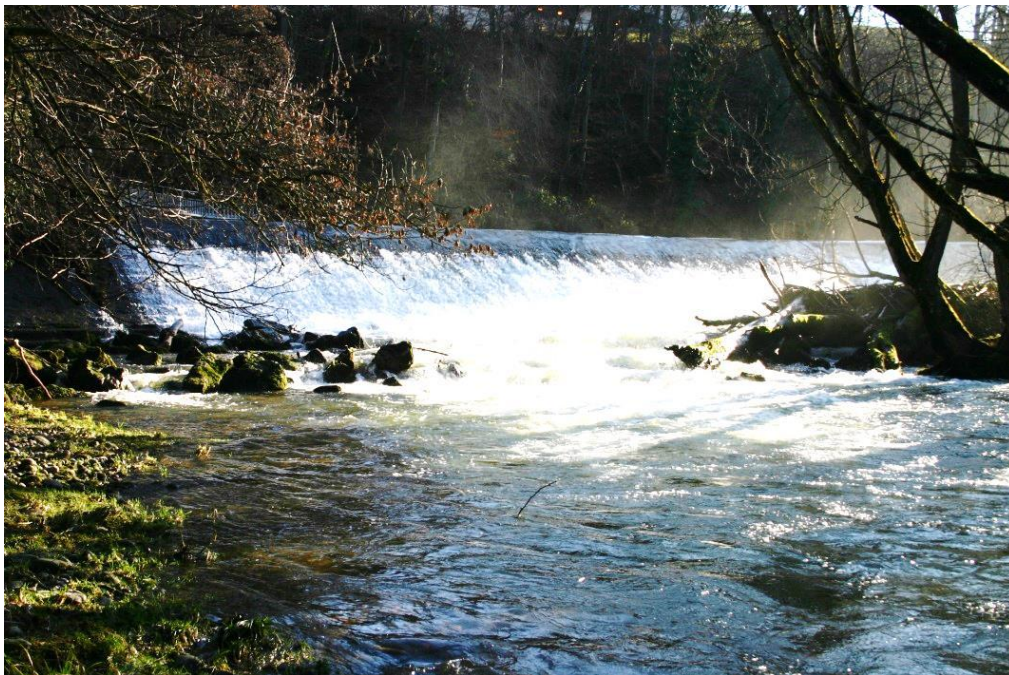


DÉPARTEMENT DU DEVELOPPEMENT  
TERRITORIAL ET DE  
L'ENVIRONNEMENT  
SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES  
OFFICE DES ROUTES CANTONALES  
BUREAU DES OUVRAGES D'ART ET  
DE L'ÉCONOMIE DES EAUX

## RAPPORT

# Planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau du Canton de Neuchâtel



L'Areuse à Boudry, BOAE

Décembre 2014

## GROUPE DE TRAVAIL

### **Direction de projet**

C. Brossard

### **Collaboration**

O. Grandjean

### **Fichiers concernés**

390\_20141211\_Rapport02v11.docx

# TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction.....	1
2	Données de base .....	2
2.1	Réseau hydrographique analysé.....	2
2.1.1	Démarche méthodologique .....	3
2.1.2	Résultats.....	4
2.2	Coût de déplacement des installations sises dans l'espace réservé aux eaux.....	5
2.2.1	Démarche méthodologique .....	5
2.2.2	Données utilisées.....	10
2.2.4	Résultats.....	11
2.3	Potentiel écologique et importance pour le paysage .....	14
2.3.1	Démarche méthodologique .....	14
2.3.2	Critères.....	17
2.3.3	Attribution de la note.....	18
2.3.4	Résultats.....	19
3	Potentiel de valorisation.....	21
3.1	Démarche méthodologique.....	21
3.2	Résultats.....	21
4	Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles (BNPC)...	22
4.1	Démarche méthodologique.....	22
4.2	Résultats intermédiaires .....	23
5	Contrôle de vraisemblance .....	24
5.1	Experts consultés.....	24
5.2	Démarche méthodologique.....	25
5.3	Résultats finaux .....	27
5.3.1	Respect des exigences de l'OFEV.....	28
6	Seuils et ouvrages .....	29
6.1	Données utilisées.....	29
6.2	Méthodologie.....	30
6.3	Résultats.....	35

7	Synergies et conflits d'intérêts.....	36
7.1	Experts consultés.....	36
7.2	Démarche méthodologique.....	37
7.3	Coordination avec les autres planifications stratégiques.....	38
7.3.1	Assainissement du régime de charriage.....	38
7.3.2	Assainissement des éclusées et rétablissement de la libre migration du poisson.....	39
7.4	Coordination avec la France, le canton du Jura et le canton de Berne.....	40
7.4.1	Coordination avec la France et le canton du Jura.....	40
7.4.2	Coordination avec le canton de Berne.....	41
8	Priorisation dans le temps.....	42
8.1	Experts consultés.....	42
8.2	Démarche méthodologique.....	43
8.3	Résultats.....	43
9	Types de mesures.....	47
10	Conclusion.....	49

# 1 INTRODUCTION

La révision de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEAUX) entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2011 prévoit un train de mesures pour la revitalisation des cours d'eau. Ce travail important doit être planifié pour une première période de 20 ans et l'ordonnance y relative fixe aux cantons le délai du 31 décembre 2014 pour adopter leur planification cantonale.

En 2012, l'OFEV a publié une aide à l'exécution présentant une manière de procéder pour sélectionner les portions de cours d'eau à revitaliser en priorité. Le canton de Neuchâtel a adopté cette procédure. Le présent document expose la manière, ainsi que les résultats obtenus. Il est structuré par étapes, pour lesquelles sont successivement présentés les points importants de la méthodologie, puis un résumé des résultats obtenus.

Les plans ainsi que les données numériques figurent en annexe.

Un premier rapport a été présenté à l'OFEV au 31.12.2013. Il a été suivi d'une séance de discussion avec une représentante de cet office, dont les remarques et demandes ont été formulées dans un courrier en date du 11 juillet 2014.

En continuité avec le premier rapport et en réponse aux demandes de l'OFEV, le présent document et ses annexes constituent la planification stratégique de la revitalisation du canton de Neuchâtel soumise à l'OFEV pour prise de position. Il est composé des éléments suivants :

- **Le présent rapport** : il suit le déroulement des phases décrites dans l'aide à l'exécution de l'OFEV, en présentant pour chacune d'elles les résultats intermédiaires obtenus. En en-tête des chapitres de résultats figure le nom de la carte associée en annexe. Ce rapport est accompagné de deux annexes constituées par des résultats intermédiaires détaillés.
- **Quatre cartes** couvrant l'ensemble du réseau hydrographique cantonal.

## 2 DONNÉES DE BASE

### 2.1 RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ANALYSÉ

Le réseau hydrographique du canton de Neuchâtel s'étend sur environ 370 km, répartis de manière assez irrégulière sur le territoire. Alors que le Val de Travers et le Val-de-Ruz sont bien irrigués, le sous-sol karstique d'autres régions imprime son caractère et rend les cours d'eau rares ou temporaires en raison de nombreuses pertes. Il est également à l'origine de plusieurs bassins fermés, tel que celui de la Vallée de la Sagne dont le Grand Bied alimente au final l'Areuse à Noiraigue, après un parcours souterrain de plusieurs kilomètres.

Cette configuration explique que par rapport à d'autres régions de Suisse, le réseau hydrographique neuchâtelois est très peu dense; il en acquiert ainsi une importance toute particulière.

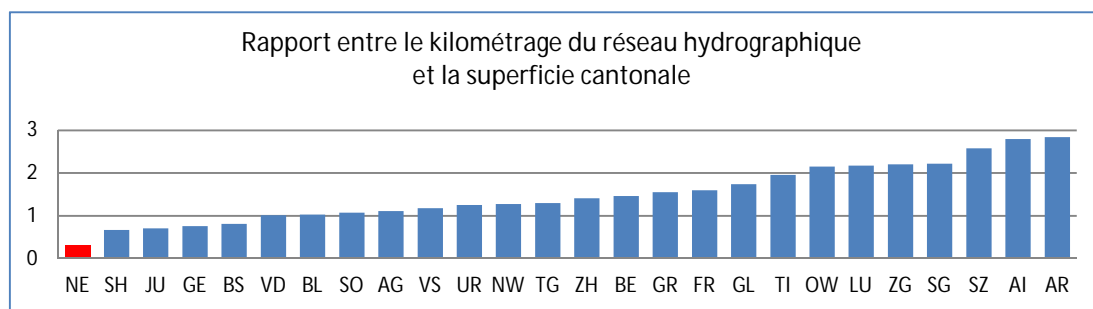


Figure 1 Proportion de cours d'eau par rapport à la superficie cantonale.

Les cours d'eau principaux sont le Doubs, la Thielle, L'Areuse et le Seyon, les deux premiers faisant frontière avec la France et le canton de Berne respectivement.

La majeure partie des cours d'eau finit par se jeter dans les lacs du pied du Jura ou la Thielle, la principale exception étant le Doubs et ses quelques affluents.

#### Seuils et ouvrages

Les données disponibles pour l'analyse des seuils et des ouvrages ont été relevées par le Service de l'énergie et de l'environnement – (SENE) entre 1997 et 2005 au cours de la campagne de relevé écomorphologique des cours d'eau.

Elles consistent en 967 seuils et 696 ouvrages. Le détail de l'analyse se trouve au chapitre 6 du présent rapport.

## 2.1.1 Démarche méthodologique

Le réseau écomorphologique de base est issu des inventaires menés par le SENE entre 1997 et 2005 et a été relevé selon la méthode du Système modulaire gradué, niveau R. La longueur inventoriée se monte à 352.9 km environ.

Ce réseau a été complété de trois manières :

### 1. Inventaire piscicole du SFFN

Le Service de la Faune, des forêts et de la nature – (SFFN) a établi un inventaire interne qui classe une grande partie des cours d'eau neuchâtelois dans les 3 catégories suivantes: « piscicole », « non piscicole » et « temporaire ».

Plusieurs cours d'eau de cet inventaire ne figurent pas dans le réseau écomorphologique cantonal. Les 12 tronçons permanents (piscicoles ou non) ont été ajoutés au réseau écomorphologique, soit 7.4 km.

Les 7.0 km de tronçons non permanents n'ont pas été ajoutés selon entente avec les services experts.

Enfin, une valeur écomorphologique a été attribuée par le SFFN aux tronçons ajoutés, sur la base d'une appréciation d'expert.

### 2. Compléments logiques

À l'examen du réseau hydrographique, il est apparu que certains cours d'eau apparaissaient interrompus sur la carte. A chaque fois que nous avons déterminé qu'à ces endroits le cours d'eau était enterré artificiellement, un tronçon a été ajouté comme cours d'eau enterré.

De cette façon, 7 tronçons ont été ajoutés pour une longueur de 4.9 km.

### 3. Drains

Le réseau de drainage est très bien documenté dans le canton de Neuchâtel. Certains collecteurs sont en fait d'anciens ruisseaux enterrés. Par conséquent, les principaux collecteurs, soit 10 tronçons pour 2.1 km, ont été ajoutés à l'analyse comme cours d'eau enterrés.

### Longs tronçons

Certains tronçons sont très longs et dans ce cas, la distribution des installations sises dans l'espace réservé aux eaux présentait un risque d'hétérogénéité élevé. Nous avons ainsi examiné visuellement sur la carte les tronçons de plus de 600 m de long.

Ainsi, ceux présentant un environnement hétérogène et de catégorie écomorphologique différente de 1 (naturel/semi-naturel), c'est-à-dire sans enjeu de revitalisation ont été coupés. La description écomorphologique initiale étant héritée par les deux nouveaux tronçons.

En outre, nous avons pris les critères visuels suivants qui nous ont servi de base au découpage : seuils > 150 cm, occupation des rives (bâtiment et route notamment), cartes historiques (autre caractère du cours d'eau ou présence de drainages).

Les tronçons dans les gorges n'ont pas été découpsés.

## Synthèse

Au final, le réseau hydrographique analysé dans cette étude se compose de **1769 tronçons** représentant **367.3 km** de cours d'eau.

### 2.1.2 Résultats

→ Carte « État écomorphologique des cours d'eau » en annexe 3

La synthèse des données écomorphologiques disponibles montre que près de la moitié des cours d'eau (46 %, soit 170 km)<sup>1</sup> est considérée comme étant en mauvais état ('très atteint', 'artificiel' ou 'sous terre'). Ce qui est nettement supérieur à la moyenne nationale (env. 22 %)<sup>2</sup>.

C'est surtout la part des cours d'eau naturels et semi-naturels qui est fortement déficitaire.

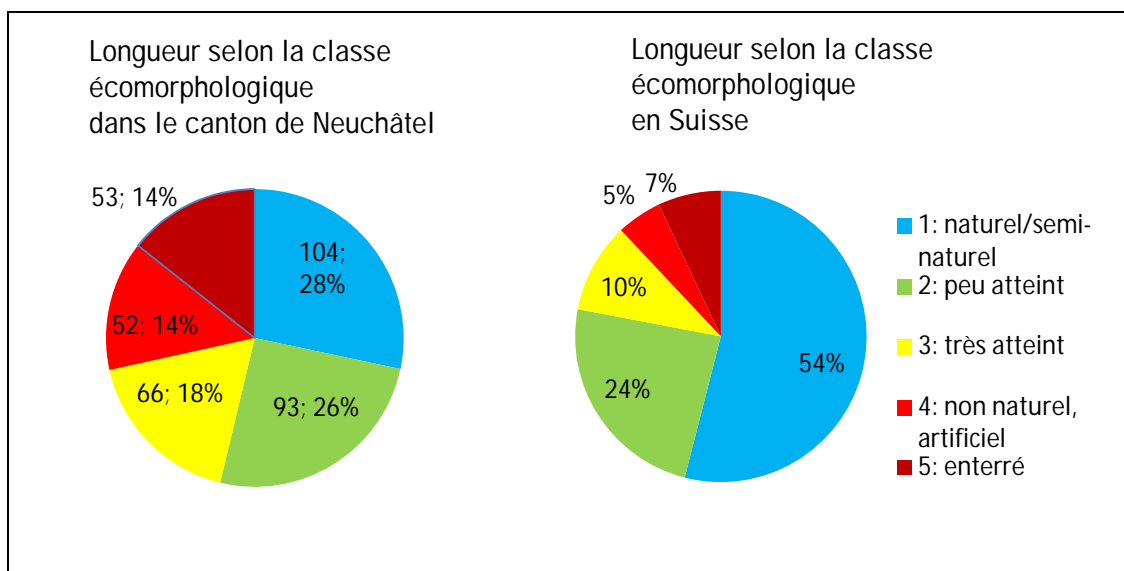


Figure 2: Longueurs des tronçons [km] selon leur écomorphologie pour le canton de Neuchâtel (gauche) et toute la Suisse (droite).

Les efforts à consentir pour retrouver un réseau naturel fonctionnel seront donc particulièrement importants.

<sup>1</sup> Remarque pour tous les graphiques : l'arrondissement automatique des valeurs qui figurent sur les graphiques peut entraîner, lorsqu'on additionne ces valeurs, des résultats légèrement différents que ceux qui figurent dans le texte du rapport. Dans tous les cas, ce sont les chiffres du texte du rapport qui font foi.

<sup>2</sup> Écomorphologie des cours d'eau suisses, OFEV, 2009



## 2.2 COÛT DE DÉPLACEMENT DES INSTALLATIONS SISES DANS L'ESPACE RÉSERVÉ AUX EAUX

### 2.2.1 Démarche méthodologique

#### Espace réservé aux eaux

L'espace réservé aux cours d'eau doit être défini par les cantons d'ici le 31.12.2018. Le Canton de Neuchâtel a commencé à déterminer cet espace, mais l'étude étant en cours, les résultats ne sont pas encore disponibles pour la présente analyse. Nous avons donc défini cet espace conformément aux dispositions transitoires de l'OEaux du 4 mai 2011.

La surface ainsi calculée est généralement plus grande que celle qui sera effectivement allouée aux cours d'eau. L'espace minimal transitoire réservé aux eaux (ERE) est fonction de la largeur du lit actuelle ( $l$ ). Il est composé d'une bande de chaque côté du lit, dont la largeur ( $L$ ) est déterminée comme indiqué ci-dessous :

$$l < 12m \quad L = 8m + l$$

$$l \geq 12m \quad L = 20m$$

Les cours d'eau étant représentés dans le SIG par des graphes linéaires de largeur nulle, une zone tampon ( $zt$ ) a été générée autour de chaque tronçon au moyen des relations suivantes, en ajoutant la largeur des cours d'eau à la définition :

$$l < 12m \quad zt = 8m + 1.5 \times l$$

$$l \geq 12m \quad zt = 20m + 0.5 \times l$$

La largeur de cette zone tampon correspond donc à la moitié de l'ERE.

La Figure 3 illustre ces calculs.

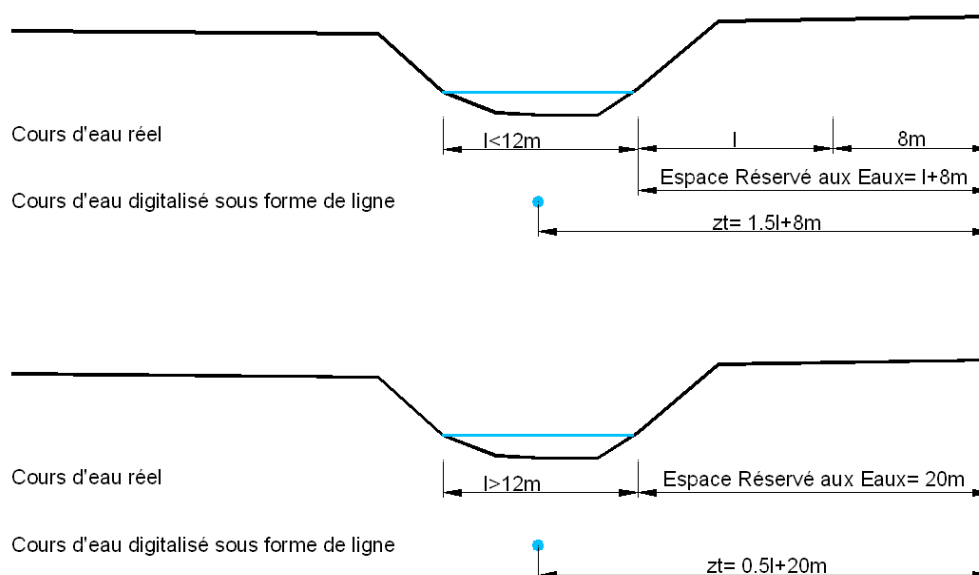


Figure 3: Définition de l'espace réservé aux eaux et de la zone tampon utilisée

La largeur des tronçons enterrés et des tronçons ne possédant pas cette information a été estimée à l'aide de la moyenne de la largeur des tronçons amont et aval, en portant une attention particulière aux embouchures.

Les installations présentes à l'intérieur de cet espace ont ensuite été répertoriées puis évaluées selon la démarche exposée ci-dessous.

### **Principe de calcul**

Les installations présentes dans l'espace réservé aux eaux sont de différents types. Leur coût de déplacement prévisible dépend de ce type, ainsi que de la longueur ou de la surface présente dans l'espace réservé aux eaux.

L'aide à l'exécution conseille d'estimer ce coût de manière qualitative, mais n'indique pas comment procéder à cette évaluation ni comment combiner les coûts liés à plusieurs installations (de nature semblable ou différente). Pour résoudre ce problème, un indice de coût adimensionnel et variant entre 0 et 1 a été utilisé. Cet indice dépend de la classe de coût de l'infrastructure, et de la surface/longueur de l'installation si le coût estimé leur est proportionnel (cas le plus fréquent).

Les bâtiments ont été estimés en fonction de la surface effectivement présente dans l'espace réservé aux eaux et non de la surface totale du bâtiment touché.

Il est alors possible de combiner les indices de toutes les infrastructures puis de convertir le résultat en valeur qualitative (*important, moyen, faible, nul*).

Pour les tronçons faisant frontière avec le canton de Berne ainsi qu'avec la France, seules les rives du canton de Neuchâtel ont été considérées dans le calcul du coût de déplacement des installations. C'est le cas du Doubs, de la Rançonnière et de la Thielle.

Pour le Doubs et la Rançonnière, l'influence est négligeable, car le nombre d'installations situées sur la rive française est en général très faible, à l'exception du lac des Brenets pour lequel, en raison de sa largeur, l'influence d'un aménagement sur une rive est minime sur la rive opposée. Les deux rives peuvent donc être considérées comme indépendantes.

En ce qui concerne la Thielle, il en va partiellement de même. Une revitalisation du lit est difficilement imaginable et la revitalisation d'une berge est largement indépendante de la berge opposée en raison de la largeur du canal. Des contacts ont cependant été pris avec le canton de Berne, et il s'avère que ce cours d'eau n'est pas présent dans la priorisation pour les vingt prochaines années de la planification stratégique de la revitalisation Bernoise (voir ch.7.4).

Les coûts estimés sont donc indicatifs et ne prennent pas en compte les particularités des endroits. Une revitalisation peut par exemple contourner certaines installations ou n'être effectuée que sur une seule rive sans générer de coût de déplacement.

## Proportionnalité

Le coût des installations présentes dans l'espace réservé aux eaux, telles que les routes, chemins de fer et surfaces de bâtiments, est proportionnel à leur surface/longueur présente dans cet espace. Comme mentionné plus haut, les coûts relatifs au déplacement des bâtiments ont été estimés en fonction de la surface effectivement présente dans l'espace réservé aux eaux et non de la surface totale du bâtiment touché.

Les longs tronçons ont une probabilité plus élevée d'avoir un indice de coût *important* que les tronçons courts (mais le coût total absolu est effectivement important). Pour tenir compte de ce fait, le potentiel écologique des tronçons longs a été corrigé (voir ch. 2.3.1).

Par contre, dès qu'une zone de protection des eaux S1 ou S2 est présente dans cet espace, une valeur de coût *important* est attribuée, quelle que soit la surface effectivement touchée.

La présence potentiellement polluante<sup>3</sup> d'un site contaminé (entreprise) dans un périmètre de 50 m autour d'un cours d'eau répond également à une logique de présence/absence.

La manière dont ont été considérés les divers types d'installations figure au Tableau 2.

## Classes de coûts

Selon l'aide à l'exécution, les différentes classes de routes, de bâtiments ou de conduites n'ont pas le même coût prévisible de déplacement. L'indice de coût de ces classes d'infrastructure variera différemment selon cette classe, mais également selon le principe de proportionnalité expliqué ci-dessus.

Plus la classe de coût est importante, plus l'indice augmente rapidement avec la surface ou la longueur touchée. Par exemple, pour que l'indice atteigne 1, il faudra une longueur supérieure de route de 4<sup>ème</sup> classe que de 2<sup>ème</sup> classe.

## Indice de coût

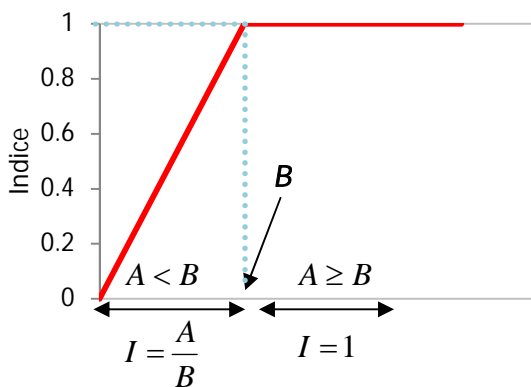
Comme mentionné plus haut, un indice variant entre 0 et 1 a été utilisé pour estimer l'ordre de grandeur du coût de déplacement des installations (indice de coût). Les installations ont été regroupées par tronçons de cours d'eau et par classe de coûts.

Certaines installations se sont vu attribuer un coût forfaitaire (en fonction uniquement de la présence/absence), et d'autres un coût proportionnel à la surface ou à la longueur présente à l'intérieur de l'espace réservé aux eaux (A).

Au-delà d'une valeur B appelée *limite de classe*, propre à chaque type d'infrastructure, l'indice vaut 1 (*Figure 4*).

---

<sup>3</sup> Digitalisée sous forme de point.



Avec  
**A** la longueur/surface de l'installation  
**B** la longueur/surface limite de classe déterminant le passage de l'indice à '1'  
**I** la valeur de l'indice (entre 0 et 1)

$$I = \min\left(\frac{A}{B}, 1\right)$$

Figure 4: Calcul de l'indice de coût

### Limites de classe (B)

Les limites de classes sont répertoriées dans le Tableau 2 en page 10. Elles ont été adaptées par avis d'expert en fonction d'une analyse de sensibilité visant à ne pas accorder un poids injustifié à une catégorie particulière et de manière à déterminer quelles installations étaient prépondérantes.

Les résultats ont été étalonnés et vérifiés au moyen d'exemples concrets également par avis d'expert.

### Agrégation

Pour chaque tronçon, les indices de coûts des différentes installations ont été additionnés puis le résultat converti de la manière suivante :

Somme de l'indice de coût	Coût de déplacement des installations
0	Nul
]0, 0.5[	Faible
[0.5, 1[	Moyen
≥1	Important

Tableau 1: Attribution du coût de déplacement en fonction de la somme de l'indice de coût

L'indice de coût maximal enregistré est de 8.67, ce qui correspond à la somme de plusieurs indices de coûts de 1 ou inférieurs (considéré comme un coût *important* pour un type d'infrastructure). L'indice de coût théorique maximal est de 12.1.

Les limites de classes de la somme des indices de coûts des différentes installations ont été déterminées de la manière suivante :

Si un des indices de coût vaut 1 (coût *important*), l'ensemble des coûts incluant les autres indices ne peut être qu'égal ou supérieur. Le coût d'un tronçon comportant au moins un indice valant 1 est donc *important*.

Une somme des indices dépassant 1 peut également être atteinte par plusieurs valeurs d'indices inférieures à 1 (coûts *moyens* ou *faibles*). Il semblait cependant difficile d'attribuer des valeurs de coût de déplacement différentes à deux tronçons ayant chacun une somme des indices égale ou dépassant 1 même si dans un cas le tronçon était caractérisé par un ou plusieurs indices valant 1 (coût *important*) et dans l'autre par des indices inférieurs à 1 (coûts *moyens* ou *faibles*).

La première limite de classe (entre moyen et *important*) vaut donc 1.

À l'autre extrémité, les tronçons sans installations ont une valeur de 0 pour la somme des indices. Cela constitue donc la limite de classe entre les coûts *nuls* et *faibles*.

Enfin, la limite de classe entre les coûts *faibles* et *importants* a été placée à la moitié de l'intervalle entre les limites de classe *nul/faible* et *moyen/important*, soit 0.5.

La pertinence de ces choix a été confrontée à des exemples concrets et validée par avis d'expert.

## 2.2.2 Données utilisées

Le Tableau 2 référence les données d'installations qui ont été utilisées pour cette analyse.

Installations	Classe de coût prévisible pour un déplacement	Proportionnalité (intersection avec l'espace réservé aux eaux)	Limite de classe	Indice de coût
<u>Bâtiments</u>				
• Bâtiments résidentiels, usines, etc.	<i>Important</i>	Surface [m <sup>2</sup> ]	500 m <sup>2</sup>	$I = \min(\frac{s}{500}, 1)$
• Entrepôts, bâtiments ruraux, etc.	<i>Moyen</i>	Surface [m <sup>2</sup> ]	600 m <sup>2</sup>	$I = \min(\frac{s}{600}, 1)$
• Petits bâtiments, garages, cabanons, etc.	<i>Faible</i>	Surface [m <sup>2</sup> ]	800 m <sup>2</sup>	$I = \min(\frac{s}{800}, 1)$
• Autoroutes, semi-autoroutes, 1 <sup>ère</sup> classe	<i>Important</i>	Longueur [m]	50 m	$I = \min(\frac{l}{50}, 1)$
• Routes de 2 <sup>ème</sup> ou 3 <sup>ème</sup> classe	<i>Moyen</i>	Longueur [m]	100 m	$I = \min(\frac{l}{100}, 1)$
• Routes de 4 <sup>ème</sup> à 6 <sup>ème</sup> classe	<i>Faible</i>	Longueur [m]	500 m	$I = \min(\frac{l}{500}, 1)$
<u>Zones de protection des eaux</u>				
• S1 et S2	<i>Important</i>	Non	-	$I = 1$
• S3	<i>Moyen</i>	Surface [m <sup>2</sup> ]	1000 m <sup>2</sup>	$I = \min(\frac{s}{1000}, 1)$
<u>Voies ferrées</u>	<i>Important</i>	Longueur [m]	50 m	$I = \min(\frac{l}{50}, 1)$
<u>Sites contaminés (moins de 50 m d'un cours d'eau)</u>				
• Entreprises	<i>Faible</i>	Non	-	$I = 0.1$
<u>Décharges</u>				
• Classement Osites <sup>4</sup>	<i>Important</i>	Surface [m <sup>2</sup> ]	1500 m <sup>2</sup>	$I = \min(\frac{s}{1500}, 1)$
• Classement Osites <sup>5</sup>	<i>Moyen</i>	Surface [m <sup>2</sup> ]	2000 m <sup>2</sup>	$I = \min(\frac{s}{2000}, 1)$
• Classement Osites <sup>6</sup>	<i>Faible</i>	Surface [m <sup>2</sup> ]	4000 m <sup>2</sup>	$I = \min(\frac{s}{4000}, 1)$
<u>Conduites de gaz</u>	<i>Important</i>	Longueur [m]	50 m	$I = \min(\frac{l}{50}, 1)$

Tableau 2 : Résumé des données utilisées pour l'étape d'analyse des coûts de déplacement des installations, ainsi que leur classe de coût et leur indice de coût.

<sup>4</sup> Sites pollués nécessitant une surveillance

<sup>5</sup> Sites pollués nécessitant une investigation afin de déterminer s'il requiert une surveillance ou un assainissement

<sup>6</sup> Sites pollués ne nécessitant ni surveillance, ni assainissement et sites pollués pour lesquels on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode

Les données relatives aux conduites souterraines (eaux usées, eau potable, électricité, etc.) n'étant pas disponibles sous forme digitale prête à l'emploi dans un SIG, leur intégration aurait représenté un travail considérable ; elles n'ont de ce fait malheureusement pas pu être utilisées.

Les bâtiments utilisés proviennent de la couche V25. L'annexe 1 résume les différents types de bâtiments rencontrés et la classe de coût à laquelle chacun a été attribué.

## 2.2.4 Résultats

La répartition des tronçons à l'intérieur des quatre catégories de coût de déplacement a été effectuée selon leur longueur cumulée en kilomètre (Figure 5).

Plus un tronçon est long, plus la probabilité est grande qu'il passe près d'installations. Réciproquement, moins un tronçon est long, moins il y a de chance qu'une installation ne soit touchée.

Les tronçons n'ayant pas de coût de déplacement d'infrastructure ou des coûts *faibles* sont donc généralement plus courts.

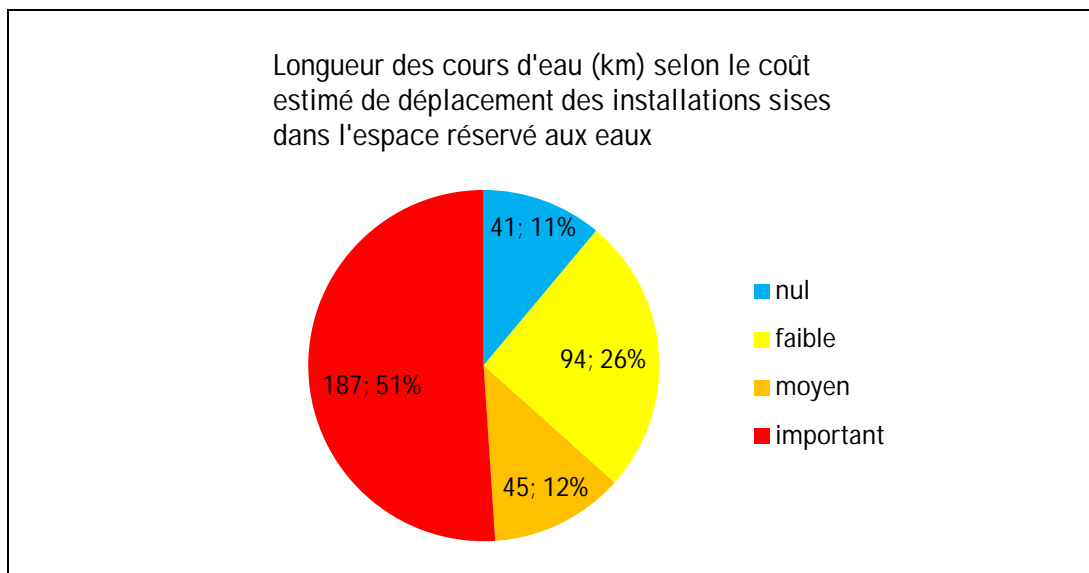


Figure 5: Résultats statistiques de l'analyse de coût de déplacement des installations.

Les tronçons avec un coût de déplacement *nul* sont les tronçons qui n'ont pas d'infrastructure dans l'espace réservé aux eaux.

La proportion élevée de linéaire de cours d'eau avec un coût de déplacement estimé des installations *important* est à mettre en relation avec la proportion également élevée de linéaire de cours d'eau *très atteints, artificiels* ou *enterrés*.

Les coûts sont jugés *moyens* sur une faible proportion du linéaire.

La somme de l'indice de coût se répartit comme montrée dans le graphique suivant (borne supérieure non comprise). La valeur 0 représente les tronçons sans coût de déplacement et la valeur 1000 les tronçons avec au moins un indice valant 1.

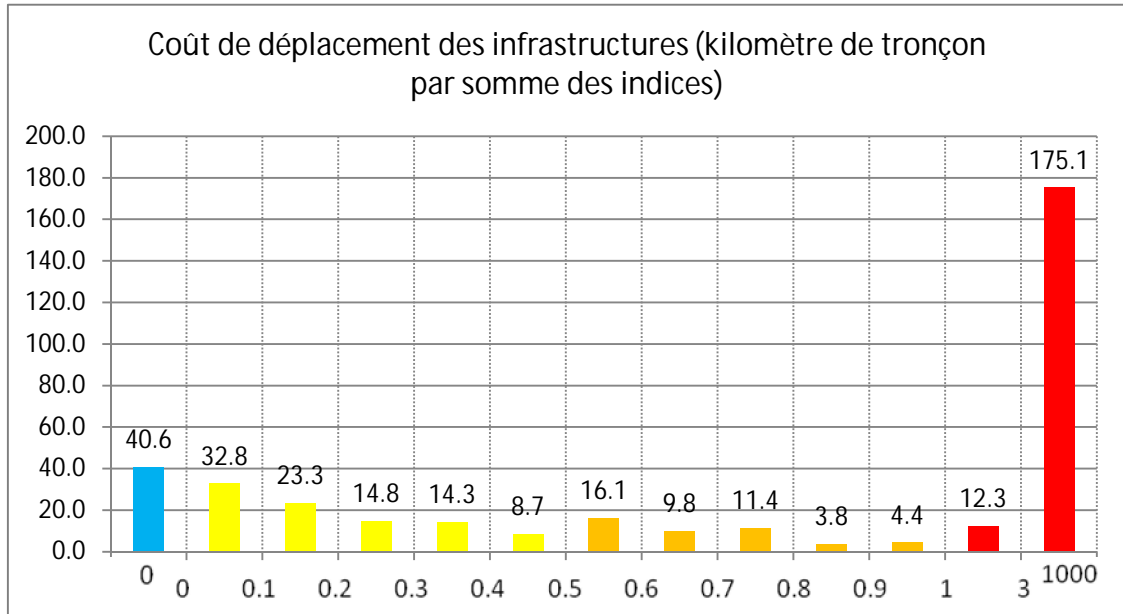


Figure 6: Linéaire des cours d'eau classés selon leur indice de coût. Les couleurs représentent les classes de coût de déplacement des installations. L'indice '1000' représente le linéaire ayant eu au moins un des indices de coût par installation valant 1.

Nous constatons qu'un coût *important* est principalement lié à la présence d'au moins une installation à coût *important* dans l'espace réservé aux eaux (catégorie « 1000 »), et beaucoup moins comme une somme d'indices *faibles* ou *moyens*.

Dans la Figure 7, ci-dessous, nous observons que plusieurs types d'infrastructures peuvent être à l'origine du classement d'un tronçon dans la catégorie des coûts *importants*. Par ailleurs, le facteur induisant le plus de coûts *importants* est la présence de zones S1 ou S2, suivi par la présence de routes longeant le tronçon.

Par opposition, les décharges par exemple, sont rarement la cause d'un classement dans la catégorie des coûts importants.



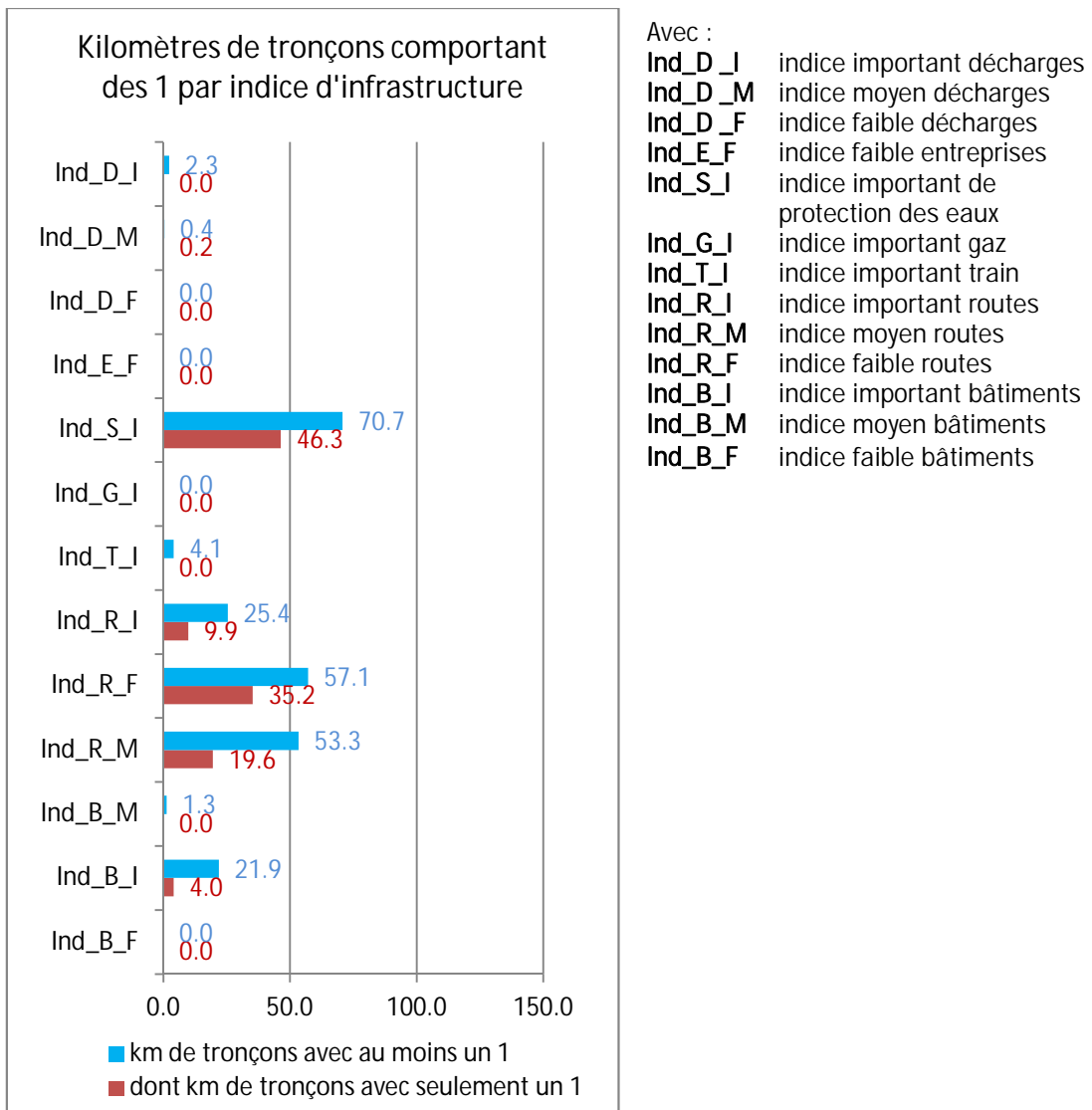


Figure 7 : Importance des divers types d'infrastructure dans la formation d'un indice de coût important.

## 2.3 POTENTIEL ÉCOLOGIQUE ET IMPORTANCE POUR LE PAYSAGE

### 2.3.1 Démarche méthodologique

#### Principes

Au vu du grand nombre de tronçons à évaluer lors de cette étape, une méthode de travail par secteurs a été choisie par simplification. Le potentiel écologique a été estimé pour chaque secteur, et attribué automatiquement à tous les cours d'eau présents dans le secteur.

Dans un second temps, le potentiel des tronçons qui s'écartaient trop de cette moyenne a été modifié individuellement. Tant l'attribution d'une valeur globale aux secteurs que les corrections individuelles aux tronçons ont été apportées sur la base d'appréciations d'experts.

Cette démarche est justifiée si les secteurs sont correctement choisis. En effet, le potentiel écologique est propre à une région avant d'être spécifique à un tronçon particulier. L'influence d'une réserve naturelle rayonne sur ses alentours, et la présence d'une espèce rare à un endroit laisse envisager une diffusion de sa répartition aux alentours si les conditions sont adéquates.

#### Estimation du potentiel écologique des secteurs

Les secteurs ont été définis sur la base des entités paysagères cantonales, en les divisant et/ou en les modifiant pour faire une distinction entre les zones de plaines et de fortes pentes. Ils ont également été divisés afin de garder une logique de continuité et d'homogénéité pour chaque secteur, en considérant les inventaires et les réserves naturelles.

Les secteurs délimités sont au nombre de 49. Les numéros 11 et 20 ne sont pas attribués en raison des modifications intervenues au cours de la délimitation des secteurs.

La carte ci-dessous illustre les limites des secteurs sur le territoire cantonal:

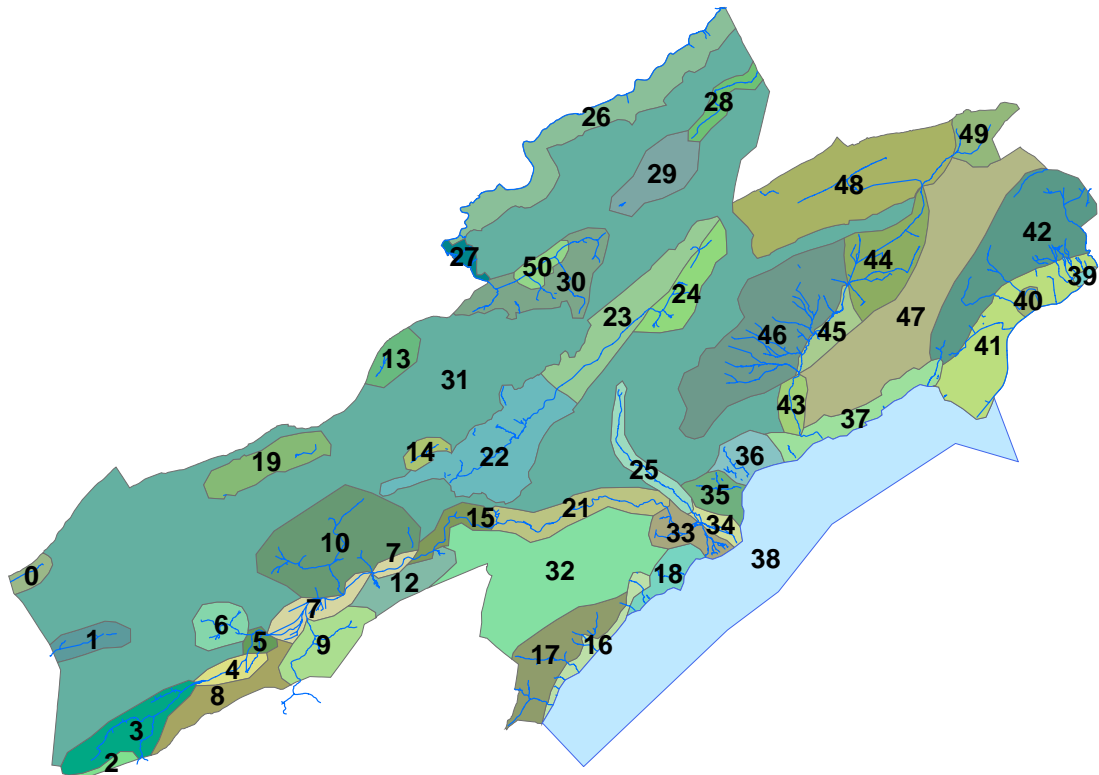


Figure 8 : Carte des secteurs utilisés

Pour chaque secteur, plusieurs experts des services cantonaux ont donné leur évaluation personnelle qualitative des différents critères présentés dans l'aide à l'exécution, en tenant compte dans cette évaluation de la proximité au réseau hydrologique. La liste des experts est présentée au Tableau 3.

Chaque critère de chaque secteur a été évalué selon l'une des 3 valeurs suivantes : « aucun » (A), « restreint » (R), ou « conséquent » (C). Ces valeurs ont ensuite été « vérifiées » individuellement et « homogénéisées » entre elles.

On a accordé davantage d'importance à un critère présent dans un secteur lorsqu'il était en contact avec le réseau hydrographique ou situé à proximité de celui-ci, que lorsqu'il en était éloigné.

En cas d'appréciations trop différentes entre les experts pour la valeur d'un critère attribué à un secteur, des explications ont été demandées et communiquées aux personnes concernées et un consensus a été trouvé.

Finalement, le tableau global secteur/critères a été présenté au groupe des experts qui l'a vérifié et validé.

À l'issue de ce processus, chaque tronçon hérite de la valeur des critères de son secteur. Les critères utilisés sont présentés au ch. 2.3.2 Le tableau résultant des évaluations des secteurs se trouve en Annexe 2.

Nom	Service	Domaine
Elisenda Bardina	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
Johanna Breitenstein	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
François Del Rio	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
Christophe Brossard	<b>Natura</b>	Mandataire revitalisation
Isabelle Butty	SENE (Service de l'énergie et de l'environnement)	Protection des eaux
Dominique Bourquin	<b>SCAT</b> (Service de l'aménagement du territoire)	Aménagement du territoire
Isabelle Tripet	<b>SFFN</b> (Service de la faune, des forêts et de la nature)	Faune benthique
Yann Huguelit	<b>CNAV</b> (Chambre neuchâteloise d'agriculture et de viticulture)	Agriculture, améliorations foncières
Pierre-Ivan Guyot	<b>SAGR</b> (Service de l'agriculture)	Agriculture, améliorations foncières

Tableau 3 : Liste des experts consultés pour la détermination du potentiel écologique et importance pour le paysage

### Corrections individuelles de tronçons

Dans un second temps, la valeur de certains tronçons a été corrigée, sur la base de quatre nouveaux critères spécifiques aux tronçons :

1. Cours d'eau rares : résurgences des sources de la Noiraigue à Noiraigue (5 tronçons).
2. Connectivité piscicole : tronçons enterrés de plus de 100m de long et de 1,5m ou plus de large. Une revitalisation de ces tronçons permettrait une meilleure connectivité piscicole.

Au final, 45 tronçons répondent à ces caractéristiques.

3. Longueur : tronçons de plus de 500m de longueur, présentant une grande longueur de routes à déplacer comme unique infrastructure présente. Ces tronçons ont en effet obtenu un coût de déplacement des infrastructures plus élevé qu'un petit tronçon dans la même situation.

De plus les longs tronçons présentent un plus grand intérêt pour la nature à être revitalisés. Le nombre de tronçons corrigés selon ce critère est de 10.

4. Charriage : réduction de la valeur de charriage pour quelques tronçons (n = 21) situés en aval de pièges à graviers importants.

Lorsqu'un tronçon présente une ou l'autre des trois premières caractéristiques ci-dessus, sa note est gratifiée d'un, deux ou trois « C » supplémentaires. Pour le quatrième critère, sa note attribuée au critère de charriage est abaissée à « R » ou « A ».

Finalement, pour chaque tronçon (corrigé individuellement ou non), l'attribution de la valeur du potentiel écologique est basée sur le nombre de critères ayant été évalués comme « conséquent ».

### 2.3.2 Critères

Le Tableau 4 ci-dessous présente les critères qui ont été évalués.

Inventaires et habitats	
1) Inventaires d'importance nationale	Présence de zones alluviales, bas marais, haut marais, sites marécageux, IFP, sites fédéraux de reproduction de batraciens, avec plus d'importance selon la proximité du réseau hydrologique. 'Restreint' a été attribué même s'il y avait très peu d'inventaires, pour autant que ce soit le long d'un cours d'eau.
2) Inventaires d'importance cantonale	Présence d'inventaires ICOP, réserves naturelles, AT08 (Biotopes) et AT37 (biotopes, marais, zones alluviales) avec plus d'importance avec la proximité du réseau hydrologique. Une certaine redondance avec les inventaires fédéraux est présente.
Faune	
3) Présence d'écrevisses à pattes blanches	Présence ou absence, selon la carte papier avec les indications d'Isabelle Tripet du SFFN.
4) Présence de poissons rares (ombre, truite lacustre)	Présence ou absence, selon la carte papier avec les indications d'Isabelle Tripet du SFFN.
Morphologie et paysage	
5) Cours d'eau naturel ou ayant le potentiel	Avec une écomorphologie naturelle ou peu atteinte, ou dans un environnement non urbanisé (potentialité).
6) Objet de grande valeur pour le paysage	Gorges, cascades et paysages particuliers, évalués de façon restrictive (seulement objets rares d'une certaine ampleur).
7) Importance générale comme élément de réseau terrestre	Cours d'eau en zones ouvertes (en zones ni forestières ni urbanisées), en compléments aux autres éléments de liaisons existants.
8) Charriage proche du naturel	Charriage considéré comme non naturel pour les cours d'eau de classe écomorphologique de 3 à 5 ( <i>très atteint, artificiels et enterrés</i> ) et en présence de seuils ou barrages à l'amont.
9) Débit non influencé	Estimation sur la base des données de barrages, d'ouvrages de retenue et de centrales hydroélectriques.
10) Embouchures et confluences	Jugées pour le cours d'eau principal.
Potentiel d'évolution	
11) Potentiel d'évolution hydromorphologique	Estimation sur la base de cartes historiques : carte Siegfried 1870-1892 et carte Dufour 1842-1864, ainsi que des connaissances des corrections historiques de cours d'eau.

Tableau 4 : Résumé des critères utilisés pour la détermination du potentiel écologique.

Les critères ont été évalués selon avis d'expert de manière qualitative sur la base de cartes de synthèse ou des connaissances du canton par les experts. On a consciemment renoncé à une analyse de type SIG en raison de la difficulté à déterminer des valeurs limites pertinentes combinant la densité des éléments analysés avec leur proximité au réseau des cours d'eau.

### Remarques

- Débit naturel: l'estimation de l'influence humaine sur le débit a été établie sur la base des points de restitution des débits turbinés et sur les résultats du rapport sur la planification stratégique de l'assainissement des éclusées.
- Charriage naturel: nous avons considéré l'importance moyenne du charriage à l'intérieur de chaque secteur à l'état naturel (théorique), combiné avec les résultats de l'étude sur la planification stratégique de l'assainissement du régime de charriage.
- Connectivité: ce facteur a été pris en compte selon avis d'expert lors de la phase « Synergies et conflits ». Dans cette phase, on s'est basé sur les résultats de l'analyse des seuils et ouvrages (ch. 6) ainsi que sur les résultats de l'étude de la planification stratégique du rétablissement de la migration du poisson.
- Espèces supplémentaires: La présence d'écrevisses et d'espèces de poissons prioritaires a été intégrée dans cette première analyse. Par la suite, les résultats de l'étude « *Tronçons de cours d'eau présentant une diversité en espèces élevée ou contenant des espèces prioritaires au niveau national* »<sup>7</sup> ont été pris en compte selon avis d'expert dans la phase de contrôle de vraisemblance.

La valeur attribuée à chaque critère dans chaque secteur figure à l'annexe 2, ainsi qu'un résumé du potentiel écologique attribué à chaque secteur.

### **Pondération des critères**

La pondération de critères aussi disparates est très difficile et présente un risque important d'introduire une nouvelle source d'erreur. À la demande de l'OFEV, un poids plus important a été cependant attribué à la présence d'objets d'inventaires fédéraux (critère No.1). Ce critère a été pondéré avec un coefficient égal à 2, alors que les autres critères ont été maintenus à un coefficient égal à 1.

### **2.3.3 Attribution de la note**

À l'issue de la procédure, chaque tronçon est caractérisé par un nombre de critères notés « A », « R » ou « C » qui lui est propre. La transformation de données en un « Potentiel écologique et importance pour le paysage » s'est faite de la manière suivante :

Dans une logique portant sur des secteurs, c'est la présence en nombre important de chacun des éléments des critères qui est déterminante.

Ainsi, un seul objet d'inventaire placé à une extrémité d'un secteur ne peut avoir une influence déterminante sur l'ensemble des tronçons de cours d'eau. C'est donc le

---

<sup>7</sup> Centre Suisse de cartographie de la faune, Dr. Schmidt Benedikt et Fivaz Fabien. 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. Neuchâtel, octobre 2013.

nombre de critères évalués comme « *Conséquent* » (C) qui a été retenu dans l'évaluation de la valeur du potentiel écologique et paysager.

### Limites de classes

Le nombre de « *Conséquent* » (C) apparaît entre 0 et 7 fois dans les secteurs. Plusieurs scénarios ont été testés et évalués par les experts avant de fixer les limites de classes suivantes :

Nombre de critères 'Conséquent'	Potentiel écologique	Nombre de secteurs
De 0 à 2	Faible	25 (dont 7 sans cours d'eau)
De 3 à 4	Moyen	15
De 5 à 7	Important	9

Tableau 5 : Limites de classes pour l'attribution de la valeur du potentiel écologique.

Ce scénario a été retenu, car il concorde bien avec la répartition générale des objets d'inventaires nationaux et cantonaux tout en intégrant convenablement le potentiel piscicole des différentes régions.

## 2.3.4 Résultats

### → Carte « Potentiel écologique et importance pour le paysage » en annexe 4

Le nombre de secteurs se monte à 51, dont 9 secteurs ne comprennent pas de cours d'eau et dont le potentiel écologique n'a donc pas été évalué.

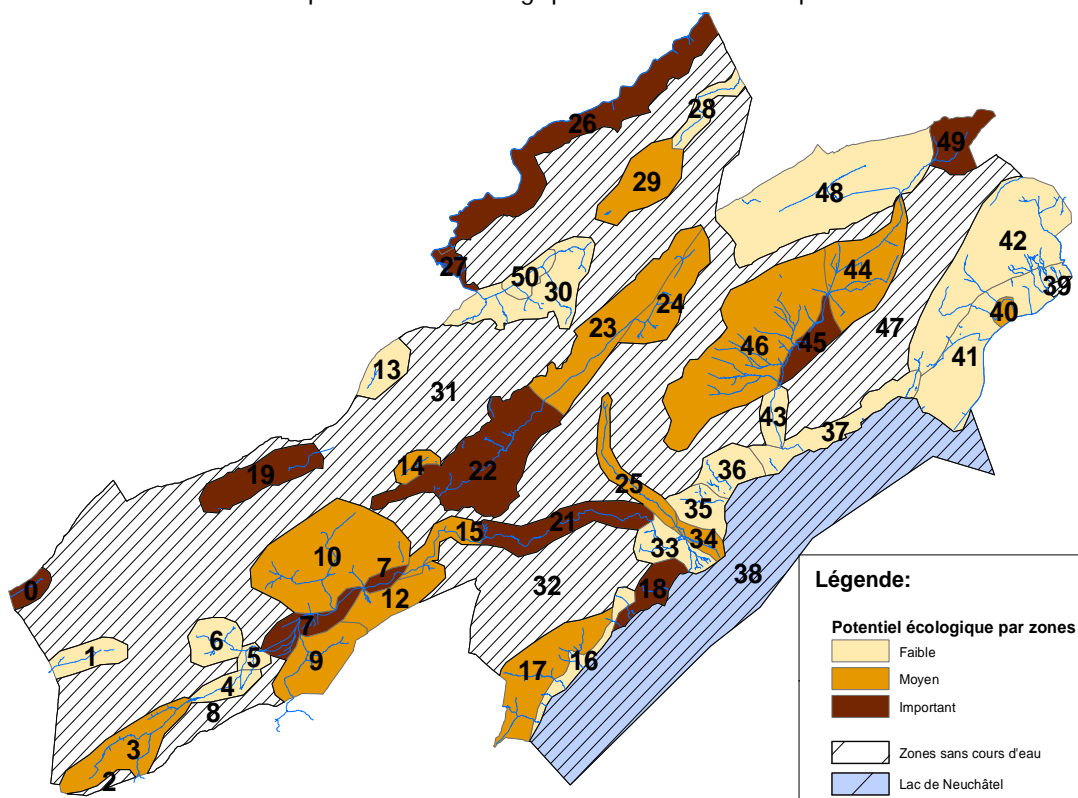


Figure 9: Répartition du potentiel écologique: faible (brun clair), moyen (chamois), important (brun foncé)

La cohérence de la carte résultant de l'évaluation du potentiel écologique par secteur (Figure 9) a été vérifiée et validée par le groupe d'experts.

Enfin, la Figure 10 présente les résultats obtenus au niveau de chaque tronçon, après les corrections individuelles.

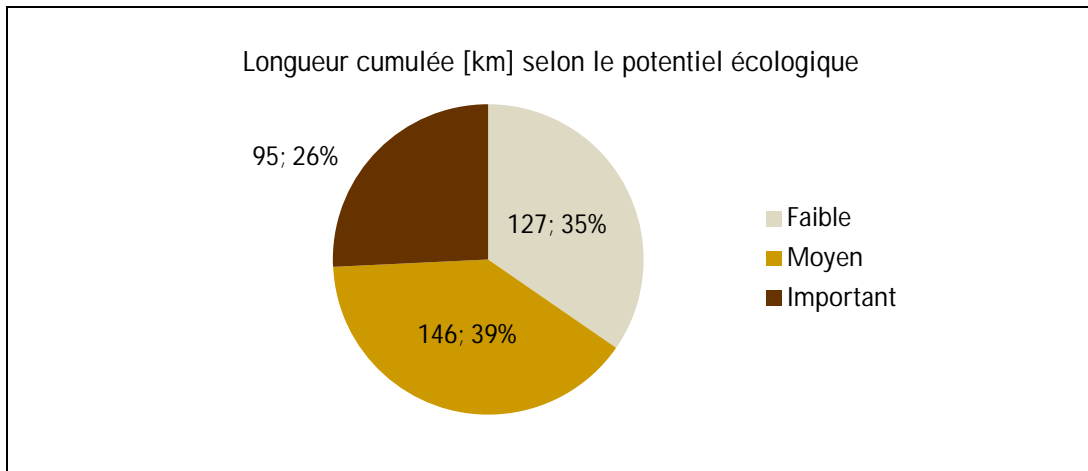


Figure 10 : Linéaire de cours d'eau classé selon leur classe de potentiel écologique (en km), y compris les corrections individuelles.



## 3 POTENTIEL DE VALORISATION

### 3.1 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Les correspondances entre l'état écomorphologique (niveau R) et le coût de déplacement des installations ont été déterminées automatiquement selon le Tableau 6 ci-dessous, issu de l'aide à l'exécution de l'OFEV.

		État écomorphologique (niveau R)			
		Naturel/semi naturel	Peu atteint	Très atteint	Artificiel/mis sous terre
Coût de déplacement des installations	Nul	Faible	Moyen	Important	Important
	Faible	Faible	Moyen	Important	Important
	Moyen	Nul	Faible	Moyen	Important
	Important	Nul	Nul	Faible	Faible

Tableau 6: Attribution du potentiel de valorisation en fonction du coût de déplacement des installations sises dans l'espace réservé aux eaux et de l'état écomorphologique (niveau R)

### 3.2 RÉSULTATS

La figure suivante présente les résultats statistiques du potentiel de valorisation. Nous constatons que plus des deux tiers du linéaire ont un potentiel nul ou faible, souvent en raison d'un coût de déplacement des installations important (cf ch. 2.2.4), ce qui diminue le potentiel de valorisation.

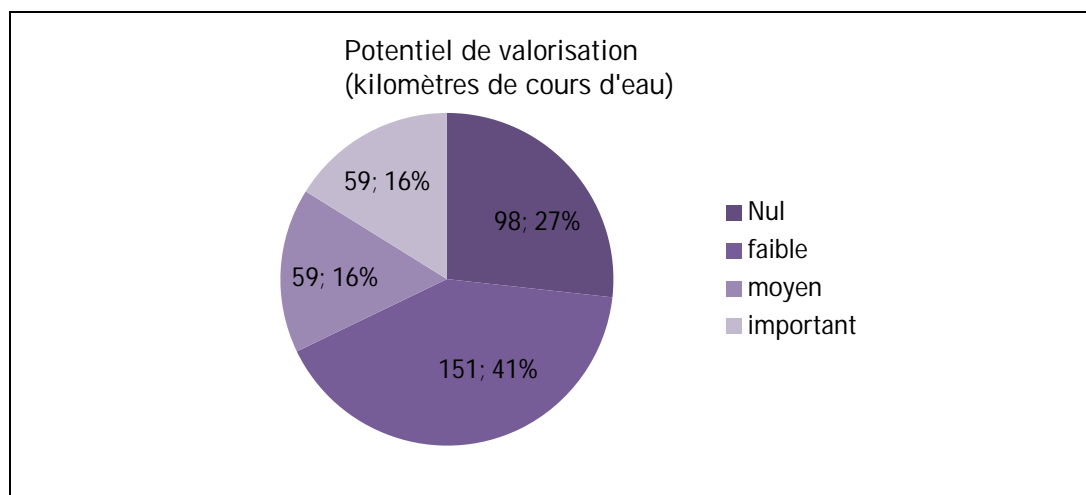


Figure 11 : Longueur de cours d'eau classés selon leur potentiel de valorisation.

# 4 BÉNÉFICE POUR LA NATURE ET LE PAYSAGE AU REGARD DES COÛTS PRÉVISIBLES (BNPC)

## 4.1 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Le bénéfice pour la nature et le paysage est obtenu en combinant le potentiel de valorisation provenant de l'étape précédente et le potentiel écologique et importance pour le paysage, selon le Tableau 7 ci-dessous, issu de l'aide à l'exécution de l'OFEV. Ces résultats ont été ensuite modifiés selon les connaissances et remarques du groupe d'experts.

		Potentiel de valorisation			
		Nul	Faible	Moyen	Important
Potentiel écologique et importance pour le paysage	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen
	Moyen	Faible	Faible	Moyen	Important
	Important	Faible	Moyen	Important	Important

*Tableau 7 : Attribution du degré de bénéfice pour la nature et le paysage en regard des coûts prévisibles*

L'étape du contrôle de vraisemblance a été appliquée au bénéfice pour la nature et le paysage, suivant les corrections et validations des experts en fonction de leurs connaissances et des visites de terrain. La démarche de ce contrôle est expliquée plus précisément dans le chapitre 5.

## 4.2 RÉSULTATS INTERMÉDIAIRES

Les résultats de cette analyse SIG sont présentés dans la Figure 12.

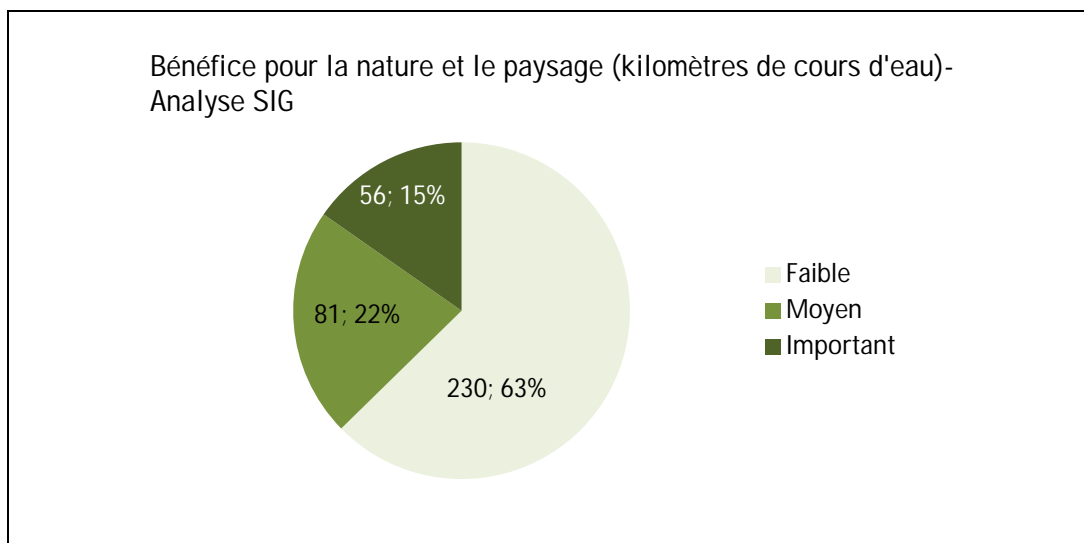


Figure 12 : Longueur de cours d'eau classés selon leur degré de bénéfice pour la nature et le paysage. Le bénéfice est calculé d'après l'analyse SIG et avant l'analyse de vraisemblance. Ces résultats sont donc intermédiaires.

Certaines régions ressortent clairement de cette analyse SIG avec un bénéfice *important*, en particulier les vallées (Val-de-Ruz, Val de Travers et la vallée de la Sagne et des Ponts-de-Martel), ainsi que les embouchures dans le lac.

# 5 CONTRÔLE DE VRAISEMBLANCE

## 5.1 EXPERTS CONSULTÉS

Nom	Service	Domaine
Elisenda Bardina	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau, protection contre les crues
Johanna Breitenstein	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
François Del Rio	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau, protection contre les crues
Christophe Brossard	<b>Natura</b>	Mandataire revitalisation
Olga Grandjean	<b>Natura</b>	Mandataire revitalisation
Isabelle Butty	<b>SENE</b> (Service de l'énergie et de l'environnement)	Protection des eaux
Patrick Jobin	<b>SCAT</b> (Service de l'aménagement du territoire)	Aménagement du territoire
Isabelle Tripet	<b>SFFN</b> (Service de la faune, des forêts et de la nature)	Faune benthique
Pierre-Ivan Guyot	<b>SAGR</b> (Service de l'agriculture)	Agriculture, améliorations foncières
Yann Huguelit	<b>CNAV</b> (Chambre neuchâteloise d'agriculture et de viticulture)	Agriculture

Tableau 8: Experts consultés lors du contrôle de vraisemblance

## 5.2 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Pour cette étape, la vraisemblance des résultats du bénéfice pour la nature et le paysage a été évaluée par le BOAE, des experts externes et le bureau NATURA.

Ce contrôle de vraisemblance a été mené en cinq étapes successives. La première portait sur la méthodologie suivie jusque-là, la deuxième sur les résultats obtenus, la troisième a consisté en une phase de visites de terrain afin d'éclaircir le cas de certaines zones délicates, et valider de façon générale les résultats.

La quatrième étape a porté sur la mise en œuvre de diverses corrections systématique et la cinquième étape sur des exceptions individuelles.

Les quelques contradictions apparaissant ont été discutées et résolues par le BOAE.

### Première étape: méthodologie

Lors de la première étape, les spécialistes ont été mis au courant de la méthodologie et ont pu donner leur avis. La grille d'évaluation du potentiel écologique (cf. Annexe 2 selon le chapitre 2.3) leur a également été présentée et leurs affinements et corrections ont été pris en compte dans l'analyse.

### Deuxième étape : résultats

Lors de la deuxième étape, les experts ont reçu une carte du bénéfice pour la nature et le paysage tenant compte de leurs remarques sur la méthodologie, et ont pu ainsi évaluer l'adéquation des résultats avec leurs connaissances du terrain.

Les tronçons visiblement mal classés par l'analyse SIG ont été signalés et corrigés.

### Troisième étape : validation de terrain

Lors de cette étape, le bureau NATURA et le BOAE ont effectué des visites de terrain sur certains tronçons dont le cas n'était pas clair. Cette validation a permis de résoudre ces cas et d'apprécier la cohérence de l'analyse SIG.

Par conséquent, les résultats du bénéfice pour la nature et le paysage après le contrôle de vraisemblance semblent généralement correspondre à la réalité de terrain.

### Quatrième étape : corrections systématiques

Les corrections systématiques suivantes ont été apportées :

- Tronçons à écoulement temporaire et pente moyenne supérieure à 5% : le BNPC a été réduit à *faible*, en considérant qu'il s'agit très souvent de tête de bassin, éventuellement forestières.
- Tronçons à écoulement temporaire, pente moyenne égale ou inférieure à 5%, et BNPC Important : le BNPC a été réduit à *Moyen* ; la valeur de ces tronçons peut être significative en raison de leur implantation possible en zone de plaine où ils constituent une partie du maillage écologique.

La pente des tronçons de cours d'eau a été déterminée de manière approximative sur la base du MNT25 et calculée comme le quotient de la différence d'altitude entre les deux extrémités du tronçon et la longueur de celui-ci.

### Cinquième étape : corrections individuelles

Un dernier contrôle d'ensemble de la carte a permis d'apporter quelques modifications de détail, tenant compte des facteurs suivants :

- Courts tronçons à BNPC *faible* situés entre des tronçons à BNPC *moyen* ou *important* : le BNPC a été relevé à *moyen*.
- Tronçons à BNPC *faible* en raison d'un coût de déplacement des installations *important*, mais concentré sur une berge : le BNPC a été relevé à *moyen*.
- Prise en compte de l'inventaire « *Tronçons de cours d'eau présentant une diversité en espèces élevée ou contenant des espèces prioritaires au niveau national* » : Nous avons relevé le BNPC de certains tronçons situés en aval de secteurs avec une diversité en espèce élevée ou contenant des espèces prioritaires.
- Tronçons forestiers naturels ou peu modifiés en forte pente avec potentiel écologique *important* : le BNPC a été abaissé d'une classe.

Finalement, ces modifications ont été effectuées au total sur une trentaine de tronçons du réseau hydrographique.

## 5.3 RÉSULTATS FINAUX

→ Carte « Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles » en annexe 5

À l'issue de ce contrôle, les résultats sont les suivants :

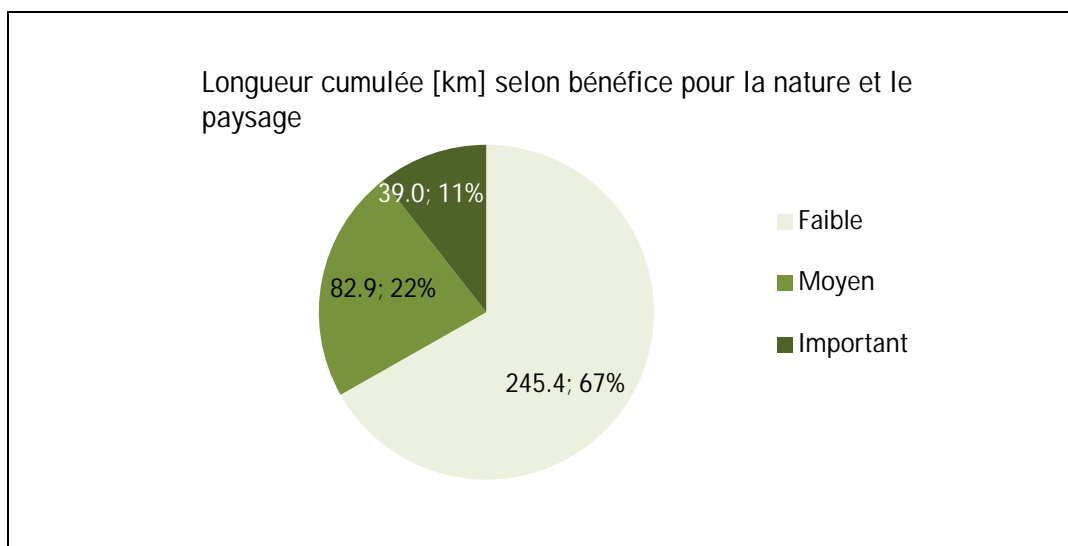


Figure 13 : Longueur de cours d'eau classés selon leur degré de bénéfice pour la nature et le paysage. Le degré du bénéfice est arrêté après le contrôle de vraisemblance et l'apport des experts.

Ces résultats montrent le kilométrage définitif obtenu comme bilan de l'analyse. Ainsi, 96% des tronçons obtenant un BNPC *important* sont des tronçons en mauvais état écomorphologique, de même que 57% de ceux obtenant un BNPC *moyen*.

Cette longueur importante de cours d'eau en mauvais état obtenant un bénéfice *important* s'explique certainement en grande partie par la très forte proportion de ce type de tronçons dans le canton de Neuchâtel. En effet, ceux-ci représentent 46 % du linéaire à Neuchâtel, contre 22 % sur l'ensemble de la Suisse, soit une proportion plus que doublée.

### 5.3.1 Respect des exigences de l'OFEV

Le réseau hydrographique neuchâtelois est réparti en 197.3km de tronçons en bon état écomorphologique et 170km en mauvais état. (ch.2.1.2).

Écomorphologie	Longueur (km)	Totaux (km)
Naturel/semi-naturel	104.1	193.3
Peu atteint	93.2	
Très atteint	65.5	170.0
Non naturel/artificiel	51.8	
Enterré	52.7	

Tableau 9 : Répartition de l'écomorphologie niveau R du réseau hydrographique neuchâtelois.

Selon la directive de la Confédération concernant les proportions entre le nombre de km de cours d'eau avec un BNPC *important* ou *moyen* (indépendamment de leur état écomorphologique), par rapport au nombre total de km de cours d'eau en mauvais état. Voici, ci-dessous le tableau avec les résultats obtenus.

BNPC	Exigence max. de l'OFEV		Résultats
<i>Important</i>	25.0%	42.5 km	39.0 km
<i>Moyen</i>	50.0%	85.0 km	82.9 km
<i>Faible</i>	-	-	245.4 km

Tableau 10 : Application de la directive de l'OFEV concernant la proportion de linéaire classée en BNPC *important* et *moyen*, par rapport au nombre de km en mauvais état.

En définitive, les directives de l'OFEV sont donc respectées.

La répartition dans les différentes classes de BNPC pour le canton de Neuchâtel doit cependant être considérée comme relative. Dans l'absolu, en raison de la proportion beaucoup plus importante de tronçons en mauvais état dans le canton par rapport à la moyenne suisse, le BNPC de nombreux tronçons classés comme *moyen* serait en fait plutôt *important*.

Par conséquent, le rétablissement d'un réseau hydrographique écologiquement fonctionnel, objectif de la LEaux, impliquerait donc la revitalisation d'une proportion supérieure des cours d'eau.



# 6 SEUILS ET OUVRAGES

## 6.1 DONNÉES UTILISÉES

Comme relevé au ch. 2.1, les données de base consistent en 967 seuils et 696 ouvrages. L'analyse cependant a porté sur les objets suivants:

- Seuils artificiels: atteignant ou dépassant 50 cm (n = 229) ;
- Ouvrages: rampes très rugueuses / disjointes (n = 45),  
rampes unies / peu rugueuses (n = 36),  
barrages (n=2),  
ouvrages de retenue (n= 19), atteignant ou dépassant tous 50 cm.

Pour l'analyse des objets ci-dessus, les données suivantes ont également été employées :

- Caractérisation des cours d'eau selon leur importance piscicole : piscicole, non piscicole, non permanent.
- Inventaire partiel interne du SFFN, avec validation des seuils et ouvrages hors de l'inventaire par le SFFN.

Pour le contrôle de vraisemblance, les objets supplémentaires suivants ont été retenus :

- Seuils naturels atteignant ou dépassant 50 cm (n = 158) ;
- Ouvrages : échelles à poissons (n = 9) ;
- Résultats des autres planifications stratégiques: rétablissement de la migration piscicole et assainissement du régime de charriage.

## 6.2 MÉTHODOLOGIE

### PRINCIPES

L'objectif étant d'attribuer à chaque seuil/ouvrage une valeur de BNPC, une démarche analogue à celle utilisée pour la caractérisation des tronçons a été mise en place, avec les équivalences suivantes :

	Tronçons	Seuils et ouvrages
État écomorphologique	État écomorphologique	Hauteur et type des objets
Coût de l'intervention	Coût de déplacement des installations	Hauteur de l'objet + largeur du cours d'eau
Potentiel écologique	Inventaires, etc.	Présence et diversité piscicole en amont et en aval de l'objet

Figure 14 : Données utilisées pour l'appréciation du bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles pour les tronçons (colonne du milieu) et pour les seuils (colonne de droite). La démarche est fondamentalement la même pour les cours d'eau et pour les seuils/ouvrages

Ainsi, les différents facteurs ont été ensuite combinés de la même manière que pour les tronçons, et les résultats de la démarche ont été soumis à un contrôle de vraisemblance.

### DÉMARCHE DÉTAILLÉE

#### État écomorphologique

Il repose sur la franchissabilité de l'objet pour la faune piscicole, évaluée de la manière suivante :

			Caractéristiques	Franchissabilité	
Types d'objets à analyser	Seuils		$h = 0.5 \text{ m}$	Très difficile	
			$h > 0.5 \text{ m}$	Infranchissable	
	Ouvrages	Rampes rugueuses		$h = 0.5 \text{ m}$	Difficile
				$0.5 < h < 1 \text{ m}$	Très difficile
				$h > 1 \text{ m}$	Infranchissable
		Rampes lisses		$h = 0.5 \text{ m}$	Très difficile
				$h > 0.5 \text{ m}$	Infranchissable
		Barrages et ouvrages de retenue		$h = 0.5 \text{ m}$	Très difficile
	$h > 0.5 \text{ m}$		Infranchissable		

Tableau 11 : Attribution de la franchissabilité des seuils et ouvrages suivant leur type et leur hauteur.

### Coût de l'intervention

Il s'agit d'une estimation basée sur la hauteur de l'objet et la largeur du cours d'eau. Nous admettons ainsi que le coût est d'autant plus élevé que l'objet est haut et que le cours d'eau est large.

Le coût de l'intervention est approché par le nombre de seuils de 20 cm de hauteur nécessaires pour transformer l'ouvrage et le rendre franchissable. La largeur du cours d'eau est augmentée de 1 m de chaque côté pour tenir en compte les berges, afin d'éviter le contournement des seuils par le courant.

Le prix varie entre 200.- CHF et 500.- CHF le mètre linéaire de seuil pour des largeurs allant de 1 à 10 m.

De ce fait, nous considérons en effet que la taille des enrochements augmente avec la largeur du cours d'eau. Donc, au-delà de 10 m de largeur, le prix linéaire reste à 500.-CHF/m.

Le coût de l'intervention est donc calculé de la manière suivante :

$$\text{Coût de l'intervention (CHF)} = \frac{\text{Hauteur de l'objet (m)}}{0.2} \times (\text{Largeur du cours d'eau} + 2) \times (\text{33 x Largeur de l'objet (m)} + 170) \text{ (CHF/m)}$$

Le dernier facteur reste constant à 500.- CHF/m pour des largeurs de lit supérieures à 10 m.

Les limites de classes de coûts sont définies dans le tableau ci-dessous :

Coût de l'intervention (CHF)	Coût de l'intervention (qualitatif)	Nombre de seuils et ouvrages
<50'000	<i>Faible</i>	271
[50'000 – 150'000]	<i>Moyen</i>	38
> 150'000	<i>Important</i>	22

Tableau 12 : Limites de classes définissant le coût d'assainissement des seuils et ouvrages en fonction du coût de l'intervention estimé.

### Potentiel de valorisation

Le potentiel de valorisation a été déterminé de la même manière que celui des tronçons de cours d'eau, selon le Tableau 13.

		Franchissabilité (seuil ou ouvrage)		
		Difficile	Très difficile	Infranchissable
Coût de l'intervention	Faible	Moyen	Important	Important
	Moyen	Faible	Moyen	Important
	Important	Nul	Faible	Faible

Tableau 13 : Tableau de détermination du potentiel de valorisation des seuils et ouvrages en fonction de la franchissabilité et du coût de l'intervention.

Les résultats sont les suivants :

Potentiel de valorisation	<i>Nul</i>	3
	<i>Faible</i>	33
	<i>Moyen</i>	14
	<i>Important</i>	281

Tableau 14 : Résultats obtenus pour le potentiel de valorisation des seuils et ouvrages (nombre d'objets par catégorie).

Le grand nombre d'objets qui présentent un potentiel de valorisation *important* est à mettre en relation avec les coûts d'intervention en général *faibles*.

### Potentiel écologique et importance pour le paysage

Il est fondé sur l'importance piscicole des tronçons sur lesquels se trouvent les seuils ou les ouvrages. On s'est basé sur l'inventaire interne établi par le SFFN qui classe une grande partie des cours d'eau neuchâtelois dans les 3 catégories « piscicole », « non piscicole » et « temporaire ».

Pour les cours d'eau n'appartenant pas à cet inventaire et sur lesquels un objet devait être évalué, le SFFN leur a attribué comme avis d'expert la valeur « piscicole » ou « non piscicole ».

Lors de cette évaluation experte, le principe général admis était que, dans le canton de Neuchâtel, plus les cours d'eau sont larges et plus leur pente est faible, plus leur intérêt piscicole est potentiellement élevé.

Sur cette base, les valeurs suivantes de potentiel écologique ont été attribuées aux seuils et aux ouvrages :

Types de cours d'eau	Valeur du potentiel écologique	Nombre de seuils et ouvrages
Cours d'eau non piscicoles ou admis comme tels (inventaire SFFN)	<i>Faible</i>	134
Cours d'eau piscicoles ou admis comme tels hors liste ci-dessous	<i>Moyen</i>	89
Cours d'eau d'importance cantonale (Doubs, Areuse, Seyon, et Buttes <sup>8</sup> ).	<i>Important</i>	108

Tableau 15 : Potentiel écologique des seuils et ouvrages suivant le type de cours d'eau sur lequel ces seuils et ouvrages sont placés.

### **Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles (BNPC)**

Le BNPC a été calculé de la même manière que celui des tronçons de cours d'eau selon le tableau ci-dessous.

		Potentiel de valorisation			
		Nul	Faible	Moyen	Important
Potentiel écologique	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen
	Moyen	Faible	Faible	Moyen	Important
	Important	Faible	Moyen	Important	Important

Tableau 16 : Tableau de détermination du BNPC des seuils et ouvrages en fonction du potentiel de valorisation et du potentiel écologique.

Les résultats sont les suivants :

BNPC	Faible	7
	Moyen	153
	Important	171

Tableau 17 : Résultats obtenus pour le BNPC des seuils et ouvrages (nombre d'objets par catégorie).

Ces résultats ne sont pas surprenants si l'on considère le grand nombre de seuils avec un potentiel de valorisation *important*.

<sup>8</sup> Aucun ouvrage ou seuil n'est présent sur la Thielle.

### Contrôle de vraisemblance

Le contrôle de vraisemblance s'est fait en considérant un facteur systématique, ainsi que cinq facteurs de type expert. Ces facteurs sont les suivants :

1. Tronçons non piscicoles : le BNPC a été systématiquement abaissé à *faible* (n = 153, seuils et ouvrages confondus) ;
2. Présence de seuils naturels infranchissables ou difficilement franchissables à l'amont ou l'aval : baisse du BNPC ;
3. Présence d'espèces rares ou particulières : augmentation du BNPC ;
4. Présence d'une passe à poissons fonctionnelle : abaissement du BNPC ;
5. Seuils situés tout en amont d'un cours d'eau : peu d'enjeux piscicoles, baisse du BNPC.

### Détermination de la priorité d'intervention

L'analyse de la situation des seuils et ouvrages montre que sur 331 objets, 153 se trouvent sur des tronçons non piscicoles, et 57 supplémentaires sont situés sur des tronçons avec une pente moyenne égale ou supérieure à 5%.

Il reste donc 121 objets sur lesquels une intervention est potentiellement prioritaire.

La détermination de la priorité d'intervention a dès lors été faite sur la base des principes suivants :

- Dans un premier temps, tous les seuils ont reçu une priorité *nulle*. Celle-ci a été éventuellement corrigée (pour les tronçons piscicoles à pentes < 5%) selon les principes ci-dessous.
- Si un objet se trouve sur un tronçon prioritaire pour une revitalisation, il hérite de la priorité de celui-ci.
- La priorité est établie autant que possible de façon coordonnée avec les autres planifications (notamment pour le Doubs) et avec les projets de protection contre les crues.
- Les priorités sur les cours d'eau sont établies autant que possible d'aval en amont, pour libérer progressivement la circulation des poissons.
- Une priorité en moyenne plus importante a été accordée aux objets situés sur le Doubs, sur l'Areuse en aval de Buttes et sur le Seyon.
- Une haute diversité piscicole du tronçon ainsi que la présence d'espèces de poissons figurant sur la liste rouge augmentent la priorité.
- Un seul type de mesure est attribué à ces seuils : « Rétablissement de la libre circulation piscicole »

## 6.3 RÉSULTATS

Après ce contrôle de vraisemblance, la répartition des seuils est la suivante :

BNPC	<i>Faible</i>	166
	<i>Moyen</i>	30
	<i>Important</i>	135

Tableau 18 : Résultats obtenus pour le BNPC des seuils et ouvrages après le contrôle de vraisemblance (nombre d'objets par catégorie).

Les 138 objets présentant un BNPC *important* sont en majorité associés à des coûts d'intervention *faibles*.

Par conséquent, les priorités pour les vingt prochaines années ont été réparties de la manière suivante :

Priorité	<i>Nulle</i>	306
	<i>Faible</i>	0
	<i>Moyenne</i>	17
	<i>Élevée</i>	8

Tableau 19 : Résultats obtenus pour la priorité d'intervention sur les seuils et les ouvrages après le contrôle de vraisemblance (nombre d'objets par catégorie).

# 7 SYNERGIES ET CONFLITS D'INTÉRÊTS

## 7.1 EXPERTS CONSULTÉS

L'évaluation des possibilités de synergies et des conflits potentiels a été faite en recourant aux avis de spécialistes de différents domaines dont la liste figure dans le Tableau 20.

Nom	Service	Domaine
Elisenda Bardina	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
Johanna Breitenstein	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
François Del Rio	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
Christophe Brossard	<b>Natura</b> (mandataire)	Mandataire revitalisation
Isabelle Butty	<b>SENE</b> (Service de l'énergie et de l'environnement)	Protection des eaux
Patrick Jobin	<b>SCAT</b> (Service de l'aménagement du territoire)	Aménagement du territoire
Isabelle Tripet	<b>SFFN</b> (Service de la faune, des forêts et de la nature)	Faune benthique
Gilda Grandjean	<b>SJUR</b> (Service juridique)	Droit
Nicolas JeanRichard	<b>SAGR</b> (Service de l'agriculture)	Agriculture, améliorations foncières
Nadia Rognon	<b>SGRF</b> (Service de la géomatique et du registre foncier)	SIG et analyse du territoire

Tableau 20 : Experts consultés pour la mise en évidence des synergies et conflits d'intérêts.



## 7.2 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Les experts ont défini une liste de critères pertinents et ont évalué ceux-ci pour l'ensemble du réseau hydrographique. Les critères figurent dans le Tableau 21. Ces critères ont ensuite été synthétisés sur une carte et utilisés dans la phase de sélection des projets à réaliser en priorité au cours des 20 prochaines années (ch. 8).

Critères	Justification	Exclusion Inclusion
<i>Analyse des résultats de l'étude du potentiel hydroélectrique: Tronçons avec une haute valeur environnementale<sup>9</sup></i>	Les tronçons à haute valeur environnementale doivent être valorisés.	Inclusion
<i>Concessions hydrauliques par type et usage (force hydraulique, hydrothermie, prélèvement d'eau de consommation, industriel, piscicole, agricole)</i>	Lorsque des intérêts environnementaux prépondérants ne s'y opposent pas, les possibilités d'exploitation de la force hydraulique doivent être préservées.	Exclusion
<i>Longueur de tronçon à revitaliser (minimum 300m)</i>	Plus un tronçon revitalisé est long, plus le bénéfice potentiel pour la nature est élevé.	Inclusion
<i>Améliorations foncières en cours de réalisation ou en projet / État des remaniements parcellaires</i>	Les améliorations foncières sont l'occasion de pouvoir disposer de terrain pour les revitalisations.	Inclusion
<i>Projet de protection contre les crues surlongueur-surlargeur</i>	Les projets de protection contre les crues répondant aux exigences de l'OP5 de la convention-programme dans le domaine de la revitalisation des eaux.	Inclusion
<i>Domanialité des cours d'eau (cours d'eau cantonaux) (Areuse, Buttes, Fleurier, etc.) ou éventuellement privés (embouchures)</i>	La maîtrise foncière est un élément important pour la réussite d'un projet de revitalisation.	Inclusion
<i>Autres planifications stratégiques (assainissement du régime de charriage, des éclusées, rétablissement de la migration du poisson).</i>	Coordination des résultats, pour la planification de prise des mesures.	Inclusion
<i>Compensations écologiques dues aux travaux routiers</i>	Un projet ne doit pas être subventionné par deux sources différentes.	Exclusion
<i>Loisirs de proximité</i>	Préserver la qualité des loisirs de proximité et limiter la mobilité des utilisateurs.	Inclusion
<i>Volonté communale exprimée pour la réalisation des projets de revitalisation dans leur territoire.</i>	Une volonté communale facilite l'acceptation par la population.	Inclusion

Tableau 21 : Critères utilisés par les experts pour l'évaluation des synergies et des conflits.

<sup>9</sup> Analyse du potentiel hydroélectrique du Canton de Neuchâtel. Appréciation des effets sur la nature et le paysage. Prona Sàrl, Aquabug Sàrl et Natura biologie appliquée Sàrl. Rapport, avril 2012

## 7.3 COORDINATION AVEC LES AUTRES PLANIFICATIONS STRATÉGIQUES

### 7.3.1 Assainissement du régime de charriage

L'assainissement du régime du charriage a conclu que l'impact principal sur le charriage dans le canton de Neuchâtel était lié aux dépotoirs, notamment lors de leur curage.

Les installations qui requièrent un assainissement selon les résultats de l'étude figurent dans le tableau ci-dessous:

Cours d'eau	Installation	Propriétaire	Gravité de l'atteinte	Assainissement	Remarque
Areuse	Dépotoir	Service cantonal des ponts et chaussées	Prononcée*	Oui	
Buttes	Dépotoir de la Doux	Service cantonal des ponts et chaussées	Prononcée*	Oui	
Bied de Môtiers	Dépotoir	Service cantonal des ponts et chaussées	Prononcée*	Oui	
Areuse	Seuils + protection de berges dans les gorges	Service cantonal des ponts et chaussées + concessionnaires	Notable	Oui	Divers ouvrages (voir chapitre 8.1)

Tableau 22 : Assainissement du régime de charriage. Installations nécessitant un assainissement (rapport final, décembre 2014)

Le rapport de cette planification conclut qu'aucune centrale hydroélectrique ne nécessite d'assainissement, car c'est plutôt l'effet conjugué de plusieurs installations dans les gorges de l'Areuse qui provoque une atteinte grave au charriage. Toutefois, la protection des berges et l'assainissement des ouvrages concernés sont nécessaires.

## 7.3.2 Assainissement des éclusées et rétablissement de la libre migration du poisson

### Migration piscicole

Suite à l'analyse préliminaire du mandataire, aux visites de terrain de tous les obstacles et à l'affinement réalisé grâce aux contacts auprès des exploitants et des gardes-pêches cantonaux, les résultats de l'étude concluent que les obstacles qui requièrent un assainissement sont les suivants:

	Obstacle	Cours d'eau
1	Les Raies	Les Raies
2	Noiraigue 2	La Noiraigue
3	Scierie Noiraigue SA	La Noiraigue
4	Furcil	L'Areuse
5	Plan de l'Eau	L'Areuse
6	Moyats	L'Areuse
7	Combe Garot	L'Areuse
8	Chanet	L'Areuse
9	Fabriques (3 seuils)	L'Areuse
10	Vivier 1	Le Vivier
11	Vivier 2	Le Vivier
12	Rançonnière	La Rançonnière
13	Le Châtelot (3 obstacles)	Le Doubs

Tableau 23 : Obstacles nécessitant un assainissement, selon les résultats de l'étude du rétablissement de la libre migration du poisson.

Les seuils à assainir en priorité ont été indiqués aux experts à cette occasion et seront assainis lors de l'exécution des projets de revitalisation des cours d'eau.

### Éclusées

Le rapport conclut que seule l'installation de la Rançonnière pourrait être au bénéfice d'une décision d'assainissement<sup>10</sup>. Cependant, en raison de la complexité du cas, la décision a été reportée. Ce facteur a donc été abandonné pour la phase de priorisation. Toutefois, le résultat de cette étude figure dans la carte de priorisations dans le temps (annexe 6).

<sup>10</sup> Les installations du Châtelot ne sont pas évaluées dans ce rapport.

## 7.4 COORDINATION AVEC LA FRANCE, LE CANTON DU JURA ET LE CANTON DE BERNE

Une coordination a été réalisée pour les cours d'eau frontière. Lorsque des projets étaient planifiés, ce critère a été traité comme une synergie.

### 7.4.1 Coordination avec la France et le canton du Jura

Le Doubs fait l'objet d'une concertation entre la France et la Suisse au sein d'un groupe de travail auquel participent les cantons de Neuchâtel et du Jura, ainsi que des représentants des autorités fédérales et françaises pour améliorer la qualité des eaux et des milieux aquatiques du cours d'eau. Ce groupe a mis en place un "Plan d'action visant à réduire les impacts des activités humaines sur la qualité du Doubs Franco-Suisse" lequel a été adopté par les deux États précités en janvier 2014.

Ce document indique, entre autres, la nécessité de mener des investigations complémentaires pour confirmer la priorité et la faisabilité des actions de rétablissement de la continuité piscicole sur le Doubs à réaliser sur les différents ouvrages, en fonction de leurs usages.

En outre, les seuils de la Rasse, du Theusseret et du Moulin du Plain sont les quatre ouvrages traités par une autre étude en cours actuellement<sup>11</sup>, dont l'objectif est dans un premier temps, de mesurer précisément le degré d'infranchissabilité de chaque ouvrage et de définir les espèces cibles pour lesquels les aménagements de franchissement devront être conçus.

Dans un second temps, les connaissances plus approfondies sur la faisabilité technique et socio-économique des diverses solutions d'aménagement envisageables (arasement partiel ou total, maintien du seuil et mise en place d'une passe à poissons) devront être acquises.

Comme mentionné auparavant, cette étude est encore en cours d'élaboration et le groupe de travail n'a pas encore défini les mesures spécifiques à entreprendre pour améliorer la situation actuelle.

Toutefois, pour la présente planification stratégique des revitalisations, le canton de Neuchâtel a pris en compte la réflexion de l'effacement plus ou moins complet des deux seuils de la Rasse.

Par conséquent, cette mesure a été intégrée dans l'évaluation du BNPC global des seuils et ouvrages avec une priorité *importante*, bien que des éclaircissements soient encore nécessaires d'un point de vue de la faisabilité et des impacts, ainsi que des procédures.

Enfin, ces interventions techniques seront considérées et feront l'objet d'une étroite coordination avec la France.

L'évaluation de l'assainissement du régime de charriage a été confiée à un seul mandataire concernant le bassin versant du Doubs. C'est le cas également pour l'assainissement du régime des éclusées et le rétablissement de la migration du poisson. Le concept et les propositions de ces 3 volets sont donc consistants à cette échelle.

---

<sup>11</sup> Teleos suisse Sàrl et Aquabios Sàrl, Détermination des solutions techniques pour la restauration de la continuité écologique au niveau de quatre ouvrages transversaux sur le Doubs Franco-Suisse. Version provisoire du 07 avril 2014.

## 7.4.2 Coordination avec le canton de Berne

S'agissant de la coordination avec le canton de Berne, seule la Thielle est concernée.

Des contacts ont été pris avec les services compétents de ce canton et il s'avère que selon l'appréciation bernoise le canal de la Thielle présente un bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts *faible*. Par conséquent aucune mesure de revitalisation n'est pas prévue pour ce cours d'eau pour les vingt prochaines années.

Sur le territoire neuchâtelois, des conduites souterraines présentes dans la zone, principalement le gazoduc qui longe la rivière, limitent très fortement les possibilités de revitalisation en raison des coûts élevés de déplacement des installations.

Vu la situation, la Thielle n'est pas retenue dans la planification stratégique. Dès lors, aucune coordination supplémentaire n'est nécessaire à ce stade.

## 8 PRIORISATION DANS LE TEMPS

→ Carte « Priorisation dans le temps » en annexe 6

### 8.1 EXPERTS CONSULTÉS

Les experts consultés pour cette étape sont les mêmes que pour l'évaluation des synergies et conflits et sont rappelés dans le Tableau 24.

Nom	Service	Domaine
Elisenda Bardina	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
Johanna Breitenstein	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
François Del Rio	<b>BOAE</b> (Bureau des ouvrages d'art et de l'économie des eaux)	Revitalisation, aménagement des cours d'eau
Christophe Brossard	<b>Natura</b>	Mandataire revitalisation
Isabelle Butty	<b>SENE</b> (Service de l'énergie et de l'environnement)	Protection des eaux
Patrick Jobin	<b>SCAT</b> (Service de l'aménagement du territoire)	Aménagement du territoire
Isabelle Tripet	<b>SFFN</b> (Service de la faune, des forêts et de la nature)	Faune benthique
Gilda Grandjean	<b>SJUR</b> (Service juridique)	Droit
Nicolas JeanRichard	<b>SAGR</b> (Service de l'agriculture)	Agriculture, améliorations foncières
Nadia Rognon	<b>SGRF</b> (Service de la géomatique et du registre foncier)	SIG et analyse du territoire

Tableau 24 : Experts consultés pour les choix des projets et la définition des priorités.

## 8.2 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Pour la définition des tronçons à retenir en priorité, les bases suivantes ont été retenues :

1. Résultats du Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts BNPC pour les tronçons et les seuils ;
2. Coordination avec les autres planifications stratégiques ;
3. Coordination avec les territoires adjacents;
4. Critères de synergies et conflits décrits dans le Tableau 21:

Nous avons ensuite demandé au groupe d'experts (voir Tableau 24) de proposer chacun 2 scénarios, l'un sélectionnant des tronçons prioritaires sur l'ensemble du territoire neuchâtelois, l'autre se limitant à un ou deux bassins versants.

Ces propositions ont ensuite été confrontées par le BOAE qui en a défini les projets de revitalisation à réaliser pour les 20 prochaines années.

Les critères retenus ont été la facilité de réalisation et l'acceptation attendue de la population et des milieux politiques.

Ce programme a ensuite été soumis à l'ingénieur cantonal du Service des Ponts et Chaussées SPCH, puis au chef du Département du Développement Territorial et de l'Environnement DDTE pour validation.

## 8.3 RÉSULTATS

Pour les 20 prochaines années, le canton de Neuchâtel prévoit la revitalisation de 8.3 km de cours d'eau, répartis en 6 secteurs sur le territoire. L'analyse des résultats démontre que tous les cours d'eau concernés ont un mauvais état écomorphologique et un degré *important* ou *moyen* de bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles.

Les délais de mise en œuvre ont été établis pour vingt ans et classés dans les catégories suivantes:

Priorité d'intervention	Années de réalisation
Élevée	2016-2022
Moyenne	2023-2029
Faible	2030-2036

Tableau 25 : Correspondance entre la priorité d'intervention et les périodes de réalisation

En ce qui concerne la répartition dans le temps, les résultats sont les suivants :

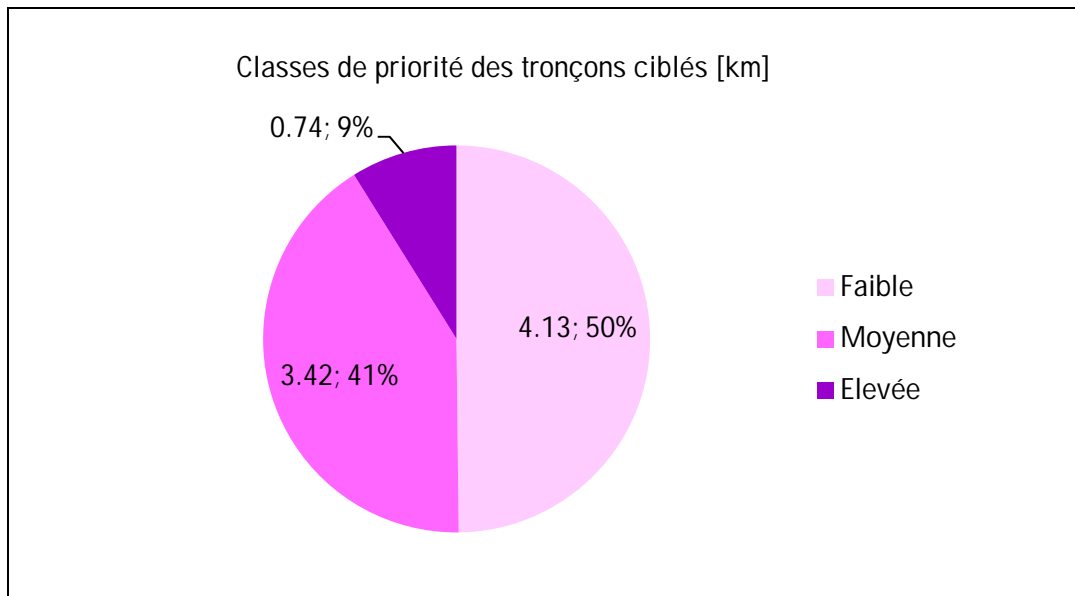


Figure 15 : Longueur des cours d'eau classés comme prioritaires pour les 20 prochaines années selon leur classe de priorité.

Les tronçons classés en priorité *élevée* représentent 0.74 km et ont tous un bénéfice *important* pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles.

Les 6 secteurs retenus pour la réalisation des revitalisations sont les suivants :



Secteur	Priorité	Justification
<b>Les embouchures du Delta de l'Areuse</b>	Élevée	Les embouchures du delta de l'Areuse représentent une voie de migration pour plusieurs espèces dont la truite de lac. Ainsi, combinées avec l'effacement de quelques obstacles piscicoles, des mesures de revitalisation apportent une plus-value environnementale importante avec un rapport coût-bénéfice très favorable. Une des embouchures est enterrée et nécessite une remise à ciel ouvert.
<b>Le Morguenet à Fontaines</b>	Moyenne	Le Morguenet à Fontaines en raison de sa position centrale dans le Val de Ruz représente un axe de transit et d'interconnectivité important pour la faune. Des mesures relativement simples permettraient d'augmenter fortement ce potentiel ainsi que son intérêt pour la faune aquatique, tout en constituant un site de délasserment pour la population. En outre, les problèmes d'érosion des berges présents peuvent être résolus. Deux courts passages sont sous tuyaux et nécessitent une remise à ciel ouvert.
<b>L'Areuse, la Vieille Areuse et le Bied de Môtiers</b>	Moyenne	La Vieille-Areuse à Môtiers présente un important potentiel d'amélioration écomorphologique. Une revitalisation serait en outre relativement bénéfique pour l'ombre de rivière (espèce sur la liste rouge).
<b>La Basse-Areuse depuis la Pêcherie jusqu'à l'embouchure</b>	Moyenne	L'Areuse est le plus grand cours d'eau entièrement neuchâtelois. En raison de sa liaison directe avec le lac de Neuchâtel, la Basse-Areuse offre un espace vital pour de nombreuses espèces de poissons, dont la truite de lac. En outre, l'assainissement du seuil de La Pêcherie bénéficiera la libre migration piscicole.
<b>L'Areuse entre la Presta et Travers</b>	Faible	L'Areuse présente des possibilités de revitalisation dans ce secteur. Une coordination avec la zone de protection des eaux S3 devra cependant être réalisée assez tôt.
<b>Le Grand Bied, entre Les Coeudres et les Bandes de Pré Sec</b>	Faible	Le Grand Bied héberge encore une population d'écrevisse à patte blanche dans un bassin fermé à l'abri des écrevisses américaines. Des améliorations significatives de l'écomorphologie peuvent être obtenues grâce au reméandrement du cours d'eau.

Tableau 26 : Secteurs retenus dans les priorités de revitalisation pour les 20 prochaines années.

En tant que principal cours d'eau entièrement cantonal, l'Areuse ressort nettement prioritaire.

Concernant le bénéfice pour la nature et le paysage par rapport aux coûts prévisibles des cours d'eau retenus pour les 20 prochaines années, on constate à la Figure 16, que le 68.1%, soit la majorité des tronçons prioritaires présentent un bénéfice *important*. De même, les 31.9% restant possèdent un bénéfice *moyen*.

Enfin, aucun tronçon prioritaire n'a de BNPC faible.

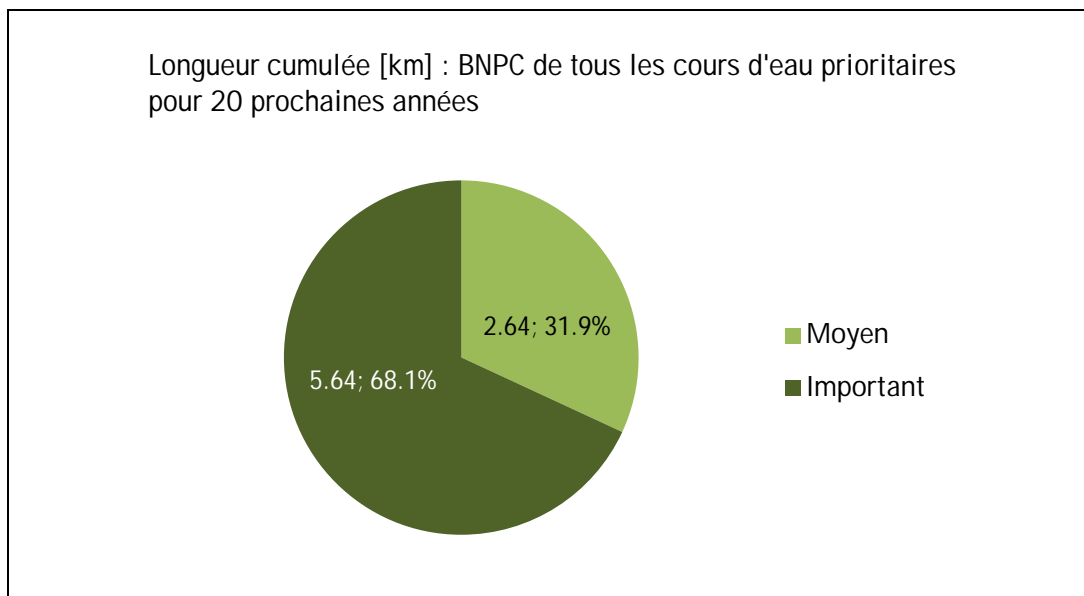


Figure 16 : Longueur des cours d'eau classés comme prioritaires pour les 20 prochaines années selon le bénéfice pour la nature et le paysage.

## 9 TYPES DE MESURES

Pour chaque tronçon prioritaire, nous avons défini la mesure type principale. Ces mesures cherchent à rétablir les processus naturels typiques des cours d'eau concernés. Ainsi, lorsque plusieurs mesures peuvent s'appliquer à un même tronçon, la première mesure adéquate a été choisie selon l'ordre de priorité du Tableau 27 ci-dessous, reflétant grossièrement une ambition décroissante.

Étant donné que l'objectif est d'améliorer la morphologie naturelle des cours d'eau, au moment de la réalisation de chaque projet, plusieurs mesures pourraient être mises en œuvre pour un même tronçon.

Désignation de la mesure
1. Remise à ciel ouvert
2. Déplacement du chenal
3. Élargissement du chenal
4. Revitalisation des zones alluviales
5. Initiation de méandres
6. Revalorisation de la structure des berges, amélioration de l'interconnexion avec l'espace environnant
7. Revalorisation de la structure du fond du lit/de la structure du chenal
8. Rétablissement de la connectivité longitudinale

Tableau 27: Mesures types.

Dans le tableau ci-dessous, nous décrivons pour chaque projet les mesures envisagées qui vont permettre d'atteindre les objectifs des revitalisations des cours d'eau.

Secteur	Mesures principales
<i>Les embouchures du Delta de l'Areuse</i>	Revalorisation de la structure du fond du lit et/ou de la structure du chenal
<i>Le Morguenet à Fontaines</i>	Revalorisation de la structure des berges
<i>La Vieille Areuse et le Bied de Môtiers</i>	Revalorisation de la structure des berges, amélioration de l'interconnexion avec l'espace environnant
<i>La Basse-Areuse depuis la Pêcherie jusqu'à l'embouchure</i>	Revalorisation de la structure des berges et rétablissement de la connectivité longitudinale
<i>L'Areuse entre la Presta et Travers</i>	Revalorisation de la structure des berges
<i>Le Grand Bied, entre Les Coudres et les Bandes de Pré Sec</i>	Initiation des méandres

Tableau 28 : Secteurs retenus dans les priorités de revitalisation pour les 20 prochaines années et mesures types principales

Nous observons que la revalorisation de la structure des berges est la mesure la plus fréquente.

En outre, la revalorisation de la structure du fond du lit s'applique à l'aménagement des embouchures du Delta de l'Areuse dans le lac, où un poids particulier sera accordé en vue de faciliter le transit de la faune piscicole. Le linéaire pour ce type de mesure est donc faible.

Pour finir, l'amélioration de la circulation de la faune piscicole a été intégrée au projet retenu sur la Basse-Areuse en plus de la mesure principale attribuée. Ainsi, l'assainissement des seuils sera réalisé en même temps.

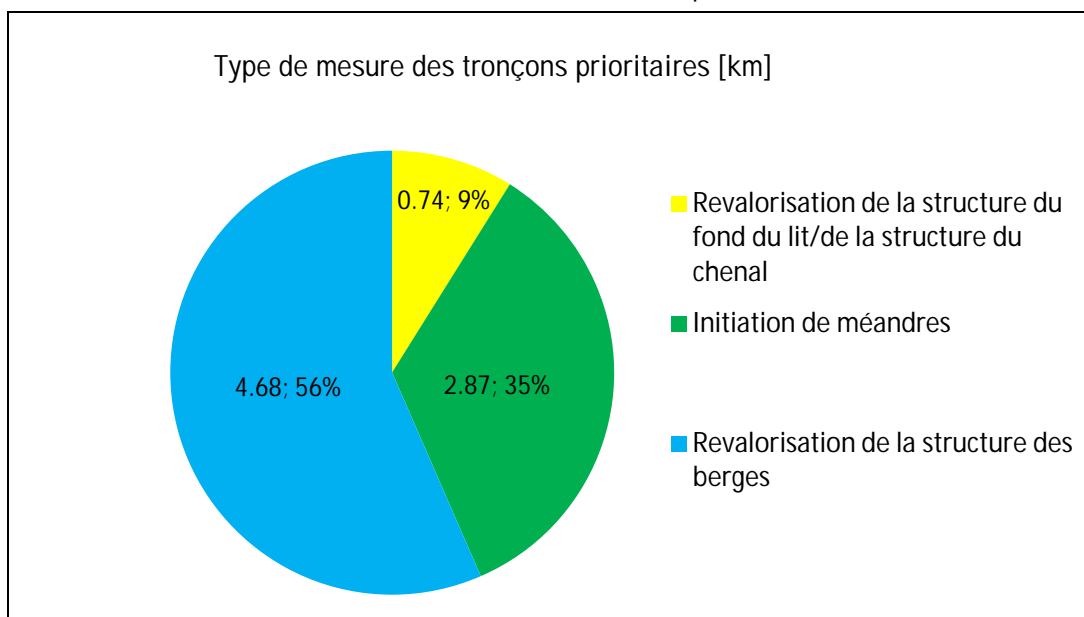


Figure 17: Longueur des cours d'eau classés comme prioritaires pour les 20 prochaines années selon leur type de mesure principale.

## 10 CONCLUSION

Dans le canton de Neuchâtel, les cours d'eau sont relativement peu nombreux et dans bien des cas en mauvais état écomorphologique. Cette étude confirme que le besoin d'agir est important et que des interventions sont nécessaires sur de nombreux tronçons de cours d'eau.

Les réflexions menées par le groupe de travail lors de diverses séances, ainsi que la liste des critères développée par les participants, ont conduit à désigner les secteurs où une amélioration des écosystèmes et une restauration écologique doivent être privilégiées, en coordination avec les autres planifications stratégiques et les priorités cantonales.

Les actions sur les cours d'eau ont des conséquences à de nombreux niveaux de la société, dont la composition des groupes d'experts consultés est le reflet.

Le programme présenté dans ce document a tenu compte des projets ayant de bonnes chances d'être réalisés dans les 20 prochaines années. La somme des tronçons concernés s'élève à quelque 8km de cours d'eau, ce qui correspond à l'ordre de grandeur de l'objectif fixé par la Confédération, soit 25% des tronçons en mauvais état à revitaliser dans les 80 prochaines années.

La validation définitive de la priorisation dans le temps pour les projets sélectionnés a été effectuée par le Conseil d'Etat. Dès lors, cette planification sera adoptée dans le Plan directeur cantonal.

# BIBLIOGRAPHIE

- Loi fédérale sur la protection des eaux, modifiée le 01 janvier 2011
- Ordonnance fédérale sur la protection des eaux, modifiée le 01 août 2011
- Écomorphologie des cours d'eau suisses, OFEV, 2009.
- Assainissement des débits résiduels au sens de l'article 80 et ss, LEaux, Aquarius, décembre 2014.
- Évaluation du potentiel hydroélectrique du canton de Neuchâtel – 2ème partie. Évaluation des effets sur la nature et le paysage. Prona, Aquabug et Natura Sàrl, avril 2012.
- Évaluation du potentiel hydroélectrique du canton de Neuchâtel – 2ème partie. Évaluation des effets sur la nature et le paysage. Prona, Aquabug et Natura Sàrl, 10.07.juillet 2012.
- Assainissement des éclusées à l'exception du Doubs. Planification stratégique. Rapport final canton de Neuchâtel. Aquarius, décembre 2014.
- Assainissement du régime de charriage. Planification stratégique. Rapport final. Canton de Neuchâtel. BG et Aquarius, novembre 2014
- Assainissement du régime du charriage pour le bassin versant du Doubs. Planification stratégique. Rapport final, Flussbau AG, novembre 2014.
- Rétablissement de la migration du poisson. Planification stratégique. Rapport final, Aquarius, décembre 2014.
- Détermination des solutions techniques pour la restauration de la continuité écologique au niveau de quatre ouvrages transversaux sur le Doubs franco-suisse. Rapport provisoire. Teleos suisse Sàrl et Aquabios Sàrl, avril 2014.
- Plan d'action visant à réduire les impacts des activités humaines sur la qualité du Doubs Franco-Suisse. Groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse. Janvier 2014.
- Revitalisation des cours d'eau. Planification stratégique, Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux, OFEV, 2012.

# LISTE DES ANNEXES

## **Annexe 1**

Classes de coûts par type de bâtiment  
Tableau récapitulatif

## **Annexe 2**

Potentiel écologique - tableaux des résultats  
Tableaux des résultats intermédiaires par secteur

## **Annexe 3**

Plan: État écomorphologique des cours d'eau

## **Annexe 4**

Plan: Potentiel écologique et importance pour le paysage

## **Annexe 5**

Plan: Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles

## **Annexe 6**

Plan: Priorisation dans le temps

# ANNEXE 1

---

Classes de coûts par type de bâtiment



Planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau	Annexe 1
Calcul du coût de déplacement des bâtiments	
Classes de coûts par type de bâtiment	

## TABLEAU DES TYPES DE BATIMENTS

Le tableau ci-dessous montre les types de bâtiments issus de la couche V25 trouvés à l'intérieur de l'espace réservé aux eaux.

Tableau 1: Types de bâtiments et classes de coût.

Type	Nb	Classe de coût
abattoir	1	Moyen
ascenseur	5	Faible
atelier	175	Important
banque	10	Important
bâtiment administratif	9	Important
bâtiment agricole	1	Moyen
bâtiment commercial	2	Important
bâtiment culturel	4	Important
bâtiment de service	1	Important
bâtiment dégrillage	1	Important
bâtiment d'instruction	1	Important
bâtiment ecclésiastique	2	Important
bâtiment industriel	2	Important
bâtiment industriel, artisanal	13	Important
bâtiment industriel   artisanal	4	Important
bâtiment militaire	6	Moyen
bâtiment public	2	Important
bâtiment relevage	1	Important
bâtiment sportif	3	Important
bibliothèque	1	Important
bureau	53	Important
buvette	15	Faible
cabane	36	Faible
Cabane	2	Faible
cabaret	2	Important
cabinet vétérinaire	1	Important
café	4	Important
capite	95	Faible
caserne	1	Important
cave	7	Faible
centre commercial	9	Important
centre d'exploitation	40	Important



Type	Nb	Classe de coût
centre energetique	1	Important
centre énergétique	30	Important
centre sportif	9	Important
chapelle	7	Important
Chapelle	1	Important
château	6	Important
chenil	9	Faible
cimenterie	4	Important
cinéma	1	Important
citerne	37	Faible
commerce	47	Important
congélateur collectif	1	Moyen
crèche	2	Important
décanteur	1	Moyen
dégrilleur	3	Faible
dépendance	15	Faible
digesteur	2	Important
discothèque	1	Important
douane	4	Important
école	41	Important
église	23	Important
entrepôt	174	Moyen
entrepôt+hangar	1	Moyen
fortain	2	Faible
foyer	9	Important
Garage	2	Faible
garage	1079	Faible
garage automobile	25	Important
garage, jardin d'enfants	1	Important
garages	1	Moyen
gare	10	Important
gazomètre	1	Important
gendarmerie	2	Important
habitation	5097	Important
Habitation	7	Important
habitation+garage	4	Important
habitation+garage automobile	1	Important
habitation+remise	1	Important
habitation+rural	1	Important
halle d'élevage	1	Important
Hangar	2	Moyen
hangar	169	Moyen
hangar	1	Moyen

Type	Nb	Classe de coût
home	12	Important
hôpital	2	Important
hôtel	16	Important
hôtel de ville	3	Important
installation de tir	24	Moyen
laboratoire	2	Moyen
laiterie	1	Moyen
local de pompage	1	Important
local du feu	13	Moyen
local technique	6	Moyen
maison de commune	5	Important
manège	2	Moyen
musée	8	Important
objet de la confédération	1	Moyen
passerelle	9	Faible
patinoire	1	Important
pavillon	292	Faible
Pavillon	1	Faible
piscine	1	Important
porcherie	5	Moyen
poste	5	Important
Poulailler	1	Faible
poulailler	54	Faible
remise	1250	Faible
Remise	7	Faible
rempart	2	Important
Réservoir	1	Important
réservoir	34	Important
restaurant	23	Important
rucher	19	Faible
Rural	3	Moyen
rural	130	Moyen
salle communale	4	Important
salle d'attente	1	Moyen
salle paroissiale	4	Important
sanitaires	6	Faible
séchoir	1	Moyen
serre	44	Faible
Serre	1	Faible
Silo	8	Faible
silo	86	Faible
stand de tir	1	Moyen
station de lavage	1	Moyen

Type	Nb	Classe de coût
station de relèvement	50	Important
station de remontée mécanique	5	Important
Station de remontée mécanique	1	Important
station de transport	1	Moyen
station d'épuration	4	Important
station-service	4	Important
stockeur	2	Faible
théâtre	4	Important
toilettes publiques	16	Faible
tour de l'horloge	1	Important
tour sur une voûte	1	Important
Transformateur	1	Moyen
transformateur	115	Moyen
usine	100	Important
vestiaire	13	Faible
volière	2	Faible

## ANNEXE 2

---

Potentiel écologique et importance pour le paysage – Tableaux des résultats

Planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau	Annexe 2
Calcul du potentiel écologique et du bénéfice pour la nature et le paysage	
Tableaux des résultats intermédiaires par secteur	

## TABLEAU DES RÉSULTATS

Le tableau ci-dessous montre les résultats de l'évaluation des critères par les experts pour chaque secteur. Les inventaires d'importance nationale sont pondérés pour compter double par rapport aux autres critères.

Tableau 1: Tableau des résultats (en violet : colonnes provisoires à discuter). Pour les estimations, 'A'=Aucun, 'R'=restreint, et 'C'=conséquent.

	pooids	Inventaires d'importance nationale	Inventaires d'importance cantonale (bas marais, batraciens)	Présence d'écrevisses à pattes blanches	Présence de poissons rares (apron, biageon, ombre)	Cours d'eau naturel ou ayant le potentiel	Objet de grande valeur pour le paysage	Importance générale comme élément de réseau terrestre	Charriage proche du naturel	Débit non influencé	Embouchures et confluences	Potentiel d'évolution hydromorphologique
Entreportes	0	C	R	A	A	C	A	A	C	C	A	A
LaMorte	1	R	R	A	A	C	A	R	R	C	A	A
CoteAuxFées	3	A	C	A	R	C	A	A	C	C	R	A
Buttes	4	A	A	A	C	R	A	R	A	R	R	R
Fleurier	5	A	A	A	C	A	A	A	A	R	A	A
StSulpice	6	A	R	A	C	R	R	R	R	R	R	A
Môtier-Travers	7	R	R	A	C	C	A	C	A	A	C	C
VDT02	9	A	A	A	A	C	A	A	C	C	A	A
VDT03	10	A	A	A	A	C	A	A	C	C	R	A
VDT04	12	A	A	A	A	C	A	A	C	C	A	A
Prévoux	13	R	R	A	A	C	A	A	R	C	A	A
CombeDernier	14	A	A	A	A	C	A	A	C	C	A	A
Areuse01	15	R	R	A	C	C	A	C	R	R	A	C
VaumarcusBevaix	16	A	R	A	C	A	A	A	A	R	C	A
GorgierStAubin	17	A	R	A	A	C	A	R	C	C	R	A
PointeDuGrain	18	C	C	A	C	R	A	R	C	C	C	A
Brévine	19	C	R	A	A	C	A	A	C	C	A	A
Areuse02	21	C	C	A	C	C	C	R	R	A	A	A

		Inventaire d'importance nationale	Inventaire d'importance cantonale (bas marais, batraciens)	Présence d'écrevisses à pattes blanches	Présence de poissons rares (apron, blageon, ombre)	Cours d'eau naturel ou ayant le potentiel	Objet de grande valeur pour le paysage	Importance générale comme élément de réseau terrestre	Chariage proche du naturel	Débit non influencé	Embouchures et confluences	Potentiel d'évolution hydromorphologique
	poids	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PontDeMartels	22	C	C	C	A	C	A	R	C	R	R	R
LaSagne	23	A	A	C	A	C	A	C	A	R	A	R
TêteDeRan	24	A	A	A	A	C	A	A	C	C	A	A
LeMerdasson	25	C	R	A	C	C	A	R	R	R	A	A
Doubs01	26	C	C	A	C	C	C	A	R	A	R	A
Doubs02	27	C	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A
LaRonde	28	A	A	A	A	C	A	A	C	A	A	A
LaChauxDeFond	29	C	C	A	A	R	A	A	A	C	A	R
AlentoursLocle	30	A	A	A	A	R	A	R	A	R	R	A
Areuse03	33	R	R	A	C	R	A	R	A	A	C	R
Areuse04	34	A	A	A	C	R	A	R	A	A	C	C
Colombier	35	A	A	A	A	A	A	A	A	R	C	A
Auvernier	36	A	A	A	A	A	A	A	A	R	R	A
Neuchâtel	37	A	R	A	C	A	A	A	A	A	R	A
VieilleThielle	40	A	C	A	C	C	A	C	A	A	R	A
Thielle	41	A	R	A	C	R	A	C	A	A	R	A
Lignéres	42	R	C	A	A	C	A	R	R	R	A	A
GorgesSeyon	43	A	A	A	A	C	R	R	R	R	A	A
ValDeRuz01	44	A	R	A	A	C	A	C	A	C	R	R
ValDeRuz02	45	A	C	A	A	C	A	C	R	R	C	C
ValDeRuz03	46	R	C	A	A	C	A	C	R	C	R	A
VueDesAlpes-Chasseral	48	A	A	A	A	C	A	A	R	R	A	A
Chasseral	49	C	C	A	A	C	R	A	C	C	A	A
LeLocle	50	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

## VALEURS ATTRIBUEES A CHAQUE SECTEUR

Le potentiel écologique (faible, moyen, important) a été attribué en fonction des résultats de l'attribution des critères. C'est finalement le nombre de « C » qui a été retenu comme critère discriminant.

Tableau 2: attribution du potentiel écologique aux secteurs (en italique, secteurs sans réseau hydrologique)

ID	Nom du secteur	Nombre de C	Nombre de R	Potentiel écologique
0	Entreportes	5	1	Important
1	LaMorte	2	5	Faible
3	CoteAuxFées	4	2	Moyen
4	Buttes	1	5	Faible
5	Fleurier	1	1	Faible
6	StSulpice	1	7	Faible
7	Môtier-Travers	5	3	Important
9	VDT02	3	0	Moyen
10	VDT03	3	1	Moyen
12	VDT04	3	0	Moyen
13	Prévoux	2	4	Faible
14	CombeDernier	3	0	Moyen
15	Areuse01	4	5	Moyen
16	VaumarcusBevaix	2	2	Faible
17	GorgierStAubin	3	3	Moyen
18	PointeDuGrain	7	2	Important
19	Brévine	5	1	Important
21	Areuse02	6	2	Important
22	PontDeMartels	6	4	Important
23	LaSagne	3	2	Moyen
24	TêteDeRan	3	0	Moyen
25	LeMerdasson	4	4	Moyen
26	Doubs01	6	2	Important
27	Doubs02	7	0	Important
28	LaRonde	2	0	Faible
29	LaChauxDeFond	4	2	Moyen
30	AlentoursLocle	0	4	Faible
33	Areuse03	2	6	Faible
34	Areuse04	3	2	Moyen
35	Colombier	1	1	Faible
36	Auvernier	0	2	Faible
37	Neuchâtel	1	2	Faible
40	VieilleThielle	4	1	Moyen
41	Thielle	2	3	Faible
42	Lignères	2	5	Faible
43	GorgesSeyon	1	4	Faible
44	ValDeRuz01	3	3	Moyen
45	ValDeRuz02	5	2	Important
46	ValDeRuz03	4	4	Moyen
48	VueDesAlpes-Chasseral	1	2	Faible
49	Chasseral	6	1	Important
50	LeLocle	0	0	Faible
2	Noirvaux	0	0	Faible
8	VDT01	0	0	Faible
31	MontagnesNeuchateloises	0	0	Faible
32	CreuxDuVan	0	0	Faible
38	LacNeuchatel	0	0	Faible
39	LacBienne	0	0	Faible
47	ChasseralChaumont	0	0	Faible



## ANNEXES 3-6

---

Plan: État écomorphologique des cours d'eau

Plan: Potentiel écologique et importance pour le paysage

Plan: Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles

Plan: Priorisation dans le temps