
Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Etude hydro-morphologique des bassins versants
de la Braye, de la Veuve, de l'Yre et du Dinan

SARL HARDY ENVIRONNEMENT

37, rue Pierre de Coubertin - 44150 ANCENIS



Tuteur entreprise :

Anthony Morin

Clément Ricordel

IMA

Tuteur académique :

Michel Bacchi

2019-2020

REMERCIEMENTS

Avant toute chose, je souhaite adresser mes remerciements aux diverses personnes qui ont contribué à la réalisation de ma mission de stage.

Je tiens à remercier Bruno VASSEUR, dirigeant du bureau d'études Hardy Environnement, pour m'avoir accueilli dans son entreprise. Je tiens également à le remercier pour la confiance qu'il m'a accordée ainsi que pour sa disponibilité tout au long de mon stage.

Je tiens également à remercier Anthony MORIN, ingénieur chef de projet et mon tuteur au cours de ce stage, pour son accueil, sa confiance et sa disponibilité.

J'adresse également mes remerciements à Gwendal LE BRIS, Ronan LECLAIR et Thomas ROULAND pour le partage de leur expertise lors des différentes missions sur le terrain que j'ai pu avoir avec eux.

Enfin, je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe du bureau d'études Hardy Environnement pour leur accueil et leur bonne humeur qui a facilité mon intégration au sein de l'équipe.

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
2	PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	3
3	MATERIEL ET METHODES	4
3.1	Aire d'étude	4
3.1.1	Localisation	4
3.1.2	Etat écologique des masses d'eau	6
3.2	Méthodologie	7
3.2.1	Inventaire sur le terrain	7
3.2.2	Diagnostic des cours d'eau selon la méthode REH-CRE	8
4	RESULTATS ET DISCUSSION	12
4.1	Résultat du diagnostic REH	12
4.2	Synthèse des altérations hydro-morphologiques par compartiment	13
4.2.1	Compartiment débit.....	13
4.2.2	Compartiment ligne d'eau	15
4.2.3	Compartiment lit mineur	16
4.2.4	Compartiment berges / ripisylve	18
4.2.5	Compartiment continuité	19
4.2.6	Compartiment annexes hydrauliques.....	20
4.3	Principales altérations hydro-morphologiques observées sur le territoire d'étude	24
4.4	Caractéristiques remarquables	25
4.4.1	Cours d'eau de référence.....	25
4.4.2	Espèces patrimoniales	25
4.5	Suite de l'étude.....	27
4.6	Retours d'expérience sur la méthode REH.....	29
5	CONCLUSION.....	30
6	ANNEXES.....	31
6.1	Annexe 1 : Diagnostic REH par masse d'eau.....	31
6.2	Annexe 2 : Exemple de grille multicritères réalisé dans le cadre de la phase « enjeux-objectifs » du CTMA sur le territoire du bassin versant de la Théols (36)	39
7	BIBLIOGRAPHIE	41

1 INTRODUCTION

Un cours d'eau en bon état écologique et hydro-morphologique peut se définir de la façon suivante : une diversité de faciès d'écoulement, des berges naturelles, une ripisylve variée, la présence d'annexes hydrauliques et une dynamique fluviale libre (Malavoi 2007).

Aujourd'hui, de nombreux cours d'eau français ne présentent plus ce « bon état » à cause des travaux hydrauliques réalisés lors de nombreuses années et notamment lors du remembrement agricole. Ces interventions ont provoqué de nombreuses altérations et dysfonctionnements morphologiques et écologiques (Malavoi 2007; Gob et al. 2003; Charrier 2000). Pour lutter contre ces dégradations et retrouver des cours en bon état de nombreuses actions sont menées dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (Morandi et al. 2016; Anquetil et al 2018).

La Directive-Cadre sur l'Eau du 23 octobre 2000, fixe des objectifs ambitieux pour une gestion équilibrée de la ressource en eau. De nombreuses masses d'eau n'ont pas atteint les objectifs fixés à la fin du 1^{er} cycle en 2015 (Gaëlle Dupont 2010). C'est la raison pour laquelle la Communauté de communes Loir-Lucé-Bercé ainsi que les autres communautés de communes du groupement de commandes (C.C. des Vallées de la Braye et de l'Anille, C.C. du Pays de l'Huisne Sarthoise et C.C. du Gesnois Bilurien) ont lancé une étude diagnostique sur les cours d'eau ne répondant pas aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). L'étude concerne le bassin versant du Loir sur les territoires de ces 4 communautés de communes, soit une superficie de 1 048 km².

L'étude a pour objectif principal d'établir un programme d'actions visant à répondre aux objectifs d'atteinte du bon état des masses d'eau fixés par la Directive Cadre sur l'Eau dans le cadre d'un Contrat Territorial Milieux Aquatiques (CTMA). Un CTMA est un outil qui a été proposé par l'agence de l'eau Loire-Bretagne dans le cadre de son 9^{ème} programme pour remplacer les contrats de restauration et d'entretien (CRE). L'objectif de ce contrat est de réduire les sources de pollutions et les dégradations physiques des milieux aquatiques en conciliant les différents acteurs locaux afin d'atteindre les objectifs fixés par la DCE.

On parle aujourd'hui de CT Eau (rénovation du CT dans le cadre du 11^{ème} programme d'intervention de l'AELB)

Cette étude s'inscrit notamment dans le cadre des politiques et objectifs :

- de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) transposée dans le droit français par la loi du 21 avril 2004 (Union Européenne 2000) ;
- du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau Loire Bretagne (SDAGE) (Agence de l'eau Loire-Bretagne 2015) ;
- du Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'eau du bassin versant du Loir (SAGE) (Etablissement Public Loir 2015).

Pour aboutir à ce programme d'actions, l'étude est composée de trois phases principales (Figure 1) :

- La **première phase** consiste à réaliser un état des lieux des milieux et des usages sur la base d'une collecte des données et d'un inventaire sur le terrain. Elle permet également d'établir le diagnostic de la situation (identification des perturbations sur le plan de l'hydro-morphologie et de l'ensemble des pressions).
- La **deuxième phase** correspond à la définition des enjeux et des objectifs. Une hiérarchisation des perturbations et une mise en relation avec les enjeux et les objectifs à atteindre au regard de la DCE sont établis. Des scénarios sont ensuite élaborés et soumis à la future maîtrise d'ouvrage des travaux.

- La **troisième phase** permet d'établir un programme d'actions à mettre en œuvre sur 6 ans (types d'actions à mener, modalités techniques, détermination des coûts, calendrier, modalités de mise en œuvre) et de définir le dispositif de suivi et d'évaluation de ce programme (indicateurs et définition des points de contrôle).

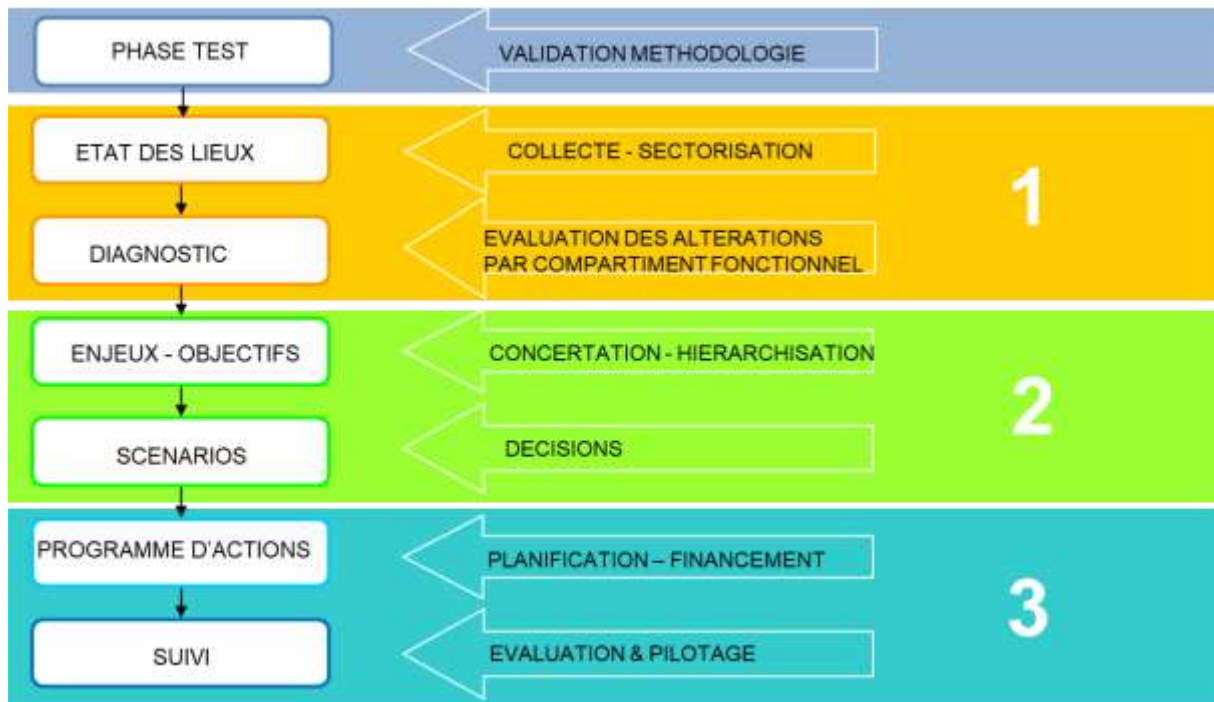


Figure 1 : Phasage type d'une étude CTMA – Source Hardy Environnement

La durée d'une étude comme celle-ci est supérieure à un an et je n'ai donc pas contribué à l'ensemble des phases de ce CTMA lors de la durée de mon stage. En revanche j'ai contribué à la réalisation de la phase état des lieux dans le cadre d'un autre CTMA (Basses Vallées Angevines) et à la phase enjeux-objectifs lors d'un CTMA sur le bassin versant de la Théols. Dans le cadre de ce rapport de stage, je vais donc présenter l'évaluation des altérations hydro-morphologiques par la méthode Réseau d'Evaluation des Habitats (REH) sur les bassins versants de la Braye, de la Veuve, de l'Yre et du Dinan dans le cadre de la phase diagnostique du CTMA Loir-Lucé Bercé.

Ce rapport de stage est organisé en 3 grandes parties. La première partie présente l'entreprise d'accueil et le rôle que j'ai joué au sein de celle-ci. La deuxième partie expose le matériel et les méthodes qui ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Enfin, la troisième et dernière partie présente les résultats obtenus et la discussion de ceux-ci.

2 PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

J'ai effectué mon stage au sein du bureau d'études Hardy Environnement sous la supervision d'Anthony Morin – 10 ans d'expérience – ingénieur chef de projet dans le domaine de l'hydraulique fluviale et des milieux aquatiques.

Les missions qui m'ont été confiées ont majoritairement concerné la thématique environnement et milieux aquatiques. Elles sont listées ci-dessous :

- Contribution à la phase état des lieux dans le cadre du bilan du CTMA des Basses Vallées Angevines ;
- Réalisation de la phase diagnostic du CTMA Loir-Lucé-Bercé : prospections de terrain avec application de la méthode REH, rédaction du rapport de la phase diagnostic ;
- Réalisation de grille multicritères pour des propositions de scénarios (effacement d'ouvrages, arasement partiel, rivière de contournement,) concernant des ouvrages hydrauliques sur le bassin versant de la Théols – phase enjeux-objectifs du CTMA du bassin versant de la Théols ;
- Relevés topographiques de plan d'eau.

Le bureau d'études Hardy Environnement est spécialisé dans les domaines de l'environnement et des aménagements, et plus particulièrement lorsqu'ils concernent les milieux aquatiques et les milieux naturels. Le volet « milieux aquatiques » des contrats territoriaux (CTMA) constitue une partie importante de l'activité de l'entreprise, avec les études naturalistes (plans de gestion d'espaces naturels, inventaires, ...).

Le bureau d'études est composé d'une équipe de 12 personnes avec des profils et des domaines de compétences différents : chargés de mission milieux aquatiques, écologues, cartographes-sigistes, ...

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Aire d'étude

3.1.1 Localisation

L'étude concerne le bassin versant du Loir sur le territoire de plusieurs communautés de communes, soit une superficie de 1 048 km². Le territoire d'étude se situe exclusivement en région Pays-de-la-Loire sur le département de la Sarthe (72) et comporte 54 communes, comprises entièrement ou partiellement dans le bassin versant. Elles sont listées dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

Tableau 1: Communes incluses partiellement ou totalement dans l'aire d'étude

Communes concernées par l'aire d'étude			
Beaumont-Pied-de-Bœuf	Gréze-sur-Roc	Melleray	Saint-Pierre-de-Chevillé
Beaumont-sur-Dême	Jupilles	Montaillé	Saint-Pierre-du-Lorouër
Berfay	La Chapelle-Huon	Montmirail	Saint-Ulphace
Bessé-sur-Braye	La Chartre-sur-le-Loir	Montreuil-le-Henri	Saint-Vincent-du-Lorouër
Chahaignes	Lamnay	Montval-sur-Loir	Semur-en-Vallon
Champrond	Lavaré	Nogent-sur-Loir	Théligny
Cogners	Lavernat	Pruillé-l'Éguillé	Thoiré-sur-Dinan
Conflans-sur-Anille	Le Grand-Lucé	Rahay	Tresson
Coudrecieux	Lhomme	Saint-Calais	Valennes
Courdemanche	Loir en Vallée	Sainte-Cérotte	Vancé
Dissay-sous-Courcillon	Luceau	Sainte-Osmane	Vibraye
Écorpain	Maisoncelles	Saint-Georges-de-la-Couée	Villaines-sous-Lucé
Évaillé	Marçon	Saint-Gervais-de-Vic	
Flée	Marolles-lès-Saint-Calais	Saint-Jean-des-Échelles	

8 masses d'eau « cours d'eau » présentes sur l'aire d'étude ont été diagnostiquées. Cela représente un linéaire total de **378,6 km** de cours d'eau (Tableau 2).

Tableau 2: Masses d'eau de l'aire d'étude diagnostiquées

Code masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Linéaire (km)
GR1584	La Braye et ses affluents depuis la source jusqu'à Greez-sur-Roc	43,4
GR1241	Le Maine et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye	14,8
GR1226	Le Fresnay et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye	26,2
GR1186	Le Colonge et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye	10,6
GR1193	Le Tusson et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye	72,9
GR1571	L'Etangsort et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Veuve	59,3
GR1572	La Veuve et ses affluents depuis la source jusqu'à Lhomme	119,1
GR1114	Le Dinan et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec le Loir	32,2

La carte ci-après présente la localisation des 8 masses d'eau (Figure 2).

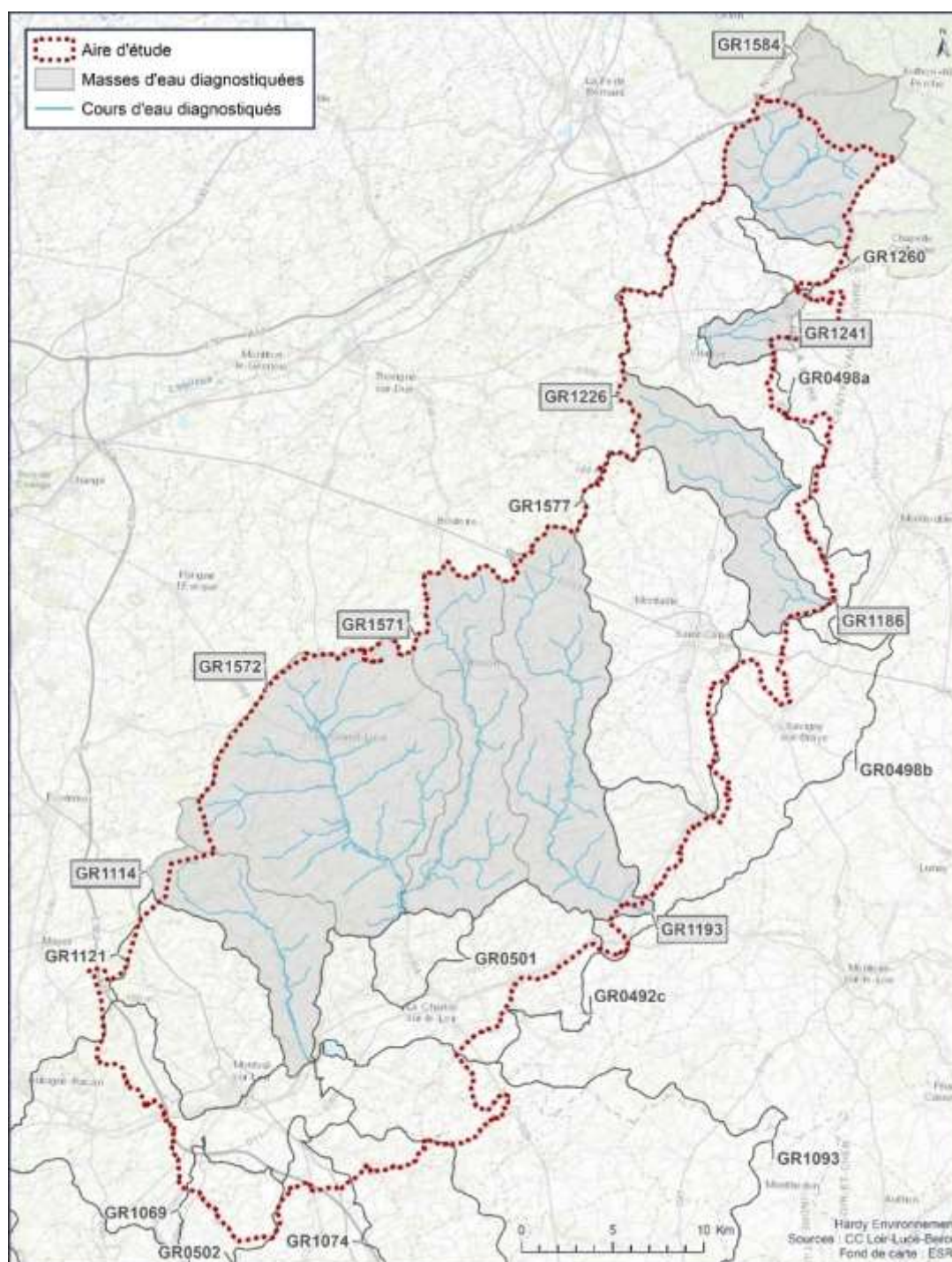


Figure 2 : Localisation des 8 masses d'eau diagnostiquées

3.1.2 Etat écologique des masses d'eau

Le tableau ci-dessous présente l'état écologique évalué en 2019 des 8 masses d'eau considérées et leur délai d'atteinte du bon état écologique (Tableau 3).

Tableau 3 : Masses d'eau du territoire d'étude – Source AELB-SDAGE Loire-Bretagne

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Etat écologique (2019)	Echéance d'atteinte du bon état
FRGR1584	La Braye et ses affluents depuis la source jusqu'à Greez sur Roc	Bon	2015
FRGR1241	Le Maineau et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye	Mauvais	2027
FRGR1226	Le Fresnay et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye	Bon	2021
FRGR1186	Le Colonge et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye	Mauvais	2027
FRGR1193	Le Tusson et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye	Moyen	2021
FRGR1571	L'Etangsort et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Veuve	Bon	2015
FRGR1572	La Veuve et ses affluents depuis la source jusqu'à Lhomme	Bon	2015
FRGR1114	Le Dinan et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec le Loir	Médiocre	2021

D'après l'état des lieux réalisé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne en 2019, 4 masses d'eau sont en bon état écologique, 1 en état moyen, 1 en état médiocre et 2 en mauvais état.

L'Agence de l'Eau a par ailleurs proposé en 2019 une caractérisation des Risques de Non-Respect des Objectifs Environnementaux (RNROE), pour chaque masse d'eau (Tableau 4).

Tableau 4: Caractérisation par masse d'eau des causes du risque de non-atteinte des objectifs DCE – Source AELB-SDAGE Loire-Bretagne

Macropolluants	Nitrates	Pesticides	Morphologie	Obstacles à l'écoulement	Hydrologie
La Braye et ses affluents depuis la source jusqu'à Greez sur Roc (FRGR1584)					
Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
Le Maineau et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye (FRGR1241)					
Respect		Risque	Risque	Risque	Respect
Le Fresnay et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye (FRGR1226)					
Respect	Respect	/	Risque		Respect
Le Colonge et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye (FRGR1186)					
Respect	/	Risque	Risque	Respect	Respect
Le Tusson et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye (FRGR1193)					
Respect	Respect	Risque	Respect	Respect	Respect
L'Etangsort et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Veuve (FRGR1571)					
Respect	Respect	Respect	Risque	Risque	Respect
La Veuve et ses affluents depuis la source jusqu'à Lhomme (FRGR1572)					
Respect	Respect	Risque	Risque	Risque	Respect
Le Dinan et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec le Loir (FRGR1114)					
Respect	Respect	/	Risque	Risque	Respect

3.2 Méthodologie

3.2.1 Inventaire sur le terrain

3.2.1.1 Période d'inventaire

La prospection sur le terrain s'est déroulée de mars à mai 2020, en période de basses eaux afin de faciliter les observations. Le matériel utilisé sur le terrain est le suivant : une tablette de terrain avec Qgis intégré pour faciliter l'intégration des données, une mire graduée pour les mesures, un gps et un appareil photo.

3.2.1.2 Eléments relevés

Les éléments relevés lors de l'inventaire sur le terrain sont présentés de manière non exhaustive dans le tableau suivant (Tableau 5).

Tableau 5 : Eléments relevés lors de l'inventaire sur le terrain

Etat du réseau hydrographique
Caractéristiques : morphologie des cours d'eau, morphologie du fond, matériaux constitutifs du lit, type d'écoulement, zones de frayères existantes et potentielles (<i>problèmes de colmatage du lit</i>), bras morts, atterrissements, débits caractéristiques, relevés des entités jouant un rôle sur la régulation des débits, biodiversité, qualité de l'eau (<i>mares, étangs, plans d'eau, ...</i>), aménagements présents dans le cours d'eau (<i>seuil, gué, passerelle...</i>), usages (<i>pêche prélèvement...</i>).
Embâcles (état, fonctions hydrauliques et écologiques, gestion à prévoir, ...).
Identification des problèmes pouvant perturber le fonctionnement hydraulique, abreuvement des animaux au niveau des cours d'eau, érosion, rejets, pompages, ...
Identification des végétaux macrophytes et des espèces remarquables : communautés aquatiques, communautés à Potamots, communautés d'hélophytes et mégaphorbiaies
Recherche de plantes à caractère envahissant : Jussie, Renouée du Japon, ...
Berges
Hauteurs, pentes, état, stabilité (identification des zones sous-cavées), érosion, affouillements, caractéristiques et état de la ripisylve (stratification, densité, continuité, fonction écologique, importance de l'ombrage, pressions existantes (zones de piétinement, abreuvoirs, dépôts, ...), ...
Milieus adjacents
Délimitation de la zone inondable, occupation du sol, cultures en contact direct avec les cours d'eau, présence ou absence de bandes enherbées, peupleraies, identification des annexes hydrauliques, zones humides existantes, évaluation de la communication avec le cours d'eau, axes de communication provoquant des ruptures transversales, nature des activités humaines et des usages, ...
Ouvrages
Caractéristiques : Localisation, type, gabarit, état, dimensions, hauteur de chute, problèmes de franchissement par les poissons, incidences sur le fonctionnement hydraulique, effet de bief, petit patrimoine hydraulique, etc...
Identification des impacts positifs : écrêtement des crues (<i>existence d'un champ d'expansion des crues, maîtrise de son inondabilité</i>), soutien des étiages, stabilisation du lit, maintien d'un milieu écologique intéressant (<i>annexe hydraulique, zone humide, zone de frayère</i>), intérêt patrimonial et paysager.

Identification des impacts négatifs : état d'envasement, colmatage, problèmes de franchissement de l'ouvrage par les poissons, état des berges et de la ripisylve, débordement sur des zones vulnérables (*zones urbanisées*), situation en étiage.

Identification des usages : collectifs (alimentation en eau potable, pisciculture, randonnée, baignade...), individuels (abreuvement, irrigation, agrément, usage économique industriel et/ou artisanal).

3.2.2 Diagnostic des cours d'eau selon la méthode REH-CRE

3.2.2.1 Principe

La méthode REH (Réseau d'Évaluation des Habitats) est appliquée à l'échelle des segments, identifiés sur le terrain comme présentant des caractéristiques homogènes (Vignerot 2005). Cette méthode permet de réaliser un bilan sur une masse d'eau et de dégager les compartiments hydro-morphologiques dégradés (lit mineur, berges/ripisylve...) afin d'orienter le futur programme d'actions.

Le principe du REH est de procéder à l'évaluation du niveau d'altération de la qualité de l'habitat des cours d'eau. Cette évaluation est effectuée à la lumière des exigences globales des espèces de poissons présentes dans les cours d'eau étudiés. Les espèces repères sélectionnées dans la cadre de l'étude sont :

- la **truite fario** (*Salmo trutta fario*) pour les espèces holobiotiques,
- l'**anguille** (*Anguilla anguilla*) pour les espèces amphibiotiques.

Le choix de procéder par référence aux exigences des principales communautés de poissons permet :

- d'objectiver la notion de qualité de l'habitat qui ne peut en effet s'entendre indépendamment de toute référence biologique ; la dégradation de l'habitat ne peut être quantifiée que vis-à-vis d'un impact potentiel sur un fonctionnement écologique.
- de travailler à des niveaux cohérents en regard du fonctionnement écologique et morphodynamique du cours d'eau notamment pour le choix des échelles spatio-temporelles et des compartiments étudiés ; ainsi, par exemple, les caractéristiques de l'habitat prises en compte par le REH intègrent à la fois le lit mineur, la berge et la plaine alluviale (dimension latérale).
- de répondre aux objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau qui précise que l'hydro-morphologie doit être prise en compte comme élément soutenant la biologie.

Un deuxième principe important mis en œuvre dans le REH est d'évaluer l'état de l'habitat par une quantification des modifications qu'il a subies plutôt que d'estimer la qualité intrinsèque de l'habitat (sujet éminemment complexe en raison de la forte variabilité naturelle d'un cours d'eau à l'autre et de la difficulté d'agglomération des paramètres).

Le REH propose de distinguer clairement :

- une description de terrain du milieu dans son état actuel (nature des fonds, des berges, des débits...),
- une description des principales activités humaines ayant une influence significative sur l'habitat (ouvrages...),
- une expertise du niveau d'altération de l'habitat résultant de l'incidence des activités humaines sur le milieu.

Le principal objectif du REH, à l'échelle du bassin Loire-Bretagne, est de dresser un état des lieux, à l'échelle du cours d'eau, du niveau d'altération de l'habitat.

3.2.2.2 Classement des compartiments selon les altérations en classe de qualité

Le traitement des paramètres descriptifs aboutit à évaluer et à apprécier par cours d'eau, l'état du milieu sur 6 compartiments : 3 compartiments physiques et statiques (Lit mineur, berges – ripisylve, annexes hydrauliques) et 3 compartiments dynamiques (débit, ligne d'eau, continuité). Ces compartiments sont détaillés dans le chapitre suivant.

La méthodologie REH permet de croiser l'impact et l'étendue de celui-ci afin de déterminer une classe de qualité. Le diagnostic aboutit à une évaluation en 5 classes pour chacun des compartiments par masse d'eau (Figure 3) (Vigneron 2005).

Etendue de l'impact	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%
Importance de l'Impact					
Altération faible	Très bon	Très bon	Bon	Bon	Bon
Altération moyenne	Très bon	Bon	Moyen	Moyen	Mauvais
Altération forte	Bon	Moyen	Moyen	Mauvais	Très mauvais

Figure 3 : Tableau altération / étendue de l'impact

Pour chacun des cours d'eau expertisés et pour chaque compartiment étudié, l'analyse se fait d'abord au niveau des segments (localisation des segments altérés pour le compartiment étudié et quantification de l'altération). Ensuite, les segments sont agrégés (somme des linéaires) par niveau d'altération afin de déterminer le pourcentage de linéaire touché sur chaque masse d'eau. Les différents critères analysés permettent l'obtention d'une note comprise entre 1 et 5, jugeant le niveau d'altération :

- 1 : très bon,
- 2 : bon,
- 3 : moyen,
- 4 : mauvais,
- 5 : très mauvais.

Par exemple, si pour le compartiment « lit mineur », la perturbation constatée est une modification importante (niveau altération forte) du profil en travers sur 50% du linéaire, le compartiment sera évalué comme « moyen ».

Une évaluation globale est enfin menée pour chaque compartiment : débit, ligne d'eau, lit mineur, berges-ripisylve, continuité et annexes hydrauliques. La note finale retenue (niveau d'altération du compartiment entier) est donnée par le paramètre d'altération le plus déclassant.

3.2.2.3 Paramètres pris en compte pour chaque compartiment

Le **bilan REH** permet de croiser les données bibliographiques et les données linéaires et ponctuelles recueillies sur le terrain.

L'expertise de l'altération de l'habitat prend en compte divers critères :

- **Débit** : accentuation étiages, accentuation de la violence des crues (ou des vitesses de courant), diminution des débordements, réduction localisée du débit, variations brusques du débit. Ces paramètres sont pondérés par les connaissances des experts locaux.
- **Ligne d'eau** : élévation de la ligne d'eau, homogénéisation des hauteurs d'eau et des vitesses de courant.
- **Lit mineur** : modification du profil en long (tracé, pente), modification du profil en travers (largeur, profondeur), réduction de la diversité des habitats du lit mineur ou de la granulométrie grossière, déstabilisation du substrat, colmatage du substrat, réduction de la végétation du lit.
- **Berges-ripisylve** : uniformisation/artificialisation des berges (hauteur, pente), réduction du linéaire de berge, réduction/uniformisation de la ripisylve.
- **Continuité** : elle est évaluée distinctement pour les espèces :
 - **Amphibiotiques** : dans ce cas, la perturbation à la continuité est évaluée, d'aval en amont, (accès aux zones de reproduction : affluents) par effets cumulés des niveaux de franchissabilité. L'espèce cible pour évaluer la continuité amphibiotique est l'anguille (Figure 4).

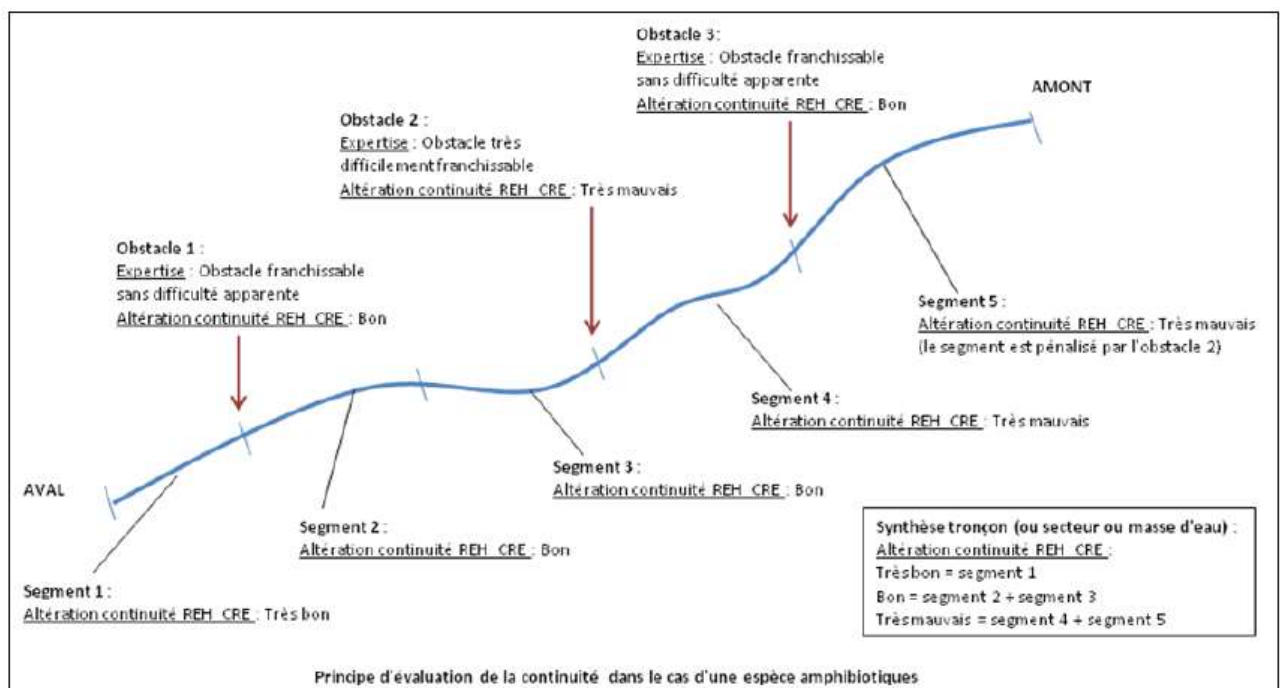


Figure 4 : Principe d'évaluation de la continuité dans le cas d'une espèce amphibiotique – Source : Thibault Vigneron 2005

- **Holobiotiques** : dans ce cas, la perturbation à la continuité est évaluée, sans effet cumulé des niveaux de franchissabilité. Il est considéré qu'une espèce pour assurer l'ensemble de son cycle biologique doit avoir la possibilité d'accéder aux zones de

reproduction (affluents), à partir du cours principal indépendamment de l'effet amont-aval, ou aval-amont. L'espèce cible pour évaluer la continuité holobiotique est la truite fario (Figure 5).

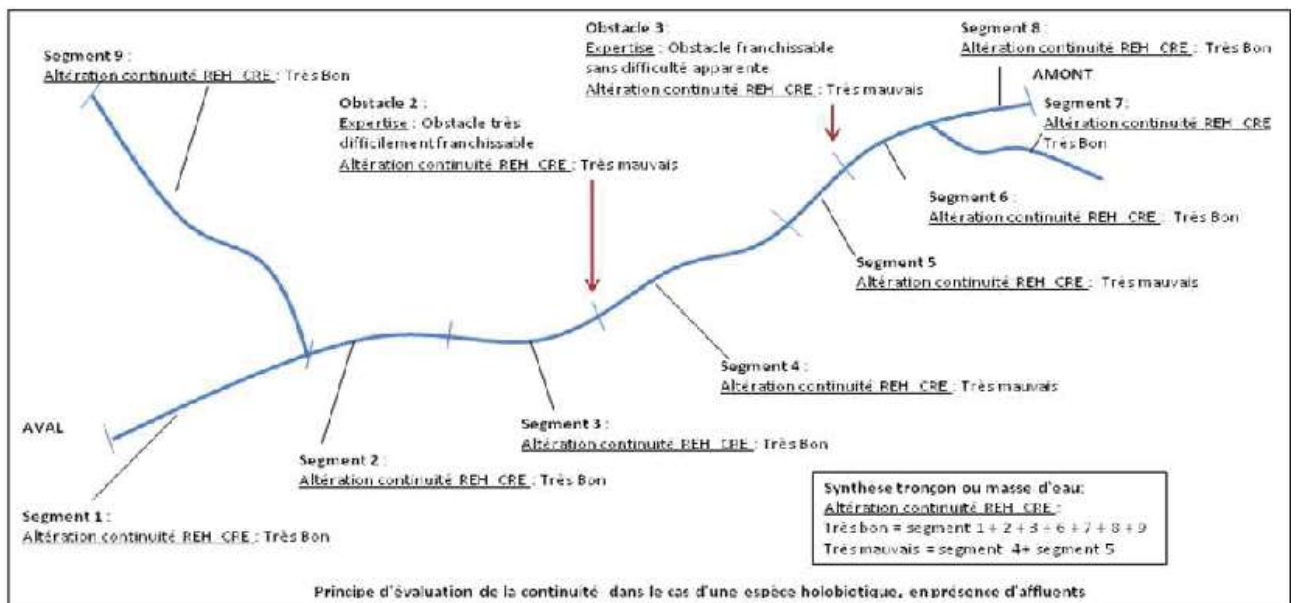


Figure 5 : Principe d'évaluation de la continuité dans le cas d'une espèce holobiotique – Source : Thibault Vigneron 2005

- Annexes hydrauliques

Définition du REH : affluents connectés au cours principal sur le tronçon à évaluer. Le chevelu à considérer est constitué par les cours d'eau de très petite taille (ordre 1 et 2) connectés au tronçon et non-évalués par ailleurs (les tronçons REH raccordés et faisant déjà l'objet d'une évaluation individuelle ne sont pas à prendre en compte).

D'après la définition ci-dessus, le REH indique que l'observation de l'abondance du chevelu pour les cours d'eau qui nous concernent ne nous conduit pas à proposer une analyse spécifique pour ce paramètre. En effet, lors de notre étude, la grande majorité des cours d'eau annexes est évaluée.

En revanche, il est proposé que l'occupation du sol et notamment les zones humides soient prises en compte dans l'évaluation du compartiment « annexes hydrauliques ». La possibilité de débordement du cours d'eau sur le lit majeur est également intégrée dans ce compartiment afin d'évaluer la continuité latérale (échantillon de parcelles, présence de digues, merlons de curage, zones humides, affluents connectés).

La principale dégradation de ce compartiment est alors le drainage des zones humides soit par le surcreusement du cours d'eau, soit par un fossé drainant parallèle ou perpendiculaire au cours d'eau. Un lit mineur trop incisé, avec des berges hautes diminue la connexion latérale du cours d'eau et limite sa capacité à déborder. Le niveau d'artificialisation de la bande riveraine est également un élément à considérer.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Résultat du diagnostic REH

La méthodologie REH adaptée au CTMA a été appliquée sur 370 km de cours d'eau sur la zone d'étude. Les 8 km de cours d'eau manquants n'ont pas pu être diagnostiqués faute d'accessibilité (végétation dense, propriétés privées...).

Le graphique et le tableau ci-après fournissent les résultats de l'expertise d'altération des habitats de cours d'eau sur l'ensemble de la zone d'étude (Figure 6). Des graphiques et des tableaux fournissant les résultats à l'échelle de chaque masse d'eau ont également été réalisés (Annexe 1 : Diagnostic REH par masse d'eau).

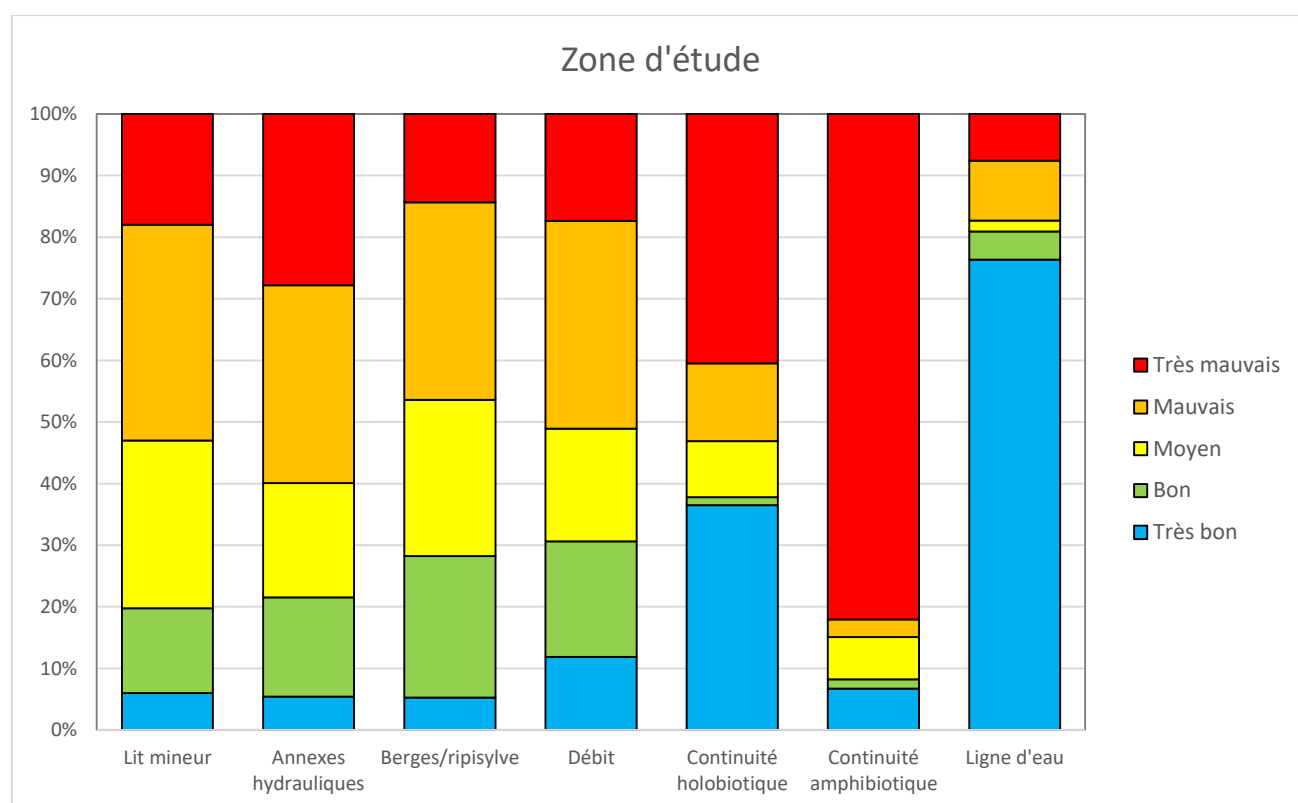


Figure 6 : Diagnostic REH sur l'ensemble des cours d'eau étudiés

Ainsi, sur l'ensemble du linéaire de cours d'eau diagnostiqué, les compartiments par ordre décroissant de dégradation sont :

- le compartiment « Continuité amphibiotique » avec 92 % du linéaire dégradé ;
- le compartiment « Lit mineur » avec 80 % du linéaire dégradé ;
- le compartiment « Annexes hydrauliques » avec 79 % du linéaire dégradé ;
- le compartiment « Berges ripisylve » avec 71 % du linéaire dégradé ;
- le compartiment « Débit » avec 69 % du linéaire dégradé ;
- le compartiment « Continuité holobiotique » avec 62 % du linéaire dégradé ;
- le compartiment « Ligne d'eau » avec 20 % du linéaire dégradé.

Du point de vue géographique, les masses d'eau du « Fresnay et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye (GR1226) » et du « Dinan et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec le Loir (GR1114) » sont les masses d'eau les moins altérées. A l'inverse la masse d'eau du « Maineau et ses affluents depuis la source jusqu'à sa confluence avec la Braye (GR1241) » apparaît comme la plus altérée sur le territoire d'étude (Annexe 1 : Diagnostic REH par masse d'eau).

4.2 Synthèse des altérations hydro-morphologiques par compartiment

Cette partie décrit d'une part les différentes altérations hydro-morphologiques dont fait référence la méthodologie REH adaptée CTMA et fait état d'autre part, du diagnostic réalisé sur les cours d'eau du territoire d'étude. Les cartes qui suivent permettent par ailleurs de localiser pour chaque compartiment hydro-morphologique les secteurs plus ou moins dégradés (Figure 17 et Figure 18).

4.2.1 Compartiment débit

Les données géologiques et hydrogéologiques du bassin versant renseignent sur les caractéristiques hydrologiques naturelles des cours d'eau. Le régime hydrologique naturel des cours d'eau dans cette région est soumis à des fluctuations saisonnières : des hautes eaux exprimées par les crues et des basses eaux traduites par des étiages voire des assecs dans certains cas.

En contexte hors perturbation, l'écroulement et la réduction de l'intensité des crues sont possibles au travers des espaces d'expansion de crue. Inversement en basses eaux, le débit des cours d'eau peut être soutenu par la présence des zones humides sur la bande riveraine restituant une partie de ses eaux stockées.

Le tableau ci-après résume les principales origines des perturbations qui sont rencontrées sur ce compartiment (Tableau 6 : Origines des perturbations rencontrées sur le compartiment débit et Figure 7).

Tableau 6 : Origines des perturbations rencontrées sur le compartiment débit

Perturbations	Principales origines
Accentuation des étiages	<ul style="list-style-type: none"> - prélèvement d'eau : pompage AEP, irrigation - dérivation/Interception : mise en bief, dérivation court-circuit du débit, plans d'eau - disparition de zones humides : assèchement des zones humides, drainage, pertes des fonctionnalités de soutien d'étiage des cours d'eau - augmentation de la capacité d'écoulement : surcalibrage du lit, rectification du lit
Accentuation de la violence des crues	<ul style="list-style-type: none"> - travaux hydrauliques : augmentation de la capacité d'écoulement, hydraulique urbaine et agricole (rectification, reprofilage, drainage) - modification du couvert végétal : mise en culture des sols, suppression des haies, imperméabilisation des sols, urbanisation
Diminution des débordements (fréquence crues, durée)	<ul style="list-style-type: none"> - augmentation de la capacité d'écoulement du lit : surcalibrage du lit, rectification du lit - déconnexion du lit mineur/lit majeur : levées de terre, merlon, endiguement
Réduction localisée du débit (dérivation)	<ul style="list-style-type: none"> - dérivation : mise en bief, dérivation court-circuit du débit, plans d'eau
Variations brusques du débit (éclusées)	<ul style="list-style-type: none"> - vidange de plans d'eau, variation brutale du niveau de retenue de clapet basculant

Les altérations relatives à ce compartiment sont :

- accentuation des vitesses d'écoulement (augmentation des débits de pointe) ;
- court-circuit-dérivation, réduction du débit nécessaire à la vie, reproduction et nourrissage de la faune piscicole ;
- lutte locale contre les inondations (accentuation de l'intensité de l'onde de crue en aval).



Figure 7 : Situations dégradées – Source : Hardy Environnement

4.2.2 Compartiment ligne d'eau

La ligne d'eau est liée à la pente du cours d'eau et à la rugosité du lit (nature du substrat). En fonction de ces deux paramètres, le régime d'écoulement peut être diversifié (alternance de courants, plats, profonds) ou uniforme (Figure 8).



Figure 8 : Situation de référence - Source : Hardy Environnement

Le tableau ci-après résume les principales origines des perturbations qui sont rencontrées sur ce compartiment (Tableau 7 : Origines des perturbations rencontrées sur le compartiment ligne d'eau et Figure 9).

Tableau 7 : Origines des perturbations rencontrées sur le compartiment ligne d'eau

Perturbations	Principales origines
Artificialisation de la ligne d'eau, homogénéisation des hauteurs d'eau et des vitesses de courant	<ul style="list-style-type: none"> - création de retenue/plan d'eau au fil de l'eau - mise en bief - ouvrages hydrauliques : clapets, vannages, seuils

Les altérations concernant ce compartiment sont :

- réduction des vitesses d'écoulement et réchauffement des eaux ;
- accentuation des processus d'eutrophisation des eaux ;
- stockage des sédiments – processus de stockage/relargage d'éléments nutritifs (phosphore) ;
- habitats aquatiques banalisés – perte de diversité des habitats ;
- modification de la structure des peuplements d'espèces limnophiles au dépend d'espèces rhéophiles ;
- obstacle à la libre circulation piscicole.



Figure 9 : Situation dégradée – Source : Hardy Environnement

4.2.3 Compartiment lit mineur

Le lit mineur est le site où s’accomplit la majorité des fonctionnalités hydro-écologiques (autoépuration des eaux, vie/reproduction/nourrissage de la faune aquatique, transfert des flux liquides et solides, ...). Sous une configuration naturelle, le lit mineur du cours d’eau cherche en permanence son équilibre entre ses flux solides et liquides, ceci se traduit par une dissipation de l’énergie au travers des processus d’érosion et de dépôts de matériaux. Il en résulte une configuration du lit sinueuse à méandrique permettant l’installation d’une diversité de milieux (Figure 10).



Figure 10 : Situation de référence - Source : Hardy Environnement

Le tableau ci-après résume les principales origines des perturbations qui sont rencontrées sur ce compartiment (Tableau 8 et Figure 11).

Tableau 8 : Origine des perturbations rencontrées sur le compartiment lit mineur

Perturbations	Principales origines
Modification du profil en long (pente, tracé)	- travaux hydrauliques de rectification ou de reprofilage, curage qui ont modifié significativement la pente ou le tracé (suppression de méandres ou de bras secondaires)
Modification du profil en travers (largeur, profondeur)	- travaux hydrauliques de recalibrage ou de curage qui ont modifié significativement la largeur et/ou la profondeur

Perturbations	Principales origines
Réduction de la diversité des habitats du lit mineur (ou) de la granulométrie grossière	<p>Modifications d'origine anthropique ayant entraîné la perte de diversité des habitats du lit mineur (substrat, vitesse, hauteur).</p> <ul style="list-style-type: none"> - perte de la diversité des substrats. Suppression de la couche d'armure du lit (granulométrie grossière). Atteinte de la roche mère (marne, argile, dalle rocheuse) - travaux hydrauliques (recalibrage, rectification, curage, busage) - extraction de granulats - bétonnage/artificialisation du lit
Perte de fonctionnalité des zones humides annexées et des bandes enherbées	<p>Augmentation importante des problèmes d'érosion régressive et d'incision du lit liée à l'activité humaine :</p> <ul style="list-style-type: none"> - extraction de matériaux dans le lit mineur - blocage du transit sédimentaire (ouvrages : clapet, vannage, seuil,...). Déficit de matériaux en aval des ouvrages.
Colmatage du substrat	<p>Augmentation de la sédimentation naturelle par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - modification du couvert végétal du bassin versant (mise en culture, suppression des haies, lessivage des sols) - blocage du transit sédimentaire par les ouvrages (clapet, vannage, seuil,...). Stockage des matériaux en amont des ouvrages - piétinement du lit par les bovins - colmatage biologique et algal (excès d'éléments nutritifs nitrates et phosphore ; excès d'ensoleillement)
Réduction de la végétation du lit	Enlèvement de la végétation aquatique du lit (essartage)
Déstabilisation du substrat	<ul style="list-style-type: none"> - piétinement du bétail - présence d'ouvrage - absence ou mauvaise gestion de la ripisylve

Les principales altérations sur ce compartiment sont donc :

- accélération des écoulements par diminution de la rugosité ;
- déstabilisation des berges et du lit ;
- atténuation des phénomènes d'autoépuration ;
- disparition des zones d'accueil de la faune et de la flore ;
- disparition des habitats ;
- homogénéisation du paysage, diminution de l'intérêt du paysage.



Figure 11 : Situations dégradées - Source : Hardy Environnement

4.2.4 Compartiment berges / ripisylve

Le rôle de la ripisylve est essentiel pour la rivière car elle remplit de multiples fonctions (épuration des eaux, stabilisation des berges et du sol, création d'habitats, ...).

Hors altération d'origine anthropique, la structuration de la ripisylve se compose de l'ensemble des strates (herbacée, arbustive, arborée) et d'un peuplement en essence diversifié. La présence de caches sous berges associée au réseau racinaire contribue à la diversité des habitats aquatiques (Figure 12).



Figure 12 : Situations de référence - Source : Hardy Environnement

Le tableau ci-après résume les principales origines des perturbations qui sont rencontrées sur ce compartiment (Tableau 9 et Figure 13).

Tableau 9 : Origine des perturbations rencontrées sur le compartiment berges/ripisylve

Perturbations	Principales origines
Uniformisation/artificialisation des berges (hauteur, pente)	- travaux hydrauliques agricoles et urbains : reprofilage de berge

Perturbations	Principales origines
	<ul style="list-style-type: none"> - aménagement, protection de berges : urbanisation, travaux de protection de berge (enrochement) - déstabilisation/piétinement des berges par les bovins
Réduction du linéaire de berges	Travaux hydrauliques agricoles et urbains. Reprofilage de berges. Perte des digitations des berges. Travaux de recoupement/rectification de méandres.
Réduction/uniformisation de la ripisylve	Végétation rivulaire réduite à néant (coupe drastique, dessouchage, ...) ou remplacée par un peuplement non-autochtone monospécifique.

Les altérations en lien avec ce compartiment sont :

- accélération des écoulements par diminution de la rugosité ;
- déstabilisation des berges et du lit ;
- perte des fonctionnalités de filtre à la pollution ;
- disparition des zones d'accueil faune-flore ;
- disparition des habitats en berges ;
- homogénéisation du paysage.



Figure 13 : Situations dégradées - Source : Hardy Environnement

4.2.5 Compartiment continuité

La description de la continuité est liée à la présence d'obstacles dans le lit des cours d'eau (chutes, seuils, ...) qui peuvent influencer le bon déroulement du transport sédimentaire et l'accès des poissons vers la tête de bassin versant. La continuité est évaluée par chacune des espèces cibles et selon leurs exigences écologiques pour accomplir l'intégralité de leur cycle biologique. L'accessibilité aux zones de frayère et de croissance est donc essentielle.

Le tableau ci-après résume les principales origines des perturbations qui sont rencontrées sur ce compartiment (Tableau 10 et Figure 14).

Tableau 10 : Origines des perturbations rencontrées sur le compartiment continuité

Perturbations	Principales origines
La réduction de la continuité des écoulements (accentuation des phénomènes d'assec)	Travaux hydrauliques : curage, reprofilage, incision du lit, baisse de la nappe phréatique.
La circulation piscicole en fonction de l'espèce repère	Ouvrages hydrauliques (vannage, clapet, seuils, ...) constituant des obstacles à la libre circulation piscicole.
Le blocage du transport sédimentaire	Ouvrages hydrauliques (vannage, clapet, seuils, ...)

Les altérations qui en découlent sont :

- modification des crues, des temps de transfert et accentuation des étiages ;
- diminution de l'autoépuration ;
- accumulation des polluants et eutrophisation du milieu ;
- réduction de la diversité des habitats aquatiques ;
- glissement de la biotypologie des peuplements piscicoles, cloisonnement des populations ;
- perte de la diversité de l'offre de pêche.



Figure 14 : Situations dégradées – Source : Hardy Environnement

4.2.6 Compartiment annexes hydrauliques

Ces espaces dans le lit majeur sont en connexion avec le lit mineur lors des plus hautes eaux. Ces espaces sont des zones humides qui assurent de multiples fonctions ayant une importance dans le bon fonctionnement de l'hydrosystème tel que la régulation hydraulique, l'amélioration de la qualité de l'eau et le maintien d'un écosystème et d'une grande biodiversité (Figure 15).



Figure 15 : Situations de référence - Source : Hardy Environnement

Le tableau ci-après résume les principales origines des perturbations qui sont rencontrées sur ce compartiment (Tableau 11 et [Figure 16](#)).

Tableau 11 : Origines des perturbations rencontrées sur le compartiment annexes hydrauliques

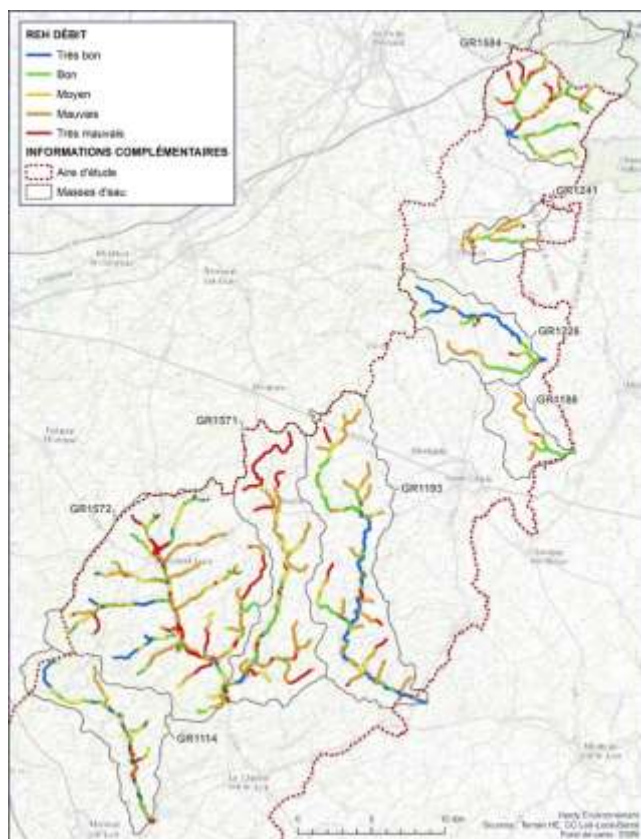
Perturbations	Principales origines
Réduction/altération des bras secondaires	Travaux hydrauliques : curage, reprofilage, incision du lit, baisse du niveau de la nappe phréatique
Réduction/altération des annexes connectées/ prairies exploitables en période de crue	<ul style="list-style-type: none"> - assèchement, drainage de la bande riveraine - travaux hydrauliques : réduction des capacités de débordement des cours d'eau - remblaiement, urbanisation, imperméabilisation

Les altérations qui en découlent sont :

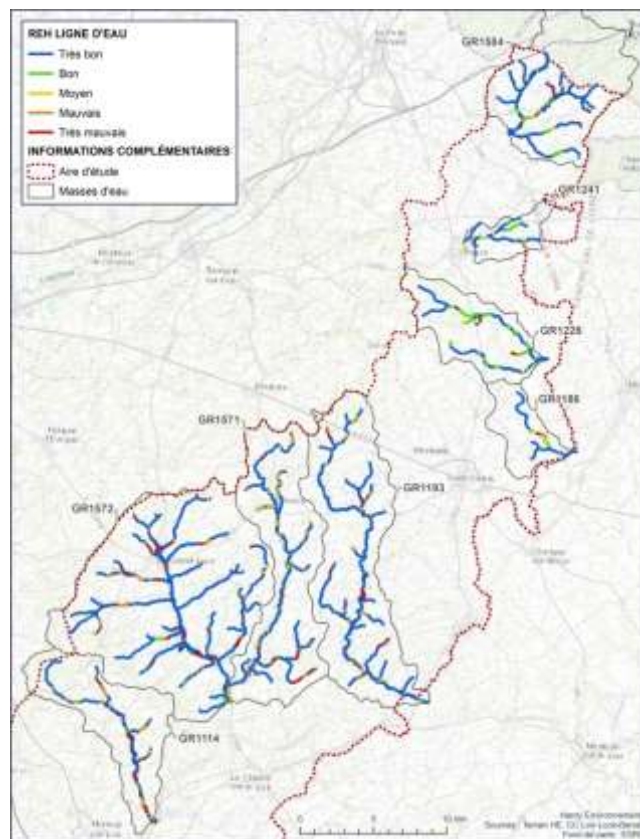
- accélération des écoulements par diminution de la rugosité ;
- accentuation des étiages par la perte du rôle d'éponge des zones humides et de leur participation en soutien d'étiage et perte des fonctionnalités de filtre à la pollution ;
- disparition des zones d'accueil faune-flore de la bande riveraine et des habitats des annexes latérales (zone de refuge de reproduction).



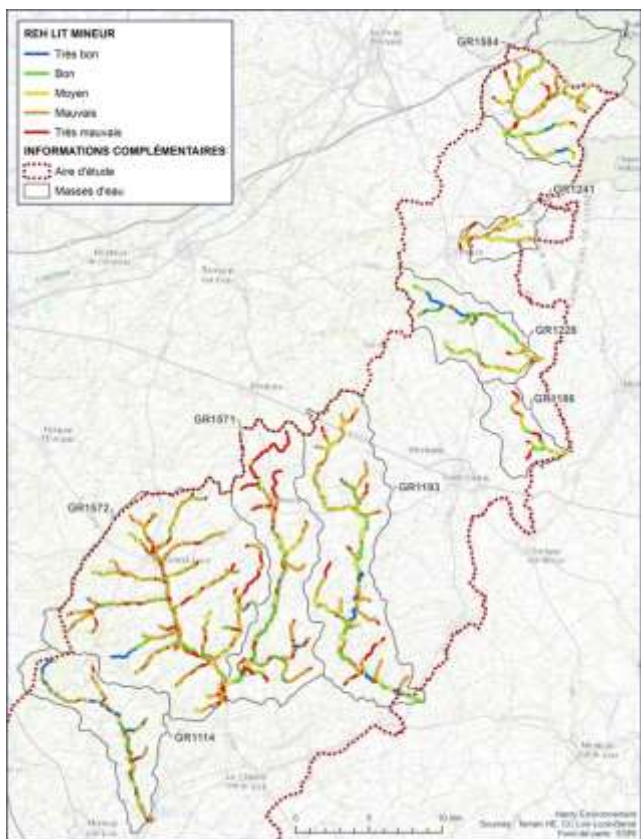
Figure 16 : Situations dégradée - Source : Hardy Environnement



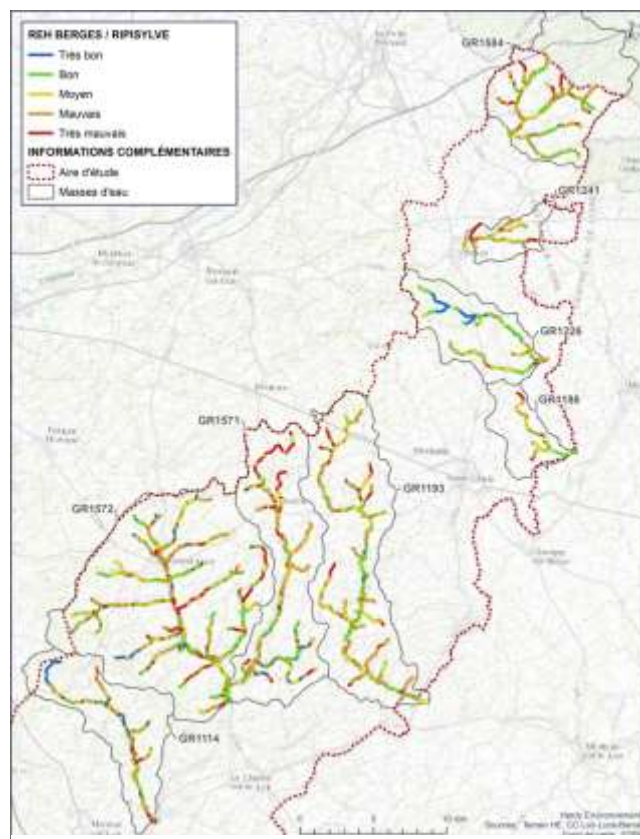
Compartment Débit



Compartment Ligne d'eau

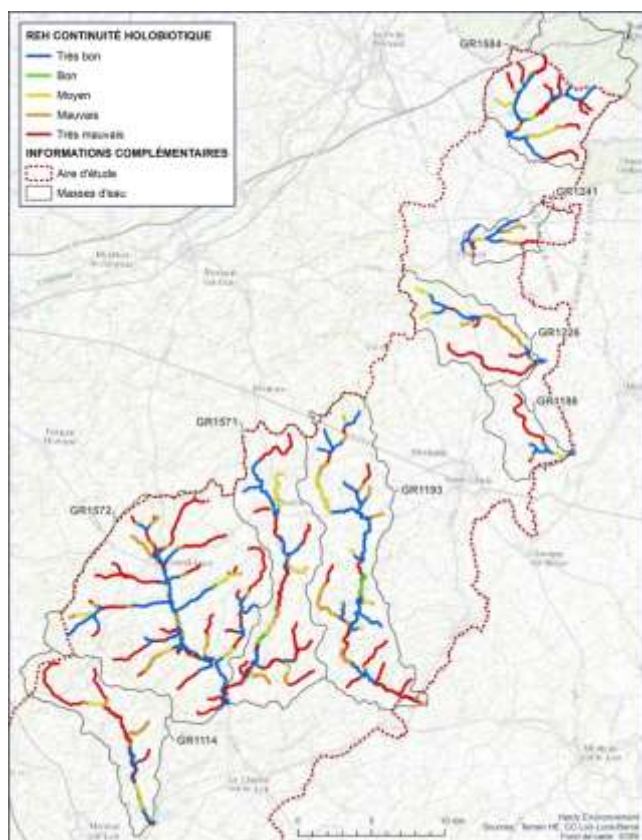


Compartment Lit mineur

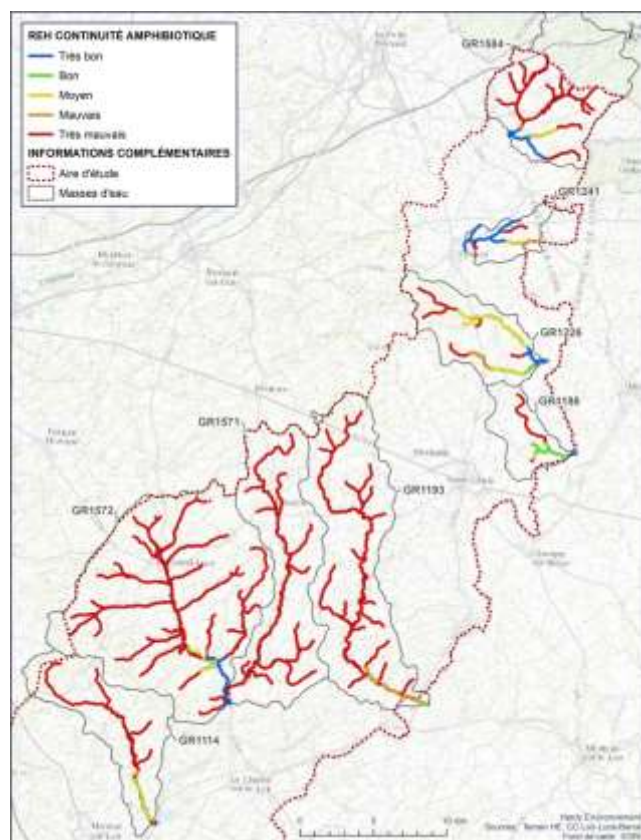


Compartment Berges / Ripisylve

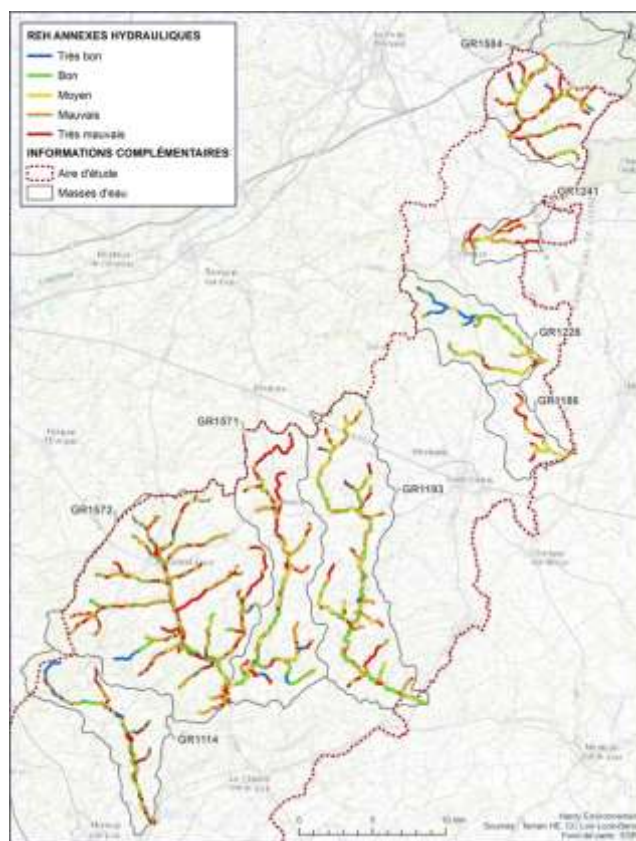
Figure 17: Diagnostic REH pour les 8 masses d'eau étudiées



Compartiment Continuité Holobiotique



Compartiment Continuité Amphibiotique



Compartiment Annexes Hydrauliques

Figure 18: Diagnostic REH pour les 8 masses d'eau étudiées (suite)

4.3 Principales altérations hydro-morphologiques observées sur le territoire d'étude

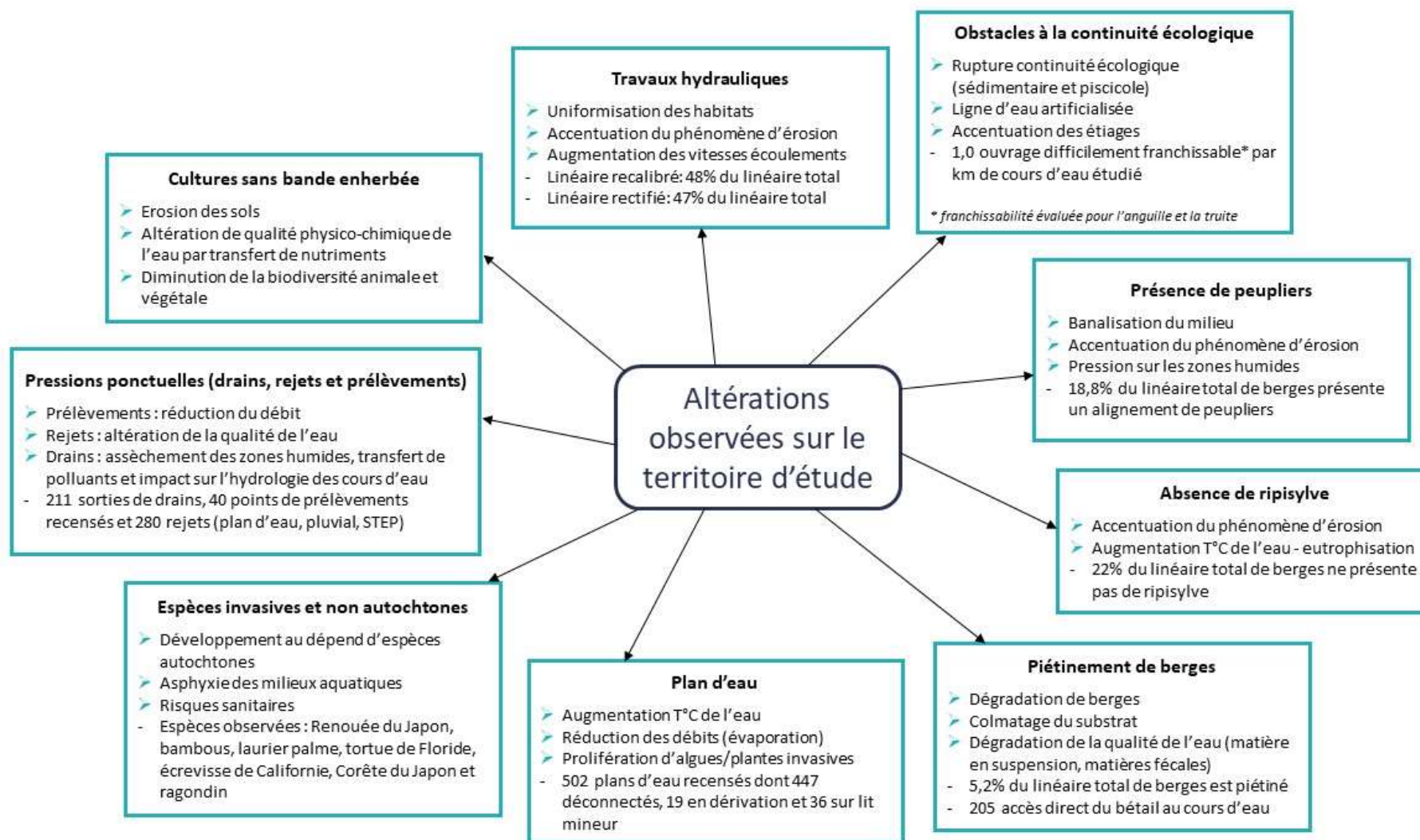


Figure 19 : Principales altérations hydro-morphologiques observées sur la zone d'étude

4.4 Caractéristiques remarquables

4.4.1 Cours d'eau de référence

Certains linéaires de cours d'eau ont été classés en très bon état pour tous les compartiments hydro-morphologiques (5,3 km soit 1,4% du linéaire total). Les cours d'eau en très bon état présentent un tracé méandrique, une bonne connectivité avec le lit majeur, des faciès d'écoulement variés avec une diversité de substrats et d'habitats aquatiques. Ces linéaires en très bon état se situent principalement sur la partie amont du Fresnay, dans la forêt de Vibraye et sur la partie amont du Dinan, dans la forêt domaniale de Bercé. Ces deux secteurs n'ont pas subi de travaux hydrauliques et présentent une morphologie intéressante. La diversité d'habitats (sous-berges, frayères, ...) qui compose ces linéaires permet d'abriter des espèces patrimoniales (Figure 20).



Figure 20 : Cours d'eau de référence – Source Hardy Environnement

4.4.2 Espèces patrimoniales

4.4.2.1 Lamproie de planer

La lamproie de Planer (*Lampetra planeri*) est sédentaire. Elle vit dans les ruisseaux et la partie supérieure des rivières. Les larves vivent enfouies dans les lits de limon et se nourrissent en filtrant divers organismes. Elle ne migre pas, mais il est possible qu'elle se déplace de quelques centaines de mètres à quelques dizaines de kilomètres pour trouver des eaux à température idéale, en vue de la reproduction. La lamproie de Planer est un bio-indicateur : sensible aux pollutions, exigeante quant à son habitat, sa présence indique que le milieu dans lequel elle se trouve n'est pas trop dégradé (Tableau 12) (Source : DORIS).

Tableau 12 : Statuts de protection de la lamproie de Planer – Source : INPN

Protections réglementaires	Portée
Annexe II de la Directive 92/43/CEE (Directive Habitats-Faune-Flore)	Communautaire
Annexe III de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne)	International
Article 1 de la liste des espèces de poissons protégés sur l'ensemble du territoire français national	Nationale

Les zones de frayère présentent un substrat composé de graviers et de sable, dans des eaux peu profondes et d'assez bonne qualité. Des frayères ont été observées sur l'aval de la Braye et sur le Dinan (Figure 21).



Figure 21 : Frayère de lamproie de Planer – Source Hardy Environnement

4.4.2.2 Salamandre tachetée

Le jour, la salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*) vit cachée dans les souches pourries, sous terre ou sous les tas de feuilles. Elle se tient non loin des cours d'eau ou des mares peu profondes, dans les forêts d'arbres à feuilles caduques. On ne la trouve pas à plus de 2 000 mètres d'altitude. Du fait de la déforestation et du remplacement par des forêts de conifères qui ne lui conviennent pas, son aire de répartition diminue rapidement (Tableau 13) (Source : DORIS).

Tableau 13 : Statuts de protection de la salamandre tachetée– Source : INPN

Protections réglementaires	Portée
Annexe II de la Directive 92/43/CEE (Directive Habitats-Faune-Flore)	Communautaire
Annexe III de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne)	International
Article 3 de la liste des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de protection	Nationale

La salamandre tachetée a été observée dans les zones forestières et notamment dans la forêt domaniale de Bercé (Figure 22).



Figure 22 : Salamandre tachetée – Source : ONF

4.4.2.3 Ecrevisse à pattes blanches

Autrefois prisée pour la consommation humaine, l'**Ecrevisse à pattes blanches** (*Austropotamobius pallipes*) est partout en forte régression. L'espèce bénéficie d'un statut réglementé (classée sur la liste rouge mondiale des espèces menacées et la liste rouge des crustacés d'eau douce en France métropolitaine). Elle vit en plaine et jusqu'à 1 500 m d'altitude, dans les eaux fraîches et riches en calcium sur des substrats graveleux. Très sensible à la pollution et à la peste des écrevisses, elle est un bon indicateur de qualité de l'eau (Tableau 14 et Figure 23).

Tableau 14 : Statuts de protection de l'écrevisse à pattes blanches – Source : INPN

Protections réglementaires	Portée
Annexe II de la Directive 92/43/CEE (Directive Habitats-Faune-Flore)	Communautaire
Annexe V de la Directive 92/43/CEE (Directive Habitats-Faune-Flore)	Communautaire
Annexe III de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne)	International
Article 1 de la liste écrevisses autochtone protégées sur le territoire français métropolitain	Nationale



Figure 23 : Ecrevisse à pattes blanches – Source : INPN

L'écrevisse à pattes blanches a été observée sur le territoire d'étude, lors de campagnes d'inventaires réalisées en 2009 par la Fédération pour le Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (FDPPMA) de la Sarthe. Plusieurs stations se situent sur le territoire d'étude et notamment sur le Dinan et le Fresnay.

4.5 Suite de l'étude

L'objectif de la phase de diagnostic présentée dans ce rapport est d'évaluer les altérations présentes sur le territoire afin de pouvoir, par la suite, définir des enjeux et objectifs. Une hiérarchisation des perturbations et une mise en relation avec les enjeux et les objectifs à atteindre au regard de la DCE sont établis. Des scénarios sont ensuite élaborés et soumis à la future maîtrise d'ouvrage des travaux. L'objectif final étant de réaliser un programme d'actions à mettre en œuvre sur 6 ans (types d'actions à mener, modalités techniques, détermination des coûts, calendrier, modalités de mise en œuvre

Les enjeux et les objectifs vont être définis à l'échelle des tronçons. La définition des enjeux s'appuie sur : l'analyse de l'état des lieux et du diagnostic, les politiques existantes sur le territoire (DCE, SDAGE,

SAGE Cher amont, ...) et l'intégration des usages et la concertation avec les acteurs locaux. Plusieurs enjeux peuvent ainsi avoir été identifiés pour un même tronçon.

Les objectifs seront fixés sur la base du diagnostic selon les critères suivants : le type, la fréquence et la localisation des altérations observées et le niveau de dégradation du compartiment hydromorphologique concerné par les altérations. Les exemples ci-dessous illustrent les objectifs retenus en fonction du compartiment hydro-morphologique concerné par la dégradation.

Exemple :

- Lorsque les compartiments « ligne d'eau », « lit mineur » et « annexes hydrauliques » sont mauvais, l'objectif de restaurer la morphologie naturelle des cours d'eau est fixé.
- Lorsque le compartiment « continuité » est mauvais, l'objectif de restaurer la continuité écologique est fixé.
- Lorsque le compartiment « débit » est mauvais, l'objectif de protéger la ressource en eau est fixé.

En fonction des enjeux et objectifs identifiés sur le territoire des actions vont ensuite être programmées afin d'atteindre l'objectif de « bon état » fixé par la DCE. Les grands types d'actions qui pourront être réalisées sur le territoire d'étude sont repris dans le tableau ci-après (Tableau 15).

Lors de mon stage, je n'ai pas eu l'occasion de contribuer à la réalisation de la phase enjeux-objectifs de cette étude. En revanche, j'ai eu l'occasion de participer à la phase enjeux-objectifs du CTMA sur le bassin versant de la Théols en réalisant notamment une analyse multicritère pour 40 ouvrages hydrauliques (clapets hydrauliques, seuils, moulins, ...), selon quatre scénarios (effacement total, arasement partiel, maintien de l'ouvrage avec proposition de gestion adéquate, maintien de l'ouvrage avec dispositif de franchissement) (Annexe 2 : Exemple de grille multicritères réalisé dans le cadre de la phase « enjeux-objectifs » du CTMA sur le territoire du bassin versant de la Théols (36).

Tableau 15 : Grands types d'actions proposés sur le territoire d'étude

Grands types d'actions	Objectifs visés	Exemple d'action
Travaux sur la continuité	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rétablir la continuité écologique, notamment la continuité piscicole ➤ Rétablir une dynamique favorable → diversification des habitats ➤ Impact positif sur l'hydrologie des cours d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Recalage/remplacement de buses - Aménagement rampe d'enrochement - Effacement/ abaissement/ contournement de l'ouvrage - Gestion intégrée de plusieurs ouvrages
Travaux sur lit mineur	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conserver/restaurer le fonctionnement hydraulique et biologique du cours d'eau ➤ Restaurer transit sédimentaire et l'alternance des faciès d'écoulement ➤ Reconstituer des milieux favorables pour la faune et la flore par la création d'habitats aquatiques fonctionnels 	<ul style="list-style-type: none"> - Diversification du lit et des écoulements (blocs, épis, déflecteurs, ...) - Rehaussement du lit (apport de granulats) - Remise en talweg - Création de méandres - Déconnexion/suppression plan d'eau sur cours
Travaux sur les berges et la ripisylve	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pérenniser les fonctionnalités de la végétation rivulaire (autoépuration, habitats, ombrage, stabilisation de berges, ...) ➤ Stopper les effets négatifs du piétinement par le bétail 	<ul style="list-style-type: none"> - Travaux sur la ripisylve (recépage, têtard, élagage, abattage sélectif) - Plantation de ripisylve - Gestion des embâcles - Remplacer les abreuvements directs par des solutions alternatives

Grands types d'actions	Objectifs visés	Exemple d'action
Lutte contre les espèces envahissantes	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lutter contre les espèces envahissantes ➤ Préserver les espèces autochtones 	<ul style="list-style-type: none"> - Piégeage des ragondins - Gestion adaptée en fonction des plantes envahissantes (gestion mécanique, arrachage manuel)
Travaux sur lit majeur	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestion/restauration des zones humides ➤ Créer des zones favorables à l'expansion des crues 	<ul style="list-style-type: none"> - Convertir un espace cultivé en prairie permanente - Supprimer des peupleraies en fond de vallée - Supprimer des remblais sur zone humide - Déconnexion des drains

4.6 Retours d'expérience sur la méthode REH

La méthode REH est une méthode très souvent utilisée et qui est donc bien connue et documentée du fait de nombreux retours d'expériences. Elle présente l'avantage d'avoir une homogénéité des différentes évaluations des cours d'eau sur l'ensemble du territoire français, ce qui permet de les comparer les uns aux autres. Cette homogénéité d'évaluation permet aussi de comparer l'évolution des cours d'eau dans le temps. Par exemple, dans le cadre de travaux de restauration, il est possible de comparer les évaluations REH sur le tronçon concerné avant et après travaux afin de voir les impacts de ceux-ci. Cependant quelques points négatifs peuvent être identifiés :

Le biais observateur

Les évaluations effectuées dans le cadre de la méthode REH sont faites à « dire d'experts » et vont donc être influencées par la formation, l'expérience et la sensibilité de chacun. Pour limiter ces biais observateurs des efforts d'homogénéisation peuvent être effectués. Dans le cadre de l'étude du CTMA Loir-Lucé-Bercé, 378km de cours d'eau ont dû être prospectés ce qui a nécessité la présence de plusieurs observateurs sur le terrain. Pour limiter les biais observateurs, plusieurs solutions ont été adoptées :

- Réalisation d'une journée avec les différentes personnes intervenant sur le terrain afin d'accorder les différents points de vue ;
- Homogénéisation de l'ensemble des données recueillies sur le terrain par 1 seule personne.

Cours d'eau de référence

Pour évaluer les altérations subies par les cours d'eau, il est nécessaire de comparer le cours d'eau prospecté à un « état de référence ». Or, il est difficile de trouver des cours d'eau n'ayant subi aucune altération sur le territoire d'étude. Sur les 378 km de cours d'eau prospectés seulement 1,4%, soit 5,3 km, apparaissent en très bon état pour tous les compartiments d'évaluations du REH (cf 4.4.1). Ce linéaire correspond à l'état « de référence » pour l'étude en cours.

Non adaptation au contexte local

La méthode REH a pour inconvénient de s'appliquer essentiellement aux cours d'eau sur les bassins Loire Bretagne et Seine Normandie, mais il faut faire attention de ne pas l'utiliser sans l'adapter aux différents territoires. En effet, les usages présents sur le bassin versant et le climat peuvent influencer l'hydro-morphologie et l'hydrologie du cours d'eau, il faudra alors adapter les différents paramètres évalués lors des prospections terrain et ne pas appliquer directement la méthode REH de base.

5 CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de dresser l'état hydro-morphologique du territoire d'étude afin de proposer, par la suite, un programme d'actions cohérent pour atteindre les objectifs fixés par la Directive Cadre sur l'Eau.

Le diagnostic a permis de mettre en évidence les principales altérations présentes sur l'aire d'étude. Certaines masses d'eau sont plus fortement dégradées comme celle du Maineau, situé dans un secteur majoritairement agricole (grandes cultures et pâturage), notamment impactée par les divers travaux hydrauliques réalisés. A l'inverse, les masses d'eau du Dinan et du Fresnay apparaissent en meilleur état, plus spécifiquement dans les secteurs boisés qui n'ont pas subi de travaux hydrauliques. Ce diagnostic détaillé ainsi que les échanges avec les acteurs du territoire vont permettre d'identifier les enjeux et objectifs afin d'élaborer le futur programme d'actions.

Pour réaliser ce diagnostic, la méthode REH a été appliquée. Elle est aujourd'hui très largement répandue. Cette méthode permet d'effectuer un diagnostic rapide de l'état hydro-morphologique des cours d'eau concernés et de mettre en avant les différents types d'altérations présents. En revanche, la méthode REH présente également quelques limites. Tout d'abord, la méthode repose sur des « dires d'experts » et inclue donc des biais observateurs. Cette méthode est également théorique et ne s'adapte pas toujours aux contextes locaux, l'observateur doit parfois prendre en compte les particularités du milieu pour effectuer le diagnostic. Malgré les limites que présente la méthode REH ainsi que les autres protocoles existants (SYRAH, CARYCE, AURACE, ...), elle reste la méthode privilégiée dans le cadre de la réalisation d'un CTMA.

J'ai fait le choix dans ce rapport de stage de ne présenter qu'une seule étude sur laquelle j'ai travaillé afin de faciliter la compréhension de celui-ci. Cela explique la raison pour laquelle seule la partie diagnostic est présentée, la partie enjeux-objectifs-programme d'actions n'étant pas encore entamée à l'heure actuelle. En revanche, j'ai eu l'occasion de travailler sur l'ensemble des phases d'un CTMA à travers plusieurs études (état des lieux, diagnostic, enjeux-objectifs) et j'ai également participé à des réunions me permettant de rencontrer les différents acteurs impliqués.

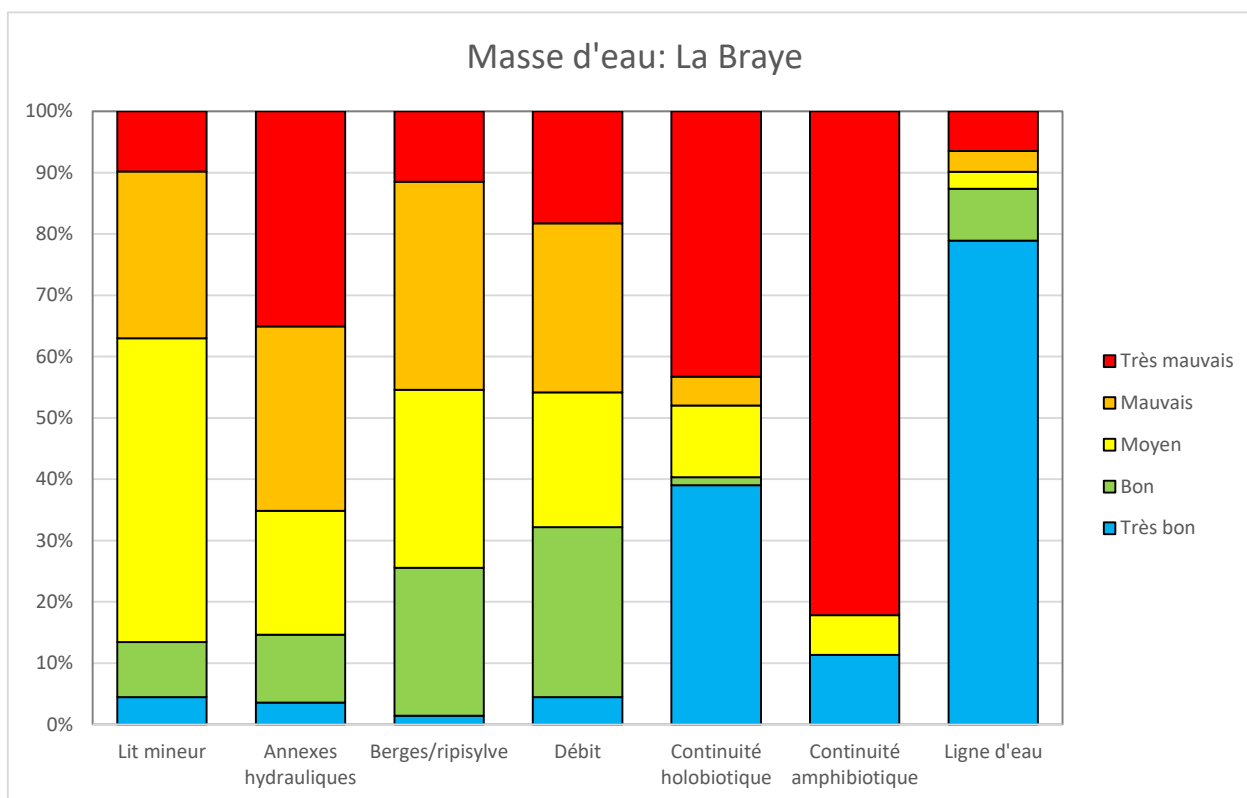
Grâce à ce stage effectué en bureau d'études, j'ai pu compléter mes connaissances et mes compétences dans la suite de ceux acquis au cours de ma formation lors de mes trois années à Polytech Tours. J'ai notamment pu m'améliorer dans de nombreux domaines liés aux milieux aquatiques tels que l'hydro-morphologie et l'hydrobiologie. Mon expérience de terrain lors des diagnostics des diverses études va également beaucoup m'apporter pour la suite de mon parcours professionnel. Lors de ce stage j'ai également pu développer mes compétences de synthèse, d'analyse, de cartographie ou encore relationnelle.

Ce stage m'a permis de confirmer mon orientation professionnelle et ma volonté d'intégrer un bureau d'études. Je suis actuellement à la recherche de mon premier emploi suite à la fin de mon stage.

6 ANNEXES

6.1 Annexe 1 : Diagnostic REH par masse d'eau

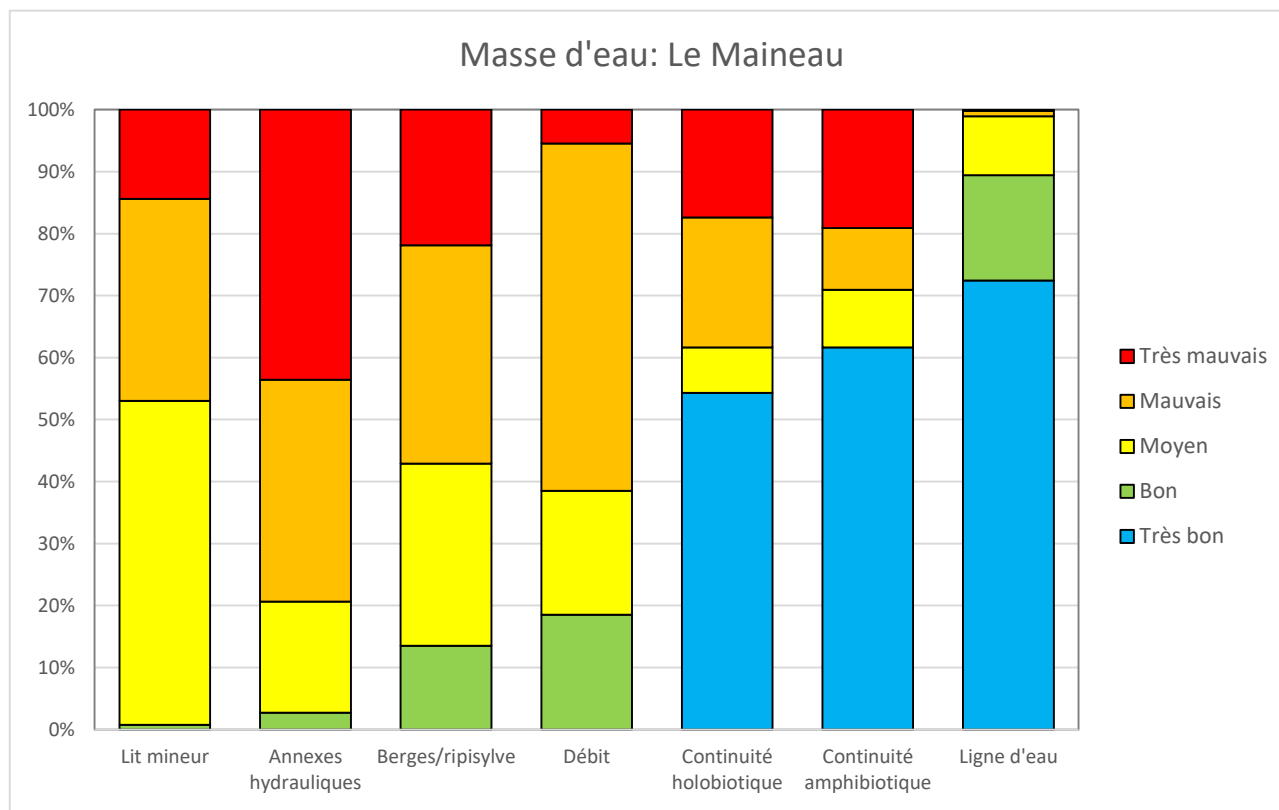
Masse d'eau « la Braye » (GR1584)



Masse d'eau : La Braye	Lit mineur	Annexes hydrauliques	Berges/ripisylve	Débit	Continuité holobiotique	Continuité amphibiotique	Ligne d'eau
Très bon	4%	4%	1%	4%	39%	11%	79%
Bon	9%	11%	24%	28%	1%	0%	8%
Moyen	50%	20%	29%	22%	12%	6%	3%
Mauvais	27%	30%	34%	28%	5%	0%	3%
Très mauvais	10%	35%	11%	18%	43%	82%	6%

- Masse d'eau principalement dégradée par les travaux hydrauliques malgré des affluents (Ruisseau de la Pinellière) présentant des habitats intéressants

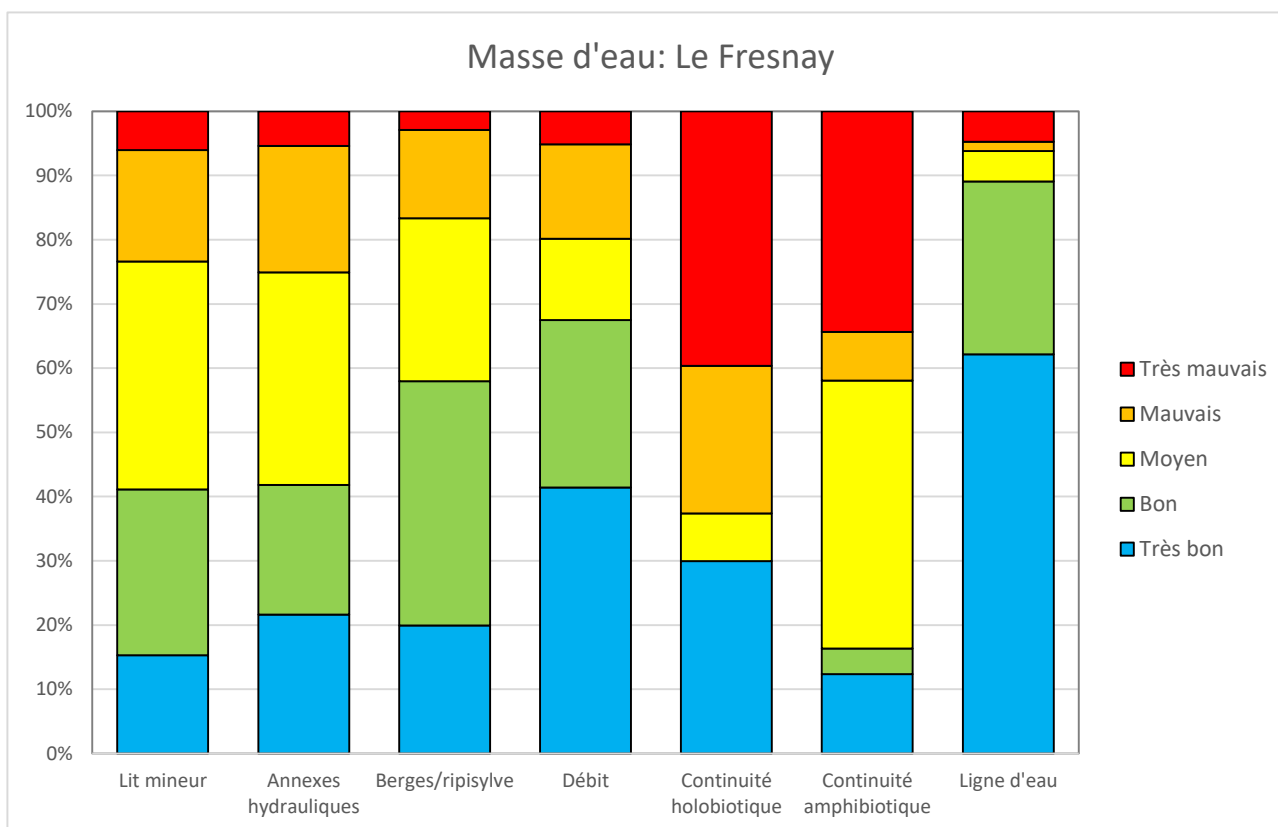
Masse d'eau « le Maineau » (GR1241)



Masse d'eau : Le Maineau	Lit mineur	Annexes hydrauliques	Berges/ripisylve	Débit	Continuité holobiotique	Continuité amphibiotique	Ligne d'eau
Très bon	0%	0%	0%	0%	54%	62%	72%
Bon	1%	3%	14%	19%	0%	0%	17%
Moyen	52%	18%	29%	20%	7%	9%	10%
Mauvais	33%	36%	35%	56%	21%	10%	1%
Très mauvais	14%	44%	22%	5%	17%	19%	0%

- Masse d'eau fortement impactée par les travaux hydrauliques avec des habitats très dégradés mais peu d'ouvrages hydrauliques perturbant la continuité

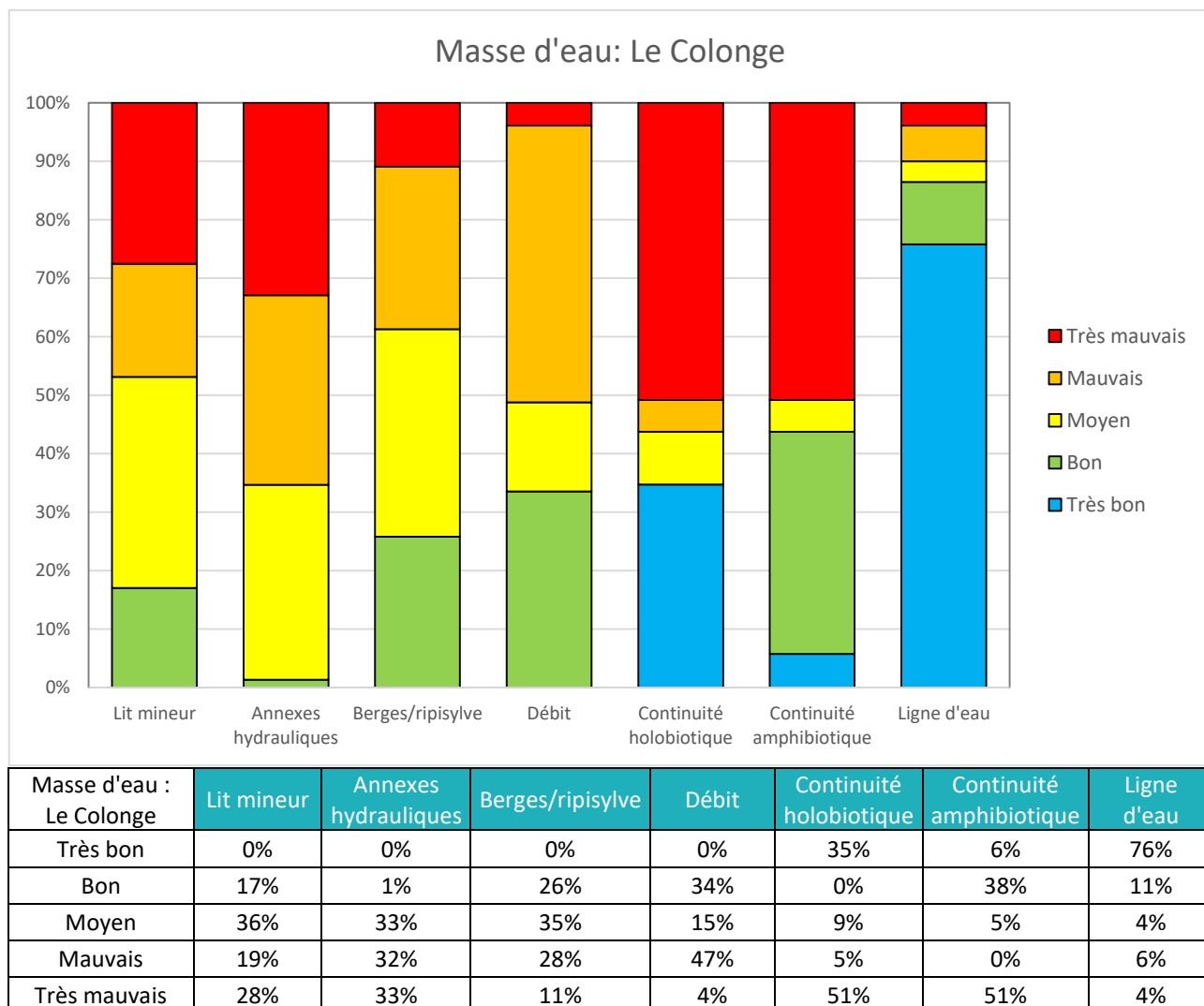
Masse d'eau « le Fresnay » (GR1226)



Masse d'eau : Le Fresnay	Lit mineur	Annexes hydrauliques	Berges/ripisylve	Débit	Continuité holobiotique	Continuité amphibiotique	Ligne d'eau
Très bon	15%	22%	20%	41%	30%	12%	62%
Bon	26%	20%	38%	26%	0%	4%	27%
Moyen	36%	33%	25%	13%	7%	42%	5%
Mauvais	17%	20%	14%	15%	23%	8%	1%
Très mauvais	6%	5%	3%	5%	40%	34%	5%

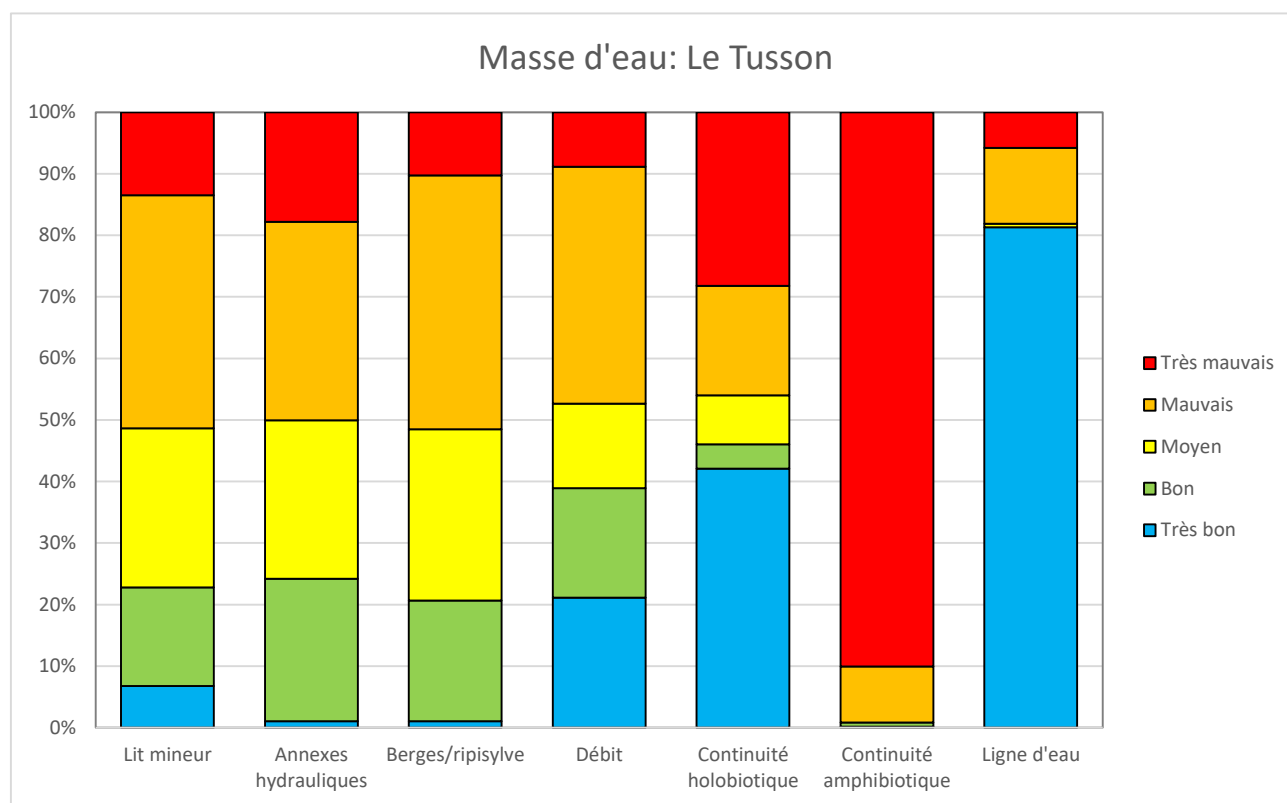
- Masse d'eau globalement en bon état notamment sur les portions de cours d'eau dans la forêt de Vibraye

Masse d'eau « le Colonge » (GR1186)



- Annexes hydrauliques très fortement dégradées par les cultures (absence de bande enherbée, drainages)

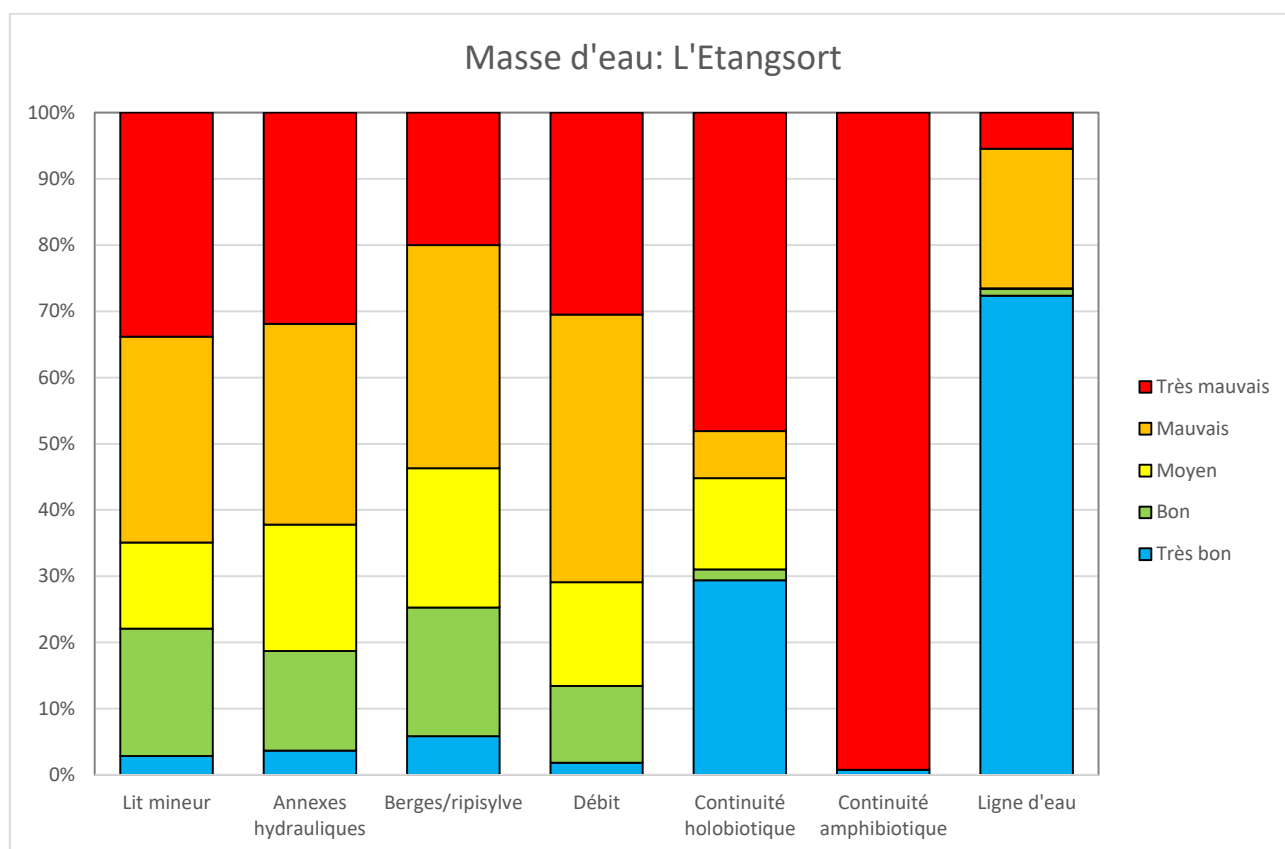
Masse d'eau « le Tusson » (GR1193)



Masse d'eau : Le Tusson	Lit mineur	Annexes hydrauliques	Berges/ripisylve	Débit	Continuité holobiotique	Continuité amphibiotique	Ligne d'eau
Très bon	7%	1%	1%	21%	42%	0%	81%
Bon	16%	23%	20%	18%	4%	1%	0%
Moyen	26%	26%	28%	14%	8%	0%	1%
Mauvais	38%	32%	41%	38%	18%	9%	12%
Très mauvais	13%	18%	10%	9%	28%	90%	6%

- Cours principal du Tusson présentant des habitats intéressants malgré les travaux hydrauliques effectués
- Les affluents du Tusson sont fortement dégradés

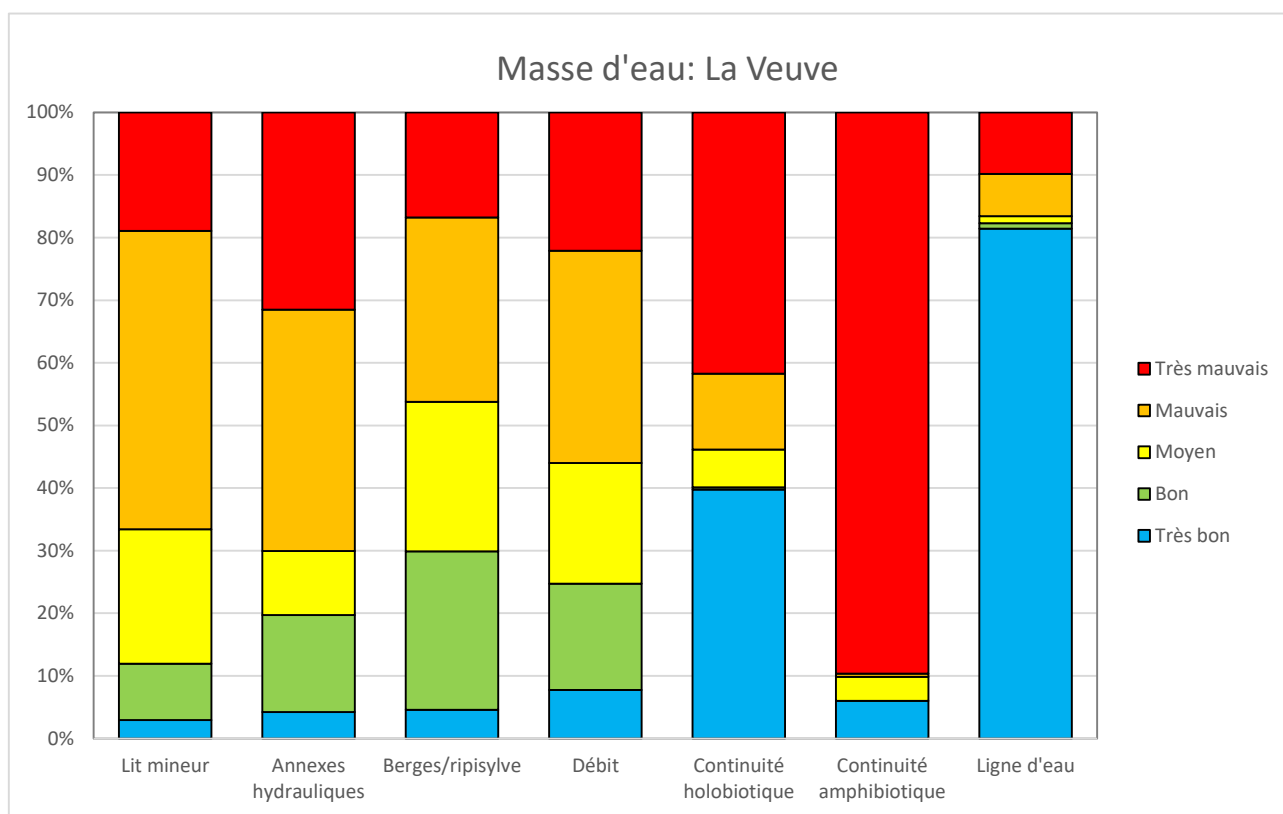
Masse d'eau « l'Etangsort » (GR1571)



Masse d'eau : L'Etangsort	Lit mineur	Annexes hydrauliques	Berges/ripisylve	Débit	Continuité holobiotique	Continuité amphibiotique	Ligne d'eau
Très bon	3%	4%	6%	2%	29%	1%	72%
Bon	19%	15%	19%	12%	2%	0%	1%
Moyen	13%	19%	21%	16%	14%	0%	0%
Mauvais	31%	30%	34%	40%	7%	0%	21%
Très mauvais	34%	32%	20%	30%	48%	99%	5%

- Forte sensibilité aux ruptures d'écoulement sur la partie amont dues aux pressions liées aux mises en culture (drainages, travaux hydrauliques,...)

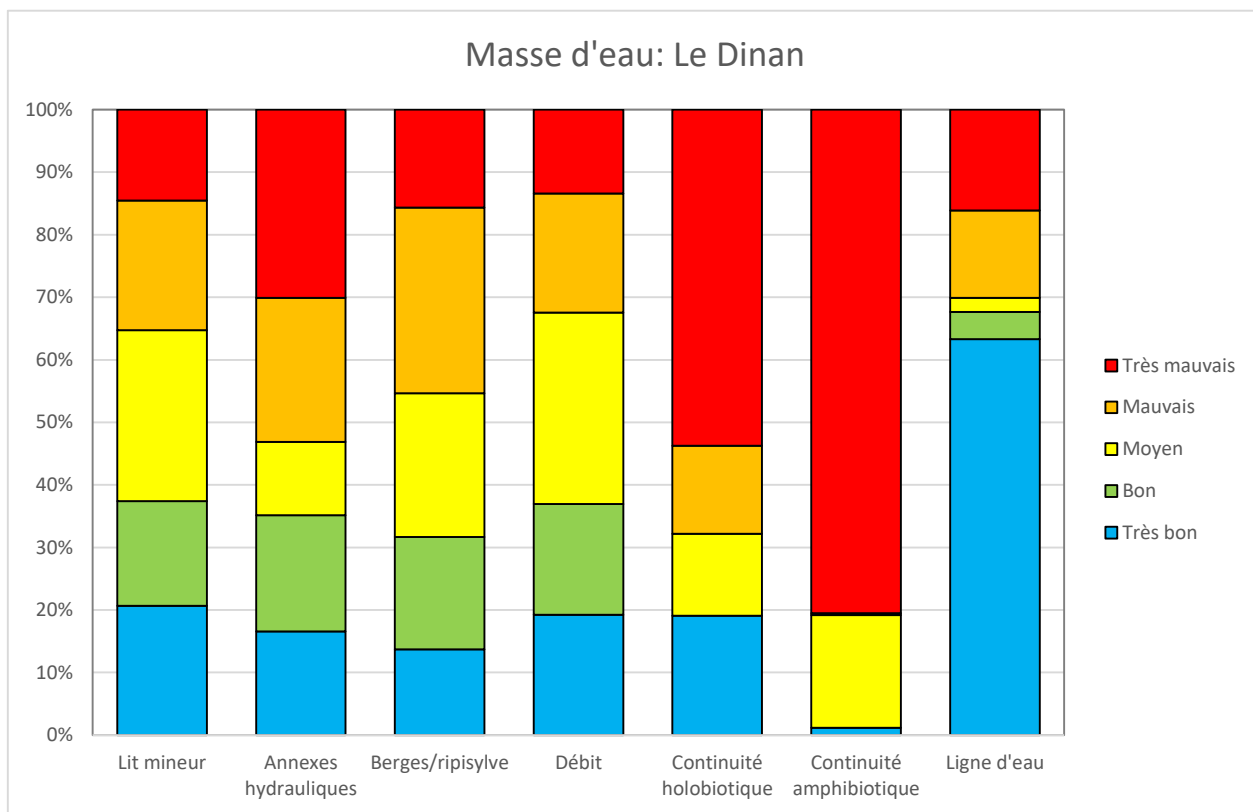
Masse d'eau « la Veuve » (GR1572)



Masse d'eau : La Veuve	Lit mineur	Annexes hydrauliques	Berges/ripisylve	Débit	Continuité holobiotique	Continuité amphibiotique	Ligne d'eau
Très bon	3%	4%	5%	8%	40%	6%	81%
Bon	9%	15%	25%	17%	0%	0%	1%
Moyen	21%	10%	24%	19%	6%	4%	1%
Mauvais	48%	39%	29%	34%	12%	0%	7%
Très mauvais	19%	32%	17%	22%	42%	90%	10%

- Habitats très dégradés par les travaux hydrauliques effectués. Certains secteurs présentent toutefois une diversité d'habitats notamment en milieu forestier (Ruisseau de la Fontaine des Roches)

Masse d'eau « le Dinan » (GR1114)



Masse d'eau : Le Dinan	Lit mineur	Annexes hydrauliques	Berges/ripisylve	Débit	Continuité holobiotique	Continuité amphibiotique	Ligne d'eau
Très bon	21%	17%	14%	19%	19%	1%	63%
Bon	17%	19%	18%	18%	0%	0%	4%
Moyen	27%	12%	23%	31%	13%	18%	2%
Mauvais	21%	23%	30%	19%	14%	0%	14%
Très mauvais	15%	30%	16%	13%	54%	81%	16%

- Masse d'eau présentant des secteurs en bon état notamment dans la forêt domaniale de Bercé avec une diversité d'habitats importante

6.2 Annexe 2 : Exemple de grille multicritères réalisé dans le cadre de la phase « enjeux-objectifs » du CTMA sur le territoire du bassin versant de la Théols (36)

			SCENARIOS			
	Ouvrage T01_SEG_041	Etat actuel	1-Effacement de l'ouvrage	2-Arasement partiel	3-Maintien de l'ouvrage avec propositions de gestion adéquates	4-Maintien de l'ouvrage avec aménagement de dispositifs de franchissement
Travaux / Caractéristiques techniques	Aménagement de l'ouvrage	Clapet géré en commun avec le clapet de la Ferté écuries (T01_SEG_187) Gère la mise en eau du bief contournement du château de la Ferté et la fausse rivière de Reuilly	Effacement de l'ouvrage	Suppression du clapet et mise en place d'une rampe d'enrochement pour assurer la continuité piscicole (la hauteur de la ligne d'eau doit être définie afin de maintenir en eau les douves du château)	Gestion privilégiant la continuité écologique Gestion commune avec le clapet T01-SEG-041 abaissement d'un des deux clapets pour permettre la montaison et le maintien en eau des douves, éventuellement mise en eau du lit majeur	Mise en place d'une rivière de contournement
	Mesures d'accompagnement		Recharge granulométrique sur le linéaire initialement influencé (1020 m) et travaux de consolidation des berges	Etude topographique évaluer la possibilité d'abaissement tout en s'assurant du maintien en eau des fondations du château de la Ferté Recharge granulométrique sur le linéaire libéré	Etude de faisabilité complémentaire Communication avec le propriétaire du Château pour coordonner la gestion des deux clapets et assurer la continuité de l'espèce ciblée	Etudes de travaux complémentaires (faisabilité à vérifier en fonction de la variation de la hauteur d'eau)
	Coût de travaux (sans mesures d'accompagnement)		34 000 €	<i>Coût calculé suppression clapet et maintien hauteur de chute 70cm</i> 95 200 €	/	42 500 €
	Modalité d'entretien / Gestion	Entretien général de l'ouvrage (entretien et réparations)	Aucun	Entretien de la rampe	Inchangé	Entretien général de l'ouvrage + entretien rivière contournement
	Coûts d'entretien annuel	Entretien annuel 300€	/	0 à 1500 €	300 €	300 € + 0 à 1500 €
	Foncier (parcelles cadastrales concernées par le projet)		OG-1238, OG-1241, OG-0874, OG-1244	OG-1238, OG-1241, OG-0874, OG-1245	OG-1238, OG-1241, OG-0874, OG-1246	OG-1238, OG-1241, OG-0874, OG-1247; OG-0914
	Compatibilité avec le SAGE		Objectif GM-2-D2 : Rétablir la continuité écologique	Objectif GM-2-D2 : Rétablir la continuité écologique	Objectif GM-2: Rétablir la continuité écologique	Objectif GM-2: Rétablir la continuité écologique
Enjeux environnementaux	Longueur impactée en amont	1020m jusqu'au clapet (T01_SEG_165) en amont	Plus de linéaire impacté	faible réduction du linéaire impacté (fonction de la hauteur définie)	1020 m	1020 m
	Morphologie, habitats et berges	Faciès d'écoulement uniforme Habitats aquatiques peu diversifiés Alignement de peupliers	Reprise de la dynamique morphologique sur 100% du linéaire impacté, mais contrôlée par le clapet T01_SEG_165 en amont Libération des écoulements jusqu'à l'Arnon	Majoritairement inchangé, sauf sur le linéaire libéré	Inchangé	Création d'habitats sur le nouveau linéaire de la rivière
			Surlargeur du lit et abaissement de la ligne d'eau et instabilité des berges			Inchangé sur le linéaire existant

	Continuité écologique - piscicole	Très difficilement franchissable pour les 3 espèces cibles, dépendante des manœuvres	Libre circulation depuis le clapet T01_SEG_165 en amont jusqu'à la confluence avec l'Arnon (2,5 km)	Ouvrage franchissable	Prise en compte du cycle biologique des espèces cibles dans la gestion de l'ouvrage	Ouvrage franchissable
	Continuité écologique - sédimentaire	Transit sédimentaire restreint Dépendant des manœuvres, envasement en amont	Transit sédimentaire légèrement amélioré depuis le clapet amont	Transit sédimentaire perturbé	Inchangé	Inchangé
	Annexes hydrauliques / zones humides	Connexion partielle et artificielle avec le lit majeur Forte densité de peupleraies en amont	Accentuation de la déconnexion avec le lit majeur	Reprise des débordements sur lit majeur en crue, fonction de la gestion du clapet T01_SEG_165 création de frayères envisageable,	Inchangé	Inchangé
Enjeux / risques sur les biens et personnes	Hydraulique en crue	Mobilité de l'ouvrage en fonction du niveau d'eau (gestion commune avec l'ouvrage à l'aval de la Ferté (T01_SEG_187))	Libre écoulement - pas d'ouvrage à manœuvrer	Ouvrage fixe, Maintien artificiel de la ligne d'eau en amont Réduction des capacités hydrauliques de l'ouvrage Débordement sur lit majeur possible en fonction de la gestion du Clapet T01_SEG_165	Ouvrage manœuvrable - gestion ciblant l'accès aux espaces de reproduction des espèces	Capacités d'évacuation légèrement augmentées
	Patrimoine bâti	Pont au droit de l'ouvrage Présence du château de la Ferté en aval, maintien du niveau d'eau nécessaire à l'ennoiment des fondations sur pilotis	Mise à nue des fondations du Château de la Ferté	Inchangé	Prise en compte du risque d'inondation pour la Château	Inchangé
Enjeux socio-économiques	Paysage	Présence du château de la Ferté	Abaissement de la ligne d'eau, suppressions de l'effet "retenue" Abaissement du niveau d'eau des douves du Château	Inchangé	Inchangé	nouvelle rivière de contournement
	Usages (pêche, loisirs, autre)	Pêche Alimentation défaillante de la Fausse rivière de Reuilly	Modification des activités de pêche	Usage maintenu en l'état	Usage maintenu en l'état	Usage maintenu en l'état

7 BIBLIOGRAPHIE

- Agence de l'eau Loire-Bretagne. 2015. *Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 - Bassin Loire-Bretagne*.
- Anquetil, Virginie, Elsa Koerner, et Philippe Boudes. 2018. « La restauration hydromorphologique des cours d'eau ou la difficile articulation des référentiels environnementalistes et territoriaux ». *Géocarrefour*, juillet. <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.10540>.
- Charrier, Patrick. 2000. « Entre Anjou et Pays Nantais, interventions humaines et transformations hydro-morphologiques en Loire armoricaine (1750-1960) // Between Anjou and Pays Nantais, human interventions and hydro-morphology of the Armorican Loire (1750-1960) ». *Annales de géographie* 109 (612): 115-31. <https://doi.org/10.3406/geo.2000.1883>.
- Etablissement Public Loir. 2015. *Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin versant du Loir*.
- Gaëlle Dupont. 2010. « La qualité des eaux en France reste insuffisante: L'objectif européen de " bon état écologique " en 2015 ne sera pas atteint, et des dérogations seront nécessaires ». *Le Monde*, mars, 15.
- Gob, F., G. Houbrechts, J. Mols, F. Petit, F. Guyon, F. Rosillon, X. Cogels, et al. 2003. « Étude des impacts hydrauliques, sédimentologiques et écologiques liés aux travaux hydrauliques sur la Semois ». *Belgeo. Revue belge de géographie*, n° 3 (septembre): 243-56. <https://doi.org/10.4000/belgeo.16584>.
- Malavoi, Jean-René. 2007. « Les interventions humaines et leurs impacts hydromorphologiques sur les cours d'eau », 14.
- Morandi, Bertrand, Hervé Piégay, Karen Johnstone, et Diego Miralles. 2016. « Les Agences de l'eau et la restauration : 50 ans de tensions entre hydraulique et écologique ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, mai. <https://doi.org/10.4000/vertigo.17194>.
- Union Européenne. 2000. « Directive Cadre sur l'Eau-DCE 2000/60/CE ».
- Vigneron, Thibault. 2005. *Vigneron, 2005. Réseau Evaluation des habitats (REH) _ Note méthodologique REH _ Conseil supérieur de la Pêche*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19318.34881>.



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Clément Ricordel

IMA

2019-2020

Titre : Etude hydro-morphologique des bassins versants de la
Braye, de la Veuve, de l'Yre et du Dinan

Résumé : Afin d'atteindre le « bon état » des cours d'eau fixé par la DCE, de nombreuses études sont engagées afin d'y répondre. L'étude présentée dans ce rapport est l'une d'entre elle et présente notamment l'utilisation de la méthode REH utilisée pour dresser un diagnostic qui servira ensuite à l'élaboration d'un programme d'action en phase avec les altérations observées sur le territoire.

Mots Clés : Hydro-morphologie, méthode REH, CTMA

SARL HARDY ENVIRONNEMENT

37, rue Pierre de Coubertin - 44150 ANCENIS

Tuteur entreprise :

Anthony Morin

Tuteur académique :

Michel Bacchi