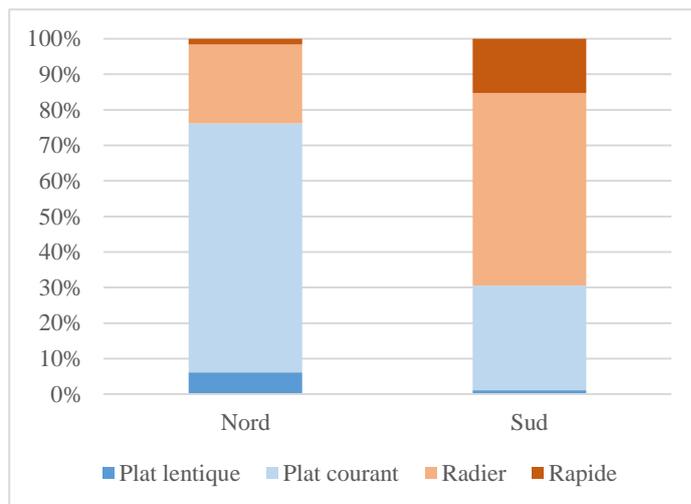
7.2 ANALYSE GEOGRAPHIQUE

7.2.1 Une opposition Nord/Sud

Une différence est très clairement apparue entre la partie Nord et la partie Sud du BVF (de part et d'autre du ruisseau de la Fave) lors de la cartographie du colmatage. Le Nord, fortement impacté, contraste avec les cours d'eau au Sud, faiblement colmatés.

Les cours d'eau situés au Nord du BVF sont situés sur une zone très forestière. 68% du linéaire se trouve en contexte forestier. L'exploitation de pessières semble également plus intense dans ces zones : alors que, sur l'ensemble du territoire, 38% du linéaire seulement est impacté par les pessières, sur sa partie Nord, ce pourcentage atteint 52%.

Une seconde perturbation est plus intense sur cette zone : les embâcles. 56% du linéaire sont concernés, alors que seulement 38% le sont sur l'ensemble du BVF. Or, ils peuvent fortement affecter le colmatage des cours d'eau en perturbant la circulation des MES.



Une autre particularité de la zone par rapport au reste du bassin est sa géologie : il se situe sur un sol de grès. En effet, même si le substrat rocheux impacte peu les départs de matériaux (COLOMB, L., 2019), le grès génère un produit d'altération plus fin que le granite. Dans le cas de ce dernier, le produit d'altération sera souvent considéré comme une SGF, alors que celui du grès sera, à l'inverse, considéré comme du colmatage.

Figure 41 : Part des différents faciès d'écoulement dans les cours d'eau situés au Sud et au Nord de la Fave.

La présence des pistes d'exploitation peut également avoir un impact important sur l'érosion dans les cours d'eau (COLOMB, L., 2019), néanmoins ici aucune corrélation n'a pu être mise en évidence.

Enfin, les cours d'eau du Nord et du Sud se distinguent par leur faciès d'écoulement (Figure 41). Au sud, les écoulements sont majoritairement des radiers, où la vitesse de l'eau est assez rapide. Au Nord le plat courant représente 75% du linéaire. La sédimentation augmente lorsque la vitesse de l'eau diminue. Étant plus lente au Nord, le colmatage y est plus intense qu'au Sud.

L'importance du colmatage dans la partie Nord du BVF peut avoir plusieurs origines :

- **un sol gréseux dont le produit d'altération est très fin ;**
- **des vitesses d'écoulement plus lentes ;**
- **de nombreux embâcles sur les cours d'eau perturbant la circulation des sédiments.**

La gestion forestière peut également avoir un rôle dans ce colmatage, notamment sur les embâcles dont elle est majoritairement à l'origine.

7.2.2 Le Droit-Lit : un sous bassin fortement perturbé par l'homme

Le Droit-Lit s'est distingué avec des CA et CR particulièrement basses : sur une longueur totale de 5,2 km, 4,4 km ont été identifiés comme défavorables à la truite. Les 800 m restants sont favorables à son développement mais pas à sa reproduction (Figure 42).

Les tronçons sont pourtant différents les uns des autres et obtiennent de faibles notes pour différentes raisons. La CR est très faible pour tous à cause du colmatage, très présent dans cette zone du BVF. Pour la CA, les paramètres déclassants dépendent de la nature des tronçons.

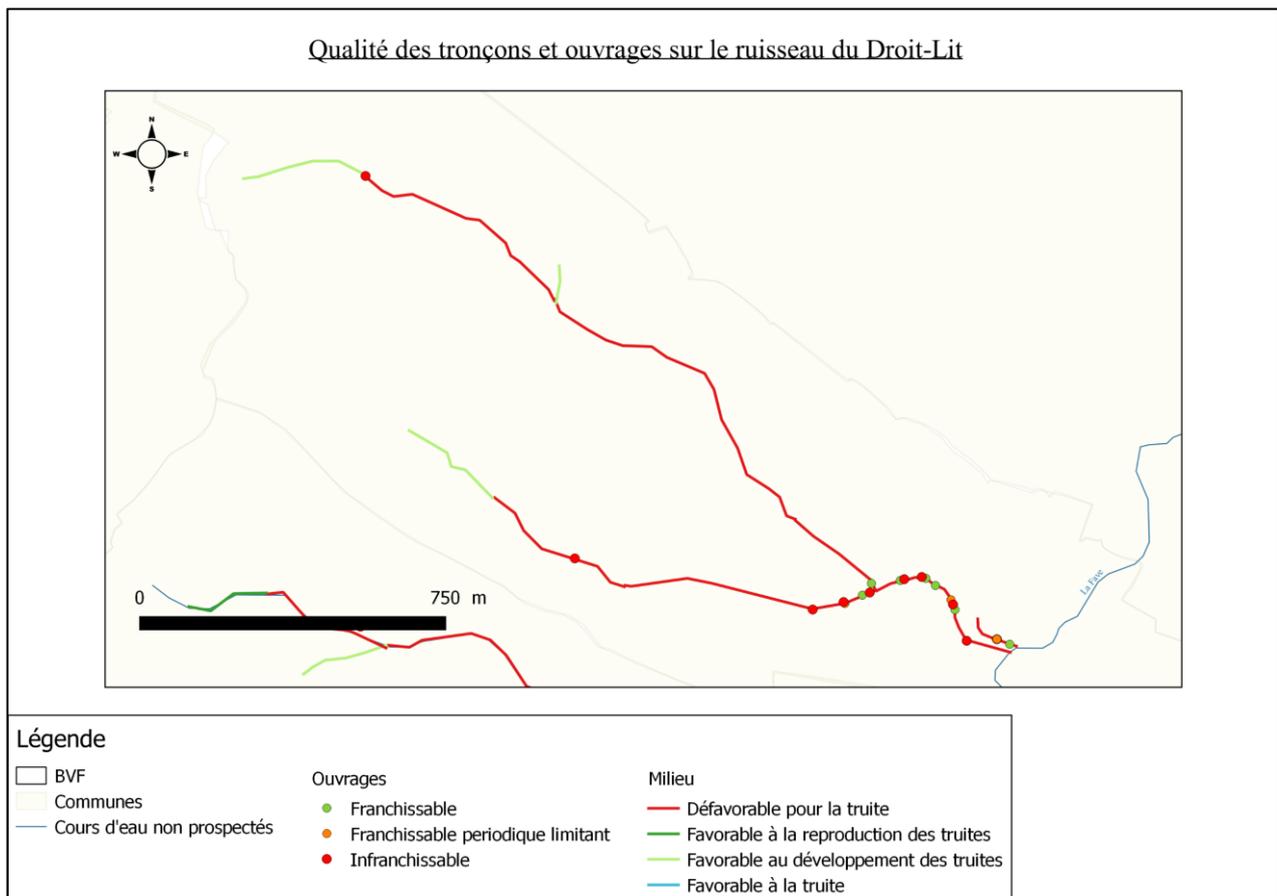


Figure 42 : Qualité et ouvrages sur le ruisseau du Droit-Lit.

- Tronçons en prairies

Ces derniers couvrent 800 m de linéaire mais sont particulièrement perturbés. Deux paramètres sont responsables de leur déclassement : les embâcles et le piétinement. Une mauvaise gestion de la ripisylve est à l'origine des embâcles (morceaux de bois non sortis de la parcelle, se retrouvant dans le ruisseau). Les cours d'eau situés en prairies sont assez peu protégés sur l'ensemble BVF. Le Droit-Lit ne faisant pas exception, le piétinement est présent sur la totalité des tronçons en prairie, le cours d'eau ne bénéficiant d'aucune clôture. Cela entraîne une destruction totale des berges. Il est nécessaire de sensibiliser les exploitants agricoles aux impacts du piétinement sur le cours d'eau et de leur présenter les solutions existantes. Il est important de protéger le cours d'eau par des clôtures, qui empêcheront le bétail de se rendre dans son lit. Dans le cas où la prairie se trouve de part et d'autre du cours d'eau, des dispositifs de franchissement seront mis en place pour permettre au bétail de circuler d'un côté ou de

l'autre du cours d'eau. Pour abreuver le bétail, de nombreux systèmes peuvent être mis en place. La fiche action « piétinement » (Annexe 3) synthétise les options permettant de protéger les cours d'eau du bétail et leurs prix.

- *Tronçons forestiers*

Ils représentent 3 km de linéaire, ils sont donc majoritaires sur le sous-bassin. Les paramètres déclassants sont les mêmes que pour l'ensemble des tronçons forestiers du BVF : nature des peuplements et embâcles.

- *Tronçons en zones urbaines*

Ces derniers comptabilisent 1 km de linéaire. Ils subissent une pression urbaine importante avec de nombreuses perturbations (protections de berges, déchets, curages, rejets, prises d'eau...). La ripisylve, qui n'est pas un paramètre déclassant sur l'ensemble du BVF, l'est tout particulièrement sur le Droit-Lit : aucun linéaire ne bénéficie d'une ripisylve bien développée, elle est absente sur 741 m et moyenne sur les 339 m restants.

En plus de ces paramètres déclassants, deux étangs ont été mis en place directement dans le lit du cours d'eau, perturbant à la fois sa continuité écologique, mais aussi sa température, son débit, les populations piscicoles... Le Droit-Lit a également un problème au niveau de la continuité piscicole, avec de nombreux ouvrages limitants tout au long de son linéaire.

Pour résumer, le mauvais état du Droit-Lit trouve son origine dans un manque total de considération du ruisseau et de l'importance de sa conservation. Le ruisseau du Droit-Lit révèle un manque de connaissance des propriétaires vis-à-vis des cours d'eau, de leur intérêt écologique et de la nécessité de les protéger.

7.2.3 Le Bleu, un ruisseau en autarcie

Le Bleu s'est distingué des autres cours d'eau pour plusieurs raisons. Très peu de perturbations y ont été relevées : 2,7 perturbations par kilomètre contre une moyenne de 8,5 sur l'ensemble des cours d'eau. Il a des CR et CA particulièrement bonnes ; sur une longueur de 11 km, 8 km sont favorables à son développement, 865 m à sa reproduction et 500 m à ces deux stades. Paramètre non négligeable, les zones favorables à son développement se situent plutôt à l'aval du Bleu, alors que celles favorables à sa reproduction se situent à l'amont (Figure 43).

Le Bleu est donc, en théorie, un milieu très favorable au développement de populations de truites. Malheureusement, c'est sans prendre en compte les ouvrages situés dans son lit, puisque le Bleu s'est aussi distingué des autres ruisseaux par leur nombre. La somme des hauteurs de chute cumulées a été calculée pour chaque cours d'eau et le ruisseau du Bleu s'est démarqué par une hauteur de chute cumulée bien plus importante que celle de la plupart des autres cours d'eau : 882 cm contre une moyenne globale de 198 cm. En prenant en compte la longueur du ruisseau, le Bleu a une hauteur de chute artificielle de 2,7 cm/km contre une moyenne de 0,4 cm/km sur l'ensemble du bassin.

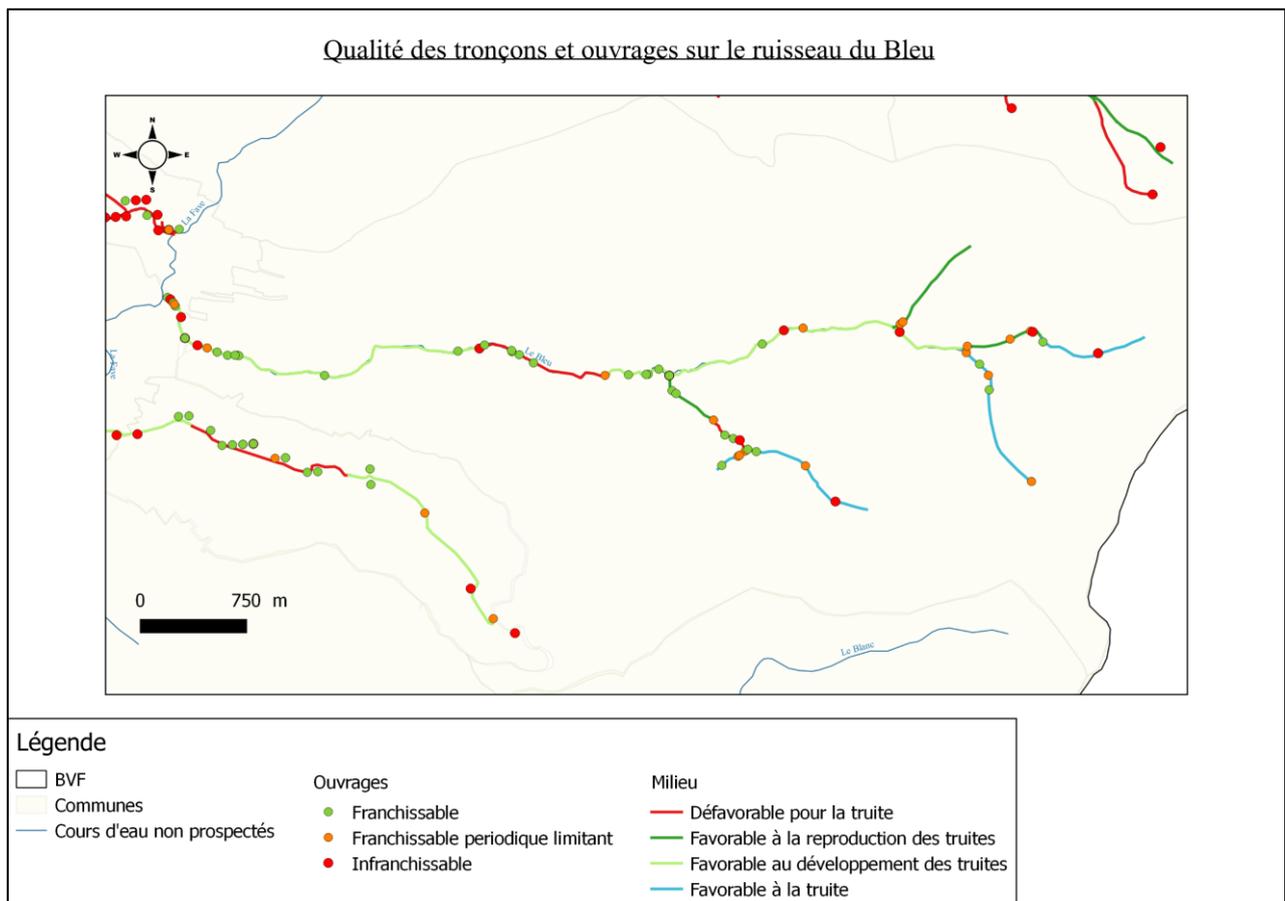


Figure 43 : Qualité du milieu et ouvrages sur le ruisseau du Bleu.

De plus, plusieurs ouvrages infranchissables se trouvent juste à la confluence du Bleu avec la Fave (Figure 43), si bien que le ruisseau est totalement isolé du reste de bassin.

Il serait nécessaire d'agir sur ces ouvrages afin de rétablir la continuité piscicole. Plusieurs actions peuvent être mises en place en fonction de l'ouvrage. Ces solutions dépendront principalement des moyens mis en œuvre et de l'usage actuel de l'ouvrage. Lorsque cela est possible, c'est-à-dire lorsque la perte de ce dernier est admise, son arasement total est la meilleure option. Lorsque cela n'est pas possible, il pourra être aménagé de façon à réduire sa chute ou sa pente. Lorsqu'il est fortement limitant (chute importante par exemple) il sera nécessaire de le remplacer. Si aucune de ces solutions n'est envisageable, le contournement de l'obstacle pourra être étudié.

Le principal enjeu à améliorer sur le Bleu est la continuité piscicole. Il sera donc une zone prioritaire pour les travaux d'ouvrages. Rendre franchissable ces derniers permettrait de dégager un grand linéaire de qualité.

7.3 LA CONTINUITÉ PISCICOLE SUR LE BVF

La continuité piscicole est un problème majeur pour l'ensemble des cours d'eau. En effet, même si des travaux d'amélioration sont faits sur le bassin au niveau des différents paramètres relevés (ripisylve, pessières, colmatage...), le milieu ne recevra pas plus d'individus, tout simplement parce que ces derniers ne pourront pas y accéder. Les individus déjà présents dans les zones isolées sont eux bien plus vulnérables, notamment en période d'assec ou de pollution. Leur vulnérabilité est aussi augmentée du fait de l'arrêt de l'apport de nouvelles informations génétiques.

Le linéaire décloisonné a été calculé pour chaque ouvrage identifié comme limitant sur le terrain, il se trouve sur les fiches ouvrages. Il est de 400 m en moyenne sur l'ensemble des ouvrages limitants du BVF. Les travaux sur ces derniers seront prioritaires dans les zones avec un bon indice théorique de fonctionnalité du milieu. Cela permettra de décloisonner des tronçons de qualité qui devraient accueillir un nombre plus important d'individus.

Le calcul du taux d'étagement s'applique davantage à des cours d'eau de rang supérieur. Il est difficile d'interpréter ce calcul sur des têtes de bassin.

Les travaux sur les ouvrages sont indispensables à l'amélioration de l'état écologique du BVF. Néanmoins, la réflexion sur les travaux devra se faire dans une logique globale, prenant en compte l'ensemble des ouvrages (amont et aval), la qualité des tronçons décloisonnés, la présence d'infranchissables naturels mais aussi toutes les perturbations extérieures pouvant impacter le cours d'eau.

Afin de faciliter la mise en place de ces travaux, des fiches ouvrages ont été réalisées (Annexe cartographique 19). Ces dernières répertorient l'ensemble des ouvrages rencontrés sur le linéaire prospecté. Les dimensions ainsi que les usages de chaque ouvrage y est précisé. Ainsi toutes les données nécessaire à la réflexion des travaux sont renseignées.

7.4 ORIENTATION DE GESTION

La nature des principales perturbations rencontrées est très variable, de part leur temporalité mais aussi par la façon dont elles peuvent être traitées. Trois « niveau de perturbations » peuvent ainsi être établis :

- Les perturbations qui peuvent être acceptées mais pour lesquelles une sensibilisation devra être faite. Cela concerne les embâcles, qui ont une temporalité bien plus courte que d'autres perturbations et qui peuvent également avoir de nombreux impacts positifs sur le cours d'eau. Ces derniers ne seront donc pas retirés mais une communication devra néanmoins être réalisée afin de permettre au cours d'eau d'évacuer certains embâcles imposants sans que d'autres y soit introduits.
- Les perturbations sur lesquelles il est impératif d'agir concrètement. Les ouvrages limitants par exemple, qui sont stables à l'échelle de temps humaine et dont l'impact ne pourra être réduit que par des travaux. De la même façon, les zones de piétinement sont durables si la zone reste en prairie pâturée, là aussi des travaux devront être mis en place.
- Les perturbations dont la temporalité est variable qui nécessiteront des travaux dans certains cas de figure. Ce sont principalement les perturbations liées à l'exploitation forestière qui sont concernées. Beaucoup de pessières arrivant à leur stade de maturité devraient subir des coupes rases prochainement. Il sera donc indispensable de réaliser une campagne de sensibilisation avant que ces coupes soient menées afin que les prochaines plantations n'entraînent pas les mêmes perturbations que celles rencontrées pendant les prospections de terrain. Dans le cas de pessières jeunes, des travaux devront être réalisés en tenant compte de leur environnement.

Le tableau 19 synthétise les principaux éléments perturbateurs du BVF et renvoie aux fiches actions correspondant aux conseils de gestion à mettre en œuvre pour chacun d'entre eux.

Tableau 19 : Synthèse des orientations de gestion sur le BVF.

Élément perturbateur	Impacts sur le cours d'eau	Actions	Fiches actions
Ripisylve	Trop dense : fermeture du milieu, embâcles...	Nettoyage	Fiche action n°3
	Absente : augmentation de la luminosité	Création d'une ripisylve	
Pessière	Acidification, destruction des berges	Coupe sur une bande de 10 m environ	Fiche action n°5
Piétinement	Destruction des berges, pollution	Mise en place d'une clôture et de d'abreuvoirs	Fiche action n°1
Ouvrage infranchissable	Isolement des populations, fractionnement des habitats	Remplacement ou aménagement	Fiche action n°4

8 DISCUSSIONS

8.1 LIMITES DE L'ETUDE

Comme expliqué précédemment, l'élaboration du protocole de l'étude devait répondre à des contraintes majeures : être rapide et efficace. Les données rendues devaient, quant à elles, être claires et permettre de commencer très rapidement des travaux. L'ensemble de l'étude a donc été réalisée suivant ces objectifs, entraînant de nombreux choix. Ainsi, des paramètres biologiques n'ont pas été pris en compte lors des relevés de terrain, notamment ceux portant sur la présence de ressources alimentaires ou de végétation aquatique, qui auraient apporté une précision supplémentaire aux calculs des indicateurs. Néanmoins, cela aurait également nécessité de consacrer plus de temps aux relevés et aurait demandé un niveau de connaissances important des invertébrés.

Comme l'ont confirmé les prospections de terrain, le bassin versant de la Fave est un territoire très forestier. Le relevé de la ripisylve a été adapté en conséquence. Néanmoins, concernant le contexte forestier, les peuplements ont été subdivisés en 3 grandes catégories seulement. Là aussi, une précision accrue aurait pu être adoptée. Les essences de feuillus et de résineux bordant le ruisseau auraient pu être décrites en fonction de leurs pourcentages de recouvrement. Les notes auraient ainsi mieux pris en compte les essences de la végétation rivulaire. Il a été choisi de pointer les pessières comme perturbations ponctuelles afin d'avoir une précision plus importante concernant ces plantations.

Prendre en compte tous ces paramètres aurait augmenté de façon considérable le temps d'étude de chaque tronçon. Le protocole a également été réalisé de façon à éliminer au maximum la subjectivité des relevés, néanmoins cela reste difficile et cette limite est encore bien présente.

L'estimation du relevé de franchissabilité des ouvrages présente, elle aussi, certaines limites. Comme expliqué au début de ce rapport, le protocole ICE n'a pas été appliqué, puisqu'il aurait été trop long et qu'il aurait entraîné des problèmes techniques (transport du matériel en cas de prospection seule). La franchissabilité a donc été estimée à dire d'expert et par le relevé de certaines dimensions. Cependant, une partie des relevés ayant été effectuée lors de la période d'étiage (mai-juillet) qui ne correspond pas à la période de migration des truites, il a été difficile, dans certains cas, d'avoir une vision exacte de la franchissabilité des ouvrages.

De nombreux choix ont dû être faits dans la réalisation de ce protocole, dans le but de le rendre transposable et réalisable dans un temps donné sur une surface assez grande. L'approche choisie est celle qui semblait fournir le meilleur rapport informations récoltées / temps utilisé.

Il aurait également pu être intéressant de comparer les indices théoriques de fonctionnalité du milieu obtenus avec des résultats de pêches électriques. Cependant, la fédération n'a pas un nombre suffisant de pêches électriques sur la zone étudiée, il aurait donc fallu prévoir de nouvelles pêches, ce qui était impossible dans le temps imparti. Une comparaison à dire d'expert a tout de même été faite dans les zones ressorties comme favorables. Une visite de terrain a donc confirmé la présence de truite dans certains ruisseaux. En parallèle, les prospections de terrain ont également permis de mettre en relief des tronçons particulièrement dégradés (curage, protection de berges, absence de ripisylve...) où de nombreuses truites étaient présentes. Cela peut s'expliquer par le réempoissonnement parfois réalisé, qui induit la présence de truites dans des habitats qui lui sont moins favorables.

Finalement, le protocole a été réalisé de façon à limiter au maximum la subjectivité des relevés, dans le but de pouvoir être appliqué sur différentes zones par différentes personnes. Cette

incertitude, même réduite reste présente (évaluation des pourcentages de recouvrement, changement de tronçons...) et demande une certaine expérience.

8.2 PERSPECTIVES

A la suite de cette étude, des travaux visant à l'amélioration de l'état global du bassin seront mis en place. L'objectif est de réaliser un plan d'action à la fin de cette année afin de commencer les travaux dès 2020. Ceux-ci devront impérativement être choisis dans une dynamique globale. Des fiches cours d'eau ont également été réalisées (Annexe cartographique 19). Ces dernières résument les informations principales de chaque sous-bassin, tels que la perturbation principale, le nombre d'ouvrages... permettant d'avoir une première vision globale de chaque sous-bassin.

Seules les caractéristiques directement liées aux cours d'eau ont été retenues dans cette étude. Il sera nécessaire pour le choix des travaux, de tenir compte de l'ensemble du territoire et des perturbations indirectes pouvant avoir une influence sur le cours d'eau.

Ainsi, la prise en compte de l'érosion sera indispensable à l'amélioration durable de l'état du bassin versant. Cette érosion doit être considérée à une échelle globale, puisqu'elle est fortement influencée par des paramètres extérieurs au cours d'eau. Une étude réalisée en 2019 par les étudiants d'AgroParisTech propose plusieurs recommandations permettant de limiter l'érosion liée aux pistes et aux jonctions « piste-eau ». Pour limiter l'impact de ces pistes sur les cours d'eau, plusieurs paramètres doivent être considérés : fossés végétalisés, limitation du passage d'engins sur les ruisseaux, pistes suivant les courbes de niveau... L'érosion impacte davantage encore les zones humides (COLOMB L., 2019). Même si ces dernières n'ont pas été évoquées dans ce rapport, l'état global du bassin ne peut être amélioré si elles ne sont pas protégées.

Pour finir, la communication et la sensibilisation seront un pilier essentiel à leur réussite. Afin de mieux communiquer avec la population locale, une zone « vitrine » pourra être mise en place. Cette zone correspondra à un ruisseau qui bénéficiera des premiers travaux. Une fois ceux-ci réalisés, il servira d'exemple concret pour la population et sera un pilier d'échange solide.

Le ruisseau du Bleu est le candidat idéal. En effet, il a révélé un indice de fonctionnalité du milieu particulièrement élevé, ce qui correspond à un milieu bien préservé. En revanche, de nombreux ouvrages infranchissables se situent sur tout son linéaire, y compris au niveau de sa confluence avec la Fave. Une priorité sera donc mise sur les ouvrages du ruisseau du Bleu, afin de rétablir sa continuité écologique.

9 CONCLUSION

L'étude diagnostique du bassin versant de la Fave a permis de mettre en avant un territoire très forestier, avec assez peu de zones urbaines et peu de cultures en bord de ruisseaux. Ces derniers sont relativement préservés, pouvant offrir des milieux favorables au développement d'espèces aquatiques, notamment à celui de la truite fario. Une ripisylve bien développée sur le linéaire parcouru, des surfaces à granulométries favorables et une diversité importante des habitats font de ce bassin un milieu pouvant lui fournir des zones propices à sa reproduction et d'autres à son développement.

Néanmoins, certaines perturbations restent très présentes sur le territoire. Les perturbations les plus largement rencontrées sont des pessières, des embâcles et des ouvrages infranchissables. Les zones urbaines, même si minoritaires sur le territoire, concentrent tout de même une partie des ouvrages infranchissables.

Ces différentes perturbations ont des temporalités et des impacts bien différents, les manières de les réduire le sont également.

Une partie d'entre elles nécessiteront uniquement une phase de sensibilisation afin d'en imposer une meilleure gestion. Les embâcles sont les principaux concernés par cette mesure.

D'autres perturbations ne pourront être réduites que par la mise en place de travaux. Cela concerne les perturbations à temporalité importante, comme les ouvrages qui sont immuables à l'échelle de temps humaine. Ces derniers représentent l'une des perturbations majeure du bassin versant : beaucoup de limitants sont placés à l'aval des cours d'eau, les isolant ainsi dans leur totalité. Il sera donc important de travailler sur le rétablissement de la continuité écologique.

Finalement, une partie des perturbations devront être traitées davantage au cas par cas. En effet, en ce qui concerne la gestion forestière, certains peuplements sont problématiques pour les cours d'eau. Une sensibilisation importante afin de ne plus reproduire à l'avenir certaines situations qui leur seraient défavorables (orientation de desserte, implantation de pessières sur les berges...) sera nécessaire. Néanmoins, dans certains cas de figures, des travaux seront indispensables, avec la mise en place d'une ripisylve adaptée dès que cela est possible et le recul des pessières par rapport aux berges des cours d'eau.

Il sera impératif de travailler à l'échelle de l'ensemble du bassin versant. Il sera également fondamental de considérer tous les paramètres pouvant influencer le fonctionnement des cours d'eau, comme les activités environnantes (exploitations forestières, urbanisation), les phénomènes d'érosion pouvant y être liés. La présence de zones humides, non évoquée dans ce rapport, sera aussi à prendre en compte puisque ces dernières ont de nombreux rôles pour l'ensemble du bassin. Il faudra tenir compte des infranchissables naturels, et chaque action devra être réfléchie en fonction de la géographie de la zone concernée. La priorisation des actions devra aussi être faite en fonction d'un point de vue sociologique, certaines actions étant plus ou moins concrètement réalisables.

BIBLIOGRAPHIE :

Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2000. *Guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau*.

AFB, 2017. *Impact des résineux sur les cours d'eau*. 3p.

BAGLINIERE (J.L.), MAISSE (G.), 2002. *La biologie de la truite commune (Salmo trutta L.) dans la rivière Scorff, Bretagne : une synthèse des études de 1972 à 1997*. INRA Prod. Anim., 15, 319-331

BAGLINIERE (Jean-Luc), MAISSE (Gérard), 1991. *La truite : biologie et écologie*. INRA. 304p.

AgroParisTech, 2019. *Érosion et gestion forestière : contribution à l'étude des impacts et conseils de gestion*. Projet étudiant commandité par Jean-Yves BOITTE et Louise COLOMB (ONF), sous la supervision de Philippe DURAND et Eric LACOMBE.

BARNAUD (Geneviève), 2013. *Spécificités des têtes de bassin, cours d'eau et zones humides associées*. Rencontres Eau, Espaces, Espèces – Préservation des zones humides, de la continuité écologique et de la biodiversité – Atelier « Têtes de bassin ». —32 p.

Bassin versant de Nièvrès, n.d. *Une rivière qui subit des pressions ; Le piétinement du bétail*. [en ligne] Consulté le 19/07/2019. Disponible sur <https://www.rivieresnievres.fr/pourquoi-et-comment-intervenir/une-riviere-qui-subit-des-pressionspietinement>

BAUDOIN (Jean-Marc), 2007. *Biodiversité et fonctionnement de cours d'eau forestier en tête de bassin : Effet de l'acidification anthropique et d'une restauration*. Université Paul Verlaine. —258 p. (Thèse).

BAYER, 2017. *Contexte réglementaire des bandes enherbées*. [en ligne] Consulté le 19/07/2019. Disponible sur : https://www.bayer-agri.fr/environnement/contexte-reglementaire-des-bandes-enherbees_4340/

BLONDEL (Jacques), BOURLIÈRE (François), 1979. *La niche écologique, mythe ou réalité ?* Terre Vie, Rev. Ecol., vol. 33. —30 p.

Bourgogne Franche-Comté Nature, n.d. *Truite commune*. [en ligne] Consulté le 16/05/2019. Disponible sur : http://faune.bourgogne-nature.fr/fr/encyclopedie-de-la-nature/truite-commune-salmo-trutta_45_T67772.html

CARMIE (Henri), 2012. *Les impacts des étangs sur les cours d'eau et milieux naturels*. ONEMA. 28p.

Chambre départementale d'agriculture des Vosges. *La forêt vosgienne en quelques chiffres*. [en ligne] Consulté le 17/07/2019. Disponible sur : <https://vosges.chambre-agriculture.fr/foret/>

CHAT (Joelle), 2016. *Diversité génétique et écotypique chez la truite*. INRA. [en ligne] Consulté le 16/05/2019. Disponible sur : https://www6.bordeaux-aquitaine.inra.fr/st_pee/layout/set/print/UMR-Ecobiop/Fiches-chercheurs/Joelle-Chat

Climate-data.org, n.d. *Climat de Saint-Dié-des-Vosges*. . [en ligne] Consulté le 02/08/2019. Disponible sur : <https://fr.climate-data.org/europe/france/lorraine/saint-die-des-vosges-8012/>

CLOSSET-KOPP (Déborah), 2004. *Sylvigénèse de la hêtraie-sapinière dans le contexte vosgien*. Sciences agricoles. Université Paul Verlaine - Metz, 2004

Code de l'environnement. Article L214-17, modifié le 8 août 2016 . *Section 5 : Obligations relatives aux ouvrages*. [Consulté le 21/05/19]. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006833151&cidTexte=LEGITEX T000006074220>

COLOMB (Louise), 2019. *Intégration du risque d'érosion des sols et de la desserte forestière au regard des enjeux liés à l'eau*. Mémoire de fin d'étude, AgroParisTech. Gestion forestière.

Conseil départemental des Vosges, (n.d.). *Chiffres clés*. [en ligne] Consulté le 23/05/2019. Disponible sur : <https://www.vosges.fr/le-departement/chiffres-cles>
Conseil général des Vosges, 2015. *Les Vosges en chiffre*. —40 p.

DDT55, 2016. *Guide d'entretien des cours d'eau*. Service Environnement. 21p.

DESCLOUX, S., 2014. *Le colmatage minéral du lit des cours d'eau : méthode d'estimation et effets sur la composition et la structure des communautés d'invertébrés benthiques et hyporhéiques*. P37/312.

Eau & rivières de Bretagne. *La truite Fario*. [en ligne] Consulté le 17/05/2019. Disponible sur : <http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/pdf/truite.pdf>

Etablissement public Loire, 2018. *Délimitation et caractérisation des têtes de bassin versant sur le périmètre du SAGE Sioule*. —21 p. (Note de synthèse).

Fédération des Vosges pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 2019. *Qui sommes-nous ?* [en ligne] Consulté le 07/05/2019. Disponible sur : <http://www.peche88.fr/qui-sommes-nous/>

Fédération des Vosges pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 2016. *Fiche technique PDPG88, Contexte Fave – Morte*.

Fédération nationale de la Pêche en France. *Nos instances*. [en ligne] Consulté le 07/05/2019. Disponible sur : <https://www.federationpeche.fr/130-nos-instances.htm>

Fédération du Rhône pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 2010. *Memento du pêcheur de truites : connaître, préserver le milieu et les poissons. Quelques clés de la gestion des rivières*

Fédération de l'Eure pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 2012. *Suivi de la reproduction de la Truite fario (Salmotruttafario)*.

Fédération départementale Pêche et Protection du Milieu Aquatique 27, 2017. *Quand les pêcheurs agissent pour améliorer la reproduction de la truite fario sur la Risle et l'Iton*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.eure-peche.com/actualite-10-10-2017-quand-les-pecheurs-agissent-pour-ameliorer-la-reproduction-de-la-truite-fario-sur-la-risle-et-l-rsquo-iton>(Consulté le 06/03/2019)

HENNER (Raphaëlle), 2013. *Les têtes de bassin versant, des espaces à considérer pour une gestion durable et intégrée de la ressource en eau*. Université de Caen : Master géographie Sociétés, Territoires, Aménagement, Environnement et Risques, Spécialité Aménagement et Gestion Intégrée des Ressources Environnementales. — 76p. (Mémoire de Master 2).

KAGAN (Roland), 2017. *Cours d'eau de tête de bassin versant en bon état : quels enjeux et quelles actions de non dégradation ?* Office International de l'Eau. Mastère AgroParisTech-ENGREF. —23p. (Synthèse).

KEITH (Philippe), PERSAT (Henri), FEUNTEUN (Eric), ALLARDI (Jean), 2011. *Les poissons d'eau douce de France*. Muséum national d'Histoire naturelle. 552p.

LE BIHAN (Mickael), 2016. *Les fonctionnalités des têtes de bassin versant. Connaissances et méthodes de caractérisation*. Délégation Bretagne Pays de la Loire de l'ONEMA. Atelier « Zones humides et têtes de bassins versants ». —39 p.

LHÉRITIER (Nicolas), 2012. *Les têtes de bassin : de la cartographie aux échelles mondiales et françaises à la caractérisation des ruisseaux limousins*. Université de Limoges, spécialité Géographie. —481 p. (Thèse).

Meddah (N.), 2013. *Arrêté du 28 décembre 2012 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 1° du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement sur le bassin Rhin-Meuse*. JORF n°0001 du 1 janvier 2013 page 140 texte n° 59.

Malavoi, J.R., Souchon, Y., 2002. *Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques*. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2002) **365/366** : 357-372

Maridet, L., Souchon, Y., 1995. *Habitat potentiel de la Truite fario (Salmo Trutta fario, L. 1758) dans trois cours d'eau du Massif Central*. Bull. Fr. Pêche Piscic. (1995) **336** : 1-18.

MATHIEU (Aurélia), 2010. *Cours d'eau enterrés en tête de bassin : préconisations pour leur restauration*. 29p. ONEMA.

Météo France, 2007. *Climatologie des Vosges*. 10p.

MORET (Louis-Didier), n.d. *Influence de l'épicéa commun sur la morphologie et la biocénose d'un cours d'eau*. 6p.

ONEMA, 2011. *Impacts des plans d'eau sur les cours d'eau ; Mesures correctives et compensatoires ; Eléments de réglementation*. Forum «Techniciens Médiateurs de Rivières». 31p.

ONEMA, 2014. *Informations sur la Continuité Ecologique, ICE. Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons. Principes et méthodes*.

Parc naturel régional des ballons de Vosges, 2005. *Les milieux forestiers*. Natura 2000, Catalogue des habitats naturels d'intérêt communautaire des Hautes-Vosges. 23 p.

Parc naturel régional du Morvan, 2011. *Le système d'abreuvement du bétail, concilier production agricole et préservation des ruisseaux*. Guide technique 2011. 10p.

Parc Naturel Régional du Morvan, Ecogea, 2005. *Estimation de la capacité d'accueil de l'habitat physique du Cousin à l'amont de Saint-Agnan pour la truite commune (Salmo trutta L.)*.

PORCHER (J.P.) et F. TRAVADE (F.), 1992. *Les dispositifs de franchissement : bases biologiques, limites et rappels réglementaires*. Bull. Fr. Pêche Piscic. **326-327** : 5-14.

Rodier, G., 2014. *Restauration d'une ripisylve enrésinée : expérimentation sur le territoire du PNR de Millevaches*.

SIERM, n.d. Fiches de synthèse, masse d'eau. Fave. [en ligne] Consulté le 29/07/2019. Disponible sur : <http://rhin-meuse.eaufrance.fr/masseeau?lang=fr>

SIGES Rhin-Meuse, n.d. *Socle Vosgien*. [en ligne] Consulté le 20/08/2019. Disponible sur : <http://sigesrm.brgm.fr/Socle-vosgien#header>

VELINE (Kevin), 2016. *Diagnostic hydromorphologique sur le bassin versant de l'Yonne sur les communes de Château-Chinon Campagne, Château-Chinon Ville, Arleuf et Corancy*. Université de Lyon, Spécialité Connaissance, gestion et mise en valeur des espaces aquatiques continentaux. —79 p. (Mémoire de stage).

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de terrain tronçon.	69
Annexe 2 : Fiche de terrain ouvrage.....	70
Annexe 3 : Fiche action n°1, piétinement.	71
Annexe 4 : Fiche action n°2, gestion des embâcles.....	72
Annexe 5 : Fiche action n°3, entretien de la ripisylve.....	73
Annexe 6 : Fiche action n°4, aménagement d'un ouvrage.	74
Annexe 7 : Fiche action n°5, Gestion d'un cours d'eau en contexte forestier.....	75

Annexe 1 : Fiche de terrain tronçon.

Fiche n° :		Nom du tronçon :	
Cours d'eau :		Coordonnées (X,Y) du point haut :	
		Coordonnées (X,Y) du point bas :	
Date :		Climat	
Données générales			
Hauteur moyenne (cm):			
Largeur moyenne (m) :			
Faciès d'écoulement :			
Occupation des sols :			
<i>Berges</i>			
Pente :			
Érosion :			
Hauteur moyenne (cm) :			
Indices			
<i>Potentialité d'accueil</i>			
Ripisylve :		Contexte forestier (résineux)	
Diversité des écoulements :			
Sous-berges :			
<i>Potentialité de reproduction</i>			
Granulométrie :			
SGF :			
Colmatage :			
Remarque :			

Annexe 2 : Fiche de terrain ouvrage.

Date :		Climat :	
Coordonnées (X,Y) :			

Ouvrage :	
Tronçon :	
Type d'ouvrage :	

Généralités		
Usages :	Actuel :	
	Initial :	
Matériau :		
État actuel :		

Franchissabilité :	Infranchissable
--------------------	-----------------

Dimensions	
Hauteur (m) :	
Longueur (m) :	
Largeur (m) :	
Hauteur de chute (cm) :	
Hauteur de la fosse (cm) :	
Tirant d'eau (cm) :	
Pente :	
Écoulement :	

Fiche action n°1 : PIÉTINEMENT

Objectif : Limiter l'impact des élevages de bétail sur les cours d'eau.

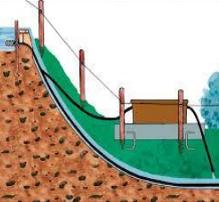
Contexte : Les cours d'eau traversant les prairies se voient souvent touchés par une même perturbation : le piétinement. Ce phénomène est dû à la présence du bétail directement dans le lit du cours d'eau, qui s'y abreuve ou s'y rafraichit. Cela est bien souvent à l'origine d'une destruction des berges, d'une disparition de la végétation rivulaire, d'une pollution de l'eau et d'un phénomène de colmatage.

Mise en œuvre de l'action :

La première chose à mettre en œuvre est la mise en place d'une clôture, qui empêchera le bétail de se rendre dans le lit du cours d'eau. Des dispositifs de franchissement pourront être installés pour permettre au bétail de circuler d'un côté ou de l'autre du cours d'eau :

- Mise en place d'un passage à gué
- Mise en place de traversées hors eau. Un ouvrage pourra être implanté, permettant la traversée du cours d'eau sans passage dans son lit.

Le bétail étant ainsi privé d'accès à l'eau, des abreuvoirs seront mis à disposition.

Installation	Réalisation	Illustration	Inconvénients/ Avantages	Coût (€/UGB)
Abreuvoir "au fil de l'eau"	Mise en place d'un abreuvoir sur la berge avec barrière empêchant le bétail de marcher dans le lit du cours d'eau		-Risque d'envasement + peu coûteux, peu d'entretien	70-90
Alimentation gravitaire	L'eau est amenée sur la berge par écoulement gravitaire → ruisseaux avec pente >1% et des hauteurs de berges faibles		-Surveillance 1 fois /semaine, risque de bouchons d'air + peu coûteux, eau fraîche	45-75
Pompe à nez	Système de pompage activé lorsque l'animal appuie sur la pompe à nez.		-pas adaptée à tous les animaux + peu coûteux, mobile et légère	40-50

Condition de réussite : L'abreuvoir doit être choisi en fonction du troupeau (espèces, âge, nombre...) mais aussi de son emplacement.

Maître d'ouvrage : FDAAPPMA, Collectivité de communes.

Pour aller plus loin...

Bassin versant de Nièbres, n.d. *Une rivière qui subit des pressions ; Le piétinement du bétail.* [en ligne] Consulté le 19/07/2019. Disponible sur <https://www.rivieresniebres.fr/pourquoi-et-comment-intervenir/une-riviere-qui-subit-des-pressionspietinement>

Parc naturel régional du Morvan, 2011. *Le système d'abreuvement du bétail, concilier production agricole et préservation des ruisseaux.* Guide technique 2011. 10p.

Fiche action n°2 : GESTION DES EMBACLES

Objectif : Limiter les points d'érosion et la déstabilisation des berges, réduire les transferts de matériaux vers l'aval, favoriser les écoulements et diminuer les obstacles en crue, garantir la continuité écologique.

Contexte : Les embâcles dépendent d'une part de la végétation rivulaire, d'autre part de la gestion qui y est exercée. Les embâcles peuvent s'avérer très bénéfiques pour un cours d'eau (diversification des habitats, source de nourriture...) mais ils peuvent également l'impacter négativement : interruption de la continuité écologique, débordement, érosion importante... La gestion des embâcles doit donc être réfléchie au cas par cas.

Mise en œuvre de l'action :

Conséquence générées par l'embâcle	Action prioritaire	Objectif/Réalisation	Coût	Intérêt écologique
Contournement par l'eau de l'obstacle → affouille la berge	Retrait	Exportation de l'embâcle hors du lit du cours d'eau. Important de ne laisser aucun déchet sur place. Limiter les interventions dans le lit du cours d'eau.		
Débordements de la rivière				
Obstacle à la libre circulation des poissons				
Autres	Aucune action	Vise à conserver une certaine diversité dans le cours d'eau.		

Condition de réussite : Un suivi régulier devra être réalisé.

Maître d'ouvrage : Collectivité de communes, ONF, FDAAPMA.

Illustrations :



Embâcle entravant la continuité écologique du cours d'eau

Pour aller plus loin...

DDT55, 2016. *Guide d'entretien des cours d'eau*. Service Environnement. 21p.

SIAB Midour-Douze. *Fiche information n° 5 - La gestion des embâcles*. Plan pluriannuel de gestion (PPG).

Fiche action n°3 : ENTRETIEN DE LA RIPISYLVE

Objectif : Appliquer une gestion adaptée de la ripisylve afin de préserver et de pérenniser ses fonctions essentielles : hydraulique (frein pour les écoulements), biologique (source d'habitats, de refuges et d'alimentation), sédimentaire (protection des berges) et paysagère (perception visuelle)

Contexte : La ripisylve est importante pour tous les êtres vivants d'un cours d'eau. Elle permet une certaine constance de la température, assure un rôle de barrière et de filtre, stabilise les berges... Néanmoins, si elle n'est pas entretenue, elle peut vite devenir inadaptée (trop dense, absente, essences défavorables...).

Mise en œuvre de l'action :

L'action prioritaire à mettre en place doit être réfléchi en fonction de l'état actuel de la ripisylve.

Etat de la ripisylve	Action prioritaire	Objectif/Réalisation	Période de réalisation	Intérêt écologique
Ripisylve bonne à très dense	Abatage sélectif	Visé à anticiper la chute d'un arbre, à éliminer des arbres morts ou en mauvais état sanitaire, éliminer des arbres d'une cépée afin de l'éclaircir.	Oct-Déc	
	Élagage	Consiste à enlever les branches basses qui peuvent obstruer le libre écoulement des eaux.	Nov-Mars	
	Recepage	Visé à favoriser certaines essences (aulnes, saules), à adopter une forme en cépée, favorisant l'apparition de multiples rejets ou de tiges issues d'une même souche.	Nov-Fév	
Ripisylve faible à absente	Plantation	Visé à créer autour du cours d'eau une barrière végétale aussi naturelle que possible (résistance à l'érosion, filtre...). Les essences comme l'aulne et le saule seront favorisées.	Nov-Mars	
	Bouturage	Similaire à la plantation mais prélèvement de branches vivantes sur place afin d'en faire des boutures.	Nov-Mars	

Les coûts d'entretien de la ripisylve sont assez faibles.

Condition de réussite : Ces actions devront être renouvelées tous les 2 à 5 ans..

Maître d'ouvrage : Collectivité de communes, FDAAPMA, ONF.

Pour aller plus loin...

DDT55, 2016. *Guide d'entretien des cours d'eau*. Service Environnement. 21p.

Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2000. *Guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau*.

Fiche action n°4 : AMENAGEMENT D'UN OUVRAGE

Objectif : Restaurer la continuité écologique.

Contexte : Les poissons migrateurs comme la truite fario vont, au moment de la reproduction, vers les zones aval des rivières afin de trouver des zones adaptées à leur reproduction. Grâce à leur capacité de nage et de saut, elles sont capables de franchir un certain nombre d'ouvrages situés dans les lits des cours d'eau. Néanmoins certains restent infranchissables. Ils entraînent ainsi un fractionnement de l'habitat, ce qui a de nombreux impacts négatifs sur l'ensemble du bassin.

Mise en œuvre de l'action :

Plusieurs solutions peuvent être mises en œuvre afin de rétablir la continuité écologique. Ces actions dépendent du contexte dans lequel se trouve l'ouvrage et des moyens disponibles pour le rendre franchissable.

Contexte de l'ouvrage	Action choisie	Réalisation	Intérêt écologique	Coût
Ouvrage qui n'est plus utilisé à l'heure actuelle	Suppression	Suppression totale de l'ouvrage. Le cours d'eau retrouvera sa pente naturelle.		
Ouvrage nécessaire	Remplacement	Souvent pour les ouvrages routiers, remplacement par des ponts à bases larges.		
Ouvrage utile et en bon état	Aménagement	Enrochement		
		Défecteurs		
		Passe à poisson		
Aucune solution possible	Ruisseau de contournement	Création d'un ruisseau contournant l'ouvrage.		

Condition de réussite : Dans tous les cas, une surveillance devra être mise en place une fois l'action réalisée afin de vérifier son efficacité. Chaque aménagement devra être réfléchi au cas par cas pour chaque ouvrage. Néanmoins, le choix des ouvrages à modifier devra être fait à l'échelle du sous-bassin.

Appui technique : FDAAPMA, ONF, Collectivité de communes.

Pour aller plus loin...

MATHIEU (Aurélia), 2010. *Cours d'eau enterrés en tête de bassin : préconisations pour leur restauration*. 29p. ONEMA.

PORCHER (J.P.) et F. TRAVADE (F.), 1992. *Les dispositifs de franchissement : bases biologiques, limites et rappels réglementaires*. Bull. Fr. Pêche Piscic. 326-327 : 5-14.

ONEMA, 2014. *Informations sur la Continuité Ecologique, ICE. Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons. Principes et méthodes*.

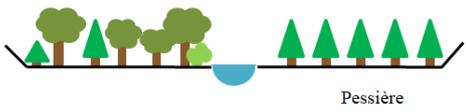
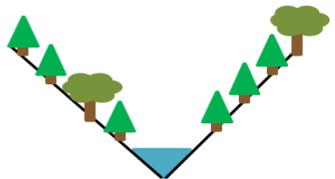
Fiche action n°5 : GESTION D'UN COURS D'EAU EN CONTEXTE FORESTIER

Objectif : Limiter les impacts de la gestion forestière sur les cours d'eau.

Contexte : Les cours d'eau de tête de bassin versant de la Fave subissent une forte pression forestière. Cette dernière se traduit principalement par une forte concentration d'épicéas dans les peuplements et de nombreuses pistes d'exploitations. Cela impacte de façon négative les cours d'eau : acidification des eaux, fragilisation voir destruction des berges, érosion pouvant entraîner un phénomène de colmatage, embâcles...

Mise en œuvre de l'action :

La gestion à adopter doit être réfléchi en fonction de la nature de l'environnement (altitude, topographie...) Le schéma ci-dessous présente deux cas de figure extrêmes pouvant être rencontrés.

Caractéristiques topographiques		Objectif/Réalisation
Altitude faible, pente peu prononcée	 <p style="text-align: center;">Pessière</p>	Favoriser la présence de feuillus autochtones, maintien d'une ripisylve adaptée sur les berges. Dans le cas d'une pessière implantée sur les berges, une coupe rase de 5 à 10 m et/ou une ripisylve seront mises en place.
Altitude élevée, talweg marqué		Dans ces zones il est normal de trouver des résineux majoritaires. Les essences autochtones comme le sapin blanc seront à privilégier.

Condition de réussite : Ces cas de figures sont des cas extrêmes, et chaque gestion forestière devra prendre en compte de nombreux éléments du milieu afin de préserver au mieux ce dernier.

Maître d'ouvrage : ONF

Pour aller plus loin...

Parc naturel régional des ballons de Vosges, 2005. *Les milieux forestiers*. Natura 2000, Catalogue des habitats naturels d'intérêt communautaire des Hautes-Vosges. 23 p.

MORET (Louis-Didier), n.d. *Influence de l'épicéa commun sur la morphologie et la biocénose d'un cours d'eau*. 6p.

COLOMB (Louise), 2019. *Intégration du risque d'érosion des sols et de la desserte forestière au regard des enjeux liés à l'eau*. Mémoire de fin d'étude, AgroParisTech. Gestion forestière.

CLOSSET-KOPP (Déborah), 2004. *Sylvigénèse de la hêtraie-sapinière dans le contexte vosgien*. Sciences agricoles. Université Paul Verlaine - Metz, 2004

AgroParisTech, 2019. *Érosion et gestion forestière : contribution à l'étude des impacts et conseils de gestion*. Projet étudiant commandité par Jean-Yves BOITTE et Louise COLOMB (ONF), sous la supervision de Philippe DURAND et Eric LACOMBE.