

Fribourg, le 15 décembre 2014

Planifications stratégiques cantonales

Planification stratégique des revitalisations

Rapport final

Version 2 (mise à jour octobre 2015)

Valeur du présent rapport

Le présent rapport constitue la planification stratégique cantonale des revitalisations, au sens de l'art. 38a LEaux et conformément aux exigences de l'art. 41d OEaux.

Ce rapport sera traduit dans le plan sectoriel « Aménagement et entretien des cours d'eau », dont les éléments contraignants seront repris dans le plan directeur cantonal.

Version 1	15 décembre 2014
Version 2 (modifications mineures)	6 octobre 2015

Editeur

Service des ponts et chaussées, section Lacs et cours d'eau (SPC)

Le SPC est un service de la Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions (DAEC)

Avec la participation de la Direction des institutions, de l'agriculture et des forêts (DIAF)

Auteur

Service conseil Zones alluviales, avec la participation de Pronat Conseil SA, E-dric Sàrl et Repetti Sàrl

Accompagnement à la DAEC et à la DIAF

(par services)

Christophe Joerin, SPC

Anne-Laure Besson, SPC

Pascale Bongard-Ribordy, SPC

Regula Binggeli, SNP

Elise Folly, SEn

Mireille Ruffieux, SAEF

Reto Blumer, SAEF

David Aeschlimann, SAgri

Jean Kuhnen, SAgri

Sébastien Lauper, SFF

Jean-Daniel Wicky, SFF

Référence bibliographique

DAEC, 2014 : Planification stratégique des revitalisations. Rapport final. SPC, Fribourg.

TABLE DES MATIERES

<i>1.</i>	<i>Synthèse</i>	<i>i</i>
1.1.	Contexte et bases légales	i
1.2.	Objectifs	i
1.3.	Méthode	i
1.4.	Résultats	ii
1.4.1.	Résultats généraux	ii
1.4.2.	Priorité des revitalisations à long terme (80 ans)	iii
1.4.3.	Plan d'action à 20 ans	iv
1.4.4.	Projets en cours	iv
1.5.	Obstacles à la libre migration	iv
1.6.	Conclusion et suite	iv
1.	Introduction	1
1.1.	Contexte	1
1.2.	But du document	1
1.3.	Le mandant	1
1.4.	Les mandataires	1
1.5.	Phases et calendrier	3
2.	Méthodologie	4
3.	Résultats intermédiaires	6
3.1.	Statistiques des tronçons et de l'espace réservé	6
3.1.1.	Description du réseau hydrographique	6
3.1.2.	Largeur naturelle	6
3.1.3.	Pente	7
3.1.4.	Largeur de l'espace réservé	8
3.1.5.	Synthèse de la topographie	9
3.2.	Données de base	9
3.2.1.	Valeur aquatique	9
3.2.2.	Valeur terrestre	11
3.2.3.	Ecomorphologie	13
3.2.4.	Installations fixes	14
3.2.5.	Installations déplaçables	16
3.2.6.	Agriculture	17
3.2.7.	Synergies et conflits	19
3.2.8.	Balance entre l'agriculture et les synergies	20
3.3.	Analyse SIG	22
3.3.1.	Etat naturel	22

3.3.2.	Etat écologique potentiel	23
3.3.3.	Potentiel de valorisation	25
3.3.4.	Rapport bénéfice-coût	26
3.3.5.	Priorité des revitalisations à long terme (80 ans)	29
3.3.6.	Plan d'action à 20 ans.....	31
3.4.	Contrôle de vraisemblance	32
3.4.1.	Contrôle par la Section Lac et Cours d'Eau (LCE) et par les mandataires.....	32
3.4.2.	Contrôle par les autres services concernés.....	34
3.4.3.	Coordination avec les conflits castor	35
3.4.4.	Coordination avec le canton de Vaud	36
3.4.5.	Coordination avec le canton de Berne	37
3.4.6.	Informations d'organisations non gouvernementales.....	37
3.5.	Retour de l'OFEV	38
3.5.1.	Adaptations relatives à la validation par l'OFEV	38
1.1.	Limites de la méthode	40
2.	Résultats finaux.....	42
2.1.	Priorité des revitalisations à long terme et actions à 20 ans (résultats du contrôle de vraisemblance).....	42
2.2.	Plan d'action à 20 ans (« tronçons candidats »)	44
2.2.1.	Projets en cours.....	44
2.2.2.	La Broye.....	45
2.3.	Liste finale	46
2.3.1.	Mesures.....	47
2.3.2.	Transposition dans le plan d'aménagement cantonal	48
3.	Obstacles à la migration piscicole	49
3.1.	Contrôle de vraisemblance et coordination avec l'assainissement de la migration piscicole	50
3.2.	Résultats finaux.....	51
4.	Conclusion.....	54
5.	Bibliographie.....	55
6.	Liste des annexes.....	56

I. Synthèse

I.1. Contexte et bases légales

Le 11 décembre 2009, les Chambres fédérales ont approuvé une série de modifications apportées à plusieurs lois fédérales portant sur la renaturation des eaux, dont la LEaux, la LACE, la LENE et la LDFR. Entrées en vigueur en 2011, elles définissent deux orientations principales :

- > Encourager les revitalisations et garantir un espace réservé aux eaux
- > Réduire les effets négatifs de l'utilisation de la force hydraulique

Dans ce cadre, des objectifs de développement ont été définis pour les eaux suisses, le but final étant d'obtenir des eaux plus naturelles. La vision de la Confédération dans ce cadre est de revitaliser et restaurer les fonctions naturelles des cours d'eau pour un quart des cours d'eau endigués ou atteints sur l'ensemble du territoire suisse.

Les nouvelles dispositions de la Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) charge dans ce but les cantons de revitaliser leurs eaux et d'assurer la planification y relative pour fin 2014. Cette planification stratégique a pour objet de désigner les cours d'eau prioritaires, sur lesquels on atteindrait une efficacité maximale dans la restauration des fonctions naturelles avec un minimum de coûts.

Au niveau cantonal, la loi sur les eaux et son règlement (art. 3 al. 1 let. e LCEaux et art. 54 RCEaux) indique que la revitalisation des eaux et son calendrier sont intégrés dans le plan sectoriel de l'aménagement et de l'entretien des cours d'eau et lacs.

I.2. Objectifs

La planification des revitalisations a pour objectif de définir des priorités, de façon à prendre d'abord des mesures là où les bénéfices attendus pour la nature et le paysage sont les plus importants. La planification stratégique a été établie sur le long terme, conformément aux exigences de l'OFEV.

Les objectifs de ce document sont :

- > De définir le bénéfice pour la nature en rapport aux coûts pour les cours d'eau du canton
- > D'établir un programme de revitalisation à long terme (80 ans)
- > De créer un plan d'action à 20 ans pour la revitalisation

I.3. Méthode

La méthode appliquée pour établir la planification des revitalisations est basée sur l'aide à l'exécution publiée par l'OFEV en 2012. Afin de veiller à la prise en compte des divers intérêts liés à la revitalisation, un groupe de travail comprenant différents services de l'Etat a été mis sur pied. Ainsi, le service des forêts et de la faune, le service de l'agriculture, le

service l'environnement et le service de la protection de la nature ont été intégrés dès le début des réflexions et jusqu'au contrôle de vraisemblance.

Les priorités d'intervention pour les 80 prochaines années sont définies en fonction de l'importance écologique des cours d'eau, de leur état écomorphologique et de la présence d'infrastructures susceptibles de limiter l'espace à disposition du cours d'eau, telles que les routes, les bâtiments, etc.

Le schéma ci-dessous (Figure 1) résume succinctement les différentes étapes qui ont été mises en œuvre.

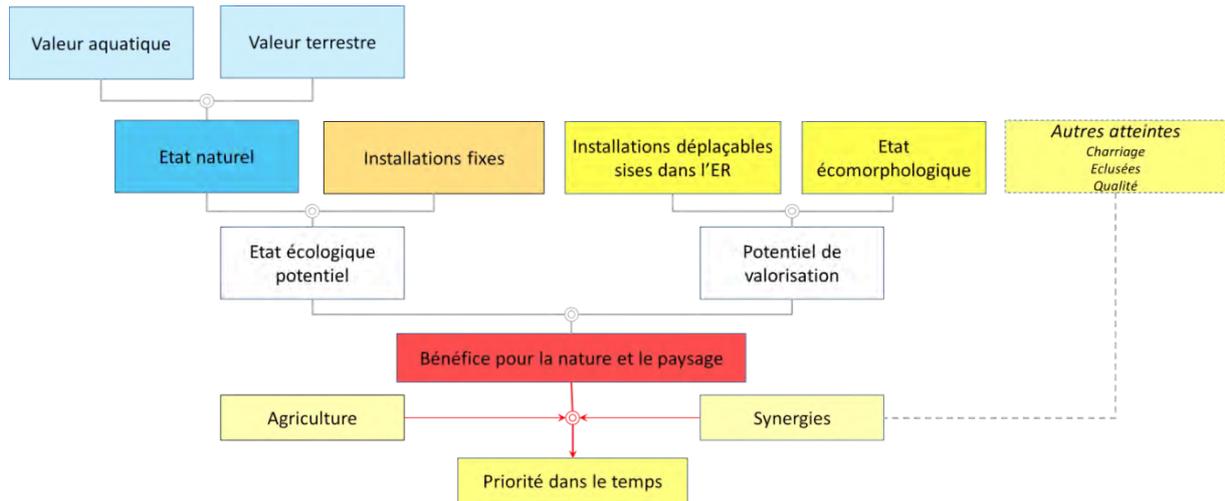


Figure 1. Schéma de la méthode.

L'analyse tient compte aussi bien de l'intérêt écologique du cours d'eau, au niveau aquatique et terrestre, que des contraintes présentes aux abords du cours d'eau. La notion de bénéfice traduit l'intérêt que peut présenter un tronçon de cours d'eau pour la revitalisation.

Afin de fixer des priorités et de planifier un volume de travaux à réaliser, ce bénéfice a été confronté aux contraintes agricoles et aux intérêts en présence d'autres domaines (synergies). Les tronçons qui ressortent de cette analyse correspondent aux tronçons de cours d'eau présentant le plus d'intérêts et le moins de contraintes.

Un contrôle de vraisemblance a été effectué en fin de procédure par les services concernés et en interne pour tenir compte des limites de la méthode et des particularités locales.

I.4. Résultats

I.4.1. Résultats généraux

Le 90 % du réseau cantonal, soit environ 2'300 km a été considéré pour la planification des revitalisations. Il s'agit des cours d'eau qui ont fait l'objet d'un relevé de l'écomorphologie. Les cours situés à plus de 1'200 m d'altitude ont été exclus. Les résultats suivants ont été obtenus :

- > 270 km de cours d'eau, soit 12%, présentent un bénéfice important. Il s'agit de cours d'eau dont l'intérêt écologique est très important et pour lesquels les contraintes sont faibles (cf chap 3.3.4). Ces tronçons correspondent au volume de cours d'eau à revitaliser à long terme (horizon de temps à 80 ans).
- > 543 km de cours d'eau, soit 24%, présentent un bénéfice moyen, c'est-à-dire que leur intérêt au niveau de la revitalisation est avéré. Toutefois, l'intérêt écologique de ces tronçons est limité et/ou les contraintes peuvent être fortes.
- > 1'475 km de cours d'eau, soit 64 %, présentent un bénéfice faible, c'est-à-dire que soit leur état écomorphologique est naturel, soit que les contraintes sont telles que les coûts d'une revitalisation seraient disproportionnés.

I.4.2. Priorité des revitalisations à long terme (80 ans)

Les tronçons prioritaires ont été identifiés sur l'ensemble du territoire et pour un horizon de temps à 80 ans, sur la base du bénéfice par rapport aux coûts. Ces quelques 206 km (après contrôle de vraisemblance) correspondent aux tronçons qu'il est prioritaire de revitaliser sur l'horizon à long terme. Cela correspond à environ 3 km de cours d'eau à revitaliser par année (cf. Figure 2 et ANNEXE 0).

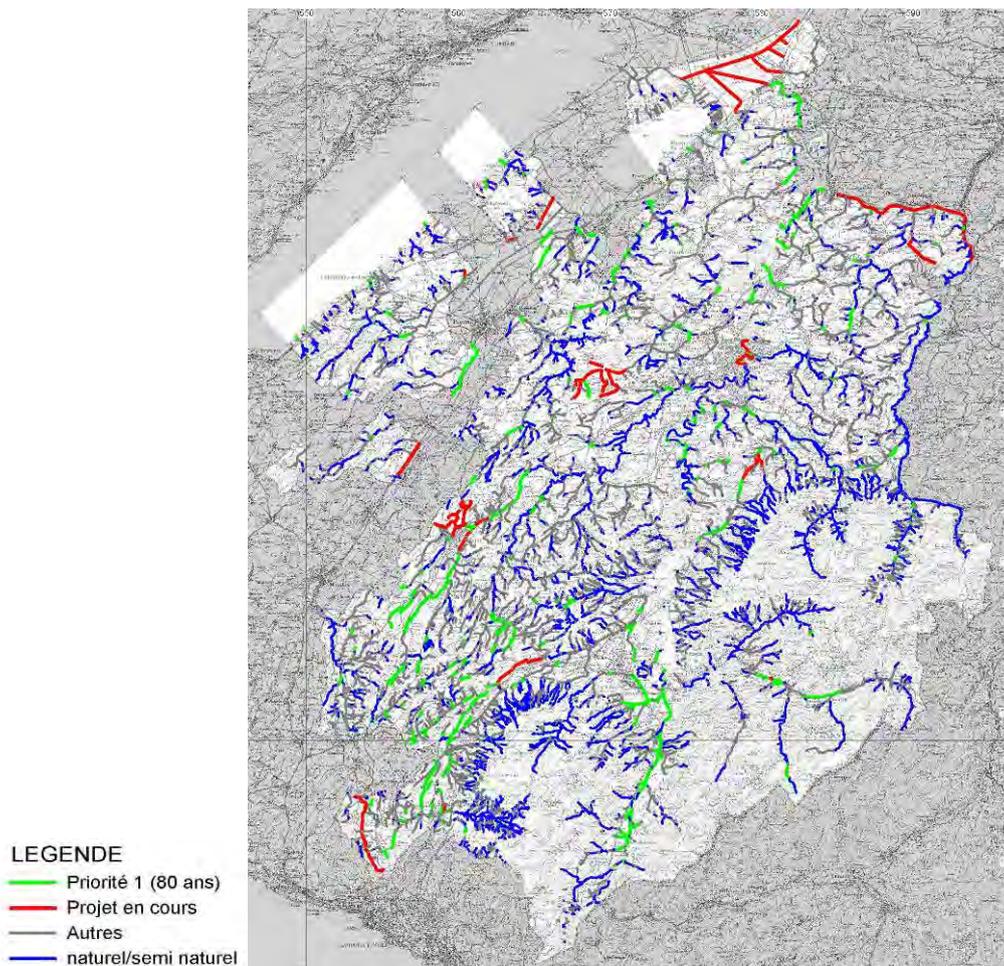


Figure 2. Carte des priorités à long terme (80 ans) et des projets en cours (cf. ANNEXE 0).

I.4.3. Plan d'action à 20 ans

Afin d'identifier les priorités d'action pour les 20 prochaines années, les tronçons comportant le plus de synergies et ayant le moins d'impact sur l'agriculture ont été identifiés, au travers d'un système de points.

Ainsi, le choix des tronçons prioritaires pour les 20 ans à venir a tenu compte des intérêts agricoles, de façon à minimiser l'impact et les pertes de surfaces d'assolement.

Le volume de travaux correspond au $\frac{1}{4}$ des cours d'eau à revitaliser sur les 80 prochaines années, soit 56 km. Cet objectif est conforme aux attentes de la confédération.

Les tronçons ont ensuite été regroupés en deux catégories (actions à 10 ans et actions à 20 ans).

Les tronçons concernés par un assainissement du régime de charriage ou des éclusées ont également été intégrés dans la réflexion, au niveau des synergies qu'ils présentent avec la planification des revitalisations.

I.4.4. Projets en cours

Les projets en cours actuellement, qu'il s'agisse de projets de revitalisation ou de projets de protection contre les crues incluant des mesures de revitalisation complémentaires, sont indiqués séparément (cf. Figure 2 et ANNEXE 0).

I.5. Obstacles à la libre migration

Un des buts de la revitalisation est également d'assurer la continuité dans le linéaire du cours d'eau et de supprimer les obstacles. Considérant que les ouvrages en lien avec la force hydraulique seront assainis au travers des autres planifications cantonales (libre migration piscicole, assainissement des éclusées et assainissement du régime de charriage), seuls les obstacles non liés à la force hydraulique et d'une hauteur de plus de 50 cm ont été considérés. L'importance de l'obstacle pour la faune piscicole a été identifiée pour l'ensemble des obstacles retenus. Les travaux d'assainissement de ces obstacles seront réalisés en parallèle des projets de revitalisation, certains obstacles étant situés hors des tronçons prioritaires. Ainsi, il est prévu d'assainir, selon les budgets disponibles, entre 3 et 5 obstacles par an, selon les opportunités.

I.6. Conclusion et suite

Les cantons sont tenus de planifier et de mettre en œuvre des programmes de revitalisation à long terme.

La planification des revitalisations a permis d'identifier quelques 205 km de cours d'eau qu'il est prioritaire de revitaliser à long terme, en tenant compte aussi bien des contraintes du bâti et de l'agriculture que des intérêts écologiques et de loisirs.

Les projets en cours ont également été considérés, tout comme les projets d'assainissement du régime de charriage et des éclusées.

Les tronçons importants pour la revitalisation seront repris et traduits au niveau du plan sectoriel « Aménagement et entretien des cours d'eau ». La partie contraignante de ce plan sectoriel sera reprise dans le plan directeur cantonal.

Dans le futur, les conventions-programmes « Revitalisation » entre le canton et la Confédération se baseront sur la planification stratégique cantonale en la matière.

1. Introduction

1.1. Contexte

La législation fédérale sur la protection des eaux vise à garantir une protection intégrale des eaux et de leurs fonctions, ainsi que leur exploitation durable par l'homme. Pour atteindre cet objectif, la Loi et l'Ordonnance fédérales sur la protection des eaux (LEaux, OEaux) ont été révisées et mises en vigueur le 1er janvier 2011 et le 1er juin 2011 respectivement.

Des buts concrets ont été fixés au niveau suisse. Il convient de revaloriser les cours d'eau (et les étendues d'eau) afin de les rendre plus proches de l'état naturel, de redonner plus d'espace aux eaux sévèrement endiguées et d'atténuer les effets néfastes de l'exploitation de la force hydraulique. Les principes de revitalisation ancrés dans la loi prévoient de revitaliser 1/4 des cours d'eau endigués sur l'ensemble du territoire suisse au cours des 80 prochaines années, ce qui représente une longueur d'environ 4'000 km.

Des planifications stratégiques doivent être conduites dans les domaines de la revitalisation des cours d'eau et des étendues d'eau ainsi que dans l'assainissement des ouvrages hydro-électriques (débits, charriage, libre migration des poissons). Ces tâches de planification ont été dévolues aux cantons, avec un délai à fin 2014. Le présent rapport présente la planification stratégique des revitalisations dans le canton de Fribourg.

1.2. But du document

Ce rapport a pour but de présenter les résultats de la planification des revitalisations des cours d'eau fribourgeois. Cette planification stratégique identifie les cours d'eau dont la revitalisation est la plus bénéfique pour la nature et le paysage et par conséquent à revitaliser en priorité. Ce document s'adresse avant tout aux responsables fédéraux et cantonaux de la planification stratégique des revitalisations.

1.3. Le mandant

La direction de projet est assurée par la Section Lacs et Cours d'Eau du canton de Fribourg (ci-après LCE). Des représentants des services des forêts et de la faune, de l'environnement, de l'agriculture et du service de la nature et du paysage ont été associés au projet (Comité de projet) dès la phase de concept. D'autres responsables de domaines ayant un lien avec la planification ont été consultés, notamment concernant la protection des eaux souterraines, les sites pollués et l'archéologie.

1.4. Les mandataires

Le groupement de mandataires (Figure 4) est piloté par le Service conseil Zones alluviales (ci-après SCZA). Ce bureau est spécialisé dans la gestion et la revitalisation des cours d'eau et des zones alluviales ainsi que dans le domaine de l'hydraulique en général. Le bureau Pronat est associé et responsable de la biologie aquatique. Le bureau e-dric.ch est sous-traitant pour les aspects hydrauliques et liés aux installations hydro-électriques. Le bureau Repetti Sàrl, sous-traitant, apporte son expertise pour les aspects agricoles. Ainsi, les principaux domaines clés de la revitalisation sont couverts par l'expérience et les compétences des mandataires.

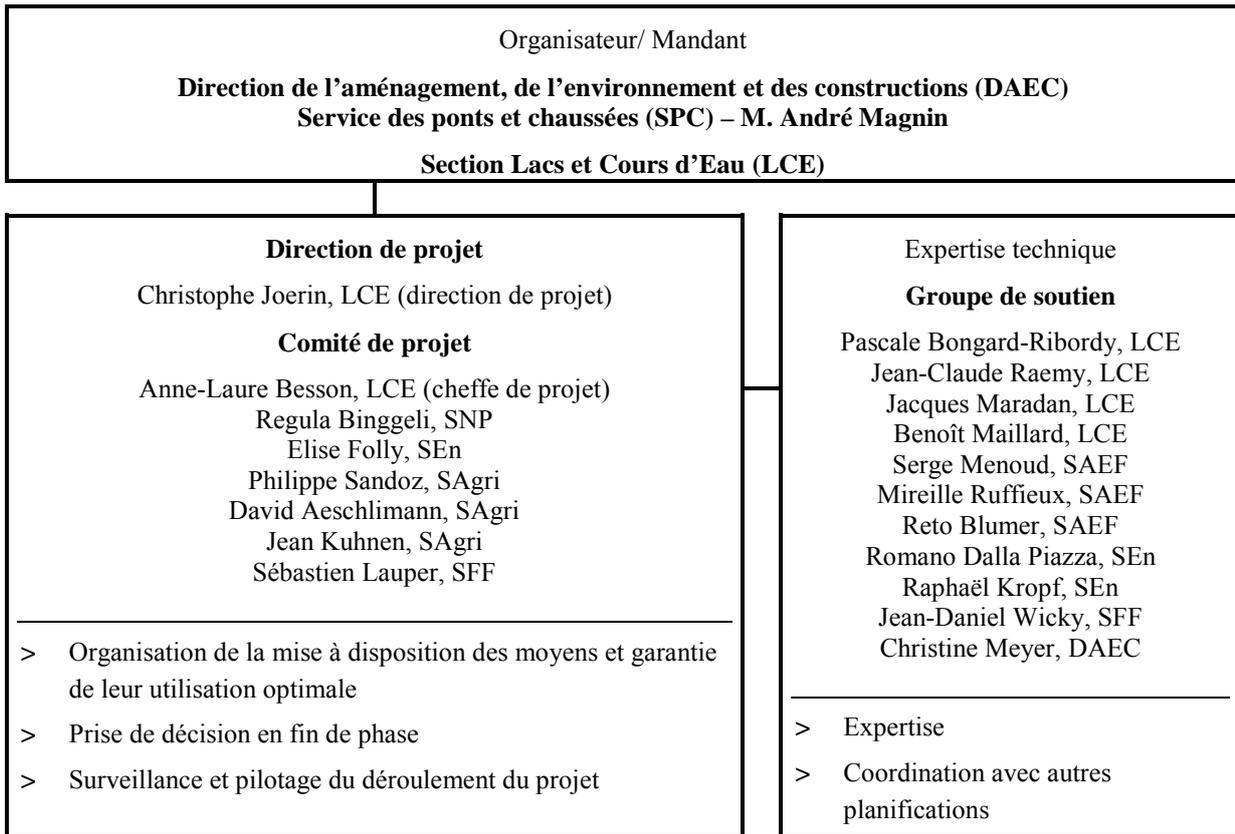


Figure 3. Organigramme du mandant.

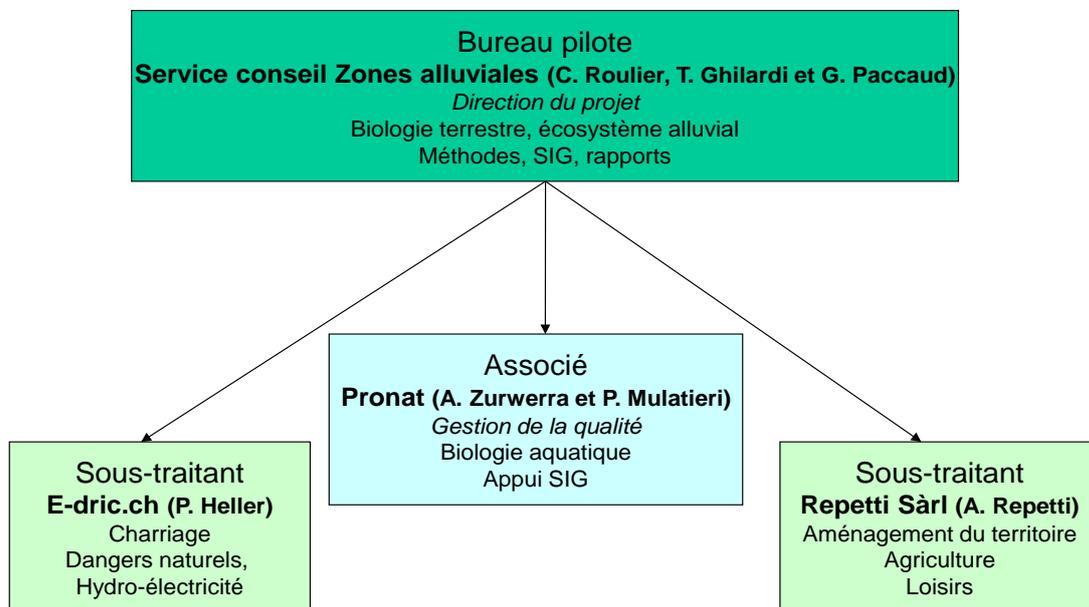


Figure 4. Organigramme des mandataires.

1.5. Phases et calendrier

Le mandat s'est déroulé en plusieurs étapes, notamment en raison du fait que les relevés de l'écomorphologie n'étaient pas tous disponibles en 2013. De plus, il a été convenu de procéder à un test préliminaire de la méthodologie sur un échantillon de cours d'eau (environ 70 km de cours d'eau dans le bassin versant de la Glâne) afin de vérifier l'application concrète de la méthodologie choisie.

La planification des revitalisations a été approuvée par les directions de l'aménagement, de l'environnement et des constructions (DAEC) et des institutions, de l'agriculture et des forêts (DIAF). En vue de cette approbation, cette planification a fait l'objet d'une prise d'avis auprès des services concernés, membres du comité de projet et du groupe de soutien. Les remarques ont fait l'objet d'un rapport de consultation et ont été intégrées dans le présent document. Ce dernier a été accepté par les Conseillers d'Etat des deux directions précitées en date du 22 décembre 2014.

Calendrier des phases principales du mandat :

- > Avril à juin 2013 : élaboration de la méthodologie.
- > Juillet et août 2013 : test de 70 km.
- > Septembre à novembre 2013 : application de la méthodologie aux cours d'eau dont l'écomorphologie a été relevée avant le début du mandat (1'006 km).
- > Décembre 2013 : rendu du rapport provisoire, y compris des cartes à l'OFEV.
- > Avril 2014 : retour de l'OFEV.
- > Avril à août 2014 : application de la méthodologie à l'ensemble des cours d'eau de la planification (2'289 km) et adaptations suite aux remarques de l'OFEV.
- > Septembre 2014 : validation et contrôle de vraisemblance par le groupe de travail.
- > Septembre 2014 : rendu du rapport final et des cartes pour la prise d'avis.
- > Novembre 2014 : retour de la prise d'avis
- > Décembre 2014 : approbation par la DAEC et la DIAF, rendu final du rapport, des cartes et des géodonnées à l'OFEV.

2. Méthodologie

Le document « Planification stratégique des revitalisations » de l'OFEV (Goeggel 2012) a servi de base à l'élaboration de la méthodologie. Néanmoins plusieurs adaptations ont été réalisées.

L'analyse SIG s'inspire de l'aide à l'exécution de l'OFEV ; on en retrouve dans la Figure 5 ci-dessous les étapes clés. Les données de base sont encadrées en rouge, alors que les résultats des croisements des données de base apparaissent avec des bords arrondis.

Les détails de la méthode sont présentés à l'ANNEXE 1.

La valeur terrestre et la valeur aquatique d'un tronçon de cours d'eau permettent de déterminer son état naturel potentiel. Lorsque les installations fixes sont couplées à cette information, l'état écologique potentiel peut être défini. Parallèlement, l'état écomorphologique actuel ainsi que la présence d'installations déplaçables sises dans l'espace réservé du cours d'eau permettent de définir le potentiel de valorisation d'un tronçon. La superposition de ce dernier avec l'état écologique potentiel fournit une information concernant le coût et le bénéfice naturel d'une revitalisation. La prise en compte des synergies et de l'agriculture permet finalement de définir des priorités de revitalisation à long terme (80 ans). L'application d'une procédure par points fournit les cours d'eau à revitaliser sur le court et moyen terme (20 ans). Un contrôle de vraisemblance donne la liste définitive des priorités de revitalisation à long terme (80 ans) ainsi que les tronçons candidats à une revitalisation sur le court et moyen terme (20 ans).

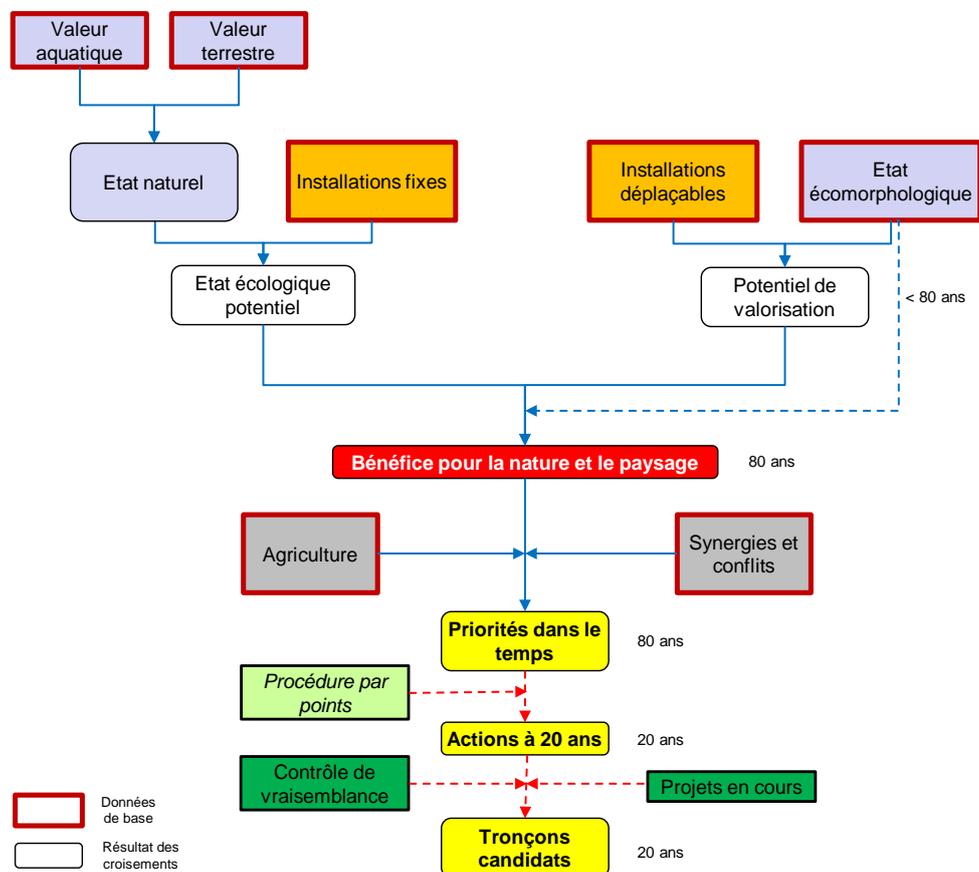


Figure 5. Schéma général de l'analyse SIG.

La Broye, qui a déjà fait l'objet d'études intercantionales plus approfondies, n'a pas été considérée dans cette analyse. Les tronçons fribourgeois de ce cours d'eau ont été intégrés aux résultats finaux présentés dans ce rapport.

3. Résultats intermédiaires

Un total de 2'289 km de cours d'eau a été analysé afin de déterminer les tronçons à revitaliser à long terme et dans les 20 années à venir.

Ci-dessous sont initialement présentées les caractéristiques du réseau hydrographique (chap. 3.1) puis celles des données de base (chap. 3.1.1). Le chapitre 3.3 présente le résultat du croisement des données exposées au chapitre précédent. Une fois l'analyse SIG terminée, un contrôle de vraisemblance sur les résultats est réalisé (chap. 3.4), incluant notamment un avis d'expert. La répartition détaillée pour les conventions programmes sera établie ultérieurement.

3.1. Statistiques des tronçons et de l'espace réservé

3.1.1. Description du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique étudié s'étend sur 2'289 km et draine 6 bassins versants principaux.

Près de 65 % du linéaire étudié alimente l'Aar par le biais de la Sarine :

- > 276 km de cours d'eau sur le bassin versant de la Sarine amont (amont lac de Gruyère) ;
- > 1'210 km de cours d'eau sur le bassin versant de la Sarine aval ;
- > 3 km de cours d'eau sur le bassin versant de l'Aar directement.

Près de 30 % des tronçons étudiés se situent sur le bassin versant de la Broye et se jettent dans le lac de Morat, soit 683 km de cours d'eau.

Plus marginalement, 48 km de cours d'eau se jettent dans le lac de Neuchâtel et 69 km de cours d'eau alimentent la Veveyse et le bassin du Rhône via le lac Léman.

La Figure 6 localise les différents bassins versants où se s'écoulent les tronçons de cours d'eau étudiés.

3.1.2. Largeur naturelle

La largeur naturelle des tronçons de cours d'eau étudiés s'étend de 1 à 51 mètres.

La répartition des largeurs naturelles est la suivante :

- > de > 0 à ≤ 1 m : 24 % (557 km) des tronçons étudiés
- > de > 1 à ≤ 5 m : 59 % (1'343 km) des tronçons étudiés
- > de > 5 à ≤ 10 m : 9 % (212 km) des tronçons étudiés
- > > 10 m : 8 % (177 km) des tronçons étudiés

La Figure 7 illustre la distribution de la largeur naturelle sur l'ensemble du linéaire de cours d'eau étudié.

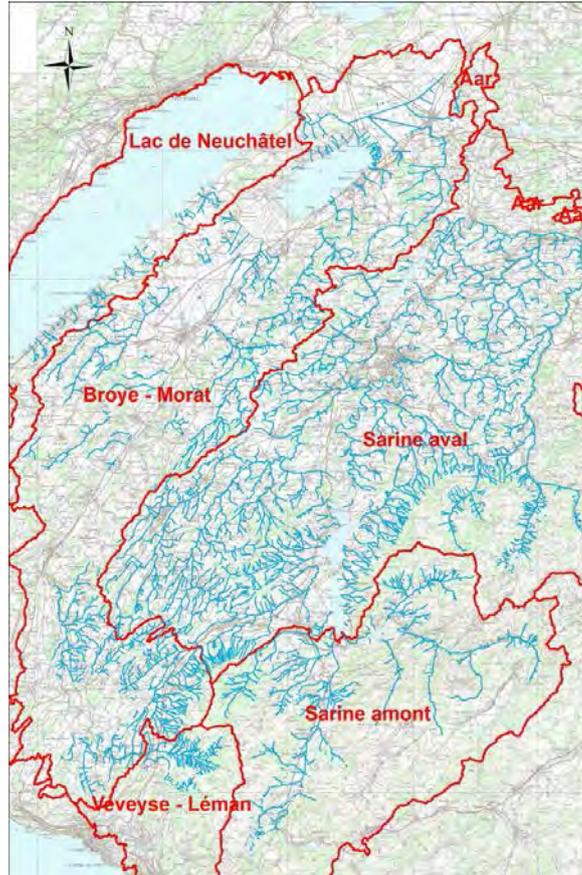


Figure 6. Découpage en bassins versants principaux.

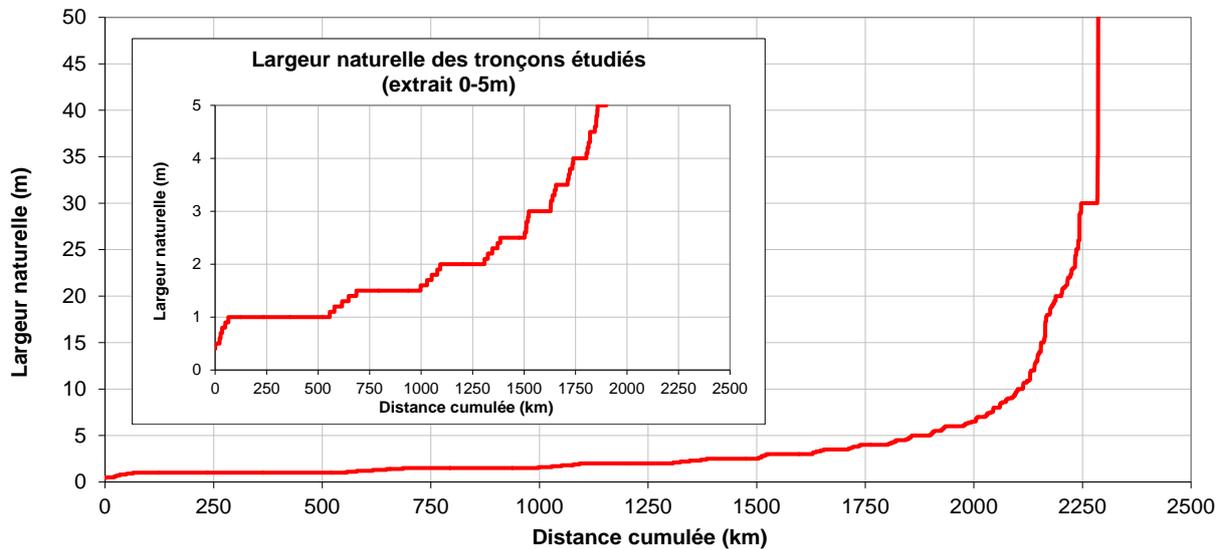


Figure 7. Largeur naturelle des tronçons de cours d'eau étudiés.

3.1.3. Pente

La pente des tronçons de cours d'eau étudiés s'étend sur une plage allant de pentes très raides (plus de 70 %) en tête de bassin versant jusqu'à des pentes quasi nulles en aval.

En quelques chiffres, les pentes des cours d'eau sont les suivantes :

- > 0 à ≤ 0.5 % de pente : 9 % (200 km) des tronçons étudiés
- > 0.5 à ≤ 1 % de pente : 15 % (332 km) des tronçons étudiés
- > 1 à ≤ 5 % de pente : 34 % (787 km) des tronçons étudiés
- > 5 à ≤ 10 % de pente : 17 % (390 km) des tronçons étudiés
- > 10 % de pente : 25 % (580 km) des tronçons étudiés

La Figure 8 donne la statistique des pentes sur les tronçons de cours d'eau étudiés.

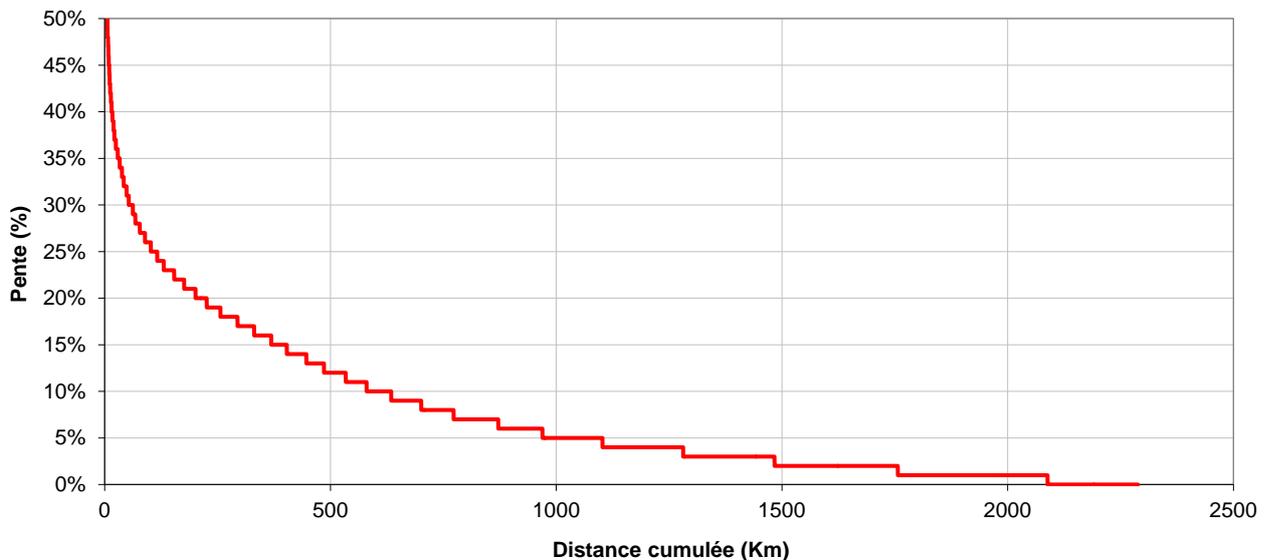


Figure 8. Pente des tronçons de cours d'eau étudiés.

3.1.4. Largeur de l'espace réservé

L'espace réservé au cours d'eau comme l'entend l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) sert à garantir les fonctions naturelles du cours d'eau et la protection contre les crues.

Cette largeur a été soit fournie par le canton sur la base d'études antérieures, soit calculée selon l'abaque généralement appliqué en la matière (Idées directrices - Cours d'eau suisses. Pour une politique de gestion durable de nos eaux, OFEFP/OFEG (éd.), OFAG, ARE, 2003). Pour les tronçons dont la largeur du lit mineur est supérieure à 15 m, la largeur calculée de l'espace réservé s'étend sur 3 fois la largeur du lit naturel.

La largeur de l'espace réservé des tronçons étudiés varie de 4 m (valeur fournie par le canton) à 278 m. En quelques chiffres, les largeurs de l'espace réservé sont les suivantes :

- > de > 0 à ≤ 11 m : 1 % (32 km) des tronçons étudiés
- > de > 11 à ≤ 20 m : 55 % (1'252 km) des tronçons étudiés
- > de > 20 à ≤ 50 m : 38 % (878 km) des tronçons étudiés
- > > 50 m : 6 % (127 km) des tronçons étudiés

La Figure 9 donne la statistique des largeurs d'espace réservé sur les tronçons de cours d'eau étudiés.

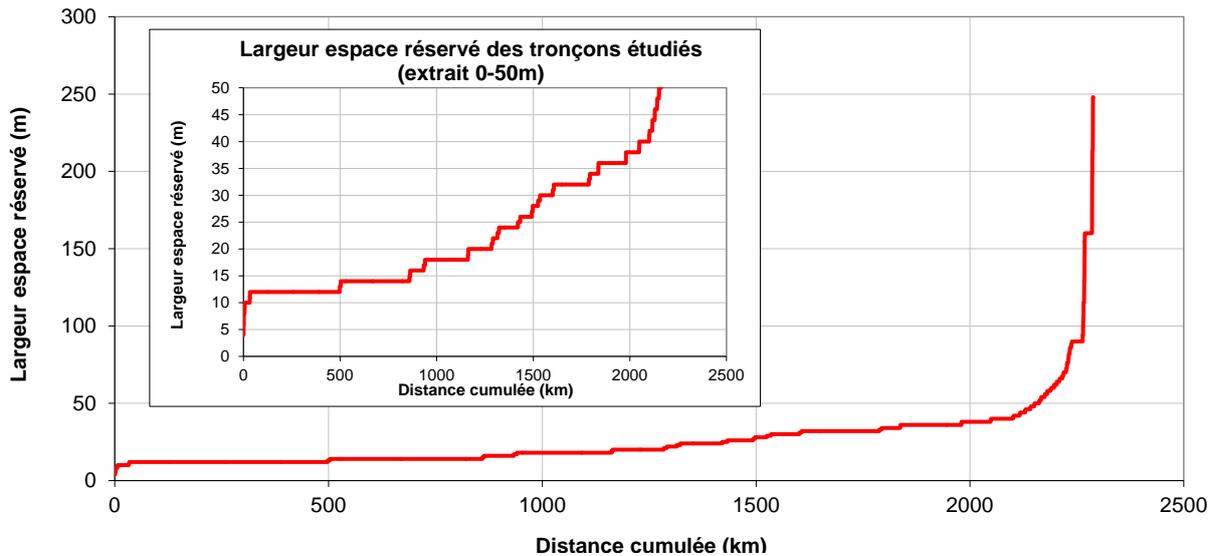


Figure 9. Largeur de l'espace réservé des tronçons de cours d'eau étudiés.

3.1.5. Synthèse de la topographie

Globalement, les pentes ainsi que les largeurs naturelles des cours d'eau indiquent, pour l'ensemble du linéaire étudié, une majorité de cours d'eau de moindre importance, situés relativement en amont dans le bassin versant. Drainant des surfaces limitées, ils possèdent des débits réduits. Conjointement à des pentes marquées, les largeurs naturelles restent ainsi modestes. A l'exception de la Sarine dans sa partie aval et dans une moindre mesure la Broye, l'importance du réseau hydrographique fribourgeois est ainsi plus marquée par sa longueur que par la présence de grands cours d'eau.

3.2. Données de base

3.2.1. Valeur aquatique

Les résultats de la valeur de l'état naturel pour le milieu aquatique présentent la répartition suivante pour les 2'289 km analysés :

- > Environ 26 % des tronçons sont évalués comme « Important » ;
- > Environ 53 % des tronçons sont évalués comme « Moyen » ;
- > Environ 21 % des tronçons sont évalués comme « Faible » ;

Dans la catégorie « important » se trouvent des cours d'eau d'une importance capitale pour la faune aquatique puisqu'ils :

- > abritent des espèces piscicoles menacées (catégories 1 et 2 selon annexe 1 OLFP, telles que nase, truite lacustre, petite lamproie) et/ou;
- > abritent des populations piscicoles d'importance nationale (populations d'ombres et frayères de nases d'importance nationale) et/ou;
- > jouent un rôle particulier pour le cycle de vie d'une population (comme des affluents abritant des frayères).

Citons notamment pour cette catégorie :

- > La Sarine et ses principaux affluents directs :
 - > La Singine ;
 - > La Sonnaz ;
 - > La Glâne ;
 - > La Gérine ;
 - > La Sionge ;
 - > La Jogne ;
 - > La Trême.

La Sarine en collectant la plupart des eaux fribourgeoises représente l'axe principal du canton, soit un corridor biologique important et possède notamment le plus grand potentiel piscicole avec de nombreuses espèces présentes. Tous ses affluents directs peuvent potentiellement représenter des sites de frai pour la truite de rivière et de lac, l'ombre et d'autres espèces menacées.

- > La Broye et ses principaux affluents :
 - > La Bibera (Bibere) ;
 - > La Petite Glâne ;
 - > L'Arignon ;
 - > L'Arbogne ;
 - > Le Tatrel.

La Broye représente un 2ème axe important pour le canton de Fribourg et abrite aussi de nombreuses espèces menacées.

- > La Veveyse de Fégire et la Veveyse de Châtel

La Veveyse est un cours d'eau important pour la faune aquatique de par sa connexion avec le Léman. Cependant, les pentes importantes, l'encaissement du cours d'eau et les obstacles naturels et artificiels limitent fortement la valeur piscicole et les potentialités de revitalisation.

La Figure 10 donne une vision d'ensemble de la carte de la valeur aquatique. Elle se trouve en grand format en ANNEXE 2.

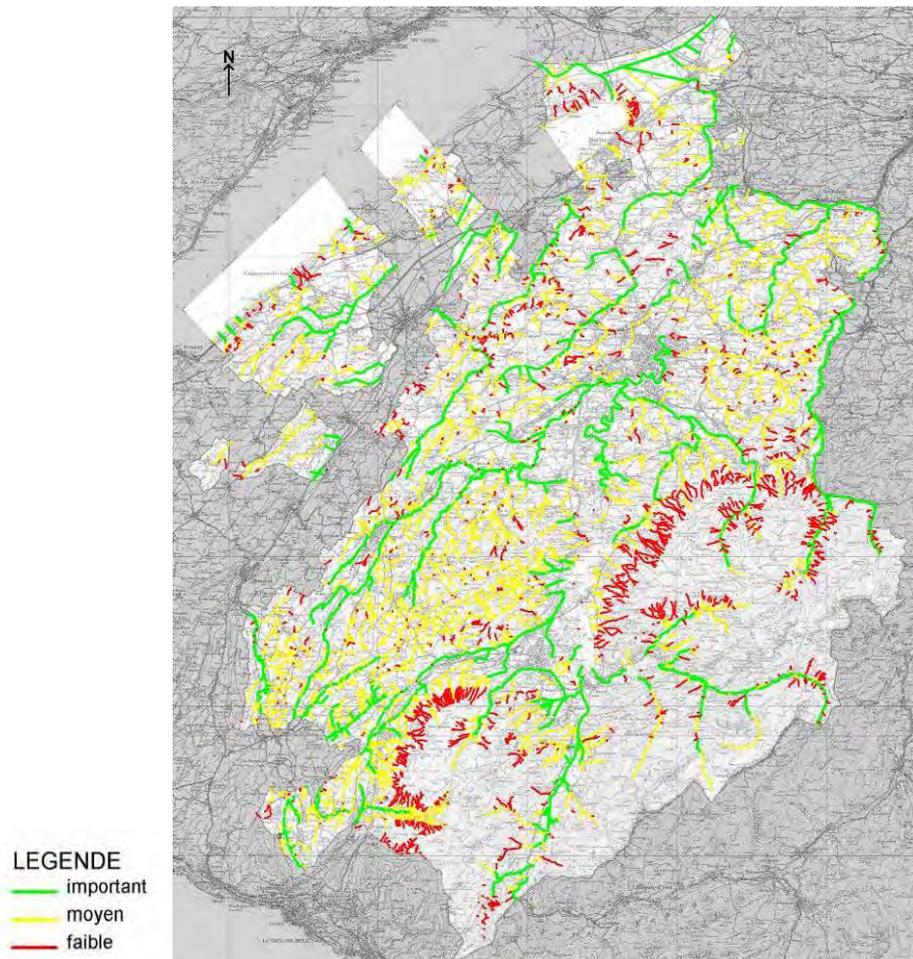


Figure 10. Carte de la valeur aquatique (voir également ANNEXE 2).

3.2.2. Valeur terrestre

Les résultats de la valeur de l'état naturel pour le milieu terrestre présentent la répartition suivante pour les 2'289 km analysés :

- > Environ 10 % des tronçons sont évalués comme « Important » ;
- > Environ 29 % des tronçons sont évalués comme « Moyen » ;
- > Environ 61 % des tronçons sont évalués comme « Faible » ;

La distribution de la valeur terrestre est généralement proportionnelle à l'importance du cours d'eau dans l'ensemble du réseau hydrographique. Au vu des critères mentionnés dans l'Annexe 1.2.2, la valeur terrestre est clairement plus élevée pour les grands et moyens cours d'eau tels que :

- > la Sarine est ses principaux affluents : l'Hongrin, la Trême, la Jogne, la Gérine, la Glâne ;
- > la Singine sur l'ensemble de son cours, limitrophe avec le canton de Berne ; par contre, les affluents de la Singine présentent une valeur inférieure ;
- > la Broye, même si elle ne figure qu'en partie sur la carte de la valeur terrestre (seulement dans le cas où 2 rives sont fribourgeoises : cours supérieur, région de Villeneuve, canal de la Broye). Ses affluents principaux comme la Lembe, la

Petite Glâne et l'Arbogne ont une valeur importante. Les Grands Canaux du Seeland sont valorisés par leur largeur et leur très faible pente. Il ne faut cependant pas oublier que ces canaux ont été créés artificiellement pour assécher le Grand Marais. Le Canal de la Broye a été créé à la même période.

> la Veveyse à la hauteur de Châtel St Denis.

On trouve ici et là quelques tronçons isolés à valeur terrestre importante : le cours supérieur de l'Arbogne, les ruisseaux de la rive sud du lac de Neuchâtel. Ceci est principalement lié à la présence d'un objet de l'inventaire des zones alluviales ou d'un autre inventaire.

Les petits cours d'eau ont tous une faible valeur terrestre.

Le développement des compartiments amphibies et terrestres typiques des zones alluviales (bancs de sédiments, fourrés et forêts d'essences à bois tendres, forêts d'essences à bois durs) nécessite un espace et des zones d'inondation importants que les critères activés (largeur du cours d'eau, pente du cours d'eau) mettent clairement en évidence. De ce fait, la valeur terrestre la plus importante se cantonne aux grands cours d'eau.

La Figure 11 donne une vision d'ensemble de la valeur terrestre. Elle se trouve en grand format en ANNEXE 3.

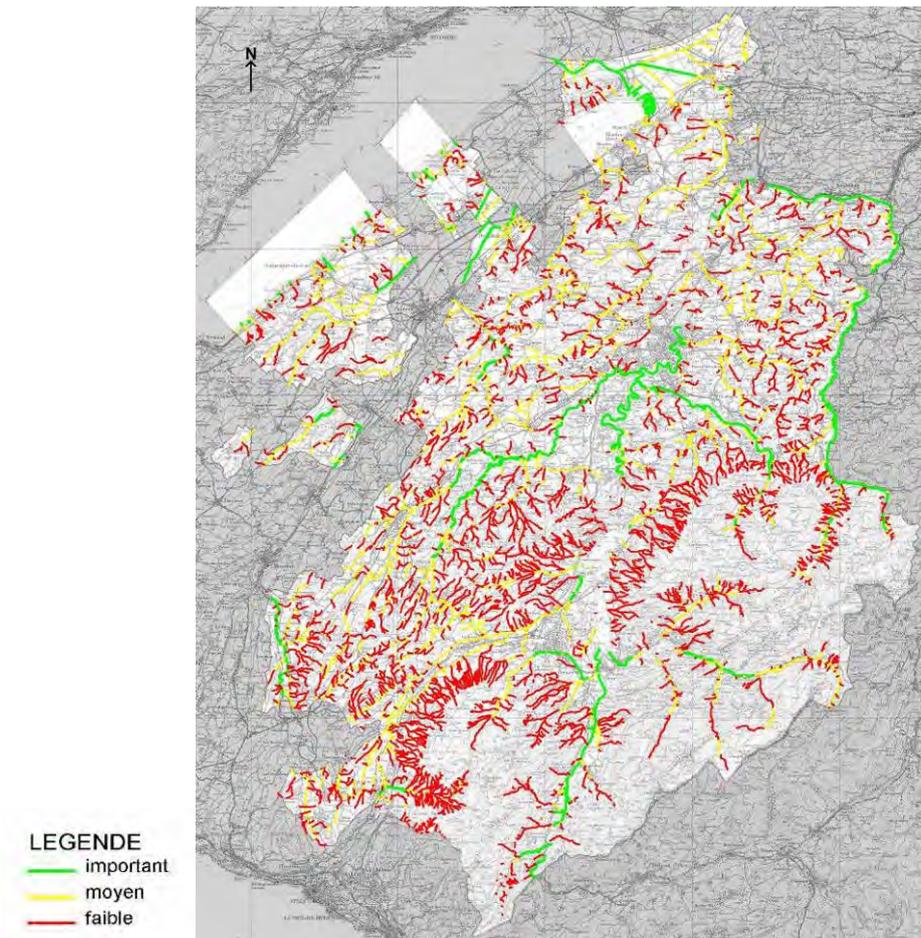


Figure 11. Carte de la valeur terrestre (voir également ANNEXE 3).

3.2.3. Ecomorphologie

Afin d'utiliser les données écomorphologiques dans la planification et de pouvoir procéder à une automatisation de certaines tâches, ces dernières ont été légèrement adaptées. Les données utilisées diffèrent ainsi quelque peu des géodonnées jointes à ce rapport.

Les adaptations ont simplement consisté à requalifier les tronçons considérés comme « Non relevé ». Les petits affluents, qui étaient à sec lors des relevés (petits fossés forestiers, anciens fossés de drainage) ont également été écartés. La requalification des tronçons « non relevés » a été réalisée sur la base d'un avis d'expert de la LCE (connaissance du terrain, orthophotos, prise en compte de la classification des tronçons amont et aval). Cette requalification permet ainsi de prendre en compte des tronçons qui auraient normalement été écartés.

Pour la Sarine et le canal de la Broye, une moyenne des résultats des deux rives a été considérée. L'intégration des données de chaque rive n'était pas possible dans le cadre de l'automatisation de la procédure.

Des informations supplémentaires sont disponibles à l'ANNEXE 1.

Les résultats comprennent 2'289 km de cours d'eau dont la répartition des différentes classes est la suivante :

- > 873 km (38 %) sont classés comme naturel/semi-naturel (I)
- > 614 km (27 %) sont classés comme peu atteint (II)
- > 238 km (10 %) sont classés comme très atteint (III)
- > 49 km (2 %) sont classés comme non naturel/artificiel (IV)
- > 515 km (23 %) sont mis sous terre (V)
- > Aucun tronçon non classé

La Figure 12 donne une vision d'ensemble de la carte de l'écomorphologie. Elle se trouve en grand format en ANNEXE 4.

Il est à noter que les cours d'eau situés en limite cantonale ont été considérés en fonction de leur tracé et de la position du tronçon dans le réseau hydrographique, pour autant que ce tronçon ait fait l'objet de relevés de l'écomorphologie.

Afin de permettre le traitement informatique des données, des tronçons de liaison ont été créés. Ces tronçons fictifs ont été exclus des statistiques.

Au niveau des seuils et des ouvrages, une priorisation a été établie et décrite au chapitre 5. Ces données sont représentées sur les cartes figurant en ANNEXE 21 et ANNEXE 22.

Les données de l'écomorphologie sont importantes car elles déterminent les quotas de tronçons qui peuvent avoir un rapport bénéfice/coût élevé (1/4 des tronçons de classes écomorphologiques III à V) et moyen (1/2 des tronçons de classes écomorphologiques III à V), ceci conformément aux recommandations définies par la Confédération. Ces recommandations traduites pour les cours d'eau du canton correspondent à 200 km de cours d'eau avec un bénéfice/coûts élevé, et 400 km de cours d'eau avec un bénéfice/coûts moyen.

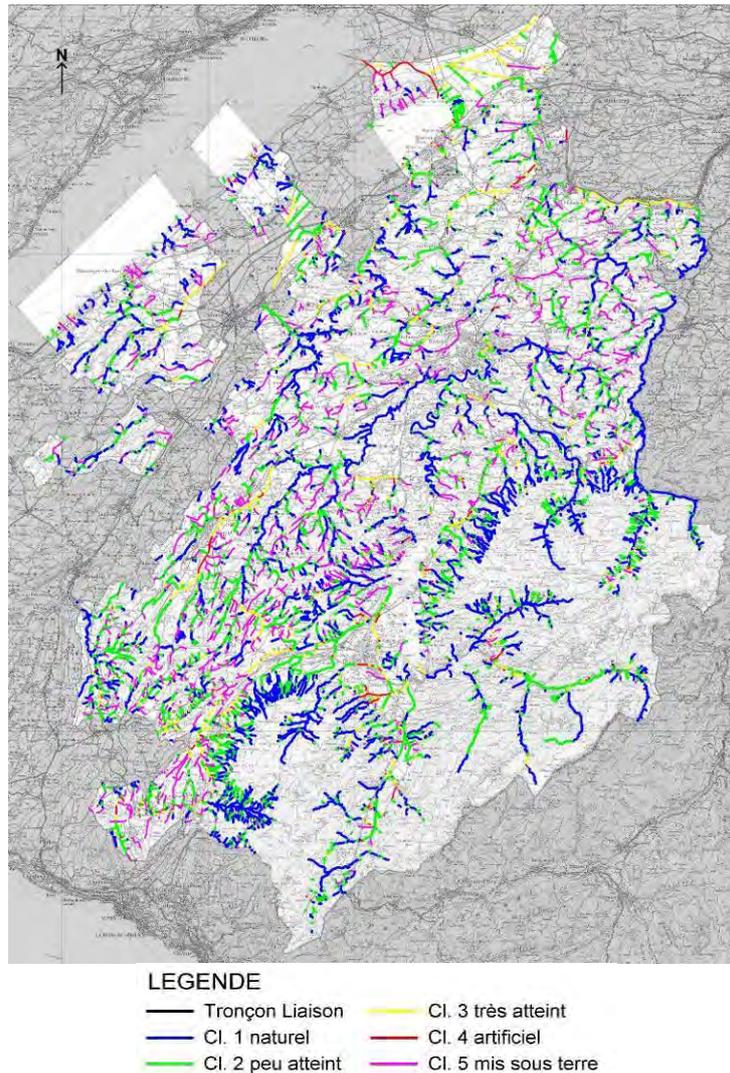


Figure 12. Carte de l'écomorphologie (voir également ANNEXE 4).

3.2.4. Installations fixes

Les résultats de la surface de l'espace réservé occupé par les installations présente la répartition suivante pour les 2'289 km analysés :

- > Sur environ 94 % des tronçons, les installations ont un impact « Faible » ;
- > Sur environ 4 % des tronçons, les installations ont un impact « Moyen » ;
- > Sur environ 2 % des tronçons, les installations ont un impact « Important » ;

Seuls 140 km de rivière (6 %) sont influencés par la présence d'installations fixes sises dans l'espace réservé (plus de 8 % de la surface de l'ER occupée par ces installations). Il s'agit principalement de tronçons très courts. En effet, sur les 349 tronçons (39 km) avec un taux important d'installations fixes, 171 ont une longueur inférieure ou égale à 50 m. La longueur moyenne des tronçons avec un fort impact des installations fixes est de 110 m, alors que la longueur moyenne de tronçons du réseau hydrographique est de 222 m.

Parmi les installations fixes les plus fréquentes, on retrouve les bâtiments et les voies de communication, comme montré dans la Figure 13.

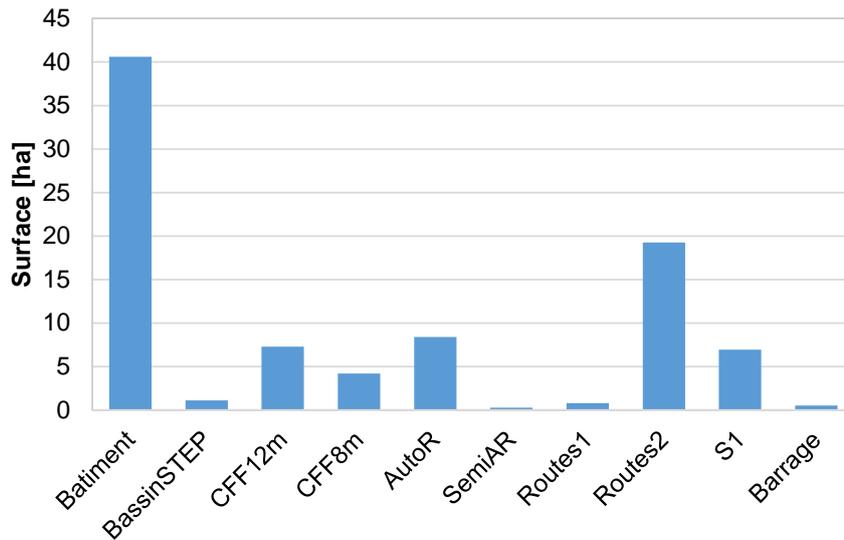


Figure 13 : Surfaces occupées par chaque type d'installation (surface totale des ER : 6'092 ha).

En regardant la carte de la Figure 14 (cf. ANNEXE 5), on constate qu'aucune installation fixe ne se trouve dans l'ER en plein centre-ville à Fribourg. Ceci est lié au découpage de l'ER de la Sarine, comme expliqué au chapitre Annexe 1.1.3 et illustré dans la Figure 45.

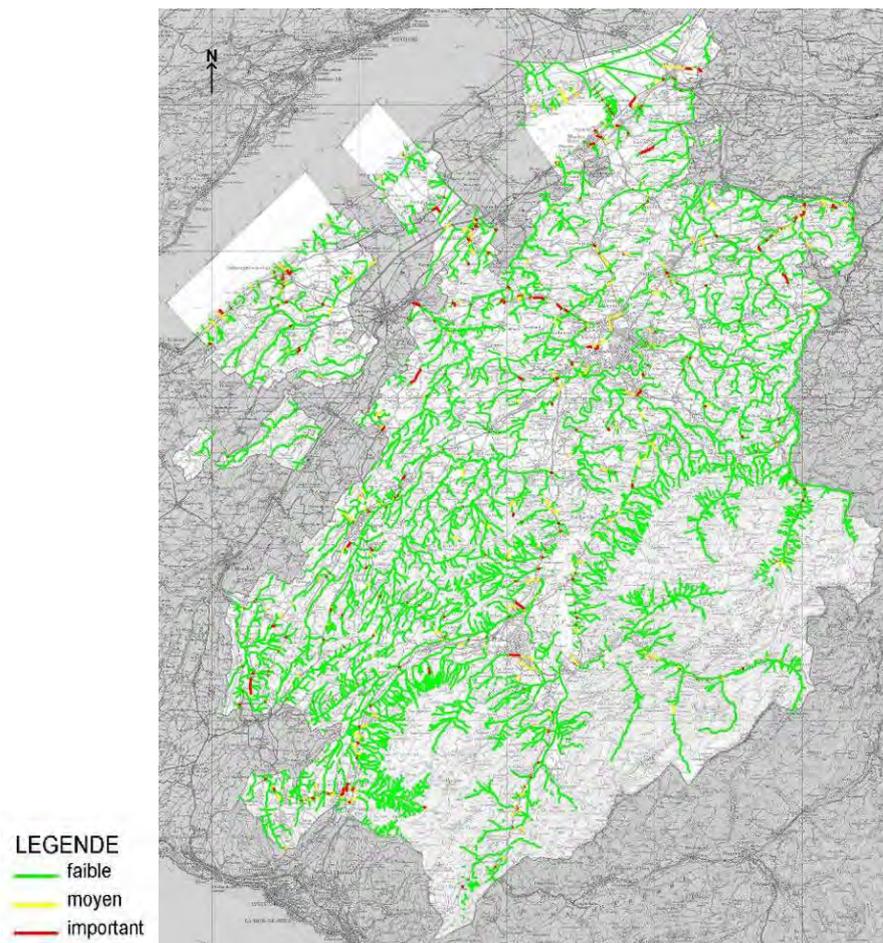


Figure 14. Carte des installations fixes sises dans l'ER (voir également ANNEXE 5).

3.2.5. Installations déplaçables

Les résultats de la surface de l'espace réservé occupé par les installations déplaçables présente la répartition suivante pour les 2'289 km analysés :

- > Sur environ 67 % des tronçons, les installations ont un impact « faible » ;
- > Sur environ 16 % des tronçons, les installations ont un impact « moyen » ;
- > Sur environ 18 % des tronçons, les installations ont un impact « important » ;

L'impact des diverses installations déplaçables est résumé dans la Figure 15. On constate que ce sont les zones de protections des eaux de type S2, ainsi que les routes secondaires, qui poseront le plus de difficulté en cas de revitalisation, à cause de leur forte présence.

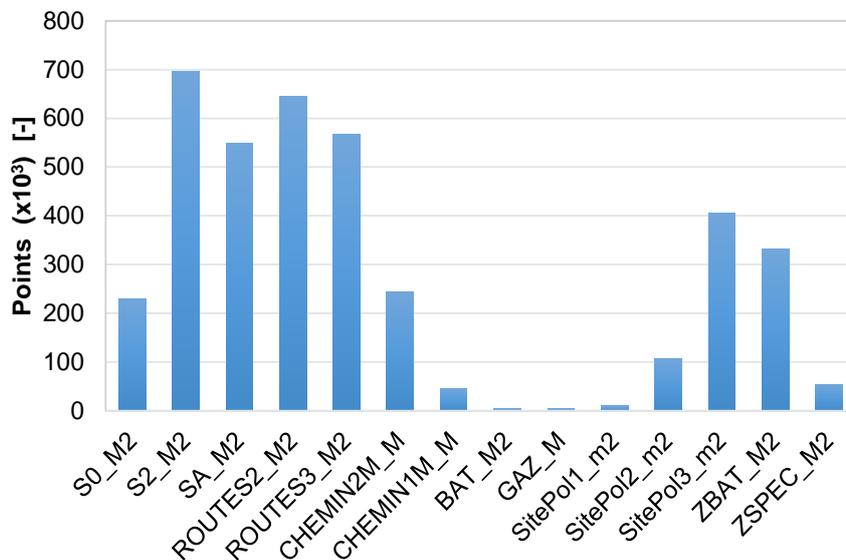


Figure 15. Somme des points des installations déplaçables dans l'ER.

La Figure 16 donne une vision d'ensemble de la carte des installations déplaçables sises dans l'ER. Elle se trouve en grand format en ANNEXE 6. On remarque ainsi que les installations déplaçables sises dans l'ER sont nombreuses tant dans les centres urbains que dans les grandes plaines agricoles. De manière générale, plus on se trouve à l'amont du réseau hydrographique et moins il y a d'installations déplaçables dans l'ER.

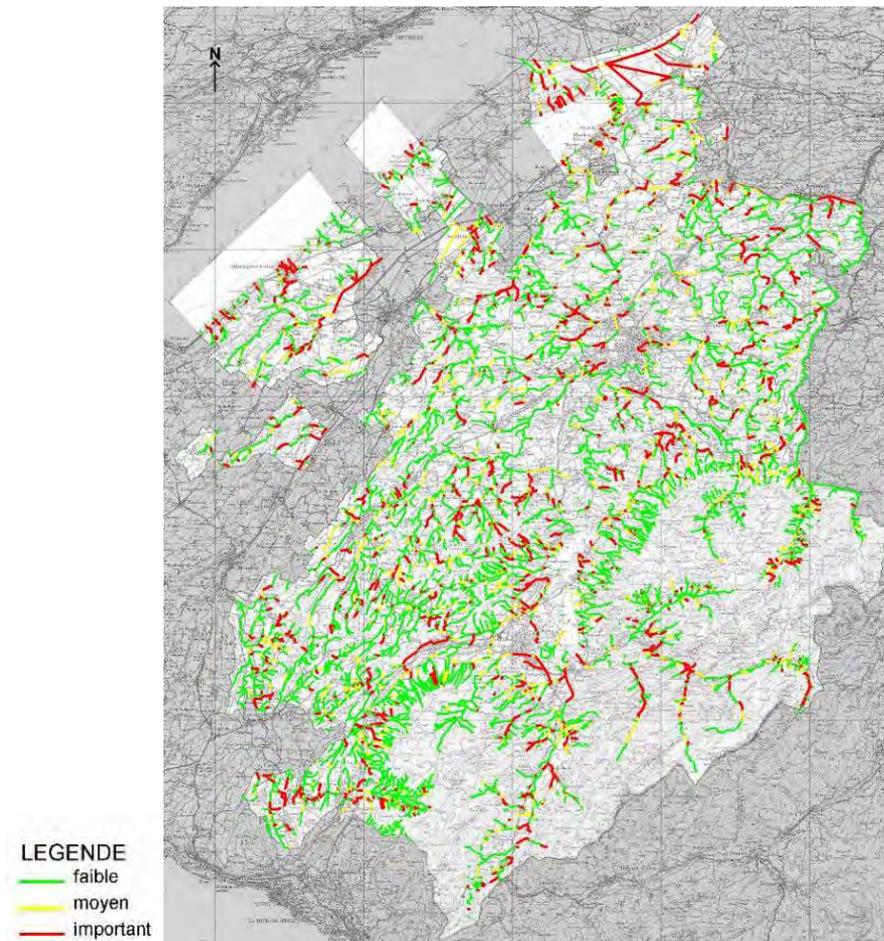


Figure 16. Carte des installations déplaçables sises dans l'ER (voir également ANNEXE 6).

3.2.6. Agriculture

L'importance de l'agriculture dans le canton de Fribourg est indéniable. C'est pourquoi, un grand poids est donné à la présence de zones agricoles dans l'espace réservé aux cours d'eau.

La Figure 17, présentant la longueur totale de cours d'eau dans chaque « classe » de points agriculture, montre que presque la moitié du réseau hydrographique est touchée par la présence de zones agricoles. Plus précisément, seuls 827 km de cours d'eau, soit moins d'un tiers des 2'289 km analysés, sont situés hors de terrains agricoles. En revanche, peu de tronçons présentent un important conflit avec l'agriculture.

Après contrôle de vraisemblance, l'impact de la revitalisation pour les 20 ans à venir (cf. chap. 4.1) est de l'ordre de 63 ha de SAU, dont 13 ha de SDA. Pour ce qui concerne les tronçons candidats (cf. chap. 4.2), les surfaces agricoles touchées sont de 139 ha de SAU, dont 48 ha de SDA. Ces valeurs sont estimatives et approximatives, car les règles de délimitation de l'espace réservé ne sont pas encore définitives. Il est à noter que les restrictions d'utilisation de l'espace réservé sont indépendantes des futures revitalisations. En effet, suite aux modifications de la législation fédérale sur la protection des eaux, l'espace réservé doit faire l'objet d'une utilisation extensive (sous forme de surfaces de promotion de la biodiversité ; art. 41c OEaux).

Seule la perte effective de SDA sera compensée. Ce point fait l'objet de vives discussions au niveau politique. Les modalités de compensation ne sont actuellement pas connues (révision des quotas de SDA en cours d'élaboration, etc).

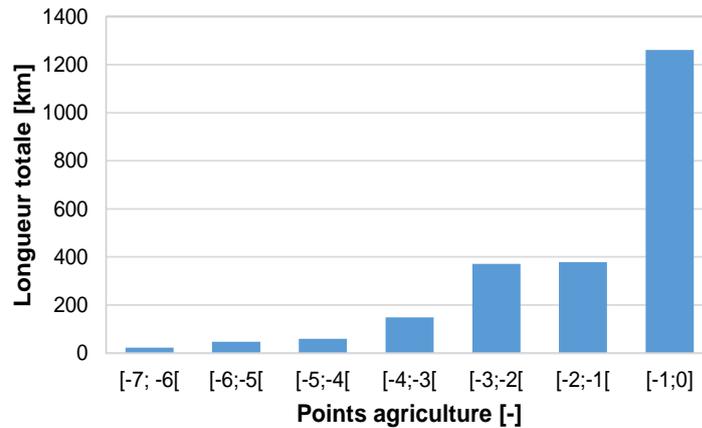


Figure 17. Longueur totale [km] par classes de points agriculture.

Une carte des zones agricoles sises dans l'ER est donnée dans la Figure 18 et en ANNEXE 7. De manière générale, les tronçons qui sont le plus touchés par l'agriculture se trouvent entre Romont et Fribourg ainsi que dans les districts du Lac (Seeland) et de la Singine.

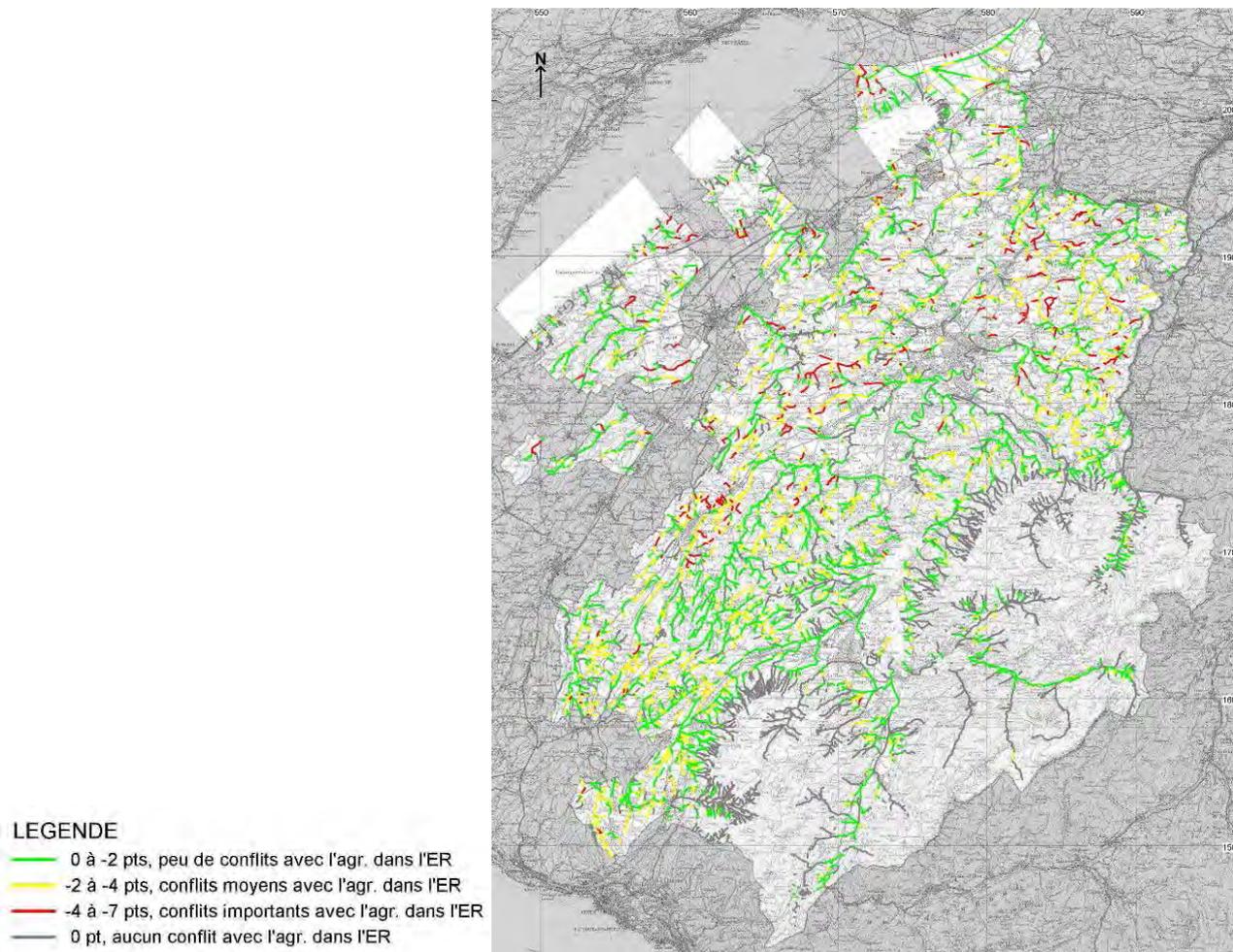


Figure 18. Répartition des points agriculture (voir également ANNEXE 7).

3.2.7. Synergies et conflits

Il est important de donner une priorité de revitalisation aux cours d'eau qui ont le plus de synergies avec l'utilisation par la population, mais également avec d'autres projets liés à la gestion du territoire.

La Figure 19, qui présente la longueur des cours d'eau en fonction des points de synergie, montre clairement que la plupart des cours d'eau n'ont aucune synergie. Néanmoins, presque 1/5 des rivières obtiennent plus d'un point de synergie.

Le maximum de points synergie obtenu est de 10 points. Seuls 4 km de cours d'eau ont autant de synergies. Il s'agit de la Sarine entre Lessoc et Neirivue et juste en amont de Broc. Ces tronçons sont également considérés comme prioritaires dans l'assainissement des éclusées et du régime de charriage.

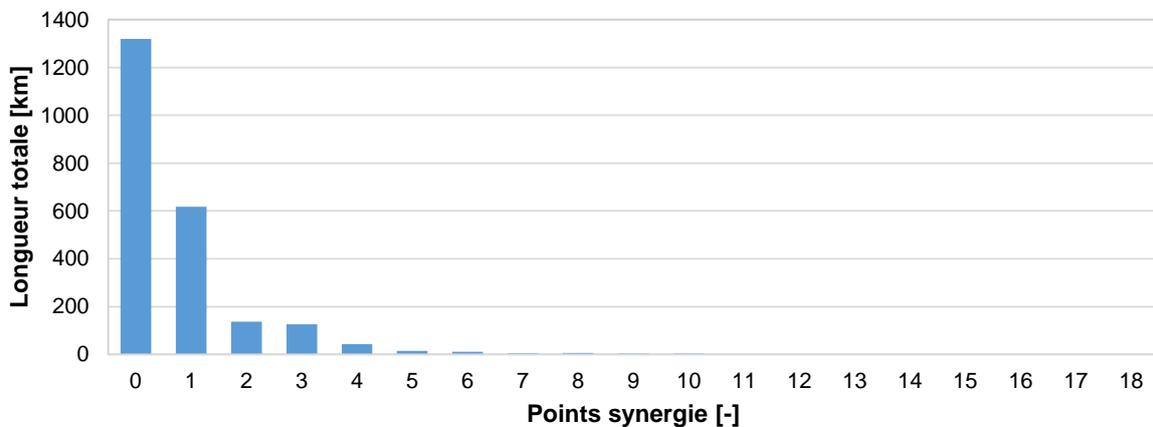


Figure 19. Longueur totale [km] par points de synergies.

Une carte des synergies est donnée dans la Figure 20 et en ANNEXE 8. On constate que les petits cours d'eau, ainsi que la plupart des cours d'eau de taille moyenne, ne bénéficient soit d'aucun point de synergie, soit de 1 à 2 points de synergie. Les petits cours d'eau ayant des points de synergie se trouvent principalement dans le district de la Gruyère. Seuls quelques moyens et surtout grands cours d'eau tels que la Sarine, la Singine et la Glâne ont beaucoup de points de synergie. Ce sont notamment ces grands cours d'eau qui présentent des points de synergie avec les planifications d'assainissement du charriage et des éclusées.

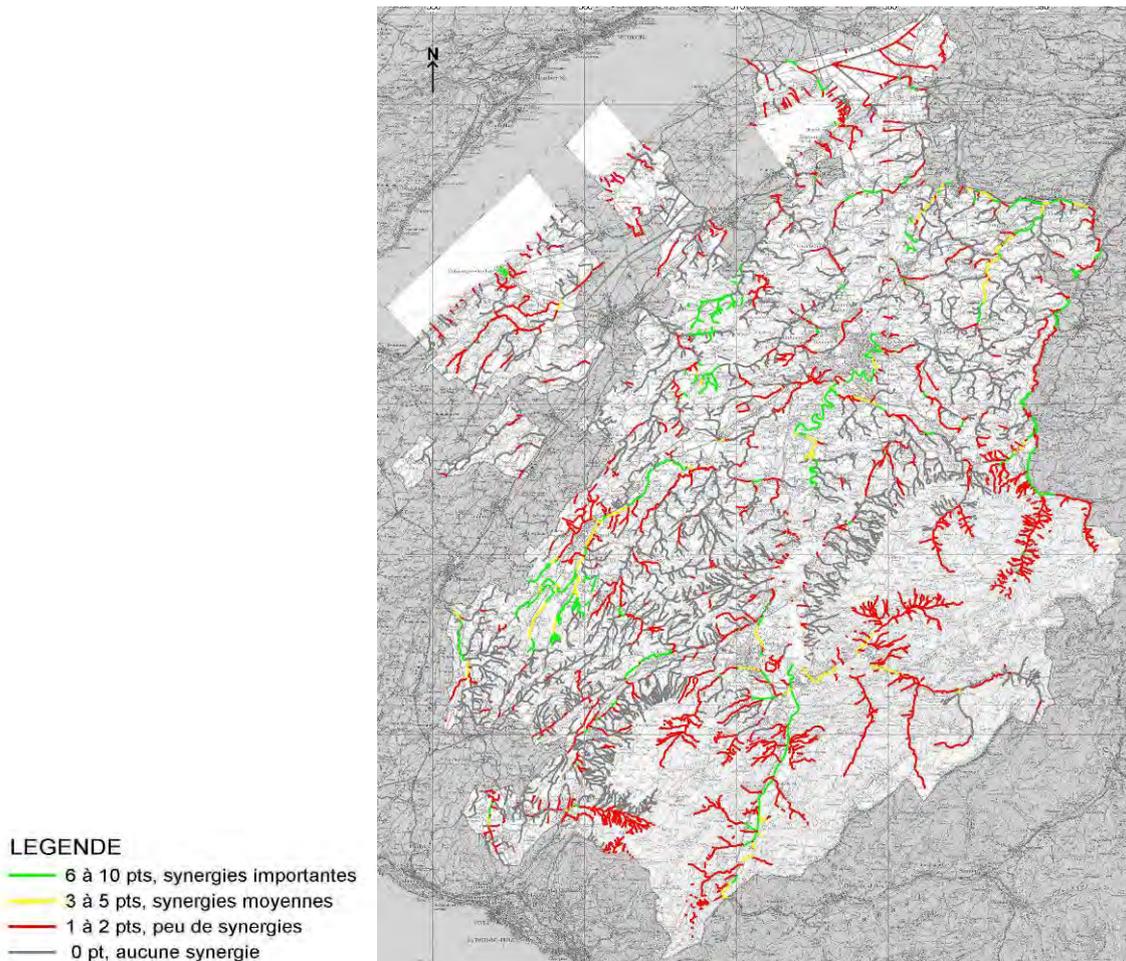


Figure 20. Répartition des points de synergie par tronçons (voir également ANNEXE 8).

3.2.8. Balance entre l'agriculture et les synergies

Une pondération équilibrée entre les synergies et l'agriculture a été appliquée. Pour ce faire les points bruts de l'agriculture ont été multipliés par 1.5, afin d'obtenir la même échelle de valeurs que pour les points de synergie. Par la suite, ce sont les points adaptés et additionnés qui sont utilisés pour la priorisation (cf. Annexe 1.2.8). La Figure 21 montre la répartition des points de synergies et agriculture. La plupart du réseau hydrographique a une balance neutre des points de synergie et agriculture. Ceci est logique, puisque comme le montrent les Figure 17 et Figure 19, la plupart des tronçons ne sont touchés ni par des zones agricoles ni par des synergies.

La Figure 22 montre la répartition des points de synergie + 1.5*agriculture dans le réseau hydrographique (voir également ANNEXE 9). On remarque que la Sarine et la Singine ont clairement plus de points que les autres cours d'eau. La carte indique distinctement qu'une grande partie des tronçons a une note négative (941 km), alors que seulement 671 km ont une note positive et 650 km n'obtiennent aucun point.

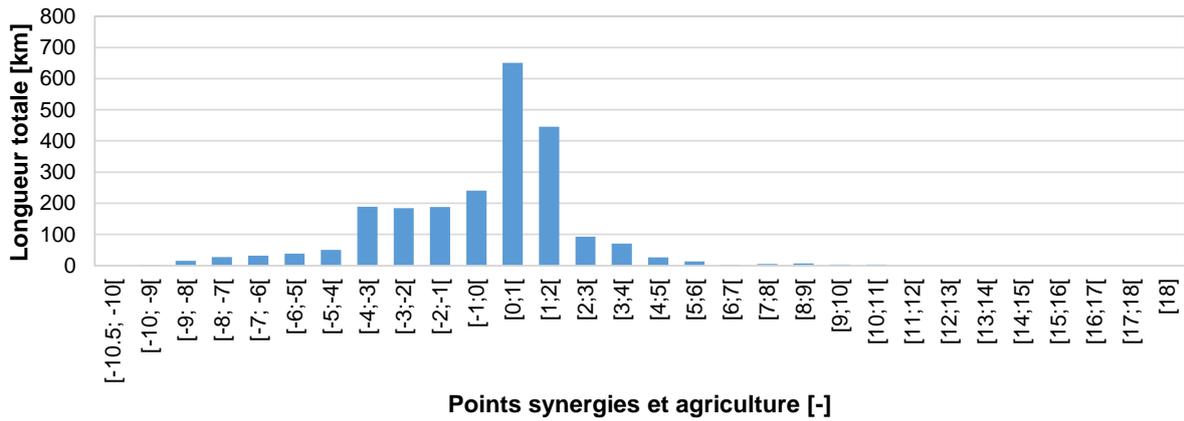


Figure 21. Longueur totale [km] par points synergies et agriculture.

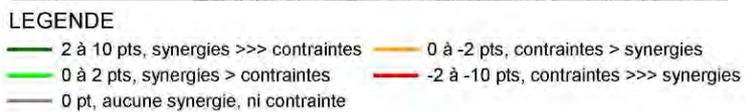
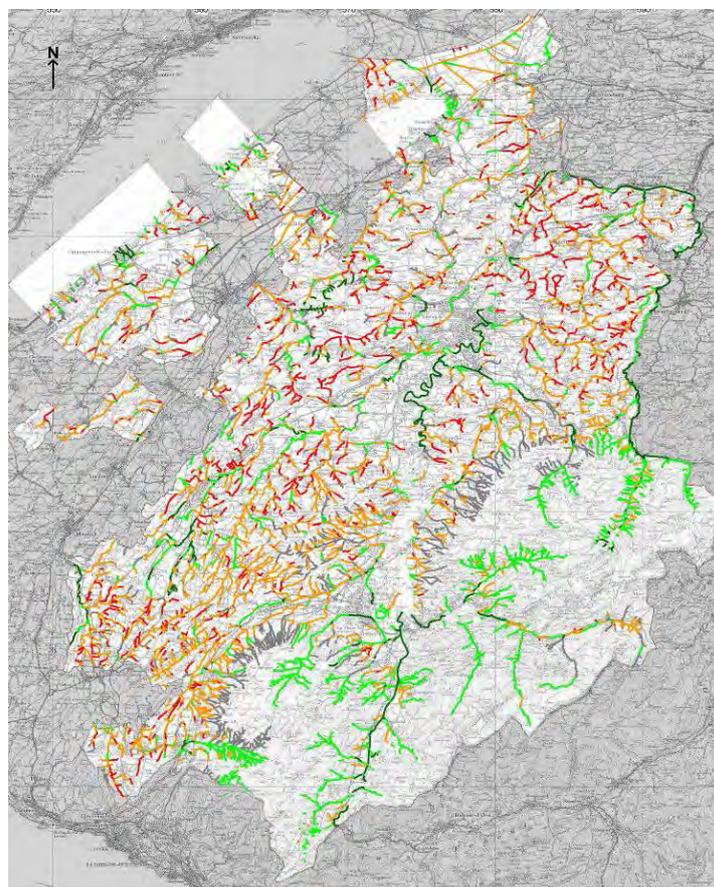


Figure 22. Evaluation des synergies et de l'agriculture (voir également ANNEXE 9).

3.3. Analyse SIG

Les résultats des croisements des données de base (cf. Annexe 1.3) sont présentés et discutés dans ce chapitre.

3.3.1. Etat naturel

L'état naturel d'un cours d'eau est obtenu en croisant les données de la valeur aquatique avec celles de la valeur terrestre, comme montré dans la Figure 23.

Si on observe les effectifs des deux premières étapes, on remarque que les critères servant à déterminer la valeur naturelle des milieux terrestres sont plus sévères que pour les milieux aquatiques. En effet, la proportion de tronçons avec un résultat faible n'est que de 21 % pour les milieux aquatiques contre 61 % pour les milieux terrestres ; de plus, les tronçons qualifiés d'importants représentent 26 % des tronçons pour la valeur aquatique contre seulement 10 % pour les milieux terrestres.

Ces résultats reflètent bien les exigences des organismes aquatiques pour lesquels les affluents, même petits, jouent un rôle capital, par rapport aux impératifs des systèmes alluviaux terrestres, plus exigeants spatialement.

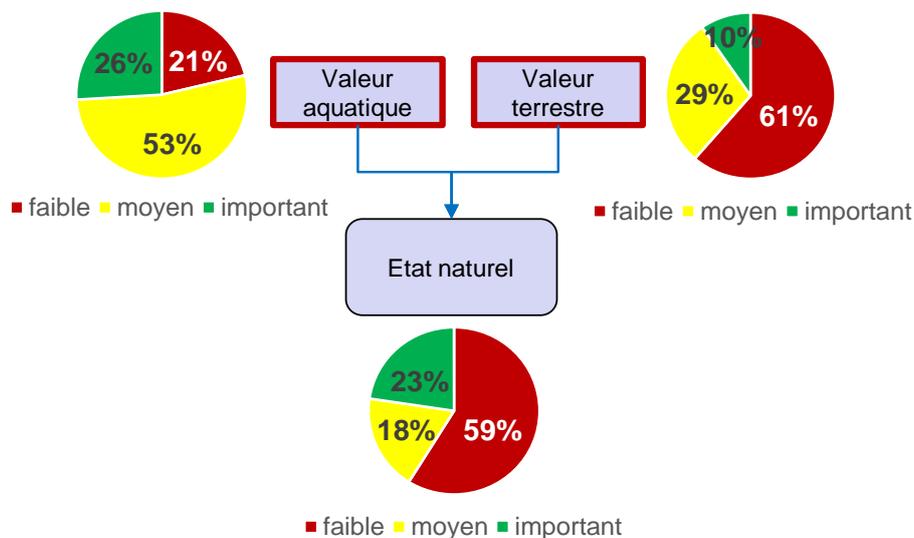


Figure 23. Etat naturel : croisement de la valeur aquatique et de la valeur terrestre.

La carte de l'état naturel est très proche de la carte de la valeur aquatique (ANNEXE 10 et Figure 24 ci-dessous) ; 23 % du réseau hydrographique présente un état naturel important, soit 519 km. Il s'agit principalement des grands et moyens cours d'eau tels que :

- > la Sarine
- > la Trême
- > la Jogne
- > la Gérine
- > la Glâne
- > la Neirigue

- > la Singine
- > la Broye
- > les Grands Canaux
- > la Bibera

D'autres cours d'eau apparaissent également sur la carte et présentent d'importants linéaires : la Sionge, le Javro, la Taverna, la Bibera, la Sonnaz, le Chandon, la Petite Glâne (liste non exhaustive).

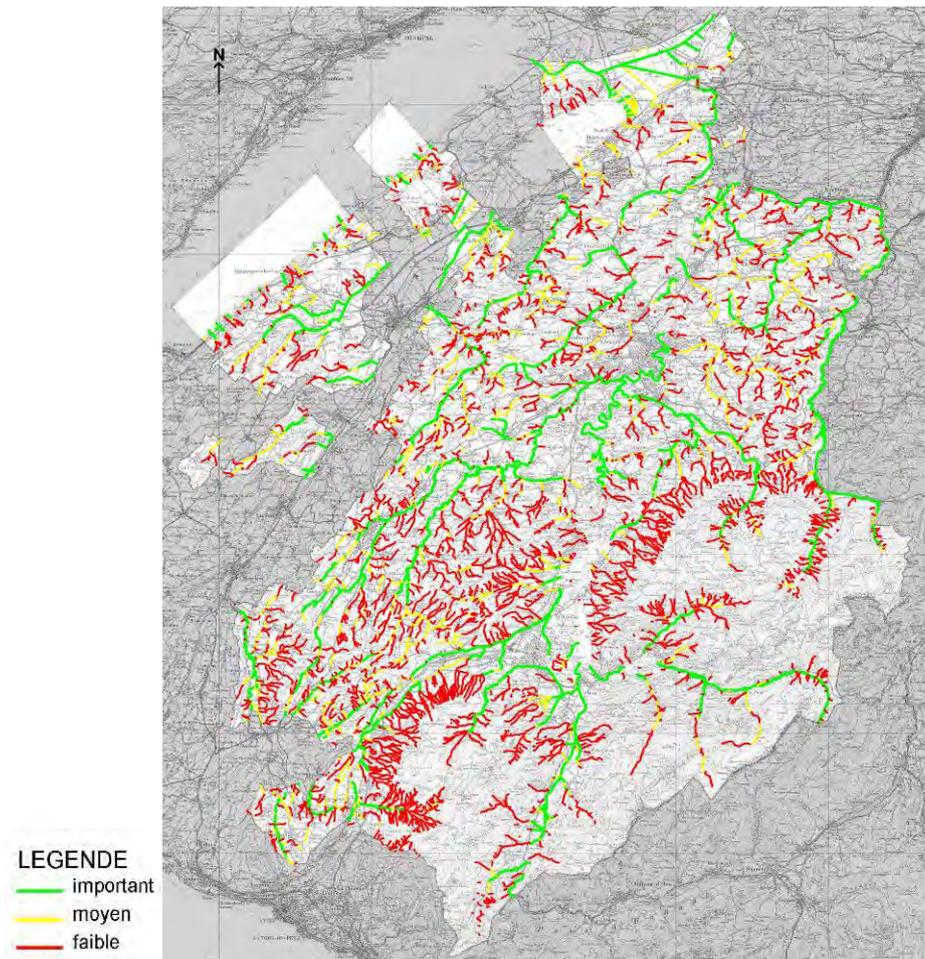


Figure 24. Carte de l'état naturel (voir également ANNEXE 10).

3.3.2. Etat écologique potentiel

Les différentes étapes qui mènent à l'évaluation de l'état écologique potentiel (nommé potentiel écologique dans l'aide à l'exécution de l'OFEV) sont résumées dans la Figure 25. Les statistiques des résultats (faible, moyen, important) accompagnent également le schéma de l'analyse SIG dans la Figure 25.

La carte de l'état écologique potentiel est presque la même que celle de l'état naturel puisque, comme expliqué au chap. 3.2.4, les installations fixes n'ont quasiment aucun impact sur la majeure partie du réseau hydrographique fribourgeois.

Finalement, on obtient 21 % de cours d'eau dont la valeur de l'état écologique potentiel est jugée élevée, 18 % pour lesquels elle est moyenne et 61 % pour lesquels elle est faible.

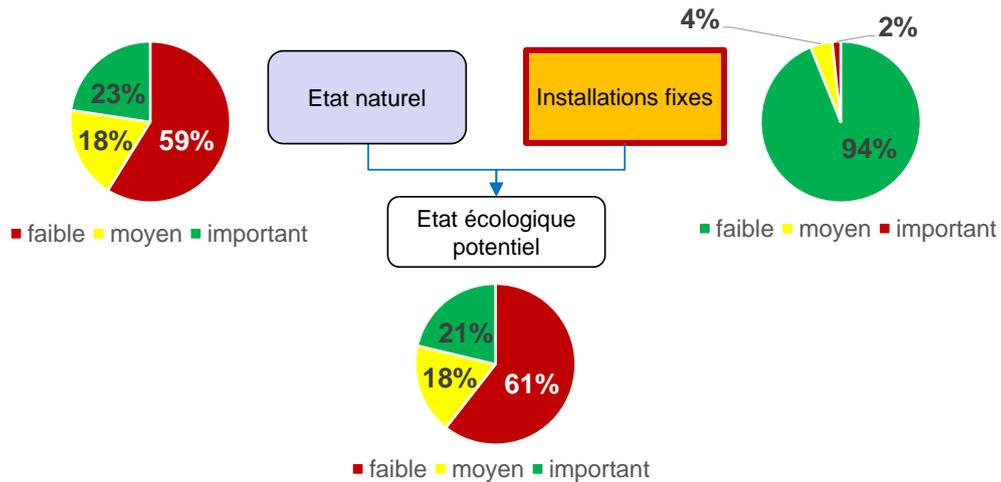


Figure 25. Etat écologique potentiel : croisement de l'état naturel avec les installations fixes.

La carte des tronçons selon leur état écologique potentiel, présentée dans la Figure 26 constitue l'ANNEXE 11.

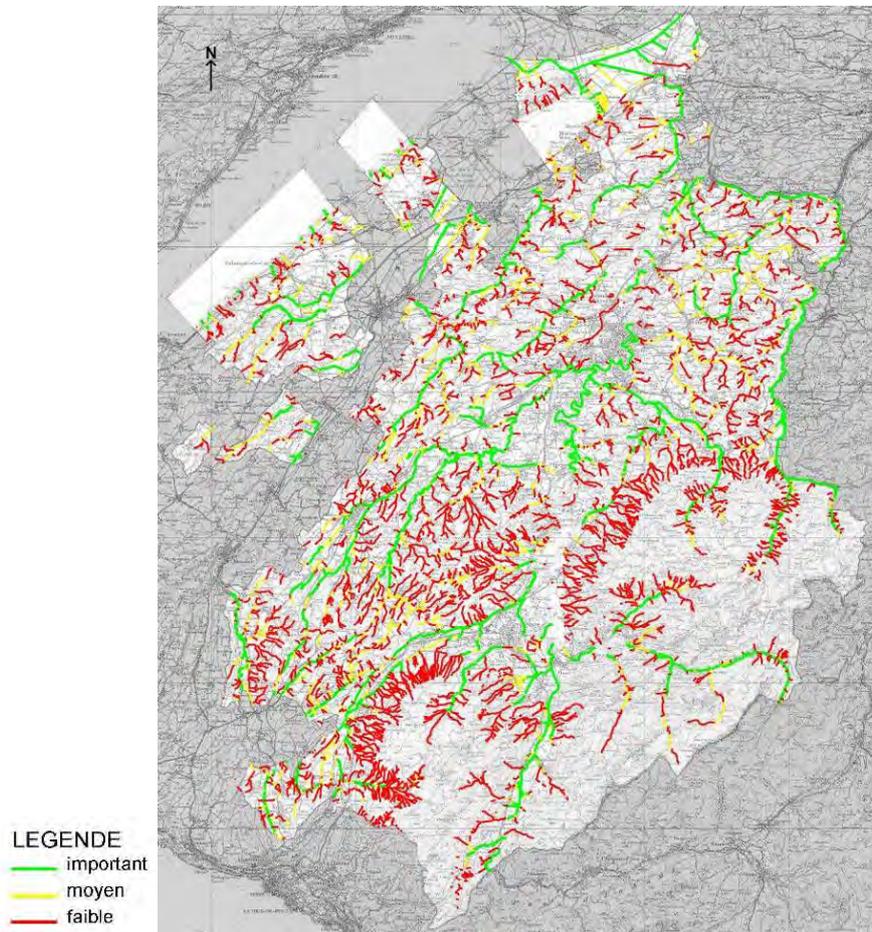


Figure 26. Carte de l'état écologique potentiel (voir également ANNEXE 11).

Les grands et moyens cours d'eau comme la Sarine, la Trême, la Jogne, la Gérine, la Glâne, la Neirigue, la Singine, la Broye, les Grands Canaux du Seeland présentent tous un état écologique potentiel important, au moins dans leur secteur aval, de même que les cours d'eau énumérés au chapitre précédent. Les impacts des installations fixes sont visibles dans les tronçons qui traversent des zones urbaines, comme par exemple la Trême à travers Bulle ou l'Arbogne à Corcelles.

3.3.3. Potentiel de valorisation

Le potentiel de valorisation est le croisement de l'état écomorphologique avec les installations déplaçables, comme montré par la Figure 27. Les cours d'eau avec un potentiel de valorisation élevé sont ceux dont l'état actuel est dégradé (classes écomorphologiques III, IV, V) et dont les installations sises dans l'ER sont peu nombreuses (d'où un coût de déplacement limité) (cf. Tableau 15).

Le croisement des données de base donne un potentiel de valorisation faible pour 59 % du réseau hydrographique. Ce faible potentiel de valorisation est lié au fait que ces tronçons présentent une morphologie jugée naturelle (38 %).

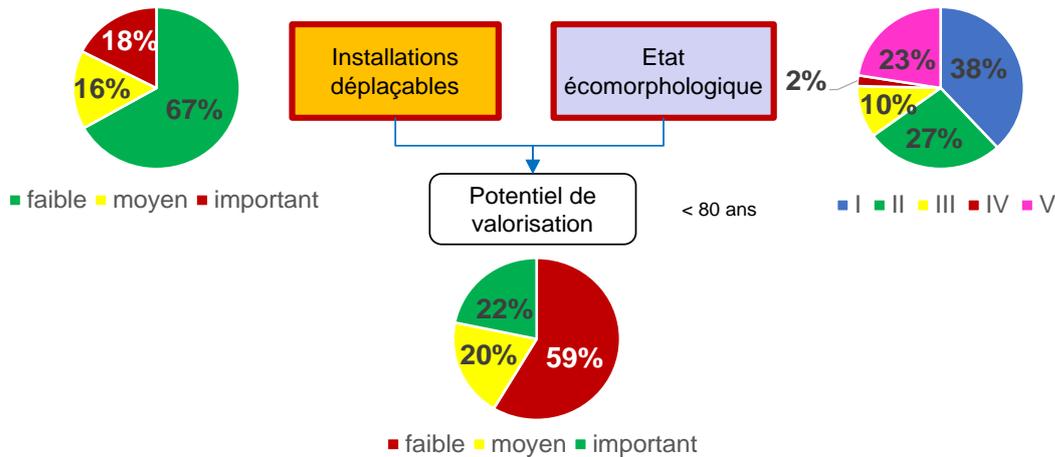


Figure 27. Potentiel de valorisation : croisement des installations déplaçables avec l'état écomorphologique.

La Figure 28 donne une vision d'ensemble de la carte du potentiel de valorisation, qui est également consultable en ANNEXE 12. En comparant cette carte à celles de l'état écomorphologique (Figure 12) et des installations déplaçables sises dans l'ER (Figure 16), on remarque que, de manière générale, les tronçons présentant une morphologie naturelle ont peu d'installations dans l'espace réservé, ce qui est logique, puisqu'une morphologie naturelle indique souvent une certaine dynamique du cours d'eau, qui ne serait pas entravée par des installations. Aucun lien entre le potentiel de valorisation et l'importance du cours d'eau n'apparaît sur la carte, contrairement à la carte de l'état écologique potentiel.

Finalement, une fois pris en compte l'état écomorphologique du cours d'eau et les installations déplaçables, seul le 22 % du réseau présente un potentiel de valorisation important. En regardant la carte, on remarque surtout qu'aucun grand cours d'eau ne présente un potentiel de valorisation important sur de grandes longueurs. La plupart des moyens et grands cours d'eau ont un faible potentiel de valorisation. De manière générale, le potentiel de valorisation n'est pas important sur des longs tronçons consécutifs. On observe plutôt une succession de courts tronçons présentant un potentiel important et moyen, comme dans le cas de la Glâne.

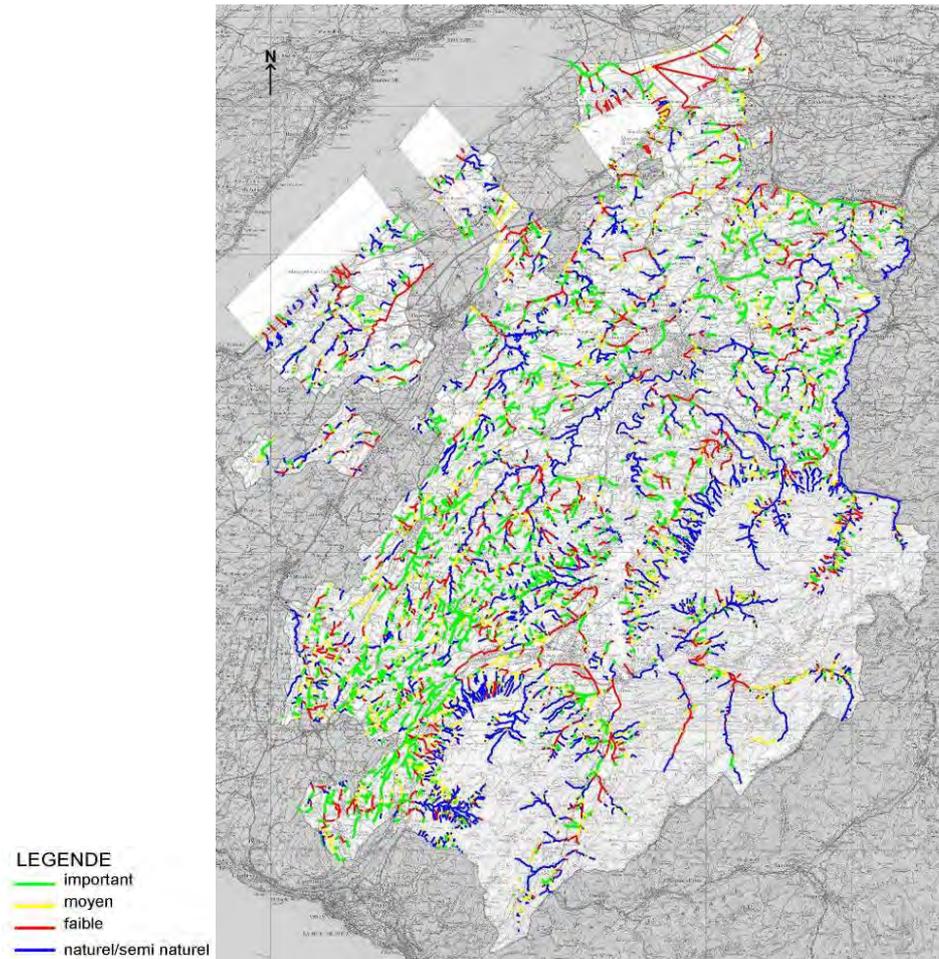


Figure 28. Carte du potentiel de valorisation (voir également ANNEXE 12).

3.3.4. Rapport bénéfice-coût

Le bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles est obtenu en croisant l'état écologique potentiel avec le potentiel de valorisation, obtenu comme montré dans la Figure 29, sur la base des critères du Tableau 16. Il s'agit là du principal résultat de la planification.

Finalement, les résultats suivants sont obtenus pour le bénéfice pour la nature et le paysage (rapport bénéfice-coût) :

- > **270 km**, soit 12 %, avec **bénéfice « important »**
- > **543 km**, soit 24 %, avec **bénéfice « moyen »**
- > **1'475 km**, soit 64 %, avec **bénéfice « faible »**

Selon l'aide à l'exécution de l'OFEV, maximum 1/4 des cours d'eau à morphologie très atteinte (classes écomorphologiques III, IV et V), soit 200 km pour le canton de Fribourg, peuvent être classifiés avec un bénéfice important. La limite pour le bénéfice moyen est fixée à maximum 1/2 des cours d'eau à morphologie atteinte, soit 400 km.

En raison de la méthode et des recommandations de l'OFEV, les cours d'eau dont l'état écomorphologique est naturel ou semi-naturel, soit 38 % du réseau hydrographique, sont considérés avec un bénéfice faible.

Les matrices de l'OFEV pour les croisements ont été appliquées telles quelles, afin de n'induire aucun biais dans l'analyse. Au vu des résultats obtenus, quelques 50 km supplémentaires par rapport aux quotas de l'OFEV présentent un bénéfice important. Une adaptation de l'ensemble des règles et barèmes semblaient dès lors disproportionnée. Par ailleurs, le canton a souhaité que le bénéfice obtenu soit représentatif de la valeur des cours d'eau du canton.

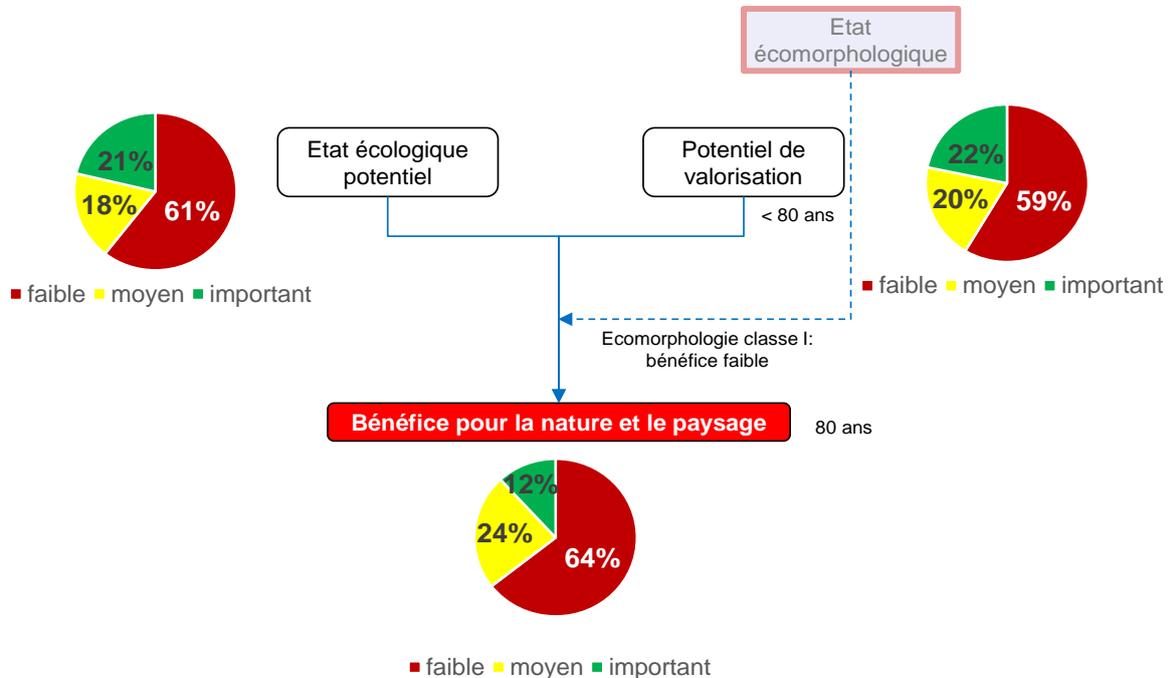


Figure 29. Bénéfice pour la nature et le paysage : croisement de l'état écologique potentiel avec le potentiel de valorisation.

La Figure 30, visualisable à plus grande échelle en ANNEXE 13, montre la carte du bénéfice pour la nature et le paysage. Le croisement du potentiel écologique (mettant en évidence la presque totalité des grands et moyens cours d'eau) avec le potentiel de valorisation (mettant en évidence des cours d'eau de taille diverses) permet de sélectionner des cours d'eau de tailles variées en bénéfice important et moyen. Les cours d'eau de petite taille tout en amont du réseau hydrographique présentent généralement un bénéfice faible. Ceci est principalement lié au fait que leur état écomorphologique est considéré comme naturel. La carte du bénéfice montre tout-de-même qu'une centaine de kilomètres de petits cours d'eau ont un bénéfice moyen ou important.

La Sarine dans l'Intyamont présente plusieurs tronçons à bénéfice important ; mais d'autres tronçons, à bénéfice moyen en raison d'une écomorphologie favorable, abritent des zones alluviales présentant un grand besoin de revitalisation ne s'exprimant pas dans la carte du bénéfice. La Sarine en aval de Rossens présente plusieurs courts tronçons à bénéfice élevé. A Fribourg, le bénéfice élevé est en partie lié à un espace cours d'eau dépourvu de constructions (cas particulier). En aval de Schiffenen, le cours d'eau, actuellement très corrigé, présente bien logiquement un bénéfice important.

La Glâne présente, sur tout le secteur amont, un bénéfice important, ce qui est logique car le cours d'eau est très atteint.

Le cours supérieur de la Singine (en amont Zollhaus) présente un bénéfice faible car le tronçon est naturel, malgré la présence de nombreux seuils. A l'opposé, le canal de la Broye,

entre le lac de Morat et le lac de Neuchâtel, présente un bénéfice important car le tronçon est canalisé. Le canal de la Broye, et en général les grands canaux du Seeland, créés artificiellement dans le cadre de la correction des eaux du Jura, ont été traités de la même manière que les cours dont l'existence est naturelle.

Plusieurs petits cours d'eau comme l'Arignon (Frasses), l'Arbogne (Corcelles-près-Payerne), la Sionge (Vaulruz) et la Mionnaz (la Verrerie) présentent des bénéfices variables sur des petits tronçons, en fonction des corrections dont ils ont été l'objet, donc de leur état écomorphologique.

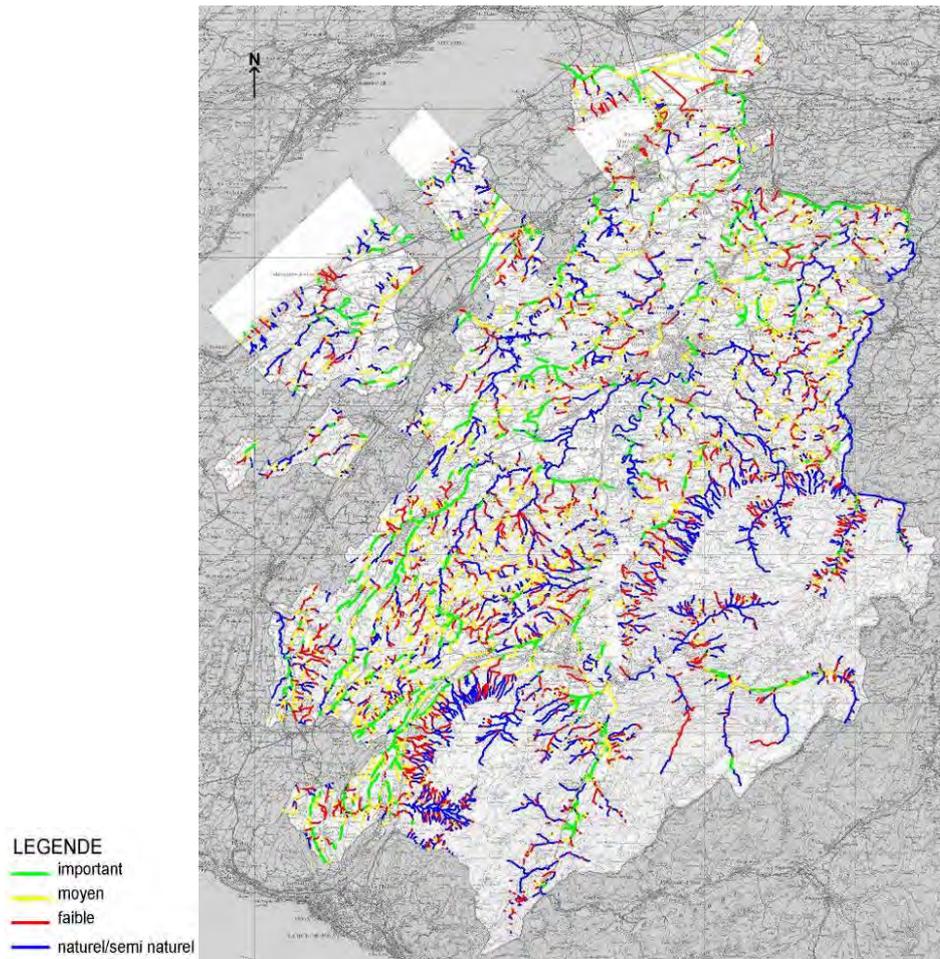


Figure 30. Carte du bénéfice pour la nature et le paysage (voir également ANNEXE 13).

Un contrôle détaillé a démontré que le résultat obtenu ne correspondait pas toujours au résultat attendu. Cela peut-être lié à l'écomorphologie, mais aussi à la valeur aquatique. Quelques cours d'eau de classe « peu atteinte » présentent un lit naturel, mais des berges rectilignes ou corrigées ; dans ce cas, le bénéfice indiqué est faible, mais le besoin de revitalisation est fort localement. La classe écomorphologique d'un tronçon influence beaucoup les résultats du bénéfice. Ce constat met en évidence les limites de la méthode. Afin de conserver la transparence de la méthode et de ne pas biaiser les résultats avec un avis d'expert (qui présente le risque de refléter une vision sectorielle et partielle du réseau cantonal), aucune adaptation des résultats n'a été réalisée à ce stade de la procédure.

3.3.5. Priorité des revitalisations à long terme (80 ans)

Les priorités dans le temps (Figure 31) sont obtenues à partir du résultat du rapport bénéfice/coût, en y ajoutant les données de l'agriculture et des synergies, à savoir les améliorations foncières, les loisirs, les zones urbanisées, les priorités d'assainissement des éclusées et du charriage, les sites pollués et les tronçons à espèces prioritaires.

Les résultats des priorités dans le temps sur 80 ans présente la répartition suivante pour les 2'289 km analysés :

- > **247 km, soit 11 %**, des tronçons sont évalués comme étant d'importance pour la revitalisation, soit « **Priorité 1 (prioritaire à long terme)** » ;
- > **461 km, soit 20 %**, des tronçons sont évalués comme étant de moindre importance pour la revitalisation, soit « **Priorité 2 (moindre importance)** » ;
- > **1'581 km, soit 69 %**, des tronçons sont évalués comme « **Non prioritaires** » ;

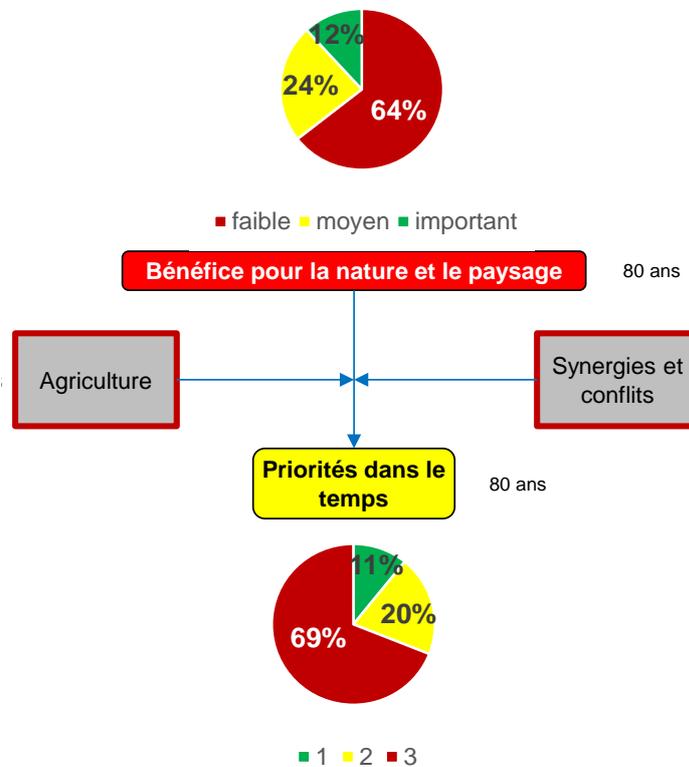


Figure 31. Priorités dans le temps sur 80 ans : croisement du bénéfice avec les synergies et l'agriculture.

Les 247 km ainsi sélectionnés en priorité 1 sont à revitaliser sur une période de 80 ans. Cela correspond à une moyenne théorique de 3 km par an. En regardant la carte de la Figure 32 (reproduite à plus grande échelle en ANNEXE 14), on constate que les cours d'eau sélectionnés en priorité 1 incluent de nombreux tronçons de grands cours d'eau. Il ne paraît donc pas raisonnable de sélectionner un plus grand nombre de kilomètres à revitaliser sur une période de 80 ans, ni de réduire la période sur laquelle la revitalisation de ces cours d'eau est prévue. Ainsi, les cours d'eau à revitaliser dans les 20 ans à venir sont sélectionnés parmi les priorités 1, au pro-rata des kilomètres (soit approximativement 62 km à revitaliser en 20 ans). Ces tronçons sont ainsi mentionnés comme « Actions à 20 ans », plutôt qu'en priorité 1, pour éviter toute confusion avec la priorisation à 80 ans.

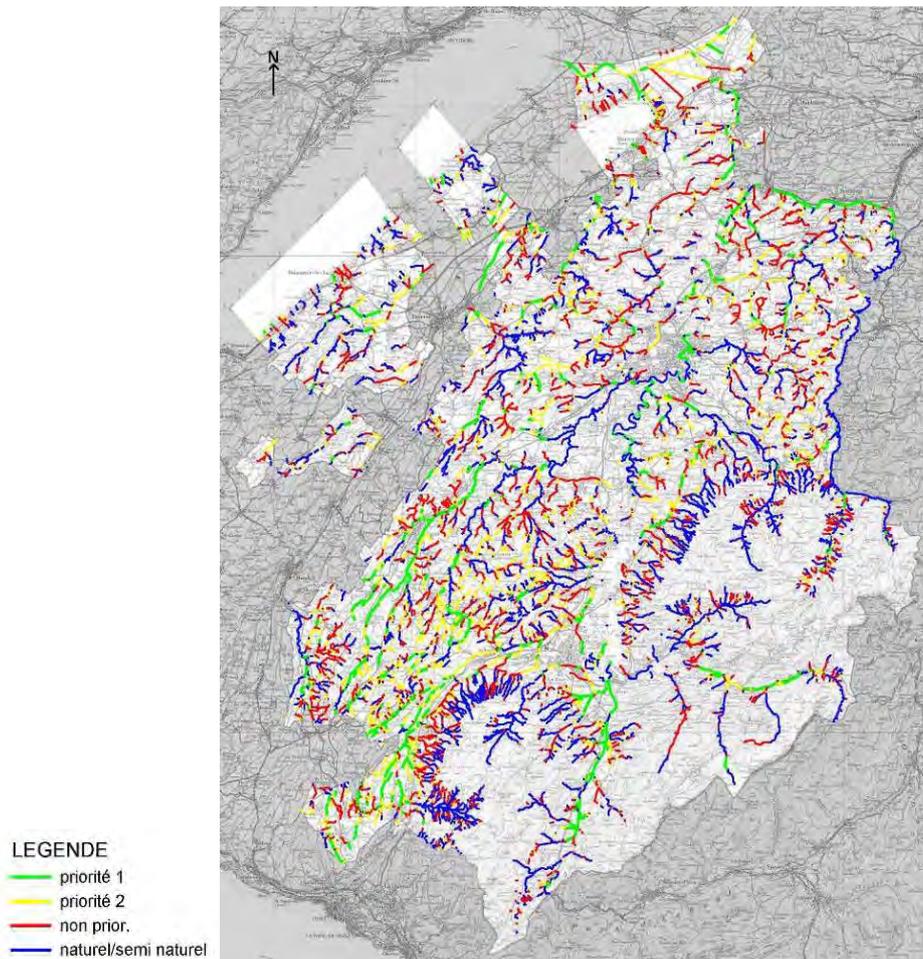


Figure 32. Carte des priorités à long terme (sur 80 ans) (voir également ANNEXE 14).

La carte des priorités de revitalisation à long terme (sur 80 ans) ressemble beaucoup à la carte du bénéfice. Cela est logique, puisque la majorité des points de synergies et de conflits se situe entre -1 et +2, donc entraînent peu de changements.

On retrouve donc sur la carte une grande partie du linéaire de la Sarine en Intyamon, en ville de Fribourg et en aval de Schiffenen. La Trême et la Jogne contiennent plusieurs tronçons de priorité 1, contrairement au cours inférieur de la Glâne et à la Gérine, encore naturels ou peu modifiés. Le cours supérieur de la Glâne, en amont et en aval de Romont est en priorité 1. Sur la Singine, tout le cours inférieur (en aval de Mittelhäusern) est prioritaire. Dans le Seeland, on retrouve le canal de la Broye et le réseau des canaux de la plaine en priorité 1 et 2. Il faut ici souligner qu'aucun paramètre ne permettant de prendre en compte l'existence artificielle d'un élément du réseau hydraulique n'a été inclus dans la méthode d'analyse des données. Il n'est donc pas possible à travers cette analyse de faire la différence entre un canal créé artificiellement et un cours d'eau dont l'existence est naturelle mais qui a été canalisé au cours des siècles.

Concernant les plus petits cours d'eau, le sud du canton (districts de la Veveyse et de la Glâne) contient de grands linéaires de plusieurs petits et moyens cours d'eau de priorité 1, à l'image de la Sionge et de la Mionna. La densité des petits et moyens cours d'eau du Moyen-Pays situé à l'ouest et au nord de Fribourg est beaucoup plus faible, à l'exception de la Bibera qui contient plusieurs secteurs de priorités. Dans le bassin versant du lac de Neuchâtel, les petits cours d'eau à revitaliser en priorité 1 sont peu nombreux. L'Arignon et la Petite Glâne contiennent quant à eux plusieurs secteurs de priorité 1.

3.3.6. Plan d'action à 20 ans

Sur la base de la procédure présentée en Annexe 1.3.6, 61.4 km de rivière ont été sélectionnés en actions à 20 ans. Comme expliqué en Annexe 1.3.6, les tronçons isolés de moins de 300 m de longueur et les petits tronçons proches, mais dont la longueur totale est inférieure à 300 m, ont été écartés.

Ainsi, 49 km de cours d'eau ont été sélectionnés en actions à 20 ans, dont 25 km en action 1 (0-10 ans) et 24 km en action 2 (10-20 ans). Les tronçons sélectionnés comme prioritaires à revitaliser dans les 20 prochaines années sont reportés dans la carte de la Figure 33 (cf. également ANNEXE 15).

Parmi les cours d'eau sélectionnés en action 1 (0-10 ans), on trouve :

- > 2.5 km de tronçons avec une largeur naturelle inférieure ou égale à 3 m
- > 8.8 km de tronçons avec une largeur naturelle entre 3 et 10 m
- > 13.1 km de tronçons avec une largeur naturelle supérieure ou égale à 10 m

Parmi les cours d'eau sélectionnés en action 2 (10-20 ans) on trouve :

- > 9.4 km de tronçons avec une largeur naturelle inférieure ou égale à 3 m
- > 10.8 km de tronçons avec une largeur naturelle entre 3 et 10 m
- > 3.7 km de tronçons avec une largeur naturelle supérieure ou égale à 10 m

Parmi les tronçons sélectionnés en action à 20 ans, on trouve la partie aval de la Singine (action 1) et une bonne partie de la Glâne, qui est sélectionnée en alternance soit en action 1, soit en action 2. Pour garantir un continuum dans les travaux de revitalisation, un contrôle visuel et des adaptations mineures ont été effectués lors de l'établissement de la liste finale des tronçons candidats (cf. chap. 4).

Le canal de la Broye est aussi sélectionné en action 1. Or, comme mentionné à plusieurs reprises, ce cours d'eau a été créé artificiellement lors de la correction des eaux du Jura et est actuellement navigable. Ce dernier aspect n'a pas été pris en compte dans la méthode de priorisation. Une revitalisation de ce canal serait en effet très difficile et discutable.

Parmi les petits cours d'eau à revitaliser dans les 20 années à venir, on trouve par exemple le Glaney à Romont (action 1), la Mionna à St. Martin (action 2) et le Canal des Rogigues entre Semsales et Progens (action 2).

Parmi les moyens cours d'eau, en plus de la Glâne déjà mentionnée, on trouve des tronçons du Parimbot, de la Marive et de la Serbache en action 1 et la partie amont de la Broye vers Semsales, des tronçons de la Sionge et du Tütschbach en action 2.

Ainsi, les tronçons sélectionnés en action à 20 ans se trouvent principalement dans le district de la Glâne, de la Veveyse et de la Gruyère.

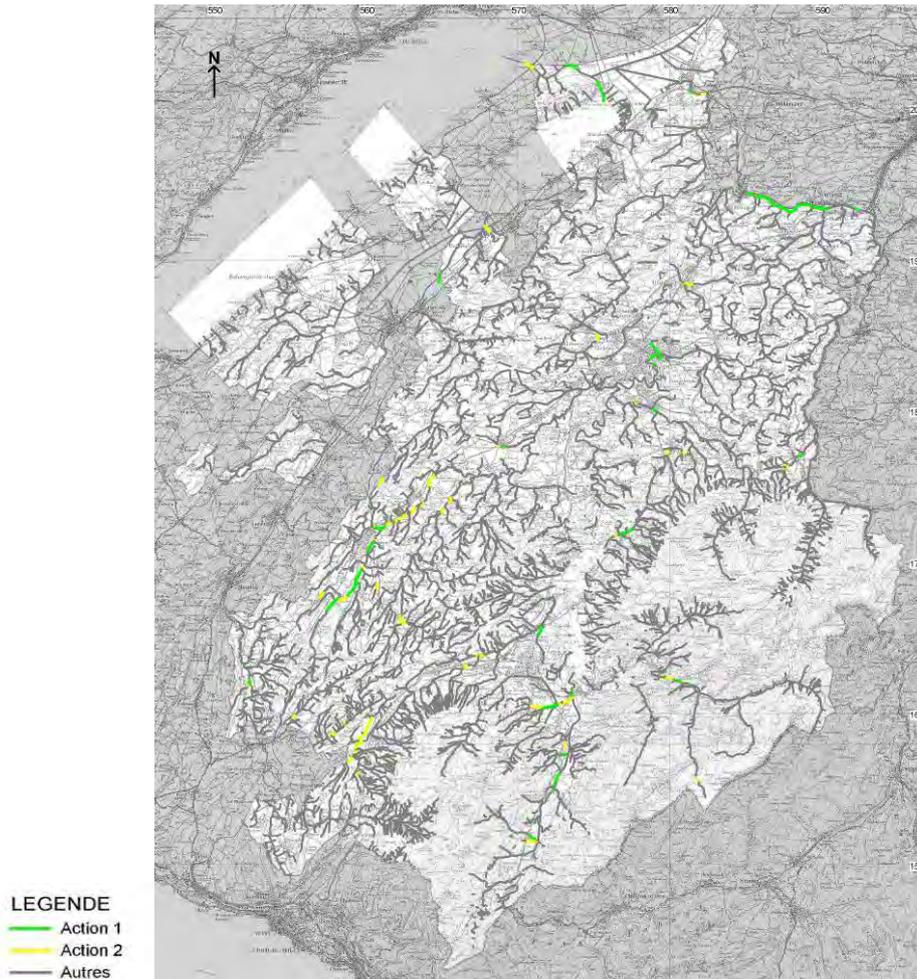


Figure 33. Tronçons en action à 20 ans (voir également ANNEXE 15).

3.4. Contrôle de vraisemblance

Le contrôle de vraisemblance s'est déroulé tout au long de la planification à plusieurs niveaux. Les résultats finaux ont ensuite fait l'objet d'un contrôle par les services concernés du canton de Fribourg et d'une coordination avec les cantons de Berne et de Fribourg. Les modifications suite au contrôle de vraisemblance sont résumées au chapitre 4.1.

3.4.1. Contrôle par la Section Lac et Cours d'Eau (LCE) et par les mandataires

Le contrôle de vraisemblance est un processus continu qui intervient au cours de toutes les étapes. Il a été décidé que le contrôle de vraisemblance ne devait pas être uniquement une deuxième analyse avec d'autres données, mais une vérification de la cohérence des résultats. C'est pour cette raison que les résultats présentés tout au long de ce chapitre ont déjà fait l'objet d'un premier contrôle de vraisemblance mené par la direction de projet : ce contrôle a influencé au fur et à mesure la définition de la méthode de superposition des données et la définition des valeurs seuils utilisées, tout en garantissant la transparence de la méthode utilisée.

Chaque étape de la méthodologie a donc fait l'objet d'une validation par la LCE.

Un contrôle des priorités à long terme (80 ans) et des actions à 20 ans a également été mis sur pied.

Ainsi, les tronçons avec une écomorphologie peu atteinte ou d'une longueur de moins de 100 mètres ont été déclassés (environ 50 km de cours d'eau). Ces tronçons ne figurent ainsi plus dans les priorités à long terme. Ce choix a été opéré en raison de la faible ampleur de travaux requise pour améliorer considérablement l'état du cours d'eau (plantation complémentaire sur les berges, non réfection/démolition d'aménagement de pied de berge). De plus, l'expérience pratique montre qu'il s'agit souvent de cours d'eau pour lesquels des demandes de curage régulières sont adressées par les communes. Il est alors préconisé aux communes d'effectuer des travaux permettant une amélioration du cours d'eau, en regard de ses déficits (notamment écomorphologiques).

Les tronçons avec une écomorphologie naturelle et figurant comme important pour la revitalisation ont fait l'objet d'un contrôle. Lesdits tronçons figurent tous dans des zones alluviales d'importance nationale ou régionale pour lesquels un besoin de revitalisation a été identifié.

La coordination avec les planifications de l'assainissement du charriage et des éclusées a été réalisée, tout d'abord au travers des synergies, puis via un contrôle des priorités et des actions. Un contrôle de vraisemblance détaillé a été réalisé, notamment en lien avec le déclassement de certains tronçons.

Au titre de contrôle de vraisemblance, on a comparé la « carte des priorités à 80 ans » (qui contient 248 km de cours d'eau de priorité 1) et la « carte des priorités à 20 ans et des projets en cours » avec les mesures de revitalisation ou d'aménagement de cours d'eau préconisées par Roulier et al. (2013) dans 21 zones alluviales d'importance cantonale ; 10 objets mentionnent des mesures à prendre sur le cours d'eau comme :

- > suppression des endiguements à l'extérieur d'une courbe
- > abaissement de terrasses alluviales ou d'îles pour favoriser l'inondation
- > décanalisation d'un affluent

Sur les 10 objets, seuls 2 apparaissent dans les cartes ci-dessus :

- > la Broye à Fochau (Haute Broye) : projet en cours
- > la Broye à Fétigny : priorité à 20 ans. Action 2 (10-20 ans), après contrôle de vraisemblance (cf. 3.4.4 et 4.2.2)

Les 8 autres zones alluviales d'importance cantonale nécessitant une revitalisation urgente ne sont pas mises en évidence dans les cartes des priorités. Cette situation est liée à la petite dimension des cours d'eau traversant les objets et à l'aspect ponctuel des atteintes (par exemple : enrochement d'une courbe externe). Les rivières traversant les zones alluviales mentionnées dans le Tableau 1 devraient néanmoins être revitalisée dans les 20 années à venir. Les zones de Verbu, Plan Paccot, Les Auges de la Glâne et Gagenmüli bis Mühle ont été promues en Priorité 1 à 80 ans. Cette dernière zone alluviale présentait d'ailleurs déjà une alternance entre zones en priorité 1 et zones en priorité 3 à 80 ans. Au vu des atteintes ponctuelles à l'état écomorphologique (globalement naturel), les mesures de revitalisation dans ces zones alluviales d'importance cantonale seront également ponctuelles, telles que par exemples l'ouverture de bras secondaires ou l'enlèvement d'obstacles ponctuels à la dynamique. Des gros gains écologiques pourront ainsi être obtenus avec des petites interventions dans ces situations particulières.

Obj.	Nom	Cours d'eau	Longueur	Action
20029	Les Veitours	Riau du Gros Mont	1.8 km	2
20016	La Râpe	Le Bainoz	1.0 km	1
20501	La Sonnaz	La Sonnaz	1.3 km	1

Tableau 1. Zones alluviales d'importance cantonale à revitaliser dans les 20 ans.

Par ailleurs, au vu de la publication récente « Besoins de valorisation des zones alluviales d'importance nationale », un contrôle de vraisemblance a également été réalisé, afin de vérifier la cohérence entre la présente planification et les résultats de cette publication.

3.4.2. Contrôle par les autres services concernés

Les services concernés ont eu l'occasion de se prononcer sur la planification des revitalisations, et plus particulièrement sur les priorités à 80 ans et les tronçons candidats retenus dans les actions à 20 ans.

Un résumé des discussions et décisions prises est proposé ci-dessous.

- > La Trême en aval de Bulle : jusqu'à la confluence avec l'Albeuve, la Trême est mentionnée comme prioritaire à 80 ans ; excepté le tronçon peu atteint au niveau écomorphologique, ce secteur a été repris dans les actions à 20 ans (action 2). En amont de la confluence avec l'Albeuve, le bénéfice pour une revitalisation est considéré comme faible, en raison des nombreuses infrastructures fixes et déplaçables présentes. Le tronçon sis en amont direct de la confluence présente une écomorphologie peu atteinte, malgré la présence de seuils. Afin de tenir compte des intérêts piscicoles de la Trême, et de son potentiel vis-à-vis du nase, la priorité du tronçon en amont de la confluence a été revue et figure ainsi comme prioritaire à 80 ans. Les mesures à prendre seront toutefois de l'ordre du rétablissement de la connectivité longitudinale, car l'espace ne pourra pas être mis à disposition au vu des installations présentes.
- > Ruisseau de la Contentenette à Portalban : le secteur aval de ce cours d'eau présente un grand intérêt pour la truite lacustre. Le bénéfice pour la revitalisation est considéré comme moyen, en raison des infrastructures présentes. Afin de tenir compte des intérêts piscicoles, la priorité du secteur aval a été revue et figure ainsi dans les actions à 20 ans (action 2). Les mesures à prendre seront principalement de l'ordre du rétablissement de la connectivité longitudinale, car l'espace ne pourra pas être mis à disposition au vu des installations présentes.
- > La Singine chaude (en amont de Zollhaus) : les relevés écomorphologiques montrent que la grande majorité des quelques 6 km concernés sont considérés comme naturels ou peu atteints, malgré la présence de nombreux seuils. Seuls environ 1.8 km figurent comme prioritaires à 80 ans. L'aide à l'exécution mentionne que les cours d'eau naturels ont un bénéfice faible pour la revitalisation, c'est pourquoi ces tronçons ne ressortent pas comme prioritaires. L'intérêt piscicole de ce secteur ne semble pas prépondérant par rapport à l'entier du linéaire de la Singine (selon le SFF, bénéfice considéré comme faible pour les obstacles piscicoles sur la Singine chaude, en rapport à l'entier du linéaire). De ce fait, cet intérêt sectoriel ne justifie pas à lui seul de donner une priorité plus importante à ce secteur.

- > Grand Canal : le Grand Canal étant un cours d'eau artificiel et navigable, une revitalisation semble compromise. C'est pourquoi la priorité de l'ensemble de cet ouvrage a été revue et figure désormais comme « non prioritaire ».
- > Affluent du Ruisseau de Saussivue à Enney : le tronçon amont de cet affluent est considéré comme prioritaire à 80 ans et ressort également dans les actions à 20 ans. Or, un bâtiment a été construit et aucun espace ne peut être mis à disposition du cours d'eau. La priorité a été revue et le tronçon figure dès lors comme non prioritaire.
- > Affluent de la Petite Glâne à Morens : cet affluent figure comme prioritaire à 80 ans. Le tracé sous tuyau est situé sous les pistes d'aviation de l'aérodrome de Payerne. Les contraintes sont très fortes et une revitalisation ne semble techniquement pas possible. La priorité a été revue et le tronçon est désormais désigné comme non prioritaire.
- > Ruisseau à Villaraboud (lieu-dit : L'Ouchire) : le tronçon amont traverse un marais d'importance nationale et figure en priorité 2 à 80 ans. Le tronçon en aval dudit site figure en priorité 1 à 80 ans. Les priorités de ces deux tronçons ont été revues. Ils figurent maintenant en priorité 2 à 80 ans, en raison de l'importance du marais.
- > Sarine en amont de Broc (amont de la confluence avec la Trême) : la Section Eaux souterraines (Service de l'environnement) a relevé un grand conflit en raison de la présence d'une zone S provisoire. Il a été choisi de ne pas modifier la priorité du tronçon (priorité 1 à 80 ans). Ce tronçon n'a par contre pas été sélectionné dans les « Projets d'assainissement (charriage/éclusées) » dans les tronçons candidats à une revitalisation dans les 20 prochaines années (cf. chap. 4.3).
- > Ruisseaux sis à Pré de Riva (Gletterens) : ces deux cours d'eau traversent un site archéologique classé au patrimoine de l'Unesco, qui doit être préservé. La priorité (80 ans) de ces deux cours d'eau a été revue et figure dès lors comme non prioritaire, en raison des contraintes de ce site particulier.
- > Bibera (secteur limitrophe en amont de l'autoroute) : la priorité des tronçons de ce secteur a été revue afin de coïncider avec les priorités établies par le canton de Berne.
- > Les tronçons avec des projets de revitalisation bien avancés (au stade de l'avant-projet ou du concept) et présentant un intérêt écologique important et reconnu ont été promus en priorité 1 (à long terme), s'ils ne ressortaient pas comme tels. Il s'agit du Biberekanal, de la Sionge en amont, de la Petite Glâne en aval et des principaux affluents du Lac de Seedorf.

3.4.3. Coordination avec les conflits castor

Le service des forêts et de la faune, secteur faune, biodiversité, chasse et pêche, a analysé le rapport final en regard des tronçons de cours d'eau concernés par des conflits dûs à la présence du castor.

- > Affluent du Bainoz à Mussillens : cours d'eau naturel, excepté un tronçon d'une centaine de mètres figurant comme important à revitaliser à 80 ans.
- > Arignon à Bussy : le cours d'eau ne ressort pas comme d'importance pour la revitalisation.

- > Arbogne à Dompierre : une partie du linéaire concerné est considéré comme important pour la revitalisation.
- > R. de l'Hôpital à Domdidier : le cours d'eau est principalement naturel.
- > Longeaigue à Domdidier : une partie du linéaire concerné est considéré comme important pour la revitalisation.
- > Bibera à Gross Guschelmuth-Cressier : le cours d'eau ne ressort pas comme d'importance pour la revitalisation.
- > Bibera à Ulmiz : le cours d'eau ne ressort pas comme d'importance pour la revitalisation.
- > Cours d'eau du Grand Marais : un projet de revitalisation est en cours.

D'entente avec le SFF, il a été décidé de ne pas modifier la priorité des tronçons touchés par des conflits avec le castor. Toutefois, une remarque figure dans les géodonnées, afin que cette information puisse être prise en compte ultérieurement. Dans la majorité des cas, il semble que les cours d'eau soient relativement naturels et que la mise en œuvre des dispositions liées à l'espace réservé permettra de résoudre les problèmes constatés.

3.4.4. Coordination avec le canton de Vaud

Les données de la planification cantonale ont été transmises au canton de Vaud. Un retour concernant ces données a été fait par M. Stauffer. Il est ressorti de cette consultation que certains tronçons ne bénéficiaient pas de la même priorisation. Ces différences s'expliquent principalement par le changement de classe écomorphologique entre les cantons (p.ex. cours d'eau sous tuyau sur son linéaire vaudois et naturel sur son linéaire fribourgeois). Pour les autres tronçons, il a été décidé que les incohérences seraient corrigées, au titre de la coordination. En effet, il semble pertinent qu'un tronçon situé dans une enclave bénéficie de la même priorité que les tronçons adjacents. Les cas ci-dessous ont été discutés.

> Canal de la Broye

Suite au contrôle de vraisemblance, le Canal de la Broye figure comme non prioritaire au niveau de la revitalisation. Il s'agit en effet d'un cours d'eau artificiel soumis à la navigation. Les possibilités et la pertinence de revitaliser ce canal ne semblent pas présenter d'intérêt prépondérant. Au vu de l'intérêt des zones d'embouchure, il ne semble pas y avoir de conflit entre les priorités établies par le canton de Vaud et celles établies par le canton de Fribourg.

> Petite Glâne

Le Petite Glâne traverse en alternance les cantons de Vaud et de Fribourg. Les résultats obtenus par les cantons diffèrent, vraisemblablement à cause des méthodes quelque peu différentes de priorisation (prise en compte de l'agriculture pour le canton de Fribourg). Cela ne pose pas de problèmes pour le tracé sis en aval et sur la commune de Vallon. Un projet intercantonal est d'ores et déjà sur pied pour cette région.

> Affluent de la Petite Glâne

Un petit affluent de la Petite Glâne se situe dans le périmètre de l'aérodrome de Payerne. Il s'avère que ce petit affluent obtient un bénéfice important et ressort dans les priorités 1 à 80 ans. Or, au vu des contraintes présentes (pistes d'atterrissage), il semble peu pertinent que

cet affluent figure dans les priorités de revitalisation. Malheureusement, les installations en question n'apparaissaient pas dans les géodonnées, ce qui n'a pas permis de les considérer avant le contrôle de vraisemblance. La priorité de cet affluent est revue à la baisse (non prioritaire).

3.4.5. Coordination avec le canton de Berne

Les données de la planification cantonale ont été transmises au canton de Berne. Les données bernoises ont également été considérées.

Au vu de ces données, certaines différences sont apparues.

> Région du Grand Marais et Bibera

Concernant la Bibera, cette rivière comporte certains tronçons naturels. Les priorités à 20 ans ne concordent pas tout à fait. Alors qu'un long tronçon figure en priorité moyenne sur le canton de Berne, seule la partie aval du tronçon figure en priorité à 20 ans pour le canton de Fribourg.

Afin d'assurer une cohérence entre les deux cantons, la priorité des tronçons situés en amont de l'autoroute a été revue. Ainsi, l'ensemble de ces tronçons figurent comme prioritaires pour les 80 ans à venir. Ces tronçons ont également été repris dans les priorités à 20 ans (action 2, excepté un tronçon naturel).

> Région Clavaleyres et Münchenwiler

Pour cette région, aucun cours d'eau ne figure dans les priorités à 20 ans, que ce soit pour le canton de Berne ou pour celui de Fribourg.

> La Singine

La cohérence entre les planifications bernoises et fribourgeoises est bonne.

En amont de Thörishaus, les résultats diffèrent quelque peu. Ainsi la priorité sur le canton de Berne est moyenne, alors que les tronçons ne figurent pas dans les priorités à 20 ans pour le canton de Fribourg.

Toutefois, l'entier du tracé aval de la Singine fait l'objet d'un projet de revitalisation. Dès lors, il ne semble pas y avoir d'incohérence entre les résultats obtenus par le canton de Berne et ceux obtenus par notre canton.

Les résultats pour la partie amont de la Singine, qui comprend un tracé naturel, sont cohérents avec les résultats bernois.

3.4.6. Informations d'organisations non gouvernementales

Une présentation de la planification des revitalisations a été faite aux principales ONG concernées, à savoir le WWF, l'Association La Frayère, la Fédération des Sociétés de pêche, Pro Natura et la Chambre fribourgeoise d'agriculture. Il a été proposé aux associations de communiquer les tronçons qui faisaient l'objet d'études ou de projets, ainsi que les tronçons qui leur semblaient revêtir une grande importance pour la revitalisation.

Le WWF, l'Association La Frayère et la Fédération des sociétés de pêche ont indiqué de manière succincte les cours d'eau d'importance selon eux. Du point de vue piscicole, il

ressort que les cours d'eau prioritaires sont principalement la Glâne et ses affluents, les affluents du Lac de Morat, la Trême et la Broye. Les cours d'eau mentionnés par les ONG précitées sont presque tous inclus dans les priorités à 80 ans et certains tronçons de cours d'eau cités figurent dans les actions à 20 ans. Cela a permis de conforter les résultats obtenus, notamment au niveau des cours d'eau importants au niveau cantonal. La liste plus exhaustive transmise par le WWF comprend pour sa part essentiellement les linéaires amont encore naturels des principaux cours d'eau du canton. Le canton prévoit déjà de préserver ces tracés, en application des législations fédérales et cantonales.

3.5. Retour de l'OFEV

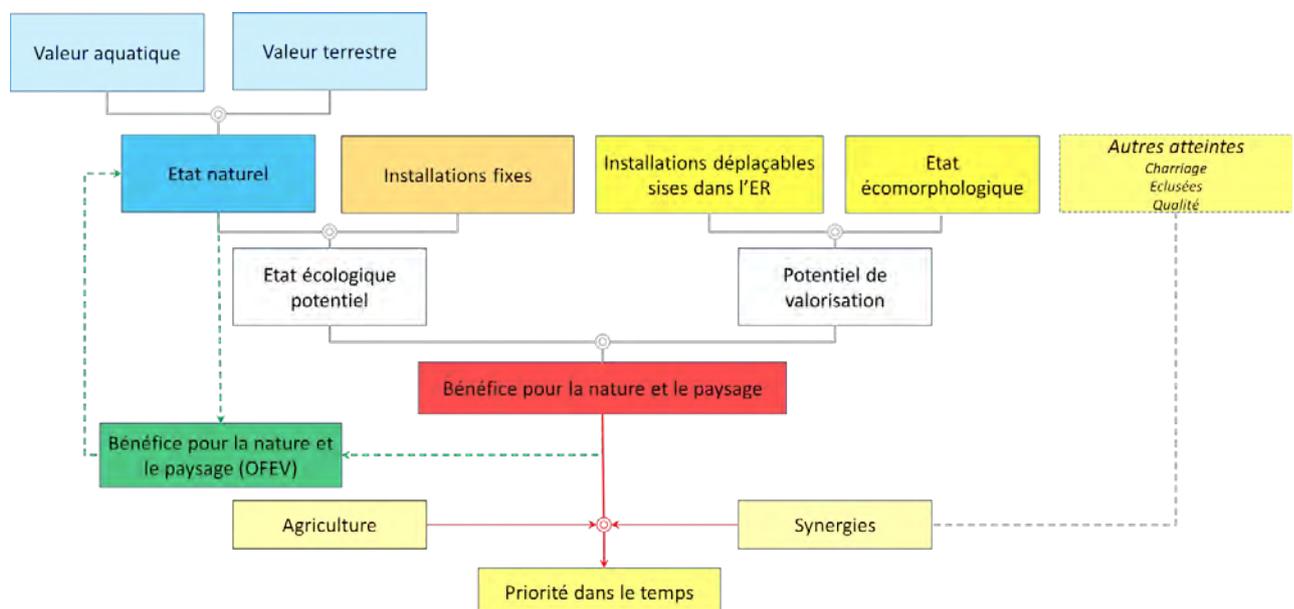
L'OFEV a transmis son avis sur la planification cantonale dans le courant 2015. Le nombre de kilomètres figurant en bénéfice élevé et en bénéfice moyen ne répondant pas aux recommandations, une adaptation a été réalisée par la section Lacs et cours d'eau. Afin de ne pas modifier la donnée de base et de conserver le travail effectué et validé au niveau cantonal, une nouvelle donnée a été créée. Cette donnée intitulée « Bénéfice OFEV » sera utilisée pour l'évaluation des subventions des projets de revitalisation. La modification de cette donnée n'influence pas les priorités retenues, mais concerne uniquement des aspects de financement.

3.5.1. Adaptations relatives à la validation par l'OFEV

Le bénéfice a été revu pour correspondre aux quotas exigés par l'OFEV.

La révision du bénéfice est basée de l'état naturel des tronçons. Seuls les tronçons avec un bénéfice élevé et dont l'état naturel est le meilleur (> 19 points) ont été conservés. Les tronçons restants ont été déclassés et figurent dans les tronçons à bénéfice moyen.

Pour les tronçons avec un bénéfice moyen, seuls les tronçons dont l'état naturel est le meilleur (> 14 points) ont été conservés. Le seul critère de l'état naturel ne suffisant pas à réduire le kilométrage admissible par l'OFEV, un critère supplémentaire a été introduit pour les tronçons présentant 14 points. Ce critère correspond à la longueur du tronçon (> 400 mètres). Les tronçons restants ont été déclassés et figurent dans les tronçons à bénéfice faible.



Dans le cadre de la révision du bénéfice pour la nature et le paysage en regard des coûts, le canton a tenu compte de la proportion importante de zones alluviales fédérales se trouvant sur son territoire.

Les critères qui ont servis à reconsidérer les bénéfices élevés et moyens sont basés sur un avis d'expert. Les éléments suivants ont été considérés :

- Tronçon situé dans une zone alluviale d'importance fédérale, y compris les objets candidats
- Tronçon situé dans une zone alluviale d'importance régionale, y compris les objets candidats
- Atteinte de la zone alluviale et besoin de revitalisation

Les zones alluviales d'importance régionale comprennent des zones qui n'ont pas été retenues à l'inventaire fédéral. Actuellement, 4 de ces zones sont candidates à l'inscription en zones alluviales d'importance cantonale. Les autres zones alluviales, dites « locales », seront intégrées par les communes dans les plans d'affectation locaux et bénéficieront d'une protection. A ce titre, et au vu de leur importance pour le cours d'eau au niveau régional, nous avons considéré ces zones dans la révision du bénéfice.

La revue du bénéfice se base essentiellement sur un avis d'expert (Dr. Christian Roullier, Service Conseil Zones alluviales) et intègre ainsi les connaissances de terrain, ainsi que la procédure utilisée dans la planification stratégique des revitalisations. Notre section a également procédé à un contrôle de vraisemblance des propositions émises, afin de tenir compte des certains aspects (longueur minimale, cohérence avec des projets en cours et coordination avec les autres planifications).

Les recommandations de la Confédération, à savoir écarter les tronçons intacts et les petits cours d'eau situés sur les rives des lacs, ont été considérées.

Un tableau mentionnant une vue d'ensemble des adaptations réalisées, par zone alluviale, figure à l'Annexe 13b.

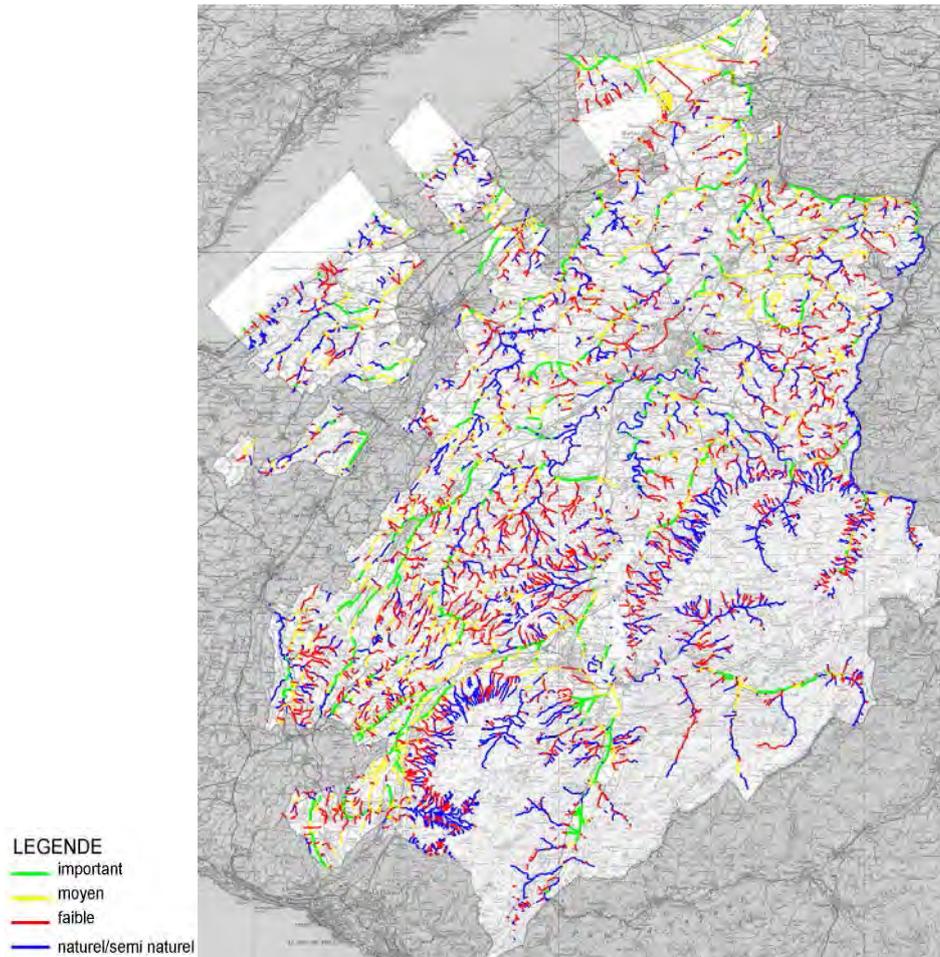


Figure 34. Carte du bénéfice revu pour la nature et le paysage (voir également ANNEXE 13a).

Au final, le bénéfice pour la nature et le paysage transmis à l'OFEV est réparti de la façon suivante:

- Bénéfice élevé revu: 210 km
- Bénéfice moyen revu : 415 km
- Bénéfice faible revu : 1663 km

1.1. Limites de la méthode

La méthode proposée est largement basée sur l'aide à l'exécution de l'OFEV. Des limites de classes ont été définies sur la base de différents critères pour ce qui concerne les valeurs terrestres et aquatiques, les installations fixes et déplaçables sises dans l'espace réservé aux eaux, les points de synergie et agriculture et finalement la définition de l'état naturel. Ces valeurs ne sont en effet pas définies par la procédure de l'OFEV.

Lors du contrôle de vraisemblance, plusieurs limites de la méthode ont été mises en évidence. Différents types d'anomalies ont été détectés lors d'un contrôle détaillé des résultats :

> Définition de l'espace réservé

Comme expliqué à l'Annexe 1.1.3, l'espace réservé est soit fourni par le canton de Fribourg, soit calculé sur la base de la largeur naturelle du cours d'eau. L'espace réservé pris en considération est ainsi une donnée indicative, servant uniquement à la planification. Ainsi, le long d'un même cours d'eau, quelques incohérences d'espace réservé ont été constatées. Le fait que l'ER est plus large peut pénaliser un cours d'eau à cause de la possible plus forte proportion d'installations ou terres agricoles dans l'ER. Malgré cela, aucune valeur surprenante dans la priorisation des tronçons n'a été décelée sur la base de cette anomalie. Les données de base n'ont pas été modifiées.

> État écomorphologique

Plusieurs résultats surprenants des priorisations découlent des relevés de l'état écomorphologique. En effet, la classe de certains tronçons peut diverger d'un avis d'experts. Cela est lié au fait que l'évaluation d'experts n'intègre pas entièrement la méthode écomorphologique. Il est clairement apparu que l'état écomorphologique influence beaucoup la priorisation des cours d'eau.

2. Résultats finaux

Quelque 2'300 km de cours d'eau ont été pris en compte dans la planification. Il en ressort qu'environ 250 km sont prioritaires à long terme au niveau de la revitalisation.

2.1. Priorité des revitalisations à long terme et actions à 20 ans (résultats du contrôle de vraisemblance)

La carte de la Figure 34 (priorités 80 ans) et la Figure 35 (actions 20 ans) montrent quels sont les tronçons dont le statut a été modifié suite aux différentes coordinations intercantionales et entre les services du canton de Fribourg.

Plusieurs tronçons ont été rajoutés aux priorités 1 ou déclassés en cours d'eau non prioritaire suite au contrôle de vraisemblance (cf. chap. 3.4). Finalement, le réseau hydrographique se répartit comme suit :

- > **206 km d'importance pour la revitalisation et prioritaires à long terme (80 ans ; priorité 1)**
- > **514 km de moindre importance pour la revitalisation (priorité 2)**
- > **1'576 km non prioritaires**

Il s'agit ainsi d'un total de 2'295 km de cours d'eau parmi lesquels les tronçons candidats seront choisis. La procédure exposée en ANNEXE 1 a été appliquée à 2'289 km de cours d'eau, auxquels s'ajoutent 6 km le long de la Broye qui ont été introduits suite au contrôle de vraisemblance (cf. chap. 4.2.2).

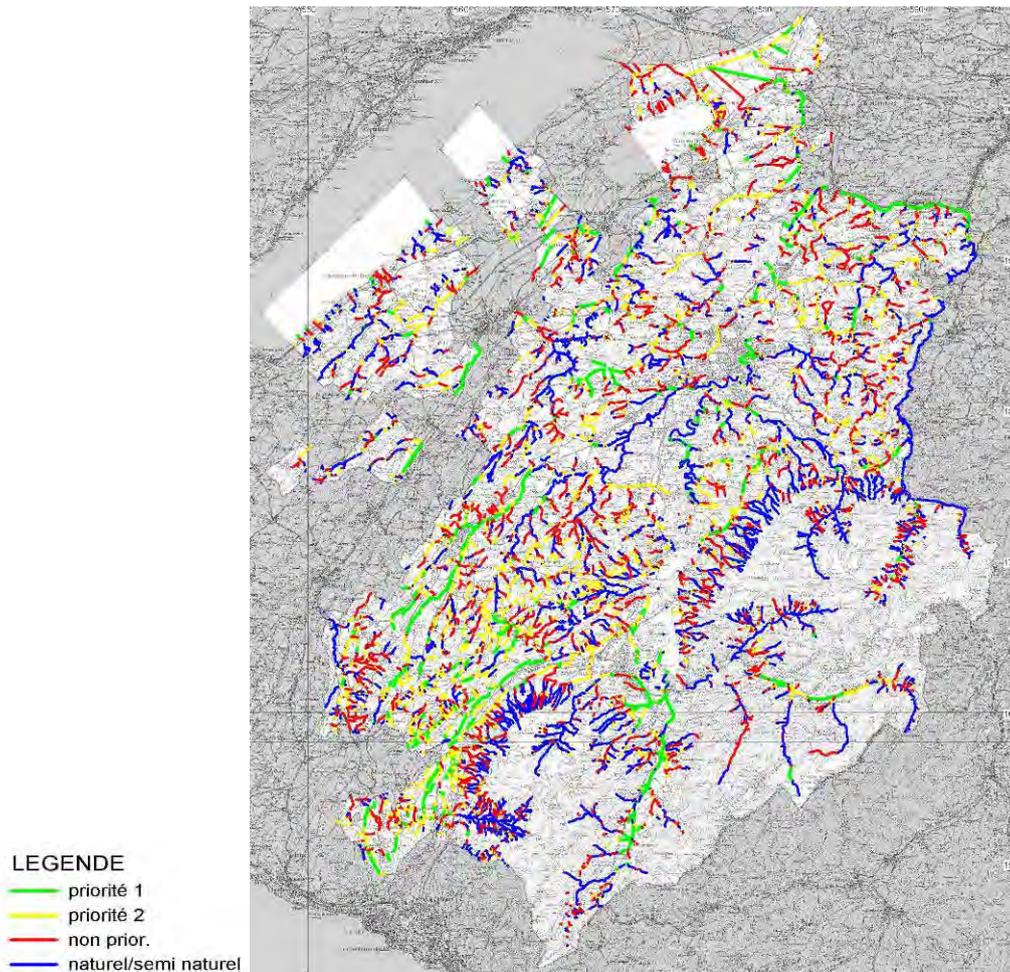


Figure 35. Carte des priorités dans le temps sur 80 ans après contrôle de vraisemblance (voir également ANNEXE 16).

Un total de 49 km de cours d'eau a été sélectionné en action à 20 ans à travers la procédure de priorisation (cf. chap. 3.3.6). Suite au contrôle de vraisemblance (cf. chap. 3.4) fait par les services de l'Etat et à la coordination avec les cantons limitrophes, 70 tronçons, pour une longueur totale de 26 km de cours d'eau, ont changé de catégorie d'action à 20 ans, dont environ 2 km qui sont resté en action 20 ans mais ont changé de catégorie afin de garantir un continuum des travaux lors des revitalisations (éviter alternance action 1 et action 2 sur des tronçons consécutifs). Ainsi, 56 km sont retenus pour la revitalisation à 20 ans.

On a ainsi :

- > **24 km en Action 1 (0-10 ans)**
- > **32 km en Action 2 (10-20 ans)**

On remarque que la Glâne à l'aval de Romont est sélectionnée en Action 2 alors que la partie amont du cours d'eau apparaît en Action 1. Cette nette séparation en deux classes d'action du cours d'eau découle du lissage effectué lors du contrôle de vraisemblance, afin d'obtenir un continuum lors des travaux (éviter une alternance action 1 – action 2). Un équilibre entre les deux catégories a été maintenu.

Une liste détaillée des cours d'eau sélectionnés en action à 20 ans après le contrôle de vraisemblance est donnée en ANNEXE 17. Leur distribution dans le réseau hydrographique est présentée sur la Figure 35 (voir également ANNEXE 18).

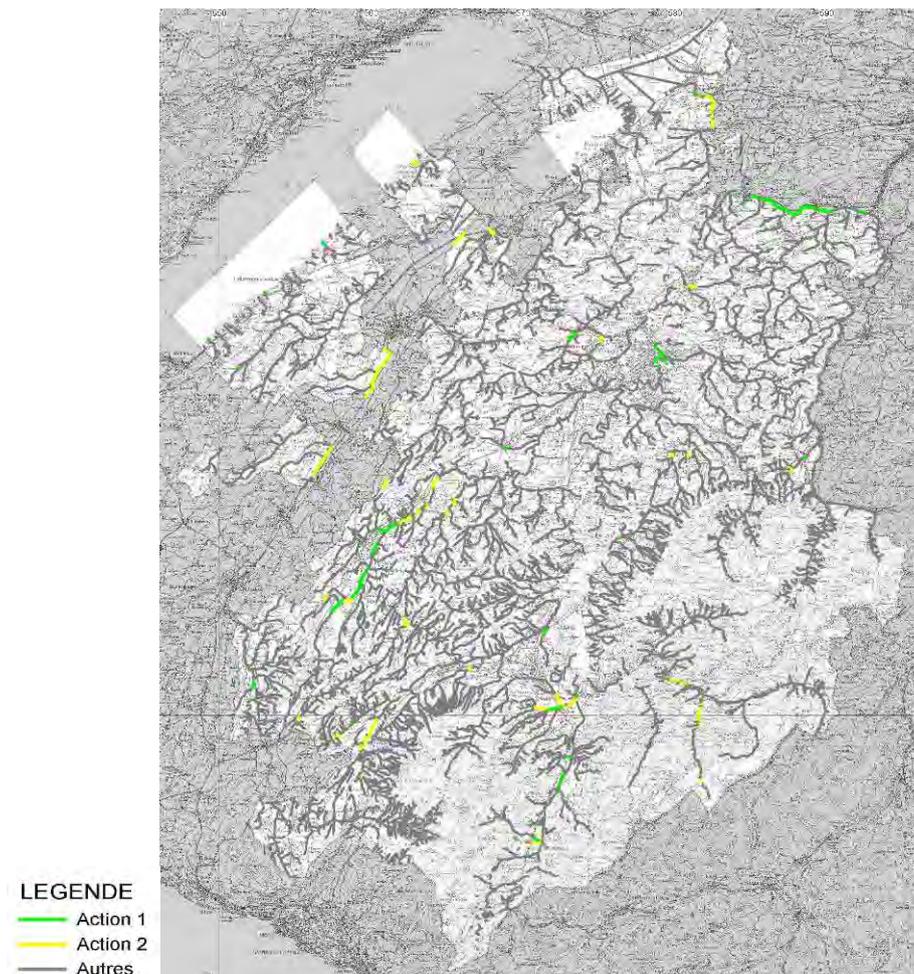


Figure 36. Tronçons en action à 20 ans après contrôle de vraisemblance (voir également ANNEXE 18).

2.2. Plan d'action à 20 ans (« tronçons candidats »)

Une sélection des tronçons candidats à la revitalisation pour les 20 prochaines années, appelés ci-après « tronçons candidats », a été établie parmi les 206 km de cours d'eau prioritaires. Afin d'obtenir cette liste, tant les tronçons en actions à 20 ans, après contrôle de vraisemblance (cf. chap. 4.1) que les projets actuellement en cours (cf. Figure 36) ont été pris en considération. De plus, les tronçons présentant des fortes synergies avec l'assainissement des éclusées et du charriage sont reportés en tant que « Projets assainissement (charriage et éclusées) ». Seule la Sarine à l'amont du lac de la Gruyère est reportée dans cette catégorie.

La Broye à l'aval de Moudon a fait l'objet d'une étude intercantonale menée par les cantons de Vaud et de Fribourg. Sur la base de cette étude, des tronçons prioritaires ont été identifiés. Cette analyse a été reprise pour la présente planification et son intégration dans les résultats est expliquée au chapitre 4.2.2.

2.2.1. Projets en cours

Dans le canton de Fribourg, ce sont les communes qui sont maîtres d'ouvrage pour l'aménagement et la revitalisation des cours d'eau. La réalisation d'une revitalisation sera

beaucoup plus aisée si un projet est déjà en cours d'élaboration. Les tronçons concernés par des projets de revitalisations (et non par des projets de pure protection contre les crues) sont ainsi recensés et ils seront pris en compte lors de l'inscription des tronçons dans les conventions-programmes.

Au total, des projets sont en cours sur environ 82 km de cours d'eau (cf. Figure 36 et l'ANNEXE 19). Ce kilométrage ne représente pas ce qui sera réellement revitalisé, mais l'ensemble du périmètre des projets qui sont en cours. Les projets en cours en sont aux stades du concept ou de l'avant-projet. Il s'agit principalement de la Singine, de la région des grands canaux, de la Glâne et de ses affluents à Romont, de la Sarine en ville de Fribourg et de la Petite Glâne. Des projets sont également en cours sur la Broye à Villeneuve, dans la plaine du lac de Seedorf, sur la Biorde, sur la Sionge à Vaulruz et sur plusieurs autres petits cours d'eau.

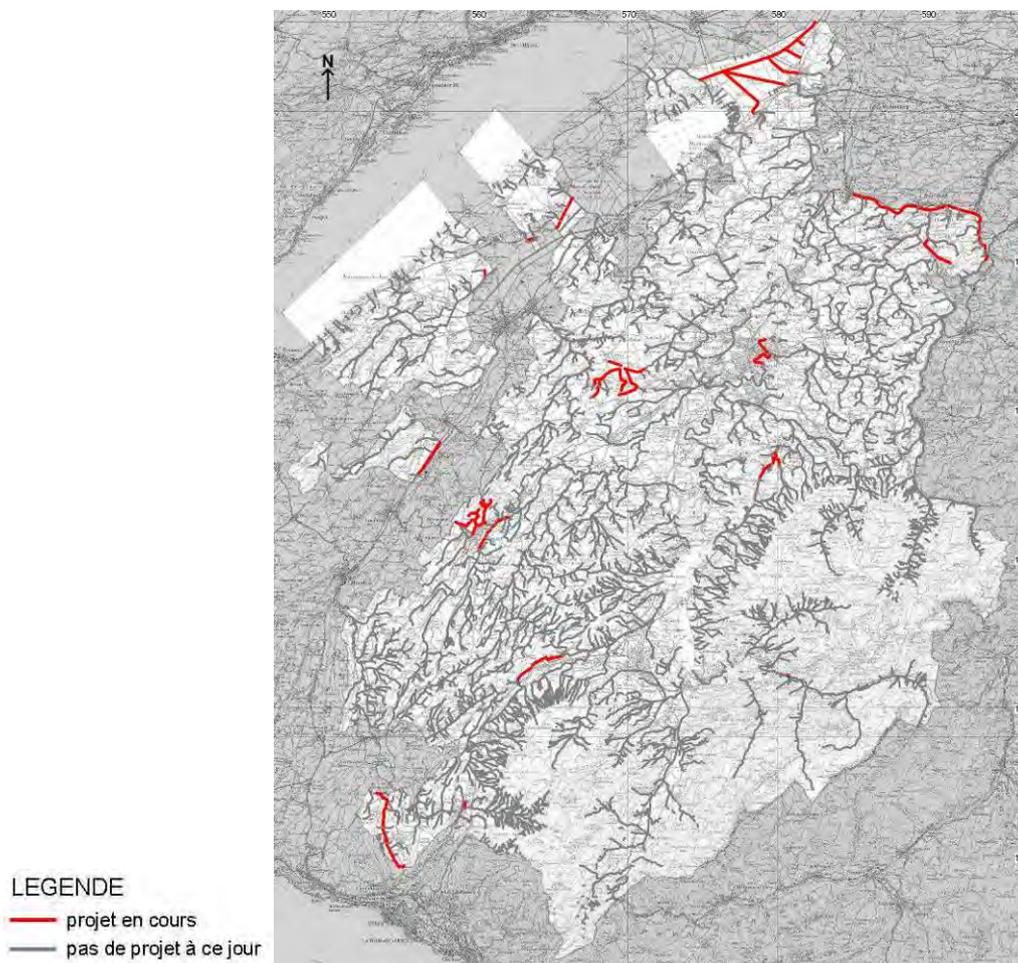


Figure 37. Tronçons avec des projets en cours (2014 ; voir également ANNEXE 19).

2.2.2. La Broye

La Broye a fait l'objet d'une planification de la revitalisation à l'échelle du bassin versant. L'évaluation du bénéfice au regard des coûts avait été établie. Ce bénéfice, important pour tous les tronçons situés sur le territoire fribourgeois ou limitrophes, a été repris. Les tronçons concernés ont ensuite fait l'objet d'un avis d'expert. Cet avis a conforté les résultats obtenus à l'échelle du bassin versant et a confirmé l'importance de la Broye au niveau cantonal. Ces tronçons ont ainsi été ajoutés aux priorités à 80 ans. Au niveau des actions à 20 ans, ces

tronçons ont également été intégrés. Le tronçon de Fétigny (zone alluviale d'importance cantonale) et la partie aval de la zone alluviale d'importance nationale de Villeneuve sont à revitaliser dans les 20 ans. Cette intégration est liée à la coordination qui a été menée entre les cantons de Vaud et Fribourg.

Il est aussi à noter que le tronçon limitrophe situé à Villeneuve fait l'objet d'un projet en cours, et que la partie amont située entièrement sur ladite commune a fait l'objet d'une revitalisation en 2010.

2.3. Liste finale

La Figure 37, consultable en grand format dans l'ANNEXE 20, montre les cours d'eau sélectionnés en action 20 ans, les tronçons où des projets liés au charriage et aux éclusées devraient avoir lieu, ainsi que les tronçons avec des projets en cours. Les tronçons à revitaliser pendant les prochaines conventions-programme seront sélectionnés parmi ces 136 km de cours d'eau (82 km de projets en cours, 56 km de tronçons en action 20 ans et 12 km de projets charriage/éclusées). Parmi les cours d'eau sélectionnés par la procédure de planification stratégique et contrôle de vraisemblance, 13 km ont déjà des projets en cours. Il s'agit principalement de la Singine à l'aval de Riederer, de la Glâne à proximité de Romont et de la Sarine en ville à Fribourg. Concernant les projets d'assainissement en lien avec la force hydraulique, un peu moins de 2 km présentent une synergie avec la revitalisation et ont ainsi été sélectionnés dans une autre catégorie (actions à 20 ans).

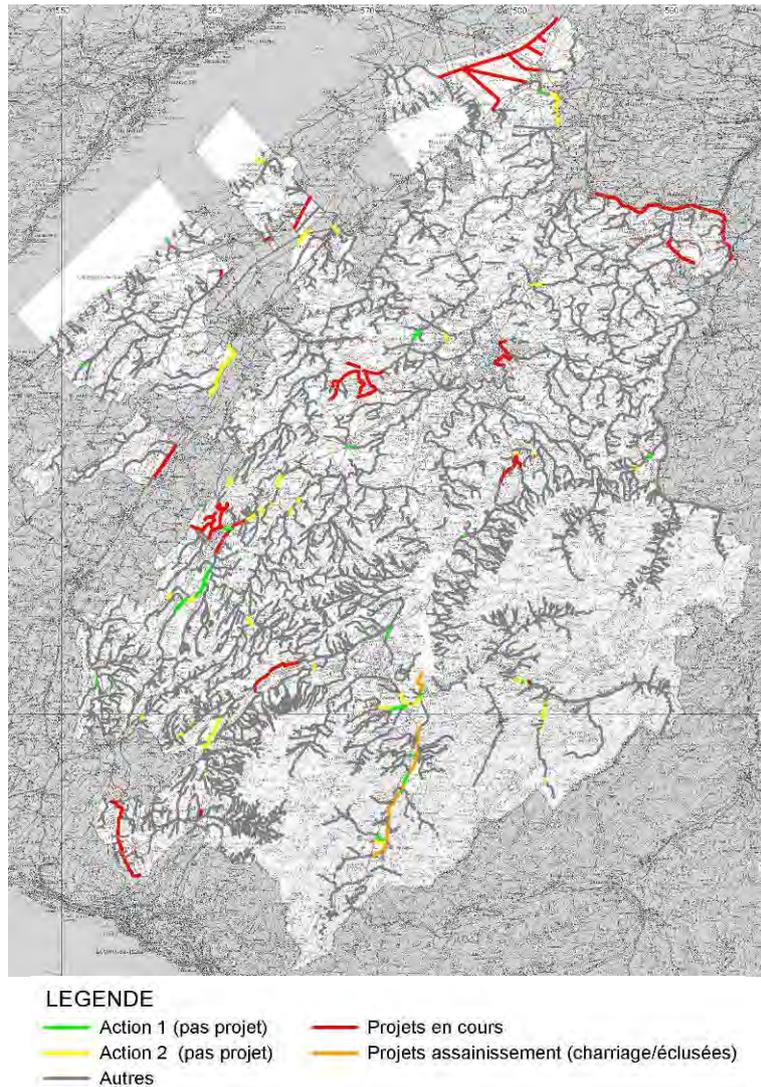


Figure 38. Tronçons candidats (voir également ANNEXE 20).

2.3.1. Mesures

Les mesures de revitalisation ont été complétées uniquement pour les tronçons mentionnés dans les actions à 20 ans après contrôle de vraisemblance (56 km). Les mesures proposées sont issues de la liste des types de mesures mentionnées dans l'aide à l'exécution de l'OFEV. Les mesures ont été définies en fonction des déficits écomorphologiques et de la présence de zones alluviales et sont les suivantes :

- > Remise à ciel ouvert
- > Revalorisation de la structure du fond du lit/chenal
- > Revalorisation de la structure des berges, amélioration de l'interconnexion avec l'espace environnant
- > Revitalisation de zones alluviales
- > Déplacement du chenal
- > Rétablissement de la connectivité longitudinale

Certains types de mesures n'ont pas été retenus. En effet, au vu des données écomorphologique, de nombreux cours d'eau pâtissent d'un manque de structuration des berges et de connexion avec les milieux riverains. La mesure « élargissement du chenal », bien que nécessaire pour certains cours d'eau, restreint trop le type de mesures à réaliser ; l'évaluation uniquement sur la base des géodonnées est par ailleurs complexe. Pour la mesure « initiation de méandres », peu de cours d'eau possèdent un cours à méandres, c'est pourquoi cette mesure n'a pas été retenue. Pour la mesure « déplacement du chenal », le choix de cette mesure implique qu'il est déjà connu que le cours d'eau devra être déplacé. A l'échelle d'une planification cantonale, ces informations ne sont généralement pas connues. Par ailleurs et au vu des cours d'eau retenus dans les actions à 20 ans, aucun des cours d'eau ne semble montrer la nécessité d'être déplacé en vue d'une revitalisation, excepté pour le Bainoz dans la zone alluviale d'importance cantonale de la Râpe.

Concernant la mesure « Rétablissement de la connectivité longitudinale », cette mesure est mentionnée pour tous les obstacles (hors force hydraulique) à assainir dans les 20 ans. Les tronçons retenus dans les actions à 20 ans présentent bien souvent des déficits bien plus complexes et la seule mesure de rétablissement de la connectivité longitudinale n'est bien souvent pas suffisante.

2.3.2. Transposition dans le plan d'aménagement cantonal

Les tronçons importants pour la revitalisation seront repris et traduits au niveau du plan sectoriel « Aménagement et entretien des cours d'eau ». La partie contraignante de ce plan sectoriel sera reprise dans le plan directeur cantonal.

3. Obstacles à la migration piscicole

La Confédération demande de prioriser l'assainissement des obstacles à la migration piscicole non liés à la force hydraulique dans le cadre de la planification des revitalisations. La restauration de la connectivité entre les milieux est un des buts de la revitalisation.

Afin d'identifier les obstacles majeurs du canton et de prévoir les ressources financières nécessaires, une méthodologie a été élaborée par la LCE et validée par le Service des forêts et de la faune, Section Biodiversité, chasse et pêche.

Au niveau des seuils et des ouvrages, 13'274 objets ont été relevés. Au niveau des hauteurs de ces objets, on constate :

- > 5'145 ouvrages, dont 1'587 d'une hauteur de 50 cm ou plus
- > 8'129 seuils, dont 2'717 seuils artificiels d'une hauteur de 50 cm ou plus

Un tri des obstacles a été réalisé pour cibler les obstacles prioritaires. Seuls les obstacles de plus de 50 cm et ne figurant pas dans une planification cantonale (libre migration, assainissement du charriage et des éclusées) ont été pris en compte. Sur ces obstacles, seuls ceux se trouvant sur un cours d'eau prioritaire au niveau piscicole, sur un cours d'eau pour les grands migrateurs ou sur un cours d'eau dont la valeur aquatique a été évaluée comme importante, ont été considérés. Des zones tampon ont été appliquées autour de ces cours d'eau (300 mètres pour les cours d'eau et 600 m pour les lacs, qu'ils soient naturels ou artificiels), afin de tenir compte des embouchures des affluents.

Un dernier tri a été opéré, afin d'enlever les obstacles situés à moins d'un kilomètre d'obstacles naturels. Finalement, 202 objets ont été retenus.

Une analyse a ensuite été faite, basée sur la longueur reconnectée (après assainissement), la présence d'obstacles à assainir au travers de la libre migration piscicole et la position dans le réseau hydrographique pour prioriser leur assainissement selon le bénéfice identifié. Les obstacles retenus, ainsi que le bénéfice ont fait l'objet d'un contrôle de vraisemblance par le service compétent (SFF).

La notion de bénéfice pour la nature en rapport des coûts n'est pas mentionnée en tant que telle, étant donné que les contraintes particulières (topographie, localisation, ampleur de l'obstacle, protection contre les crues) de chaque obstacle n'ont pas été considérées. Ces aspects seront intégrés ultérieurement, dans le cadre de la planification sectorielle par bassin versant.

L'aspect financier a toutefois été intégré au travers du choix des obstacles, afin de limiter le volume des travaux aux objets d'importance et prioritaires.

Les obstacles présentant un bénéfice important ont ainsi été priorités pour les 20 prochaines années.

La procédure est résumée dans la Figure 38.

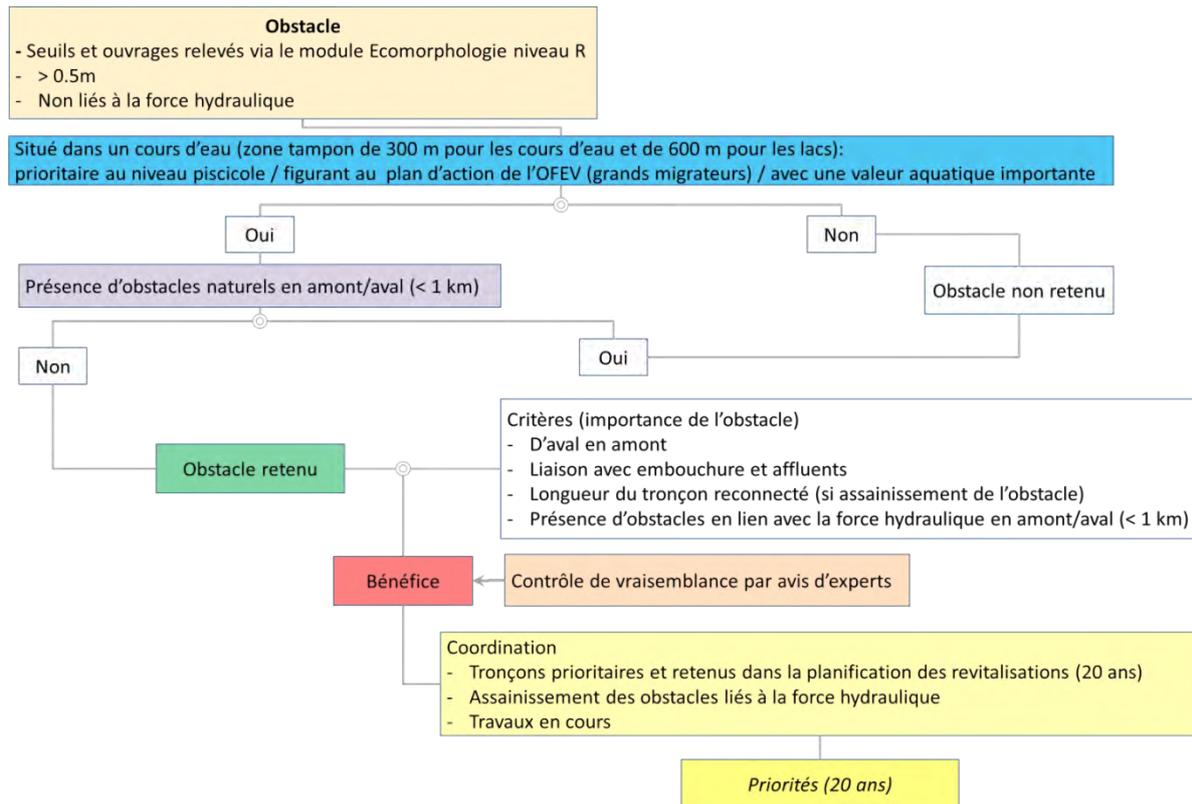


Figure 39. Schéma de la méthodologie appliquée pour les obstacles.

3.1. Contrôle de vraisemblance et coordination avec l'assainissement de la migration piscicole

La cohérence avec l'assainissement de la libre migration (force hydraulique) et les priorités de revitalisation a été vérifiée. Les travaux en cours ont aussi été pris en compte.

Certains ouvrages liés à la force hydraulique sont situés sur des tronçons non prioritaires pour la revitalisation (tronçons naturels ou peu atteints). S'agissant d'ouvrages ponctuels et posant un problème uniquement en ce qui concerne la migration piscicole, cela ne pose aucun problème de cohérence avec la planification des revitalisations.

- > Jogne, Barrage des Martinets : Etant donné l'obligation de remise en état à la fin de la concession et au vu des travaux déjà réalisés, il est décidé que cet obstacle a été sorti de la planification des revitalisations.
- > Taverna : Le SFF indique que l'entier du tronçon pour lequel des obstacles ont été retenus au niveau de la planification des revitalisations est en fait assaini. Les obstacles concernés ont été sortis de la planification des revitalisations.
- > Trême : En raison du nombre d'obstacles présents en aval de l'ouvrage, cet ouvrage n'a pas été retenu dans la planification de la libre migration. L'entier du tronçon en aval de Bulle figure dans les priorités de revitalisation à 80 ans, en raison du rétablissement souhaité de la libre migration.
- > Horiabach : Ce tronçon possède un grand intérêt au niveau piscicole.

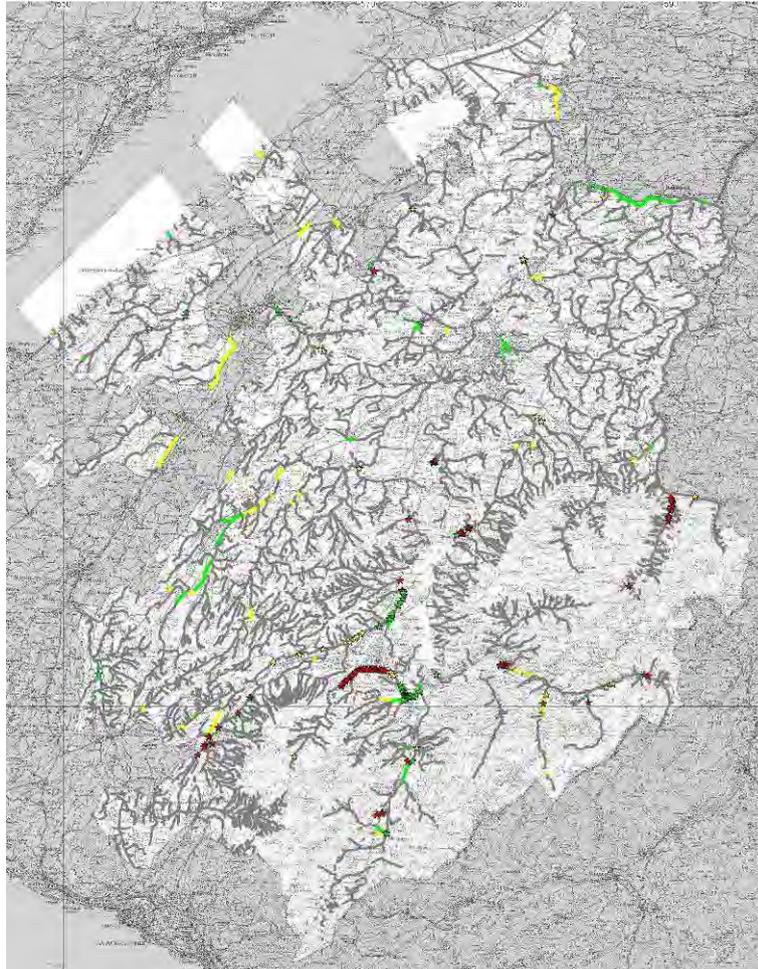
- > Singine : Le SFF indique que l'ensemble des obstacles mentionnés dans la planification des revitalisations sont en fait franchissables. Le seul obstacle infranchissable sur le linéaire aval de la Singine est situé à la station hydrométrique de Thörishaus. Tous les autres obstacles situés en aval de Zollhaus sont franchissables et ont été sortis de la planification des revitalisations.
- > FR.BIB.1 et FR.BIB.2 : Le délai de priorité du tronçon a été modifié dans la planification des revitalisations et figure ainsi en Action 1 (délai 0-10 ans). Les obstacles situés en aval ont fait l'objet d'une vérification du SFF et ne constitue pas des obstacles à la migration.
- > FR.BIO.1 : La coordination entre l'assainissement de l'ouvrage et le projet de revitalisation est mentionnée dans le rapport final relatif au rétablissement de la migration.
- > FR.GLA.6 : Le délai de priorité du tronçon a été modifié dans la planification des revitalisations et figure ainsi en Action 2 (délai 10-20 ans).

La Figure 39 (voir également ANNEXE 21) présente le bénéfice engendré par l'assainissement de chaque obstacle à la migration piscicole retenu.

3.2. Résultats finaux

Les 202 obstacles retenus sont ainsi classés :

- > 56 obstacles, de hauteur moyenne 1.0 m, avec un bénéfice important
- > 34 obstacles, de hauteur moyenne 1.0 m, avec un bénéfice moyen
- > 100 obstacles, de hauteur moyenne 1.2 m, avec un bénéfice faible
- > 12 obstacles considérés avec un bénéfice nul, suite au contrôle de vraisemblance



LEGENDE	
— Action 1	★ Obst. bénéf. important
— Action 2	☆ Obst. bénéf. moyen
— Autres	★ Obst. bénéf. faible

Figure 40. Bénéfice d'assainissement des obstacles à la migration piscicole (voir également ANNEXE 21).

La Figure 40 (voir également ANNEXE 22) montre les obstacles dont l'assainissement dans les 20 années à venir a été retenu comme prioritaire.

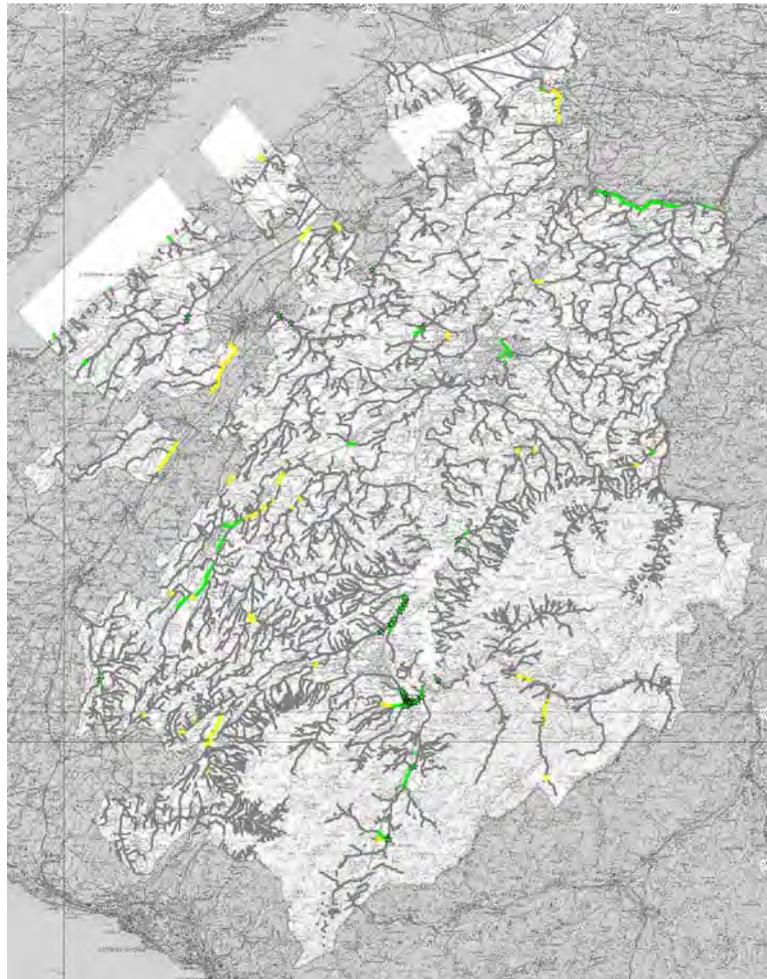


Figure 41. Priorités temporelles des obstacles à assainir (voir également ANNEXE 22).

4. Conclusion

Le canton de Fribourg a établi sa planification stratégique des revitalisations selon la méthode et les directives élaborées par l'OFEV.

Cette méthode, basée principalement sur l'utilisation de géodonnées, a débouché sur des résultats satisfaisants.

Les services de l'Etat concernés, ainsi que les cantons limitrophes ont consolidés ces résultats et vérifiés leur vraisemblance selon leurs connaissances de terrain.

Les résultats principaux de cette planification sont l'identification du bénéfice pour la nature en rapport aux coûts pour quelques 2'300 km de cours d'eau et les priorités temporelles en matière de revitalisation.

La priorisation à long terme, soit sur 80 ans, donne l'orientation des futurs travaux de revitalisation à entreprendre. La priorisation à 20 ans est quant à elle utile pour la définition des futures convention-programmes dans le domaine de la revitalisation.

Les résultats obtenus sont les suivants :

> **Bénéfice pour la nature et le paysage en regard des coûts :**

	Bénéfice selon la planification	Bénéfice revu selon recommandations de l'OFEV
Km de cours d'eau avec un bénéfice élevé	270	210
Km de cours d'eau avec un bénéfice moyen	543	415
Km de cours d'eau avec un bénéfice faible	1475	1663

> **Priorité des revitalisations à long terme (80 ans) :**

- > 206 km de cours d'eau d'importance, à revitaliser en priorité ces 80 prochaines années
- > 514 km de cours d'eau de moindre importance pour la revitalisation
- > 1'576 km de cours d'eau non prioritaires (cours d'eau naturels ou dont l'intérêt pour la revitalisation n'est pas suffisant au regard des contraintes)

> **Plan d'action à 20 ans :**

- > 24 km en Action 1 (0-10 ans)
- > 32 km en Action 2 (10-20 ans)

> **Plan d'action et projets initiés :**

- > 136 km de cours d'eau, parmi lesquels un choix sera fait pour l'inscription dans les conventions-programme

Cette planification stratégique est une planification à l'échelle cantonale, avec des informations globales. En outre, la possibilité d'affiner cette planification, si de nouvelles informations venaient à être disponibles dans le futur, reste envisageable notamment au travers d'études régionales (plans sectoriels et plans directeurs de bassin versant).

5. Bibliographie

Goeggel W. 2012: "*Revitalisation des cours d'eau - Planification stratégique - Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux*". L'environnement pratique - Protection des eaux. Office fédéral de l'environnement (OFEV). Berne. 43 pp.

Groupe de coordination cours d'eau 2010: "*Potentiel de revitalisation des cours d'eau fribourgeois (version définitive)*". Etat de Fribourg, Service des ponts et chaussées, Section Lacs et Cours d'Eau. Fribourg. 25 pp.

Jost L. 2013: "*Projekt zur Revitalisierung der Sonnaz - Technischer Bericht*". Fribourg. 16 pp.

OFEFP - Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (1998). "*Ecomorphologie niveau R (région)*". L'environnement pratique 27.

Roulier C., Frey C. et Paccaud G. 2013: "*Zones alluviales d'importance cantonale et locale du Canton de Fribourg - Cartographie de la végétation et des utilisations*". Yverdon-les-Bains. 58 pp.

Schmidt B. et Fivaz F. 2013: "*Tronçons de cours d'eau présentant une diversité en espèces élevée ou contenant des espèces prioritaires au niveau national. Données de base pour la planification des revitalisations*". Centre suisse de cartographie de la faune et Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. 33 pp. + couches SIG (en préparation).

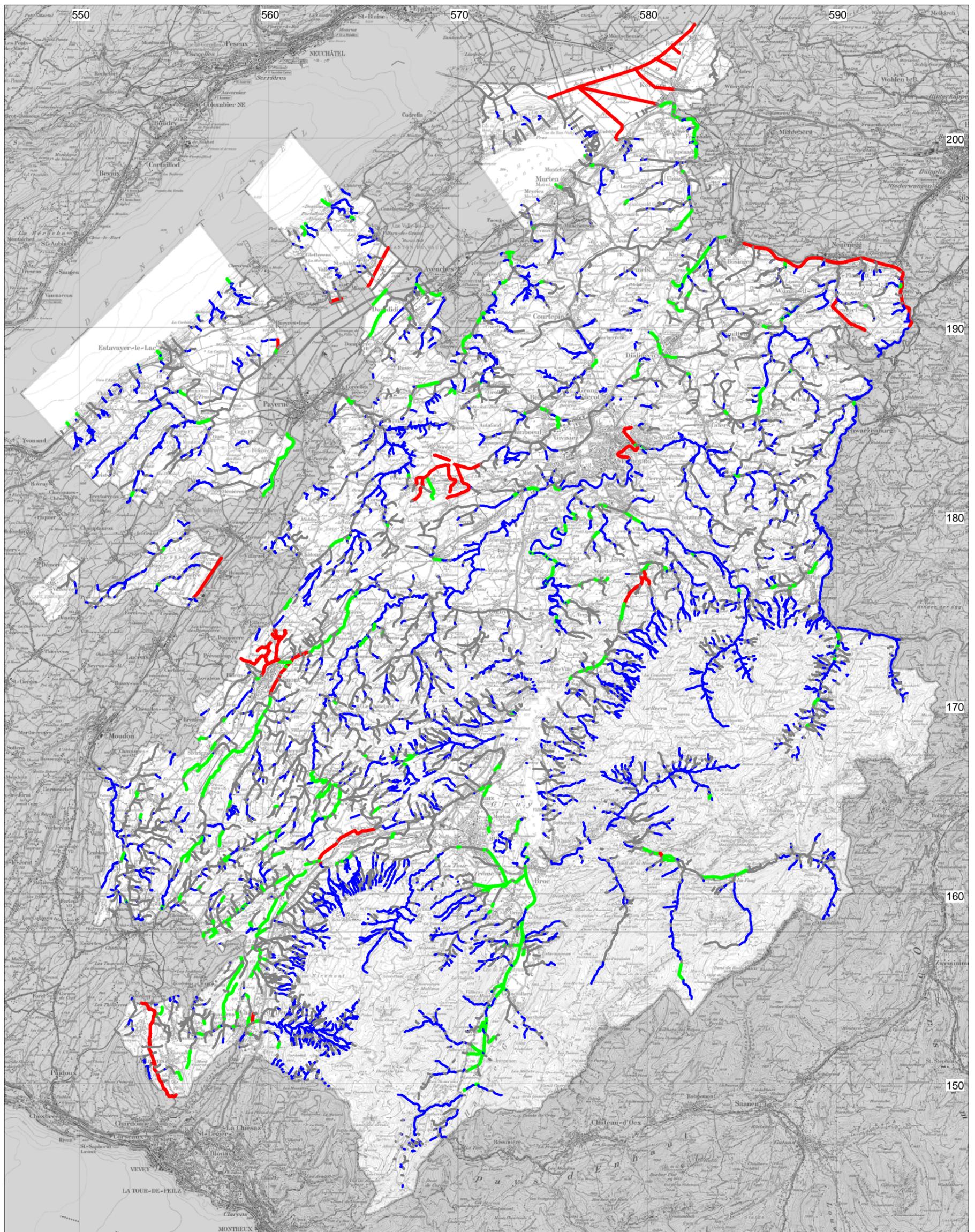
Zeh Weissmann H., Könitzer C. et Bertiller A. 2009: "*Ecomorphologie des cours d'eau suisses - Etat du lit, des berges et des rives - Résultats des relevés écomorphologiques (avril 2009)*". Etat de l'environnement - Eau. Office fédéral de l'environnement (OFEV). Berne. 100 pp.

6. Liste des annexes

ANNEXE 0	Priorité des revitalisations à long terme (80ans) et projets en cours [à la fin de la synthèse]
ANNEXE 1	Méthodologie
ANNEXE 2	Valeur aquatique
ANNEXE 3	Valeur terrestre
ANNEXE 4	Etat écomorphologique
ANNEXE 5	Installations fixes
ANNEXE 6	Installations déplaçables
ANNEXE 7	Points agriculture
ANNEXE 8	Points synergie et conflits
ANNEXE 9	Balance synergies et agriculture
ANNEXE 10	Etat naturel
ANNEXE 11	Etat écologique potentiel
ANNEXE 12	Potentiel de valorisation
ANNEXE 13	Rapport Bénéfice/coût
ANNEXE 13a	Rapport Bénéfice/coût revu
ANNEXE 13b	Rapport Bénéfice/coût, adaptation dans les zones alluviales
ANNEXE 14	Priorité des revitalisations à long terme (80 ans)
ANNEXE 15	Plan d'action à 20 ans
ANNEXE 16	Priorité des revitalisations à long terme (80 ans), après contrôle de vraisemblance
ANNEXE 17	Liste des tronçons du plan d'action à 20 ans, après contrôle de vraisemblance
ANNEXE 18	Plan d'action à 20 ans, après contrôle de vraisemblance
ANNEXE 19	Projets en cours
ANNEXE 20	Plan d'action à 20 ans et projets initiés
ANNEXE 21	Bénéfice d'assainissement des obstacles
ANNEXE 22	Priorité d'assainissement des obstacles

Les données complètes par tronçons (tables de chiffres) et les géodonnées produites sont livrées séparément.)

Annexe 0 - Priorité des revitalisations à long terme (80 ans) et projets en cours



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 10.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- Priorité 1 (80 ans)
- Projet en cours
- Autres
- naturel/semi naturel



ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 1 Méthodologie

Le document « Planification stratégique des revitalisations » de l'OFEV (Goeggel 2012) a servi de base à l'élaboration de la méthodologie. Néanmoins plusieurs adaptations ont été réalisées.

L'analyse SIG s'inspire de l'aide à l'exécution de l'OFEV ; on en retrouve dans la Figure 41 ci-dessous les étapes principales. Les données de base sont encadrées en rouge, alors que les résultats des croisements des données de base apparaissent avec des bords arrondis.

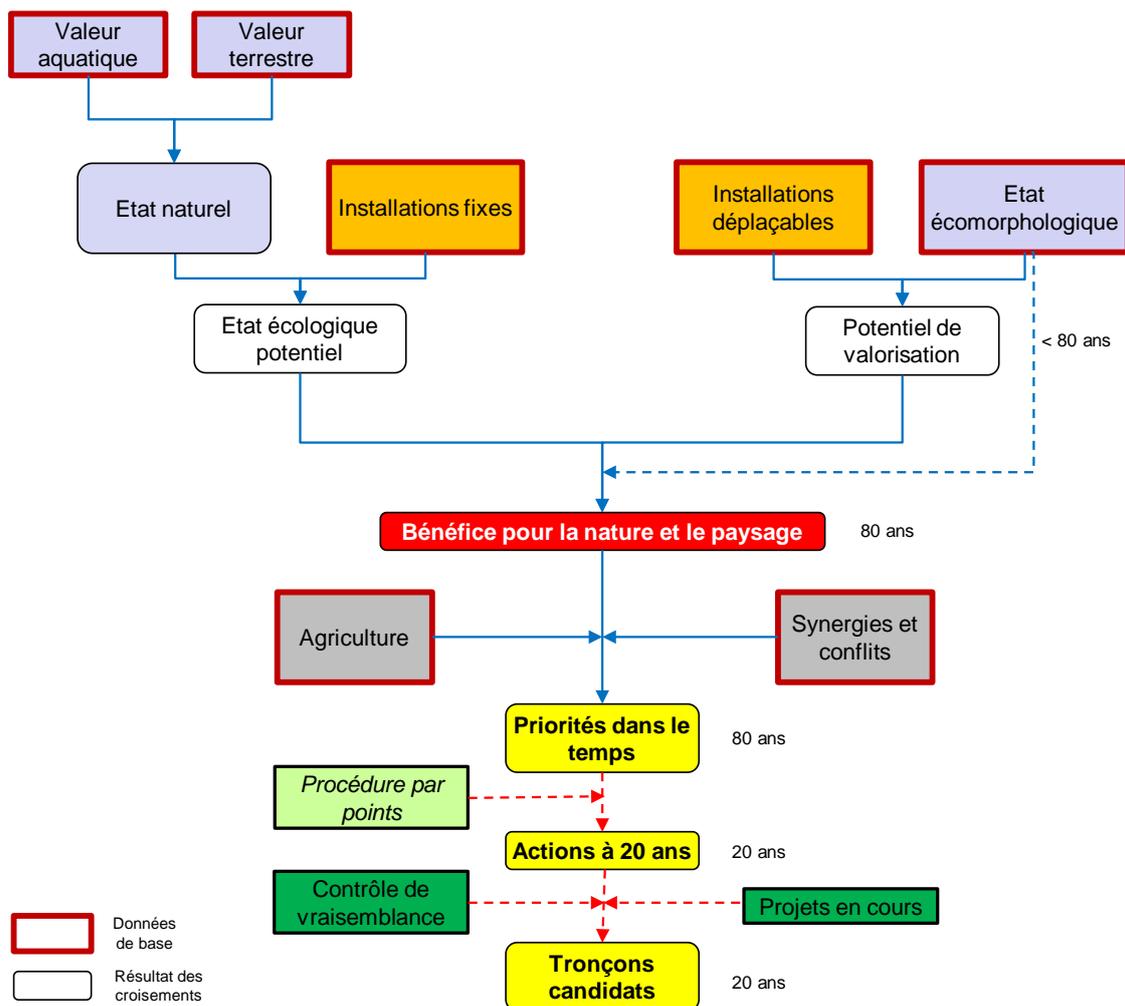


Figure 42. Schéma général de l'analyse SIG.

Les traitements sur le réseau hydrographique et l'espace réservé sont présentés en Annexe 1.1. L'Annexe 1.2 présente les données de base montrées dans le schéma de la Figure 41 et l'Annexe 1.3 donne les résultats des croisements d'informations jusqu'aux priorités dans le temps sur 80 ans et les actions à 20 ans. Finalement, le contrôle de vraisemblance est présenté à l'Annexe 1.4.

La Broye, qui a déjà fait l'objet d'études intercantionales plus approfondies, n'a pas été considérée dans cette analyse. Les tronçons fribourgeois de ce cours d'eau ont été intégrés aux résultats finaux présentés dans ce rapport.

Annexe 1.1 **Réseau hydrographique et espace réservé**

Annexe 1.1.1 Préparation des tronçons

Le réseau hydrographique est découpé en différents tronçons. La base de ce découpage provient de l'état écomorphologique (Zeh et al. 2009). Les adaptations ci-dessous ont ensuite été affectées pour répondre au mieux aux besoins de la planification des revitalisations.

Annexe 1.1.1.1 Agrégation

Les tronçons consécutifs de même classe écomorphologique appartenant au même cours d'eau sont agrégés. Cela présente l'avantage de simplifier le réseau hydrographique en diminuant le nombre de tronçons.

Annexe 1.1.1.2 Séparation aux confluences

A chaque confluence, un nouveau tronçon débute. Cela permet de tenir compte des changements de la largeur naturelle du lit qui sera utilisée par la suite.

Annexe 1.1.1.3 Longueur des tronçons

La longueur minimum d'un tronçon est de 25 m, comme pour l'écomorphologie. S'il est vrai que 25 m semble court pour un tronçon de revitalisation, elle s'avère utile pour localiser précisément certaines installations et cela évite de pénaliser un long tronçon avec des installations importantes mais très localisées. Cet aspect a été mis en évidence par le test des 70 km.

La longueur maximum d'un tronçon est de 1 km. Cela permet de cibler précisément les tronçons prioritaires, notamment en fonction des installations sises dans l'espace réservé aux eaux (ER). De plus, certains paramètres physiques deviennent imprécis si on travaille sur des tronçons trop longs, notamment la largeur naturelle ou la pente du lit.

Annexe 1.1.1.4 Tronçons de liaison

Les données complètes de l'écomorphologie (version 2014) ont été livrées sans les tronçons hors canton et les traversées de lacs. C'est pourquoi certains cours d'eau étaient discontinus. Or, pour la numérotation automatique des tronçons, il est nécessaire que les tronçons d'un même cours d'eau soient continus, c'est-à-dire que l'extrémité aval d'un tronçon touche l'extrémité amont du tronçon suivant. Pour ce faire, il a fallu rajouter des tronçons dits « de liaison ». Pour gagner du temps, le tracé des tronçons de liaison a été simplifié et ne suit pas toujours le tracé réel du cours d'eau. Les tronçons de liaisons sont uniquement des données de travail ; ils ne sont pas destinés à être publiés. Pour les identifier facilement, on leur a attribué une valeur d'état écomorphologique fictive égale à 6.

Annexe 1.1.2 Largeur naturelle

La largeur naturelle d'un cours d'eau est une donnée importante de la démarche. Elle intervient pour la délimitation de l'espace réservé au cours d'eau (ER) ainsi que dans l'évaluation du potentiel écologique. Pour une petite partie du réseau hydrographique, elle avait déjà été calculée lors d'études antérieures. Pour ces tronçons, la largeur naturelle a été fournie comme donnée de base par la LCE. Pour les autres tronçons, il a fallu mettre au point

une méthode pour la calculer. L'approche proposée a été développée par le bureau e-dric.ch (Philippe Heller et Olivier Le Doucen).

Pour déterminer cette largeur, une approche basée sur les crues morphogènes et la pente des tronçons a été développée. Elle utilise l'information des tronçons pour lesquels la largeur naturelle a déjà été calculée. Il est à noter que les largeurs naturelles ont été relevées comme critère supplémentaire dans les relevés écomorphologiques de 2013.

Pour chaque tronçon de cours d'eau, la méthodologie comprend les étapes suivantes :

1. Détermination de la superficie du bassin versant en amont du tronçon;
2. Détermination de la pente moyenne du tronçon ;
3. Calcul de la crue morphogène par un débit spécifique dépendant de la surface du bassin versant ;
4. Calcul de la largeur naturelle par régression multiple basée sur les largeurs des tronçons déjà estimées, en fonction de la pente et de la surface du bassin versant.

Les bassins versants utilisés comme donnée de base sont ceux mis à disposition par la Confédération¹. Pour calculer la surface en amont d'un tronçon, on utilise les champs prévus à cet effet.

La pente moyenne du tronçon est calculée automatiquement sur la base du MNT de maille 10m x 10m, obtenu à partir du MNT 2m x 2m. Si cette moyenne peut être localement inexacte, elle correspond cependant à la réalité du cours d'eau et conditionne globalement les écoulements hydrauliques.

Le débit de crue du tronçon de cours d'eau est calculé en fonction de la surface du bassin versant par l'application d'un débit spécifique. Ce débit spécifique suit une loi décroissante en fonction de la taille du bassin versant.

Cette loi est calée aux différents points de mesures des stations hydrométriques sur les cours d'eau suivants :

- > Sarine (Rossinière, Broc, Fribourg, Laupen)
- > Jogne (Montsalvens)
- > Parimbot (Ecublens)
- > Sionge (Vuippens)
- > Rotenbach et Schwändibach (Plaffeien)
- > Singine (Thorishaus)
- > Veveyse (Vevey)
- > Menthue (Yvonand)
- > Broye (Payerne)
- > Simme (Lenk, Oberwil)

¹ Découpage hydrographique de la Suisse 2007, source : <http://www.bafu.admin.ch/gis/02911/07407/index.html?lang=fr>

La Figure 42 illustre, pour les périodes de retour de 2 ans et 5 ans, le débit spécifique de chacun des bassins versants situés à l'amont des stations de mesures. La courbe de tendance est donnée avec son équation pour la période de retour de 2 ans.

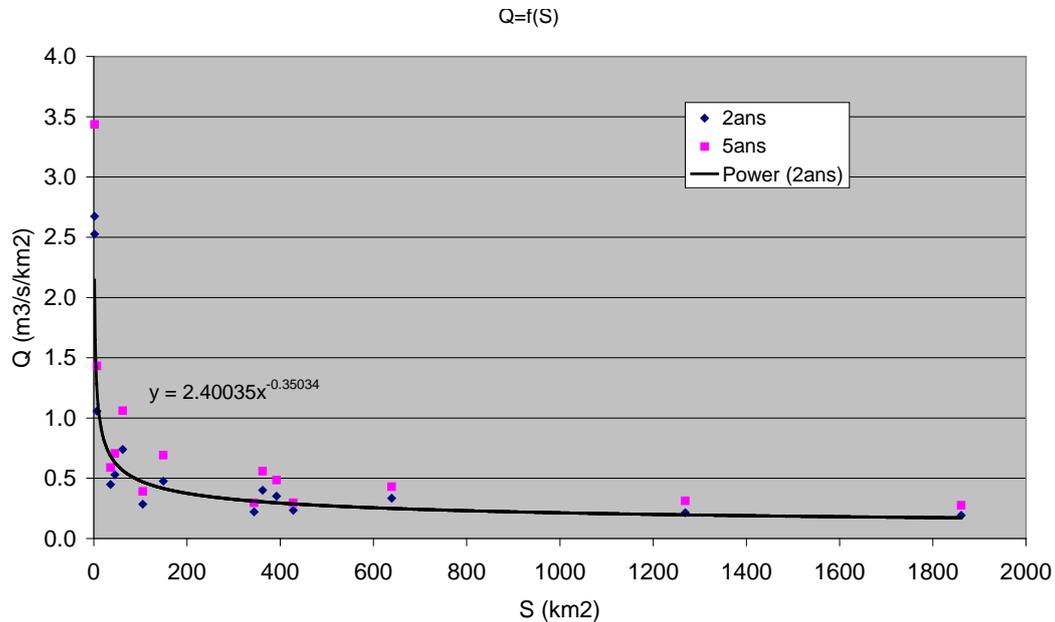


Figure 43. Décroissance du débit spécifique par taille du bassin versant.

On obtient ainsi une loi entre la surface du bassin versant (S) en km^2 et le débit morphogène, supposé égal à la crue biennale (Q_{mor}).

$$Q_{mor} = 2.4 S^{-0.35}$$

Q_{mor} : débit morphogène en m^3/s (crue de biennale).

S : surface du bassin versant du tronçon en km^2 .

Ensuite, la régression multiple linéaire avec la pente et le débit comme variables explicatives de la largeur permet de définir par une équation la largeur "naturelle calculée". Le coefficient de la pente est négatif, car plus la pente est élevée, plus la largeur naturelle est faible.

$$L_{nat} : 0.69 + 0.31 * Q_{mor} - 2.92 * pente$$

La comparaison entre la largeur naturelle donnée (fournie par la LCE) et la largeur naturelle calculée est illustrée par la Figure 43.

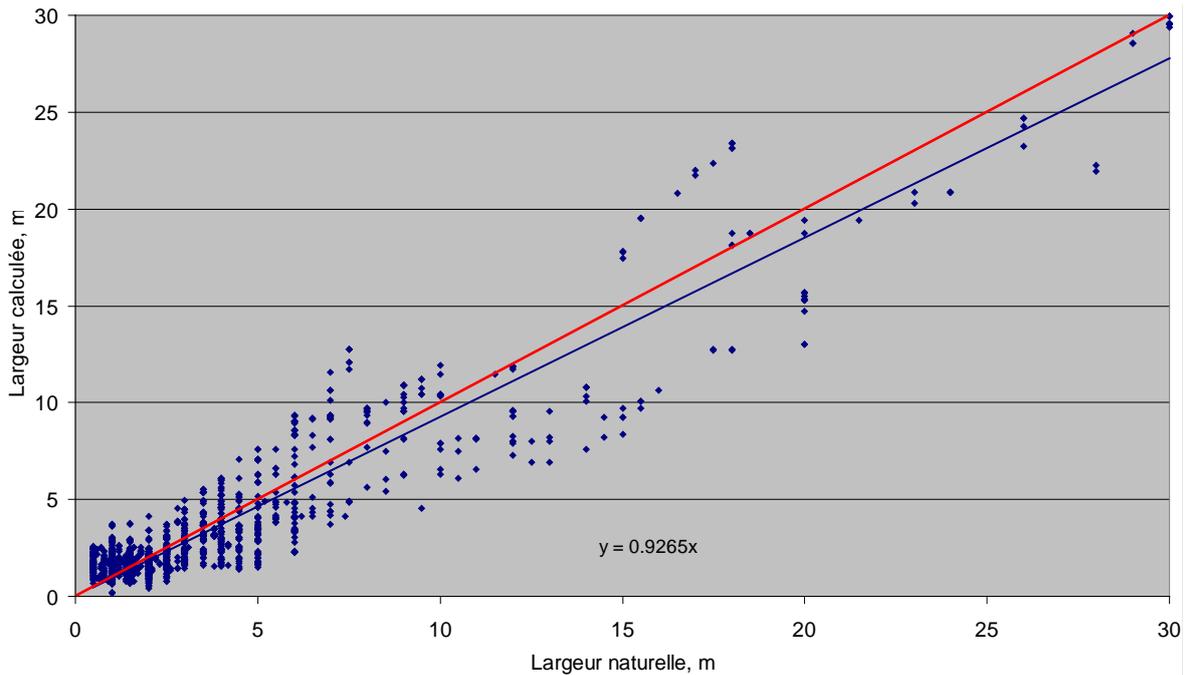


Figure 44. Graphique montrant la largeur naturelle calculée par la régression multiple en fonction de la largeur naturelle donnée.

Idéalement, les points devraient se trouver sur le segment en rouge, ce qui signifie que la largeur calculée par la régression est égale à la largeur donnée. La droite de régression de ces points (en bleu) a une pente légèrement inférieure à 1, ce qui indique qu'en moyenne, la largeur calculée est légèrement inférieure à la largeur donnée. Cette tendance est cependant relativement faible car la pente de la droite de régression est proche de l'unité (erreur moyenne inférieure à 8 %).

La largeur naturelle a ainsi été déterminée par cette méthode pour 664 km de cours d'eau. Le solde (1'625 km) a été déterminé soit lors des relevés écomorphologiques, soit lors de la détermination de l'espace réservé aux eaux.

Annexe 1.1.3 Espace réservé au cours d'eau

L'établissement de l'espace réservé (ER) au cours d'eau est indispensable pour mettre en évidence les installations sises à proximité du cours d'eau. Comme l'ER n'a pas été déterminé au préalable pour l'ensemble du réseau hydrographique fribourgeois, un ER provisoire spécifique à ce mandat a été défini pour chaque tronçon de cours d'eau de la planification.

Lorsque l'ER est déjà connu (livré par LCE), il est utilisé, sans toutefois tenir compte d'éventuelles modulations de l'ER réalisées en fonction des bâtiments ou des infrastructures. L'ER est donc redessiné pour chaque tronçon d'après les largeurs de l'ER en rive droite et rive gauche qui figurent dans la table livrée par le canton. Pour un tronçon donné, la largeur de l'ER selon la planification stratégique est constante. Cela n'est pas toujours le cas avec les données de l'ER livrées par le canton. Si un tronçon se trouve sur plusieurs ER de largeurs différentes, on retiendra la largeur la plus grande pour redessiner l'ER. Comme la largeur de l'ER en rive droite n'est pas toujours égale à la largeur en rive gauche, il peut arriver que le cours d'eau ne soit pas au centre de l'ER. La Figure 44 donne un exemple du concept.

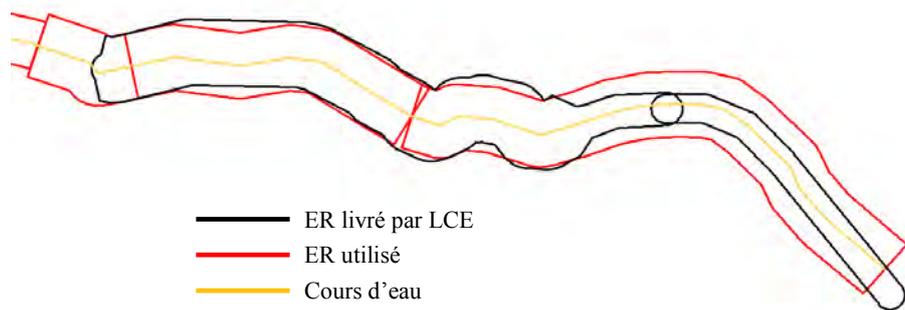


Figure 45. Superposition de l'ER livré par la LCE (en noir) avec l'ER utilisé pour la planification stratégique (en rouge). Le tracé du cours d'eau est présenté en orange.

Si l'ER n'a pas été déterminé par le canton, il est défini selon les règles suivantes :

- > La largeur de l'ER est égale à trois fois la largeur naturelle du tronçon, si la largeur naturelle du tronçon est supérieure à 15 m.
- > Sinon, la largeur de l'ER est définie d'après la courbe de la biodiversité (voir OEaux, art. 41a al.1).

Lorsqu'un tronçon du réseau hydrographique est intercantonal ou situé à l'extérieur du canton, seule la portion de l'ER se trouvant sur territoire fribourgeois est considérée. En effet, certaines données géographiques (p.ex. agriculture), ne sont pas disponibles pour les régions se trouvant à l'extérieur du canton. Les installations fixes et déplaçables n'ont pas été considérées lorsqu'elles se trouvent à l'extérieur des limites cantonales. L'hypothèse d'un tronçon homogène tant sur le territoire fribourgeois que bernois/vaudois a été considérée.

Il est à noter qu'à la demande du canton, l'ER de la Sarine a été utilisé tel qu'il a été fourni par la direction de projet, sans aucune modification de périmètre. Cela conduit à certaines anomalies, par exemple, en ville de Fribourg, on ne trouve aucune installation fixe dans l'ER, car celui-ci a été adapté en fonction de la configuration des bâtiments, comme montré dans la Figure 45.

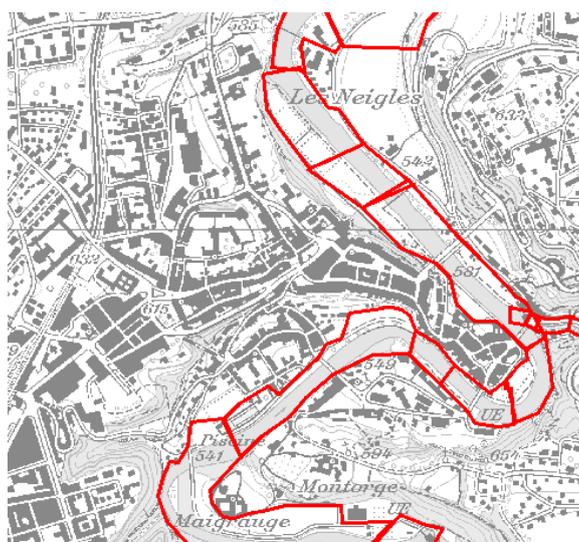


Figure 46. ER en ville de Fribourg.

Annexe 1.2 **Données de base**

Annexe 1.2.1 Valeur aquatique

Cette donnée a été traitée par le bureau PRONAT. Afin de déterminer la valeur naturelle du milieu aquatique, une liste de quatre critères a été élaborée en collaboration avec la LCE et le service des forêts et de la faune (secteur biodiversité, faune, chasse et pêche). Cette liste contient un système de notation avec une échelle de 0 à 5.

Les critères suivants ont servi à l'évaluation :

- > POI 1 – Potentiel piscicole ;
- > POI 2 – Habitats piscicoles ;
- > POI 3 – Frayères potentielles et recensées ;
- > POI 4 – Connectivité.

Chaque tronçon a été évalué sur la base des informations disponibles par deux hydrobiologistes de PRONAT (Andreas Zurwerra et Pascal Mulattieri).

L'évaluation se fonde sur :

- > Les données existantes au niveau national, cantonal ou autres lorsqu'elles sont à disposition,
- > Un avis d'expert fondé sur les données cantonales partielles et/ou les connaissances personnelles des deux hydrobiologistes. Lorsqu'aucune donnée de base (fédérale, cantonale ou autre) n'est à disposition, les notes sont tout de même attribuées, selon les critères décrits ci-dessous².

Afin de différencier les notes attribuées par un avis d'expert des autres, dans le fichier SIG figure une colonne « Avis d'expert » avec la mention « oui » pour tous ces cas particuliers.

1. POI 1 – Potentiel piscicole

La note a été attribuée en fonction des espèces piscicoles présentes ou potentiellement présentes (historiquement ou milieu colonisable avec franchissement des seuils artificiels).

Obtiennent la note minimum de 3 les tronçons remplissant au moins un des critères suivants :

- > Présence actuelle, potentielle ou historique d'espèces migratrices (truite lacustre, barbeau, nase et ombre);
- > Présence actuelle ou historique d'écrevisse à patte blanche.
- > Présence actuelle ou historique d'espèces menacées de poissons et cyclostomes (petite lamproie).

Les autres notes sont réparties en fonction du nombre d'espèces et des espèces présentes (qualitatif).

² à l'exception des tronçons évalués en 2013 pour lesquels seule l'évaluation finale avait été donnée par l'avis d'expert. La note de 0 avait alors été attribuée à chaque critère.

2. POI 2 – Habitats piscicoles

La note a été attribuée en fonction de l'habitabilité du cours d'eau pour les adultes et juvéniles. Obtiennent la note minimum de 3 les tronçons remplissant au moins un des critères suivants :

- > Présence actuelle, potentielle ou historique d'espèces migratrices (truite lacustre, barbeau, nase et ombre) ;
- > Présence historique d'écrevisse à patte blanche ;
- > Tronçons écomorphologiques peu atteints (vert) ou naturels/semi-naturels (bleu) avec la présence confirmée de poissons et/ou d'écrevisses ;

Les autres notes sont réparties en fonction du nombre d'espèces et des espèces présentes (qualitatif), de la classe écomorphologique ainsi que de la structure morphologique du cours d'eau (faible pente, cours d'eau encaissé, milieu forestier, milieu agricole, etc.).

3. POI 3 – Frayères potentielles et recensées.

Obtiennent la note minimum de 3 les tronçons :

- > Avec des frayères recensées.

Les autres notes sont réparties en fonction de la présence d'espèces piscicoles cibles ainsi que de la structure morphologique du cours d'eau (faible pente, encaissé, forestier, falaise, molasse, etc.).

4. POI 4 – Connectivité

Obtiennent la note minimum de 3 les tronçons remplissant au moins un des critères suivants :

- > Sans seuils naturels ;
- > Avec des seuils naturels inférieurs à 30 cm ;
- > Directement connecté avec les cours d'eau piscicoles importants (position dans le réseau hydrographique).

Les autres notes sont réparties en fonction de la hauteur des seuils naturels (30 cm à 50 cm ; 50 cm à 1 m ; > 1 m) ainsi que du nombre de seuils présents.

5. Evaluation de la valeur naturelle du milieu aquatique

Le Tableau 2 présente les critères d'évaluation qui sont appliqués et le Tableau 3 montre le barème de répartition entre les classes faible/moyen/important.

	Points	POI 1/POI 2 /POI 3/ POI 4
Valeurs	Très faible	1
	Faible	2
	Moyen	3
	Important	4
	Très important	5
	Inconnu	0

Tableau 2. Grille d'évaluation des indicateurs de la valeur aquatique.

Total des points	4 à 6	7 à 14	15 à 20
Evaluation	Faible	Moyen	Important

Tableau 3 : Barème d'évaluation de la valeur aquatique.

Exemple : la Figure 46 illustre l'application de cette méthode à un tronçon d'un affluent de la Glâne.

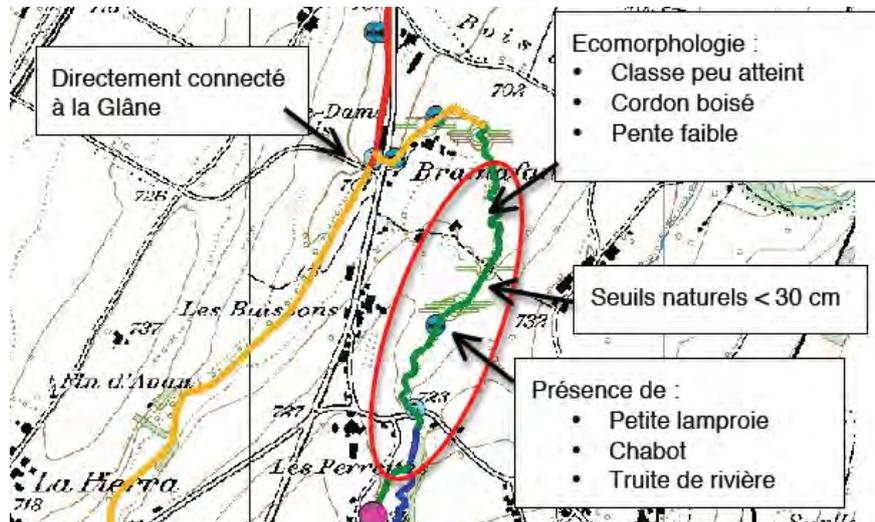


Figure 47. Exemple de l'application de l'évaluation de la valeur naturelle du milieu aquatique sur un affluent de la Glâne.

Les notes obtenues pour cet exemple sont :

Critères	POI 1	POI 2	POI 3	POI 4
Notes	5	4	4	4

Tableau 4 : Notes obtenues pour l'exemple de la Figure 46.

Somme des points	17
Evaluation	Important

Tableau 5 : Evaluation du tronçon pour l'exemple de la Figure 46.

Le total des points est de 17, le tronçon aura une évaluation « Important » pour la valeur naturelle des milieux aquatiques.

Annexe 1.2.2 Valeur terrestre

Le milieu terrestre constitue l'interface entre le cours d'eau et les terres environnantes ; il est généralement influencé par le cours d'eau, soit par les inondations, soit par la nappe d'eau souterraine. Par rapport à la valeur naturelle du milieu aquatique, fondé sur les espèces et leurs exigences, on a privilégié une approche intégratrice de la valeur naturelle fondée sur les milieux et les conditions propices à leur développement. Cette donnée, développée par le SCZA, repose sur l'évaluation de quatre indicateurs. De manière générale les cours d'eau avec un potentiel de dynamique alluviale obtiennent une valeur plus élevée.

1. La pente moyenne du tronçon

Elle est calculée d'après le modèle numérique de terrain. La règle est que plus la pente du tronçon est faible, plus les milieux terrestres liés au cours d'eau sont développés (cf. Tableau 6). On va donc prioriser les cours d'eau peu pentus par rapport aux cours d'eau très pentus.

Pour des pentes trop fortes, le cours d'eau n'a pas la possibilité de divaguer ou de migrer latéralement. La zone terrestre influencée par le cours d'eau, soit par débordement, soit par rajeunissement, est en général très faible pour ce type de cours d'eau. On observe que plus la pente diminue, plus l'emprise spatiale du cours d'eau devient importante. Ce phénomène est aussi lié au style fluvial qui change (formations de tresses, puis de méandres de plus en plus sinueux).

2. Largeur naturelle du tronçon

La dimension du cours d'eau est un critère important de la valeur écologique. En ce qui concerne la partie terrestre, plus le cours d'eau est de grande dimension, plus la zone terrestre influencée par le cours d'eau sera grande (cf. Tableau 6). Et cela ne contribue pas seulement à la quantité d'individus présents mais également à la diversité des espèces, car la série alluviale terrestre (bancs de sédiments nus – communautés herbacées pionnières – fourrés et forêts d'essences à bois tendre – forêts d'essences à bois durs) a besoin de beaucoup d'espace pour se développer intégralement.

3. Inventaire des zones alluviales

L'appartenance d'un tronçon à l'inventaire fédéral, régional ou local des zones alluviales reflète bien la valeur écologique. En effet, comme le critère principal pour figurer dans un inventaire est la végétation alluviale, il existe des zones alluviales dont le cours d'eau principal est corrigé en totalité ou en partie. La végétation a persisté après les endiguements ou du moins change lentement, surtout si des échanges hydriques sont maintenus par la nappe phréatique. La présence ou la proximité d'une zone alluviale justifie une revitalisation et indique un réel potentiel écologique. Les données utilisées pour documenter cet indicateur sont l'inventaire fédéral des zones alluviales et l'inventaire cantonal des zones alluviales du canton de Fribourg (cf. Tableau 6).

4. Inventaire fédéral des paysages (IFP) et réseau écologique national (REN)

L'appartenance d'un tronçon à un périmètre IFP est un critère de priorisation, car, comme le recommande l'aide à l'exécution de l'OFEV, on considère qu'il est préférable de revitaliser des espaces dont la valeur paysagère est déjà reconnue, plutôt que de revitaliser des cours d'eau sans valeur paysagère particulière. De même, les cours d'eau appartenant au réseau écologique national (REN) ont été considérés avec une valeur plus élevée que les autres, mais seulement pour ce qui concerne le réseau des milieux humides (cf. Tableau 6). On notera que les éléments du REN sont rares dans le canton de Fribourg, excepté sur le cours de la Sarine.

5. Evaluation de la valeur naturelle du milieu terrestre

Des notes sont attribuées pour chaque indicateur, puis additionnées pour obtenir une évaluation, comme montré dans le Tableau 6. Il est estimé que lorsqu'un tronçon obtient plus que la moitié des points, sa valeur terrestre est importante.

Largeur naturelle : un point par mètre, jusqu'à 15 m. Et 15 points pour tous les tronçons dont la largeur naturelle est supérieure à 15 m.

Pente : 10 points – la pente en %. Cela signifie que les tronçons dont la pente est supérieure à 10 % ne reçoivent aucun point (il n'y a pas de points négatifs).

Inventaire des zones alluviales : un tronçon situé à l'intérieur ou partiellement à l'intérieur d'une zone alluviale reçoit 10 points pour une zone d'importance nationale, 5 points pour une zone d'importance cantonale et 2 points pour une zone d'importance locale.

IFP-REN : un tronçon situé à l'intérieur ou partiellement à l'intérieur d'un objet IFP ou du REN (seulement cours d'eau et milieux humides) reçoit 5 points.

Largeur naturelle	Valeurs	0-15m	>15m		
	Points	1point/metre	15		
Pente	Valeurs	>10%	0-10%		
	Points	0	10 - 1point/%		
Inventaire des zones alluviales*	Valeurs	non	local	cantonal	fédéral
	Points	0	2	5	10
Autre inventaire* : IFP ou REN	Valeurs	non	oui		
	Points	0	5		
Total des points	[0 à 10[[10 à 20[[20 à 40]		
Evaluation	faible	moyen	important		

*le tronçon est situé dans ou touche un des périmètres en question

Tableau 6. Système d'évaluation de la valeur naturelle du milieu terrestre.

Exemple : un tronçon présentant une largeur naturelle de 8 m et 2 % de pente, faisant partie d'un objet IFP, mais pas d'une zone alluviale obtient la note de 21 points (8+(10-2)+0+5) et se classe parmi les tronçons dont la valeur de l'état naturel des milieux terrestres est importante.

Annexe 1.2.3 Ecomorphologie

L'écomorphologie permet d'évaluer le degré d'aménagement d'un cours d'eau, au travers d'une méthode standardisée éditée par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et de paysage en 1998 (OFEFP 1998). Les tronçons de cours d'eau, d'un minimum de 25 m et présentant des caractéristiques similaires, sont relevés en parcourant les cours d'eau et évalués par le biais de différents critères. Il existe cinq classes :

- > Naturel/semi-naturel (classe I)
- > Peut atteint (classe II)
- > Très atteint (classe III)
- > Non naturel/ artificiel (classe IV)
- > Mis sous terre (classe V)

Il arrive parfois que certains tronçons ne puissent pas être évalués (manque de visibilité, pas d'accessibilité, tronçon à sec, etc.). Les critères qui peuvent être relevés le sont, mais il n'y a pas de calcul de l'évaluation finale. Ces tronçons sont alors classés comme « Non relevé ».

Le canton de Fribourg procède depuis les années 2000 au relevé de l'écomorphologie. L'entier des cours d'eau n'ayant pas été couverts, et les données écomorphologiques constituant la base de la présente planification, le canton a attribué des mandats pour compléter ces relevés.

Les premiers relevés ont été effectués par le Service de l'environnement. En 2011, un premier mandat a été attribué par la LCE afin de poursuivre les relevés. Enfin, en 2013, un dernier mandat a été attribué afin de compléter les relevés. Lors de l'attribution de ces mandats, des règles ont été établies. Ainsi, les cours d'eau situés à plus de 1'200 mètres d'altitude, soit 599 km sur les 3'244 km du réseau cantonal, ont été exclus. Ces cours d'eau présentent bien souvent des caractéristiques naturelles et peuvent être à sec pendant l'année. Par ailleurs, leur accessibilité est bien souvent extrêmement limitée et l'impact anthropogène généralement très

faible. Les cours d'eau de type Strahler 1, situé en forêt et dans les Préalpes ont également été exclu.

Les grands cours d'eau, à savoir la Sarine et le canal de la Broye, ont également été relevés. La méthode pour les relevés est la même que celle qui a été appliquée pour le relevé de l'Aar dans les cantons de Berne et de Soleure. Cette méthode donne un relevé plus complet et différencie chaque rive. Les données de la Sarine et du canal de la Broye ont été utilisées sans différenciation des rives (moyenne pour le tronçon).

Les données relevées antérieurement n'ont pas fait l'objet de mise à jour.

Les résultats comprennent au total quelques 2'800 km de cours d'eau, soit un peu moins de 90 % du réseau cantonal total.

La répartition des différentes classes est la suivante :

- > 889 km sont classés comme naturel/semi-naturel (36 %)
- > 635 km sont classés comme peu atteint (26 %)
- > 262 km sont classés comme très atteint (11 %)
- > 52 km sont classés comme non naturel/artificiel (2 %)
- > 525 km sont mis sous terre (21 %)
- > 96 km n'ont pas été classés (4 %)

En résumé, 34 % des cours d'eau relevés, soit approximativement 800 km, sont considérés comme fortement aménagés (classes III, IV et V).

Ces données figurent dans la géodatabase « Ecomorphologie », qui est jointe au dossier.

Annexe 1.2.4 Installations fixes

Les installations fixes sont par définition non déplaçables, car leur déplacement dans le cadre d'une revitalisation représenterait un coût disproportionné. Les installations fixes interviennent en diminuant l'état écologique potentiel des tronçons. L'échelle est choisie de telle sorte qu'une faible proportion d'installations fixes dans l'espace réservé est tolérable et n'entraîne pas une diminution de l'état écologique potentiel. On mesure la proportion de la surface des installations fixes par rapport à la surface de l'ER du tronçon. Il n'y a pas besoin de distinguer le type d'installation car seule la somme des surfaces des installations fixes est prise en compte. Les installations situées en-dessus du niveau du sol (routes sur piliers, par exemple) n'ont pas été traitées de manière spéciale lors des analyses SIG. La liste des installations fixes se base sur le cahier des charges de la LCE et l'aide à l'exécution de l'OFEV, avec quelques modifications.

Le Tableau 7 présente la liste des installations fixes considérées. Certains objets linéaires ont été transformés en surface à l'aide de zones tampon (buffer) ; la dimension des buffers provient du cahier des charges remis par la section LCE.

Type d'installation	Nom SIG	Remarque	Source
Bâtiments	Batiment	surface > 30 m2	TLM-Gebaüde-Footprint
Autoroutes	AutoR	buffer de 40m	TLM-Strasse objart 21
Semi-autoroutes	SemiAR	buffer de 15m	TLM-Strasse objart 2
Routes 1e classe (3 voies)	Routes1	buffer de 15m	TLM-Strasse objart 8
Routes 1e classe	Routes2	buffer de 8m (objart=9)	TLM-Strasse objart 9
Lignes ferroviaires	CFF12m	buffer de 12m	TLM-Eisenbahn objart 0
Petites lignes ferroviaires	CFF8m	buffer de 8m	TLM-Eisenbahn objart 2
Zones de protections des eaux	S1	uniquement S1	SECTEUR_PROT_S_ABC
Grands barrages	Barrage	6 pour tout le canton	Digitalisation de la CN25
Bassins de STEP, piscines	BassinSTEP		TLM-Staubaute objart 2

Tableau 7. Liste des installations fixes.

Comme mentionné, l'évaluation de l'impact des installations fixes sur l'état écologique potentiel est fondée sur la proportion surfacique d'installations fixes dans l'ER. Le barème du Tableau 8 a été utilisé. Les valeurs seuils sont fixées de façon empirique. On observe qu'une faible proportion d'installations fixes n'est généralement pas trop gênante et permet au cours d'eau d'exercer partiellement sa dynamique. Au-delà de 20 %, il y a des grandes chances que la dynamique du cours d'eau se trouve fortement altérée. Cela dépend encore de la position et de la configuration des installations fixes, mais au stade de la planification il n'est pas possible d'atteindre ce degré de précision.

% des surfaces des inst. fixes dans l'ER	0 -8%	8%-20%	>20%
Impact des installations fixes	faible	moyen	important

Tableau 8. Barème des installations fixes sises dans l'ER.

Exemple : Dans la Figure 47, le tronçon 120 est touché par un bâtiment situé dans l'ER, sa surface occupe 7 % de l'ER du tronçon. L'impact de cette installation fixe est donc qualifié de faible. Le tronçon 119 traverse une zone de protection des eaux de type S1 qui occupe 25 % de la surface. Son impact est qualifié d'important. Le tronçon 118, quant à lui est traversé par une route qui occupe 54 % de l'ER, l'impact est également considéré comme important.

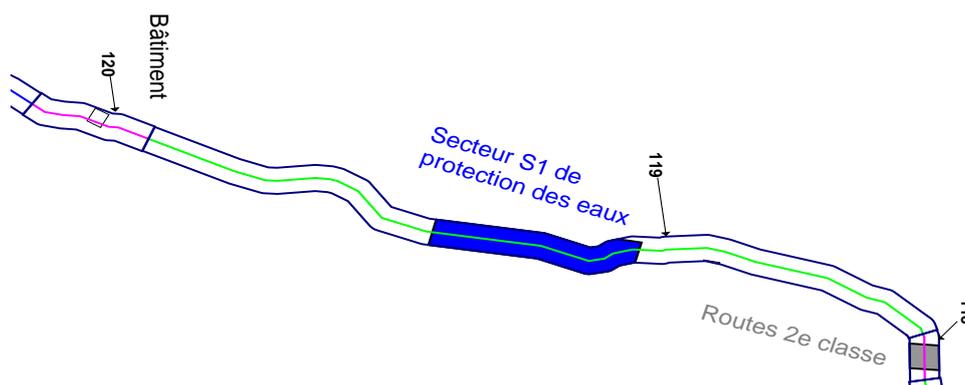


Figure 48. Illustration des installations fixes dans l'ER.

Annexe 1.2.5 Installations déplaçables

Les installations déplaçables sises dans l'ER représentent une difficulté ou un coût lié à leur déplacement ou à leur suppression. Plus ces installations sont nombreuses dans l'ER, plus la revitalisation sera difficile et coûteuse. Le but de cette étape de la planification est de favoriser les tronçons peu affectés par des installations. La liste des installations déplaçables à considérer est issue du cahier des charges de la LCE et des recommandations de l'aide à

l'exécution de l'OFEV. Certaines adaptations ont été réalisées en cours de mandat. De plus, comme chaque installation ne présente pas le même degré de difficulté, des points unitaires sont affectés aux différents types d'installation de façon à pouvoir tenir compte des difficultés relatives qu'elles présentent (cf. Tableau 9). Par exemple, il est plus difficile de déplacer une route de 4 m de large qu'un chemin piéton de 1 m. Ces points par unité tiennent compte du fait que certaines installations sont linéaires (exprimées en mètres) et d'autres sont surfaciques (exprimées en m²). L'attribution des points pour les zones de protection des eaux a été validée par le Service de l'environnement, Section Protection des eaux. Pour les sites pollués, une méthodologie pour l'évaluation a été établie et validée par le Service de l'environnement, Section Déchets et sites pollués. Une distinction est réalisée entre les sites de stockage et les aires d'exploitation. Les sites archivés (sites ne nécessitant ni surveillance, ni assainissement) ont été exclus. Une catégorisation des sites est proposée, afin d'identifier les sites représentant une forte contrainte.

- > Catégorie 0 (synergie) : les aires d'exploitation ou sites de stockage à assainir sont considérés au niveau des synergies. Aucun point ne leur est attribué.
- > Catégorie 1 (contrainte faible) : la présence d'une activité à risque est considérée comme négligeable, en raison des matériaux et/ou de la localisation du site de stockage ou de l'aire d'exploitation. 0.5 point/m² est attribué à ces sites.
- > Catégorie 2 (contrainte moyenne) : la présence d'une activité à risque est considérée comme probable. L'aire d'exploitation/le site de stockage est classé sans besoin d'investigation. 1 point/m² est attribué à ces sites.
- > Catégorie 3 (contrainte importante) : la présence d'une activité à risque est considérée comme probable. L'aire d'exploitation/le site de stockage est classé en besoin d'investigation. 1.5 point/m² est attribué à ces sites.

Type d'installation	Nom SIG	Unité	Points/unité	Remarque	Source
Zone de protection des eaux S0	S0	m2	0.5		SECTEUR_PROT_S_ABC
Zone de protection des eaux S2	S2	m2	1.5		SECTEUR_PROT_S_ABC
Zone de protection des eaux SA	SA	m2	1.5		SECTEUR_PROT_S_ABC
Routes secondaires bien aménagées	Routes2	m2	1.5	Buffer 4m	TLM-Strasse objart 10
Route secondaire étroite	Routes3	m2	1	Buffer 3m	TLM-Strasse objart 11
Chemin, largeur: 1.81 – 2.80 m	Chemin2m	m	1		TLM-Strasse objart 15
Chemin, largeur < 1.81	Chemin1m	m	0.5		TLM-Strasse objart 16
Petits bâtiments (<30m2)	Bat	m2	3	Surface <=30m2	TLM-Gebäude-Footprint
Conduites souterraines	Gaz	m	2	Seulement le gaz	CAD7052L_CONDUITE_LINEAIRE.shp
Site pollué (pollution faible)	SitePol1	m2	0.5	Selon tri du canton	sites_pollues_categorie.shp
Site pollué (pollution moyenne)	SitePol2	m2	1	Selon tri du canton	sites_pollues_categorie.shp
Site pollué (pollution importante)	SitePol3	m2	1.5	Selon tri du canton	sites_pollues_categorie.shp
Zones liées à la zone à bâtir	Zbat	m2	1.5	ZV,ZRFD,ZRMP,ZRHD,ZRS,ZM,ZACT	Affectation_communes
Zones d'intérêt et périmètre d'habitat	Zspec	m2	0.5	ZIG,ZSP,ZC,ZL,PHR,PHM	Affectation_communes

Tableau 9. Liste et points des installations déplaçables.

Pour chaque tronçon, on calcule la somme des points des installations déplaçables. On divise ensuite ce total de points par la surface de l'ER du tronçon et on obtient des points par m² d'ER. Ainsi, comme pour les installations fixes, c'est la part relative d'installation par rapport à la surface de l'ER qui est considérée. On évite ainsi de péjorer de longs tronçons.

Les valeurs seuils, résumées dans le Tableau 10, sont fixées de manière empirique après avoir regardé quelques exemples et les points obtenus :

Effort pour déplacer les inst. dépl.	faible	moyen	important
pts/m ² d'ER	0-0.02	0.02-0.07	>0.07

Tableau 10. Barème des installations déplaçables sises dans l'ER.

Exemple : Dans la Figure 48, le tronçon 61 est affecté par 212 m² de route secondaire bien aménagée (Route2) et par une zone de protection des eaux de type S2 de 3'200 m². La surface de l'ER équivaut 5'376 m².

On calcule le total de points du tronçon : $212 \times 1.5 + 3'200 \times 1.5 = 5'118$ pts. Puis on divise ce total par la surface de l'ER du tronçon, et on obtient 0.95 pt/m² d'ER. L'effort pour revitaliser ce tronçon dû aux installations déplaçables est donc important dans ce cas.

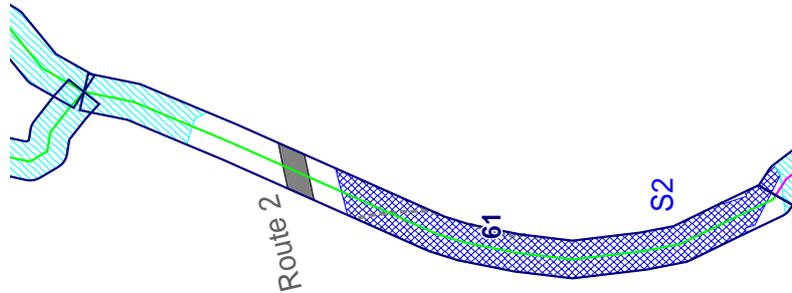


Figure 49. Illustration des installations déplaçables sises dans l'ER du tronçon 61.

Annexe 1.2.6 Agriculture

Cet aspect a été développé en collaboration avec le bureau Repetti Sàrl (Alexandre Repetti). L'impact sur les surfaces agricoles est évalué en fonction de l'emprise sur la surface agricole utile (SAU), de l'emprise de l'espace réservé au cours d'eau sur les surfaces d'assolement (SDA) et de la perte économique pour l'exploitant (perte de marge brute) ; ce dernier indicateur est fondé sur la marge brute moyenne de la commune. La donnée source est une couche SIG fournie par le Service de l'agriculture, nommée *Surface_agricole*. Cette couche permet d'identifier la SAU et la SDA du canton.

On précise encore que la SAU contient la SDA, autrement dit, dans cette approche, toutes les SDA sont également comptabilisées comme SAU.

Pour les indicateurs SAU et SDA, on calcule, de manière analogue aux installations fixes, le pourcentage de ces surfaces dans l'ER. Ensuite, on convertit ces surfaces en points à l'aide d'une courbe de satisfaction. Le but est d'obtenir des points compris entre 0 et -2 pour la SAU et entre 0 et -3 pour la SDA.

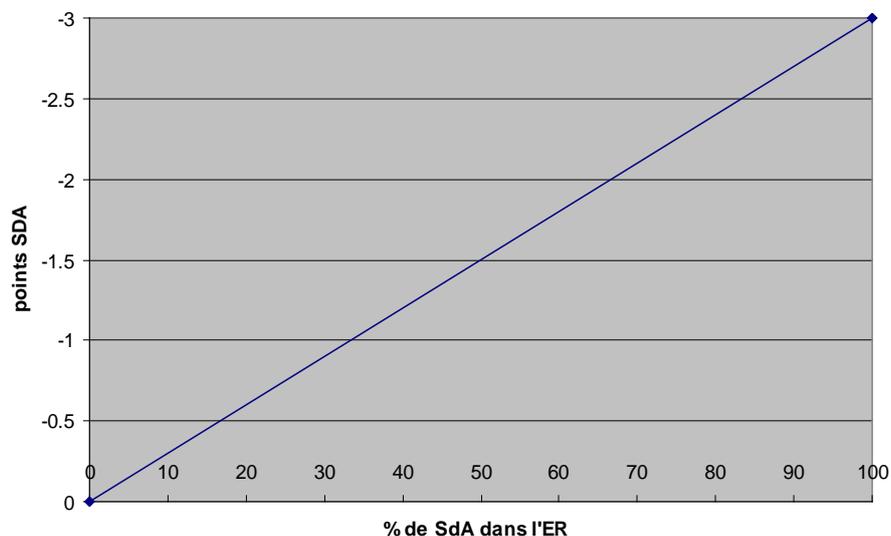


Figure 50. Courbe de satisfaction de la SDA : points SDA en fonction du pourcentage de surface SDA dans l'ER.

La courbe de satisfaction de la SAU est similaire, mais elle est plafonnée à -2 points au lieu de -3.

Pour le calcul de l'indicateur de perte économique, on suppose que la valeur moyenne de la commune est représentative de la valeur économique des terrains agricoles dans l'ER. Ainsi, on calcule la valeur économique agricole d'un tronçon en multipliant la surface de SAU dans l'ER par la marge brute (en CHF/ha) de la commune correspondante. Ensuite, on divise ce montant par la surface de l'ER pour obtenir une perte de marge brute par m² d'ER. Enfin, on applique une courbe de satisfaction pour évaluer cet indicateur par un score compris entre 0 et -2 points, selon la courbe ci-dessous.

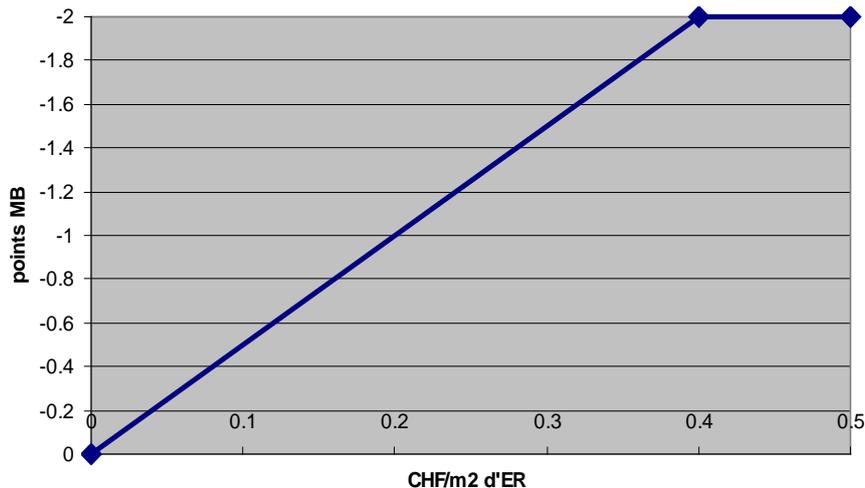


Figure 51. Courbe de satisfaction de la perte de marge brute.

Nous soulignons ici que la surface de l'ER occupée par le cours d'eau n'est pas soustraite du calcul des surfaces, alors qu'il est évident que le plan d'eau ne fera pas partie des terres agricoles. Ainsi, l'ER pour un petit cours d'eau de 1 m de largeur aura une largeur de 11 m selon l'abaque de l'espace nécessaire. Dans ce cas, les surfaces agricoles peuvent occuper au maximum 91 % de la surface de l'ER, pour un total d'au maximum 4.5 pts pour la SAU et la SDA (si toutes les terres étaient occupées par des surfaces d'assolement), contre un total de 5 pts qui peuvent être obtenus pour ces deux catégories. Par contre, pour un cours d'eau de largeur 15 m, l'ER a une largeur de 45 m selon la règle de détermination appliquée (3x la largeur naturelle). Dans ce cas, au maximum 2/3 de l'ER peuvent être occupés par l'agriculture, soit un maximum de 3.3 pts pour la SAU et la SDA. On remarque donc que les petits cours d'eau (largeur naturelle inférieure à 2 m) sont plus pénalisés par les points agriculture que les grands cours d'eau, dans le cas où la totalité des surfaces exploitables se trouvent en SDA. Lorsque la largeur naturelle est de plus que 15 m, le maximum de points qui peut être obtenu pour la SAU et la SDA reste constant à 3.3 pts.

Exemple : Dans la Figure 51, le tronçon 58 possède un ER de 4061 m². La SAU totale (y.c. SDA) dans cet espace est de 2336 m², soit 57.5%. La SDA est de 90 m², soit 4% de la surface de l'ER. Ainsi, appliquant les courbes de satisfaction, on obtient :

- > SAU : -1.15 pts ;
- > SDA : -0.12 pt.

On se situe dans la commune d'Ecublens (FR) où la marge brute moyenne est estimée à 2373 CHF/ha, ce qui équivaut à 0.237 CHF/m². Ainsi, la perte de marge brute du tronçon 58 est de 554 CHF (=2336 m² de SAU x 0.237 CHF/m²). La perte de marge brute par m² d'ER

est estimée à 0.136 CHF (=554 CHF /4061 m² d'ER). En appliquant la courbe de satisfaction de la perte de marge brute (voir Figure 50) on obtient donc -0.68 pts.

Total des points de l'agriculture : -1.95 (= -1.15 -0.12 - 0.68).

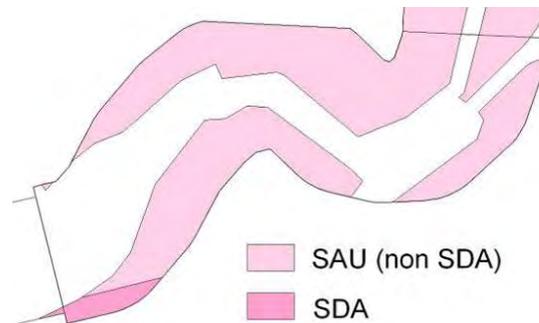


Figure 52. Surfaces agricoles dans l'ER du tronçon 58.

Annexe 1.2.7 Synergies et conflits

De nombreux conflits et synergies ont été évoqués au cours des diverses séances. Certaines synergies n'ont pas pu être retenues, faute notamment de données disponibles sous forme de géodonnées. Elles ont en partie été intégrées lors du contrôle de vraisemblance. La liste définitive des synergies utilisées est donnée dans le Tableau 11.

Mis à part l'agriculture qui fait l'objet d'une évaluation séparée, aucun conflit n'a été retenu pour influencer les priorités de revitalisation.

Au niveau des synergies, plusieurs éléments ont été identifiés : les périmètres d'améliorations foncières qui vont débiter prochainement, les loisirs, les zones urbanisées, l'assainissement du charriage et des éclusées, certains sites pollués et les tronçons Hotspot de biodiversité issus d'une étude du KARCH et du CSCF (Schmidt et Fivaz, 2013). Pour chaque tronçon, on regarde s'il recouvre l'un des périmètres de synergies. Il suffit qu'une partie d'un tronçon soit dans un de ces périmètres pour qu'il reçoive tous les points de la synergie correspondante. Le barème est présenté dans le Tableau 10 et la description détaillée des synergies aux Annexes 1.2.7.1 à 1.2.7.7.

Synergies	Absent	Présent
Améliorations foncières	0	3
Loisirs	0	Tronçon=1 → 1 Tronçon=2 → 2
Zones urbanisées	0	1
Sites pollués	0	2
Charriage	0	Priorité=1 → 3 Priorité=2 → 2
Eclusées	0	Tronçon=faible → 1 Tronçon=moyen → 2 Tronçon=important → 3
Tronçon CSCF	0	EPN ou Espèce : 1 EPN et Espèce : 2
Total max		18

Tableau 11. Liste et barème des synergies.

Annexe 1.2.7.1 Améliorations foncières

Les améliorations foncières (AF) qui vont débiter prochainement constituent des synergies avec les revitalisations de cours d'eau. En effet, il s'agit d'une bonne occasion de réorganiser l'espace rural et d'accorder plus d'espace aux cours d'eau, ce qui va faciliter leur revitalisation. Dans le canton de Fribourg il y a actuellement 5 projets d'AF en phase de démarrage : Düdingen, Léchelles, Lessoc, Près-vers-Noréaz et Sivrizez.

Annexe 1.2.7.2 Fonction de loisirs

Dans l'aide à l'exécution de la Confédération, il est conseillé de tenir compte des tronçons de cours d'eau s'écoulant dans des zones urbanisées. L'espace à disposition du cours d'eau peut s'avérer restreint, mais des mesures de rétablissement de la migration piscicole peuvent être réalisées, tout comme des mesures permettant de rendre le cours d'eau accessible et attractif pour la population. Une distinction a été faite entre les tronçons situés dans des zones urbanisées (voir Annexe 1.2.7.3) et les tronçons à fonction de loisirs.

Les critères pour identifier les tronçons à fonction de loisirs sont les suivants et sont basés sur la présence ou non de différents éléments dans l'espace réservé :

- > Présence d'infrastructures d'accueil en forêt (cabane, place de pique-nique ou sentier didactique). Il est à noter que ces données ne sont complètes que pour les districts de la Sarine, de la Singine, du Lac et de la Broye ;
- > Présence d'une forêt à fonction sociale exclusive ou prépondérante ;
- > Présence de chemins de randonnées pédestres (réseau principal) ;
- > Présence d'une zone de camping à proximité (distance considérée : 100 m) ;
- > Présence d'un bâtiment scolaire à proximité (distance considérée : 100 m) ;
- > Cours d'eau situé dans le périmètre d'un parc naturel régional (parc naturel du Gantrisch ou parc naturel Gruyères-Pays d'En-Haut) ;
- > Cours d'eau situé dans une zone touristique ; l'inventaire de ces zones reprend la liste des 18 sites incontournables du canton de Fribourg, établie par Fribourg Région. Le périmètre pris en compte se base sur les périmètres des localités. Sites pris en considération : Gruyères, Moléson-sur-Gruyères, Charmey, Bulle, Broc, Schwarzsee, Les Paccots, Fribourg, Romont, Morat, Kerzers, Estavayer-le-Lac, Vallon, Gletterens, ainsi que le Lac de la Gruyère et la région du Vully (localités de Môtier, Praz et Mur) ;
- > Cours d'eau utilisés pour les activités aquatiques (canyoning, kayak).

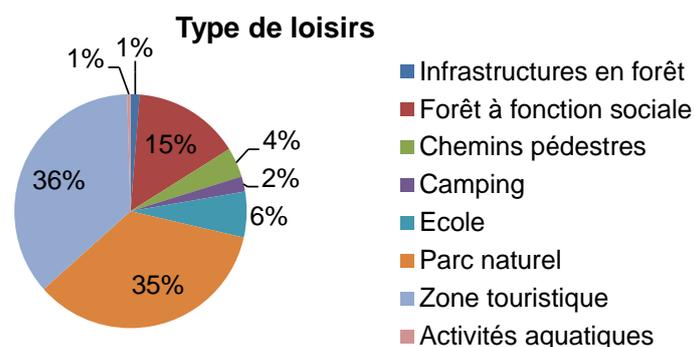


Figure 53. Type de loisirs pris en compte et proportion de chaque type de loisirs.

Si le tronçon présente plus de 3 types d'activités de loisirs, la note 2 (grande importance) est attribuée. Si le tronçon présente moins de 3 types d'activités de loisirs, la note 1 (faible importance) est attribuée. Si le tronçon ne présente aucune activité de loisirs, la note 0 (sans importance) est attribuée. Ces notes indiquent l'importance du tronçon pour les activités de loisirs. Leur répartition dans le réseau hydrographique est reportée dans la Figure 53.

Importance des cours d'eau pour les loisirs

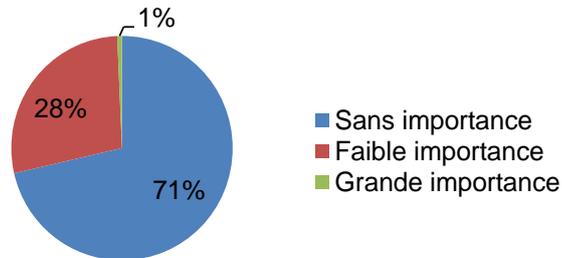


Figure 54. Importance des cours d'eau pour les activités de loisirs.

Annexe 1.2.7.3 Zones urbanisées

Les zones urbanisées ont été identifiées en prenant en considération les zones centre (selon le plan d'affectation des zones) situées dans des agglomérations de plus de 4'000 habitants. Les cours d'eau traversant des agglomérations fortement peuplées présentent un intérêt prépondérant pour la population. Les agglomérations de moins de 4'000 habitants ont été écartées. La population résidant dans ces agglomérations a souvent un accès facilité à la nature et l'importance des cours d'eau pour la population y est souvent moindre. Une zone urbanisée est soit présente soit absente, aucune gradation des valeurs en fonction de la taille de l'agglomération n'est utilisée.

Cours d'eau en zones urbanisées

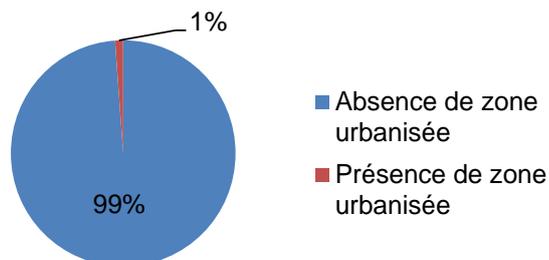


Figure 55. Cours d'eau situés dans des zones urbanisées (zones centre des agglomérations de plus de 4'000 habitants).

Annexe 1.2.7.4 Sites pollués

Certains sites pollués ont été considérés comme des installations déplaçables (voir Annexe 1.2.5). Les sites pollués nécessitant un assainissement ont pour leur part été considérés comme présentant une véritable synergie, car leur assainissement représente une opportunité de réaliser une revitalisation et, inversement, un projet de revitalisation peut conduire à l'assainissement d'un site. Seul 0.1% des tronçons ont une synergie avec les sites pollués.

Annexe 1.2.7.5 Eclusées

Une coordination a été réalisée avec la planification de l'assainissement des éclusées. Ainsi, les tronçons concernés par les éclusées ont été évalués en fonction de leur synergie avec la revitalisation. Il s'agissait de voir sur quel tronçon des mesures de revitalisation pourraient permettre d'atténuer l'impact des éclusées : l'évaluation a été réalisée par la LCE (MM. Raemy et Joerin), sur la base des informations disponibles dans la planification de l'assainissement des éclusées. Un contrôle basé sur un avis d'expert a été réalisé par M. Roulier (SCZA). Une synergie nulle est mentionnée lorsque le tronçon concerné n'est pas soumis aux éclusées. Il est à noter que, dans le canton de Fribourg, les installations nécessitant un assainissement des éclusées sont toutes situées sur la Sarine. Le Tableau 12 détaille les synergies selon les tronçons et la Figure 55 donne la répartition en pourcentage des 46 km de cours d'eau concernés.

Tronçon		Synergie	Potentiel écologique
T2	Schiffenen - Confluence Sarine-Singine	Faible	Important
T3	Oelberg - Lac de Schiffenen	Moyenne	Important (non évalué pour le lac)
T4	Maigrauge – Oelberg	Aucune	Important (sauf quelques mètres en aval direct du barrage en potentiel moyen)
T5	Hauterive – Pérolles	Moyenne	Important
T6	Rossens – Hauterive	Aucune	Important
T7	Lessoc – Gruyères	Importante	Important (sauf quelques mètres en aval direct du barrage en potentiel moyen)
T8	Limite Vaud-Fribourg – Lessoc	Aucune	Important

Tableau 12. Synergies avec les éclusées (par tronçons) le long de la Sarine.

Synergies avec l'assainissement des éclusées (46 km considérés)

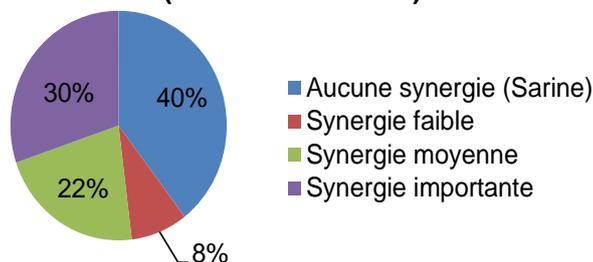


Figure 56. Synergies avec l'assainissement des éclusées le long de la Sarine.

Annexe 1.2.7.6 Charriage

Une coordination a été réalisée avec la planification de l'assainissement du charriage. Les tronçons identifiés comme prioritaires (priorité 1) au niveau du charriage, et concernés par des installations liées à la force hydraulique et qui seront assainies, ont été considérés avec une synergie importante.

Les tronçons de deuxième priorité (priorité 2), en lien avec des ouvrages ou installations non liés à la force hydraulique, ont également été considérés. Le rétablissement des processus naturels de charriage est ainsi pris en compte au travers de la revitalisation. Les cours d'eau cibles ont été identifiés selon la méthodologie développée par la LCE. Il s'agissait d'identifier les cours d'eau pour lesquels l'aménagement du lit et des rives induit une atteinte aux régimes de charriage. Les tronçons retenus comme présentant une synergie avec la revitalisation sont les tronçons de ces cours d'eau cibles présentant un aménagement du lit moyen (plus de 10 à 30 %) et/ou un aménagement d'une ou des deux rives moyen (plus de 10 à 30 %). Les tronçons ressortant de cette analyse, avec une classe écomorphologique naturelle ou peu atteinte, ou situés entièrement en forêt ont été exclus. En effet, pour les tronçons précités, on considère qu'il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage lié à l'aménagement du cours d'eau (lit et/ou rives). La répartition des synergies avec l'assainissement du charriage est reportée dans la Figure 56.

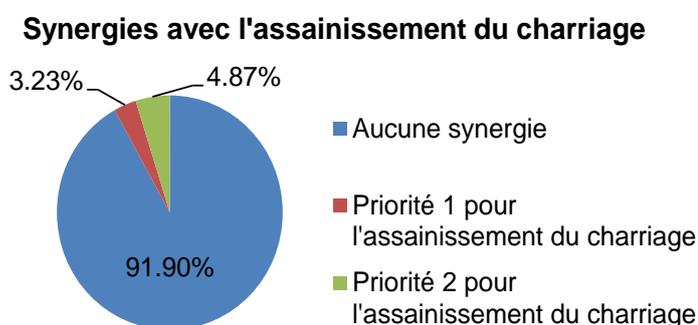


Figure 57. Tronçons présentant une synergie avec l'assainissement du charriage.

Annexe 1.2.7.7 Tronçons CSCF-karch

Les synergies avec les tronçons présentant une diversité en espèces élevée (ci-après tronçons « espèces ») ou contenant des espèces prioritaires au niveau national (ci-après tronçons EPN) ont été évaluées sur la base du travail du CSCF-karch (Schmidt et Fivaz 2013). Le rapport Schmidt et Fivaz (2013) et les couches SIG sont disponibles sur le site de l'OFEV³.

Seules les synergies avec les tronçons « espèces » (valeur DIV dans les données CSCF-karch, sans oiseaux) et les tronçons EPN (valeur PRIO dans les données KARSH-CSCF, sans oiseaux) ont été considérées.

17 groupes d'organismes sont pris en considération : 3 vertébrés, 12 invertébrés, les plantes vasculaires et les mousses.

Les tronçons « espèces » abritent une diversité particulièrement élevée d'espèces dans au moins un des 17 groupes considérés.

Les tronçons EPN abritent une ou plusieurs espèces prioritaires au niveau national.

Les autres catégories disponibles n'ont pas été activées dans les synergies ; il s'agit :

- > des tronçons « hotspots », englobant l'ensemble des tronçons « espèces » et des tronçons EPN, car ces secteurs ne comportent pas d'information supplémentaire,

³ <http://www.bafu.admin.ch/umsetzungshilfe-renaturierung/11362/11369/?lang=fr>

http://www.bafu.admin.ch/gis/02911/07403/index.html?lang=fr#sprungmarke1_49 (consultés le 25.07.2014)

- > des tronçons «oiseaux» car leur précision est plus vague (maille : carrés kilométriques) et elles englobent des données comme l'altitude et le rang du cours d'eau (Strahler) déjà valorisées par ailleurs.

Pour concentrer l'essentiel de l'information utile aux synergies, on n'a pas non plus valorisé les tronçons situés en amont et en aval des tronçons EPN ou « espèces ».

Le système de synergie reposant sur les données CSCF-karch fonctionne de la manière suivante :

- > Si un tronçon ne recoupe aucune zone « espèces » ou EPN, aucun point de synergie n'est attribué ;
- > Lors de l'intersection avec au moins une zone « espèces » ou au moins une zone EPN, une note de 1 est attribuée ;
- > Lorsque le tronçon recoupe au moins une zone « espèces » et au moins une zone EPN, une note de 2 est attribuée.

Annexe 1.2.8 Balance entre l'agriculture et les synergies

On utilise la somme des points de l'agriculture et des synergies pour passer du rapport bénéfice/coût (Annexe 1.3.4) aux priorités dans le temps (Annexe 1.3.5) sur un horizon temporel à long terme (80 ans). Comme le montrent l'Annexe 1.2.6 (agriculture) et l'Annexe 1.2.7 (synergies et conflits), les points qui peuvent être obtenus vont de -7 à 0 pour l'agriculture et de 0 à +18 pour les synergies. L'analyse de ces deux données de base (respectivement chapitres 3.2.6 et 3.2.7) montre que dans les deux cas la valeur moyenne est proche de zéro. Le minimum de points obtenus par des tronçons affectés par l'agriculture est de -6.8 points, alors que le maximum de points synergie obtenus est de 10 points. Il a été décidé de donner le même poids aux synergies qu'à l'agriculture. Pour ce faire les points bruts de l'agriculture ont été multipliés par 1.5 afin d'obtenir la même échelle de valeurs que pour les points de synergie. Par la suite, ce sont les points adaptés et additionnés qui sont utilisés pour la priorisation.

Annexe 1.3 Analyse SIG

Ce chapitre présente les barèmes de croisement des données de base afin d'obtenir des priorités dans le temps sur 80 ans.

Annexe 1.3.1 Valeur de l'état naturel

Cette notion mesure la valeur écologique du tronçon dans un état naturel. Elle est estimée sur la base des deux éléments présentés ci-dessus: la valeur naturelle des milieux aquatiques (valeur aquatique) et la valeur naturelle des milieux terrestres (valeur terrestre).

Des règles de croisements (Tableau 13) ont été définies pour combiner les évaluations de ces deux éléments. Elles donnent le même poids aux deux milieux considérés et assure une évaluation neutre.

Aquatique			Terrestre			Etat naturel	
important	+		important	=		important	
important	+		moyen	=		important	
important	+		faible	=		moyen	
moyen	+		important	=		important	
moyen	+		moyen	=		moyen	
moyen	+		faible	=		faible	
faible	+		important	=		moyen	
faible	+		moyen	=		faible	
faible	+		faible	=		faible	

Tableau 13. Règles de croisement de la valeur naturelle des milieux aquatiques avec les milieux terrestres.

Annexe 1.3.2 Etat écologique potentiel

L'état écologique potentiel est l'équivalent du potentiel écologique selon l'aide à l'exécution de l'OFEV. Cette notion mesure la valeur écologique d'un tronçon après revitalisation, c'est-à-dire après suppression de toutes les contraintes déplaçables, à des coûts proportionnés. Pour les cours naturels, l'état écologique potentiel correspond à leur valeur écologique dans leur état actuel.

Des règles de croisement (Tableau 14) permettent d'aboutir à l'évaluation de l'état écologique potentiel à partir des évaluations de la valeur de l'état naturel et des impacts des installations fixes. En résumé, un impact fort fait perdre deux classes de valeur et un impact moyen en fait perdre une.

Etat Naturel			Inst. fixe			Etat écol. potentiel	
important	+		important	=		faible	
important	+		moyen	=		moyen	
important	+		faible	=		important	
moyen	+		important	=		faible	
moyen	+		moyen	=		faible	
moyen	+		faible	=		moyen	
faible	+		important	=		faible	
faible	+		moyen	=		faible	
faible	+		faible	=		faible	

Tableau 14. Règles de croisement de la valeur de l'état naturel avec les installations fixes pour aboutir à l'état écologique potentiel.

Annexe 1.3.3 Potentiel de valorisation

Conformément à la définition donnée dans l'aide à l'exécution de l'OFEV (cf. Tableau 15), le potentiel de valorisation est le croisement de l'état écomorphologique, avec les installations sises dans l'ER (installations déplaçables). Ainsi, les cours d'eau en mauvais état ou mis sous terre présentant peu d'installations déplaçables sises dans l'espace ont un grand potentiel de valorisation.

		Etat écomorphologique (selon Ecomorphologie niveau R)			
		Naturel/ semi-naturel	Peu atteint	Très atteint	Non naturel/artificiel, mis sous terre
Installations sises dans l'espace réservé aux eaux (ou coût lié à leur suppression)	Nul	Faible	Moyen	Important	Important
	Faible	Faible	Moyen	Important	Important
	Moyen	-	Faible	Moyen	Important
	Important	-	-	Faible	Faible

Tableau 15. Potentiel de valorisation : croisement de l'état écomorphologique avec les installations déplaçables (Goeggel 2012).

Annexe 1.3.4 Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles

Cette étape clé de la procédure résulte du croisement de l'état écologique potentiel avec le potentiel de valorisation. De manière abrégée, nous l'appelons « rapport bénéfice-coût ». Les critères de croisement sont reportés dans le Tableau 16, selon l'aide à l'exécution de l'OFEV. Pour les tronçons présentant une écomorphologie naturelle, une valeur « faible » pour le rapport bénéfice-coût est imposée.

		Potentiel de valorisation		
		Faible	Moyen	Important
Potentiel écologique et importance paysagère	Faible	Faible	Faible	Moyen
	Moyen	Faible	Moyen	Important
	Important	Moyen	Important	Important

Tableau 16. Règles de croisement de l'état écologique potentiel avec le potentiel de valorisation pour obtenir le bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles (Goeggel 2012).

Annexe 1.3.5 Priorité des revitalisations à long terme (80 ans)

Les synergies et l'agriculture influencent les priorités dans le temps. Partant du rapport bénéfice-coût et tenant compte de ces éléments (agriculture et synergies, cf. Annexe 1.2.8), on aboutit à trois classes de priorité :

- > Cours d'eau important pour la revitalisation (priorité 1) : à revitaliser à long terme (80 ans)
- > Cours d'eau de moindre importance pour la revitalisation (priorité 2)
- > Non-prioritaires (priorité 3) : ne sont pas à revitaliser (cours d'eau naturels/semi-naturels) ou ne présentent pas un intérêt suffisant pour la revitalisation (torrent, présence d'installations fixes ou déplaçables qui engendreraient un coût disproportionné de la revitalisation)

Le 20 % des tronçons à bénéfice/coût important présentant le plus de conflits est classé en priorité temporelle 2 alors que le reste de ces tronçons sera considéré de première priorité.

Le 20 % des tronçons à bénéfice/coût moyen présentant le plus de conflits est classé en priorité temporelle 3. Le 5 % des tronçons avec le plus de synergies sont par contre promus en priorité 1. Le reste de ces tronçons sera considéré de priorité 2.

Tous les tronçons présentant un bénéfice/coût faible sont considérés comme non prioritaires (3). Le Tableau 17 résume ce principe et donne les valeurs seuil de synergie et de l'agriculture.

Bénéfice/coût	Synergies +agriculture	Priorités dans le temps
important	> -4.5	1
important	≤ -4.5	2
moyen	> 2.0	1
moyen] -4.7 ; 2[2
moyen	≤ -4.7	3
faible	toutes	3

Tableau 17. Barème des priorités dans le temps, tenant compte du rapport bénéfice/coût et des points de synergie et de l'agriculture.

Cette étape marque la fin de l'analyse SIG et constitue l'un des résultats principaux du travail. Les tronçons ainsi obtenus en priorité 1 sont à revitaliser dans les 80 ans. Le nombre de kilomètres à revitaliser dans les 20 ans (62 km, cf. Annexe 1.3.6 et chapitre 3.3.6) est obtenu au pro-rata des kilomètres obtenus sur 80 ans (247 km, cf. chap. 3.3.5).

Annexe 1.3.6 Plan d'action à 20 ans

La méthodologie appliquée a permis d'identifier 247 km de cours d'eau prioritaires à revitaliser sur les 80 prochaines années. Cette carte constitue la vision du canton pour les revitalisations à venir.

Une priorité pour les 20 prochaines années est demandée par la Confédération.

Ces tronçons seront répartis en deux catégories, soit A1 (pour action 1) de 0 à 10 ans et A2 (pour action 2) de 10 à 20 ans. Les tronçons sont repris des priorités à 80 ans, et le volume correspond à environ 62 km (proportion sur 20 ans des kilomètres prévus sur 80 ans). Un classement basé sur les points des tronçons permet de ressortir les tronçons prioritaires à 20 ans.

En parallèle, les tronçons sur lesquels des projets sont déjà en cours (à l'état de concept ou de projet) sont également identifiés.

Il est ainsi prévu, lors du choix des tronçons à inscrire dans les prochaines convention-programmes, de reprendre des tronçons sur lesquels des projets sont en cours (selon leur réelle faisabilité) et de compléter avec des tronçons A1 et/ou A2. Ainsi les tronçons A1 et A2 constituent une sorte de panier des tronçons prioritaires dans les 20 ans.

Afin d'identifier les actions à 20 ans, des points sont attribués pour l'ensemble de la procédure, aux tronçons identifiés en priorité 1 sur 80 ans. Les tronçons peu atteints sont exclus des priorités à 20 ans. Ces tronçons ne nécessitent bien souvent que des travaux minimes, qui peuvent souvent être effectués dans le cadre de l'entretien usuel des cours d'eau.

> Attribution des points pour le potentiel écologique :

Les points sont attribués de manière à retranscrire le barème de la Confédération. Le maximum de points est attribué aux tronçons avec un état naturel important et peu d'installations fixes (= état écologique potentiel important).

		Installations fixes		
		Important (1)	Moyen (2)	Faible (3)
Etat naturel	Important (3)	4	5	6
	Moyen (2)	3	4	5
	Faible (1)	2	3	4

Tableau 18. Barème d'attribution des points pour le potentiel écologique.

> Attribution des points pour le potentiel de valorisation :

Les points sont attribués directement pour être représentatifs de la matrice de l'OFEV.

Un potentiel de valorisation important correspond à 6 points. Un potentiel de valorisation moyen correspond à 4 points et un potentiel de valorisation faible correspond à 2 points.

		Installations déplaçables		
		Important	Moyen	Faible
Etat écomorphologique	Très atteint	2	4	6
	Non naturel / sous terre	2	6	6

Tableau 19. Barème d'attribution des points pour le potentiel de valorisation.

> Attribution des points pour le rapport bénéfice-coût :

Les points sont additionnés selon les matrices précédentes. Pour chaque classe est indiqué le nombre de points possibles.

		Potentiel de valorisation		
		Faible	Moyen	Important
Etat écologique potentiel	Important	8	10	12
	Moyen	7	9	11
	Faible	4	6	8
		5	7	9
		6	8	10

Tableau 20. Barème d'attribution des points pour le rapport bénéfice-coût.

Les notes du bénéfice iront donc de 4 à 12 points (addition des points de l'état écologique et du potentiel de valorisation).

> Attribution des points pour les priorités à long terme (80 ans) :

Les points attribués au niveau des synergies et de l'agriculture sont ensuite additionnés, respectivement soustraits. Un classement est finalement établi (ordre de points décroissant), permettant d'identifier les tronçons qui ont le plus d'intérêt (soit les tronçons avec le plus grand nombre de points).

Les 31 km qui obtiennent le plus de points de priorités sont classifiés en action 1 (0-10 ans) et les 30 km suivants en action 2 (10-20 ans). Les tronçons isolés de moins de 300 m de longueur et les petits tronçons proches, mais dont la longueur totale est inférieure à 300 m, ont été écartés. La longueur des travaux de revitalisation serait en effet trop faible pour avoir un impact sur l'écosystème. Après le contrôle de vraisemblance, il sera ainsi possible de donner une liste des tronçons qu'il serait souhaitable de revitaliser pour la prochaine convention de programme (2016-2019) et sur les 16 années suivantes.

Annexe 1.3.7 Remarque générale sur l'analyse SIG

Les différents seuils qui fixent les catégories (valeur seuils pour les valeurs aquatique et terrestre, synergies et agriculture) ont été ajustés de manière itérative de façon à tenir compte des quotas fixés par l'OFEV, à savoir :

- > la longueur cumulée des tronçons dont le rapport bénéfice/coût est important vaut au maximum un quart des tronçons dont l'état écomorphologique est jugé mauvais (classes III, IV et V), soit 200 km.
- > la longueur cumulée des tronçons dont le rapport bénéfice/coût est moyen vaut au maximum la moitié des cours d'eau dont l'état écomorphologique est jugé mauvais (classes III, IV et V), soit 400 km.

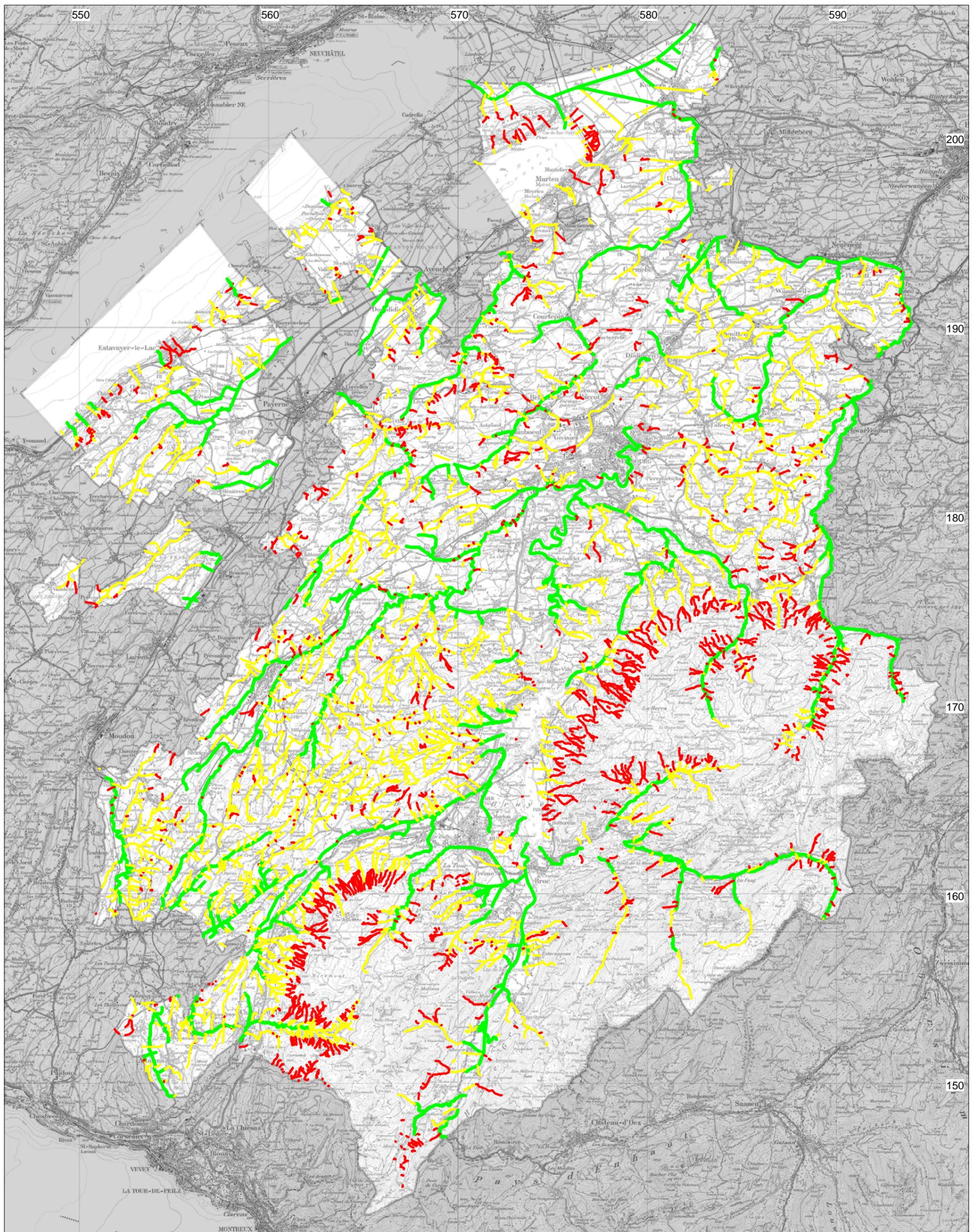
Aucune directive n'est donnée concernant le nombre de kilomètres prioritaires. Ainsi, il est décidé de considérer les mêmes quotas que pour le bénéfice/coût. Cela représente environ 3 km de cours d'eau à revitaliser par an, sur 80 ans, ce qui semble être un volume de travaux réalistes. Néanmoins, sur la base du Tableau 17, un tronçon présentant un bénéfice/coût moyen et des synergies importantes peut être promu en priorité 1 et un tronçon présentant un bénéfice/coût important mais beaucoup de conflits peut être déclassé en priorité 2.

Annexe 1.4 **Contrôle de vraisemblance**

Un contrôle de vraisemblance des résultats est fait tout au long de la procédure par la direction de projet. Ceci permet l'adaptation de la procédure de croisement des données, là où cela s'avère nécessaire, ainsi que l'établissement des valeurs seuils nécessaires pour obtenir le bon ratio de kilomètres de cours d'eau chaque catégorie de bénéfice/coût. Ceci fournit une première sélection de tronçons de cours d'eau à revitaliser en priorité dans les 20 années à venir.

Un examen supplémentaire est réalisé par les autres services de l'Etat concernés par la revitalisation des cours d'eau (voir chap. 1.3) afin de valider les résultats de la procédure. L'examen des résultats de la sélection par les représentants des services de l'Etat (avis d'expert) et la mise en évidence de tronçons problématiques (tronçons dont la priorité ne correspond pas à la vision des responsables) constitue aussi une étape importante du contrôle de vraisemblance.

Annexe 2 - Valeur aquatique



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

- LEGENDE**
- important
 - moyen
 - faible



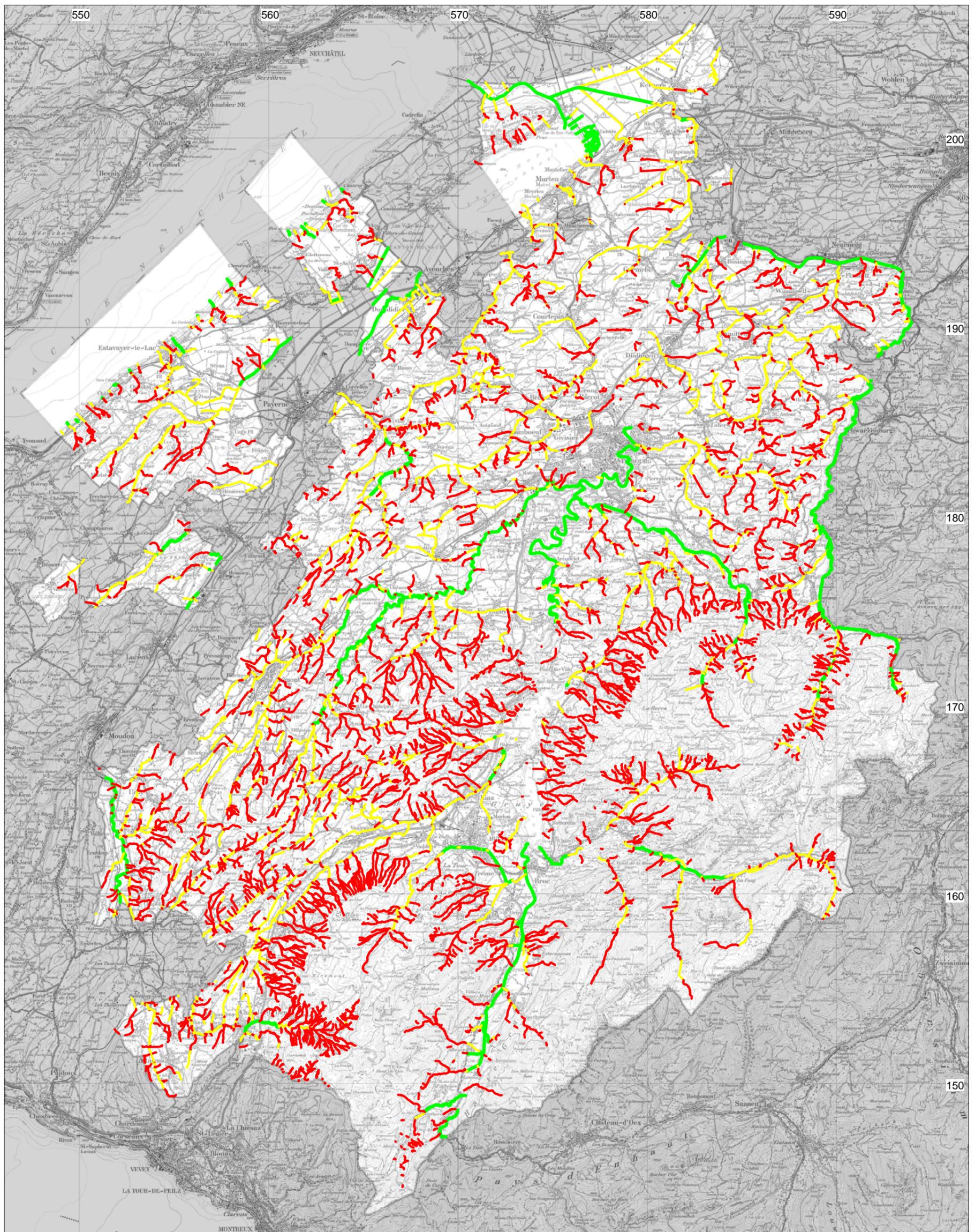
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 3 - Valeur terrestre



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- important
- moyen
- faible



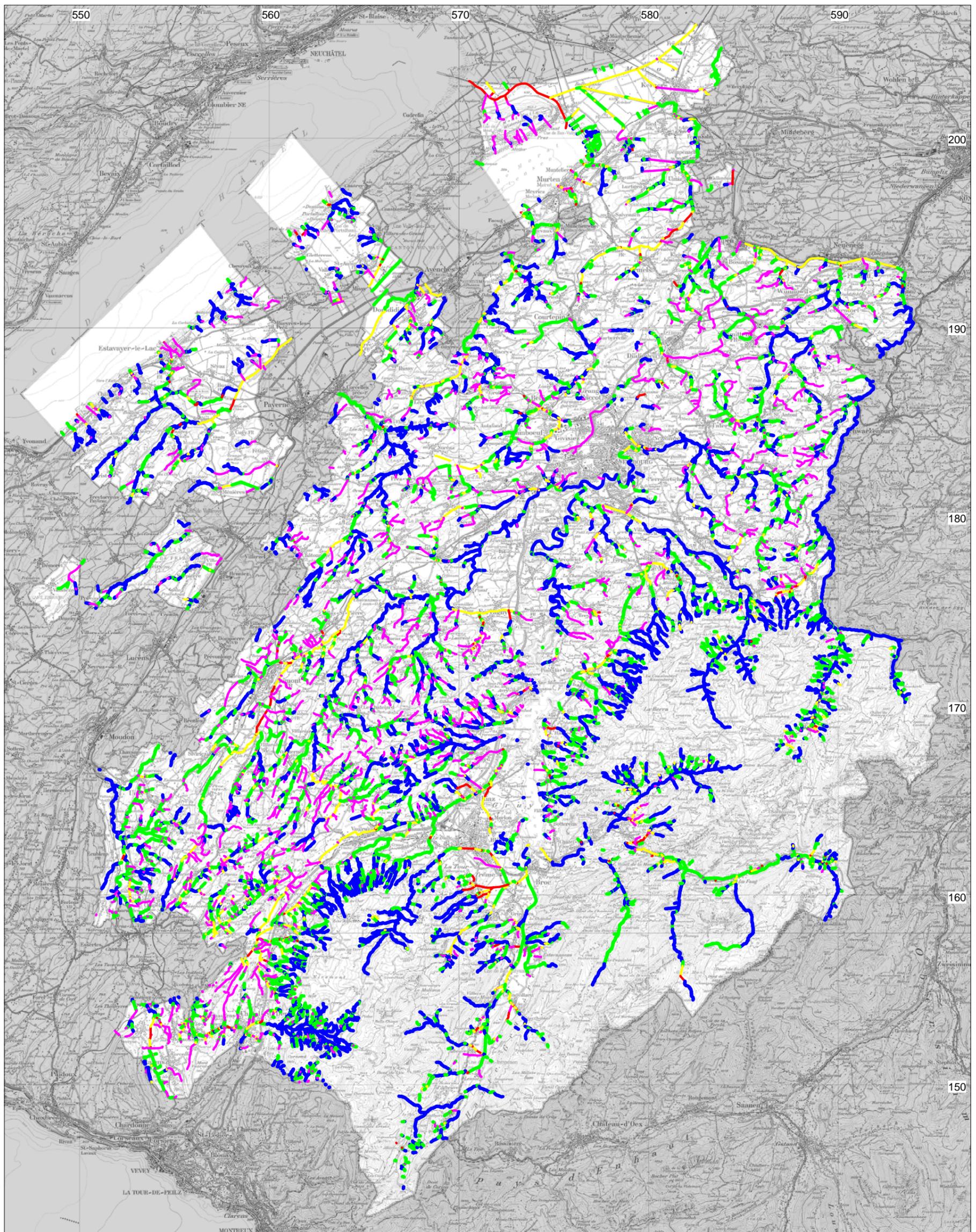
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 4 - Etat écomorphologique



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- Tronçon Liaison
- Cl. 1 naturel
- Cl. 2 peu atteint
- Cl. 3 très atteint
- Cl. 4 artificiel
- Cl. 5 mis sous terre



ECHELLE 1:200'000

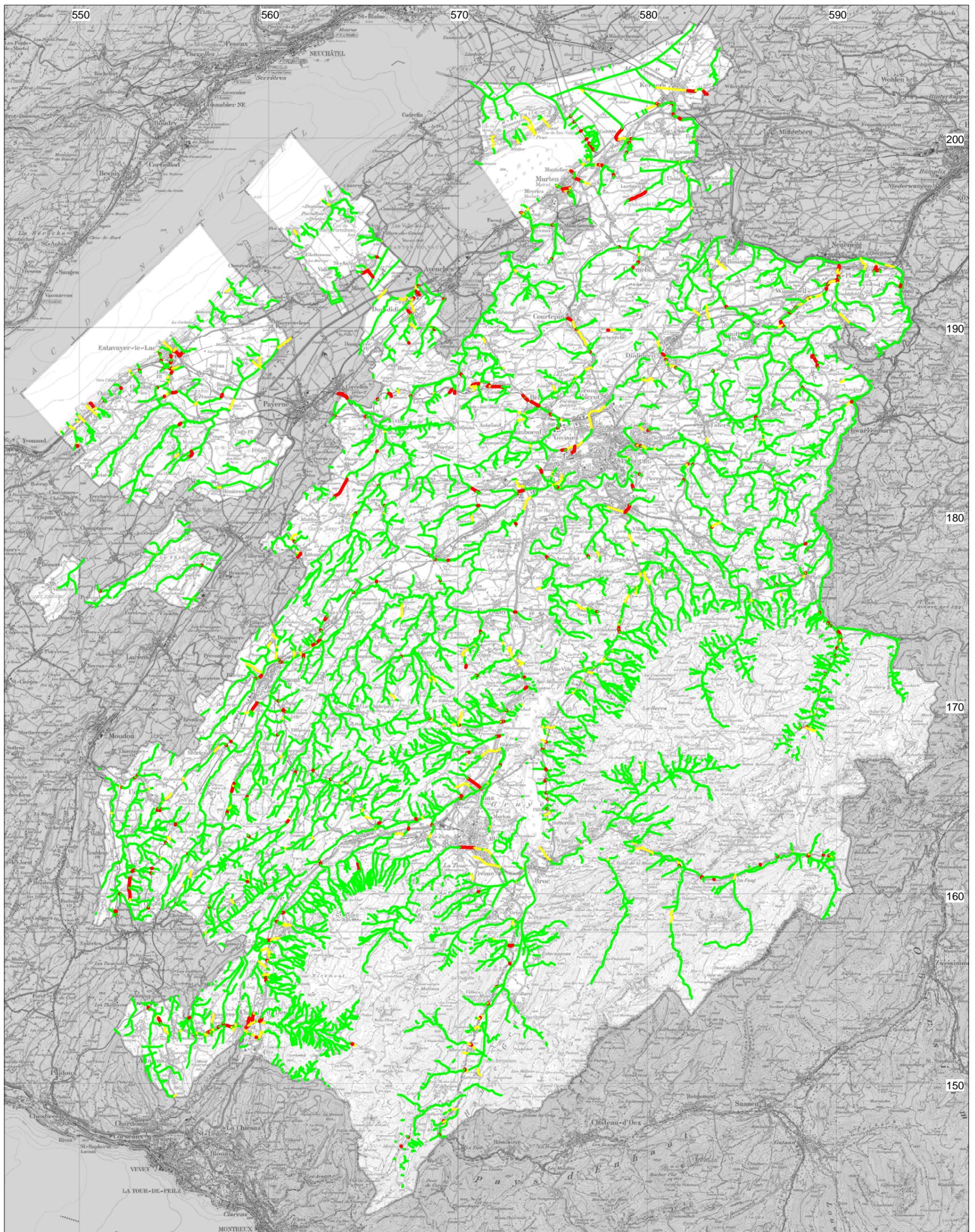
Format A3

0 5km



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 5 - Installations fixes



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- faible
- moyen
- important



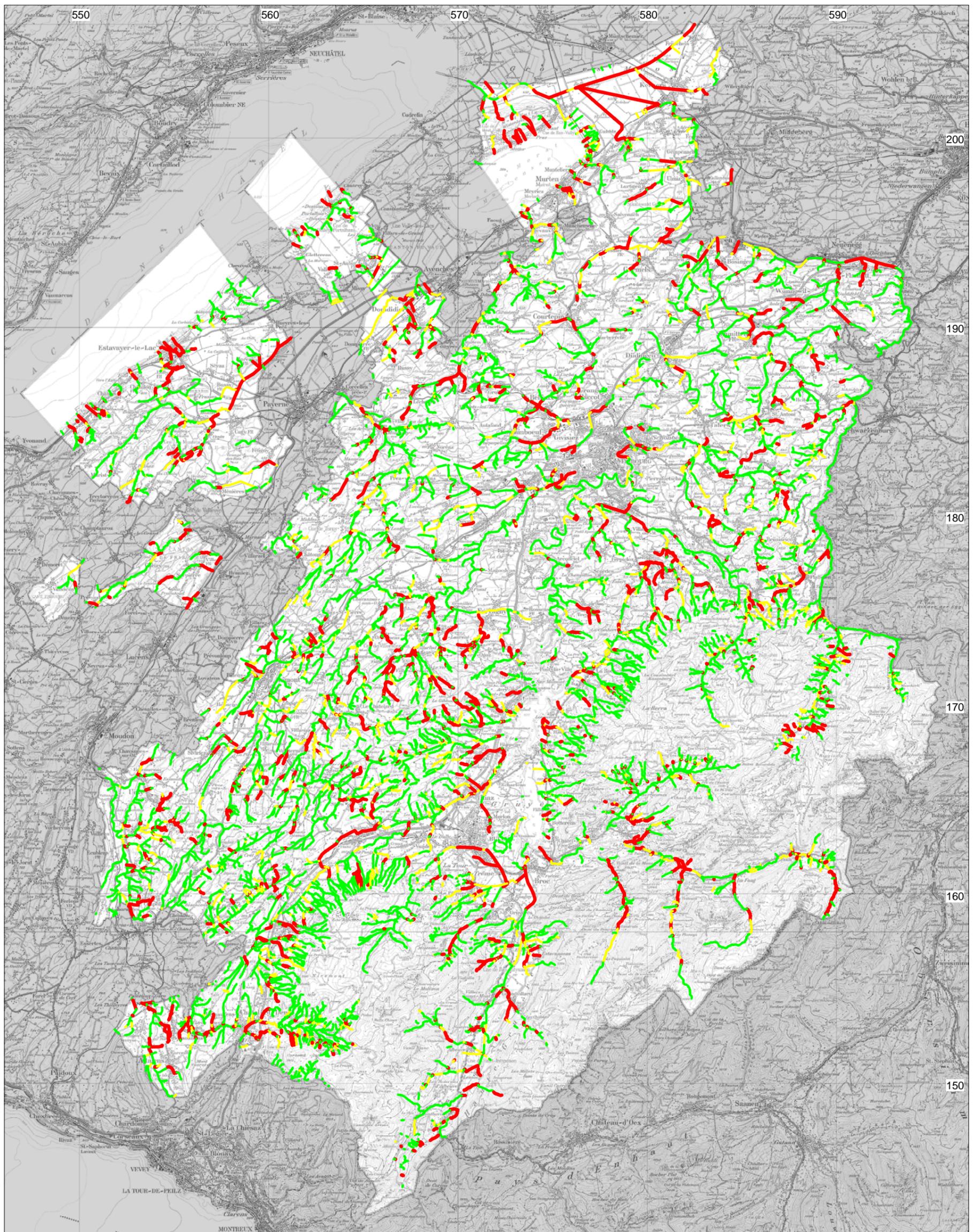
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 6 - Installations déplaçables



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- faible
- moyen
- important



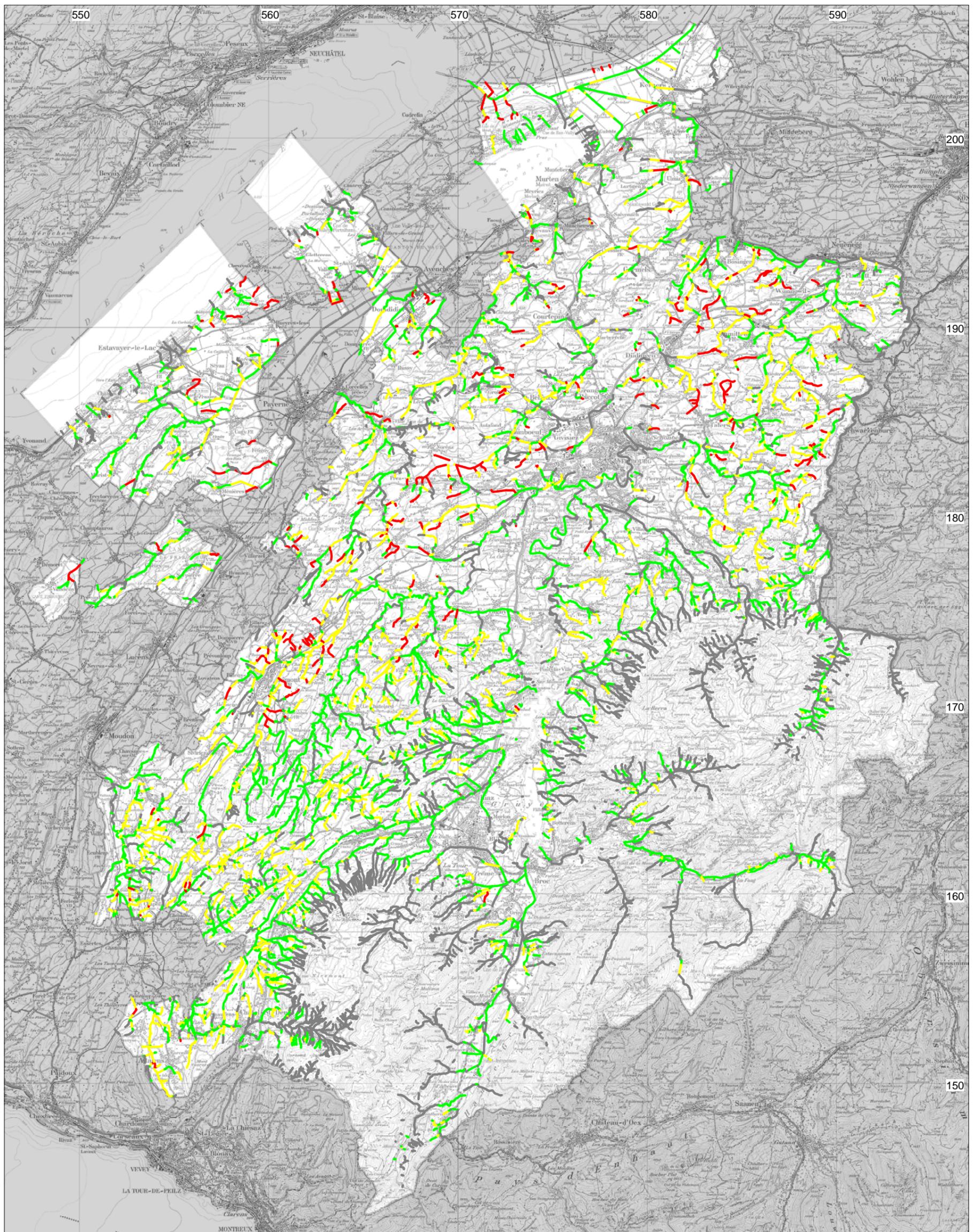
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 7 - Agriculture



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- 0 à -2 pts, contrainte agricole petite
- -2 à -4 pts, contrainte agricole petite moyenne
- -4 à -7 pts, contrainte agricole importante
- 0 pt, aucune contrainte agricole



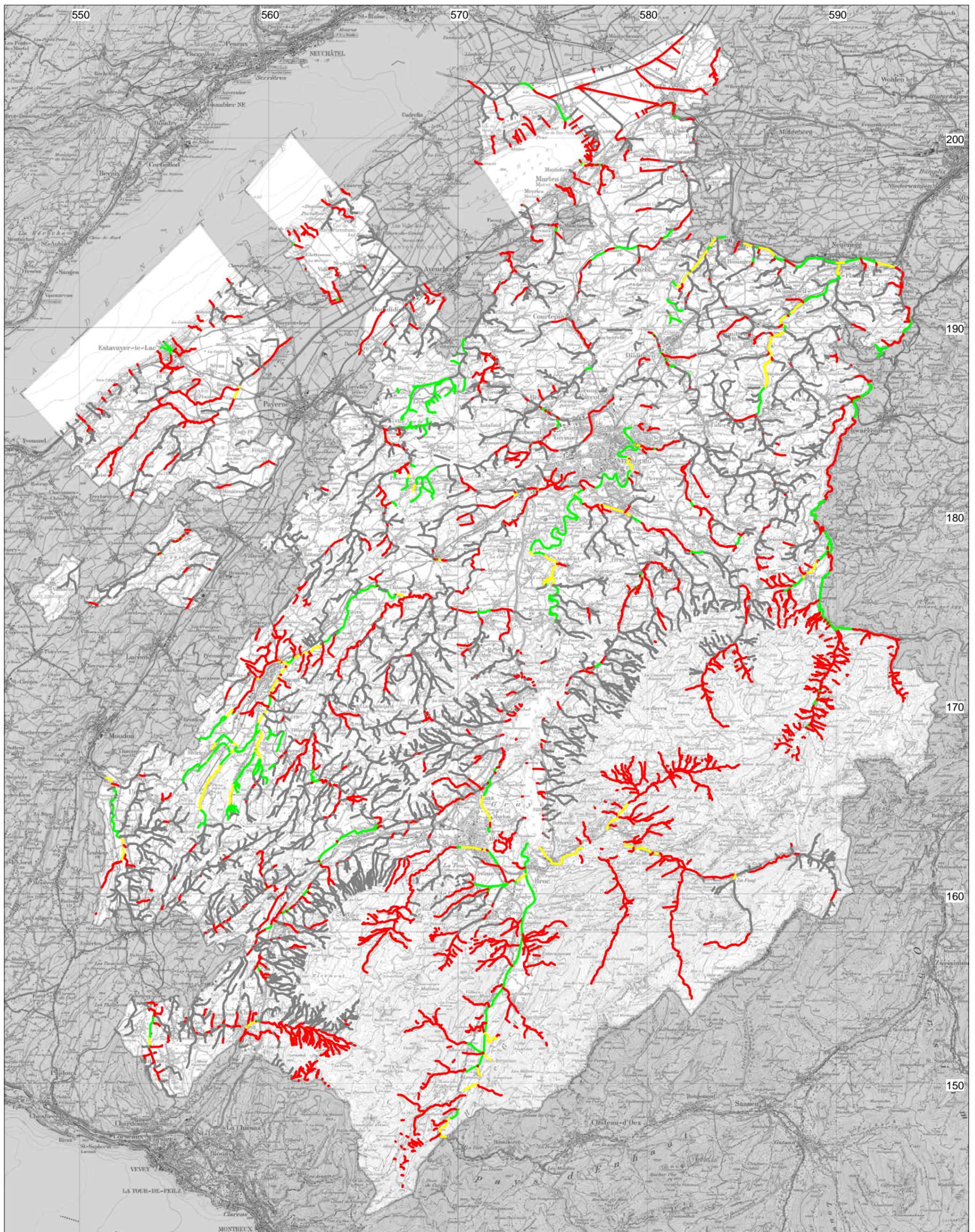
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 8 - Synergies



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- 6 à 10 pts, synergies importantes
- 3 à 5 pts, synergies moyennes
- 1 à 2 pts, peu de synergies
- 0 pt, aucune synergie



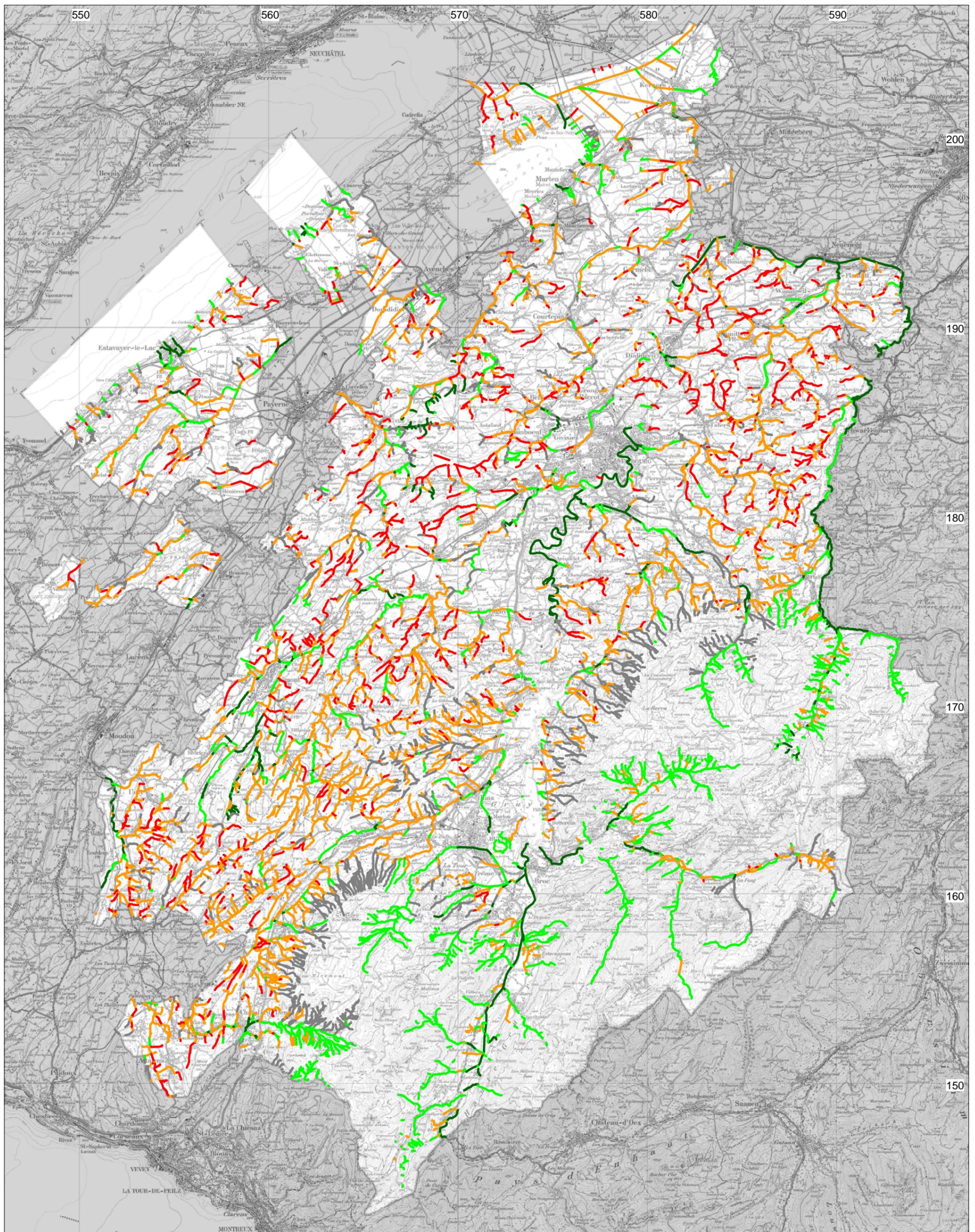
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 9 - Balance Synergies + agriculture



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE (syn.=synergies; contr.=contraintes)

	2 à 10 pts, syn.>>contr.		-2 à 0 pts, contr.>syn.
	0 à 2 pts, syn.>contr.		-10 à -2 pts, contr.>>syn.
	0 pt, balance neutre		



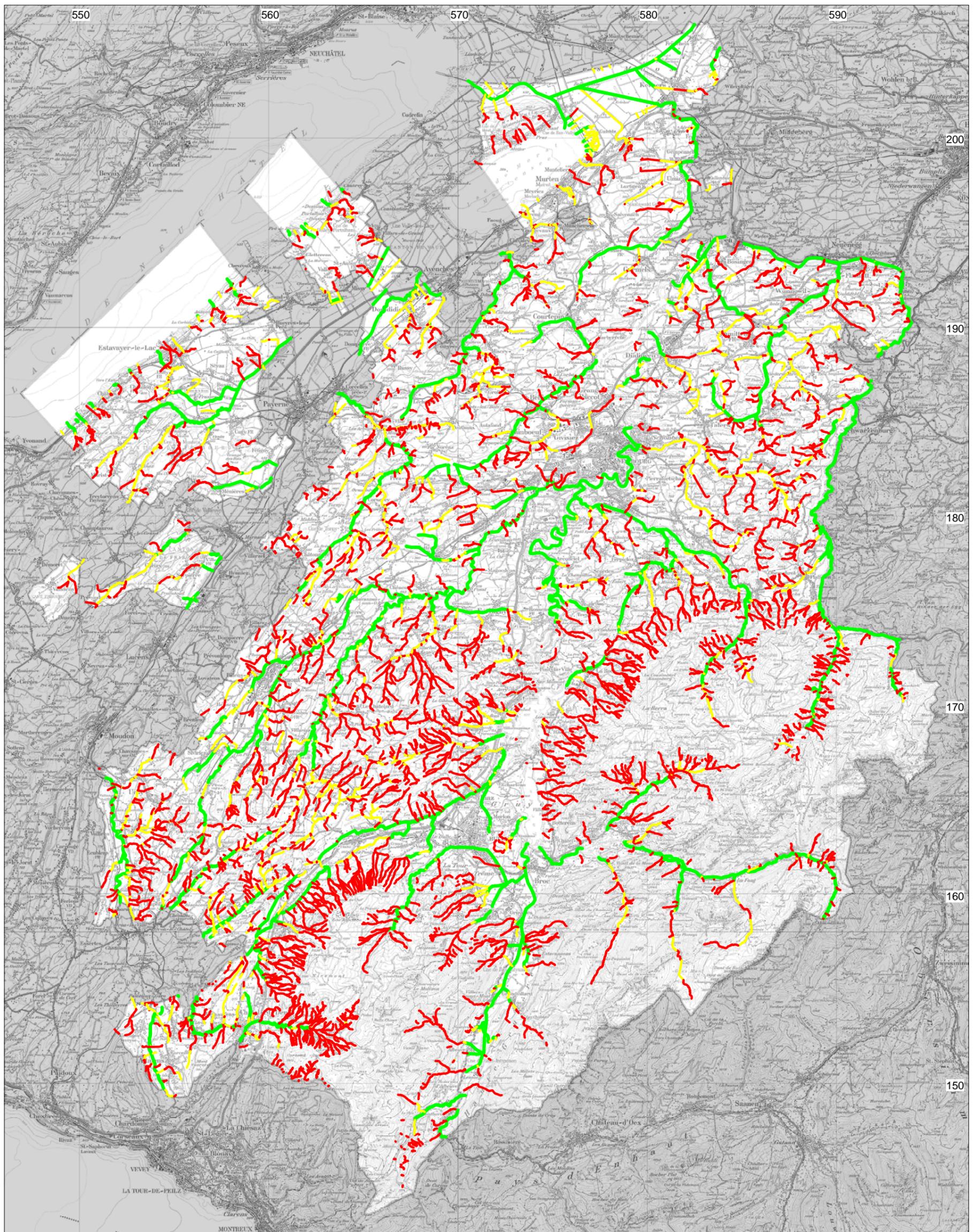
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 10 - Etat Naturel



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- important
- moyen
- faible



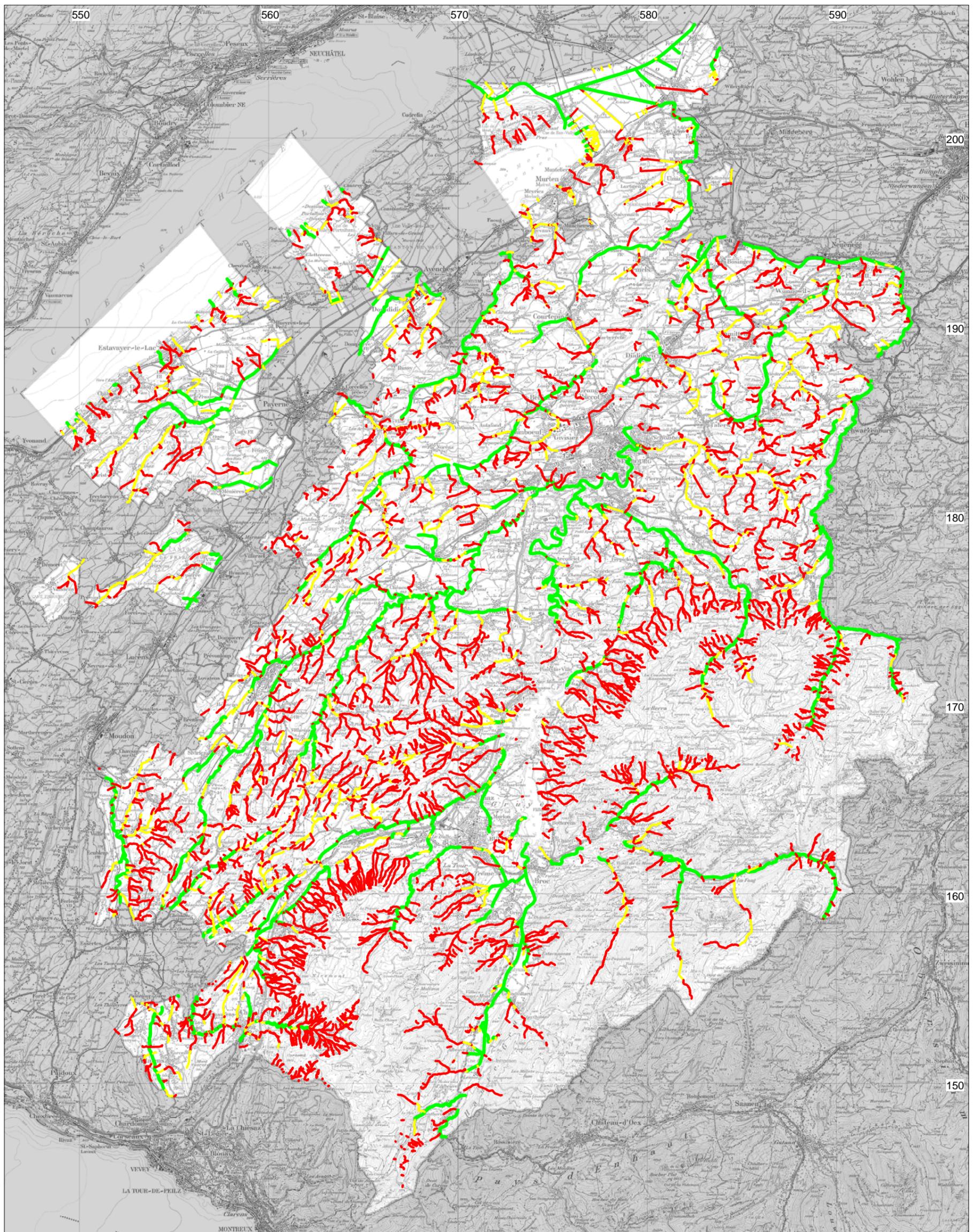
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 11 - État écologique potentiel



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- important
- moyen
- faible



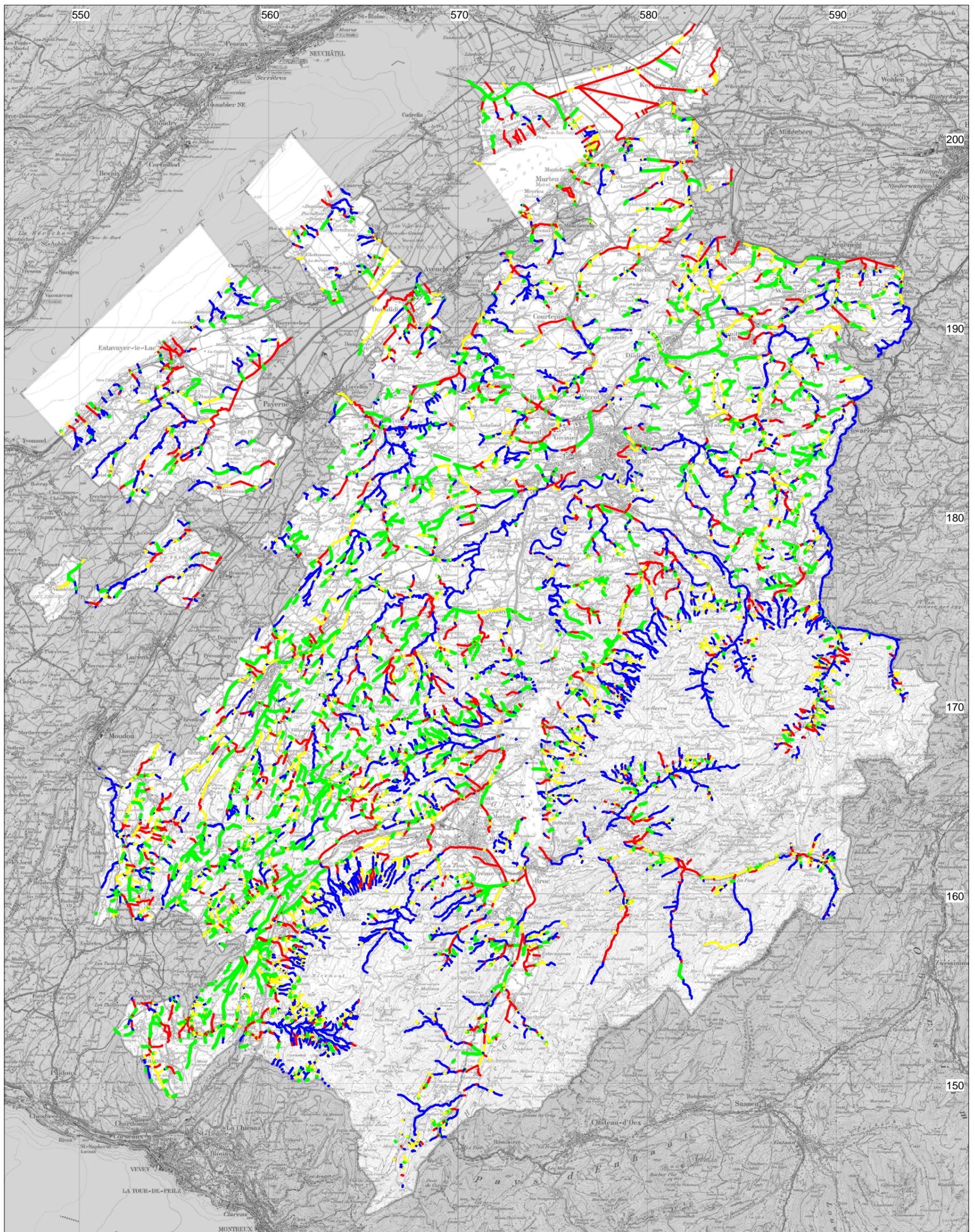
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 12 - Potentiel de valorisation



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 10.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

- LEGENDE**
- important
 - moyen
 - faible
 - naturel/semi naturel



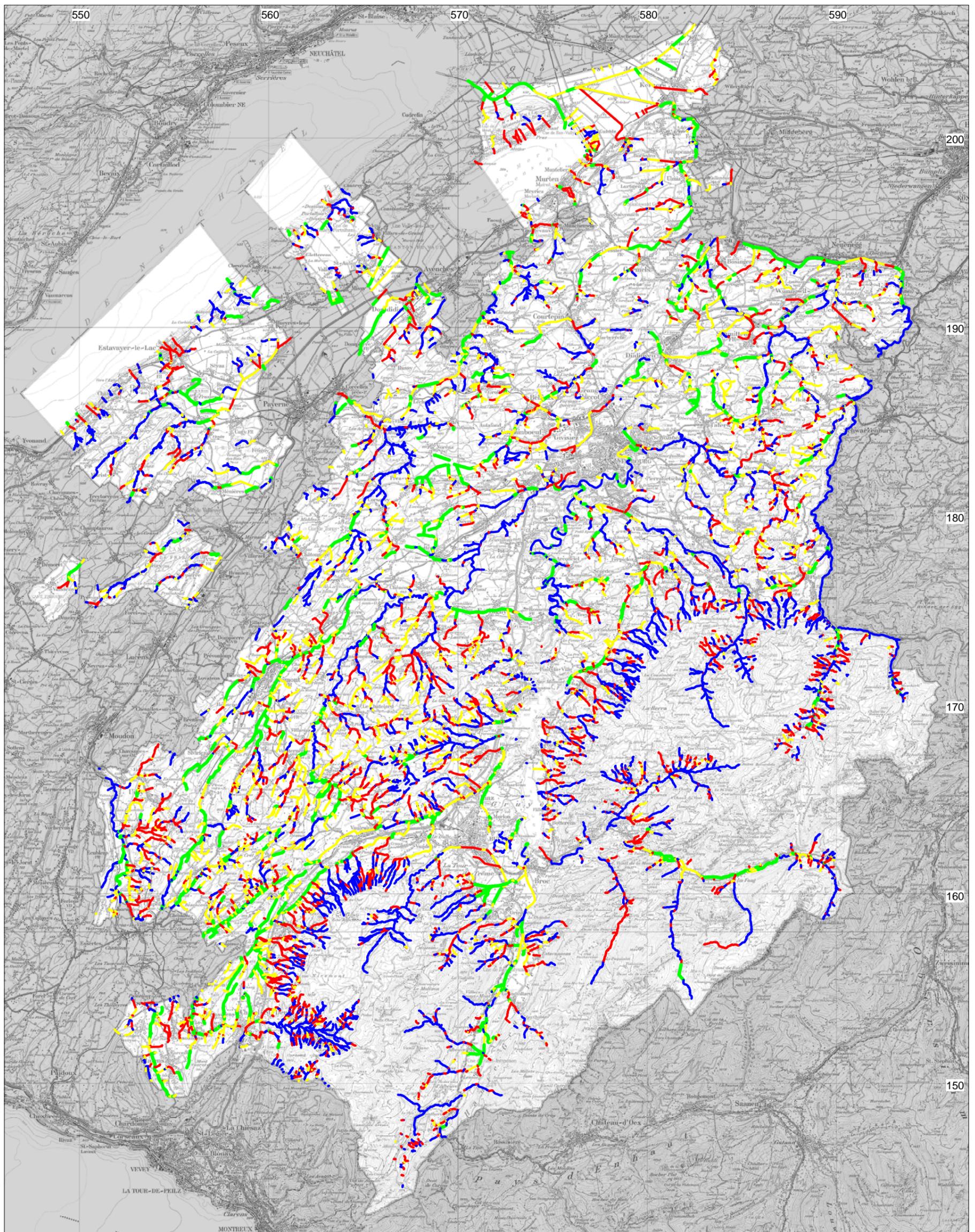
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 13 - Rapport Bénéfice/coût



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 10.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

- LEGENDE**
- important
 - moyen
 - faible
 - naturel/semi naturel



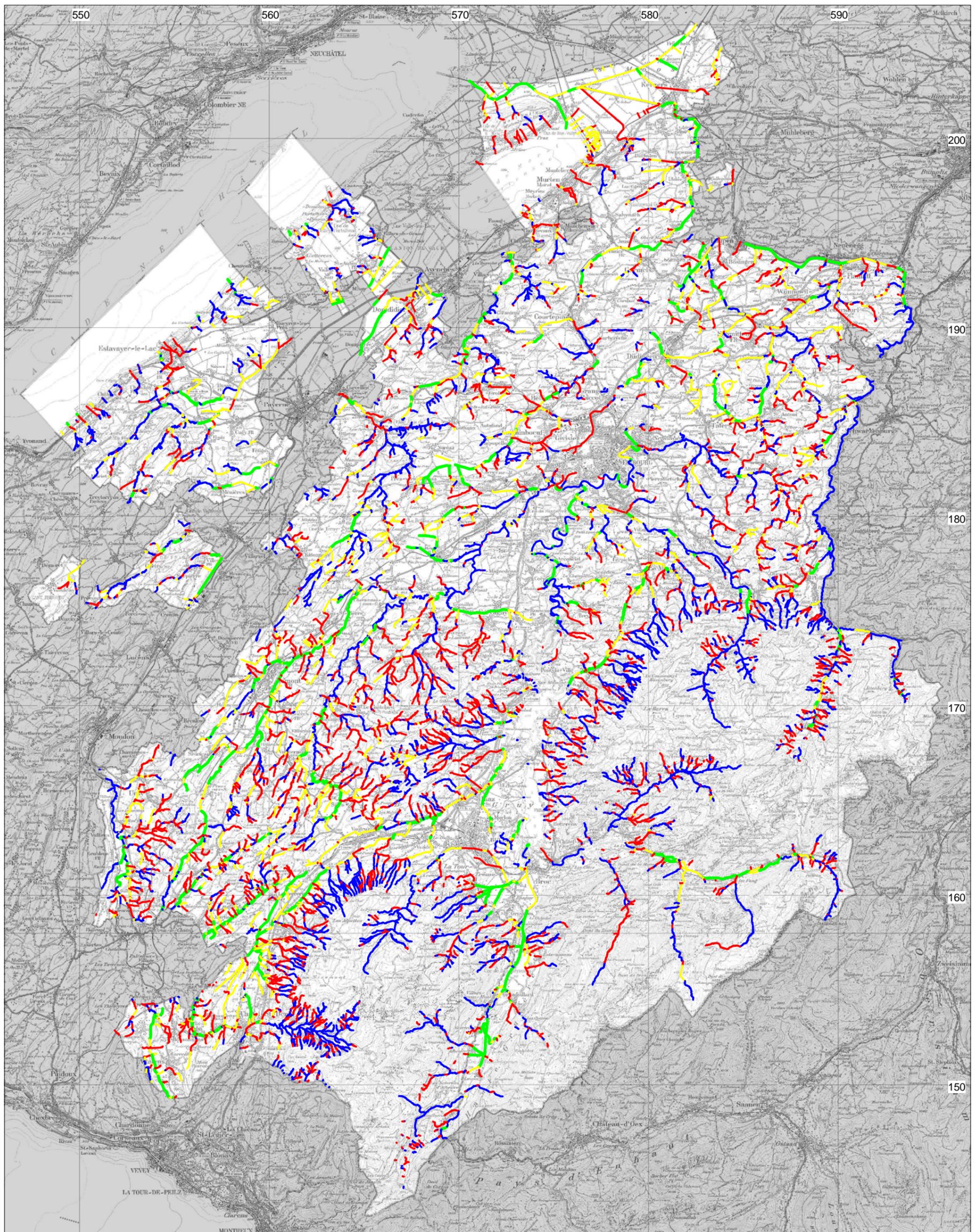
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 13a - Rapport Bénéfice/coût revu



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 18.08.2015, par le **Service conseil Zones alluviales**

- LEGENDE**
- important
 - moyen
 - faible
 - naturel/semi naturel



ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

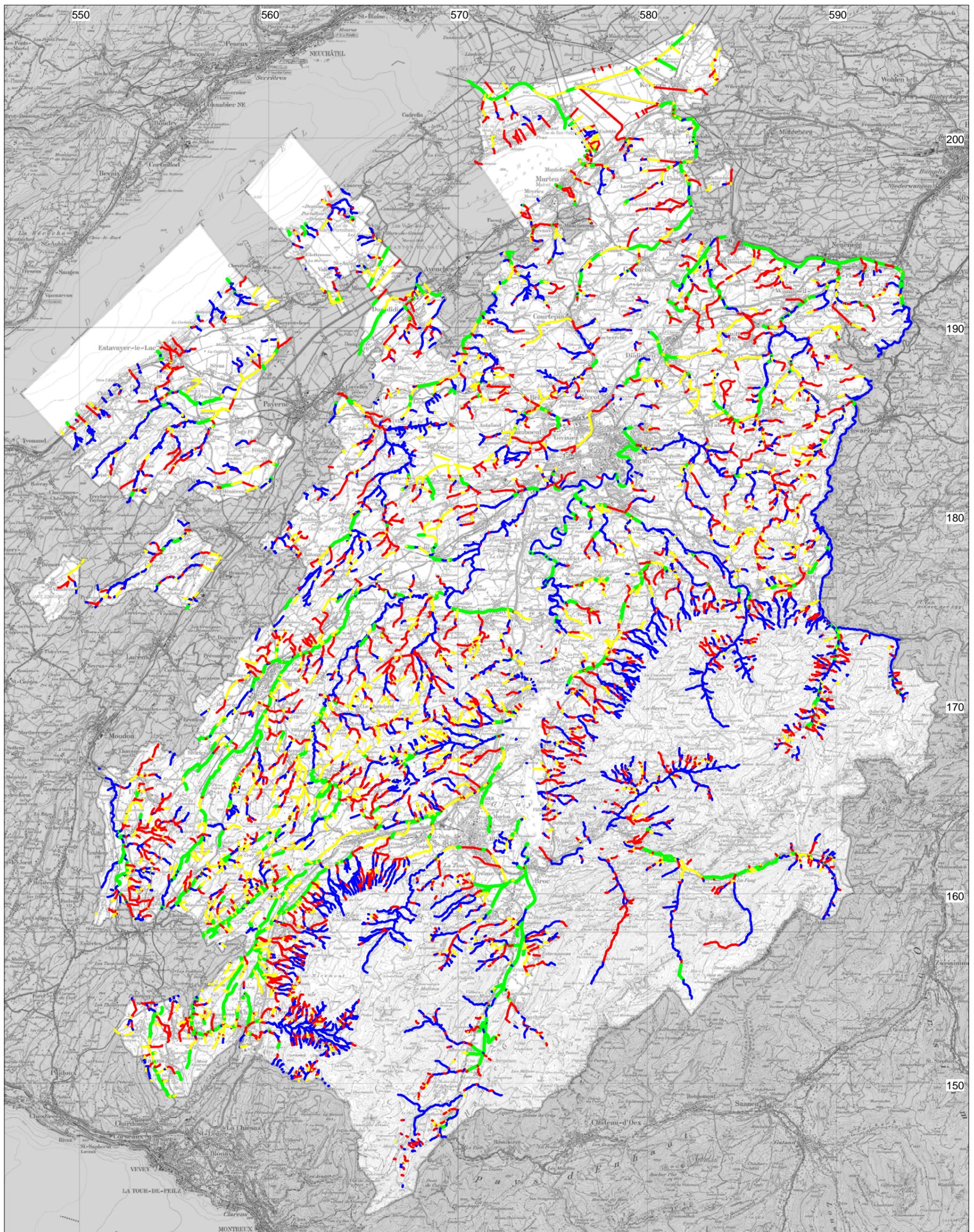
Annexe 13b Rapport Bénéfice/coût, adaptations dans les zones alluviales

Le tableau ci-dessous mentionne les adaptations du bénéfice en regard des coûts réalisées par zone alluviale.

	Bénéfice avant révision	Bénéfice revu	Longueur revue (km)
Zone alluviale d'importance nationale (Nr. Objet et nom)			
Objet 52 Les Iles de Villeneuve	Non déterminé	Bénéfice élevé	2.2 km
Objet 61 Ärgera Plasselb-Marly	Bénéfice faible	Bénéfice élevé	2.0 km
Objet 62 La Sarine Rossens-Fribourg	Bénéfice faible	Bénéfice élevé	1.1 km
Objet 65 Les Auges d'Estavannens	Bénéfice faible et moyen	Bénéfice élevé	2.7 km
Objet 66 Les Auges de Neirivue	Bénéfice faible et moyen	Bénéfice élevé	2.0 km
Objet 217 La Neirigue et la Glâne	Bénéfice faible	Bénéfice élevé	0.3 km
Objet 307 Le Chablais	Bénéfice faible et élevé	Bénéfice moyen	3.6 km
Objet 314 Kalte Sense	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	0.9 km
Objet candidat Zone alluviale d'importance cantonale (Nr. Objet et nom)			
Objet 430 Seeschlund	Bénéfice faible et élevé	Bénéfice moyen	1.5 km
Objet 405 Fochau	Non déterminé	Bénéfice moyen	Hors géodonnées et quotas
Zone alluviale d'importance cantonale (objets candidats) (Nr. Objet et nom)			
Objet 20013 Les Auges	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	1.4 km
Objet 20016 La Râpe	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	0.5 km
Objet 20018 Champs Dessous	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	0.2 km
Objet 20505 La Glâne	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	0.8 km
Zone alluviale d'importance cantonale (Nr. Objet et nom)			
Objet 20002 Plan Paccot	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	0.2 km
Objet 20029 Les Veitours	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	1.8 km

Objet 20501 La Sonnaz	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	1.3 km
Objet 20080 Grand Bois	Non déterminé (étude intercantonale « Broye VD-FR »)	Bénéfice moyen	Hors géodonnées et quotas
Objet 60528 Gagenmühli bis Mühle	Bénéfice faible et élevé	Bénéfice moyen	3.9 km
Objet 10062 Les Vaux	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	0.8 km
Objet 20019 Les Favresses	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	0.5 km
Objet 60511 Tannholz	Bénéfice faible	Bénéfice moyen	0.6 km

Annexe 14 - Priorité des revitalisations à long terme (80 ans)



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 10.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- priorité 1
- priorité 2
- non prior.
- nature/semi naturel



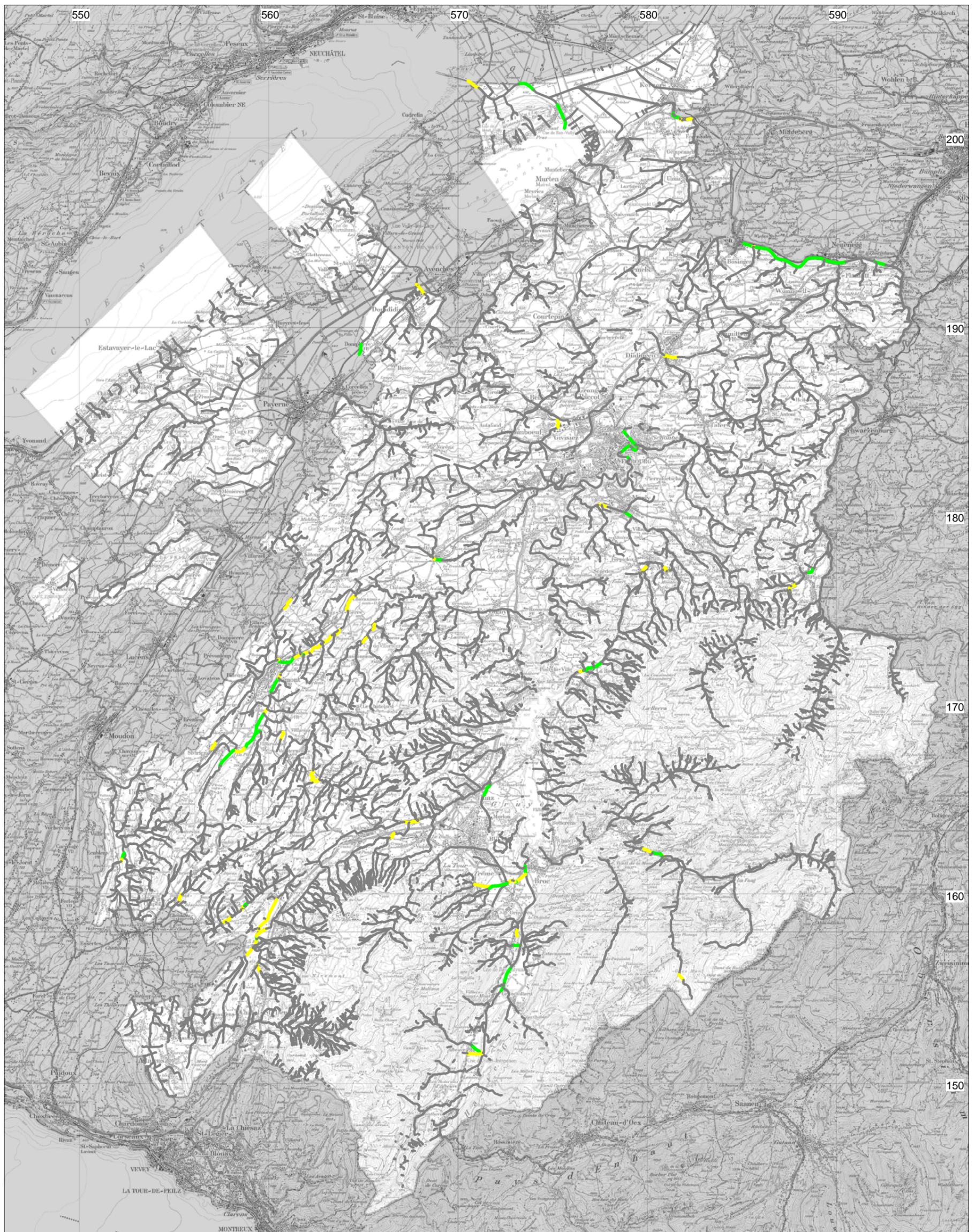
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 15 - Plan d'action à 20 ans



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- Action 1
- Action 2
- Autres



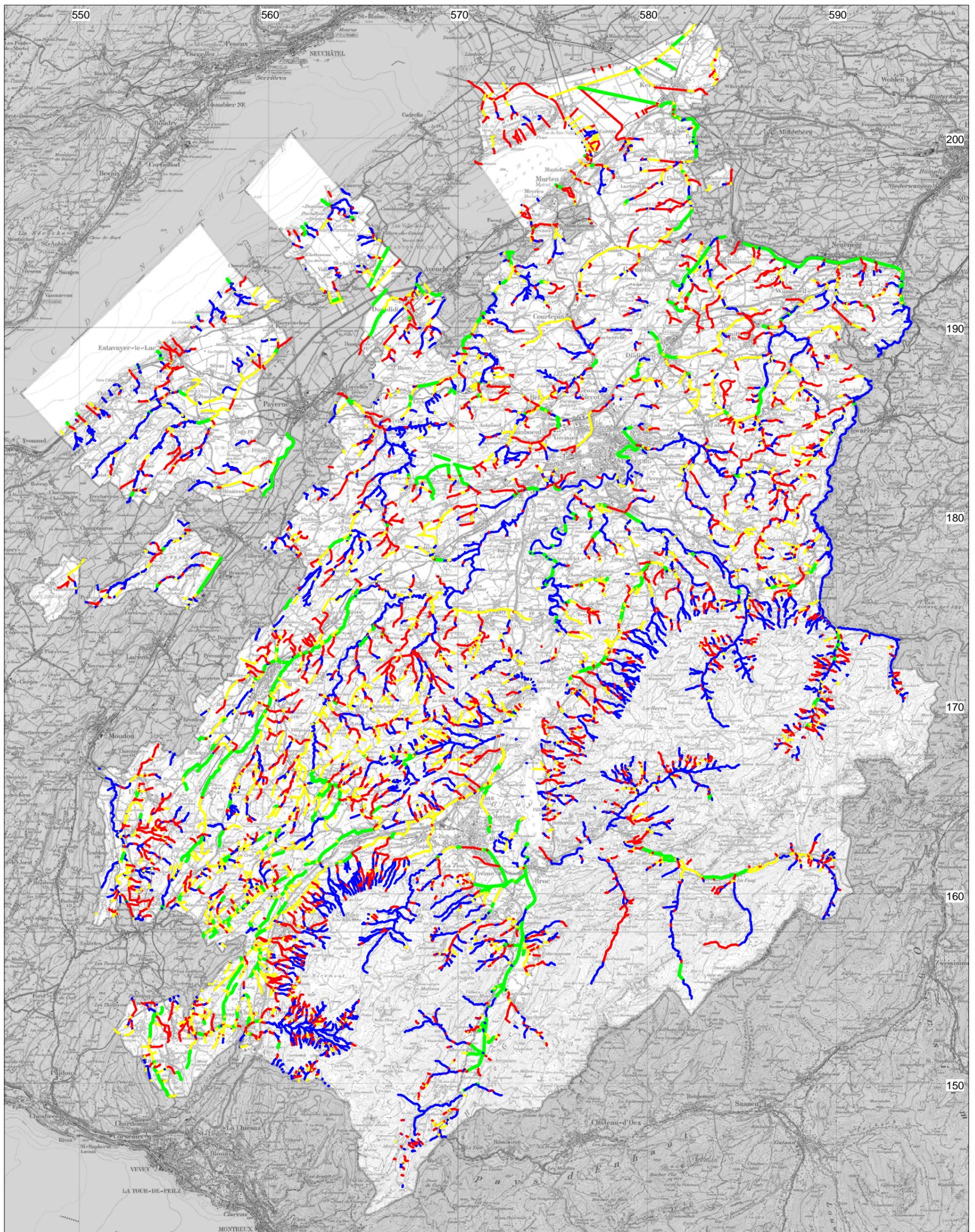
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 16 - Priorité des revitalisations à long terme (80 ans), après contrôle de vraisemblance



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 11.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

- LEGENDE**
- priorité 1
 - priorité 2
 - non prior.
 - nature/semi naturel



ECHELLE 1:200'000

Format A3



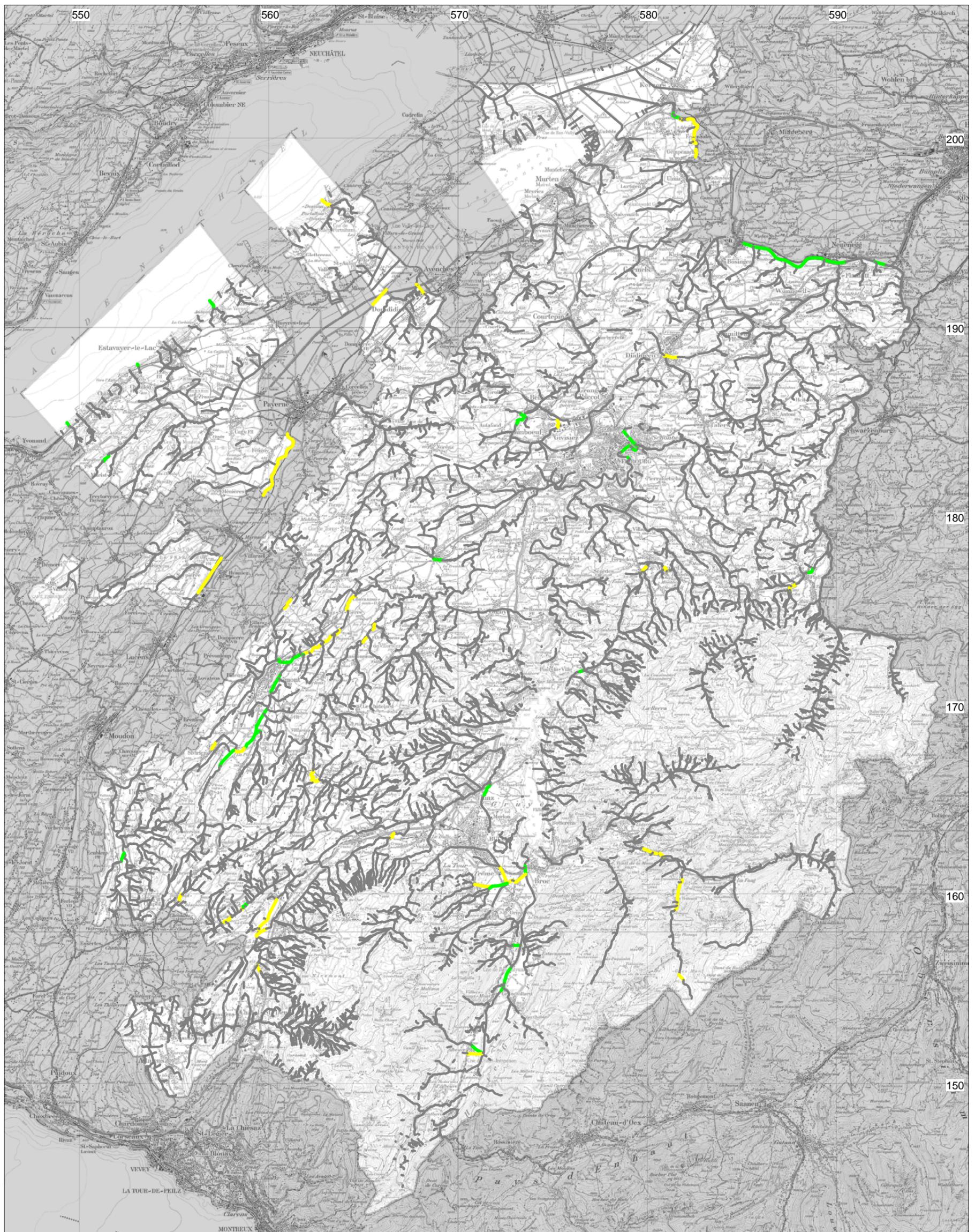
ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 17 - Liste des tronçons du plan d'action à 20 ans, après contrôle de vraisemblance

Tronçon	Identifiant Rivière	Bassin Versant	Largeur naturelle (m)	Classe ecomorpho.	Bénéfice	Priorité 80 ans (après contr. vrais.)	Plan d'action 20 ans (après contr. vrais.)	Longueur (m)	Cours d'eau	Commune	Remarques
377	7000	Broye	35.0	2	faible	1	2	628	La Broye	Domdidier	
378	7000	Broye	35.0	2	important	1	2	417	La Broye	Dompiere	
428	7000	Broye	6.0	3	important	1	2	656	La Broye	Semsales	
633	7009	Broye	4.5	3	important	1	1	90	Le Parimbot	Ecublens	affluent de la Broye
634	7009	Broye	4.5	4	important	1	1	260	Le Parimbot	Rue	affluent de la Broye
635	7009	Broye	4.5	3	important	1	1	120	Le Parimbot	Ecublens	
644	7011	Broye	5.5	3	important	1	2	345	Le Flon	Pont (Veveysse)	
831	7155	Broye	1.5	3	important	1	2	120	???	Domdidier	avant embouchure aver l'Arbogne, vers l'IENA
833	7155	Broye	1.5	3	important	1	2	495	???	Domdidier	avant embouchure aver l'Arbogne, vers l'IENA
875	7173	Broye	1.0	5	important	1	2	590	???'L'arbogne	Lussy	
1071	7225	Broye	2.8	3	important	1	2	164	La Mionna	St-Martin	
1072	7225	Broye	2.8	3	important	1	2	475	La Mionna	St-Martin	
1082	7225	Broye	4.0	3	important	1	2	180	La Mionna	Fiaugères	
1084	7225	Broye	4.0	3	important	1	1	38	La Mionna	Fiaugères	
1086	7225	Broye	4.0	3	important	1	1	44	La Mionna	Fiaugères	
1087	7225	Broye	4.0	3	important	1	1	309	La Mionna	Fiaugères	
1630	7740	Broye	2.4	1	faible	1	1	527	Le Bainoz	Murist	
2058	7834	Broye	3.0	3	important	1	2	110	Canal des Rogigues	Semsales	
2060	7834	Broye	3.0	3	important	1	2	64	Canal des Rogigues	Semsales	
2061	7834	Broye	2.5	3	important	1	2	656	Canal des Rogigues	Semsales	
2062	7834	Broye	2.5	3	important	1	2	481	Canal des Rogigues	Progens	
2063	7834	Broye	2.5	3	important	1	2	713	Canal des Rogigues	Progens	
2138	7851	Broye	3.0	3	important	1	2	389	Le Corjon	Chatel-Saint-Denis	
2404	8278	LacNeuch	3.5	2	important	1	1	215	Ruisseau de la Croix	Cheyres	
2431	8287	LacNeuch	2.0	1	faible	1	1	50	???	Estavayer-le-Lac	
2432	8287	LacNeuch	2.0	2	faible	1	1	110	???	Estavayer-le-Lac	
2467	8291	LacNeuch	2.0	1	faible	1	1	524	Ruisseau de Longefont	Vernay	
2518	8311	LacNeuch	4.0	3	faible	1	2	70	Ruisseau de la Contentenette	Portalban	
2519	8311	LacNeuch	4.5	2	moyen	1	2	238	Ruisseau de la Contentenette	Portalban	
2520	8311	LacNeuch	4.0	3	moyen	1	2	71	Ruisseau de la Contentenette	Portalban	
2521	8311	LacNeuch	4.0	4	faible	1	2	231	Ruisseau de la Contentenette	Portalban	
2603	9000	Sarine-aval	30.0	3	important	1	1	288	La Sarine	Fribourg	
2605	9000	Sarine-aval	30.0	3	important	1	1	574	La Sarine	Fribourg	
2607	9000	Sarine-aval	30.0	3	important	1	1	234	La Sarine	Fribourg	
2609	9000	Sarine-aval	30.0	3	moyen	1	1	603	La Sarine	Fribourg	
2611	9000	Sarine-aval	30.0	3	moyen	1	1	97	La Sarine	Fribourg	
2665	9000	Sarine-amont	25.1	3	moyen	1	1	466	La Sarine	Broc	
2678	9000	Sarine-amont	22.9	3	important	1	1	894	La Sarine	Grandvillard	
2681	9000	Sarine-amont	5.7	3	important	1	1	108	La Sarine	Grandvillard	
2682	9000	Sarine-amont	21.2	3	important	1	1	182	La Sarine	Grandvillard	
3006	1000066	Sarine-amont	9.8	3	moyen	1	2	650	La Trême	Gruyères	
3007	1000066	Sarine-amont	9.8	4	important	1	2	65	La Trême	Gruyères	attention, passage sous la route
3008	1000066	Sarine-amont	9.8	3	important	1	2	90	La Trême	Gruyères	
3010	1000066	Sarine-amont	15.0	3	important	1	2	270	La Trême	Gruyères	
3011	1000066	Sarine-amont	15.0	2	moyen	1	2	900	La Trême	La Tour-de-Trême	
3012	1000066	Sarine-amont	15.0	3	faible	1	2	81	La Trême	La Tour-de-Trême	
3080	1000141	Sarine-aval	5.0	4	important	1	2	46	Horiabach	Düdingen	
3211	1000304	Sarine-aval	10.0	3	important	1	2	532	La Glâne	Villorsonnens	
3212	1000304	Sarine-aval	10.0	3	important	1	2	508	La Glâne	Villorsonnens	
3215	1000304	Sarine-aval	10.0	4	important	1	2	367	La Glâne	Villaz-Saint-Pierre	
3216	1000304	Sarine-aval	9.0	4	important	1	2	182	La Glâne	Villaz-Saint-Pierre	
3217	1000304	Sarine-aval	9.0	3	important	1	2	595	La Glâne	Lussy	
3220	1000304	Sarine-aval	8.0	3	important	1	2	848	La Glâne	Lussy	
3221	1000304	Sarine-aval	8.0	3	important	1	2	352	La Glâne	Lussy	
3222	1000304	Sarine-aval	6.0	3	important	1	1	168	La Glâne	Romont	
3223	1000304	Sarine-aval	6.0	3	important	1	1	344	La Glâne	Romont	
3224	1000304	Sarine-aval	6.0	3	important	1	1	359	La Glâne	Romont	
3226	1000304	Sarine-aval	5.0	3	important	1	1	215	La Glâne	Romont	
3227	1000304	Sarine-aval	6.5	3	important	1	1	470	La Glâne	Romont	
3228	1000304	Sarine-aval	6.5	4	important	1	1	404	La Glâne	Mézières	
3233	1000304	Sarine-aval	5.5	4	important	1	1	321	La Glâne	Mézières	
3234	1000304	Sarine-aval	5.5	4	important	1	1	613	La Glâne	Mézières	
3235	1000304	Sarine-aval	5.5	4	important	1	1	526	La Glâne	Villaraboud	
3236	1000304	Sarine-aval	5.3	4	important	1	1	40	La Glâne	Villaraboud	
3237	1000304	Sarine-aval	5.3	3	important	1	1	993	La Glâne	Villaraboud	
3238	1000304	Sarine-aval	4.5	3	moyen	1	2	702	La Glâne	Siviriez	
3239	1000304	Sarine-aval	4.5	3	important	1	1	175	La Glâne	Siviriez	
3240	1000304	Sarine-aval	3.8	3	important	1	1	920	La Glâne	Siviriez	
3322	1000385	Sarine-aval	8.0	3	important	1	2	860	La Neirigue	Vuisternens-devant-Romont	
3323	1000385	Sarine-aval	6.4	3	important	1	2	520	La Neirigue	Sâles	
3423	1000472	Sarine-aval	5.9	1	faible	1	1	53	La Sonna	Belfaux	
3424	1000472	Sarine-aval	5.6	1	faible	1	1	471	La Sonna	Belfaux	
3425	1000472	Sarine-aval	5.6	1	faible	1	1	276	La Sonna	Belfaux	
3441	1000474	Sarine-aval	1.5	1	faible	1	1	50	???	Autafond	affluent de la Sonna
3461	1000581	Sarine-amont	20.0	3	moyen	1	2	525	La Jogne	Charmey	
3462	1000581	Sarine-amont	20.0	3	important	1	2	221	La Jogne	Charmey	
3465	1000581	Sarine-amont	20.0	3	important	1	2	103	La Jogne	Charmey	
3819	1000865	Sarine-aval	3.0	4	important	1	1	247	Le Glaney	Romont	
3820	1000865	Sarine-aval	3.0	3	important	1	1	238	Le Glaney	Romont	
3822	1000865	Sarine-aval	3.0	4	important	1	1	123	Le Glaney	Romont	
3824	1000865	Sarine-aval	3.0	3	important	1	1	64	Le Glaney	Romont	des tronçons à proximité apparaissent en Action 1
3847	1000867	Sarine-aval	3.4	3	important	1	1	330	???	Villaraboud	confluence entre Ruisseau de Chavannes et Le Forchaux
3925	1000877	Sarine-aval	5.2	3	important	1	2	303	???	Le Mouret	un peu à l'aval affluents du Rüdigrabe
3943	1000883	Sarine-aval	3.8	3	important	1	2	355	La Piodze	Le Mouret	
4085	1000923	Sarine-aval	8.0	3	important	1	1	178	La Serbache	La Roche	
4086	1000923	Sarine-aval	8.0	3	important	1	1	27	La Serbache	La Roche	
4106	1000945	Sarine-aval	2.4	3	important	1	1	72	La Serbache	La Roche	
4275	1001007	Sarine-amont	5.4	1	faible	1	2	610	Riau du Gros Mont	Charmey	
4276	1001007	Sarine-amont	5.4	1	faible	1	2	673	Riau du Gros Mont	Charmey	
4277	1001007	Sarine-amont	5.4	1	faible	1	2	180	Riau du Gros Mont	Charmey	
4278	1001007	Sarine-amont	4.8	1	faible	1	2	297	Riau du Gros Mont	Charmey	
4287	1001007	Sarine-amont	2.1	4	important	1	2	370	Riau du Gros Mont	Charmey	
4354	1001040	Sarine-aval	4.0	3	important	1	2	389	Le Diron	Vuadens	
4510	1001083	Sarine-amont	2.2	4	important	1	1	805	???	Gruyères	
4511	1001084	Sarine-amont	2.3	4	important	1	1	172	???	Gruyères	
4602	1001112	Sarine-amont	4.2	3	important	1	1	110	La Marive	Haut-Intyamon	
4603	1001112	Sarine-amont	4.2	4	important	1	1	280	La Marive	Haut-Intyamon	
4604	1001112	Sarine-amont	4.2	3	important	1	1	250	La Marive	Haut-Intyamon	
4853	1001589	Sarine-amont	1.8	4	important	1	2	950	???	Le Pâquier	un peu à l'amont de la confluence avec l'Albeuve
4889	1001606	Broye	10.0	3	important	1	1	475	Biebere	Agriswil	
4891	1001606	Broye	10.0	3	important	1	2	155	Biebere	Gurbrü	
4893	1001606	Broye	9.3	3	important	1	2	230	Biebere	Gurbrü	
4894	1001606	Broye	9.3	2	important	1	2	100	Biebere	Agriswil	
4895	1001606	Broye	9.3	3	moyen	1	2	97	Biebere	Agriswil	
4896	1001606	Broye	9.3	2	important	1	2	425	Biebere	Agriswil	
4897	1001606	Broye	9.1	2	important	1	2	663	Biebere	Ferenbalm	
4899	1001606	Broye	9.1	3	important	1	2	100	Biebere	Ferenbalm	
4900	1001606	Broye	9.0	2	moyen	1	2	53	Biebere	Ferenbalm	
4901	1001606	Broye	9.1	2	moyen	1	2	147	Biebere	Gempenach	

Tronçon	Identifiant Rivière	Bassin Versant	Largeur naturelle (m)	Classe ecomorpho.	Bénéfice	Priorité 80 ans (après contr. vrais.)	Plan d'action 20 ans (après contr. vrais.)	Longueur (m)	Cours d'eau	Commune	Remarques
4902	1001606	Broye	9.0	3	important	1	2	70	Biebere	Gempnach	
4904	1001606	Broye	9.1	2	important	1	2	480	Biebere	Gempnach	
5299	1003876	Sarine-amont	4.5	4	important	1	1	410	Ruisseau du Bry	Enney	affluent de la Sarine
6288	1004848	Sarine-amont	3.0	3	important	1	2	218	???	Charmey	avant embouchure avec la Jogne
6582	1004991	Sarine-aval	1.2	3	important	1	2	326	???	Villorsonnens	affluent de la Neirigue
6787	1005064	Sarine-aval	1.5	1	faible	1	1	119	???	Belfaux	affluent de la Sonna
6793	1005066	Sarine-aval	1.5	1	faible	1	1	294	???	Belfaux	affluent de la Sonna
6817	1005071	Sarine-aval	3.0	3	moyen	1	2	435	???	Givisiez	
7498	1005498	Sarine-aval	2.9	4	important	1	1	670	???	Riaz	avant embouchure avec la Sionge
7854	1005757	Sarine-aval	3.3	3	important	1	1	279	Ruisseau de Cottens	Cottens	
7856	1005757	Sarine-aval	3.2	3	important	1	1	48	Ruisseau de Cottens	Cottens	
7858	1005757	Sarine-aval	3.3	3	important	1	1	100	Ruisseau de Cottens	Cottens	
8017	1005969	Sarine-amont	2.6	5	important	1	2	808	???	Haut-Intyamon	affluent de la Sarine
8085	1005993	Sarine-aval	2.0	3	important	1	2	369	Ruisseau de Lavaux	Siviriez	
8187	1006023	Sarine-aval	1.6	5	important	1	2	336	???	Villorsonnens	affluent de la Glâne
8915	1010375	Sarine-aval	1.0	5	moyen	1	2	740	???	Düdingen	affluent de l'Horiabach
9436	1020263	Sarine-aval	30.0	3	important	1	1	523	La Singine	Laupen	
9437	1020263	Sarine-aval	30.0	3	important	1	1	77	La Singine	Bösingen	
9439	1020263	Sarine-aval	30.0	3	important	1	1	185	La Singine	Bösingen	
9440	1020263	Sarine-aval	30.0	3	important	1	1	996	La Singine	Bösingen	
9441	1020263	Sarine-aval	30.0	3	important	1	1	575	La Singine	Neuenegg	
9442	1020263	Sarine-aval	29.0	3	important	1	1	678	La Singine	Neuenegg	
9443	1020263	Sarine-aval	31.0	3	important	1	1	798	La Singine	Neuenegg	
9444	1020263	Sarine-aval	29.0	3	important	1	1	890	La Singine	Neuenegg	
9445	1020263	Sarine-aval	29.0	3	important	1	1	676	La Singine	Neuenegg	
9446	1020263	Sarine-aval	26.0	3	important	1	1	484	La Singine	Neuenegg	
9449	1020263	Sarine-aval	24.3	3	moyen	1	1	576	La Singine	Wünnewil-Flamatt	
9750	1020786	Sarine-aval	6.0	3	important	1	1	360	Tütschbach	Oberschrot	
9758	1020786	Sarine-aval	5.0	4	important	1	2	304	Tütschbach	Oberschrot	
9759	1020786	Sarine-aval	4.0	4	important	1	2	126	Tütschbach	Oberschrot	
9760	1020786	Sarine-aval	4.0	3	moyen	1	2	116	Tütschbach	Oberschrot	
9761	1020786	Sarine-aval	4.0	3	important	1	2	34	Tütschbach	Oberschrot	
379	7000	Broye	35.0	6	TL	1	2	2215	La Broye	Villeneuve	
379	7000	Broye	35.0	6	TL	1	2	4104	La Broye	Fétigny	

Annexe 18 - Plan d'action à 20 ans, après contrôle de vraisemblance



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- Action 1
- Action 2
- Autres



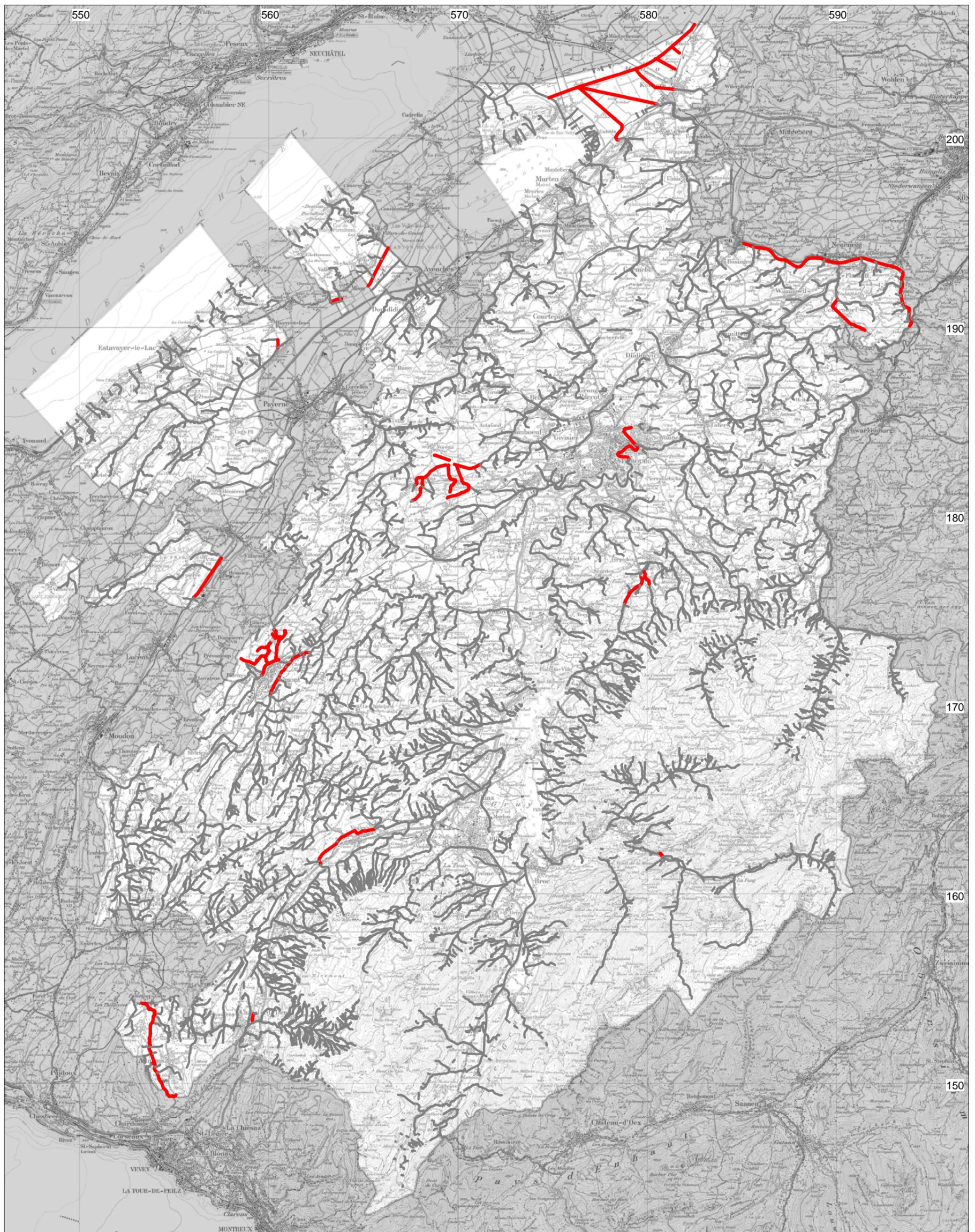
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 19 - Projets en cours



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- projet en cours
- pas de projet à ce jour



ECHELLE 1:200'000

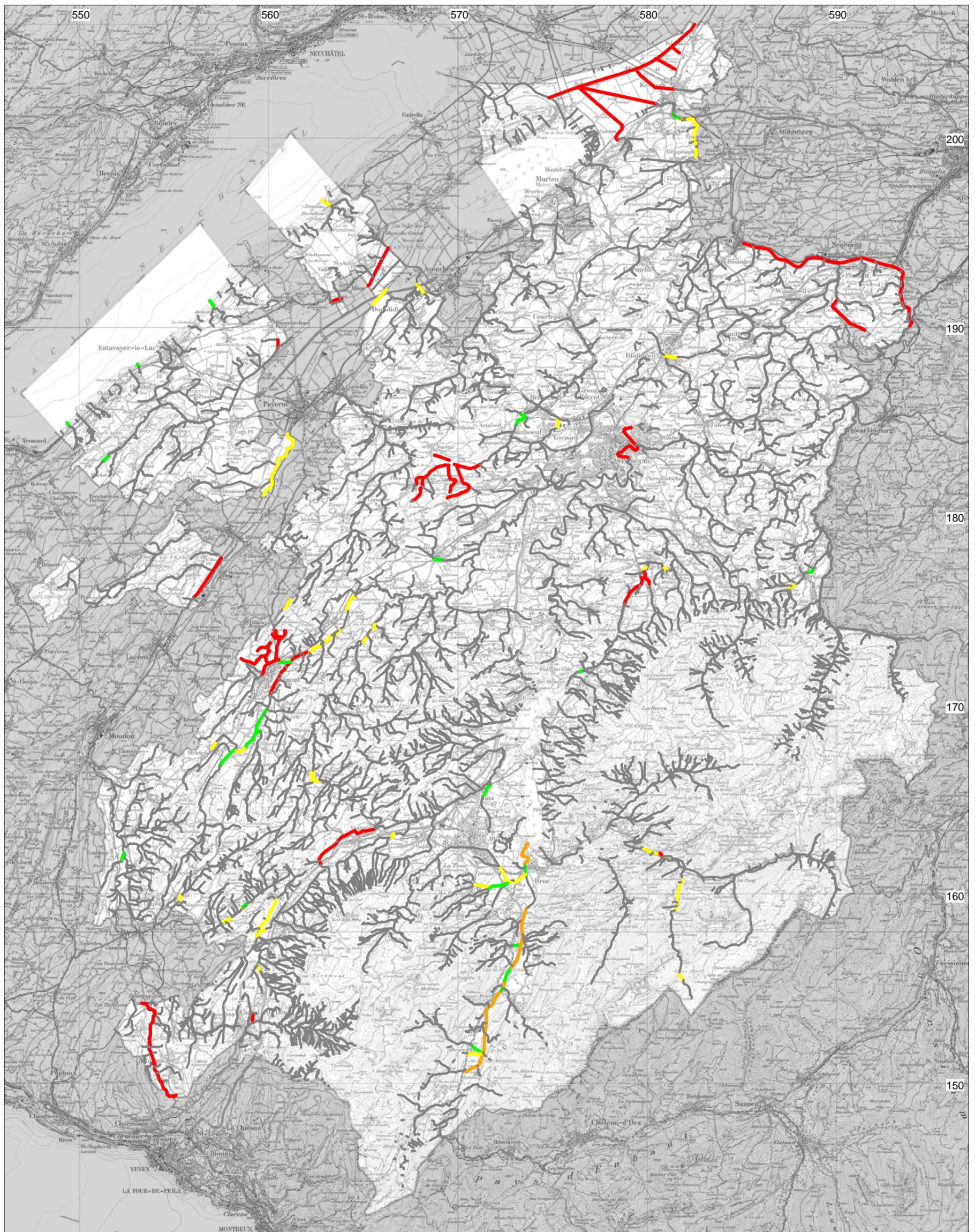
Format A3

0 5km



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 20 - Plan d'action à 20 ans et projets initiés (projets en cours et projets d'assainissement)



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 09.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- Action 1 (pas projet)
- Action 2 (pas projet)
- Autres
- Projets en cours
- Projets assainissement (charrriage/éclusées)



ECHELLE 1:200'000

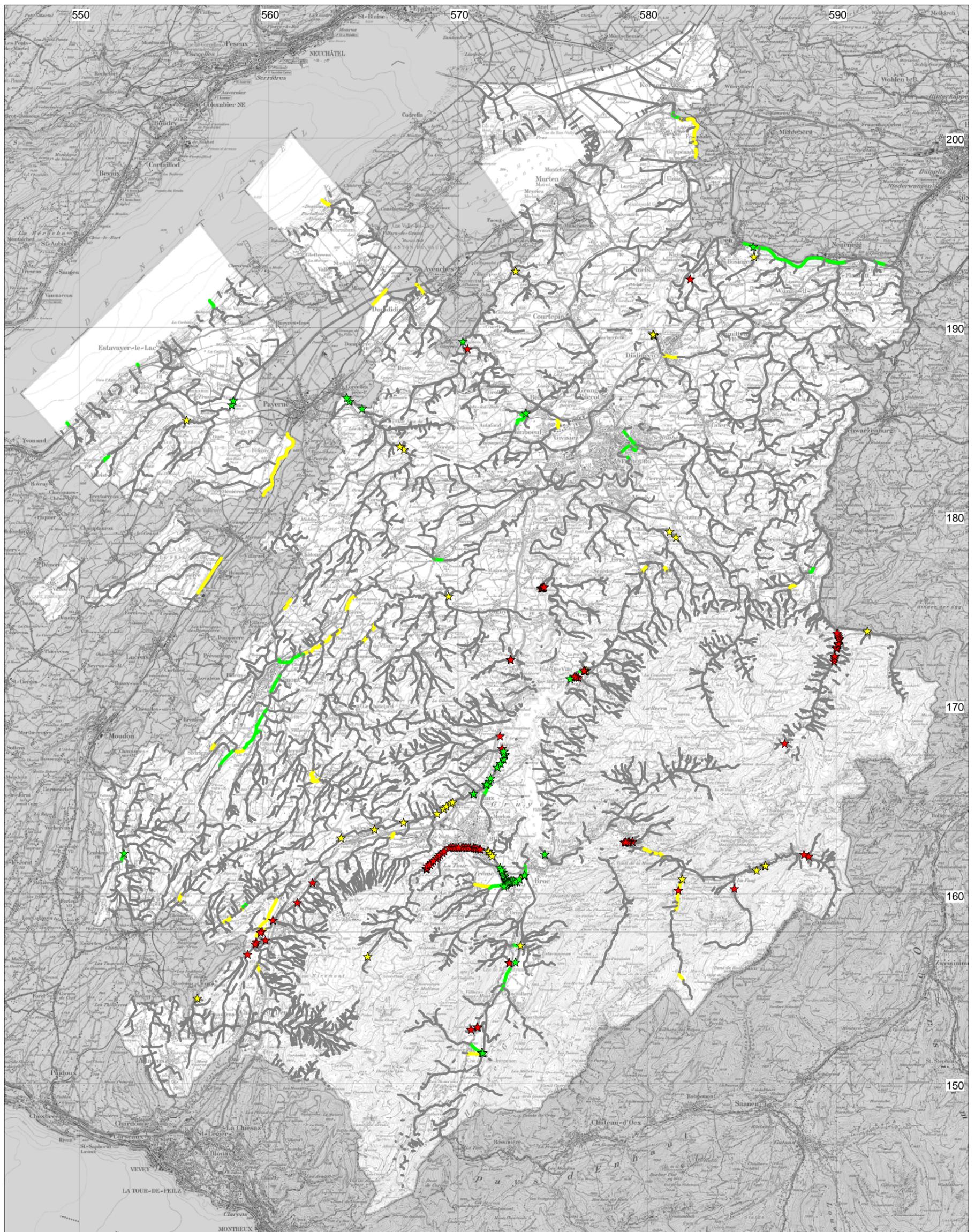
Format A3

0 5km



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 21 - Bénéfice d'assainissement des obstacles



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 10.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- Action 1
- Action 2
- Autres
- ★ Obst. bénéf. important
- ★ Obst. bénéf. moyen
- ★ Obst. bénéf. faible



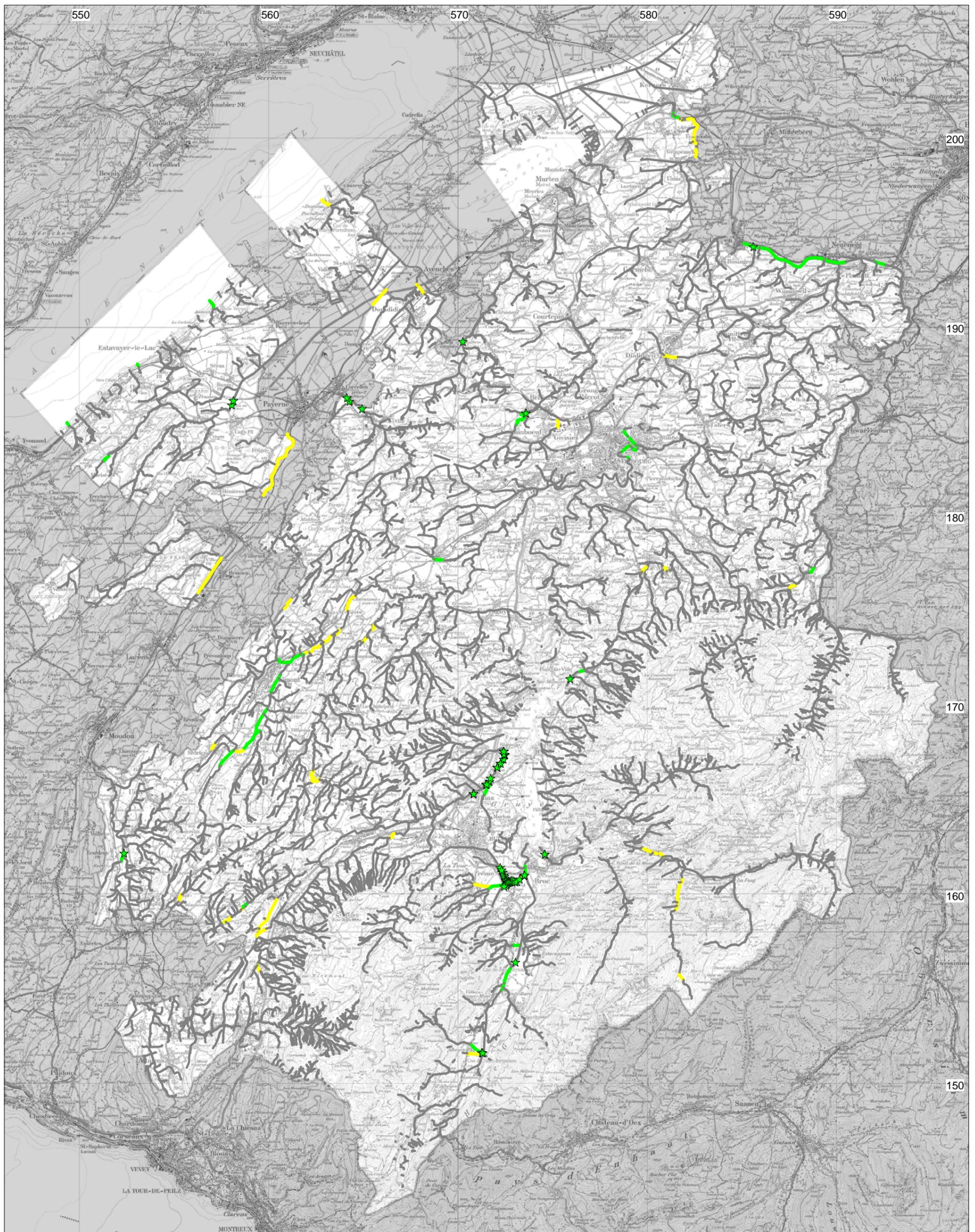
ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Annexe 22 - Priorité d'assainissement des obstacles



Sources: Office fédéral de topographie et Etat de Fribourg

Créé le 10.12.2014, par le **Service conseil Zones alluviales**

LEGENDE

- Action 1
- Action 2
- Autres
- ★ Obst. prioritaires (0-20 ans)



ECHELLE 1:200'000

Format A3



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG