

RAPPORT

Détermination de la largeur naturelle des cours d'eau du canton du Jura

Rapport

Janvier 2017



GROUPE DE TRAVAIL

Direction de projet

O. Grandjean

Contrôle et assurance qualité

C. Brossard

Fichiers concernés

483.3 rap 20170215 rapport export ENV_v6.docx

TABLE DES MATIÈRES

1	Résumé	1
2	Introduction	2
2.1	Bases légales	2
2.2	Contexte de l'étude	2
3	Données de base	3
3.1	Réseau hydrographique.....	3
3.2	Vérification des données	4
4	Méthodologie	5
4.1	Largeur actuelle.....	7
4.2	Variabilité	7
4.3	Largeur OFEV	8
4.4	Contrôle de vraisemblance	8
	4.4.1 Continuité.....	8
	4.4.2 Cas particuliers.....	9
4.5	Lissage	10
4.6	Contrôle général.....	11
5	Résultats	13
5.1	Bassin versant du Doubs	13
5.2	Bassin versant de la Birse.....	16
5.3	Bassin versant de l'Allaine.....	17
6	Conclusion	19
	Bibliographie	20
	Liste des annexes	21

1 RÉSUMÉ

La méthode de détermination de la largeur naturelle des cours d'eau du canton du Jura, décrite dans le présent rapport, constitue la démarche préalable à la délimitation de l'espace réservé aux eaux. A partir de la largeur actuelle des cours d'eau et de la variabilité de la largeur de leur lit, données acquises sur le terrain lors des quinze dernières années, différentes étapes ont été nécessaires pour obtenir la largeur naturelle qui représente l'état potentiel avant intervention humaine (canalisation, correction du tracé, renforcement des berges, etc.).

La méthodologie suivie tient compte des recommandations de l'office fédéral de l'environnement, tout en adaptant la démarche aux cas spécifiques des cours d'eau jurassiens et en proposant une approche cohérente à l'échelle des bassins versants (Doubs, Birse, Allaine).

Le résultat final est la largeur naturelle de l'ensemble du réseau hydrographique cantonal, valeur à partir de laquelle l'espace réservé aux eaux pourra être calculé en respect de l'article 41a de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux, 814.201).

2 INTRODUCTION

2.1 BASES LÉGALES

La Confédération charge les cantons de déterminer un espace réservé aux eaux (ERE) d'ici le 31 décembre 2018 (art. 36a LEaux¹). Celui-ci doit permettre de garantir pour les cours d'eau:

- leurs fonctions naturelles,
- la protection contre les crues,
- leur utilisation.

L'ordonnance préconise de délimiter cet espace sur la base de la **largeur naturelle** des cours d'eau, et non à partir de la largeur actuelle, l'espace étant d'autant plus grand que la largeur naturelle est importante (art. 41a OEaux²).

2.2 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

L'Office de l'environnement du canton du Jura (ENV) a mandaté, au nom du groupe de travail cantonal pour la détermination de l'espace à réserver aux cours d'eau et plans d'eau (GT ERE), le bureau Natura pour développer une méthodologie unique de détermination de la largeur naturelle des cours d'eau de son territoire. Celle-ci a été élaborée au cours d'une précédente étude sur un extrait du réseau, à savoir sur le bassin versant de la Scheulte. Elle a ensuite été étendue à tout le canton et affinée afin de garantir précision et cohérence des résultats.

Le GT ERE a voulu développer une méthode pragmatique, complémentaire aux facteurs de corrections systématiques proposés par l'OFEV, et ne nécessitant pas ou peu de nouveaux relevés sur le terrain. Des vérifications et quelques adaptations ont été nécessaires afin de pouvoir appliquer la méthode à l'ensemble des cours d'eau du territoire jurassien.

Les objectifs de ce travail sont les suivants :

- appliquer la méthodologie développée à l'ensemble du réseau hydrographique cantonal,
- déterminer la largeur naturelle de tous les cours d'eau.

¹ Loi fédérale sur la protection des eaux, RS 814.20

² Ordonnance sur la protection des eaux, RS 814.201

3 DONNÉES DE BASE

3.1 RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique utilisé a été élaboré sur la base de la mensuration officielle (réseau RESA³), et s'étend sur 799 km.

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) propose une méthode de détermination de la largeur naturelle basée sur la **largeur actuelle** du lit ainsi que sur la **variabilité** de la largeur du lit mouillé. Ces deux données de base sont disponibles dans le canton du Jura pour 441 km de cours d'eau, soit 55 % du réseau (Figure 1). Elles ont été déterminées sur le terrain, au cours de plusieurs années de relevés écomorphologiques, dans le but de déterminer l'atteinte anthropique qui a été portée aux cours d'eau.

Certains ruisseaux n'ont pas bénéficié de ces relevés notamment (mais de façon non systématique) :

- ceux situés en forêt dans des secteurs relativement raides,
- ceux présentant des écoulements non permanents,
- ceux situés en tête de bassin versant (vers la source).

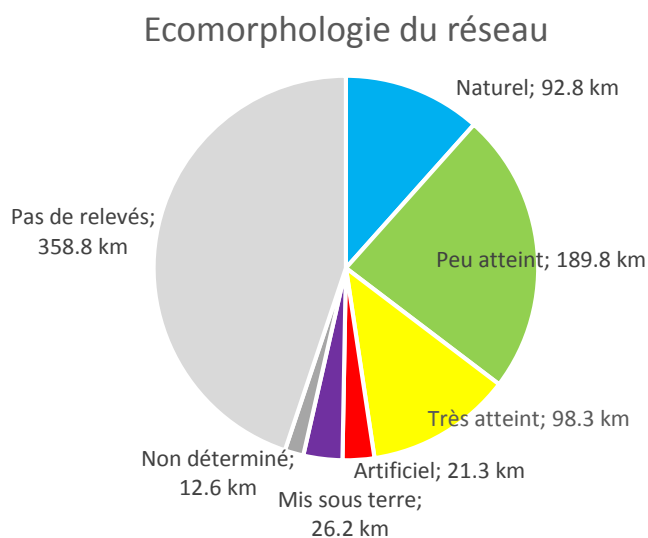


Figure 1: Etat écomorphologique du réseau hydrographique selon la longueur des tronçons.

Les données de largeur actuelle et de variabilité sont disponibles pour les cours d'eau ayant bénéficié de relevés écomorphologiques. Ces derniers comprennent également des informations physiques et écologiques permettant d'évaluer l'atteinte anthropique qui leur a été portée (correction du tracé, modification de la nature des berges, consolidation du fond du lit, etc.).

³ Bureau Rolf Eschmann SA

Pour les cours d'eau qui ne possèdent pas les données de base nécessaires :

- une largeur actuelle a été attribuée en fonction des tronçons voisins et si cela s'avérait impossible, par exemple pour les tronçons situés en tête de bassin versant (vers la source), une largeur actuelle de 0.5 m a été attribuée arbitrairement,
- une largeur actuelle de 0 m a été attribuée aux cours d'eau relevés comme « enterrés »,
- une variabilité non déterminée a été donnée et un examen spécifique a été nécessaire lors des étapes ultérieures.

Lors de l'étude, une largeur naturelle a été déterminée pour la totalité du réseau hydrographique cantonal (799 km). L'étendue finale du réseau pour lequel un ERE sera déterminé sera fixée ultérieurement par le GT ERE.

3.2 VÉRIFICATION DES DONNÉES

Pour les grands cours d'eau au niveau cantonal, à savoir le Doubs, l'Allaine, la Sorne, la Birse, et la Scheulte, la largeur actuelle n'a pas pu être estimée de façon suffisamment précise lors des relevés écomorphologiques (raisons techniques).

Pour cette raison, tous les cours d'eau de plus de 8 m ont dû être vérifiés ponctuellement, soit par mesure sur les orthophotos (photos aériennes) disponibles sur le géoportail cantonal⁴, soit par un contrôle sur le terrain. Lorsque les largeurs nouvellement mesurées différaient de 2 m ou plus des relevés écomorphologiques, les tronçons voisins ont également été vérifiés.

Pour l'**Allaine**, tous les tronçons en aval de Porrentruy ont été vérifiés par orthophoto. Quelques tronçons en amont de Porrentruy ont également été contrôlés sur le terrain.

Concernant le **Doubs**, la largeur d'au moins un tronçon sur trois a été vérifiée par orthophoto, incluant tous les tronçons longeant des exploitations agricoles. Tous les bras du Doubs ont également été contrôlés.

Pour la **Scheulte**, la **Birse** et la **Sorne**, certains tronçons ont été vérifiés ponctuellement sur le terrain afin de vérifier les données de base qui se sont avérées globalement fiables.

⁴ <https://geo.jura.ch/theme/POI>

4 MÉTHODOLOGIE

Le calcul de l'ERE est basé sur la largeur naturelle du lit. Pour les tronçons à l'état naturel, la largeur actuelle est généralement équivalente à la largeur naturelle. Par contre, pour les tronçons qui ont été canalisés, corrigés ou qui ont subi des interventions humaines, la largeur naturelle ne correspond pas à la largeur mesurable aujourd'hui sur le terrain. Elle doit alors être déterminée autrement.

La méthode proposée par l'OFEV se base sur le paramètre de la variabilité de la largeur du lit mouillé, en posant deux postulats :

- un cours d'eau corrigé a été rétréci,
- la correction et le rétrécissement ont été accompagnés d'une diminution de la variabilité de la largeur du lit mouillé.

L'OFEV recommande soit d'utiliser un facteur de multiplication basé sur les deux postulats ci-dessus afin d'obtenir une largeur théoriquement naturelle, appelée ci-après **largeur OFEV**, soit de se référer à des tronçons similaires voisins à l'état naturel⁵. Cette méthode de calcul automatique n'est parfois pas adaptée à la situation réelle des cours d'eau.

Pour cette raison, des étapes de contrôles sont nécessaires durant la procédure afin d'avoir une estimation de la largeur naturelle la plus fiable et vraisemblable possible. Les différentes étapes de la méthode sont présentées dans la Figure 2.

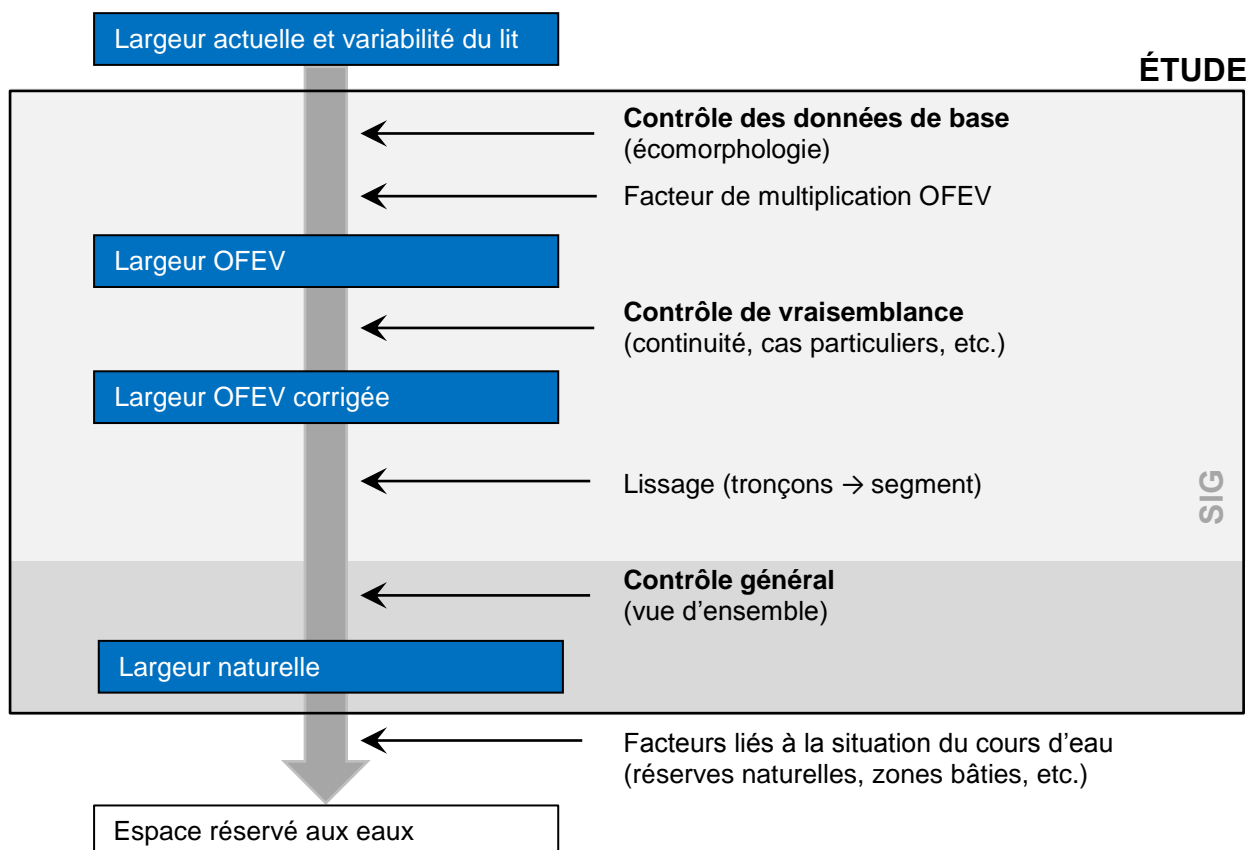


Figure 2: Étapes générales menant à la détermination de la largeur naturelle des cours d'eau. SIG : étapes de l'étude réalisées informatiquement à l'aide d'un logiciel type « système d'information géographique ».

⁵ Espace réservé aux eaux et agriculture, OFEV/OFAG/ARE 2014, p3/13

Une première étape de **contrôle de vraisemblance** est nécessaire. Elle consiste en une comparaison entre la valeur calculée automatiquement et un état naturel amont ou aval. Elle tient également compte de la continuité des largeurs OFEV obtenues le long du cours d'eau. Ce contrôle peut mener, si nécessaire, à une correction individuelle de la largeur OFEV. Seules les grosses incohérences sont visées ici, les petites singularités ne sont pas traitées. La largeur résultante corrigée est appelée ci-après **largeur OFEV corrigée**.

La longueur des tronçons issus des relevés écomorphologiques peut être courte, parfois quelques mètres. Afin d'éviter une trop grande volatilité de la largeur naturelle le long d'un cours d'eau, et donc de son futur ERE, un **lissage** des largeurs OFEV corrigées est impératif. Il s'effectue par le biais d'une fusion de plusieurs tronçons adjacents en un **segment** plus long. Cela permettra également une future mise en œuvre facilitée sur le terrain. Un contrôle des segments a également été pratiqué de manière automatisée (SIG), afin de vérifier l'emplacement des limites entre les segments, ainsi que les valeurs des largeurs obtenues sur des segments voisins.

Enfin, un ultime **contrôle général** a été effectué visuellement par les membres du groupe de travail et les collaborateurs de l'ENV possédant une bonne connaissance du terrain. Cela a permis d'évaluer et d'adapter, si besoin, le résultat de l'analyse SIG à la situation réelle des cours d'eau. De plus et afin de faciliter l'application ultérieure de l'ERE, une attention a été portée aux changements de largeur naturelle importants situés au milieu d'une même exploitation agricole.

Les segments finaux résultent de cette ultime étape transdisciplinaire appelée contrôle général (Figure 2). Leur **largeur naturelle** servira de donnée de base pour le calcul du futur ERE.

Les termes importants sont récapitulés ci-dessous, dans l'ordre du déroulement de la méthodologie :

<i>Tronçon</i>	<i>Unité de cours d'eau (éco)morphologiquement uniforme</i>
<i>Largeur actuelle</i>	<i>Largeur actuelle moyenne du lit du tronçon (à moyennes eaux)</i>
<i>Variabilité du lit</i>	<i>Variabilité du lit mouillé du tronçon</i>
<i>Coefficient OFEV</i>	<i>Coefficient de multiplication dépendant de la variabilité du lit mouillé (2 pour une variabilité nulle, 1.5 pour une variabilité limitée et 1 pour une variabilité prononcée)</i>
<i>Largeur OFEV</i>	<i>Largeur actuelle multipliée par le coefficient OFEV</i>
<i>Contrôle de vraisemblance</i>	<i>Contrôle des cas particuliers et de la continuité de la largeur OFEV le long du cours d'eau</i>
<i>Largeur OFEV corrigée</i>	<i>Largeur OFEV après contrôle de vraisemblance</i>
<i>Lissage</i>	<i>Regroupement des tronçons en segments avec contrôle de l'adéquation des jonctions</i>
<i>Segment</i>	<i>Résultat du lissage regroupant un ou plusieurs tronçons</i>
<i>Contrôle des segments</i>	<i>Contrôle de la cohérence des segments au niveau de la continuité du cours d'eau</i>
<i>Contrôle général</i>	<i>Contrôle de la cohérence globale du réseau, en incluant réalité du terrain et déplacement de limites de segments si nécessaire</i>
<i>Segment final</i>	<i>Segment dont les limites ont pu être déplacées suite au contrôle général</i>
<i>Largeur naturelle</i>	<i>Largeur naturelle des segments finaux</i>

4.1 LARGEUR ACTUELLE

La largeur du lit du cours d'eau, ou largeur actuelle, est l'espace qui est régulièrement utilisé par la rivière (moyennes eaux). Elle est souvent liée sur le terrain à un changement de végétation du pied de berge, avec l'apparition de la végétation terrestre (Figure 3). Elle diffère de la largeur du lit mouillé, qui varie énormément selon le débit de la rivière au moment du relevé. La présente étude est basée sur la largeur du lit actuelle.

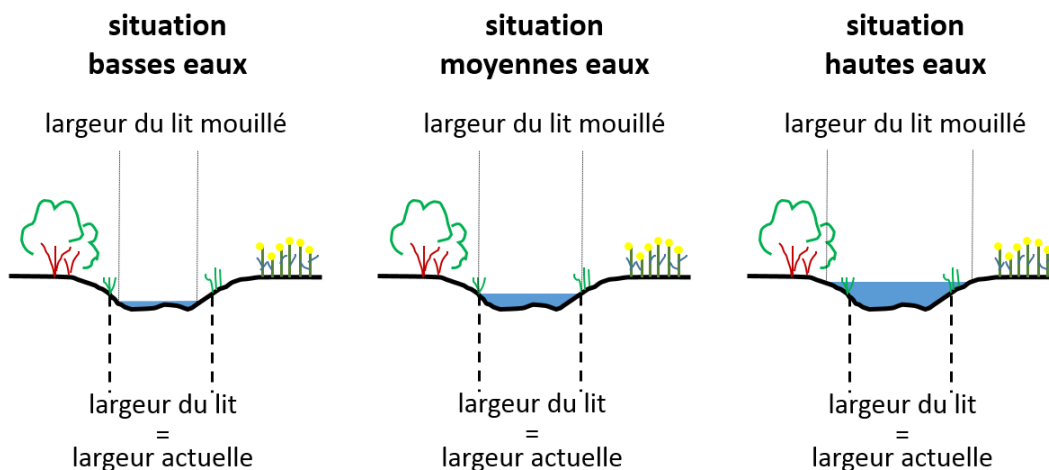


Figure 3 : Différence entre la largeur du lit mouillé et la largeur du lit

4.2 VARIABILITÉ

La variabilité de la largeur du lit mouillé a été déterminée lors des relevés écomorphologiques en suivant les recommandations de l'OFEV figurant dans la Figure 4. La variabilité des cours d'eau enterrés étant « non déterminée », leur largeur naturelle a donc été estimée lors du contrôle de vraisemblance en se basant sur les largeurs naturelles des tronçons amont et aval. Pour les cours d'eau ne figurant pas dans les relevés écomorphologiques, une variabilité « non déterminée » a été fixée arbitrairement.

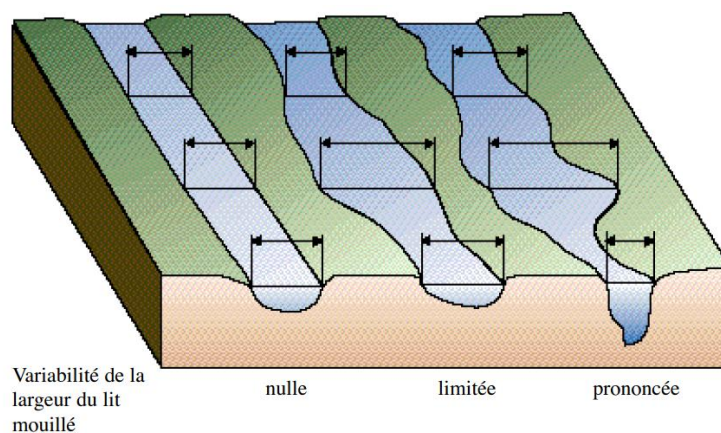


Figure 4 : Détermination de la variabilité de la largeur du lit mouillé.

4.3 LARGEUR OFEV

Cette étape permet d'obtenir, par une simple multiplication, la largeur OFEV en fonction de la variabilité et de la largeur actuelle du lit selon les calculs résumés dans le Tableau 1. Pour les variabilités non déterminées, une analyse au cas par cas a été effectuée.

En suivant les recommandations fédérales, un cours d'eau dont la largeur actuelle du lit est de 2 m, aura donc une largeur OFEV de 2 m, 3 m ou 4 m, en fonction de sa variabilité.

Variabilité	Largeur OFEV
Nulle	2 x largeur actuelle du lit
Limitée	1.5 x largeur actuelle du lit
Prononcée	1 x largeur actuelle du lit
Non déterminée	Cas par cas

Tableau 1 : Détermination de la largeur OFEV en fonction de la largeur actuelle et de la variabilité. Les variabilités et largeurs non déterminées sont traitées au cas par cas.

4.4 CONTRÔLE DE VRAISEMBLANCE

4.4.1 Continuité

La méthode automatique de détermination de la largeur OFEV n'est parfois pas adaptée à la diversité des cas de terrain et peut générer des incohérences. Un contrôle de vraisemblance est donc nécessaire afin de garder une logique entre les divers tronçons d'un cours d'eau de sa source à son embouchure.

Seuls les cas présentant d'importantes différences entre la largeur OFEV et une largeur estimée plausible ont été corrigés : les faibles différences provenant de la méthode et/ou de la situation du tronçon n'ayant qu'un faible impact sur la définition de l'espace réservé.

La largeur d'une rivière diminue globalement en fonction de son éloignement de l'embouchure, mais cela dépend également de beaucoup d'autres facteurs comme la pente, le type de lit, l'arrivée d'affluents ou encore la présence de pertes. Deux tronçons adjacents peuvent ainsi naturellement avoir une largeur OFEV différente et n'ont pas besoin, pour autant, d'une correction.

Parmi les différents types de contrôles de vraisemblance identifiés, les situations suivantes ont, entre autres, été observées :

- différence flagrante de largeur actuelle et/ou de largeur OFEV entre deux relevés contigus pour le même cours d'eau, avec courte recherche sur les orthophotos /cartes de pente afin de déterminer si la différence observée reflète une réalité du terrain ou des données/méthodes inadéquates,
- variation brusque de la largeur OFEV entre deux tronçons.

Un traitement transparent des corrections a été appliqué afin de garantir la traçabilité des données. Les modifications figurent dans les fiches par cours d'eau présentées dans l'Annexe 4 et la description des cas observés lors du contrôle de vraisemblance figure dans l'Annexe 5.

Dans les cas où la méthode s'est révélée inadéquate, les corrections apportées ont été justifiées, par exemple pour un cours d'eau canalisé à sa largeur naturelle pour lequel

appliquer un coefficient de multiplication de 2 génère un résultat aberrant. Des profils de largeur ont été créés avec le logiciel de calcul Matlab afin de repérer les cas problématiques.

4.4.2 Cas particuliers

La méthodologie de base a nécessité des vérifications supplémentaires de certains tronçons situés sur les grands cours d'eau jurassiens où la largeur OFEV peut dépasser 15 m (Doubs, Birse, Sorne, Scheulte et Allaine). Dans ce cas, les paramètres ci-dessous ont été considérés pour obtenir une largeur OFEV corrigée (Figure 5 et descriptions ci-dessous) :

- une largeur naturelle déjà déterminée dans le cadre d'un **projet** d'aménagement de cours d'eau, et validée par ENV (p.ex. projet Delémont Marée Basse ou projet Scheulte-Birse), est prépondérante sur la largeur actuelle d'un tronçon naturel situé à proximité,
- la présence d'un ou de plusieurs **tronçons naturels** témoins (pour l'Allaine certains tronçons classés « peu atteints » et possédant une variabilité prononcée peuvent être utilisés comme référence, leur classement étant principalement dû à l'exploitation agricole de leurs berges),
- une estimation à l'aide de la méthode des **bassins versants** (méthode développée à l'EPFL, voir détails dans l'Annexe 1).

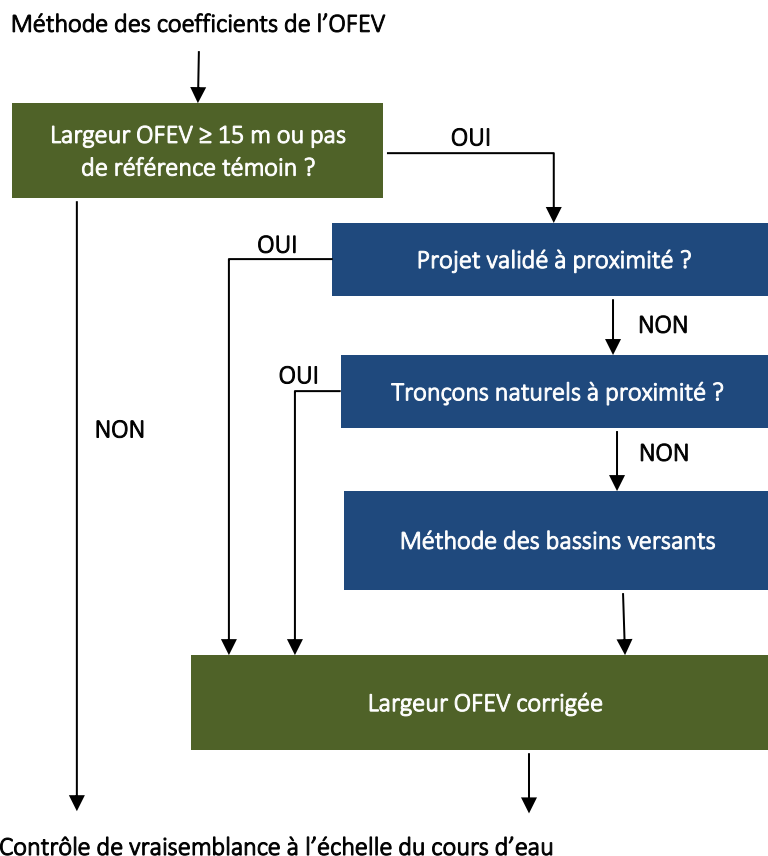


Figure 5: Etapes du contrôle de vraisemblance des tronçons ayant une largeur OFEV ≥ 15 m, ou sans tronçon de référence fiable, montrant la priorisation de la prise en compte des informations à disposition.

Les **largeurs historiques**, dont la fiabilité est restreinte à l'échelle de travail concernée, ont été consultées via les cartes Siegfried 1871-1901 disponibles sur le géoportail cantonal. Les largeurs mesurables sur ces cartes n'ont toutefois pas été retenues pour être utilisées telles quelles.

4.5 LISSAGE

Pour des raisons pratiques visant à simplifier l'application de l'ERE, le nombre de tronçon (6039) a impérativement dû être réduit. Pour ce faire, les tronçons voisins présentant des conditions environnementales similaires ont été fusionnés (Figures 6). Ces nouveaux tronçons homogènes et longs sont nommés « segments ». Afin d'optimiser la pertinence et la longueur couverte par ceux-ci, les critères suivants ont été considérés (Annexe 2) :

- homogénéité géomorphologique (pente, topographie, géologie, etc.),
- embouchure d'un affluent de taille importante,
- projet prévu ou en cours de réalisation,
- homogénéité de la largeur naturelle,
- longueur minimale.

Deux étapes ont été nécessaires, une première de **regroupement** et une deuxième d'**ajustement**. Les segments ainsi obtenus ont ensuite été présentés au groupe de travail et aux personnes de terrain de l'ENV lors du contrôle général ultérieur pour obtenir les **segments** finaux (chapitre 4.6) dont la largeur naturelle sert de base au calcul de l'ERE.

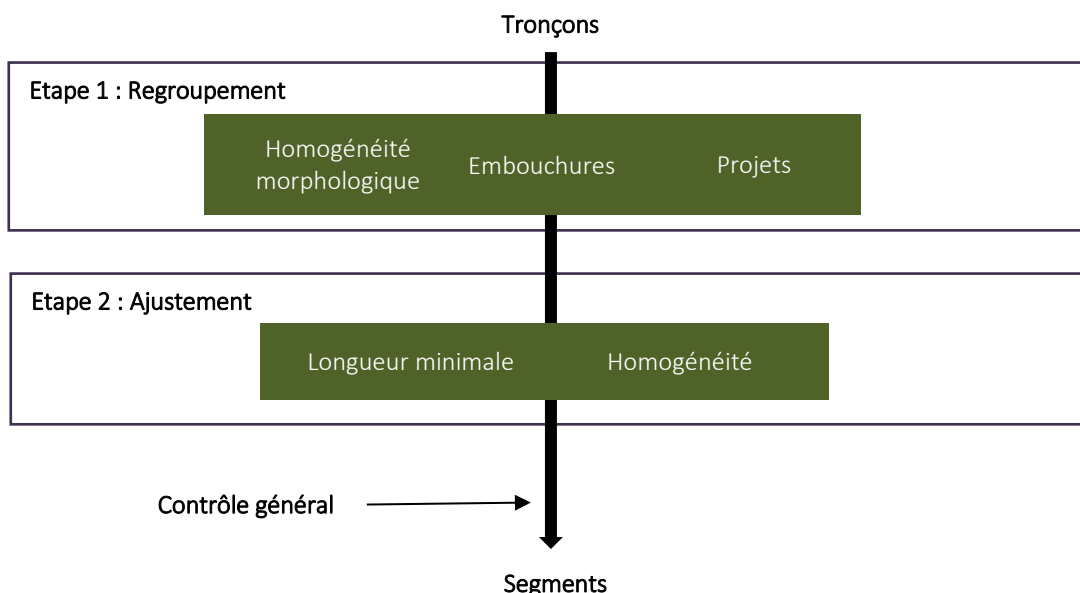


Figure 6: Résumé des étapes et critères du lissage.

Durant le processus et avant le contrôle général, les segments ont obtenu une **largeur moyenne pondérée** par calcul, chaque tronçon pesant dans la balance proportionnellement à sa longueur (Figure 7). Les résultats ont ensuite été arrondis au plus proche 0.5 m, ou à l'inférieur en cas d'égalité (p. ex. 1.75 m a été arrondi à 1.5 m et 1.76 m à 2 m).

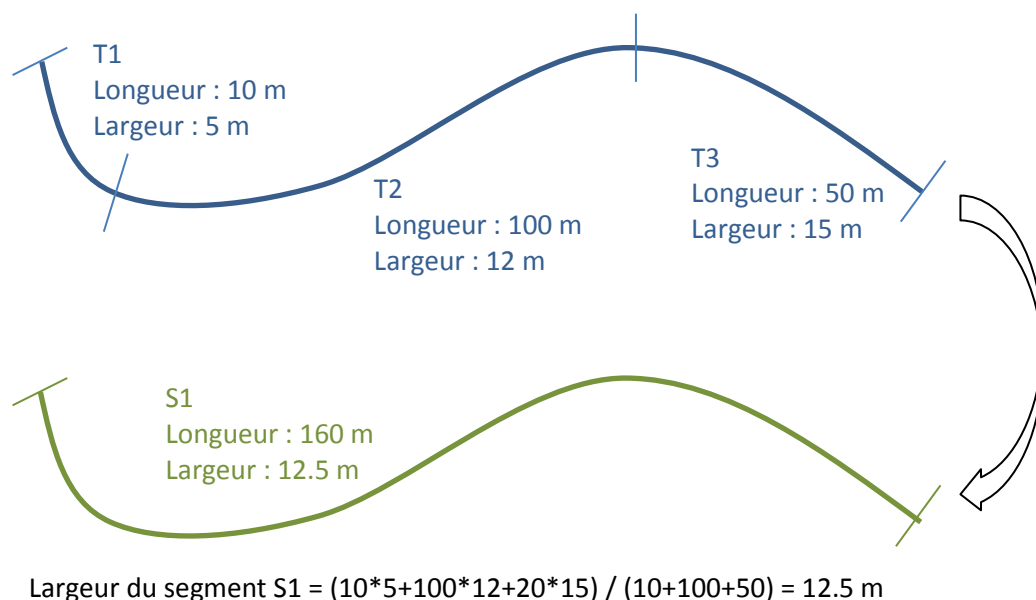


Figure 7: Moyenne pondérée des largeurs des tronçons T1 à T3 pour obtenir la largeur du segment S1.

4.6 CONTRÔLE GÉNÉRAL

Au terme de l'analyse automatique (par tables de calcul Excel et système d'information géographique), les segments ont été soumis au groupe de travail ainsi qu'aux collaborateurs de l'ENV concernés par les cours d'eau pour un contrôle général. Celui-ci permet d'avoir une vue d'ensemble du territoire et de confronter les valeurs obtenues aux connaissances de terrain et aux enjeux territoriaux soulevés par le groupe de travail.

Deux types de changement ont été effectués :

- déplacement ou suppression de limites de segments, avec recalcul automatique de la largeur moyenne pondérée du nouveau segment (Figure 7),
- changement de la valeur du segment sur la base d'autres connaissances et enjeux pas encore pris en compte (p. ex. valeurs jugées trop différentes de la réalité du terrain, simplification des valeurs en zone agricole pour allonger les segments, etc.).

Tous les cas sont documentés et justifiés dans l'Annexe 6. Lorsque des changements ont été apportés, ils apparaissent également en couleur dans les fiches par cours d'eau de l'Annexe 2 dans la colonne largeur naturelle.

Lors du contrôle, les limites de segments qui entraîneraient des sauts d'ERE de 4 m et plus ont été identifiées et traitées soit :

- par un déplacement de la limite en dehors de la zone agricole,
- par un déplacement de la limite à une séparation géographique claire (route, embouchure),
- par une uniformisation des valeurs en créant un segment plus long,
- par aucune modification (par exemple en forêt).

5 RÉSULTATS

La méthodologie débouche sur les largeurs naturelles de tous les cours d'eau du réseau hydrographique jurassien. Les résultats sont consultables sur les cartes par bassin versant (Annexe 3), complétées par les fiches cours d'eau correspondantes (Annexe 4).

Les statistiques en lien avec les étapes du contrôle de vraisemblance et du lissage sont présentées en annexe, ainsi qu'une synthèse des modifications apportées lors du contrôle général (Annexes 5 et 6).

5.1 BASSIN VERSANT DU DOUBS

L'analyse des données de base pour le Doubs montre un cours d'eau à l'état naturel ou peu atteint sur tout son linéaire jurassien de Biaufond à La Motte. Les rares secteurs présentant un état très atteint ou artificiel sont les traversées des localités, Goumois, Soubey ou St-Ursanne (Figure 8).

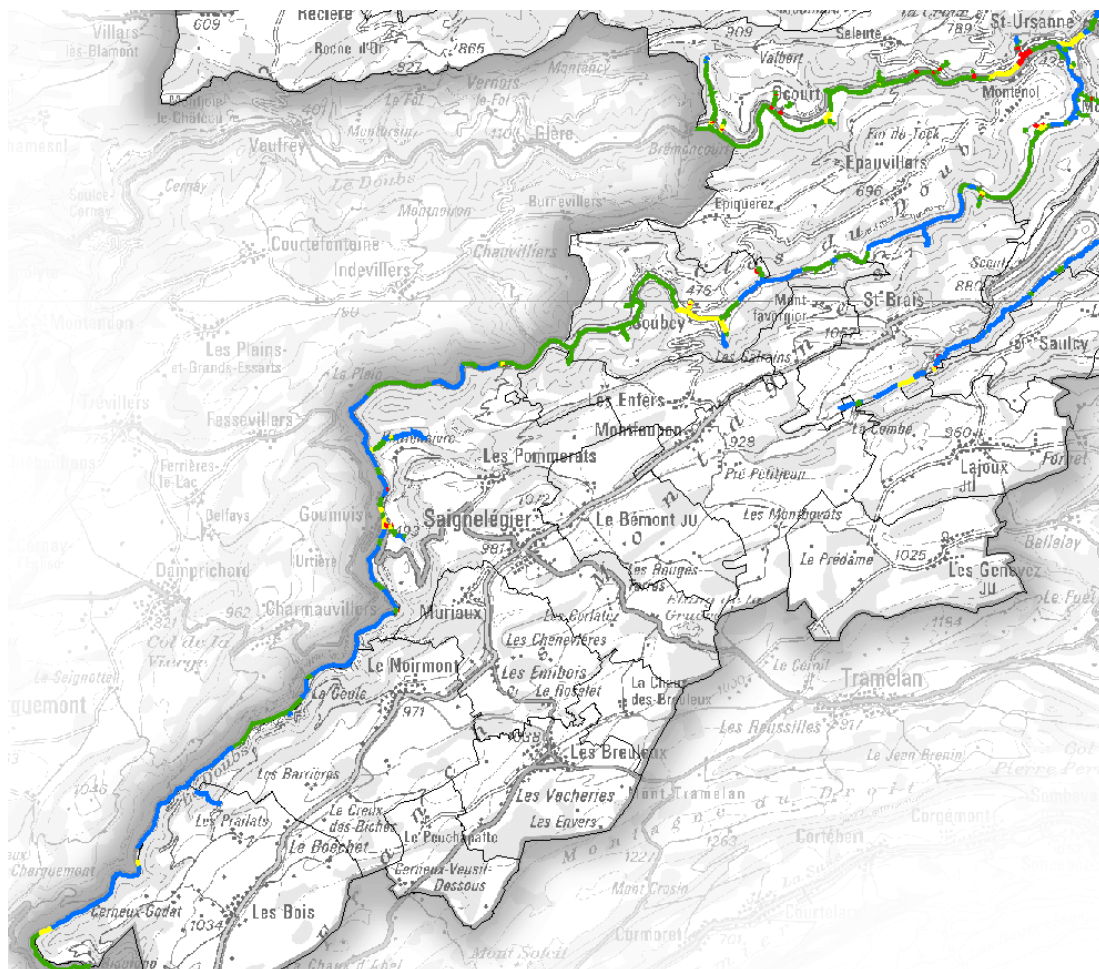


Figure 8: Etat du Doubs découlant des relevés écomorphologiques (bleu = naturel, vert = peu atteint, jaune = très atteint, rouge = artificiel).

Dans le secteur amont, où le **Doubs s'écoule dans un canyon**, les largeurs actuelles mesurables sur les orthophotos sont comprises entre 27 m et 70 m, là où le cours d'eau présente plusieurs

bras. La variabilité est quasiment partout prononcée. Dans les zones urbanisées, où les berges ont parfois été renforcées, le Doubs montre une largeur d'écoulement actuelle semblable à celle observable sur les cartes historiques Siegfried (Figure 9).

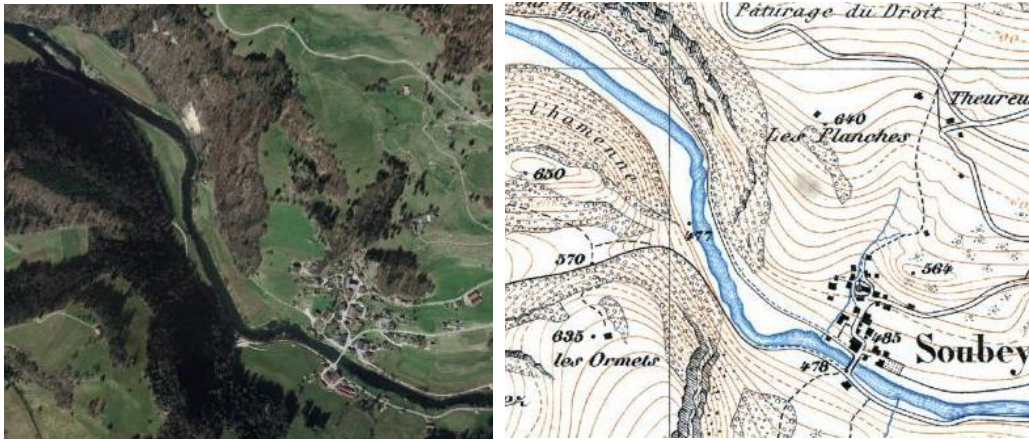


Figure 9: Écoulement du Doubs à Soubey, actuel à gauche (orthophoto 2011) et historique à droite (carte Siegfried 1871-1901).

Dans le secteur aval entre Epauvillers et La Motte, où l'agriculture est plus présente et la vallée plus large, l'état du Doubs a été jugé peu atteint sauf pour la traversée de Saint-Ursanne où son état est très atteint à cause de l'artificialisation des berges du cours d'eau (murs). Les largeurs actuelles mesurables sur orthophoto sont comprises entre 30 m et 95 m, là où le cours d'eau présente plusieurs bras, et la variabilité y est parfois limitée. Cette dernière ainsi que l'état peu atteint sont principalement dus ici à l'exploitation agricole des berges (Figure 10).

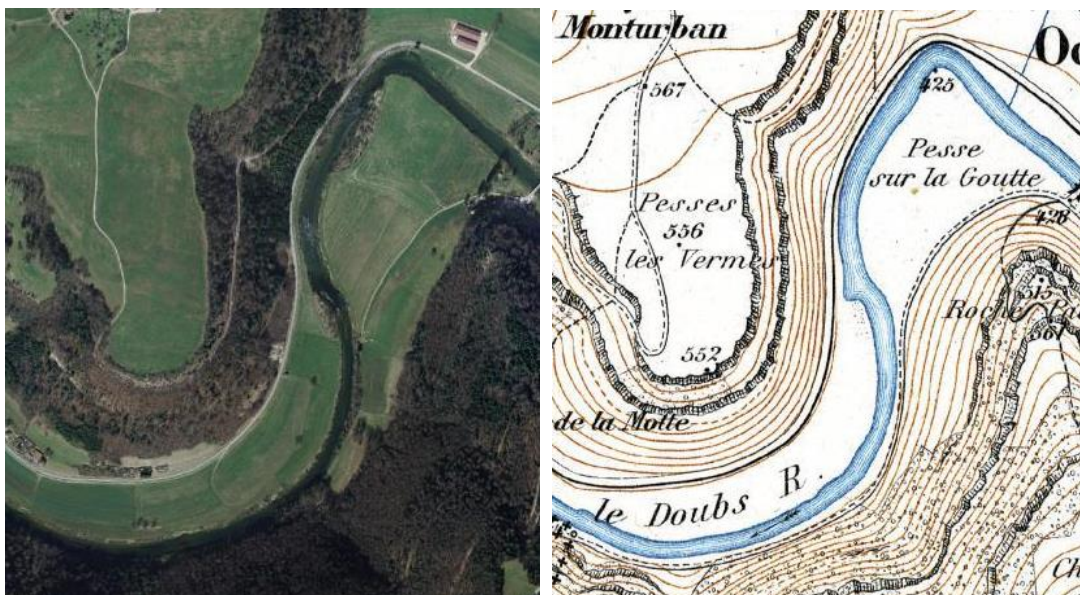


Figure 10: Écoulement du Doubs vers Ocourt, actuel à gauche (orthophoto 2011) et historique à droite (carte Siegfried 1871-1901).

La comparaison des largeurs actuelles issues des relevés écomorphologiques avec les largeurs mesurables sur les orthophotos a montré que les données de base pour le Doubs n'étaient pas suffisamment fiables. L'utilisation d'une moyenne de largeur actuelle pour un même tronçon, telle que produite lors des relevés, engendre des données aberrantes lors de l'étape du lissage lorsque les tronçons sont agrégés en segments. C'est également le cas lorsque le Doubs possède plusieurs bras.

Les observations sur orthophotos présentées ci-dessus, la méthodologie non adaptée à la situation du Doubs, ainsi que la présence de nombreux tronçons naturels de référence, ont mené le groupe de travail à décider que **la largeur actuelle du Doubs peut être considérée comme sa largeur naturelle** en tout point. Une exception subsiste pour le périmètre concerné par le plan directeur localisé (PDL) de Saint-Ursanne où une largeur naturelle de 41 m a d'ores et déjà été validée par les autorités cantonales et fédérales.

Concernant les affluents, pour lesquels la méthodologie complète a pu être suivie, leur largeur naturelle est majoritairement ≤ 2 m. Quelques cours d'eau présentent toutefois des largeurs naturelles supérieures proche de leur confluence avec le Doubs, tels que le Malrang (St-Ursanne) ou le Bief des Moulins (Soubey).

Les résultats précis pour le Doubs et ses affluents sont disponibles sur la carte en Annexe 3 et dans les fiches cours d'eau en Annexe 4.

5.2 BASSIN VERSANT DE LA BIRSE

Le bassin versant de la Birse comporte trois cours d'eau d'importance, à savoir la Birse, la Sorne et la Scheulte. Plusieurs projets ayant bénéficié d'études hydrauliques poussées ont fourni des valeurs de largeurs naturelles robustes qui ont servi de point de calage.

Sur la Sorne, la largeur naturelle de 12 m du projet Delémont Marée Basse a été contraignante. Le projet Scheulte-Birse a fourni des points de calage pour la Scheulte avec 12 m de largeur naturelle à l'aval de la confluence Scheulte/Gabiare et 9 m à l'amont. Pour ce même projet, les valeurs pour la Birse de 23 m dans le secteur Les Rondez et de 15 m à l'amont de la confluence Birse/Scheulte ont été retenues. Finalement, le projet d'aménagement de la localité des Riedes-Dessus a fourni une largeur naturelle de 30 m à la frontière avec le canton de Bâle-Campagne. Les projets figurent dans la Figure 11.

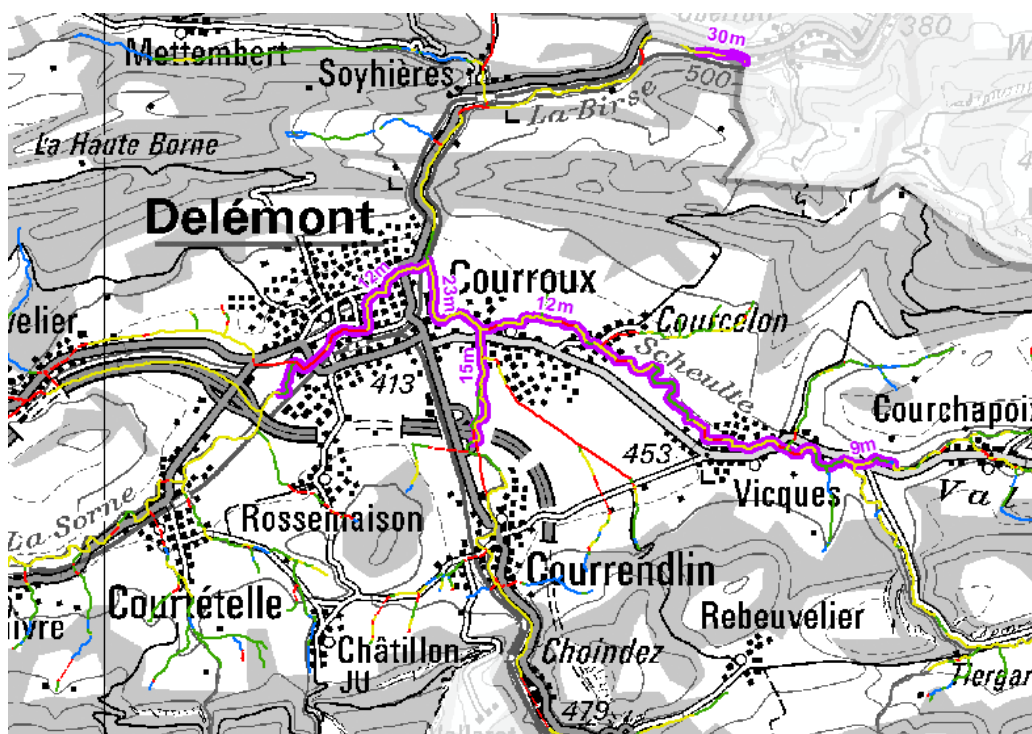


Figure 11: Relevés écomorphologiques du bassin versant de la Birse (bleu = naturel, vert = peu atteint, jaune = très atteint, rouge = artificiel), avec en violet les emplacements et largeurs naturelles fixées des projets existants.

En raison du nombre réduit de tronçons naturels de référence sur ces cours d'eau, la méthode des bassins versants a également été appliquée pour calibrer les données (Annexe 1). Durant le contrôle général, d'importantes simplifications de segment ont été réalisées, notamment en zone agricole, pour limiter les sauts conséquents de largeur naturelle.

Concernant les affluents, ceux de la Birse possèdent généralement une largeur naturelle ≤ 2 m. Font exception proche des zones de confluence, le Ruisseau de Mettembert et la Réselle de Soyhières. La largeur naturelle de la Lucelle atteint 10 m à sa sortie du canton.

Les affluents de la Sorne ont globalement des largeurs naturelles ≤ 2 m. Neuf affluents montrent toutefois des valeurs supérieures : le Tabeillon (Glovelier), le Folpotat (Soulece), le Miéry (Undervelier), le Ruisseau de Boécourt, la Rouge Eau (Bassecourt), le Ruisseau du Sâcy (Courtételle), le Ruisseau de Châtillon, le Ruisseau de la Pran (Develier/Delémont) et la Golatte (Develier/Delémont).

Les affluents de la Scheulte possèdent généralement une largeur naturelle ≤ 2 m. Font exception le Ruisseau de Montsevelier, le Ruisseau de Corban et le Ruisseau de Vermes. La Gabiare (Vermes) possède quant à elle des largeurs naturelles allant jusqu'à 8 m.

Les résultats précis et détaillés sont disponibles sur la carte en Annexe 3 et dans les fiches cours d'eau en Annexe 4.

5.3 BASSIN VERSANT DE L'ALLAINE

Seul le projet « En Roche de Mars » sur l'Allaine en amont de Porrentruy a fourni un point de calage avec une largeur naturelle de 6.5 m.

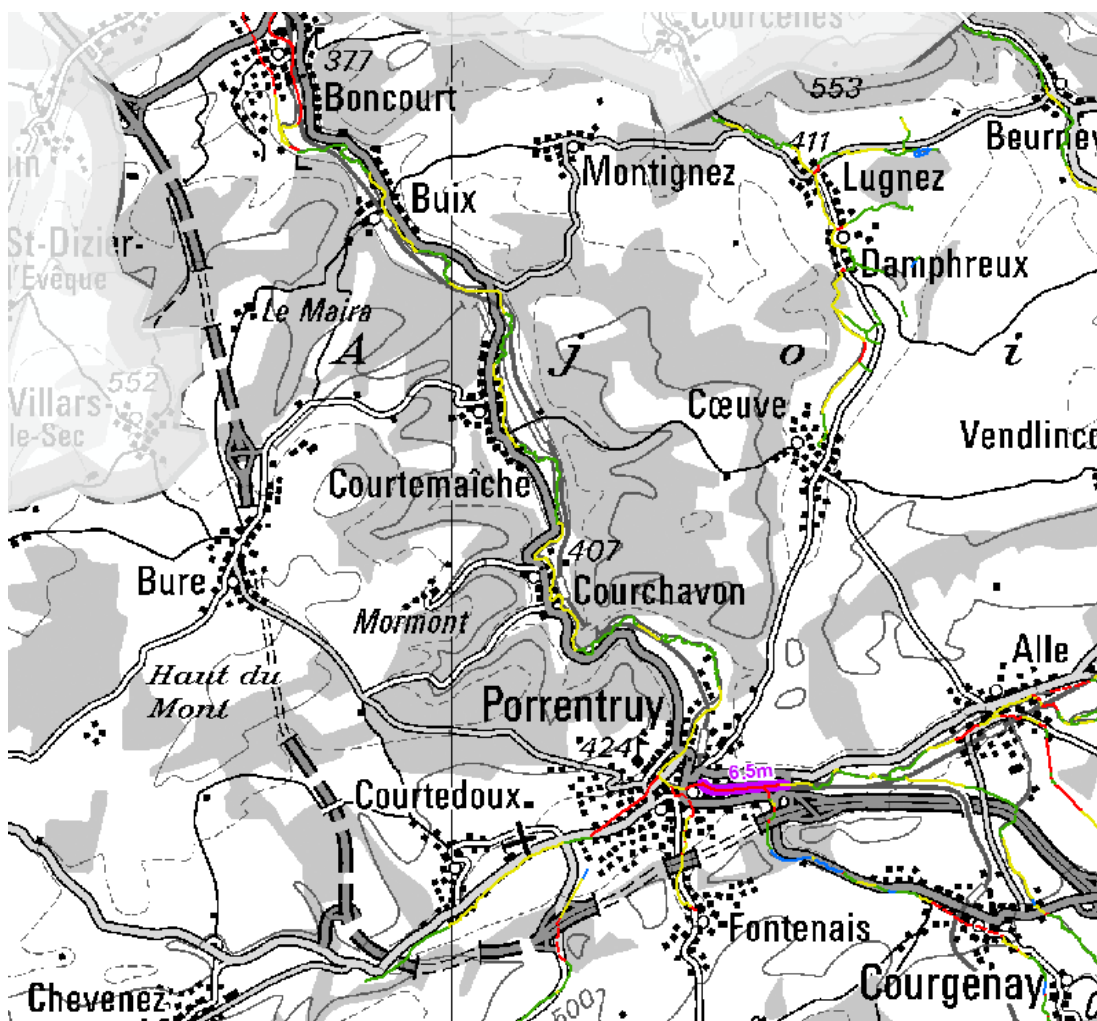


Figure 12 Relevés écomorphologiques du bassin versant de l'Allaine (bleu = naturel, vert = peu atteint, jaune = très atteint, rouge = artificiel), avec en violet l'emplacement et largeur naturelle du projet existant dans ce bassin versant.

Considérant les orthophotos, les cartes historiques, et suite à une séance sur le terrain, les membres du groupe de travail ont admis que l'Allaine possède une morphologie proche de l'état naturel à l'aval de Porrentruy en dehors des agglomérations. Bien que les berges aient été stabilisées au fil du temps, pour permettre généralement une exploitation agricole, la largeur du lit n'a subi que peu de variations, malgré la variabilité du lit parfois limitée du à ces renforcements.

L'utilisation des coefficients OFEV pour l'Allaine à l'aval de Porrentruy était donc inadéquate et a nécessité des corrections ultérieures. Une attention particulière a également été portée aux tronçons à débit résiduel en aval de Buix, qui ont été considérés spécifiquement lors du contrôle général en fin de méthodologie. La largeur naturelle de l'Allaine a donc été déterminée à 11 m depuis la confluence avec le déversoir occasionnel du Creugenat jusqu'au passage sous la voie ferrée à l'aval de Courtemâche, puis à 12 m jusqu'au lieu-dit La Rochette, et finalement à 14 m pour la traversée de Boncourt.

Concernant les affluents de l'Allaine, ils possèdent généralement une largeur naturelle ≤ 2 m. Font exception, le Bacavoine (dès Fontenais), le Voyeboeuf (Porrentruy/proche de la confluence), le Jonc (Alle), la Cornoline (Cornol), l'Erveratte (Asuel), la Coeuvalte (Dampfreux) et la Vendline (dès Vendlincourt). Pour le Creugenat, dont le débit est temporaire, aucune largeur naturelle n'a été définie. Ce cas sera traité ultérieurement lors de la détermination de l'ERE.

Les résultats précis et détaillés sont disponibles sur la carte en Annexe 3 et dans les fiches cours d'eau en Annexe 4.

6 CONCLUSION

La méthodologie retenue a permis d'obtenir, de manière transparente et documentée, des largeurs naturelles cohérentes et fiables sur l'ensemble du territoire cantonal. Des vérifications ont été effectuées à toutes les étapes clés pour compléter l'analyse purement mathématique par une approche réfléchie et adaptée aux cas concrets.

Il s'agit d'une base solide et pratique pour réaliser l'étape suivante de détermination de l'espace réservé aux eaux qui présentera encore de nombreux défis. Des critères devront par exemple être définis au sein du groupe de travail pour déterminer, en accord avec l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux, sur quel cours d'eau appliquer l'espace réservé et sur lesquels y renoncer.

La délimitation des zones densément bâties, le traitement des plans d'eau, ainsi que la vérification des axes géographiques des cours d'eau sont d'autres étapes importantes de la suite de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

BASES LÉGALES

- Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) du 24 janvier 1991 (État le 1er janvier 2016), 814.20
- Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux,) du 28 octobre 1998 (État le 1er janvier 2016), 814.201

DOCUMENTS FÉDÉRAUX

- Idées directrices - Cours d'eau suisse. Pour une gestion durable de nos eaux, OFEFP/OFEG/OFAG/ARE, 2003, 10p.
- L'espace réservé aux eaux en territoire urbanisé, fiche pratique, ARE/OFEV, 18.01.2013, 11p.
- Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse - Écomorphologie - niveau R (région), OFEFP, 1998, L'environnement pratique, Informations concernant la protection des eaux n°27, 51p.
- Espace nécessaire aux grands cours d'eau de Suisse, Service conseil Zones Alluviales, 2013, 110p.
- Espace réservé aux eaux et agriculture, fiche pratique, OFEV/OFAG/ARE, 20.05.2014, 13p.

RAPPORTS TECHNIQUES

- Détermination de la largeur naturelle du lit des cours d'eau du canton de Neuchâtel - Val de Travers, Aquarius, 2014, 78p.
- Détermination de la largeur naturelle du lit des cours d'eau du canton de Neuchâtel - Bassin du Pontet, Aquarius, 2014, 56p.
- Détermination de la largeur naturelle du lit des cours d'eau du canton de Neuchâtel - Béroche, Natura, 2015, 63p.
- Détermination de la largeur naturelle du lit des cours d'eau du canton de Neuchâtel - Val de Ruz, Natura, version provisoire 2015, 144p.
- Espace réservé aux eaux. Développement et test d'une méthode permettant de le définir, Ultramare Christelle et McMullin Thomas, Juin 2015, Travail de Design Project, EPFL, 37p.
- The Hydraulic Geometry of Stream Channels and Some Physiographic Implications, Luna B. Leopold, et Thomas Maddock Jr, 1953, Geological Survey Professional Paper n°252, 64p.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1

Méthodologie : Contrôle de vraisemblance - méthode des bassins versants

Annexe 2

Méthodologie : Critères de lissage

Annexe 3

Résultats : Cartes des largeurs naturelles par bassin versant

Annexe 4 (numérique)

Fiches par cours d'eau

Cartes de localisation des tronçons

Annexe 5

Complément : Statistiques du contrôle de vraisemblance

Annexe 6

Complément : Statistiques du lissage et du contrôle général

Annexe 7 (numérique)

Géodonnées

ANNEXE 1

Méthodologie : Contrôle de vraisemblance - méthode des bassins versants

METHODOLOGIE – CONTROLE DE VRAISEMBLANCE

MÉTHODE DES BASSINS VERSANTS

Suite à des réflexions menées par des étudiants de l'EPFL dans le cadre de leur Design Project, une méthode a été élaborée reliant la largeur naturelle des cours d'eau avec la taille de leur bassin versant géographique. Les tronçons naturels observables sont utilisés pour calibrer la courbe spécifique à chaque bassin versant.

Cette méthode a été utilisée uniquement si aucune autre méthode n'était disponible. Elle n'est pas applicable dans le cas de cours d'eau dont la largeur est majoritairement déterminée par la topographie (Doubs), ou s'il y a trop peu de références naturelles. Lors de la présente étude, elle a pu être appliquée uniquement aux bassins versants de la Birse, Sorne et Scheulte comprises (Figure 11).

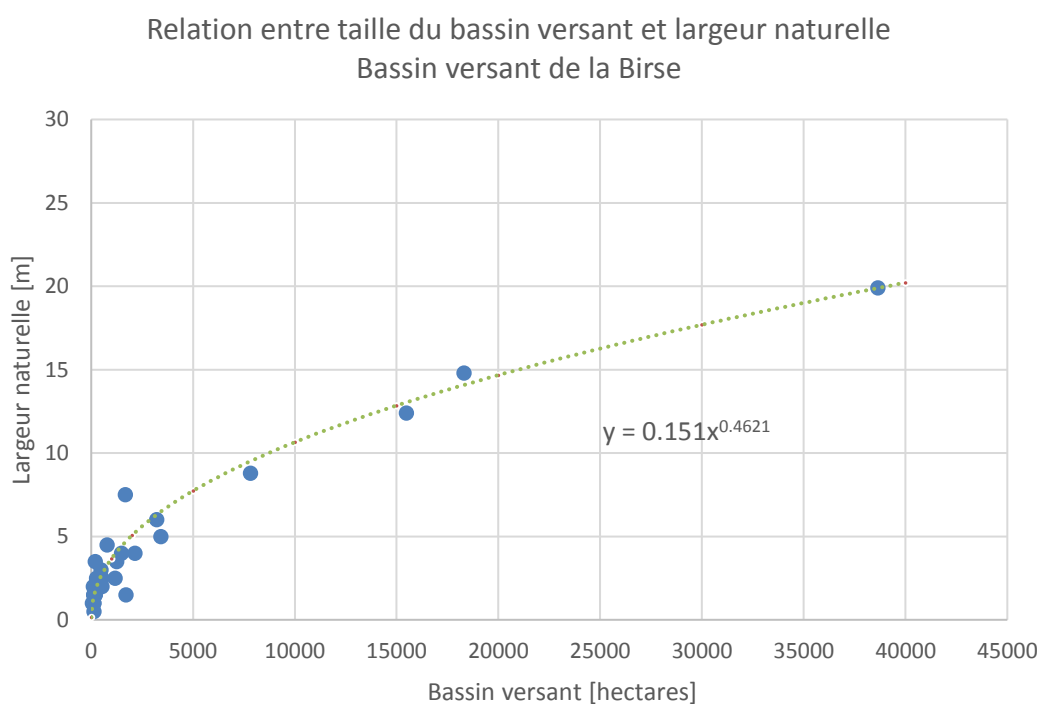


Figure 11: Relation empirique entre la taille du bassin versant et la largeur naturelle pour le bassin versant de la Birse.

ANNEXE 2

Méthodologie : Critères de lissage

METHODOLOGIE : CRITERES DE LISSAGES

HOMOGENEITE MORPHOLOGIQUE

La pente a été calculée sur la base du modèle numérique de terrain à 25 m. Au vu de la résolution du MNT25, cette donnée n'est pas uniquement représentative de la pente du cours d'eau, mais également de la situation morphologique (p.ex. gorges ou plaine). Cette donnée a été considérée comme un **indice morphologique** général.

Afin de ne relever que les changements de morphologie conséquents (brusques changements de pente, passage en gorge), les segments ont été séparés lorsqu'une différence entre le rapport de deux indices de morphologie contigus était supérieure à 2.5.

$$\text{rapport} = \frac{\text{IndiceMorphologique}_{\max}}{\text{IndiceMorphologique}_{\min}}$$

EMBOUCHURES

Lorsque deux cours d'eau se rejoignent, la largeur résultante est d'autant plus influencée par l'affluent que leurs largeurs sont similaires. Dans ce cas, la largeur actuelle résultante est généralement plus large et justifie une limite de segments. Au contraire, lorsqu'un petit ruisseau se jette dans une rivière de taille nettement plus importante, cela n'influence pas morphologiquement la largeur de cette dernière.

Pour caractériser leur influence, les embouchures des affluents dans un cours d'eau principal ont été identifiées par leurs caractéristiques géométriques (Figure 12).

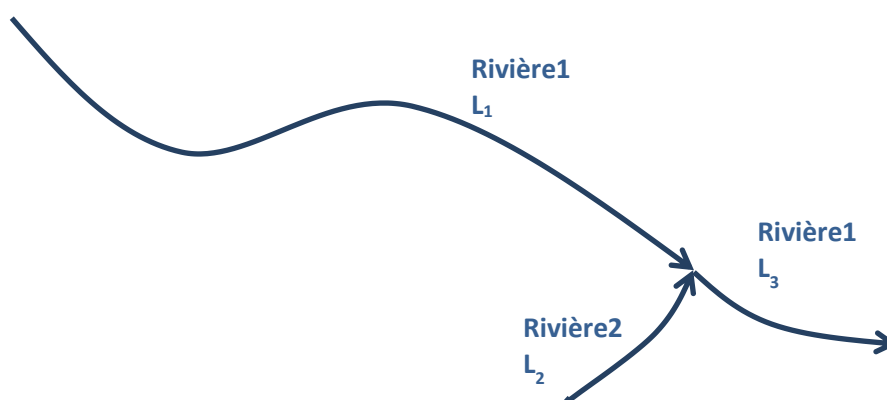


Figure 12 : Définition d'une embouchure typique dans la géométrie des données.

Le **ratio de largeur** a été calculé comme suit :

$$\text{ratio} = \frac{|L_1 - L_2|}{L_1 + L_2}$$

Pour deux cours d'eau de taille égale, le ratio vaudra 0, alors que pour deux cours d'eau de taille différente, le ratio sera proche de 1. Par exemple, pour un cours d'eau de 10 m de large recevant un émissaire de 1 m, le ratio vaudra 0.8. Pour deux cours d'eau dont l'un a une largeur deux fois plus importante que l'autre, le ratio vaudra 0.3.

La limite d'importance a été fixée à 0.5, ce qui signifie qu'à partir d'une différence de moins d'un tiers entre deux affluents, l'embouchure a été considérée comme significative et une limite de segment a été introduite sur le cours d'eau principal.

S'il n'y avait pas de séparation de tronçon sur l'embouchure, le ratio a été attribué au changement existant du tronçon aval.

PROJETS

Les données de projets d'aménagement de cours d'eau validées par ENV sont utilisées comme valeurs imposées sur les segments, alors que les données non validées sont prises en compte lors du contrôle de vraisemblance.

Les tronçons situés dans un secteur de tels projets ont été regroupés au sein d'un même segment, séparé des segments voisins. Les points de séparations entre tronçons n'ayant pas été modifiés, certains segments avec projet couvrent un peu plus de terrain que le projet actuel lui-même. Les segments concernés par des projets figurent spécifiquement sur les cartes de l'Annexe 3.

AJUSTEMENTS

Après définition des segments en suivant les trois critères ci-dessus, un ajustement a été effectué. La longueur des segments a été évaluée afin de déterminer s'ils étaient trop courts, ou s'ils comprenaient des largeurs naturelles hétérogènes. Les critères suivants ont été utilisés :

- segments courts (< 200 m) : rattachement au segment adjacent qui montre la largeur naturelle la plus semblable,
- segments hétérogènes : division en deux lorsque l'écart type relatif des différentes largeurs OFEV corrigées (divisé par la moyenne) est supérieur à 0.4, et que le segment regroupe plus de 10 tronçons.

CONTROLE DES SEGMENTS

Un contrôle a été effectué pour vérifier la cohérence au sein des segments. Les largeurs OFEV corrigées ont été comparées aux largeurs naturelles lissées du segment correspondant afin de déterminer si une limite de segmentation différente était plus judicieuse. Ce contrôle a été effectué sur la base de graphiques Excel (Figure 13).

Contrôle des segments pour la Gabiare

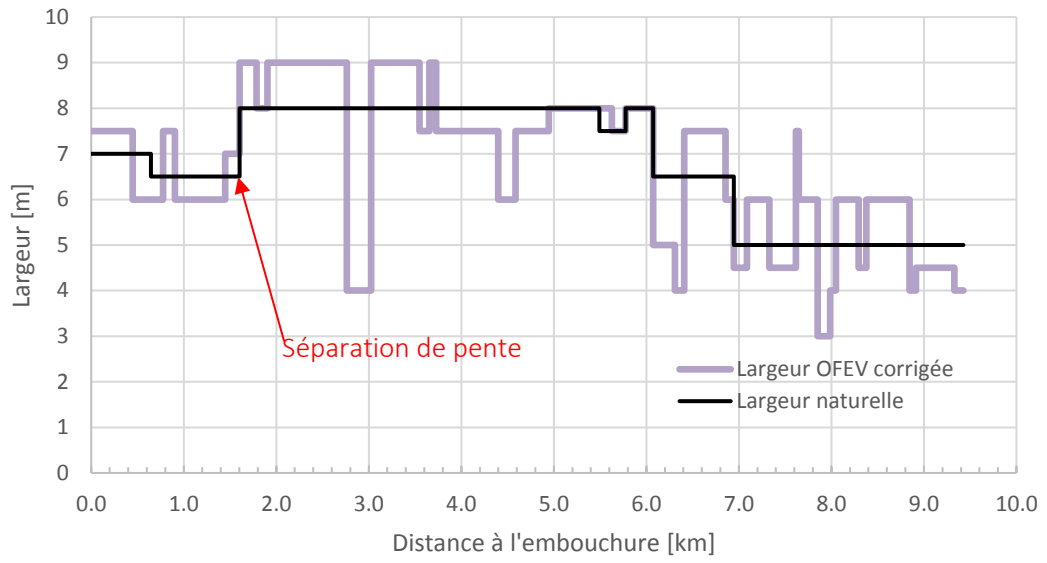


Figure 13 : Exemple de contrôle des segments sur le Ruisseau de la Gabiare. Les largeurs OFEV corrigées sont définies sur 35 tronçons, les largeurs naturelles sur 7 segments.

ANNEXE 3

Résultats : Cartes des largeurs naturelles par bassin versant

ANNEXE 4

Résultats : Fiches par cours d'eau (numérique)

FICHES PAR COURS D'EAU

Les résultats des différents cours d'eau sont présentés par tronçon et segment dans les tableaux suivants ainsi que sur les trois cartes des largeurs naturelles par bassin versant. L'objectif des fiches est de permettre de retrouver l'évolution des données au cours de la méthodologie.

La numérotation des tronçons augmente de l'aval vers l'amont.

Les fiches par cours d'eau sont organisées de la manière décrite ci-dessous.

Le titre de chaque section fait état du numéro de la fiche, du numéro du cours d'eau (si connu), et de son nom usuel (si connu).

Chaque tronçon (A) est ensuite détaillé avec sa largeur actuelle relevée en mètres (B) avec deux décimales. L'écomorphologie (C) est indiquée ensuite.

La variabilité (D) permet l'attribution du facteur OFEV (E), et ainsi par multiplication avec la largeur actuelle, la détermination de la largeur OFEV (F). Dans les cas où le contrôle de vraisemblance a révélé une valeur incohérente, la largeur OFEV corrigée (G) est différente de la largeur OFEV et apparaît sur fond jaune dans les tables. Le type de contrôle de vraisemblance effectué est donné dans la colonne (H), codifiée de la manière suivante :

Type A	Comparaison avec les tronçons naturels amont et aval
Type B	Tronçons enterrés/sans données de largeurs ou de variabilité
Type C	Continuité entre tronçons sans et avec relevés
Type D	Facteur surestimant la correction à apporter
Type E	Facteur sous-estimant la correction à apporter
Type F	Données de base peu précises / incohérentes
Type G	Présence de projets avec largeur naturelle validée
Type H	Comparaison avec la méthode des bassins versants
Type I	Présence de seuils ou lacs artificiels

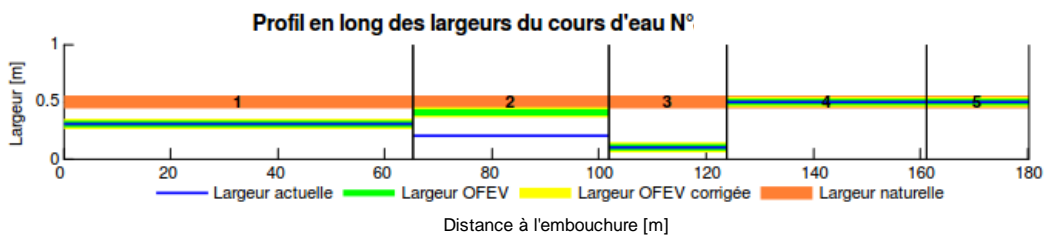
Le numéro de segment auquel le tronçon appartient est indiqué (I) ainsi que la largeur naturelle (J), qui a été obtenue par pondération par la longueur de chaque tronçon du segment. Si la case J est indiquée en *bleu gras et italique*, cela signifie que lors du contrôle général, une valeur autre que celle pondérée a été imposée.

Tronçon	Largeur actuelle (m)	Écomorphologie	Variabilité	Facteur OFEV	Largeur OFEV (m)	Largeur OFEV corrigée (m)	Type CV	Segment	Largeur naturelle (m)
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

Les graphiques ayant servi au contrôle de vraisemblance sont présentés en dessous des tableaux.

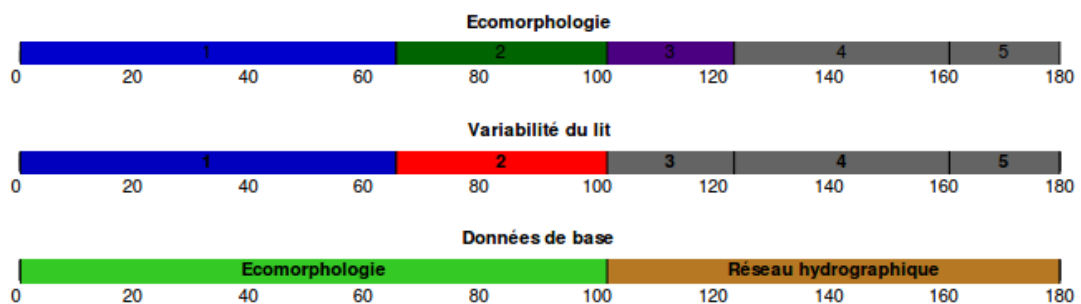
La partie supérieure de l'illustration correspond à un profil en long des différentes largeurs le long de la distance à l'embouchure (de 0 m à l'embouchure jusqu'à la longueur totale du cours d'eau à la tête de bassin ou à l'entrée sur le territoire cantonal).

Les tronçons sont séparés par des traits verticaux et numérotés. La largeur actuelle est indiquée en bleu, la largeur OFEV en vert, la largeur OFEV corrigée en jaune, et la largeur naturelle qui sera utilisée pour calculer le futur ERE en orange.



Les graphiques illustrés sous les tableaux donnent des informations complémentaires, telles que l'écomorphologie, la variabilité du lit, ou la provenance des données (écomorphologie ou ajout sur la base du réseau hydrographique) le long de la distance à l'embouchure. Ils permettent de compléter le profil en long en amenant des informations utiles à l'analyse.

Légende Etat du cours d'eau (écomorphologie)	Légende Variabilité
<ul style="list-style-type: none"> Naturel Peu atteint Très atteint Artificiel Enterré Non déterminé 	<ul style="list-style-type: none"> Non déterminée Prononcée Limitée Nulle



ANNEXE 5

Complément : Statistiques du contrôle de vraisemblance

STATISTIQUES DU CONTROLE DE VRAISEMBLANCE

Après ce contrôle, les résultats issus de l'application du coefficient OFEV ont été modifiés sur 21.5 % du réseau, soit 172 km de cours d'eau sur 799 km. Ce contrôle a permis de gérer des cas particuliers et de mettre en lumière des phénomènes qui ne peuvent pas être pris en compte lors d'une analyse entièrement automatique.

	Avec données de base (écomorphologie)	Sans données de base (écomorphologie)	Total
Total [km]	441 km	358 km	799 km
Modifié [km]	153.5 km	18.5 km	172 km
Modifié [%]	35 %	5 %	21.5 %

Tableau 2: Modifications apportées sur les cours d'eau avec et sans données de base écomorphologiques.

Le contrôle de vraisemblance a été utile lors des situations suivantes (catégories reprises dans les fiches cours d'eau) :

Type A	Comparaison avec les tronçons naturels amont et aval
Type B	Tronçons enterrés/sans données de largeurs ou de variabilité
Type C	Continuité entre tronçons sans et avec relevés
Type D	Facteur surestimant la correction à apporter
Type E	Facteur sous-estimant la correction à apporter
Type F	Données de base peu précises / incohérentes
Type G	Présence de projets avec largeur naturelle validée
Type H	Comparaison avec la méthode des bassins versants
Type I	Présence de seuils ou lacs artificiels

La répartition de ces catégories par classes de largeurs actuelles est illustrée dans la Figure 14. Ces types de contrôle sont mentionnés dans les fiches par cours d'eau à l'Annexe 4.

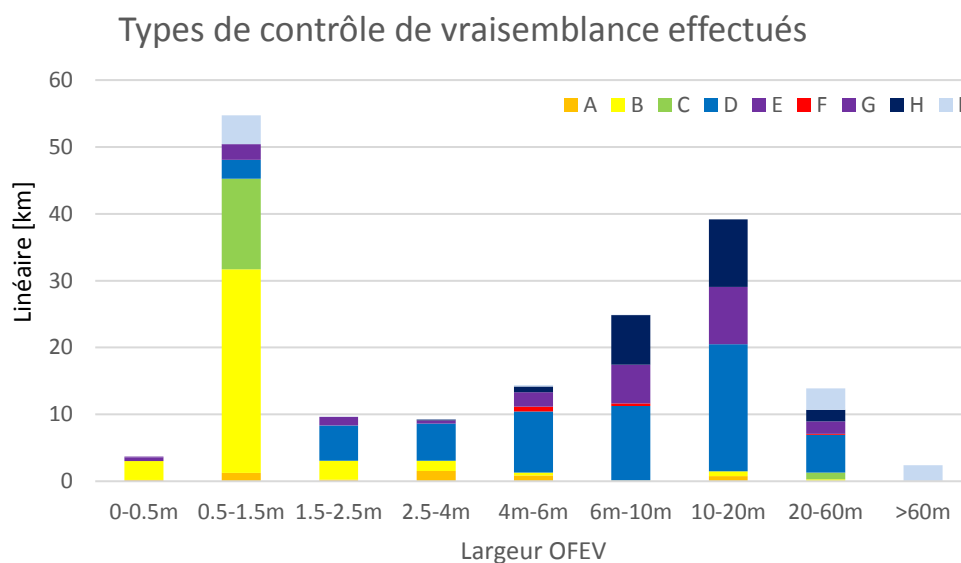


Figure 14 : Répartition des différents types de contrôle de vraisemblance effectués par classes de largeur OFEV.

Sur les 172 km corrigés :

- Pour **39.1 km**, la **largeur a été complétée** en raison du manque de données de base selon le type B.
- Pour **22.8 km**, le **contrôle de vraisemblance s'est fait vers le haut** (augmentation de la largeur). Il s'agit de petits cours d'eau pour lesquels le facteur correctif ne suffit pas (type E) ou dans un but de continuité entre tronçons avec et sans relevés (type C).
- Pour **110.1 km**, le **contrôle de vraisemblance s'est fait vers le bas** (diminution de la largeur). Il s'agit principalement de cours d'eau d'une certaine largeur pour lesquels le coefficient correcteur est en général trop important selon les types A et D, de la comparaison avec les projets type G et de la gestion des seuils selon le type I.

ANNEXE 6

Complément : Statistiques du lissage et contrôle général

STATISTIQUES DU LISSAGE DES TRONÇONS ET DU CONTROLE GENERAL

Le résultat débouche sur 1359 segments générés à partir de 6040 tronçons, soit une moyenne de 4.4 tronçons par segments.

	Tronçons	Segments	Segments finaux
Linéaire total	799 km	799 km	799 km
Nombre	6040	1439	1359
Largeur naturelle moyenne	5.41 m	5.42 m	5.40 m
Longueur moyenne	137 m	558 m	589 m
Espace réservé aux eaux indicatif (berges sans lit)	1050 ha	1049 ha	1045 ha

Tableau 3 : Propriétés des tronçons et des segments. La largeur naturelle des segments découle d'une pondération en fonction de la longueur des tronçons qu'ils contiennent.

La méthodologie appliquée conserve globalement la largeur naturelle moyenne, ainsi que l'espace réservé aux eaux (ERE) indicatif sur les berges qui peut en être déduit. Elle permet donc de conserver les caractéristiques principales des cours d'eau tout en lissant les extrêmes et en facilitant la future mise en œuvre de l'ERE.

Lors du **contrôle général**, les changements suivants ont été demandés par l'ENV et le groupe de travail :

- **diminution du nombre de segments**, en particulier sur les petits cours d'eau de moins de 2m, ainsi que sur la Birse, la Sorne, l'Allaine, la Gabiare et le Folpotat,
- **déplacement de limites de segments** pour simplifier la future application de l'ERE,
- **ajustement** de valeurs non cohérentes selon les connaissances de terrain.

Les limites de 41 segments ont été modifiées. La valeur de largeur naturelle a été ajustée pour 40.5 km de cours d'eau, représentant 18 cas portant généralement sur de longs segments (p.ex. 6 km sur la Scheulte, 5.7 km sur le Tabeillon et 4.8 km sur l'Allaine).

La liste des ajustements est présentée dans le Tableau 4 ci-dessous avec justification. La majorité des segments finaux présente une longueur comprise entre 100 m et 2000 m (Figure 15). L'utilisation de longues entités, dont la largeur est arrondie au 0.5 m, simplifiera grandement l'application de l'ERE. Malgré la méthodologie appliquée, de nombreux segments mesurent moins de 200 m. Il s'agit principalement de très petits affluents qui ne peuvent pas être fusionnés avec d'autres tronçons.

Rivière	Nbrseg	Km	LN avant [m]	LN après [m]	Justifications
Allaine (F2)	2	4.8	10.5	12	Le débit est diminué par rapport au débit naturel, et le lit naturel est plus grand que celui actuel ; volonté d'avoir un seul segment
Bief de Vautenaivre (F38)	1	1.7	4	2.5	Embouchure trop large d'après connaissance de terrain
Bösenbach (F22)	1	0.3	5	4	Embouchure trop large d'après connaissance de terrain
Cras de Fonnes (F32)	1	0.3	5	3	Segment trop large d'après connaissance de terrain ; le segment aval a une LN de 3 m en aval de l'embouchure d'un affluent
Erveratte (F50)	1	1.2	5	4	Embouchure trop large d'après connaissance de terrain ; tronçon naturel adjacent de 3 m
Folpotat (F34)	2	2.3	5	2	Limite de segment déplacée à une embouchure, 2 m en amont et 4.5 m en aval
Jonc (F52)	2	2.8	1.5	2	En amont de Courgenay, d'après connaissance de terrain et réduction du nombre de segments
Lucelle (F15)	3	2.0	9	7	Homogénéisation basée sur les connaissances de terrain ainsi que d'après le MNT 1 m
Lucelle (F15)	6	0.5	3.5	2.5	A la hauteur de Bourrignon, d'après connaissance de terrain et orthophotos
Ruisseau de Bavelier (F23)	1	1.1	3	2	D'après connaissance de terrain
Ruisseau de la Fonge (F529)	1	1.4	2	1.5	Volonté de diminuer le nombre de segments
Ruisseau de la Prospère (F884)	1	0.6	3	2	D'après connaissance de terrain, 3 m est excessif
Ruisseau de Mettembert (F26)	2	1.0	2	3	Incohérence avec les tronçons voisins
Ruisseau de Montsevelier (F21)	2	3.1	3.5	3	D'après connaissance de terrain, homogénéisation
Ruisseau de Movelier (F558)	1	5.3	0.5	2	Pas de données d'écomorphologie, mais largeur actuelle d'environ 2 m d'après connaissance de terrain
Ruisseau du Creux de la Geline (F473)	1	0.5	2.5	2	D'après connaissance de terrain, ruisseau de maximum 2 m
Scheulte (F20)	3	6.0	9.5	6	Connaissance de terrain, homogénéisation avec tronçons voisins, projet de 9 m de LN en aval
Tabellon (F11)	1	5.7	5.5	4.5	Volonté de diminuer le nombre de segments (situé entre deux segments de 4.5 m)

Tableau 4 : Cas modifiés lors du contrôle général. LN = largeur naturelle, valeur donnée avant et après le contrôle général ; Nbr seg = nombre de segments concernés.

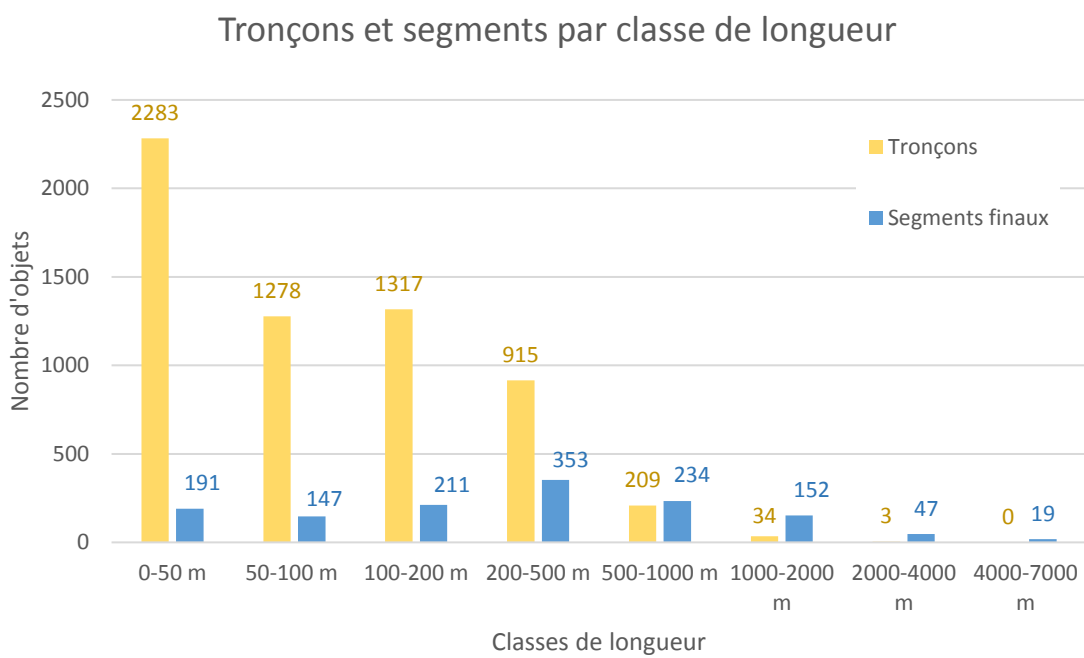


Figure 15 : Comparaison entre le nombre de tronçons et de segments par classes de longueur.

ANNEXE 7

Géodonnées (numérique)