

Etat de Vaud

Plan cantonal de renaturation des cours d'eau

Planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau
Rapport final

Décembre 2014

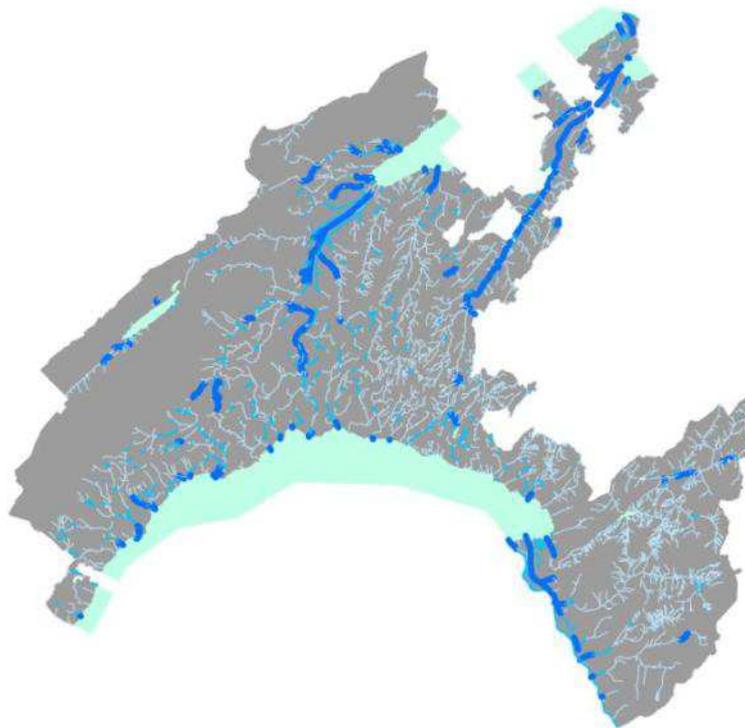


TABLE DES MATIERES

1	Introduction	2
2	Étape 1 : évaluation du potentiel de valorisation	4
2.1	Introduction	4
2.2	Données de base	4
2.3	Application de la méthode OFEV	8
2.4	Analyse des obstacles à la migration piscicole	11
3	Étape 2 : Evaluation du potentiel écologique et paysager	12
3.1	Introduction	12
3.2	Données de base	12
3.3	Application de la méthode OFEV	14
4	Croisement des potentiels	15
5	Étape 3. Bénéfice pour la nature et le paysage	15
5.1	Evaluation des tronçons de cours d'eau	15
5.2	Evaluation des obstacles à assainir	18
6	Étape 4. Priorisation temporelle	19
6.1	Evaluation des tronçons de cours d'eau	19
6.2	Evaluation des obstacles à assainir	23
7	Conclusions et perspectives	25
8	Références bibliographiques	25
9	Annexes	26

Abbréviations utilisées dans le texte :

- *BNPC : bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts*
- *ERE : espace réservé aux eaux*
- *REC-VD : réseau écologique vaudois*
- *SDA : surfaces d'assèchement*
- *TIBP : territoires d'intérêt biologique prioritaire du REC-VD*

1 Introduction

Selon les nouvelles dispositions fédérales sur la protection des eaux concernant la renaturation (entrée en vigueur des modifications de la loi le 1.1.2011 et de son ordonnance le 1.6.2011), les cantons sont tenus, pour différents domaines, d'élaborer une planification stratégique, de prendre des mesures et de coordonner les actions de protection des eaux.

Dans ce cadre, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a publié une méthode pour l'établissement de cartes en lien avec la planification des interventions de revitalisation des cours d'eau (OFEV 2011). Cette méthode se déroule en 4 étapes (Figure 1):

- Étape 1 : Détermination de l'espace réservé aux eaux puis du potentiel de valorisation : croisement de l'état écomorphologique avec les installations sises dans l'espace réservé aux eaux ;
- Étape 2 : Mise en rapport du potentiel de valorisation avec le potentiel écologique et l'importance pour le paysage ;
- Étape 3 : Contrôle de vraisemblance ;
- Étape 4 : Priorisation dans le temps.

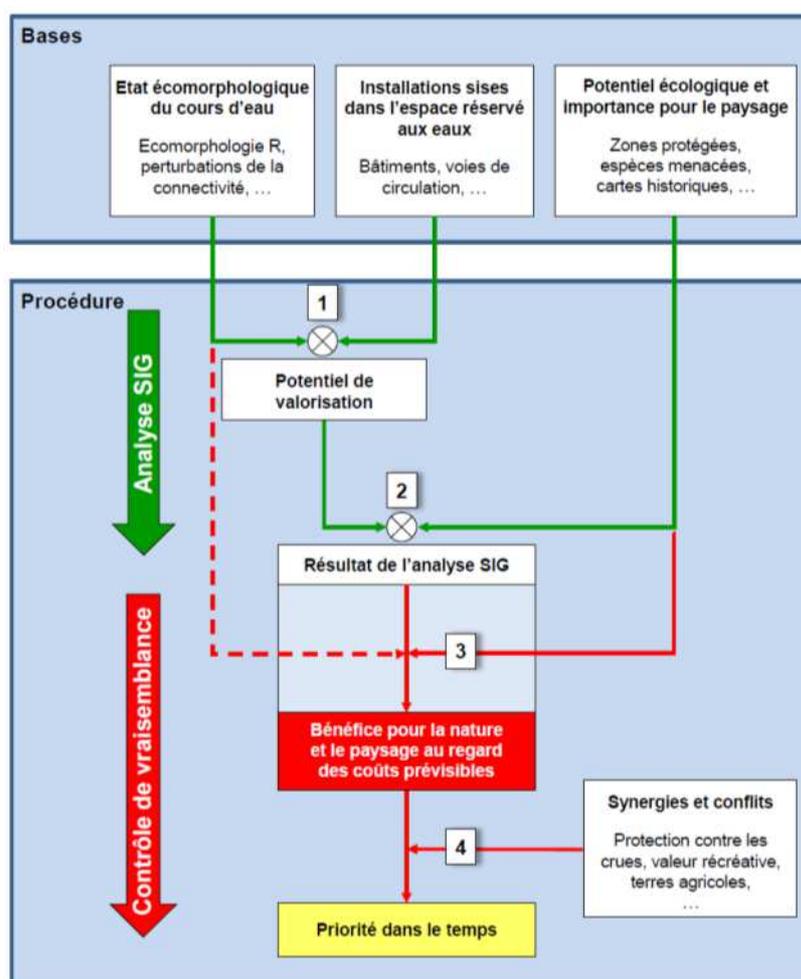


Figure 1. Schéma de la méthode de planification de l'OFEV (2011)

Les étapes 1 et 2 font appel à des routines automatiques sur SIG alors que, dans les étapes 3 et 4, des acteurs externes (experts, parties prenantes, etc.) sont impliqués. Les métadonnées des informations géoréférences de synthèse sont indiquées dans l'Annexe 14.

Dans une première étape, le canton de Vaud a décidé de lancer une étude test d'application de cette méthode sur un secteur particulier afin de définir les bases et les consignes nécessaires pour la mise en œuvre ultérieure d'une marche à suivre affinée sur l'ensemble du territoire cantonal (BEB 2013). Les résultats des analyses de cette seconde phase font l'objet du présent rapport et répondent à la demande de l'OFEV qu'il lui soit remis, au 31 décembre 2014, la planification des revitalisations des cours d'eau pour le canton de Vaud.

Le bureau d'études biologiques BEB SA a été mandaté par la DGE – Ressources en eau et économie hydraulique (pilote) pour réaliser ces études. Celles-ci s'intègrent dans les réflexions élargies pilotées et coordonnées, pour le canton de Vaud, par le COPIL « renaturation » (Figure 2) composé des personnes suivantes:

M. Philippe Hohl	Pilote du groupe DGE – Chef de la division Ressources en eau et économie hydraulique
M. Frédéric Hofmann	DGE-Biodiversité et paysage – Conservateur de la pêche et des milieux aquatiques
M. Olivier Stauffer	DGE – Ingénieur de la division Ressources en eau et économie hydraulique
M. Bernard Perret	SAGR – Responsable du domaine du développement rural et des contributions
M. Philippe Vioget	DGE – Division protection des eaux
M. Guy Gilliard	SDT – Améliorations foncières
M. Jean Rosset	DGE-Forêt – Conservateur des forêts

L'étude spécifique de la thématique « revitalisation » a été menée et suivie par le groupe de travail « Planification de la revitalisation » (Figure 2) formé de Mme Brigitte Lods-Crozet (DGE-DIREV-PRE), M. Jean Rosset (DGE-DIRNA-FORET), M. Frédéric Hofmann (DGE-DIRNA-BIODIV), M. Walter Frei (SAGR) et dirigé par M. Philippe Hohl et M. Olivier Stauffer (DGE-DIRNA-EAU) avec la collaboration de M. Raymond Delarze et M. Eric Morard (BEB SA, mandataire).

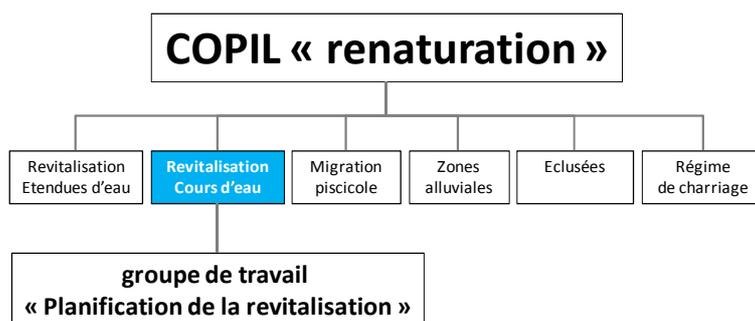


Figure 2. Organisation du pilotage des études renaturation et revitalisation pour le canton de Vaud

Les résultats de la mise en application concrète de la méthodologie développée par la Confédération à l'échelle du canton de Vaud se traduisent sous la forme de deux documents :

- ❖ Pièce n° 1 : Carte synthétique, évolutive et indicative (possibilité d'y intégrer des projets d'opportunité) qui doit servir d'outil de planification territoriale pour le canton de Vaud (degré d'implication du canton en fonction du bénéfice pour la nature et le paysage en relation avec les coûts associés) ;
- ❖ Pièce n°2 : Rapport explicatif avec résultats cartographiques, à l'attention de l'OFEV, qui détaille le mode opératoire suivi ainsi que la planification stratégique qui en est ressorti à l'échelle du canton de Vaud.

2 Etape 1 : évaluation du potentiel de valorisation

2.1 Introduction

La première étape, qui doit aboutir à la définition d'un potentiel de valorisation, consiste à confronter l'état écomorphologique du cours d'eau avec les installations sises dans l'espace réservé aux eaux. La possibilité de revaloriser un cours d'eau dépend en effet essentiellement de l'espace disponible. Or ce dernier point dépend quant à lui de la présence ou non d'installations dans l'espace réservé, qu'il faudrait déplacer, et de la possibilité d'effectuer ce déplacement à un coût proportionné. Le potentiel de valorisation doit ainsi être un indicateur de l'étendue des revalorisations possibles pour un cours d'eau, en tenant compte de la proportionnalité des moyens qui devraient être engagés en lien avec les installations sises dans l'espace réservé aux eaux. Le potentiel de valorisation d'un cours d'eau est en particulier évalué comme important lorsque son état écomorphologique est mauvais et qu'aucune installation sise dans l'espace réservé aux eaux ne restreint sensiblement les possibilités de revalorisation.

2.2 Données de base

2.2.1 Cours d'eau, écomorphologie et espace réservé aux eaux

La première donnée nécessaire pour l'application de l'étape 1 est de définir le réseau hydrographique de base pour les analyses. Selon le rapport explicatif sur la modification de l'OEaux (04.05.2011), les cantons doivent délimiter l'espace réservé aux eaux pour les cours d'eau figurant sur la carte topographique au 1 :25'000 (soit ~ 3'437,81 km). Le canton de Vaud s'appuie toutefois sur la base de données géoréférencées GESREAU qui ne concorde pas exactement (principalement au niveau des tronçons les plus en amont en tête de bassins). Au vu du grand nombre d'informations associées à la base de données GESREAU, le réseau hydrographique issu de cette référence a été retenu comme base d'analyse (2'848 km). La longueur moyenne d'un tronçon selon le découpage GESREAU (paramètre « écomorphologie ») est d'environ 570 mètres.

L'application de la méthodologie de l'OFEV nécessite de pouvoir disposer d'informations relatives à l'espace réservé aux eaux (ERE). Le but ici n'est pas d'établir l'espace réservé aux eaux ou la méthodologie fine de sa définition (qui doit intégrer différents paramètres dont la prise en compte dépasse le cadre de cette étude) mais d'avoir un espace indicatif raisonnable pour identifier les installations situées dans la zone d'emprise potentielle d'un futur projet de renaturation. L'évaluation de

l'ERE se base en particulier sur la largeur naturelle du fond du lit. A l'heure actuelle, une indication sur cette largeur ne peut être obtenue que pour les tronçons de cours d'eau qui ont fait l'objet d'un relevé écomorphologique. Nous avons donc pris cette information comme base de calcul mais en gardant en mémoire qu'il s'agit de mesures ponctuelles plus ou moins représentatives des tronçons correspondants dans la base GESREAU.

La largeur minimale de l'espace réservé aux eaux est définie dans l'Ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux). Quelques informations particulières sont rappelées ci-après :

1. La détermination de l'espace réservé aux eaux se base sur la largeur naturelle du fond du lit. Le rapport explicatif du 20.04.2011 propose d'appliquer un facteur correctif pour les cours d'eau dont la variabilité de largeur est limitée (x1.5) ou inexistante (x2.0) ;
2. L'article 41a OEaux définit la largeur de l'espace réservé aux eaux en fonction de la largeur naturelle du fond du lit et de la région dans laquelle se situe le cours d'eau ;
3. Les indications chiffrées de l'art 41a al 1 et 2 OEaux constituent des valeurs planchers au-dessous desquelles il ne faut jamais descendre. Une dérogation n'est possible que dans les zones densément bâties, à condition que la protection contre les crues soit assurée ;
4. Concernant les grands cours d'eau (largeur > 15m), les cantons jouissent d'une certaine latitude quant à la définition de l'espace réservé aux eaux. Celui-ci doit en effet être défini "au cas par cas".

Les tronçons de la couche linéaire de l'écomorphologie, issue de GESREAU, ont été transformés en éléments surfaciques en appliquant un tampon adapté au cas par cas (Tableau 1):

- Ajustement de la largeur du lit donnée par les relevés écomorphologiques (application d'un facteur correctif selon point 1 ci-dessus) ;
- Application de la formule élargie de l'ERE pour les tronçons de cours d'eau inclus dans l'inventaire nature (SESA/SDT 2011). Pour les autres tronçons, la courbe minimale de l'ERE a été prise en compte ;
- Pour les cours d'eau dont la largeur du lit naturel dépasse 15 mètres, l'espace réservé retenu correspond à cette largeur augmentée de 30 m ;
- Pour les tronçons où l'information de largeur manque (absence de relevé écomorphologique complet, cours d'eau enterrés), l'ERE a été défini à 11 m de large, étant admis qu'il s'agit en général de très petits cours d'eau.

Tableau 1. Exemple de calcul de l'espace réservé aux eaux

Exemple pour une largeur indiquée de 1.5 mètres			
Variabilité du fond du lit	facteur correctif	Hors Inventaire nature	Dans l'inventaire nature
> naturelle	x1.0	largeur corrigée = 1.5 m	
		ERE = 11 m	ERE = 14 m
> limitée	x1.5	largeur corrigée = 2.25 m	
		ERE = 12.625 m	ERE = 18.5 m
> inexistante	x2.0	largeur corrigée = 3 m	
		ERE = 14.5 m	ERE = 23 m

Le réseau hydrographique de base est illustré à la Figure 4. En ce qui concerne la largeur des cours d'eau, une répartition proportionnée apparaît à l'exception des cours d'eau les plus larges qui ne représentent que 4% du réseau hydrographique cantonal (Figure 3). Près de 64% des cours d'eau du canton sont dans un état écomorphologique naturel et environ 21% sont en « mauvais état » (état très atteint, artificiel ou enterré / Figure 3 ; **Annexe 1**). La proportion de cours d'eau naturel est plus élevée pour ceux qui ont entre 1 et 15 mètres de large. La proportion de cours d'eau artificialisés est par contre nettement plus élevée pour les cours d'eau de plus de 15 mètres de large (Figure 3).

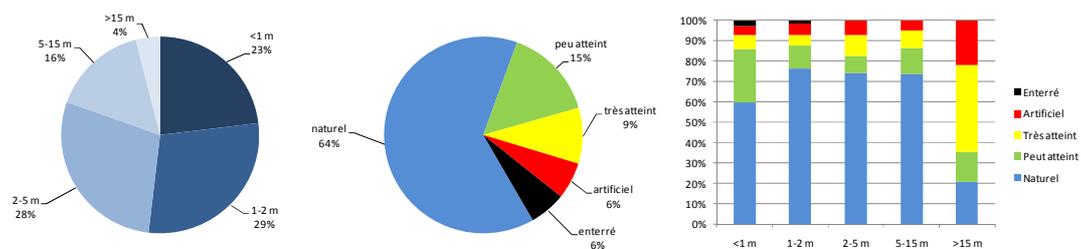


Figure 3. A gauche : proportion de la longueur du réseau hydrographique du canton de Vaud en fonction de la largeur des cours d'eau (selon relevés écomorphologiques). Au centre : proportion de la longueur du réseau hydrographique du canton de Vaud en fonction de l'état écomorphologique des cours d'eau. A droite : proportion de la longueur du réseau hydrographique en fonction de la largeur des cours d'eau et de leur état écomorphologique.

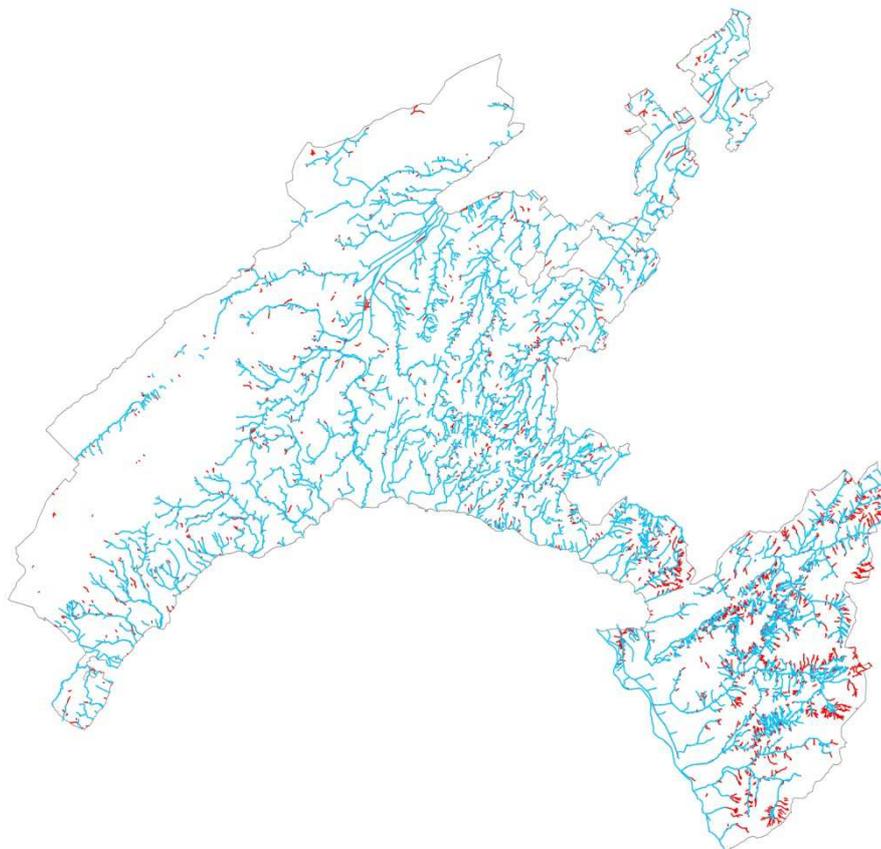


Figure 4. En bleu, Réseau hydrographique de base retenu pour la planification vaudoise (rouge = réseau hydrographique selon la carte nationale 1 :25'000)

2.2.2 Installations sises dans l'espace réservé aux eaux

Afin de localiser les installations ou éléments aménagés qui seraient situés dans l'espace indicatif réservé aux eaux, les données suivantes ont été utilisées (disponibles de façon uniforme sur l'ensemble du canton) :

- Bâtiments (Vector 25)
- Centrales hydroélectriques (GESREAU, DGE-EAU)
- Lignes Haute-tension (Vector 25)
- Zones aménagées (Vector 25)
- Routes (vector 25)
- Voies ferrées (vector 25)
- Zones de protection des eaux (DGE-EAU)
- Sites pollués (DGE-EAU)

Pour chaque type de données et en fonction des catégories, le coût du déplacement des installations sises dans l'espace réservé aux eaux a été estimé en tenant compte des recommandations de l'OFEV.

2.2.2.1 Bâtiments et autres surfaces aménagées

Bâtiments

Selon les catégories du modèle numérique du territoire (Vector 25), nous avons estimé l'importance des coûts de déplacement comme suit :

- Important : bâtiment/maison isolée, auberge isolée, église, tour de refroidissement, réservoirs (hydrocarbures, gaz), château, station/arrêt des transports publics, bassin (station d'épuration des eaux, piscine) ;
- Moyen : perron, halle de quais, stand de tir ;
- Faible : cour intérieure, cabane

Centrales hydroélectriques

La localisation de ces éléments associés à un coût important de déplacement ont été extraits de la base de données GESREAU (éléments ponctuels « extraction » avec tampon de 10 m de rayon).

Lignes haute-tension

Ces éléments linéaires ont été associés à un coût moyen de déplacement car une modification n'est nécessaire que dans les cas où un pylône se situe à proximité immédiate du cours d'eau et cette information n'est pas disponible à l'échelle du canton. Les données sont issues de la couche « objets isolés » de Vector 25 avec un tampon de 50 mètres de rayon.

Surfaces aménagées

Les éléments suivants des couches « surfaces primaires » et « surfaces aménagées » (Vector 25) ont été retenus comme associés à un coût important de déplacement : zone d'habitation, digue de retenue, barrage, aire de gare, aire d'aéroport.

Autres objets

Sur la base de la couche « objets isolés » (Vector 25, tampon de 20 m de rayon), les objets suivants ont été associés à un coût important de déplacement : antenne, station d'épuration des eaux, centrale électrique, port, chapelle, clocher, réservoir (eau), poste émetteur, tour, château d'eau, citerne ouverte.

2.2.2.2 *Routes et voies ferrées*

Les données de base sont les couches « réseau routier » et « réseau ferroviaire » de Vector 25 (avec tampon de 10 mètres de large. La catégorisation suivante a été prise en compte :

- Important : autoroute, semi-autoroute, route 1^{ère} classe, pont isolé, voies ferrées ;
- Moyen : route 2^e et 3^e classe, route de quartier, passerelle isolée ;
- Faible : route 4-6^e classe.

2.2.2.3 *Zones de protection des eaux*

Pour les zones de protection des eaux, en fonction des secteurs et des zones de protection, des activités peuvent être autorisées ou non. Nous avons proposé une estimation de coût par rapport à ces autorisations : important (zones S1 et S2), moyen (S3), faible (S provisoire, PP).

2.2.2.4 *Sites pollués*

Pour les sites pollués, nous avons retenu les sites d'exploitation et les sites de stockage (décharge/remblai) et avons essayé d'estimer un coût d'assainissement par type d'objet.

Pour les sites de stockage, nous avons considéré un coût important pour les sites nécessitant une surveillance, les sites nécessitant une investigation, avec investigation de détail en cours ou pour les sites pollués, sous compétence de la confédération et moyen pour les autres sites.

Pour les sites d'exploitation, nous avons fait un classement suivant le type d'activité et le degré probable de pollution. Nous avons considéré que les activités liées aux hydrocarbures ou aux produits chimiques étaient associés à des coûts de déplacement importants, que les activités liées au métal étaient associés à des coûts de déplacement moyens et que les autres activités étaient associés à des coûts de déplacement faibles.

2.3 Application de la méthode OFEV

Avant de réaliser les analyses SIG devant aboutir à estimer les installations sises dans l'ERE, il nous est apparu souhaitable d'identifier dans un premier temps, au sein du réseau hydrographique, les tronçons de cours d'eau où une revitalisation n'est soit pas nécessaire (cours d'eau naturels sans seuils ni ouvrages artificiels), soit non pertinente à cause de la topographie (cours d'eau traversant des zones rocheuses ou en pente > 25%, notamment les vignobles), soit limitée par un espace restreint à disposition (zones urbaines et bâties) ou n'est pas envisageable pour d'autres raisons (zones de protection des eaux SI/SII).

Pour ce faire, les tronçons écomorphologiques ont été subdivisés par étapes en intersectant successivement la couche de base avec les données relatives aux paramètres évoqués ci-avant dans l'ordre suivant : zones de protection des eaux SI/SII – surfaces construites associées à un coût de

déplacement élevé (routes, train, zones aménagées) – cours d'eau naturel sans seuils ni ouvrages artificiels – régions escarpées – aire forestière. Cela a abouti à la définition d'un sous-découpage des tronçons écomorphologiques (Figure 5 ; Figure 6). Au vu de la précision des données à disposition pour l'ensemble du canton de Vaud, par rapport à un diagnostic détaillé du cours d'eau (exemple de l'étude de la Broye), une distinction de l'analyse par rive n'a par contre pas été jugée pertinente.

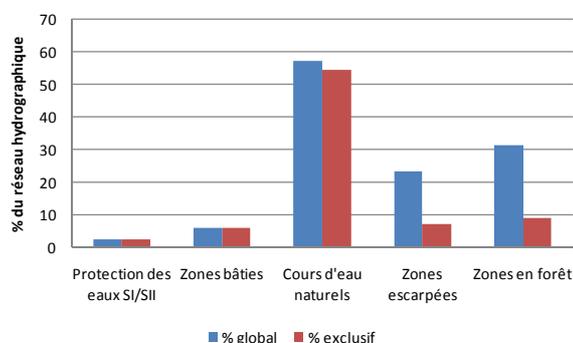


Figure 5. Proportions du réseau hydrographique du canton classées en fonction de zones particulières (attribution à une zone de façon globale ou exclusive)



Figure 6. A gauche : tronçons écomorphologiques aux environs de la sortie autoroutière de Rolle / A droite : découpage en fonction des zones particulières du même secteur (légende des couleurs : cf. Figure 5)

L'évaluation de l'état écomorphologique des cours d'eau du canton de Vaud issu de GESREAU 2003 (Relevés de terrain réalisés entre 1991 et 2003 selon le système modulaire gradué – niveau R) a été mise à jour par la DGE-EAU afin de baser les analyses sur le réseau de cours d'eau le plus complet possible et avec une description la plus proche de l'état actuel (cf. Annexe 1). Il faut toutefois préciser que ces mises à jour (~ 92.8 km) n'ont porté que sur la note générale de l'état écomorphologique en se basant sur des avis d'experts et sur la prise en compte de projets réalisés (pas de relevés de terrain complémentaire).

Sur ce réseau de référence, la mise en rapport de l'état écomorphologique et des installations sises dans l'espace réservé aux eaux (Annexe 1, Annexe 2) permet de déterminer, par sous-tronçons, le potentiel de valorisation associé (Figure 8, Annexe 3). Pour des secteurs très atteints, le potentiel est important si le coût de la suppression des installations dans l'espace réservé est faible ou nul. Pour un cours d'eau non naturel ou artificiel, ce potentiel est important si le coût est au plus moyen. Le tableau suivant présente cette mise en relation.

Tableau 2 : Evaluation du potentiel de valorisation en fonction de l'écomorphologie (Göggel 2012)

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

L'importance des installations sises dans l'ERE (coût associé à leur suppression) a été évaluée en plusieurs étapes :

- superposition de tous les éléments considérés comme « installations » (cf. § 2.2.2) ;
- pour chaque surface (xi) issue de la superposition, calcul de la somme des « coûts » des six paramètres suivants : site pollué, zone de protection des eaux, route, voie ferrée, zone d'habitation et autres surfaces aménagées (= coût maximum de bâtiment, ligne HT, centrale hydroélectrique, surfaces aménagées ou objets isolés) ;
- intersection avec les sous-tronçons du réseau hydrographique de base transformé en surface selon la largeur de l'ERE indicatif associé ;
- calcul pour chaque sous-tronçon d'une note globale tenant compte de l'emprise des différentes installations :

$$note = \sum_{x=1}^i \left(\text{Somme des notes des 6 paramètres de } xi * \frac{\text{Surface } xi}{\text{Surface du sous-tronçon}} \right)$$

- l'appréciation de l'importance a finalement été obtenue en reclassant les notes obtenues: nul (< 1), faible (1-2), moyen (2-3), important (> 3), cf. Figure 7 et Figure 8.



Figure 7. Exemple de l'évaluation de l'importance des installations par sous-tronçons (croissante du vert au rouge). En noir = zones bâties, en gris = routes, hachures bleues = zone de protection des eaux.

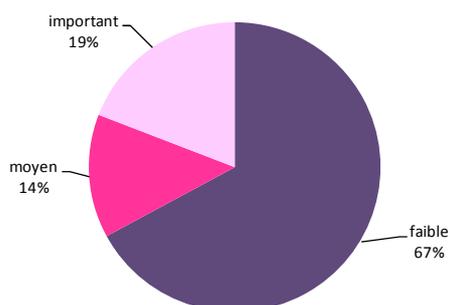


Figure 8. Proportion du réseau hydrographique par classes de potentiel de valorisation à l'échelle du canton de Vaud

2.4 Analyse des obstacles à la migration piscicole

La base de données cantonale GESREAU (mise à jour en 2013 sur la base d'une compilation des projets réalisés et d'un contrôle sur orthophotos) fait état de 4062 seuils et 897 ouvrages. Les seuils peuvent être regroupés en 6 catégories (champs attributaire CAT ; Annexe 14):

Tableau 3. Nombre d'objets par catégorie de seuil

Type de seuil	< 50 cm de haut	> = 50 cm de haut
Naturel (1)	98 (CAT 11)	3236 (CAT 15)
Artificiel (2)	75 (CAT 21)	623 (CAT 25)
Indéterminé (0)	11 (CAT 91)	19 (CAT 95)

A mentionner que 90 seuils sont redondants par rapport à des obstacles répertoriés dans la couche « ouvrages ». Ils n'ont dès lors pas été analysés en détails (NUMOUVRAGE = 9999). Les ouvrages sont classés en 13 types différents (Tableau 4). Ils peuvent être regroupés en 6 catégories (champs attributaire CAT ; Annexe 14).

Tableau 4. Types d'ouvrages de la base de données GESREAU

Code	Type	Code	Type
1	Rampe très rugueuse disjointe	8	Barrière à sédiments
2	Rampe unie	9	Ecluse
3	Digue – réservoir	10	Passage en tuyau
4	Déversoir latéral	11	Pont
5	Prise tyrolienne	12	Prélèvement latéral
6	Barrage	13	Gué
7	Echelle à poissons	0	indéterminé

Tableau 5. Nombre d'objets par catégorie d'ouvrages

Type d'ouvrage	< 50 cm de haut	> = 50 cm de haut
Echelle à poissons (7)	-	72 (CAT 15)
Obstacles vraisemblables (2,3,4,5,6,8,9)	58 (CAT 21)	193 (CAT 25)
Obstacles incertains (0,1,10,11,12,13)	317 (CAT 91)	257 (CAT 95)

Pour la planification cantonale de la revitalisation les obstacles suivants n'ont pas fait l'objet d'une analyse de la pertinence de la mise en œuvre de mesures d'assainissement :

- Obstacles naturels
- Obstacles artificiels :
 - o De moins de 50 cm de haut. En fonction des opportunités et de cas particuliers, des obstacles moins importants pourraient toutefois être intégrés par la suite à la planification cantonale (l'importance du bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts devra être documenté) ;
 - o Liés à la force hydroélectrique (traités dans le volet « Migration piscicole ») ;
 - o Situés sur des cours d'eau non favorables au déplacement des poissons : pente > 5% (selon la typologie des cours d'eau CH), assèchement périodique (inventaire VD), hors du réseau des cours d'eau piscicoles (inventaire VD).

Au final, 203 seuils et 168 ouvrages ont faits l'objet d'une analyse plus détaillées visant à leur associer une valeur de bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts (BNPC) et une priorité de mise en œuvre de mesures.

3 Etape 2 : Evaluation du potentiel écologique et paysager

3.1 Introduction

Selon Göggel (2012) les revitalisations doivent être priorisées de manière à avoir l'impact le plus grand possible sur le rétablissement des fonctions naturelles des cours d'eau. Cela peut être évalué à travers le critère « Potentiel écologique et importance pour le paysage » qui est pris en compte à l'étape 2 de la méthode de priorisation développée par l'OFEV (Figure 1).

L'OFEV indique différentes données à intégrer dans la méthodologie. Celles-ci doivent être traitées et pondérées en vue de leur utilisation dans la planification des revitalisations. Il est mentionné qu'un poids en général plus important sera donné aux critères se rapportant à des objets d'importance nationale qu'à ceux présentant une importance cantonale, régionale ou communale. Le potentiel écologique et l'importance pour le paysage d'un tronçon de cours d'eau seront classés au final selon trois catégories : faible – moyen – important.

3.2 Données de base

Pour tous les critères qui suivent, seuls les éléments situés à moins de 200 mètres de l'axe du cours d'eau sont pris en compte (Figure 9).

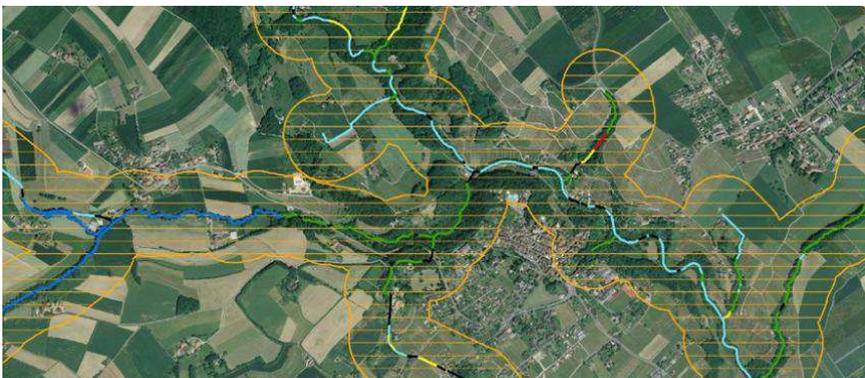


Figure 9. Illustration de l'espace d'analyse pris en compte pour l'évaluation du potentiel écologique et paysager (tampon orange : bande de 200 m de large).

3.2.1 *Paysage (Annexe 4)*

- Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (OFEV);
- Inventaire des monuments naturels et des sites IMNS (Vaud). Tampon de 50 mètres ajouté autour des objets linéaires.

Pour la notation, les objets ont été évalués en fonction des enjeux qui y sont associés : objets avec enjeu « cours d'eau » (3 = important), objets avec enjeu « zone humide » (2 = moyen), autres objets (1 = restreint). La description des objets étant souvent peu développée, l'appréciation s'appuie parfois sur l'examen de la carte 1 :25'000^e ou de l'orthophoto.

3.2.2 *Potentiel de connectivité (Annexe 5)*

- Confluences (nœuds hydrologiques avec tampon de 50 mètres). La notation est la suivante : présence d'au moins une confluence cours d'eau – lac (3), présence d'au moins une confluence cours d'eau – cours d'eau (2), pas de confluence (0).
- Liaisons biologiques (RECVD). La notation est la suivante : présence d'une liaison biologique amphibie d'importance suprarégionale (3), présence d'une liaison biologique amphibie d'importance régionale (2), présence d'une liaison biologique terrestre suprarégionale ou régionale (1).

3.2.3 *Sites protégés (Annexe 6)*

- Inventaires fédéraux et zones de protection internationale. La notation est la suivante : Zall (3) ; OBat (tampon de 50 mètres autour des objets ponctuels), IBM, IHM, ISM, OROEM, sites Ramsar (2) ; DFF, Parc naturel régionaux, sites Emeraude (1) ;
- Réserves naturelles : réserves naturelles cantonales ou de moindre importance, réserves pronatura (1) ;
- Zones piscicoles importantes. La notation est la suivante : frayères (nase, ombre) d'importance nationale, zones à écrevisses d'importance nationale (3).

3.2.4 *Habitats et stations d'espèces patrimoniales (Annexe 7)*

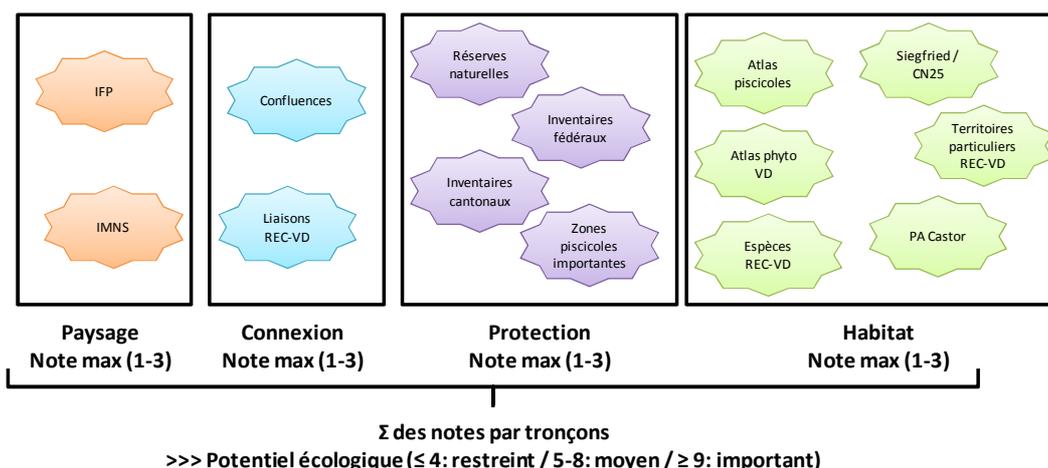
- Atlas piscicoles. La notation est la suivante : au moins une espèce piscicole avec statut 1 LR (3), au moins une espèce piscicole avec statut 2 LR (2), au moins une espèce piscicole avec statut 3 ou 4 LR (1) ;
- Atlas phytosociologique des forêts vaudoises (Vaud). La notation est la suivante : secteur recensé dans l'atlas (maille de 200x200m) comme forêt riveraine ou humide (2) ;
- Espèces d'intérêt particulier du RECVD (Vaud, données au km²). La notation est la suivante : au moins une espèce d'intérêt supérieur cantonal du sous-réseau des eaux courantes (3) ; au moins une espèce d'intérêt supérieur régional du sous-réseau des eaux courantes ou au moins une espèce d'intérêt supérieur cantonal du sous-réseau des milieux palustres (2) ; au moins une espèce d'intérêt régional du sous-réseau des eaux courantes ou au moins une espèce d'intérêt supérieur régional du sous-réseau des milieux palustres (1) ;

- Etat historique/actuel (VD/FR). Calcul sur une maille de 200x200 mètres de la différence de longueur du réseau hydrographique entre l'état historique (Siegfried) et actuel (CN 25). La notation est la suivante : différence importante, plus de 200 mètres (2) ; peu de différence, entre 10 et 200 mètres (1) ;
- Réseau écologique. La notation est la suivante : présence d'un TIBP du sous-réseau des eaux courantes (3), présence d'un TIBP du sous-réseau des milieux palustres (2), présence d'un TIBP d'un autre sous-réseau (1) ;
- Plan d'action castor VD. La notation est la suivante : zones de dégâts, de conflits ou de danger (3) ; tronçons avec objectif de préservation des populations (2) ; zones d'extension, relais ou de transit (1).

3.3 Application de la méthode OFEV

Afin de calculer le potentiel écologique (cf. Annexe 8 ; Figure 10), nous avons appliqué la méthodologie suivante (cf. schéma ci-après) :

- Reprise de l'espace indicatif réservé aux eaux et du découpage en tronçons de l'étape 1 avec élargissement de la surface d'analyse à une bande de 200 mètres de part et d'autre du cours d'eau ;
- Regroupement des différentes données de base géoréférencées à disposition en 4 grandes catégories : Paysage, Connexion, Protection, Habitat ;
- Evaluation/analyse de chaque type de donnée pour aboutir à chaque fois à l'attribution d'une note indiquant l'intensité du potentiel (note croissante sur une échelle de 1 à 3). Analyse en présence/absence ;
- Report sur les tronçons d'analyse (largeur variable suivant la donnée) des notes des différentes données et attribution d'une note unique par catégorie (seule la note maximale est retenue) ;
- Par tronçon, somme des notes et reclassification des résultats en 3 catégories de potentiel.



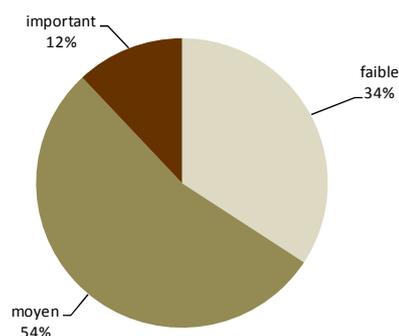


Figure 10. Proportion du réseau hydrographique par classes de potentiel écologique et paysager à l'échelle du canton de Vaud

4 Croisement des potentiels

Une fois définis par tronçons, les différents potentiels sont croisés selon le tableau de correspondance proposé par l'OFEV (Tableau 6).

Tableau 6. Croisement du potentiel de valorisation et du potentiel écologique et importance pour le paysage (Göggel 2012)

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

Il en résulte une carte brute de localisation des tronçons de cours d'eau classés en fonction de l'évaluation standardisée du rapport entre le gain écologique et les moyens qui seraient nécessaires pour l'atteindre (Annexe 9).

5 Etape 3. Bénéfice pour la nature et le paysage

5.1 Evaluation des tronçons de cours d'eau

Les deux premières étapes de la méthodologie de l'OFEV permettent, au travers des données SIG couvrantes pour le canton, de faire un premier tri des potentialités de réaliser une revitalisation rentable et justifiable par tronçon. Pour valider le potentiel écologique d'un cours d'eau, à savoir son importance réelle pour la nature et le paysage après réparation des atteintes causées par l'Homme, le recours à l'avis d'experts est préconisé. Cette expertise est intégrée dans la démarche à l'étape 3 de **contrôle de vraisemblance** des analyses SIG. Cette étape doit également aboutir à épurer le résultat brut du croisement des données SIG pour faire ressortir un concept global clair en y intégrant toutes les données pertinentes existantes.

Pour ce contrôle, la première étape consiste à prendre en compte les critères utilisés au départ pour réaliser le sous-découpage des tronçons écomorphologiques. Au vu de leur faible potentiel intrinsèque,

il a notamment été décidé de ramener l'évaluation du bénéfice des tronçons suivants à la catégorie « faible » :

- Les cours d'eau naturels car la revitalisation vise en effet prioritairement le rétablissement, par des travaux de construction, des fonctions naturelles d'eaux superficielles endiguées, corrigées, couvertes ou mises sous terre (Leaux, art. 4) ;
- Les cours d'eau en zone de protection SI ou SII des eaux souterraines où des mesures de terrassement sont difficilement envisageables ;
- Les cours d'eau situés dans des zones escarpées avec naturellement un faible potentiel notamment de divagation.

Les résultats ont finalement été discutés et contrôlés par un groupe d'experts composé des personnes suivantes (groupe « revitalisation » + chefs de secteur, gardes-pêche et inspecteurs forestiers):

- DGE-DIRNA-EAU : Philippe Hohl, Olivier Stauffer, Estelle Lecomte, Patrick Bujard, Marc Miéville, Pascal Rapin, Thierry de Pablos ;
- DGE-DIRNA-BIODIV : Frédéric Hofmann, Philippe Tavel, Sébastien Rojard, Cédric Henry, Louis Anex, Philippe Amiet, Alexandre Cavin, Jean-Michel Trolliet, Patrick Porchet, Philippe Savary ;
- DGE-DIREV-PRE : Brigitte Lods-Crozet, Pascale Derleth Sartori ;
- DGE-DIRNA-FORET : représentée par Jean Rosset ;
- Service de l'agriculture (SAGR) : représenté par Walter Frei.

Les informations suivantes ont en particulier été utilisées pour le contrôle de vraisemblance et l'élaboration du concept global épuré (diminution ou augmentation en général d'un niveau de bénéfice) :

- Limite des bassins versants : recherche d'une cohérence des mesures au sein des bassins versants ;
- Canaux piscicoles, d'amenée (hydroélectricité) et biefs : diminution du bénéfice pour ces éléments créés artificiellement ;
- Zones avec importante différence d'emprise des infrastructures d'une rive à l'autre : ajustement en fonction des potentialités réelles sur le terrain ;
- Indication de l'état de la qualité des eaux (RIVAUD, relevés physico-chimiques) : prise en compte de ce paramètre qui peut potentiellement réduire, s'il n'est pas garanti, l'efficacité d'une mesure de revitalisation ;
- Localisation des seuils et ouvrages qui peuvent perturber la libre migration piscicole (issus de GESREAU) : cohérence par rapport à l'assainissement d'obstacles artificiels ou la présence d'obstacles naturels ;
- Aire forestière : synergie avec un objectif « nature » associé au peuplement ;
- Zones alluviales d'importance nationale : zones à prendre en compte en priorité ;
- Territoires d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) et liaisons biologiques du REC-VD : cohérence par rapport au réseau écologique cantonal dans son ensemble ;

Des contraintes supplémentaires ont également été identifiées et relevées par les experts consultés (présence de néobiontes, projets d'infrastructures non encore réalisés, topographie hydrologie ou

conditions naturelles défavorables) ce qui a permis de sortir du concept des tronçons où les contraintes étaient trop importantes. L'avis d'expert a également permis de prendre en compte l'importance de l'interconnexion et de la position des tronçons à revitaliser au sein du système hydrographique global (analyse par bassin versant). Il est en effet judicieux que les mesures mises en œuvre soient coordonnées et puissent aboutir rapidement à une amélioration substantielle du réseau hydrographique dans son ensemble.

Au terme de l'expertise (étape 3), un concept global de cours d'eau à revitaliser a pu être obtenu pour le canton (cf. Annexe 10 ; 2'848 km). Ce résultat cartographique servira de base d'information et de discussion avec les différents partenaires qui pourraient être impliqués dans des projets de revitalisation (communes, privés, associations, etc.). Dans cette optique des plans de synthèse reprenant la symbologie utilisée lors des consultations ont été préparés pour le canton avec un ajustement de la représentation des tronçons, limitée aux seules parties avec un bénéfice supérieur (ces plans font l'objet d'un dossier particulier lié à la communication).

Par rapport aux objectifs fixés par l'OFEV quant au linéaire de cours d'eau en mauvais état qui devraient être intégrés à la planification cantonale (afin d'assurer un traitement uniforme au niveau du système de financement à l'échelle du pays), les proportions obtenues sont très concordantes (Tableau 7). **A préciser que ce bilan est basé sur une revitalisation hypothétique de l'ensemble du linéaire des tronçons considérés, ce qui ne sera le plus souvent pas le cas. Dans la réalité seule une fraction de la longueur du tronçon devra réellement faire l'objet de travaux (entre 25 et 100%).**

Tableau 7. Résultats chiffrés [km] du bénéfice pour la nature et le paysage (Objectifs OFEV basés sur un linéaire de 602 km de cours d'eau en « mauvais état »)

Bénéfice	Ecomorphologie	Résultat brut [km]	Résultat expert [km]	Nb de tronçons	Objectifs OFEV [km]
Important	Rhône	24.9	1.5	1	
	Peu atteint (sans Rhône)	53.8	30.5	38	
	Mauvais état (sans Rhône)	309.1	147.4	142	151.0
Moyen	Rhône	3.4	27.8	7	
	Peu atteint (sans Rhône)	221.3	88.4	143	
	Mauvais état (sans Rhône)	221.0	225.7	365	301.0
Faible	Rhône	1.1	0.0	0	
	Peu atteint (sans Rhône)	148.9	305.1	669	
	Mauvais état (sans Rhône)	46.3	203.3	404	
Cours d'eau naturels		1'817.7	1'817.7	3'263	
Total		2'847.6	2'847.6	5'032	452.0

Il faut relever le cas particulier du projet de troisième correction du Rhône dont le linéaire représente à lui tout seul 1% du réseau hydrographique de la planification (à cheval avec le canton du Valais). A mentionner encore qu'un bénéfice faible a été associé à un certain nombre de tronçons de cours d'eau enterrés ; cela représente un linéaire cumulé d'un peu plus de 75 km (~2.5% du linéaire de la planification). Il faut préciser encore que les calculs portent uniquement sur la base GESREAU qui ne prend pas en compte une partie des petits cours d'eau que l'OFEV recommande d'inclure quand même dans l'analyse. Cette évaluation des différents tronçons pourra être ajustée ces prochaines années en fonction de l'évolution des données de base à disposition mais ces modifications devront être documentés et argumentés. La pièce n°1 du présent dossier représente dans ce cadre la base de travail du canton de Vaud.

5.2 Evaluation des obstacles à assainir

Le BNPC pour les obstacles retenus dans l'analyse a été évalué tout d'abord de façon semi-automatique (Annexe 14, BNPC_a) sur la base de différents critères soit positifs, soit négatifs :

Critères positifs

- Situation sur un tronçon de valeur pour la faune piscicole :
 - o Tronçon retenu dans le projet « poissons migrateur » (OFEV ; pondération 4)
 - o Proximité d'observation d'espèces menacées selon l'OLFP (Inventaire VD, +/- 100m ; pondération 1 si degré de menace 3 ou 4, 2 si degré de menace 1 ou 2)
 - o Proximité d'un tronçon avec frai naturel connu (Inventaire VD ; pondération 2)
 - o Tronçon considéré comme Hotspot pour la faune piscicole sur la base de la diversité en espèces ou sur la présence d'espèces prioritaires (CSCF/KARCH 2013)
- Proximité d'un TIBP « aquatique » (REC-VD ; pondération 2) ou d'une liaison amphibie (REC-VD ; pondération 1)
- Proximité d'une confluence +/- 100m (pondération 2 avec un lac, 1 avec une rivière à débit moyen ou élevé selon la typologie des cours d'eau CH)
- Tronçon écomorphologiquement naturel (GESREAU ; pondération 1)

Critères négatifs

- Proximité de seuils naturels > 50 cm de haut (GESREAU, +/- 200 m) ;
- Risque d'extension de populations d'espèces exotiques (Inventaire VD, +/- 100m)

La somme des critères positifs a permis de classer les obstacles en trois catégories de bénéfice : 1 = faible (bilan positif entre 0 et 3), 2 = moyen (bilan positif entre 4 et 8), 3 = élevé (bilan positif entre 9 et 13). Les obstacles pour lesquels un critère négatif était rempli ont été déclassés dans la catégorie 1. Ce résultat semi-automatique a ensuite été contrôlé et ajusté par les experts de la DGE-BIODIV et de la DGE-EAU sur la base de connaissances de terrain. Au final 128 seuils et 54 ouvrages ont un bénéfice pour la nature et le paysage moyen ou élevé en regard des coûts associés (Tableau 8).

Tableau 8. Nombres d'obstacles non liés à la force hydroélectrique qui devraient faire l'objet de mesures d'assainissement, avec degré de bénéfice pour la nature et le paysage en regard des coûts associés

	BNPC faible	BNPC moyen	BNPC élevé	Total
Seuils	135	87	41	263
Ouvrages	85	39	16	140
Total	220	126	57	403

6 Etape 4. Priorisation temporelle

Seule une portion de l'ensemble du linéaire de cours d'eau nécessitant une revitalisation (~ 1769 tronçons) et des obstacles à la migration piscicole pourra l'être dans les premiers 20 ans de la planification. Ce chapitre présente les bases et les résultats de cette dernière étape de la planification.

6.1 Evaluation des tronçons de cours d'eau

La dernière étape de la méthodologie doit consister, sur la base du concept ajusté à l'étape 3, à définir un ordre de priorité dans le temps pour les différents tronçons à revitaliser. Cela passe par la prise en compte des synergies possibles, en particulier avec les activités récréatives et avec d'autres mesures et planifications ayant des incidences sur les eaux, mais également des conflits d'intérêts pouvant survenir avec d'autres utilisations (agricoles, p. ex.).

Les synergies ou conflits potentiels avec les thématiques suivantes peuvent en particulier servir à prioriser temporellement les tronçons avec le meilleur bénéfice de revitalisation :

- Protection contre les crues ;
- Assainissement des installations hydroélectriques et de leurs effets négatifs (débit résiduel, éclusée, charriage, migration piscicole, ...);
- Agriculture (SDA, réseaux agro-écologiques,). Un représentant du milieu agricole a participé au processus d'élaboration de la planification. Les SDA n'ont pas été prises en compte en tant que contrainte forte afin de ne pas lasser les secteurs qui ont le plus besoin de revitalisation. Cependant il a été convenu que pour chaque projet, une expertise sera demandée afin de limiter les pertes de SDA et d'optimiser le projet quant à son emprise sur la SAU ;
- Mobilité douce et valeur récréative (tourisme pédestre, proximité d'agglomérations) ;
- Projets d'infrastructures et planification territoriale (organismes de développement économique régionaux) ;
- Projets en faveur de la nature (migration piscicole, castor, ...);
- Etat foncier des terrains ;

En l'état des connaissances il apparaît que les différentes données devant servir à la priorisation temporelle sont difficilement compilables et/ou sont en constante évolution. La coordination avec les autres planifications et mesures a été effectuée par des avis d'expert ayant la connaissance de l'ensemble des planifications stratégiques (Ph. Hohl, F. Hoffmann, O. Stauffer). Un ordre de priorité a toutefois été établi sur la base des données à disposition afin de répondre aux exigences de l'OFEV (cf. Annexe 11). Le canton a pour objectif de suivre cette planification mais, dans les faits, les incertitudes liées aux projets de revitalisation (blocages, opportunités) ne permettront vraisemblablement pas de mettre en œuvre cette planification telle quelle.

Afin d'établir un degré de priorité de revitalisation, il a été décidé de se baser sur les considérations suivantes :

- Cours d'eau dans un état écomorphologique naturel -> **priorité nulle (0)**
- Cours d'eau dans un état écomorphologique non naturel
 - Bénéfice pour la nature et le paysage en relation aux coûts associés faible OU présence d'enjeux contradictoires importants -> **priorité faible (1)**

- Projets planifiés sans enjeux contradictoires importants connus -> **priorité élevée (3)**
- Autres cours d'eau -> **priorité moyenne (2)**

Pour les cours d'eau à priorité non nulle, les tronçons avec un projet planifié à court terme ont été mis en évidence en leur attribuant un délai de mise en œuvre à 5 ans (Annexe 11). Il a été renoncé, à ce stade, de définir un ordre temporel de mise en œuvre (délais) pour les autres tronçons car trop d'incertitudes existent pour établir une planification à plus long terme. Les facteurs suivants auront notamment une incidence importante par rapport à l'ampleur et aux délais de réalisation des mesures de revitalisation : budget, ressource en personnel, résolution des conflits en relation avec les emprises sur la forêt et la zone agricole (SDA), acceptation des communes, possibilité d'assurer l'entretien dans le futur, ...

Chaque tronçon intégré à la planification cantonale avec un bénéfice moyen ou important a également été associé à un grand type de mesure de revitalisation (selon les classes SIG de l'OFEV): remise à ciel ouvert, revalorisation de la structure du lit ou des berges, rétablissement de la continuité longitudinale (Annexe 12). Ces dernières années environ 1.5 à 2 kilomètres/ an de cours d'eau ont déjà fait l'objet de mesures de revitalisation.

Le concept global de la revitalisation des cours d'eau vaudois met au final en évidence les enjeux principaux pour ces 20 prochaines années pour les quatre secteurs d'entretien des cours d'eau du canton. Les éléments les plus marquants sont brièvement récapitulés ci-après :

Secteur 1

Les principaux cours d'eau avec un enjeu étendu de revitalisation sont notamment les suivant :

- la Baumine en aval de Baulmes
- la Brine dans la traversée d'Yverdon-les-Bains
- le Bey au Nord de la colline de Chamblon et à Yverdon-les-Bains (zone alluviale)
- les principaux cours d'eau dans la traversée de la plaine de l'Orbe (Thielle, Talent, Mujon, Orbe, Nozon)
- la Menthue (zone alluviale)
- le Ruisseau de Mézery (remise à ciel ouvert)
- la Venoge entre Vufflens-la-Ville et Eclépens (zone alluviale)
- le Larrit à Echallens
- l'Orbe dans la traversée de Vallorbe (suppression d'obstacles)

Tableau 9. Résultats chiffrés de la priorisation de la planification des revitalisations pour le secteur 1 (bénéfice pour la nature et le paysage en relation des coûts associés)Nombre de tronçons

BNPC	Etat ecomorphologique					Total
	naturel	peut atteint	très atteint	artificiel	enterré	
faible	598	84	32	22	30	766
moyen	1	22	40	34	54	151
élevé	0	11	26	21	5	63
Total	599	117	98	77	89	980

Linéaire concerné [km]

BNPC	Etat ecomorphologique					Total
	naturel	peut atteint	très atteint	artificiel	enterré	
faible	352.8	42.3	16.5	14.0	8.3	433.8
moyen	0.3	11.2	34.0	24.9	31.4	101.9
élevé	0.0	9.9	27.5	15.8	1.9	55.1
Total	353.0	63.4	78.1	54.7	41.6	590.8

Secteur 2

Les principaux cours d'eau avec un enjeu étendu de revitalisation sont notamment les suivant :

- la Broye avec des secteurs prioritaires au niveau de l'embouchure dans le lac de Morat ainsi que les secteurs de l'ancienne Broye, de Fétigny, de Granges-près-Marnand et de la zone alluviale de Villeneuve (en coordination avec le canton de Fribourg)
- la Petite Glâne (en coordination avec le canton de Fribourg)
- la renaturation de cours d'eau débouchant dans le lac de Neuchâtel et traversant la zone marécageuse de la Grande Cariçaie (p.ex. le Montet et le ruisseau du Pegran ; zone alluviale)
- le ruisseau de Sédeilles
- le ruisseau d'Henniez
- le ruisseau de Carrouge
- les ruisseaux des Rutannes (remise à ciel ouvert)

Tableau 10. Résultats chiffrés de la priorisation de la planification des revitalisations pour le secteur 2 (bénéfice pour la nature et le paysage en relation des coûts associés)Nombre de tronçons

BNPC	Etat ecomorphologique					Total
	naturel	peut atteint	très atteint	artificiel	enterré	
1	694	51	20	10	43	818
2	0	8	10	2	35	55
3	0	9	14	23	6	52
	694	68	44	35	84	925

Linéaire concerné [km]

BNPC	Etat ecomorphologique					Total
	naturel	peut atteint	très atteint	artificiel	enterré	
1	422.2	25.4	10.2	7.3	20.9	485.9
2	0.0	6.6	6.6	2.7	21.4	37.3
3	0.0	7.0	14.0	32.8	3.2	56.9
	422.2	39.0	30.7	42.8	45.5	580.1

Secteur 3

Les principaux cours d'eau avec un enjeu étendu de revitalisation sont notamment les suivant :

- le Rhône avec le projet de troisième correction du Rhône, en particulier le delta dans le Léman, en coordination avec le canton du Valais
- le Grand Canal
- la partie aval de l'Eau Froide de Roche
- la partie aval de la Grande Eau
- la partie aval de la Gryonne
- la partie aval de l'Avançon de Bex
- la partie aval du Courset
- la Sarine à Château-d'Oex (zone alluviale)
- la partie aval de la Baye de Clarens

Tableau 11. Résultats chiffrés de la priorisation de la planification des revitalisations pour le secteur 3 (bénéfique pour la nature et le paysage en relation des coûts associés)

Nombre de tronçons

BNPC	Etat ecomorphologique					Total
	naturel	peut atteint	très atteint	artificiel	enterré	
faible	1217	376	33	26	23	1675
moyen	1	29	34	13	13	90
élevé	0	6	9	7	1	23
Total	1218	411	76	46	37	1788

Linéaire concerné [km]

BNPC	Etat ecomorphologique					Total
	naturel	peut atteint	très atteint	artificiel	enterré	
faible	607.1	157.6	19.3	16.5	9.6	810.0
moyen	0.5	16.3	42.3	8.7	6.0	73.9
élevé	0.0	4.3	26.8	5.9	0.7	37.7
Total	607.6	178.2	88.4	31.1	16.3	921.6

Secteur 4

Les principaux cours d'eau avec un enjeu étendu de revitalisation sont notamment les suivant :

- le Forestay
- le Grenet
- la remise à ciel ouvert du Petit Flon à Romanel sur Lausanne
- les embouchures dans le Léman (la Paudèze, la Vuachère, la Chamberonne, la Venoge, le Bief, la Morges, le Boiron de Morges, l'Aubonne, l'Armary, le Rupalet, le ruisseau des Famolens, la Dullive, la Promenthouse, l'Asse, le Nant)
- la partie amont du Boiron de Morges
- la partie amont du Veyron
- le Lavasson et le Nant
- la partie aval de la Dullive
- la partie aval de la Promenthouse
- l'Asse dans la traversée de Nyon
- l'Orbe entre le Brassus et le Sentier

Tableau 12. Résultats chiffrés de la priorisation de la planification des revitalisations pour le secteur 4 (bénéfice pour la nature et le paysage en relation des coûts associés)

Nombre de tronçons

BNPC	Etat ecomorphologique					Total
	naturel	peut atteint	très atteint	artificiel	enterré	
faible	751	158	63	46	56	1074
moyen	0	85	54	36	46	221
élevé	1	12	11	14	6	44
Total	752	255	128	96	108	1339

Linéaire concerné [km]

BNPC	Etat ecomorphologique					Total
	naturel	peut atteint	très atteint	artificiel	enterré	
faible	434.5	79.9	26.6	19.9	34.3	595.1
moyen	0.0	57.6	30.7	15.9	25.4	129.6
élevé	0.4	9.4	6.7	8.9	5.0	30.4
Total	434.9	146.9	64.0	44.6	64.7	755.1

6.2 Evaluation des obstacles à assainir

Une priorité de mise en œuvre de mesures a finalement été attribuée aux obstacles ayant un bénéfice pour la nature et le paysage en relation avec les coûts associés non nul (Tableau 13). Elle a été discutée et validée par les experts de la DGE-BIODIV et de la DGE-EAU sur la base des critères suivants :

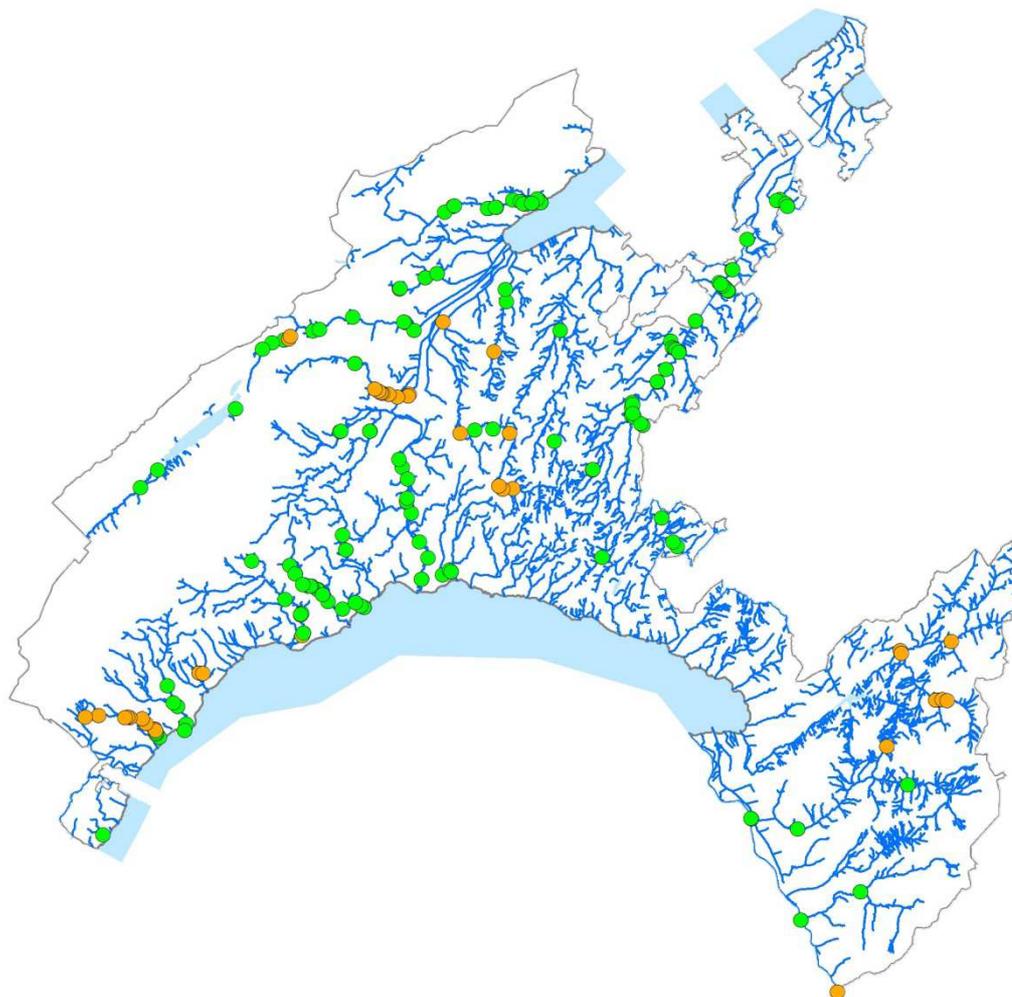
- Cohérence avec les autres planifications : revitalisation (tronçon), migration piscicole
- Impact au niveau du bassin versant
- Projet connus ou planifiés

Tableau 13. Résultats chiffrés de la priorisation d'assainissement des obstacles à la migration piscicole (hors obstacles liés à la force hydroélectrique)

Priorité	Délais		Total
	20 ans	80 ans	
Faible	20	171	191
Moyenne	69	69	138
Elevée	63	11	74
Total	152	797	403

Le canton a pour objectif de suivre cette planification mais, dans les faits, les incertitudes liées aux projets d'assainissement des obstacles (blocages, opportunités) ne permettront vraisemblablement pas de mettre en œuvre cette planification telle quelle.

A mentionner que de nombreux assainissements d'obstacles ont déjà été réalisés ces dernières années ou sont en projet (Figure 11).

**Figure 11.** Carte des obstacles déjà assainis (en vert) ou dont l'assainissement était déjà en projet avant la planification

7 Conclusions et perspectives

Au terme de l'étude du secteur-test, une méthodologie robuste basée sur les principes définis par l'OFEV avait pu être élaborée pour la priorisation de la revitalisation des cours d'eau vaudois. Elle a permis de mettre en évidence différents problèmes et d'y apporter des solutions pragmatiques afin de réaliser les analyses les plus pertinentes possibles à l'échelle cantonale. Cela a notamment permis de faire en sorte que la sélection des tronçons pertinents pour une revitalisation au travers des analyses SIG soit aussi précise que possible. Le travail des experts, lors du contrôle de vraisemblance, a ainsi pu être réduit et a principalement eu pour but d'épurer le concept final en reconsidérant les résultats à l'échelle des bassins versants et du canton.

Au final, il ressort un concept global cohérent par rapport à la réalité du terrain et aux potentialités écologiques, qui est proportionnellement compatible avec les objectifs quantitatifs indiqués par l'OFEV. Environ 21% du réseau hydrographique vaudois est dans un « mauvais état » écomorphologique et devrait en priorité faire l'objet de mesures de revitalisation. Parmi ce linéaire 142 tronçons (~150 km de cours d'eau cumulé) présentent un bénéfice important pour la nature et le paysage et 365 tronçons (~226 km de cours d'eau cumulé) un bénéfice moyen en relation des coûts estimatifs des travaux nécessaires. En ce qui concerne les obstacles à la migration piscicole non liés à la force hydroélectrique, 56 d'entre eux présentent un bénéfice important pour la nature et le paysage et 126 un bénéfice moyen en relation des coûts estimatifs des travaux nécessaires.

Le concept et la priorisation de la planification a tenu compte dans toute la mesure du possible des études menées en parallèle sur les autres aspects relatifs à la renaturation des cours d'eau au sens large. Le canton a pour objectif de suivre cette planification mais, dans les faits, les incertitudes liées aux projets de revitalisation et d'assainissement des obstacles (blocages, opportunités) ne permettront vraisemblablement pas de mettre en œuvre cette planification telle quelle. Cet outil dynamique et évolutif devra donc pouvoir être ajusté au fur et à mesure que de nouvelles informations seront disponibles afin de tirer au mieux parti des opportunités de projets qui pourraient apparaître (et cela même pour des tronçons dont le bénéfice est faible).

Aigle, 10.12.2014
BEB SA – bureau d'études biologiques

8 Références bibliographiques

BEB (2013). Etat de Vaud - Plan cantonal de renaturation des cours d'eau. Application de la méthodologie OFEV « Revitalisation des eaux » sur un secteur test. Mandat de la DGE-DIRNA-EAU.

CSCF/KARCH (2013) : Tronçons de cours d'eau présentant une diversité en espèces élevée ou contenant des espèces prioritaires au niveau national. Données de base pour la planification des revitalisations. 42 p.

Göggel, W. (2012) : Revitalisation des cours d'eau. Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution, Renaturation des eaux, Office fédéral de l'environnement, Berne, L'environnement pratique n° 1208: 43 p.

OFEV (2011) : Rapport explicatif du 20 avril 2011 sur l'Initiative parlementaire Protection et utilisation des eaux.

SESA / SDT (2011) : Loi cantonale vaudoise sur la police des eaux dépendant du domaine public (LPDP). Etude pour la mise en application de l'espace cours d'eau. Sd ingénierie, Coudresse & associés – ingénieurs et géomètres, bureau d'études biologiques Raymond Delarze, 97.

9 Annexes

Annexe	Etape
<ul style="list-style-type: none"> • Annexe 1. Carte de l'état écomorphologique des cours d'eau du canton de Vaud (divisé en 4 secteurs) • Annexe 2. Vue générale des « installations » en fonction de leur coût associé • Annexe 3. Potentiel de valorisation 	I
<ul style="list-style-type: none"> • Annexe 4. Evaluation du potentiel paysager • Annexe 5. Evaluation du potentiel de connectivité • Annexe 6. Evaluation du potentiel « protection » • Annexe 7. Evaluation du potentiel « habitat » • Annexe 8. Evaluation du potentiel écologique et paysager (divisé en 4 secteurs) 	II
<ul style="list-style-type: none"> • Annexe 9. Bénéfice brut pour la nature et le paysage • Annexe 10. Concept global de la planification de la revitalisation des cours d'eau du canton de Vaud (divisé en 4 secteurs) 	III
<ul style="list-style-type: none"> • Annexe 11. Priorisation de la planification de la revitalisation des cours d'eau du canton de Vaud (divisé en 4 secteurs) • Annexe 12. Mesures associés aux tronçons de la planification de la revitalisation du canton de Vaud (divisé en 4 secteurs) • Annexe 13. Priorisation de la planification de la revitalisation des obstacles à la migration piscicole non liés à la force hydroélectrique (divisé en 4 secteurs) 	IV
<ul style="list-style-type: none"> • Annexe 14. Métadonnées des informations géoréférencées (fournies sur DVD) 	