

12. Broye (partie VD)

12.1 Description du BV

La Broye est une rivière du bassin du Rhin qui mesure 79 km de long et qui présente un bassin hydrographique de 850 km².

La Broye prend sa source dans les Préalpes fribourgeoises à une altitude de 1'200 m. Son cours est naturel sur les 30 premiers kilomètres (jusqu'en amont de Moudon). Depuis Moudon jusqu'à son arrivée dans le lac de Morat, la Broye a été canalisée et redressée, dans le cadre des corrections des eaux du Jura (XIX^{ème} et début du XX^{ème} siècle) qui ont fait suite à de nombreuses inondations.

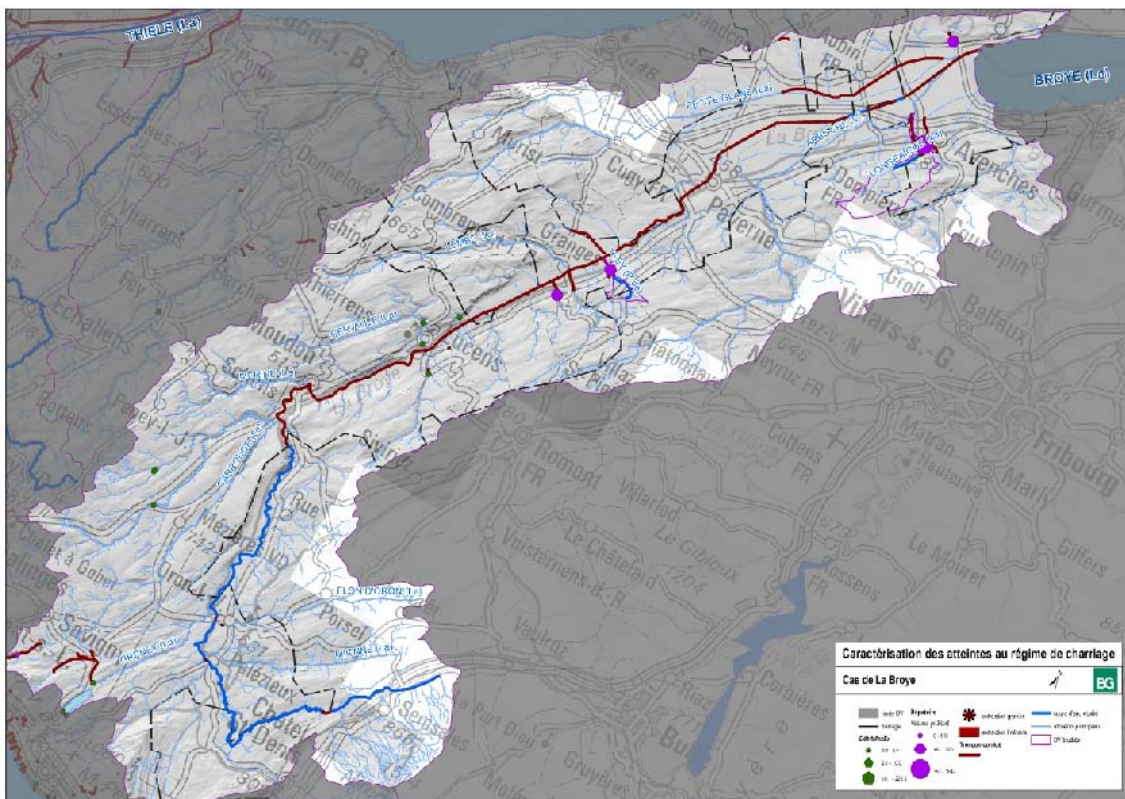


Figure 74: Carte du bassin versant de la Broye avec les principales installations en jeu

12.2 Description du cours d'eau

La Broye navigue entre les frontières cantonales vaudoise et fribourgeoise. Les sources de la Broye se trouvent sur canton de Fribourg. Le tronçon amont est naturel, jusqu'à la rupture de pente à Moudon. On observe une deuxième rupture de pente en aval de Payerne (Pk 21'000). Le cours d'eau finit sa course dans le lac de Morat (Pk 8'250).

12.2.1 Courbes de débits classés

Les différentes courbes de débit classées sont basées sur la courbe observée à la station de Payerne, et adaptées en tenant compte du ratio des bassins versant d'alimentation.

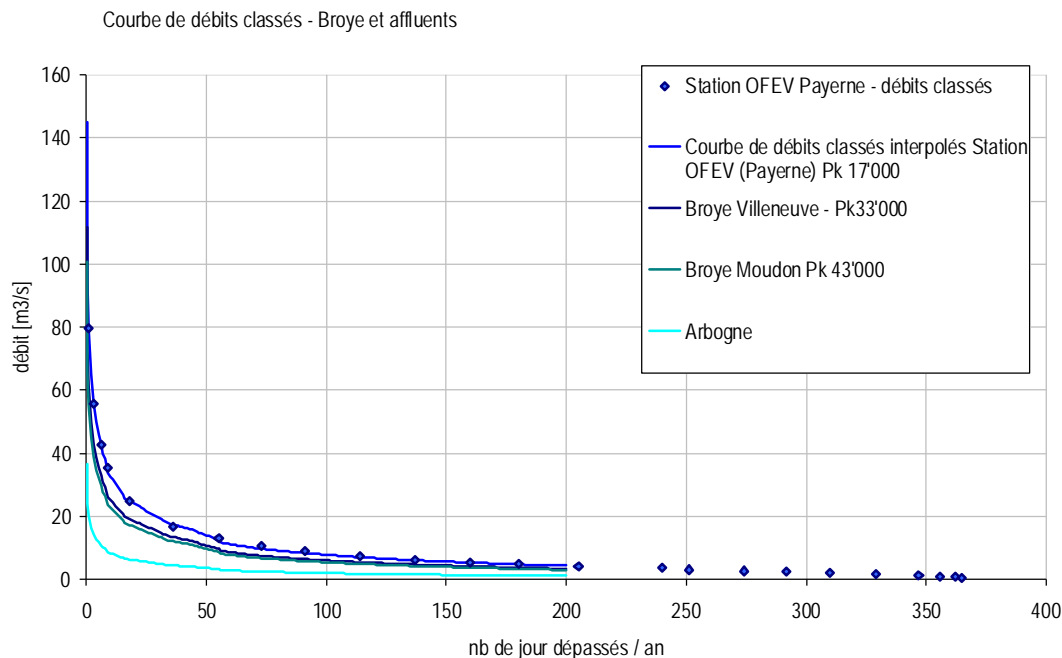


Figure 75: Courbes de débits classés pour la Broye

La gamme de débit considérée comme pertinente pour le bilan annuel du régime de charriage va du débit journalier moyen de temps de retour $T=20$ ans au débit dépassé 100(-200) jours par an. Pour la Broye à Villeneuve (Pk33'000), cela correspond à la gamme suivante:

$$Q_{min} = 6.0 (- 3.3) \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{max} = 111 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.2.2 Courbes granulométriques

Différentes sources d'information existent pour les courbes granulométriques. Dans l'étude sur la revitalisation de la Broye²⁷, les granulométries documentées sont décrites comme trop rugueuses par rapport à la granulométrie retrouvée au lac de Morat, et plus identifiable comme la granulométrie du fond ou comme du pavage.

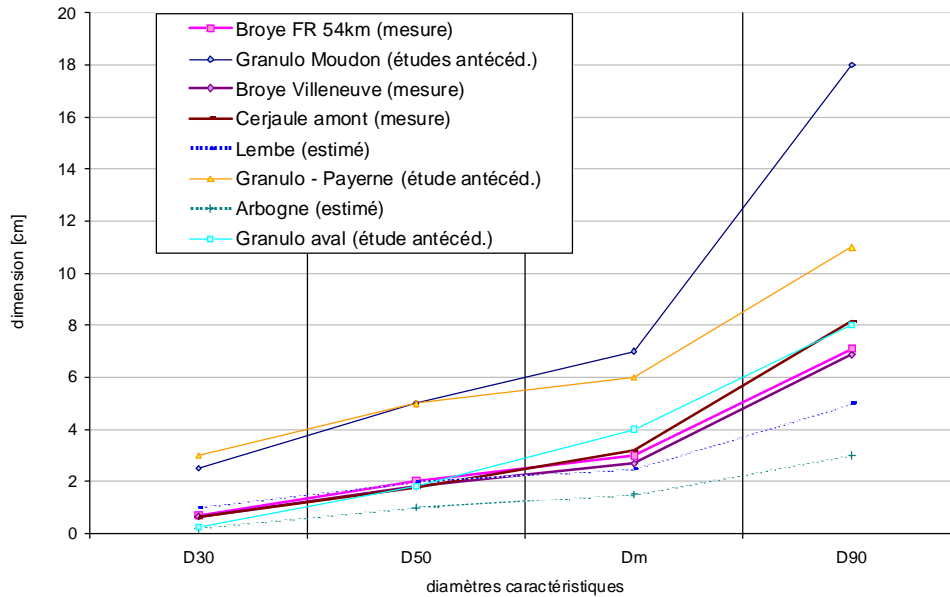


Figure 76: Granulométrie observée sur la Broye

Les points de mesures réalisées pour ce mandat montrent effectivement une granulométrie plus fine. Le tronçon revitalisé de Villeneuve semble être à l'équilibre au niveau du charriage, la granulométrie représente donc le matériau charrié.

Par ailleurs, à cause du phénomène d'abrasion, le diamètre moyen a tendance à diminuer avec la distance, le volume de charriage est aussi réduit. Cette réduction du volume de charriage est de l'ordre de grandeur de 1% par kilomètre pour un substrat calcaire (selon la loi de Sternberg):

$$Q_{s,x} = Q_{s,0} * \exp^{-aL} \text{ (loi de Sternberg)}$$

Avec $Q_{s,0}$: charriage au km 0; et $Q_{s,x}$ charriage au km x; a: coefficient d'abrasion (0.01 pour les matériaux calcaires), L: distance (en km)

Les granulométries des études antécédentes ne sont pas retenues pour les calculs de charriage.

²⁷ Diagnostic de la plaine de la Broye, Secteur Moudon – Lac de Morat", 2011, Aquavision&al.

12.2.3 Profil en long topographique

La partie amont de la Broye est naturelle, jusqu'au Pk 47'000. Cette limite marque le passage entre les 2 tronçons de l'étude charriage. Il existe déjà quelques tronçons élargis et un tronçon renaturé (Villeneuve Pk 33'100). Le tronçon sur Fribourg Pk 48'000 – Pk 56'200 comprend une installation hydroélectrique importante, la coordination inter cantonale a permis de reporter son influence sur le tronçon 2.

Etant donnée les études de revitalisation en cours sur la Broye, il est intéressant de se questionner sur l'influence de la chenalisation pour le charriage, tout comme de réfléchir à l'influence d'une potentielle revitalisation. Le tronçon 2 est donc étudié de manière plus approfondie, ci-après.

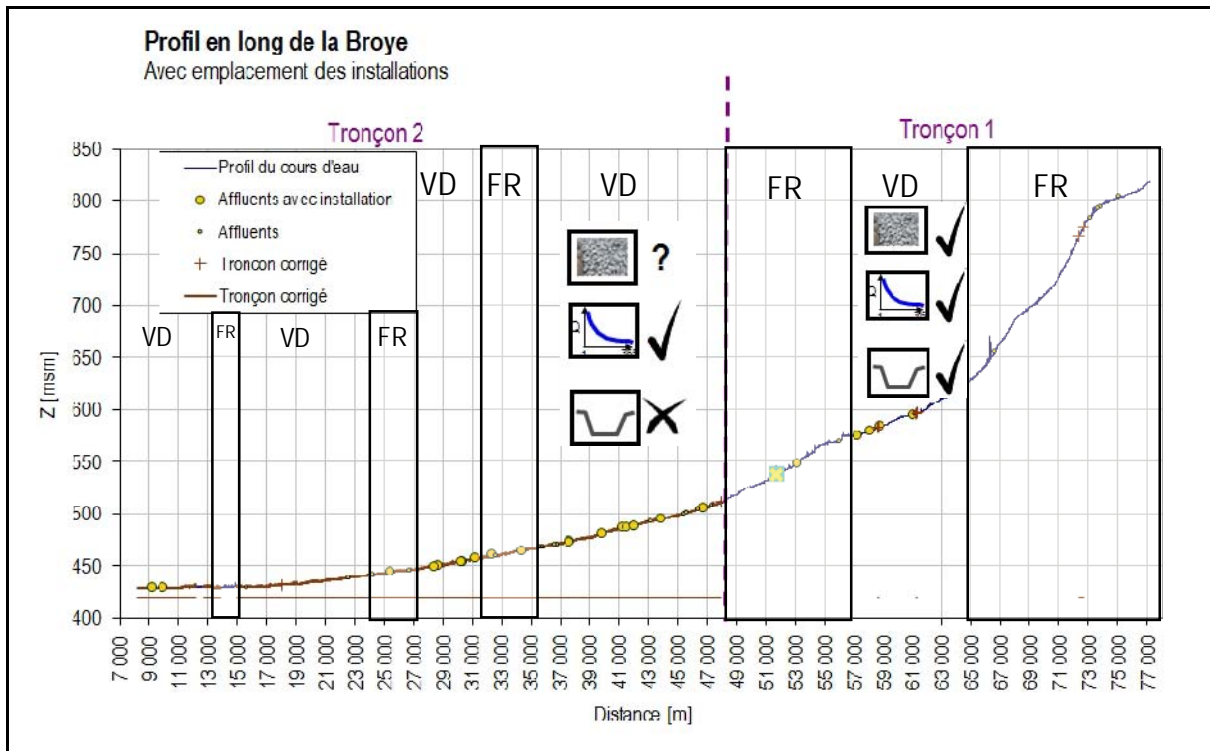


Figure 77: Profil en long de la Broye avec le découpage cantonal et les affluents

12.2.4 Morphologie historique et actuel

Actuellement le canal de la Broye est chenalisé sur l'essentiel de son linéaire dans le canton de Vaud. Une structure granulométrique avec un fort pavage s'observe, et peu de dynamique interne. On considère que ce tronçon joue principalement un rôle de transit des apports latéraux (affluents) et des apports amont. Le secteur de Villeneuve, qui a été revitalisé montre le développement d'une dynamique érosive, avec un élargissement. On peut s'attendre à ce que d'ici quelques années une morphologie stable se crée dans ce secteur, avec à priori une structure à bancs.

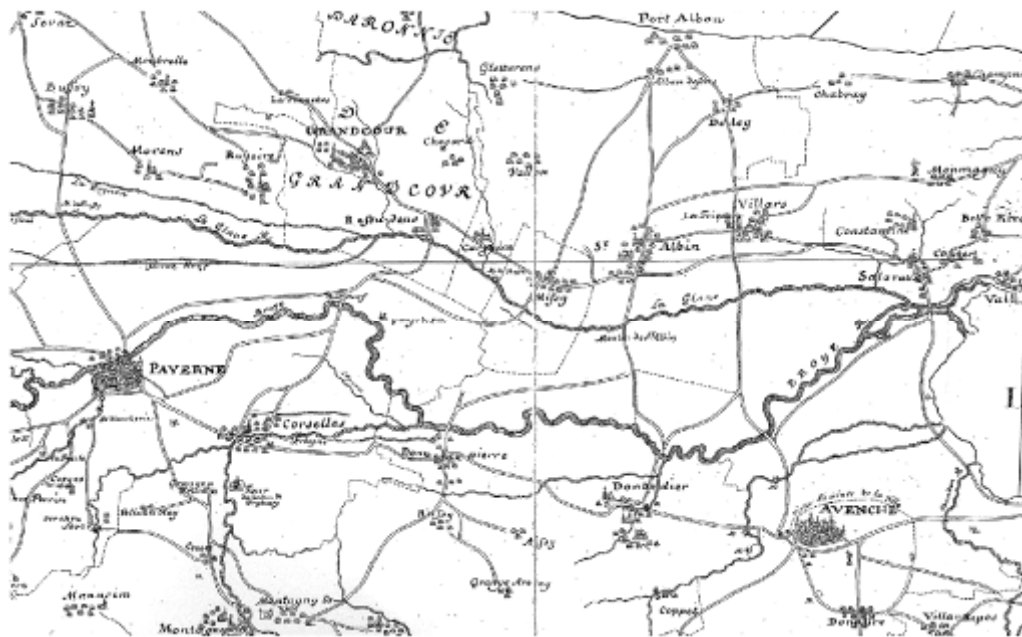


Figure 78: Extrait de la carte historique de 1745 du bailliage d'Avenches (P.Willonet)

Selon l'étude "renaturation de la Broye", la morphologie observée sur les cartes historiques se rattache à une morphologie type méandre.

Une 2^e analyse prospective a été faite, pour identifier la morphologie d'équilibre qui pourrait se développer suite à une renaturation. Le diamètre moyen évolue le long du linéaire de la Broye, ainsi deux hypothèses fortes ont été proposées: soit le diamètre D_{50} vaut 50mm, soit il vaut 1mm. Dans le premier cas, une morphologie entre bancs alterné et fond plat se développerait. Si le diamètre caractéristique était à 1mm, la morphologie type méandre se recréerait.

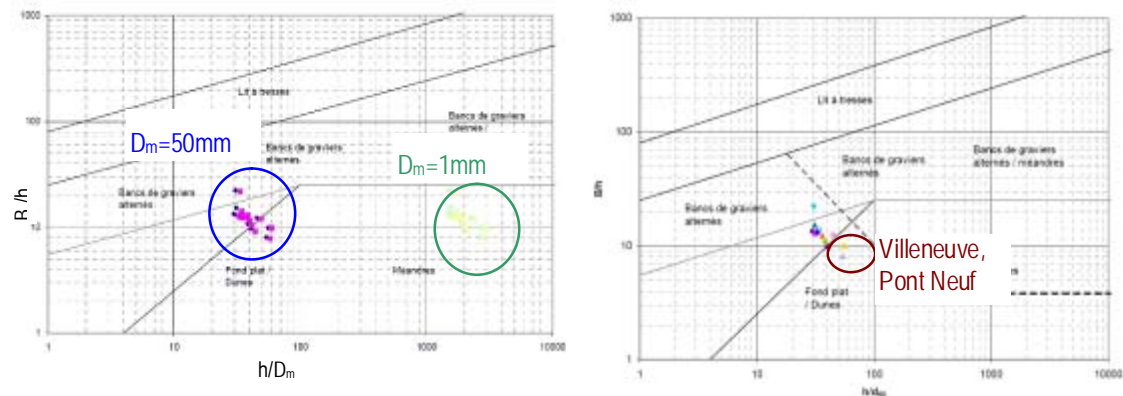


Figure 79: Etat d'équilibre de la Broye - selon de diagramme da Silva&al

12.3 Estimation de la charge solide

12.3.1 Estimation de la charge solide naturelle (sans installation)

Sauf en présence d'un tronçon limitant, la situation entre l'état actuel et l'état naturel est similaire : les affluents sont pour la plupart sans installations, leurs apports restent échangés. Le projet de revitalisation imagine des élargissements d'environ 1,2-1,5 la largeur actuelle; on peut donc s'attendre à ce que de nouveaux tronçons limitants apparaissent. En absence de granulométries pertinentes il est difficile d'en déduire les contours exacts.

Nom affluent / tronçon	Méthode			Effet du pavage taux d'apport	Bilan de charriage [m ³ /an]		
	Capacité VD	Capacité FR	Comparaison		Capacité	Volume min	Volume max
Biorde		x		1	700	500	700
Mionne		x		1	900	500	900
Flon+Grenet		x		1	900	900	900
affluents		x		1	2600	1300	2600
Carrouge		x		1	2760	1550	2800
Cerjaulte	x			1	1000	750	1000
Lembe			x	1	1000	750	1000
Arbogne	x			1	4000	3000	4000
Petite Glâne		x		1	600	300	600

Tableau 31: Apport des affluents de la Broye

Il existe une installation considérée comme importante sur le tronçon fribourgeois, au Pk 53'080, seuil de la Verna. Suite à la coordination avec le canton de Fribourg, l'influence de cette installation a été documentée de manière à en déduire l'état sans installation sur le secteur au-delà de la frontière cantonale.

12.3.2 Estimation de la charge solide actuelle (avec installation)

Les études antécédentes analysent les relevés bathymétriques au lac de Morat²⁸. Les derniers relevés donnent un volume total de l'ordre 20'000m³/an (charriage et suspension cumulés).

Sur les trente derniers kilomètres de la Broye, un relevé topographique de profil en travers du canal a été mené, en 1915, 1946 et 2007. En comparant ces différents profils, on peut voir l'évolution du bilan de charriage, s'il est en état d'équilibre de déficit (érosion) ou en excès.

Dans cette analyse, on part de l'hypothèse qu'il n'y a pas eu d'intervention anthropique ou de correction fluviale. Deux analyses différentes ont été faites. La première analyse consiste à comparer le fond moyen des trois années. Pour que la comparaison soit pertinente, cela suppose que les profils ont été strictement mesurés au même endroit.

²⁸ "Embouchure de la Broye à Salavaux"; Aquavision 2009

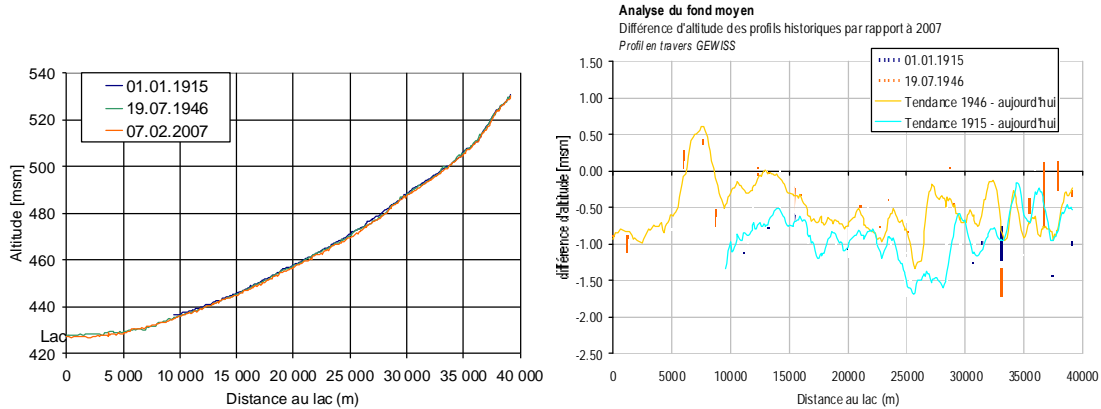


Figure 80: Profil en long du fond moyen (gauche) et évolution du fond moyen (droite) – première analyse

La deuxième analyse s'appuie sur la comparaison des surfaces plein bord de chaque profil en travers, ainsi on peut calculer une variation de volume par an de fond en comparant deux périodes de mesure.

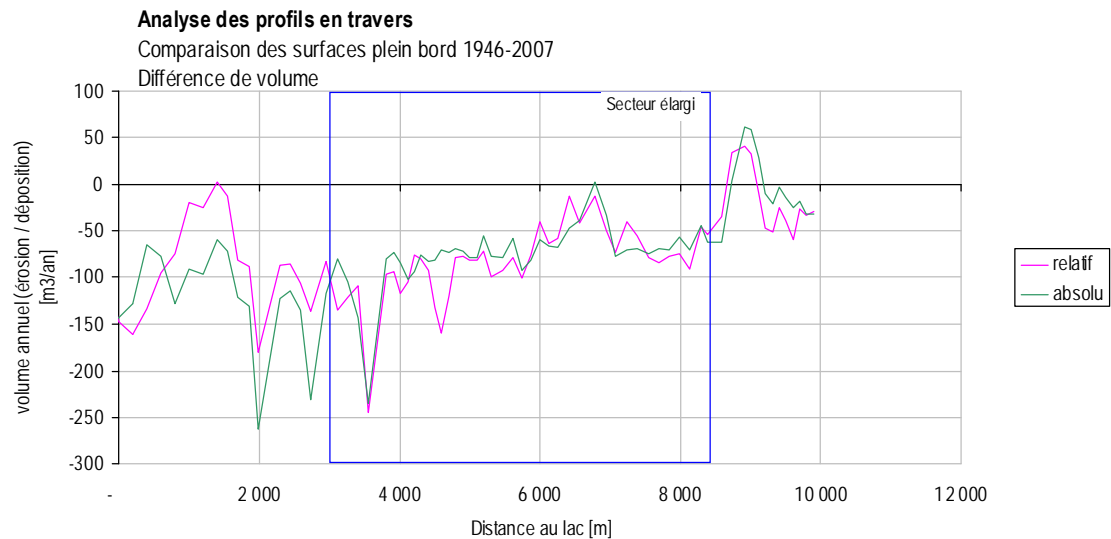


Figure 81: Variation de volume du Pk 0 au Pk 10'000 entre 1946 et 2007 – deuxième analyse

En analysant mieux les profils en travers, on repère que le secteur entre le Pk 3'000 et le Pk 8'300 a subi un élargissement, durant cette période. Par ailleurs, les hauts de berge ne sont pas exactement les mêmes, ce qui nous fait préférer la courbe des différences de volumes calculées en relatif. Une fois ces deux précautions prises, on peut tout de même conclure qu'il y a un déficit en matériau par rapport à la chenalisation actuelle, et que le fond a tendance à s'enfoncer. Sur la base de la première analyse, le fond s'enfonce en moyenne d'un centimètre par année. Sur la base de la deuxième analyse, on voit qu'il manque environ 0.5-0.2m³/an/ml.

12.3.3 Estimation du débit de charriage nécessaire

Le charriage nécessaire est difficile à quantifier étant donné l'absence de bancs notoire sur les cartes historiques. Toutefois l'analyse basée sur le type de morphologie a été utilisée pour estimer ces volumes, selon la même méthodologie décrite dans le cas pilote de la Muota (cf. §11.3.3).

CE	PK	Bfond m	B(régime) m	Dm m	Morpho- logie 1 - ramifié 2 - bancs 3 - méandre / droit	Charriage nécessaire (actuel)		Charriage nécessaire (régime)	
						min	max	min	max
Broye amont FR	72400	5	27	0.013	3	20	50	700	1800
Broye amont FR	61500	8	35	0.02	3	40	120	1100	2900
Broye FR	54 700	15	34	0.03	2	20	50	200	600
Broye Moudon	45 000	25	37	0.03	3	380	1130	1600	4200
Broye Chaumière	36 100	22.1	33	0.03	2	440	1170	1700	4500
Broye Villeneuve	33 100	19.7	27	0.03	2	350	930	700	1700
Broye Briqueterie	24 400	27.8	41	0.03	2	700	1850	2000	5200
Broye Pont Neuf	17 100	27.5	52	0.02	3	450	1360	2400	6400
Moyenne tronçon de plaine						460	1'300	1'700	4'400

Tableau 32: Estimation du bilan de charriage nécessaire

12.3.4 Quantification de l'impact des installations

La chenalisation est la seule installation qui concerne la Broye sur canton de Vaud.

12.3.5 Etablissement du profil en long de charriage - Bilan de transport solide

La coordination Vaud-Fribourg a permis de déterminer la situation en amont du cours d'eau, et elle est utilisée comme input en amont, les résultats complets sont reporter sur le graphique pour faciliter la lecture. On voit une augmentation du charriage au fur et à mesure des apports des affluents. Comme aucune installation existent sur les affluents l'image état actuel et état naturel n'est pas différente.

On voit par ailleurs que le tronçon revitalisé à Villeneuve fait office de tronçon limitant, et qu'en ce sens et bilan annuel à l'état naturel ne pourra pas dépasser les 6'000-8'000m³/an à moins d'une modification morphologique (pente, largeur,...). Une analyse des futurs tronçons revitalisés tel que prévus mettront peut-être une évidence l'apparition de nouveaux tronçons limitants, signe aussi d'une morphologie plus en équilibre. Effectivement les profils en long historiques de la Broye montrent une incision du lit sur le dernier siècle. La revitalisation permettra de rétablir une dynamique plus en équilibre.

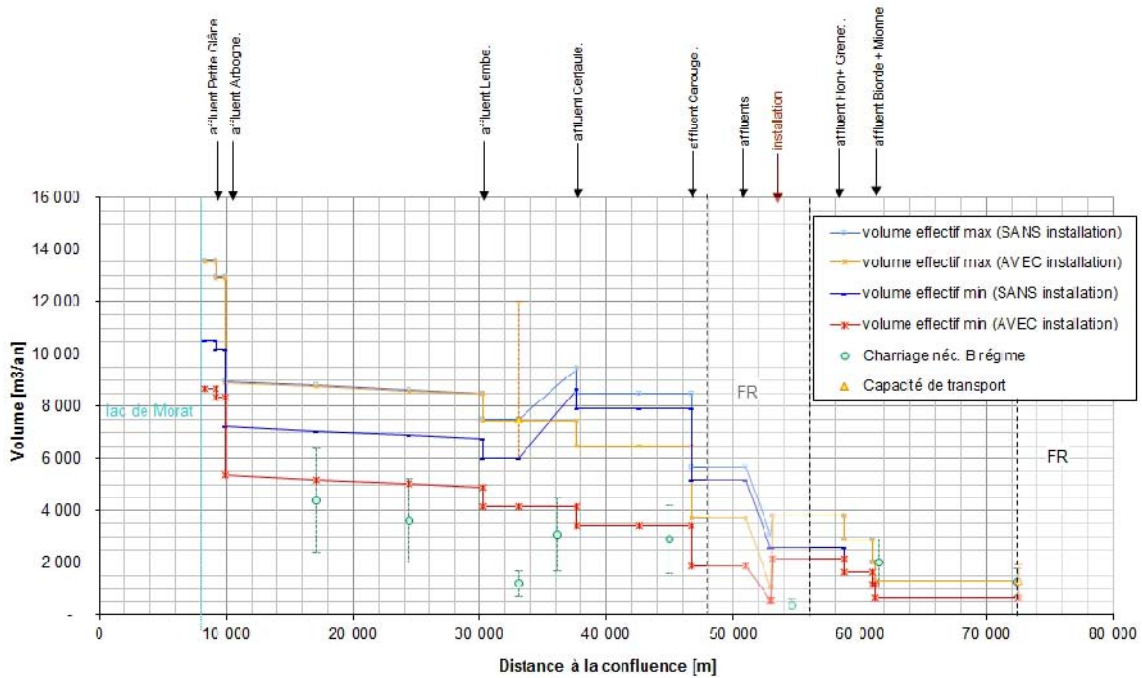


Figure 82: Bilan de charriage de la Broye

12.4 Description des tronçons avec atteintes

L'installation hydroélectrique la Verna, sur sol fribourgeois (Pk 53'080), a une influence sur le charriage. Son influence se fait ressentir jusqu'à la rencontre d'un tronçon limitant. Ainsi le tronçon Pk 48'000 à Pk 33'100 est atteint de manière notable par cette installation. L'installation n'est pas plus documentée étant donné qu'elle n'est pas du ressort du canton de Vaud.

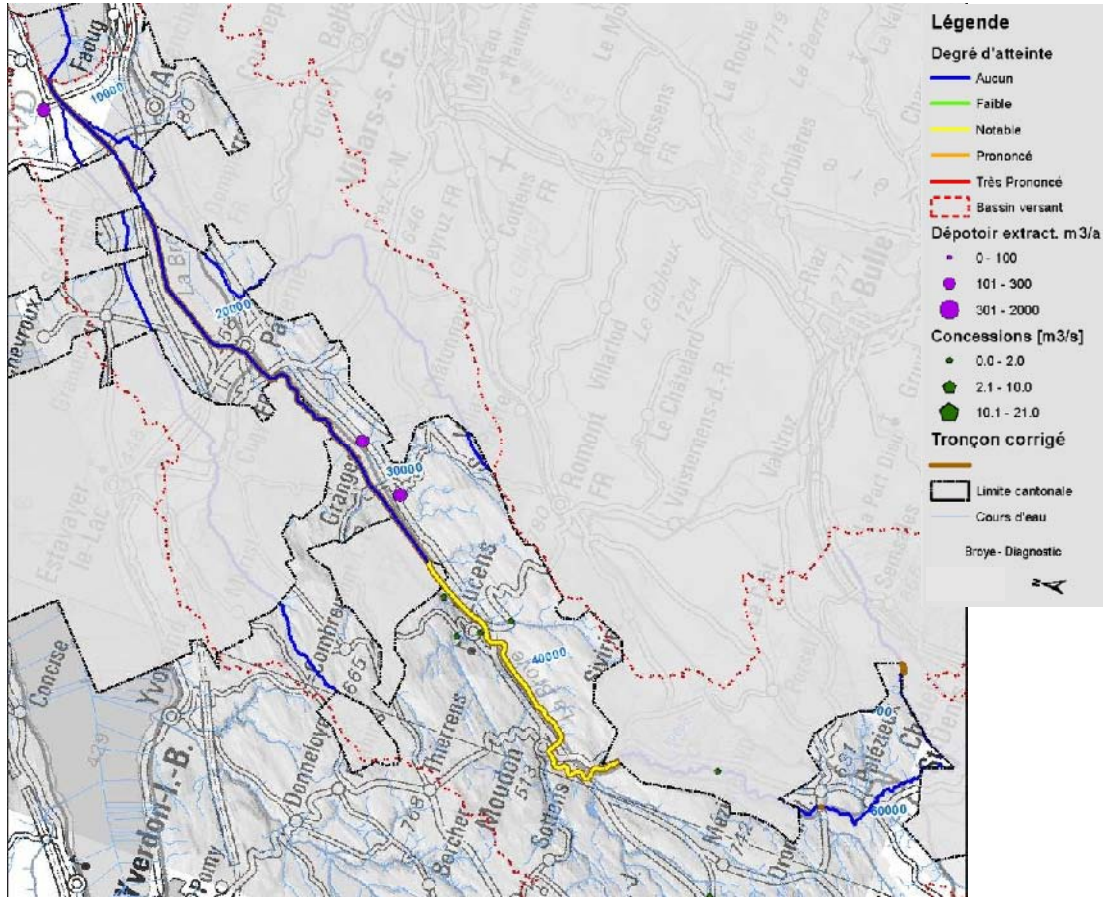


Figure 83: Carte de l'évaluation des atteintes au régime de charriage par tronçon – La Broye

Km Début	Km Fin	N°	Nom Tronçon	Atteinte grave	Installation responsable	Description	Explication sur l'atteinte	Potentiel écologique	Nécessité d'assainir
48 000	34 000	1	notable	oui	la Verna (FR)		Seuil la Verna sur la Broye FR stoppe une partie importante du charriage	élevé	oui (FR)
34 000	6 000	2	nul	non	Chenalisation	Tronçon de Villeneuve limitant	Augmentation du transit, générant un approfondissement du canal (impact réversible)	-	non

Tableau 33: Résumé de l'analyse de tronçon de cours d'eau

12.5 Rôle des installations pour la protection contre les crues

La Broye est sujette à de fort débordement possible sur son tronçon de plaine, surtout causée par une sous-capacité du gabarit hydraulique lié à la faible pente, la réduction du charriage aura tendance à améliorer cette situation d'un point de vue sécuritaire. L'installation de la Verna n'a toutefois pas un impact significatif pour la protection contre les crues.



12.6 Impact sur les eaux souterraines

Le tronçon de la Broye amont (Pk 48'000-34'000) touche la nappe entre le ruisseau de Riche et la Broye sur quelques centaines de mètres, correspondant à un puits d'alimentation en eau potable régional. De manière générale, la nappe d'alimentation est déconnectée du cours d'eau. Toutefois si un projet de revitalisation était envisagé la réflexion sur les interactions devrait être affinée.

12.7 Potentiel écologique

Le potentiel écologique de la Broye entre l'amont de Moudon et Granges-près-Marnand peut être considéré comme **important**. Ce potentiel correspond à l'importance écologique que ce tronçon, qui n'est pas à l'état naturel, pourrait revêtir après réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme avec des moyens proportionnés. Ce tronçon renferme des sites de frai pour la truite lacustre (espèce menacée), l'ombre, le spirin et le blageon (espèces vulnérables) et une zone alluviale d'importance nationale qui longe la Broye sur plus de 3 km.

12.8 Atteinte à la faune et à la flore

Etant donné l'absence d'installation sur sol vaudois, ce paramètre n'a pas été évalué

12.9 Nécessité d'assainir

Aucune installation sur sol vaudois ne nécessite un assainissement.

12.10 Synergie avec d'autres modules des planifications/ opportunité

Dans le cadre des projets de revitalisation des cours d'eau, il sera intéressant d'intégrer le paramètre charriage, dans la réflexion du gabarit à retenir. En ce sens il y a synergie avec le module revitalisation, le module revitalisation est moteur de projet.

Le cas pilote de Villeneuve a été suivi, pour identifier les effets sur les différents objectifs de cette revitalisation²⁹. Pour la végétation, il apparaît que la zonation typique des zones alluviales a pu être rétablie, avec création de saulaie favorable aux castors. La dynamique alluviale n'est pour l'instant pas très active; une crue majeure permettrait d'initier un transit plus actif dans la forêt alluviale. Par ailleurs, les mesures réalisées en 2003 ont permis de stabiliser la fosse problématique pour la protection du pont CFF. Les mesures réalisées en 2010 favorise l'érosion naturelle des berges et augmente la sinuosité du cours d'eau, avec une morphologie globalement plus intéressante. Ces apports sont favorables à l'aval et pourront créer des zones de frayères intéressantes. Un suivi sera abouti en 2015 et semble présenter des conclusions positives au niveau biocénose et charriage.

12.11 Mesure d'assainissement

Aucune atteinte grave n'est observée causée par une installation sur le territoire cantonal. Ainsi aucune mesure n'est proposée.

12.11.1 Proposition de mesure d'assainissement

Aucunes mesures d'assainissement n'est nécessaire dans le contexte de la Broye sur territoire vaudois.

²⁹ "Suivi de la revitalisation de la zone alluviale 52 «Les Iles de Villeneuve»; rapport 2004-2008", 1.2009, Service conseil Zones Alluviales

13. Arnon

13.1 Description du BV

Ce cours d'eau du bassin du Rhin d'environ 22 km de long prend sa source dans les montagnes du Jura à l'amont de la ville de St-Croix vers 1'200 m d'altitude.

Circulant librement dans les pâturages, il est ensuite mis sous tuyau dans la traversée de Sainte-Croix puis canalisé à la sortie de la ville. L'Arnon circule après dans les gorges de Covatanne. A la sortie des gorges, il traverse le village de Vuiteboeuf où il est rejoint par son principal affluent, la Baumine.

En aval de Vuiteboeuf jusqu'à l'embouchure dans le lac de Neuchâtel, l'Arnon présente une pente régulière de l'ordre de 1%. Sur ce tronçon le cours d'eau est canalisé sur la plus grande de son linéaire et l'on y trouve 3 dépotoirs. De nombreuses chutes présentant un obstacle à la migration ont été modifiées afin de permettre la libre circulation du poisson et la remontée des truites lacustres jusqu'à l'ancien moulin de Novalles (environ 10 km de linéaire). Le secteur de l'embouchure a fait l'objet d'une renaturation, avec réactivation de zone d'érosion et élargissement.

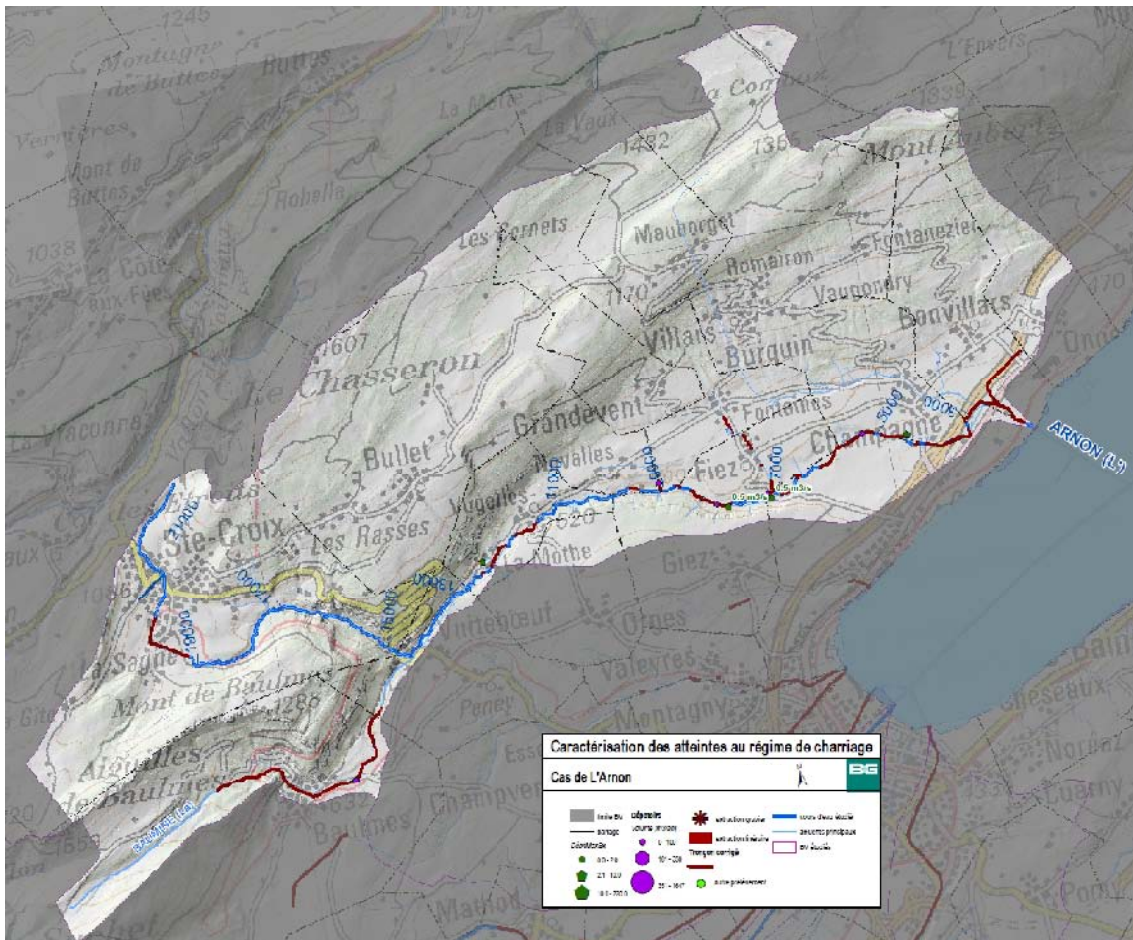


Figure 84: Carte du bassin versant de l'Arnon avec les principales installations en jeu

13.2 Description du cours d'eau

Le cours d'eau est subdivisé en trois tronçons principaux. Le premier tronçon part de la source à Ste-Croix, il traverse les gorges de la Covatanne, et se termine à la jonction avec la Baumine (Pk14'300). Ce tronçon ne subit pas d'atteinte au régime de charriage, seul un tronçon dans Ste-Croix est corrigé. Les gorges étant confinées avec une roche fréquemment apparente, les apports sont considérés comme faibles.

Le deuxième tronçon (Pk 14'000-Pk 8'000) correspond au premier tronçon en plaine. L'affluent de la Baumine arrive au Pk 14'300; le dépotoir situé sur la Baumine en aval du village de Baume est transparent au bilan annuel (extraction de quelques m³/an). Ce deuxième tronçon est en partie corrigé, protégeant les berges contre l'érosion, et limitant la divagation du lit. Ce 2^e tronçon est considéré comme non atteint, étant donné que le bilan de charriage n'est pas modifié, ou pas significativement par les installations en place.

Le troisième tronçon commence au droit du dépotoir Pk 8'000, et va jusqu'au lac. Les trois dépotoirs associés prélèvent environ 300-350m³/an, selon les chroniques d'extraction. Les points d'extraction se situent dans des zones élargies à faible pente, générant ainsi une rupture de monotonie morphologique, mais nécessitant un entretien régulier par le responsable de secteur cantonal, soit tous les 5-10ans. Une évaluation du bilan de charriage en amont des installations est nécessaire pour déterminer l'importance de l'atteinte liée à ces installations. Au Pk 7'950, une installation hydroélectrique au fil de l'eau prélève quelques 0.5 m³/s sur un linéaire de 800 m. Le débit prélevé n'est pas à l'échelle pour générer une perturbation du régime de charriage sur le tronçon à débit résiduel.

13.2.1 Courbe de débits classés

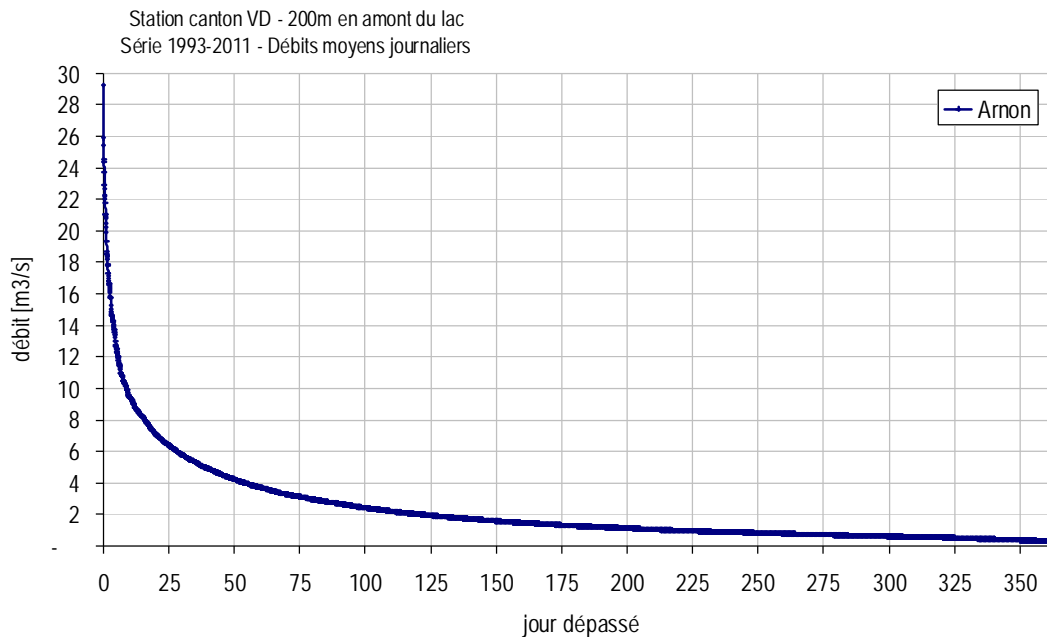


Figure 85: Courbe de débits classés - aval du bassin versant

La gamme de débit considérée comme pertinente pour le bilan annuel du régime de charriage va du débit journalier moyen d'un temps de retour T = 20ans au débit dépassé 100(-200) jours par an :

$$Q_{min} = 2.4 (-1.1) \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_{max} = 26 \text{ m}^3/\text{s}$

13.2.2 Granulométrie

La granulométrie des sédiments transportés est relativement fine. On observe un pavage important sur le tronçon en aval des gorges jusqu'au lac.

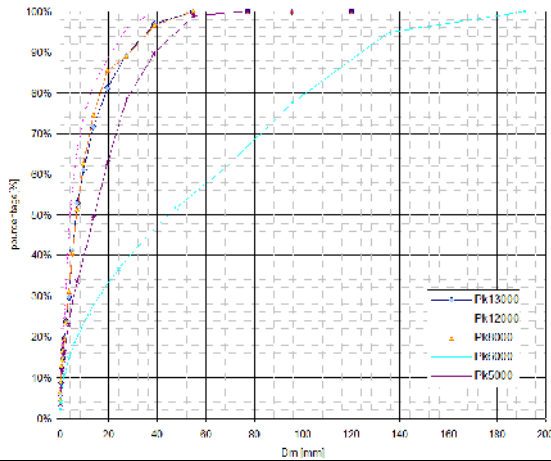


Figure 86: Granulométrie, courbe des tronçons clés à gauche; phénomène de pavage observé Pk 13'000

13.2.3 Profil en long topographique

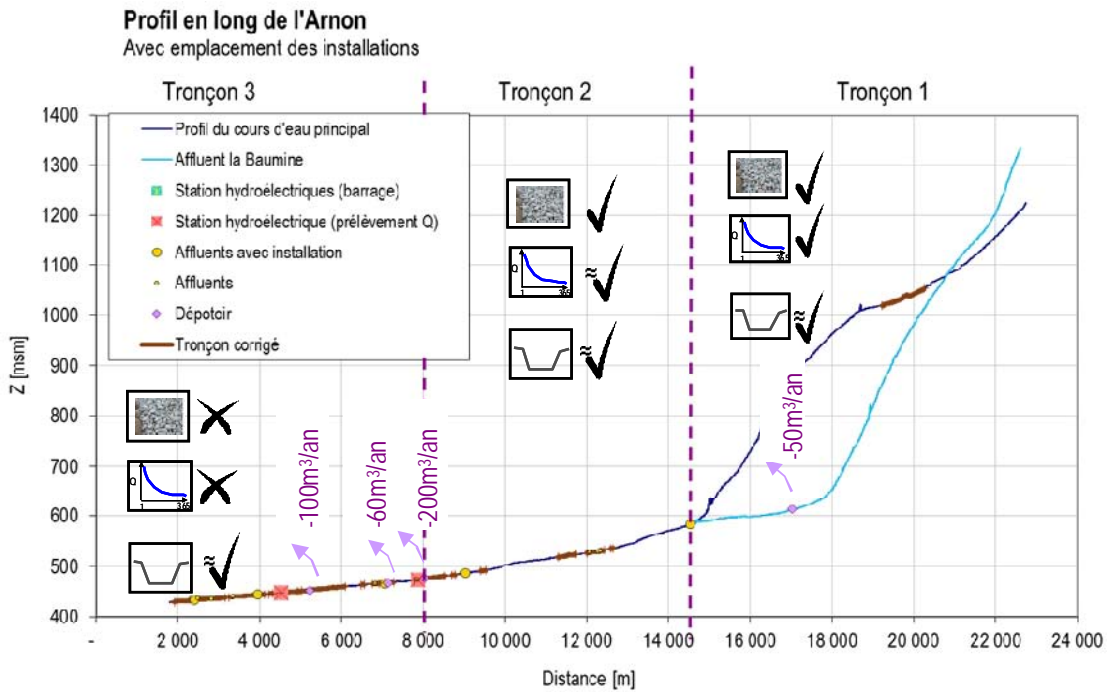


Figure 87: Profil en long de l'Arnon

13.2.4 Morphologie historique et actuel

Pour cette étape, le focus est mis sur le tronçon 3 qui est potentiellement perturbé. En analysant les cartes historiques, plusieurs constats peuvent être faits.

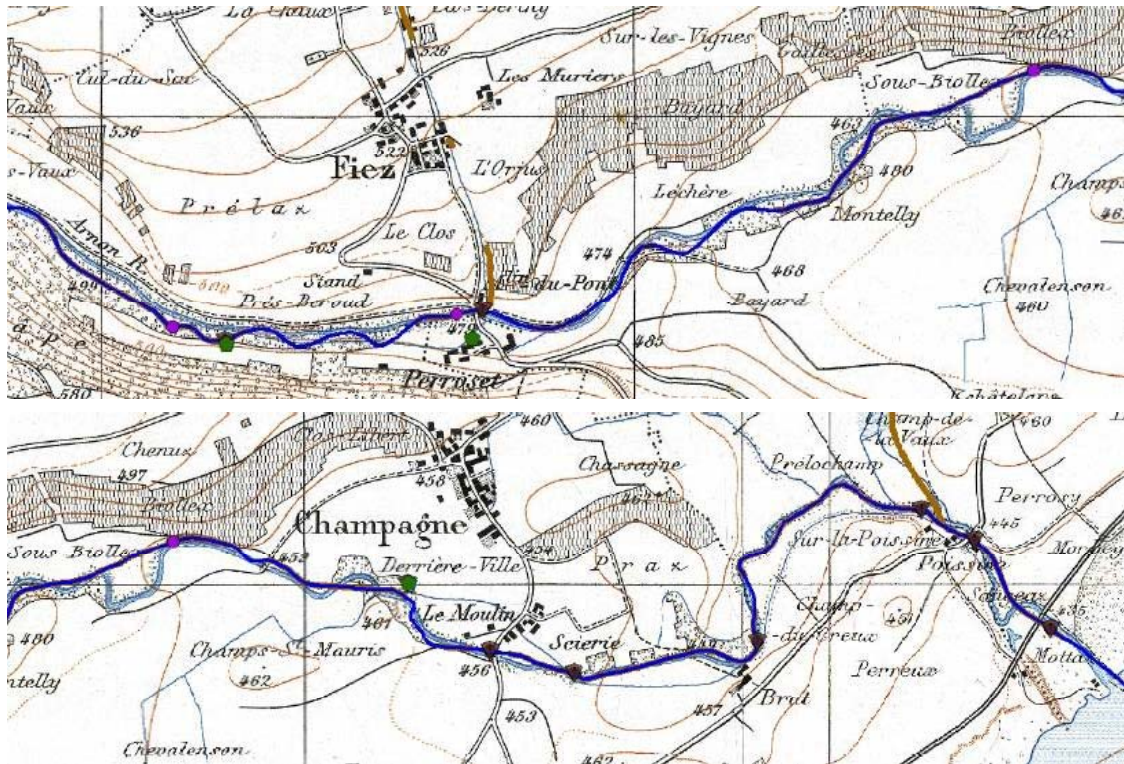


Figure 88: carte historique Siegfried de 1890 avec le tracé actuel en trait bleu foncé

Tout d'abord en 1850, la carte Dufour montre que les concessions hydroélectriques sont déjà présentes : on observe déjà la présence de canal d'amenée (la carte Dufour n'est pas présentée ici). Sur le secteur entre Fiez et Champagne, la présence de méandre se dessine, alors que le long du tracé actuel, fortement corseté, le cours d'eau est peu méandré.

Les mêmes constats peuvent être faits sur les cartes historiques Siegfried de 1890; la dynamique semble plus marqué entre Fiez et Champagne, avec une embouchure encore relativement naturelle. Par contre, les secteurs à l'amont de Fiez montrent moins de dynamique.

Par rapport à 1930, la situation actuel n'a que peu changé (carte Dufour 1930).

Sans les corrections de cours d'eau, on pourrait s'attendre à voir se développer une morphologie à méandre en aval des gorges.

13.3 Estimation de la charge solide

13.3.1 Estimation de la charge solide actuelle (avec installation)

Il n'est pas aisé dans ce contexte de trouver un tronçon limitant à l'amont; étant donné la présence d'un pavage important et d'aucun tronçon présentant une surlargeur importante. Une estimation des apports sur la Baumine est faite, et permet ainsi d'estimer les apports amont de l'Arnon par similitude. Pour les dépotoirs, les chroniques de prélèvement sont mises en perspective avec les capacités de transport localisées dans l'élargissement (point bleu ciel),

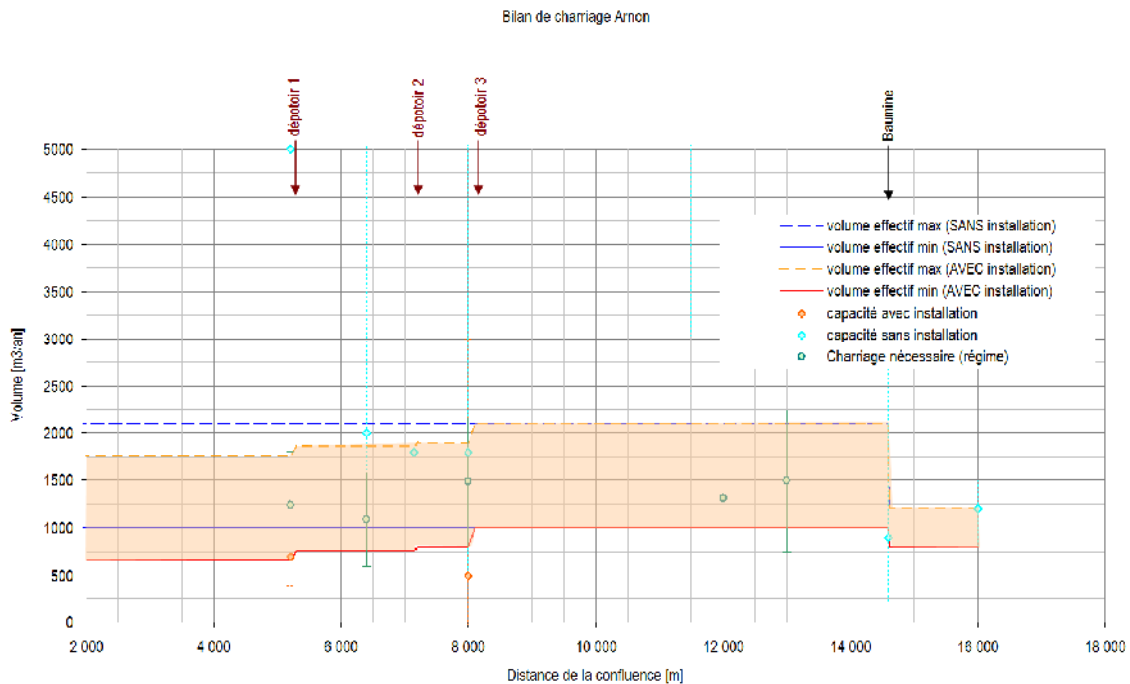


Figure 89). On voit que les points concordent bien avec la courbe min avec installation. Pour l'amont, on considère que les apports de l'Arnon doivent être du même ordre de grandeur que la Baumine. Ainsi on obtient, pour le tronçon de la confluence au lac, un transit entre 700 et 1800 m³/an de sédiments à l'état actuel.

13.3.2 Estimation de la charge solide naturelle (sans installation)

Les courbes de bilan de charriage sans installation sont similaires à l'état actuel jusqu'au dépotoir. Les volumes extraits dans les dépotoirs ne sont plus extraits, ainsi les courbes deviennent constantes (on fait l'hypothèse que l'abrasion est négligeable).

13.3.3 Estimation du débit de charriage nécessaire

Le charriage nécessaire est difficile à quantifier étant donné l'absence de bancs notoire sur les cartes historiques. Toutefois l'analyse basée sur le type de morphologie, selon la même méthodologie décrite dans le cas pilote de la Muota donne entre 700 et 1'700m³/an à l'état revitalisé (pour l'explication sur la méthode se référer au chapitre 11.3.3).

CE	PK	B _{fond} m	B(régime) m	D _m m	Morphologie 1 - ramifié 2 - bancs 3 - méandre / droit	Charrage nécessaire (actuel)		Charrage nécessaire (régime)	
						min	max	min	max
Arnon	13 000	8	23	0.01	2	60	150	700	2200
Arnon	12 000	5	26	0.01	3	20	50	700	1900
Arnon	8 000	8.5	27	0.01	3	40	130	800	2200
Arnon	6 400	10	23	0.03	2	90	240	600	1600
Arnon	5 200	8.5	25	0.02	2	70	170	700	1800
Moyenne tronçon de plaine						60	150	700	1'900

Tableau 34: Détermination du charriage nécessaire

13.3.4 Quantification de l'impact des installations

Le premier dépotoir (Pk 8'000) a un impact faible, entre -10% et -25% en fonction des hypothèses minimale et maximale. Les installations de dépotoir Pk 7'200 et Pk 5'200 ont un impact faible sur le bilan global.

13.3.5 Etablissement du profil en long de charriage - Bilan de transport solide

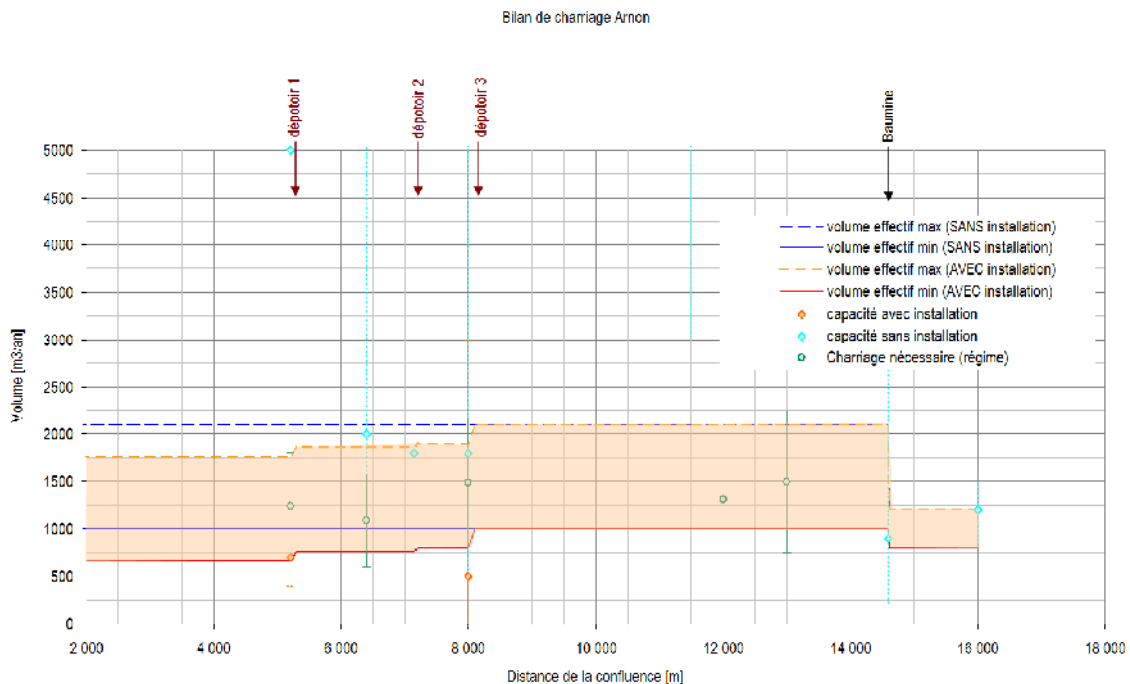


Figure 89: Profil en long de charriage de l'Arnon

13.4 Description des tronçons avec atteintes

Le tronçon 3 est considéré comme atteint, le degré d'atteinte est faible (l'installation dépotoir Pk 8'025 génère une réduction de 200m³/an sur 700-1800m³/an). Les installations responsables sont principalement les dépotoirs à sédiments.

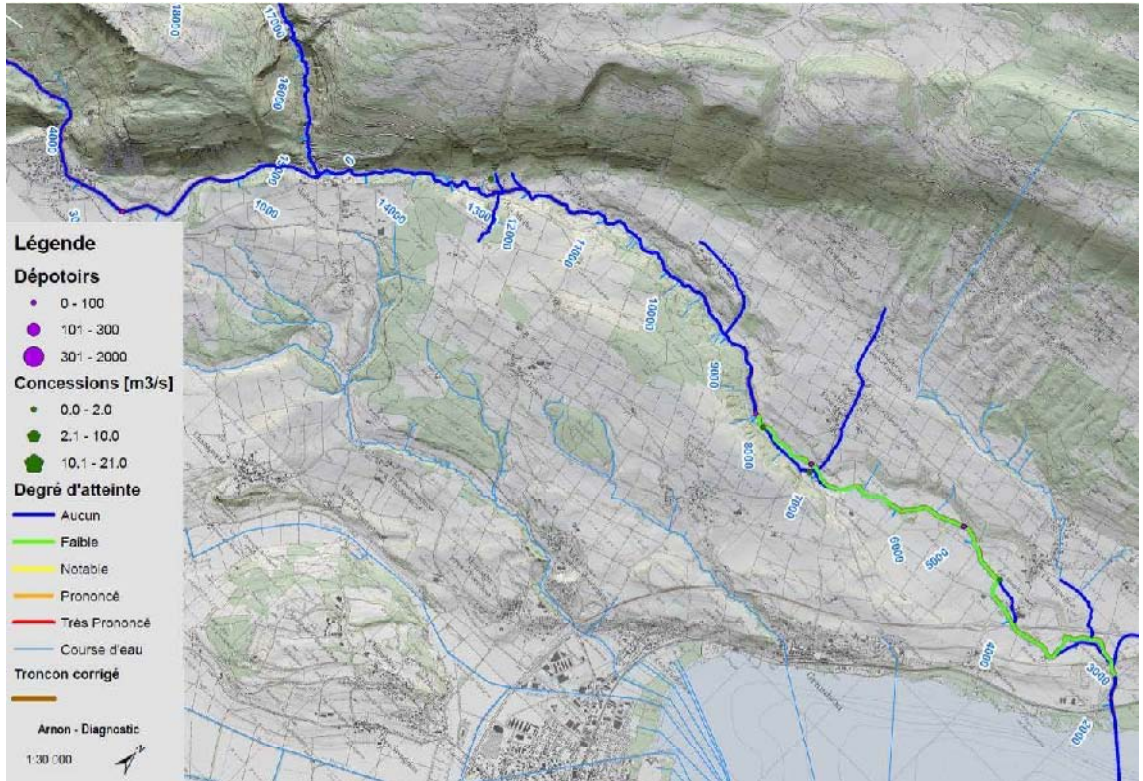


Figure 90: Carte de l'évaluation des atteintes au régime de charriage par tronçon – L'Arnon

Km Début	Km Fin	N°	Nom Tronçon	Degré atteinte	Atteinte grave	Installation responsable	Description	Explication sur l'atteinte	Nécessité d'assainir
17 000	8 025	3a	Arnon amont	nul		Aucune installation importante	-	-	-
8 025	7 150	3b	Dépotoir amont - Péroset	faible		Dépotoir 3 (Pk 8'025)	Extraction moyenne de 200m ³ /an	Réduction faible de volume charrié	non
7 150	5 216	3c	Dépotoir 2 - Clos du Pont	faible		Dépotoir 2 (Pk 7'150)	Extraction moyenne de 60 m ³ /an (forte composante de fine)	Réduction très faible de volume charrié	non
5 216	2 300	3d	Dépotoir 1 - Vuablet	faible		Dépotoir 1 (Pk 5'216)	Extraction moyenne de 100 m ³ /an	Réduction faible de volume charrié	non
2 300	-	3e	Arnon revitalise	nul		Aucune installation importante	-	-	non
14 300	14 300		Baumine	nul		Dépotoir	Extraction 10 m ³ /an	-	non

Tableau 35: Résumé de l'analyse des tronçons de cours d'eau



13.5 Rôle des installations pour la protection contre les crues

A priori aucun enjeu majeur ne semble justifier la présence de ces dépotoirs. A l'aval de ces ouvrages de nombreux ouvrages ont été construits pour maintenir le fond (seuil régulier), peut-être signe d'un risque d'érosion.

13.6 Impact sur les eaux souterraines

Aucune interaction entre les eaux souterraines et tronçons atteints n'est identifiée, par les croisements d'information SIG.

13.7 Potentiel écologique

Le potentiel écologique du tronçon 3, n'est défini pas en détail sur ce tronçon, étant donné les atteintes faibles. Au niveau morphologie et paysage, le tronçon 3 est considéré comme très atteint par l'analyse système modulaire gradué écomorphologique, seule l'embouchure qui a été renaturée a une meilleure appréciation. La reproduction de la truite y est faible voire inexistante tout à l'aval.

13.8 Atteinte à la faune et à la flore

Etant donné l'absence d'installation générant une atteinte grave, ce paramètre n'a pas été évalué.

13.9 Nécessité d'assainir

Aucune des 3 installations ne nécessitent un assainissement, au vu de l'impact sur le régime de charriage indiqué comme faible.

Identifiant	Nom	Gravité de l'atteinte des tronçons touchés (régime)	Atteinte faune-flore	Charriage prépondérant	Potentiel écologique des tronçons touchés	Interaction avec les eaux souterraines	L'altération péjore la protection contre les crues	Nécessité d'assainir
08-015'881-2	Dépotoir 3	Faible	-	-	-	non	Non	Non
08-004'987-2	Dépotoir 2	Faible-négligeable	-	-	-	non	Non	Non
08-003'053-1	Dépotoir 1	Faible	-	-	-	non	Non	Non

Tableau 36 : Conclusion sur la nécessité d'assainir les installations sur l'Arnon



13.10 Synergie avec d'autres modules des planifications/ opportunité

Aucune synergie n'a été identifiée à ce stade.

Si une réflexion était faite pour améliorer le fonctionnement de la centrale hydroélectrique en aval du premier dépotoir, pour des questions de débit résiduel ou d'optimisation de passe-à-poisson, une réflexion sur l'optimisation des conditions hydraulique dans le dépotoir 3 (élargissement) pourrait permettre de réduire les interventions. On peut alors parler de projet d'opportunité.

13.11 Mesure d'assainissement

Aucune atteinte grave n'est observée sur l'Arnon. Ainsi aucune mesure n'est proposée.

13.11.1 Proposition de mesure d'assainissement

Il n'est pas nécessaire d'assainir ces installations. La documentation de leur utilité et le suivi de leur fonctionnement peut toutefois être intéressant pour d'éventuelles optimisations avenir.

14. Orbe-Thielle

14.1 Description du BV

L'Orbe est une rivière du bassin versant du Rhin.

Elle prend sa source en amont de la station des Rousses (département français du Jura), traverse ensuite le lac du même nom, puis elle passe la frontière et elle coule paisiblement dans la Vallée Joux et vient former le lac de Joux.

À sa sortie à l'autre extrémité du lac, la rivière s'infiltre dans un véritable labyrinthe de fissures pour aboutir à la résurgence de Vallorbe quelques 200 mètres plus bas. Traversant la Cité du fer, elle descend directement vers Le Day et son barrage, puis poursuit son chemin via Les Clées en direction d'Orbe. Après son passage à travers cette charmante bourgade, elle continue sa route pour faire sa jonction avec le Talent à Chavornay. À partir de ce point elle devient la Thielle et se jette dans le lac de Neuchâtel à Yverdon-les-Bains.

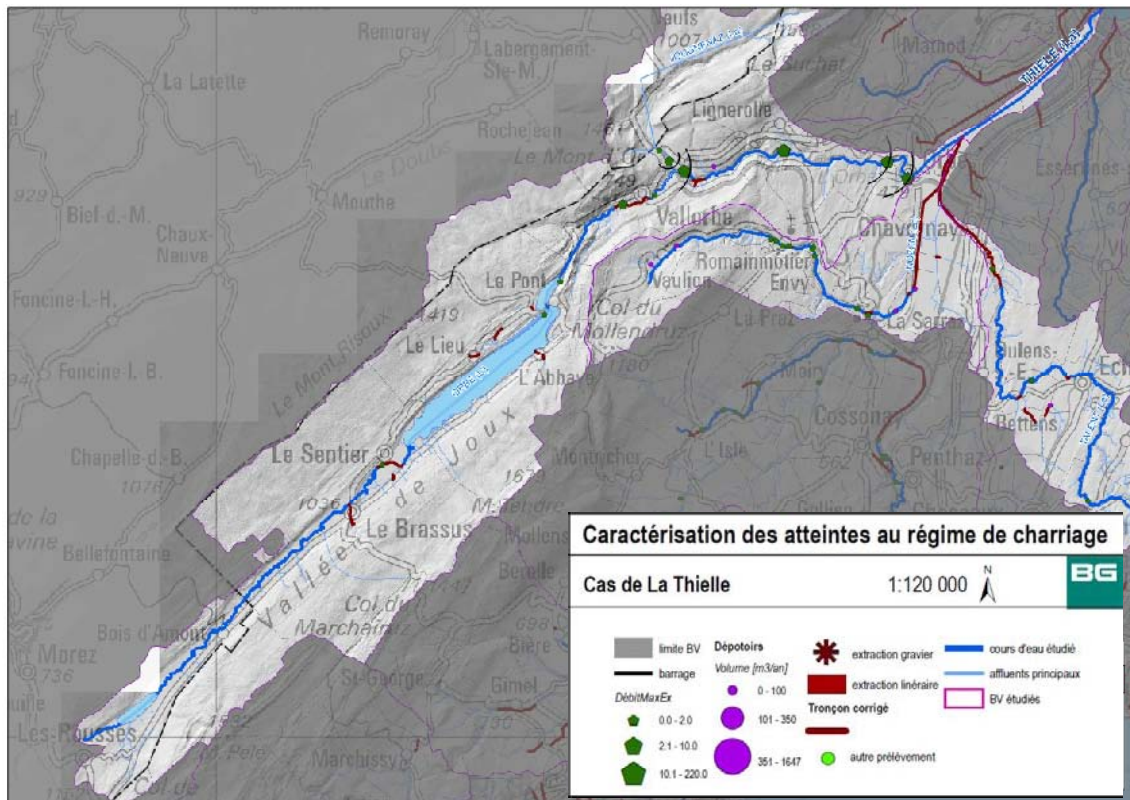


Figure 91: Carte du bassin versant de la Thielle avec les principales installations en jeu

14.2 Description du cours d'eau

L'Orbe est un cours d'eau particulier qui coule dans un bassin versant calcaire. En amont le cours d'eau traverse la vallée de Joux (tronçon 1, Pk 61'800 – 39'000), et se jette dans le lac de Joux puis le lac des Brenets (tronçon 2, Pk 39'000-24'500). Puis l'Orbe se perd dans les grottes, pour être souterrains sur quelques centaines de mètres entre le lac Brenet et les grottes de Vallorbe (tronçon 3, Pk 24'500 – 21'500).

Le tronçon 4 correspond à l'Orbe en aval des grottes de Vallorbe jusqu'à la confluence avec le Talents (Pk 21'500-0). Il est subdivisé en 4 parties. Ensuite, le cours d'eau traverse la ville de Vallorbe, avec une pente douce (tronçon 4a Pk 24'500 – 16'900). A la confluence avec la Jougnenaz, le barrage du Day (Pk15'881) crée une retenue importante (tronçon 4b: lac du Miroir Pk16'900-15'881), puis le cours d'eau s'enfonce dans les gorges de l'Orbe, avec un débit réduit d'environ 21m³/s jusqu'au barrage du Chalet, la pente y est nettement plus forte. Le débit résiduel est subdivisé en deux : le tronçon 4c va jusqu'aux Clées (Pk 15'881-10'281), et le tronçon 4d va jusqu'au barrage du Chalet (Pk 10'281-4'987). Entre le barrage du Chalet et le barrage du Moulinet (tronçon 4e Pk4'987-Pk3'050), le cours d'eau subit des éclusées du barrage du Chalet. L'écoulement est cependant lenticulaire à partir du Pk 4'100, car la courbe de remous du Moulinet remonte jusque-là. Puis en aval de la traversée d'Orbe, le cours d'eau est endigué (tronçon 4f, Pk3'050-Pk0).

Rejoint par le Talent, en aval, la Thielle s'écoule en ligne droite jusqu'au lac de Neuchâtel (tronçon 5). Quelques 4 kilomètres avant de se jeter dans le lac, on observe une nouvelle cassure de pente, avec un élargissement du canal.

14.2.1 Courbe de débits classés

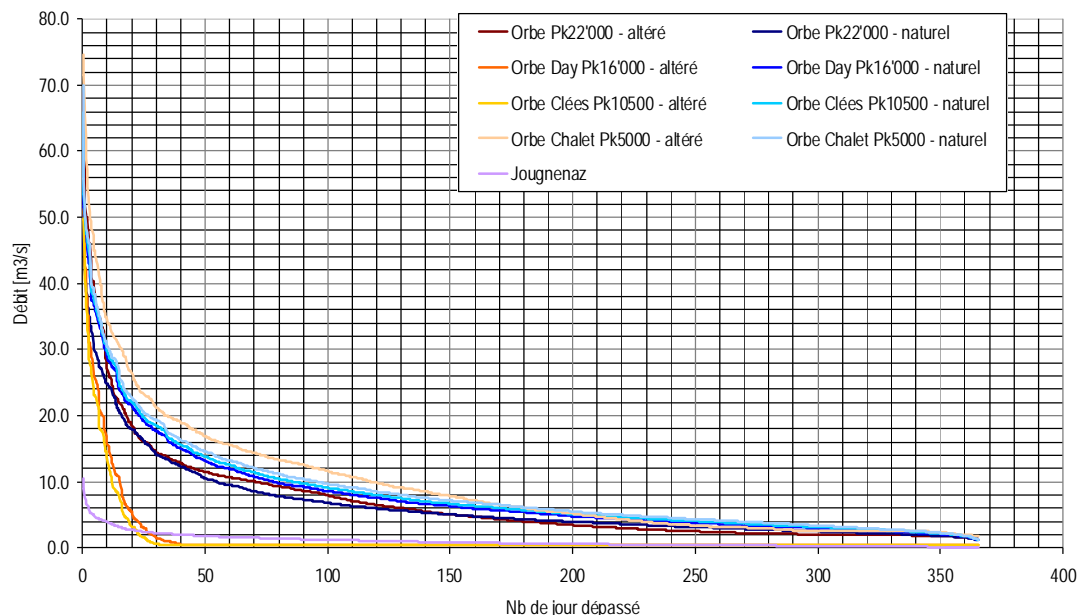


Figure 92: Courbe de débits classés - Orbe (station OFEV le Chalet et station historique de Lussery)

Pour le cas de l'Orbe, les analyses hydrologiques faites par le bureau E-dric dans le cadre du module éclusées ont pu être exploitées. Une modélisation hydrologique a été réalisée sur la base des données hydrologiques de la station OFEV du Chalet (Pk 4'987) ainsi que des données des installations hydroélectrique de Romande Energie (centrale de Dernier et du Day). On y distingue le débit "naturel", sans installation hydroélectrique, du débit "altéré", correspondant au débit ac-



tuel reconstitué. La courbe de débits classés de la Jougne est aussi issue de cette modélisation.

Pour la Thielle, la courbe de l'Orbe au niveau du Chalet a été utilisée comme référence en tenant compte de l'augmentation de taille du bassin versant. Les débits de pointes correspondent assez bien aux données connues (issu du rapport carte de danger). L'utilisation de la méthode de l'OFEV donnait un volume d'eau cumulé sur l'année plus petit que la station de l'Orbe (au Chalet), c'est pourquoi cette méthode a été écartée.

La gamme de débit considérée comme pertinente pour le bilan annuel du régime de charriage va du débit journalier moyen de temps de retour $T=20$ ans au débit dépassé 100(-200) jours par an. Pour l'Orbe, au barrage du Chalet (Pk 4'987), cela correspond à la gamme suivante:

$Q_{min} = 12.1 (- 5.8) \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{max} = 111 \text{ m}^3/\text{s}$

14.2.2 Granulométrie

Pour la granulométrie, trois points d'observations sont documentés, un banc de gravier en amont des Clées sur l'Orbe (Pk 11'200) et deux points sur la Jougne. Quelques observations de terrains sur l'évolution granulométrique sont décrites ci-après:

Le tronçon dans Vallorbe (4a) montre une granulométrie du lit plutôt grossière (des galets entre 5 et 10cm), les granulats sont très anguleux: on peut supposer qu'ils sont peu mis en mouvement, mais protège le lit contre l'érosion. En aval du seuil du prélèvement de l'installation UMV (Pk 19'600), quelques dépôts de sédiments sont visibles, signe d'une réduction ponctuelle de capacité, à priori sans conséquence importante sur le bilan de charriage.

En amont du barrage du Day (Pk15'881), dans le lac du Miroir (tronçon 4b), deux gammes de granulométrie très hétérogènes se côtoient: tout d'abord on remarque les blocs épars (env. 20 à 50cm de diamètres), et sur les berges on observe des lentilles de sédiments très fins (limons-argiles). Ainsi le tronçon amont n'apporte pas beaucoup de matériaux (inférieur à la capacité de transport), d'où l'apparition d'un pavage et, en parallèle, la présence du lac, génère une diminution de capacité qui fait déposer une grande partie des sédiments qui viennent combler le lac. A priori, le lac du Day n'est pas vidé plus d'une fois tous les 50ans, sa capacité est d'environ $515'000\text{m}^3$ exploitable. Il se remplit donc petit à petit des sédiments apportés par l'amont.

Dans les gorges de l'Orbe (tronçon 4c-4d), il est rare de rencontrer des bancs de gravier. Les quelques bancs présents sont composés d'une granulométrie fines (1-2 cm en moyenne), ces dépôts ont l'air momentanés, faisant suite à une crue par exemple. Puis en aval des Clées le secteur bien connus des marmites, sont le signe d'une géologie à forte composante calcaire peu propice à l'abondance de sédiments.

Dans le canal en aval d'Orbe (tronçon 4f, Pk 2'200), un pavage est bien visible.

La Jougne a une granulométrie plus étendue, avec la présence de bancs sur le tronçon en amont (lieu-dit St Maurice), et des dépôts importants en amont des ouvrages hydrauliques. On observe aussi un phénomène de pavage en aval de Jougne.

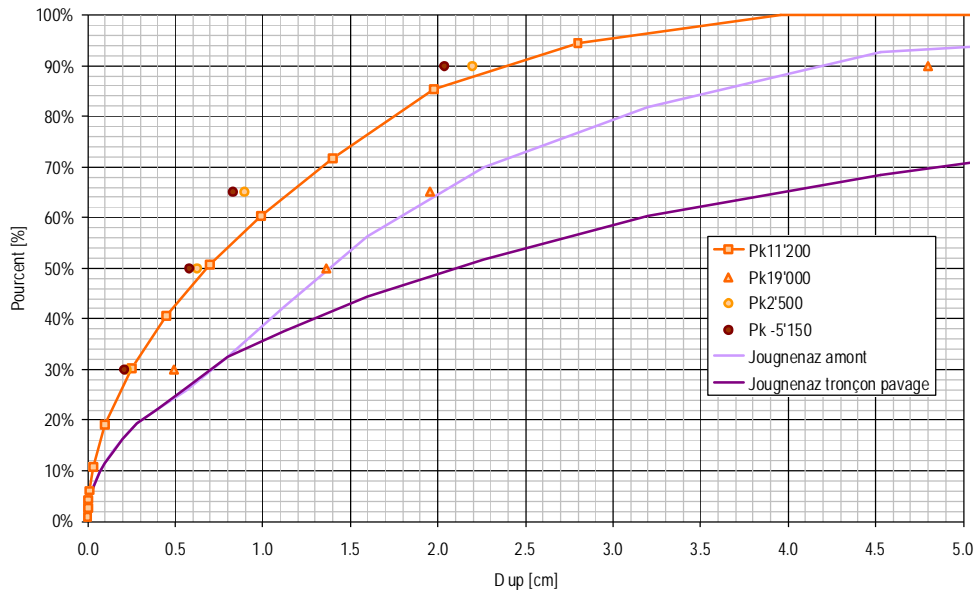
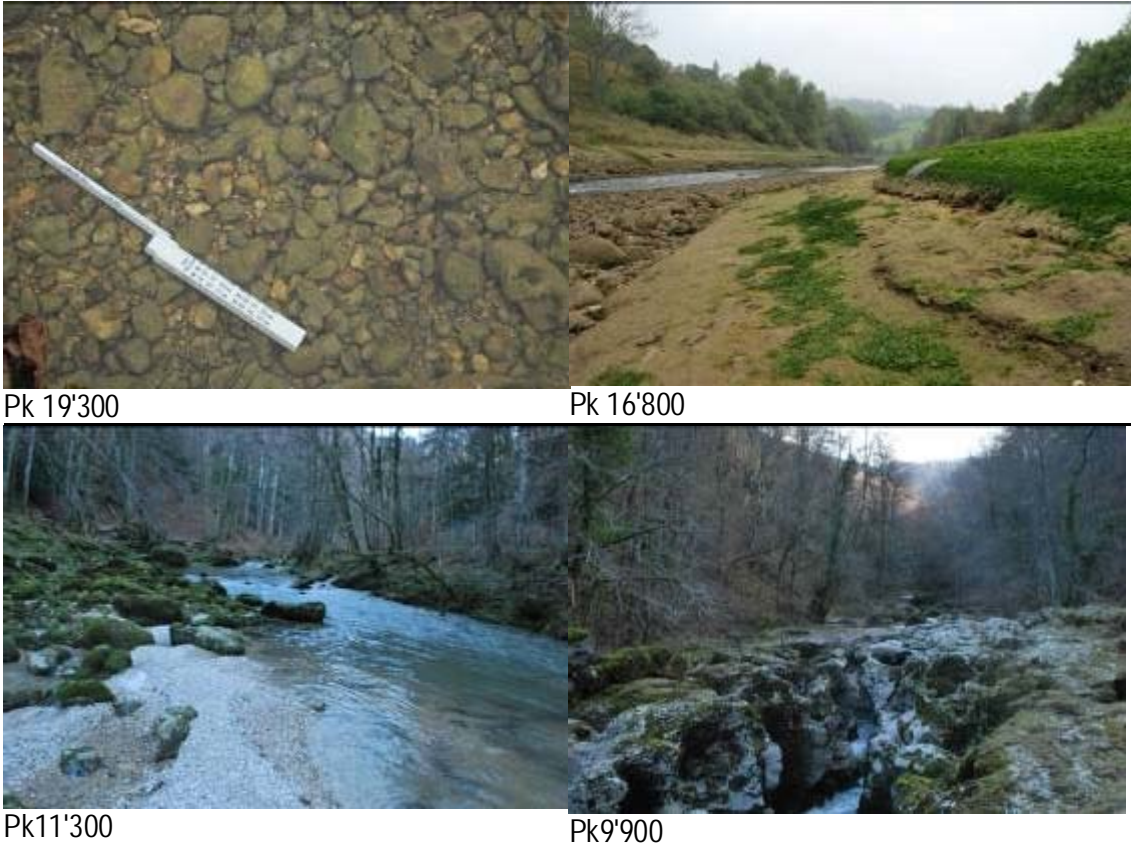


Figure 93: Evolution de la granulométrie le long du linéaire du cours d'eau





Pk2'500

Jougnez (amont d'une installation)

Figure 94: Photos des tronçons avec les granulométries caractéristiques (Orbe et Jougnez)

Les granulométries à l'aval de l'Orbe et sur la Thielle sont déduites sur la base du relevé, en tenant compte du phénomène d'abrasion (selon la loi de Sternberg).

14.2.3 Profil en long topographique

Les matériaux transportés depuis la tête de bassin versant sont stoppés dans le lac de Joux. Le secteur amont ne comporte, par ailleurs, aucune installation importante. Ainsi les tronçons amont ne sont pas considérés plus loin dans l'analyse. Seuls les tronçons 4 et 5 font l'objet d'une analyse de détail.

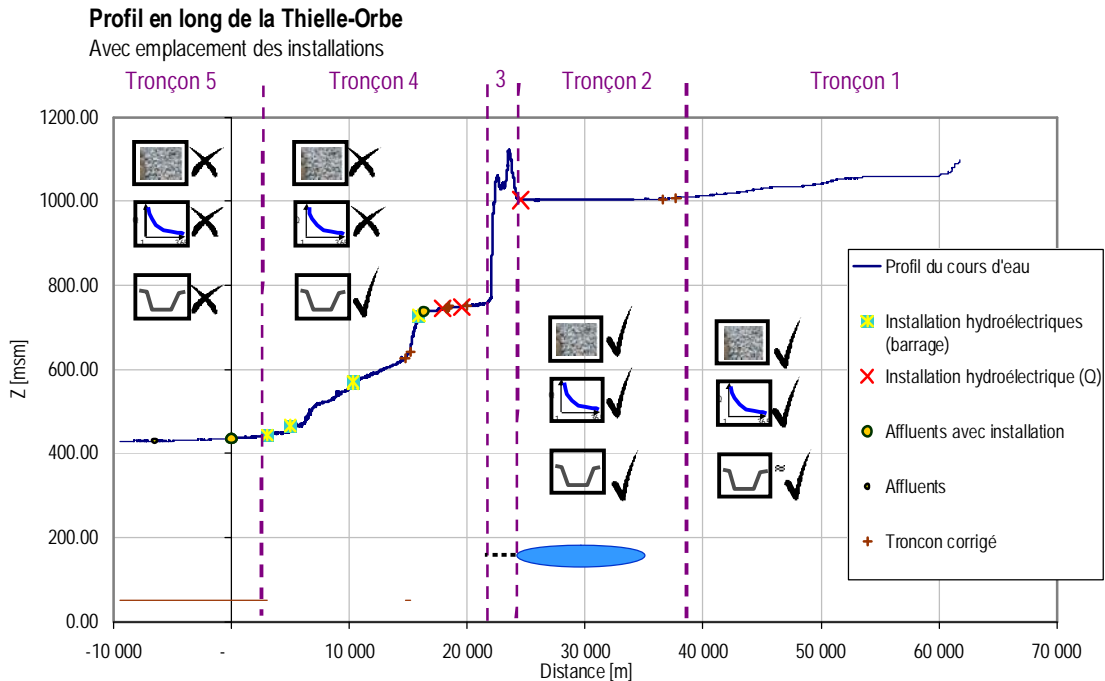


Figure 95: Profil en long de la Thielle et l'Orbe

14.2.4 Morphologie historique et actuel

La morphologie que l'on observe historiquement à Vallorbe montre un cours d'eau plus sinueux qu'aujourd'hui. La morphologie historique semble se rapprocher, pour ce secteur, d'une structure type méandre. Si le cours d'eau pouvait atteindre une largeur de régime (jusqu'à 50m de large) sa morphologie se rapprocherait d'une structure à bancs alternés.

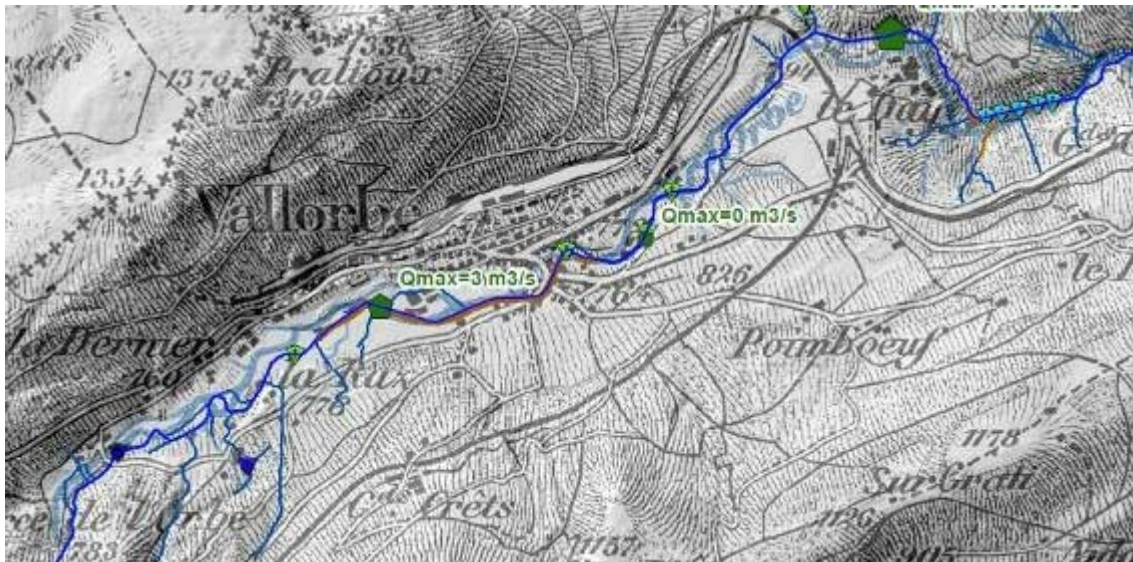


Figure 96: Carte historique (Dufour 1930) pour le secteur de Vallorbe

Le secteur des gorges a une structure plus de radier mouille, qui est défini par la structure géologique du secteur.

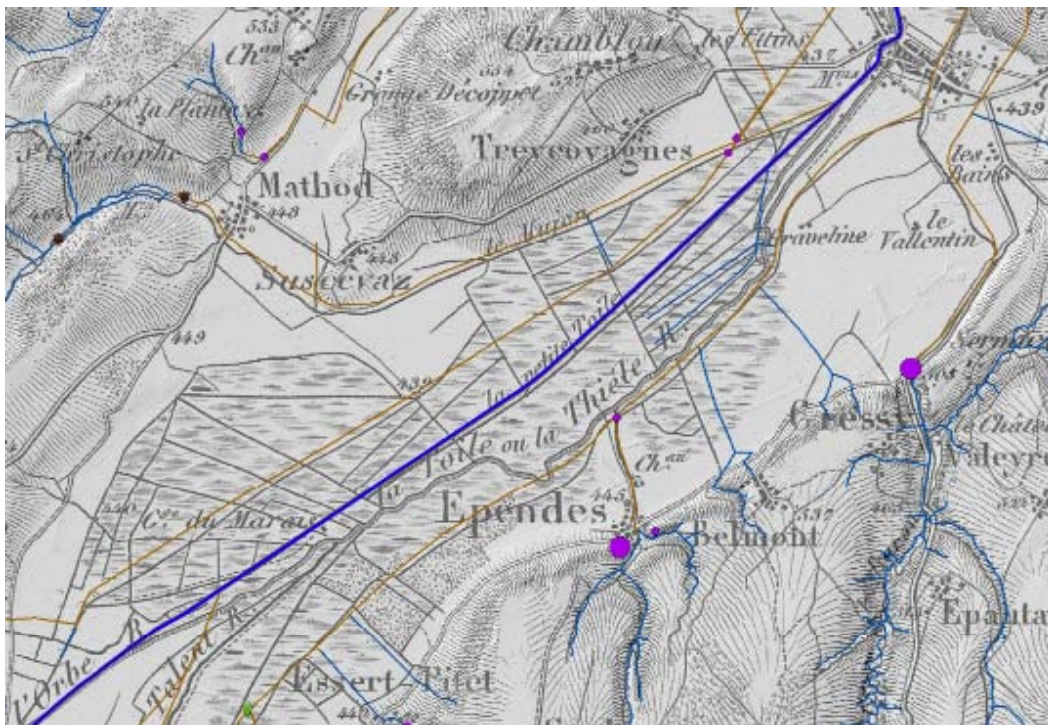


Figure 97: Carte historique (Dufour 1859) pour le secteur de la Thielle

Le secteur de la Thielle, sur la carte Dufour 1859, montre une morphologie type bancs alternés, avec une sinuosité moins marquée que sur l'Orbe en amont. A l'état naturel, on s'attend aussi à voir apparaître cette même morphologie.

14.3 Estimation de la charge solide

14.3.1 Estimation de la charge solide à l'état naturel (sans installation)

Pour calculer la situation naturelle, une question clé dans ce contexte est de savoir, quel est l'apport des affluents principaux, et de connaître la capacité du tronçon limitant sur la Thielle.

Pour la Jougnenaz, sur la base des relevés granulométriques il a été possible d'estimer une capacité de charriage. La situation actuelle montre un pavage important en aval des premières installations (sur France), il n'est donc pas aisé de savoir si la capacité de transport serait satisfaite sans installation. La présence de bancs de sédiment étant présent sur la plupart du linéaire, on estime que cette capacité serait satisfaite.

Pour le Talent, on sait que régulièrement (tous les 10 ans environ) des dépôts doivent être curés sur le lit majeur à la hauteur de Chavornay, lié aux crues, la composition est fine. Ainsi, il y a des apports conséquents de matériaux fins, le volume a été estimé grossièrement par comparaison.

La Thielle nécessite aussi occasionnellement un curage (tous les 30ans), mais ce phénomène n'est pas de la même ampleur que pour le Talent.

Affluent	Pk de la confluence	Estimation par comparaison [m ³ /an]	Volume d'apport capacité de transport NATUREL [m ³ /an]	Volume d'apport capacité de transport ACTUEL [m ³ /an]
Jougnenaz	16'300		3'000	300
Nozon	Affluent du Talent	200-500		
Talent	0	1'500-1'000		

Tableau 37: Capacité de transport et apports effectifs des affluents importants de l'Orbe

14.3.2 Estimation de la charge solide à l'état actuel (avec installation)

Pour estimer la capacité de charriage du tronçon 4a, en amont du barrage du Day, on croise deux approches: l'analyse du volume piégé en faisant une hypothèse sur la composition (part charriage/ transport total) des matériaux, le calcul de capacité de charriage théorique.

Pour le barrage du Day (Pk15'881), on estime que le barrage est curé tous les 50ans environ (une fois par concession, la dernière ayant eu lieu en 1992), le volume efficace de la retenue est de 515'000m³. L'enjeu est de connaître la composition des sédiments piégés. En parallèle, le calcul de capacité du tronçon dans Vallorbe (Pk 19'500) permet d'avoir un ordre de grandeur des volumes de charriage en provenance de l'amont. Ainsi on obtient une capacité de transport théorique de l'ordre de 1'000 m³/an. Si cette capacité était satisfaite, la part du charriage serait de l'ordre de 15%. Cet ordre de grandeur semble raisonnable. A priori au vu de la configuration du lac, tout le charriage est retenu par l'installation, et les vannes à 4m du fond ne suffisent pas pour mobiliser ce type de sédiment. Ainsi le lac du Miroir bloquerait les 1300m³/an arrivant de l'amont (Orbe et Jougnenaz confondu) à l'état actuel.

Le barrage du Chalet (Pk 4'987) a un fonctionnement en crue par déversement, la retenue a un volume de 100'000 m³. Ainsi on s'attend à ce qu'une grande partie du charriage soit bloqué. En prenant un taux de 20% de charriage dans le volume total stocké, et l'hypothèse que l'ouvrage n'est pas vidé plus souvent que tous les 50 ans, le volume retenu annuellement est de l'ordre de 400m³/an. Ceci implique que dans les gorges, il y ait un peu d'alimentation, on suppose que l'érosion et les apports des falaises fournissent 0.05 m³/ml. Selon nos observations, en effet les petits affluents dans les gorges sont sur sol calcaire (tuffe) et donnent peu d'apport en charriage.

Le barrage du Moulinet (Pk3'053) a subi des travaux importants récemment. Lors de ces travaux, le lit s'est incisé sur plusieurs mètres dans les sédiments meubles en amont de la retenue. Ainsi ce barrage n'était pas transparent au charriage, malgré des évacuateurs de crues de grandes dimensions. On estime toutefois que la part retenue à cet endroit est moindre par rapport à l'influence des installations amont.

Pour le Talent, la même valeur qu'à l'état naturel est reprise; l'ordre de grandeur du charriage se base sur une comparaison de taille de bassin versant par rapport à la Jougnenaz (pas de calcul de capacité). Pour la Jougnenaz, on sait aussi que le barrage du Pontet subit les mêmes types de problème que les barrages du Day et du Chalet, avec des dépôts fins et importants. En longeant le linéaire de cet affluent on voit que plusieurs installations comprennent des retenues, ayant certainement une influence sur le charriage. On estime donc que 10% de la capacité de charriage théorique peut transiter au travers des installations jusqu'au barrage du Day.

14.3.3 Estimation du débit de charriage nécessaire

Pour le charriage nécessaire, l'analyse basée sur le type de morphologie a été utilisée pour estimer ces volumes, selon la même méthodologie décrite dans le cas pilote de la Muota (cf. §10.3.3).

CE	PK	Bfond m	B (régime) m	Dm m	Morphologie	Charriage nécessaire (actuel)		Charriage nécessaire (régime)	
						min	max	min	max
Orbe	19 500	18	49	0.020	3	190	580	2100	5700
Orbe	11 300	12	54	0.010	3	90	260	3600	10700
Orbe	2 500	18	62	0.009	2	200	600	3400	9100
Thielle	-5 500	14	75	0.008	3	100	400	5100	13500
Jougnenaz am.	16 300	3	15	0.020	1	0	0	300	900
Jougnenaz aval	16 300	7	16	0.020	1	40	120	300	900
Moyenne tronçon de plaine						150	450	3'500	10'000

Tableau 38: Estimation du bilan de charriage nécessaire

On voit qu'à l'état actuel, les volumes nécessaires sont relativement faibles, notamment en raison de la faible largeur du cours d'eau.

La détermination de la largeur naturelle par le calcul de la largeur de régime (méthode de Parker) donne une largeur pour l'Orbe de l'ordre de 60 à 75 m. Ces valeurs semblent trop élevées en comparaison avec les cartes historiques. Les volumes de charriage nécessaires à l'état naturel sont basés, dans la note analyse, sur la largeur de régime. Cette dernière étant surévaluée, les débits de charriage nécessaires le sont également. Il est, en effet, impossible à la Thielle dans la partie basse de faire transiter 3'500 à 10'000 m³/a. Dans ce secteur, on considère donc que le charriage nécessaire correspond à la capacité de transport à l'état naturel. On considère que la largeur naturelle de l'Orbe Thielle est d'environ 20-25m, basé sur les cartes historiques.

14.3.4 Etablissement du profil en long de charriage - Bilan de transport solide

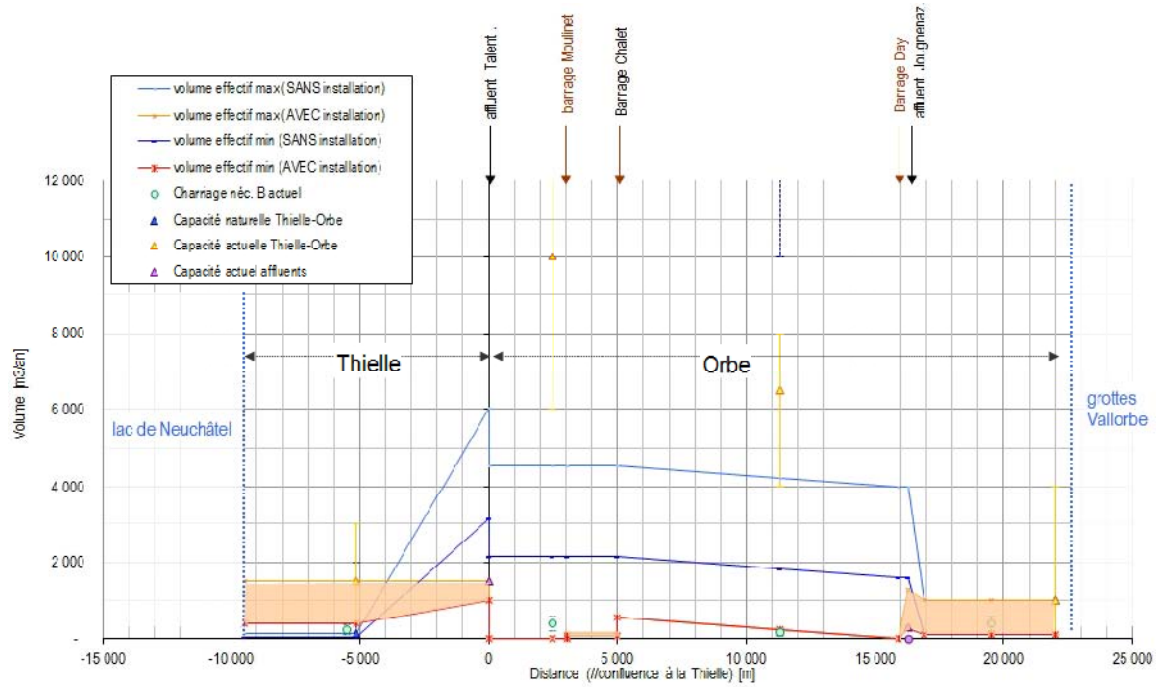


Figure 98: Profil en long de charriage de l'Orbe et la Thielle

14.4 Description des tronçons avec atteintes

Etant donné les faibles volumes charriés à l'état actuel en amont, et les faibles apports de l'affluent la Jougnenaz, les 1300m³/an retenu au barrage du Day (Pk15'881) génère une atteinte très prononcée jusqu' aux Clées (Pk 10'881), l'atteinte devient notable jusqu'à l'installation du Chalet (Pk 4'987). A la confluence avec le Talent, l'atteinte devient notable. L'atteinte devient nul au moment où la capacité à l'état naturel est limitante.

Km Début	Km Fin	N °	Nom Tronçon	Degré atteinte	At-teinte grave	Installation respon-sable	Description	Explication sur l'atteinte	Potentiel écolo-gique	Nécessité d'assainir
16 881	15 881	4b	Orbe lac barrage du Day	très prononcé	X	Barrage du Day avec réduction du débit	blocage du 100% du charriage	Piégeage important et mode d'entretien incertain	Moyen	Oui
15 881	10 881	4c	Orbe aval installation du Day	très prononcé	X		réduction du débit et blocage du charriage	Tronçon des gorges avec peu d'alimentation	Moyen	Oui
10 881	4 987	4d	Orbe aval Montchérand	prononcé	X			L'atteinte est réduite par la distance à la source de l'atteinte	Moyen	Oui
4 987	3 053	4e	Orbe aval installation Chalet	très prononcé	X	Barrage du Chalet	Piégeage important et mode d'entretien incertain	Piégeage important et mode d'entretien incertain	Moyen	Oui
3 053	-	4f	Orbe aval installation Moulinet	très prononcé	X	Barrage du Moulinet	Piégeage moins important mais pas de recharge possible	Piégeage moins important mais pas de recharge possible	Elevé	Oui
0	-5 510	5a	Thielle	prononcé	X	Barrages sur l'Orbe	-	Réduction de l'atteinte grâce aux apports des affluents	Moyen-élevé	Oui
-5 510	-9 450	5b	Thielle aval	nul				Réduction de l'atteinte, tronçon limitant à l'état naturel	Moyen-élevé	Non

Tableau 39: Résumé de l'analyse des tronçons de cours d'eau

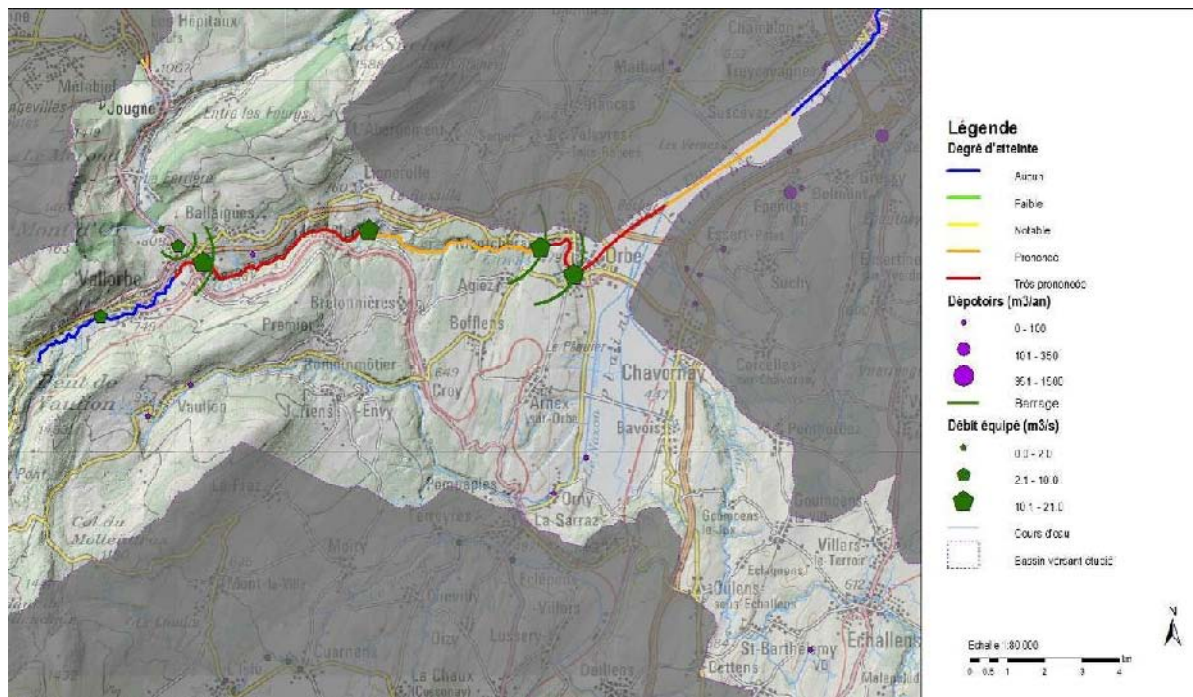


Figure 99: Carte de l'évaluation des atteintes au régime de charriage par tronçon – L'Orbe-Thielle



14.5 Rôle des installations pour la protection contre les crues

Etant donné qu'on voit qu'à l'état naturel, le tronçon aval est limitant au sens de la capacité de transport du charriage, la retenue des sédiments dans les installations de l'Orbe a un effet positif pour la protection contre les crues, même si ces ouvrages n'ont pas été conçus dans ce but.

14.6 Impact sur les eaux souterraines

Le tronçon en aval du Day (Pk 15581-10281) touche une nappe phréatique karstique (S2-S3), sur 1,5km. Ce tronçon se situe dans les gorges, qui sont prédominées par du calcaire. Le régime de charriage n'aura pas d'impact sur la nappe à cet endroit.

Le tronçon en aval du Moulinet (Pk 3053-0) croise une zone S2-S2 sur quelque 200m (puit d'alimentation d'Orbe à -10m environ), qui se situe sur des dépôts de cônes d'alluvion historique. Dans ce secteur le lit est relativement colmaté, le décolmatage de celui-ci pourrait générer une reconnexion avec la nappe. Si les mesures modifient le substrat du lit (mobilisation massive des sédiments, ou revitalisation), une vérification d'une atteinte potentielle devrait être faite. A priori le régime de charriage n'aura pas d'impact sur la nappe à cet endroit au vu de la profondeur de la nappe captée.

14.7 Potentiel écologique

Le potentiel écologique que le tronçon (4b) de la retenue du Day revêtirait dans un état de référence théorique après réparation des atteintes est également **moyen** (maintien du barrage et de la production hydroélectrique).

Le potentiel écologique des gorges de l'Orbe entre le barrage du Day et Les Clées (tronçon 4c) dans un état de référence théorique après réparation des atteintes est **moyen** (maintien des barrages, des débits résiduels et pas d'accès pour la truite lacustre). A noter que le potentiel écologique et paysager a été évalué comme **important** sur 2.5 km en aval du barrage du Day dans le volet "revitalisation" (note de 9 à 10 sur 12). Cette différence d'évaluation est liée à la prise en compte d'un espace d'analyse de 200 m de large de part et d'autre du cours d'eau et de 4 sous-critères (connexion, habitat, paysage, protection). Dans ce cas-ci, il n'y a pas de sites protégés au niveau fédéral ni de zones piscicoles importantes (ex. frayère d'ombres), mais les autres critères obtiennent la note maximale.

Le potentiel écologique des gorges de l'Orbe entre les Clées et la centrale du Chalet (tronçon 4d) dans un état de référence théorique après réparation des atteintes est également **moyen** (maintien des barrages, des débits résiduels et accès limités pour la truite lacustre). Ici aussi, le volet revitalisation évalue le potentiel écologique et paysager comme **important** (note de 9 sur 12). Ici aussi, il n'y a pas de sites protégés au niveau fédéral ni de zones piscicoles importantes (ex. frayère d'ombres), mais les critères paysage et habitat obtiennent la note maximale et le potentiel de connectivité est considéré comme moyen (liaison biologique amphibie d'importante régionale).

Le potentiel écologique actuel de l'Orbe entre la centrale du Chalet et le barrage des Moulinets (tronçon 4e) peut être considéré comme **moyen**. La valeur naturelle et paysagère du cours d'eau est moindre que dans les gorges en amont, mais l'on trouve potentiellement sur ce tronçon des sites de frai pour la truite lacustre (espèce menacée) et l'ombre (espèce vulnérable) dont la fonctionnalité est limitée par les effets des aménagements hydroélectriques (rejet centrale du Chalet et retenue du barrage des Moulinets). La réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme avec des moyens proportionnés ne permettrait pas d'obtenir un potentiel écologique élevé sur ce tronçon.



Le potentiel écologique de l'Orbe entre le barrage des Moulinets et l'embouchure du Talent (tronçon 4f) peut être considéré comme **élevé**. Ce potentiel correspond à l'importance écologique que ce tronçon artificiel pourrait revêtir après réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme avec des moyens proportionnés. Ce tronçon renferme des sites de frai pour la truite lacustre (espèce menacée) et l'ombre (espèce vulnérable) et une zone OROEM qui englobe le cours de l'Orbe sur un peu plus de 1 km. A noter que le volet revitalisation évalue le potentiel écologique et paysager de ce tronçon comme moyen (note de 5 à 7 sur 12). Cette différence s'explique car le critère paysage de ce tronçon a obtenu une note 0 (pas d'objets) et le critère sites protégés a obtenu une note comprise en 0 et 2 (zone OROEM).

Le potentiel écologique que la Thielle (tronçon 5) pourrait revêtir après réparation d'une partie des atteintes causées par l'homme avec des moyens proportionnés peut être considéré comme **moyen à élevé**.

14.8 Atteinte faune-flore

Pour l'Orbe situé en aval du barrage du Day (tronçon 4c et 4d), l'atteinte à la faune et à la flore est liée principalement à l'artificialisation du régime hydrologique (tronçon à débit résiduel) et à la très forte réduction des volumes de matériaux charriés. De plus, la présence de seuils artificiels (par exemple: ancienne prise d'eau des Clées) perturbe la libre circulation des truites. Les études réalisées dans le cadre de l'assainissement des débits résiduels ont relevé un déficit en charriage important avec pour conséquence un pavage du lit avec des galets qui est défavorable à la reproduction de la truite.

Entre le barrage du Chalet et le barrage des Moulinets (tronçon 4e), les atteintes à la faune et à la flore sont principalement liées au régime d'éclusées de Montcherand répercuté par la centrale du Chalet et à la zone lenticule qui se forme en amont du barrage des Moulinets jusqu'à la passerelle du Puisoir. Le déficit en charriage est un facteur limitant secondaire qui affecte de manière limitée la qualité biologique du cours d'eau et le succès du frai des truites.

En aval du barrage des Moulinets (tronçon 4f et 5), les principales atteintes à la faune et à la flore sont liées à l'endiguement du cours d'eau et au régime d'éclusées généré par la centrale de Montcherand répercuté par la centrale du Chalet. Ici aussi, le déficit en charriage est un facteur limitant secondaire qui affecte de manière limitée la qualité biologique du cours d'eau et le succès du frai des truites.

14.9 Nécessité d'assainissement

Les installations du Day (Pk15'881), du Chalet (Pk 4'987), du Moulinet (Pk3'053) nécessitent un assainissement. L'installation sur la Jougnenaz, dit le Pontet, a aussi un impact concret sur le transport solide dans l'Orbe, en bloquant les sédiments de l'affluent.

Identifiant	Nom	Gravité de l'atteinte des tronçons touchés (régime)	Atteinte faune-flore	Charrage prépondérant	Potentiel écologique des tronçons touchés	Interaction avec les eaux souterraines	L'altération péjore la protection contre les crues	Nécessité d'assainir
08-015'881-2	Day	Très prononcé-prononcé	Oui	Oui	Moyen	non	Oui indirectement	Oui
08-004'987-2	Chalet	Très prononcé	Oui	(Oui)	Moyen	non	Oui indirectement	Oui
08-003'053-1	Moulinet	Très prononcé-prononcé	Oui	(Oui)	Elevé	non	Oui indirectement	Oui
08-016800-2	Pontet (Jougnenaz)	Très prononcé	Oui	Oui	-	non	Oui indirectement	Oui

Tableau 40 : Conclusion sur la nécessité d'assainir les installations sur l'Orbe

14.10 Synergie avec d'autres modules des planifications/ opportunité

Pour le tronçon chenalisé, il est possible qu'une mesure de revitalisation soit proposée. Elle aurait une incidence sur l'équilibre sédimentaire du cours d'eau.

Pour des questions sécuritaires, le rétablissement du transit de charriage devrait obligatoirement s'accompagner d'une mesure de revitalisation multi-objectif, par exemple sous forme d'un élargissement, permettant de gérer la quantité de sédiment transitant dans la plaine de l'Orbe jusqu'au lac de Neuchâtel.

Aucune autre synergie n'est identifiée, ni avec le module éclusée, ni avec le module migration piscicole.

A l'échelle du bassin versant, une coordination des mesures est souhaitable, étant donné que plusieurs installations hydroélectriques se suivent avec un effet global et individuel. Des mesures combinées ont par ailleurs été évaluées dans ce but.

14.11 Mesure d'assainissement

14.11.1 Mesures envisageables

Barrage à accumulation du Day (08-015'881-2)

Pour le barrage du Day, 3 types de mesure sont évaluées:

code	Variante	Type	Détail
2.e.3	A	Génération de crue artificielle	Crue morphogène type Q_{1j} (1Mm^3 , $50\text{m}^3/\text{s}$), sans apport de sédiments supplémentaires
2.e.2	B	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage	Ajout par camion ($300\text{m}^3/\text{an}$), sans augmentation de la dynamique hydrologique (déversement équivalent 11% par an)
2.c.2	C	Construction d'un ouvrage de dérivation pour les sédiments	Transit des sédiments par conduite forcée et pré-barrage, et purge annuelle

La variante A a pour but principal de générer plus de dynamique sur le tronçon à débit résiduel, par la création de crue artificielle.

La variante B consiste à ajouter des sédiments au pied du barrage. La variante B qui est évaluée prend en compte que les sédiments sont prélevés par extraction mécanique en tête des lacs du Pontet et Miroir, puis transporté par camion jusqu'au pied du barrage. Une route d'accès devrait être consolidée pour accéder au point de restitution des crues (cf. Figure 100).



Figure 100: Accès au pied du barrage du Day (prolongement de route nécessaire)

La variante B pourrait trouver une alternative technique intéressante : le pompage des sédiments en tête de retenue avec évacuation par le biais de l'évacuateur de crue en période de déversement (variante B bis). Le principe reste équivalent pour cette étape d'évaluation.

La variante C a pour objectif de pérenniser le lac de retenue tout en rétablissant le charriage nécessaire sur le tronçon aval, par la construction d'un ouvrage de dérivation. Effectivement le lac est utilisé pour de la production d'énergie de pointe, il est donc nécessaire de garantir un volume de stock sur le long terme.

La réactivation des purges n'est pas proposée au vu des expériences antécédentes très négatives (cf. expérience de 1992). Si elles étaient par la suite réfléchies, un curage préventif du lac devra être intégré, afin de limiter les atteintes au milieu, en lien avec les matières en suspension.

Par ailleurs à l'horizon du renouvellement de concession (en 2034), une réflexion de palier entre le lac de Joux et le lac Léman pourrait voir le jour. Ce nouveau projet permettrait d'envisager d'autres solutions techniques pour assainir le charriage, étant donné que la présence du lac de retenue du Miroir ne serait plus autant cruciale pour la production hydro-électrique. L'échelle

temporelle de cette mesure sort du cadre de cette étude, elle n'est donc que mentionnée à titre indicatif.

Barrage à accumulation du Chalet (08-004'987-2)

Pour le barrage du Chalet, 3 types de mesure sont évaluées:

code	Variante	Type	Détail
2.e.3	A	Génération de crue artificielle	Crue morphogène type Q_{1j} (volume: $1Mm^3$, Q_{pointe} : $50m^3/s$), sans apport de sédiments supplémentaires.
2.c.1	B	Transformation du barrage - construction des vannes de fond + purge	Modification des vannes de fond pour favoriser la mobilisation des sédiments en situation de purge (hypothèse: gain = $+300m^3/an$), et purge annuelle pendant crue naturelle ($0.5Mm^3$, $50m^3/s$)
2.e.2	C	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage	Prélèvement de gravier en tête du barrage du Pontet ($10-20m^3/an$) et restitution au pied du barrage du Chalet pour maintenir les zones de fraies (truite lacustre,...)

La variante A vise à augmenter la dynamique sur le tronçon à débit résiduel en amont du barrage du Chalet.

Etant donné la configuration du lac, la mise en place de purge semble pouvoir répondre aux exigences hydrauliques permettant la mobilisation du charriage. La variante B consiste à équiper le barrage des ouvrages de contrôle permettant une telle action. Lors des travaux de construction de vannes de fond, un curage du lac sera à prévoir, afin de limiter les effets négatifs liés aux matières en suspension actuellement stockées dans le lac.

Pour satisfaire le besoin des frayères en aval, une mesure ponctuelle permet de satisfaire cet objectif, en fournissant quelques dizaines m^3/an de gravier. La variante C s'appuie sur cet objectif.

Barrage au fil de l'eau du Moulinet (08-003'053-1)

code	Variante	Type	Détail
1.e.1	A	Abaissement du niveau de la retenue et génération de crue artificielle (localement)	Crue morphogène type Q_{1j} ($1Mm^3$, $50m^3/s$), sur le Moulinet, sans apport de sédiments supplémentaires, et revitalisation en aval
1.e.1	B	Abaissement du niveau de la retenue et génération de crue artificielle (sur tout le linéaire)	Crue morphogène type Q_{1j} ($1Mm^3$, $50m^3/s$), sur tout le linéaire, sans apport de sédiments supplémentaires, et revitalisation en aval
1.e.1 - 1.e.5	C	Abaissement du niveau de la retenue et génération de crue artificielle (sur tout le linéaire), et curage par trax	Crue morphogène type Q_{1j} ($1Mm^3$, $50m^3/s$), sur tout le linéaire, avec curage par trax, et revitalisation en aval

Le barrage du Moulinet est équipé de clapets, ainsi une optimisation de leur fonctionnement est proposée.

Barrage à accumulation du Pontet (Jougnez 08-016'800-2)

Pour le barrage du Pontet, 3 types de mesure sont évaluées:

code	Variante	Type	Détail
2.e.3	A	Génération de crue artificielle	Crue morphogène type Q_{1j} (1Mm^3 , $50\text{m}^3/\text{s}$), sans apport de sédiments supplémentaires
2.c.2	B	Construction d'un ouvrage de dérivation pour les sédiments	Transit des sédiments par conduite forcée et pré-barrage, et purge annuelle (restitution en aval du Day)
2.e.2	C	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage	Prélèvement de gravier en tête du barrage du Pontet ($150\text{-}300\text{m}^3/\text{an}$) et restitution au pied du barrage du Day

Les impacts du barrage du Pontet sont étudiés pour le tronçon entre le Day et le Chalet, étant donné que l'objectif est d'assainir l'Orbe (cours d'eau cible) et non la Jougnez en tant que tel (affluent). Le tronçon à l'aval du barrage du Pontet (sur l'affluent de la Jougnez) est par ailleurs très court (500m), il est court-circuité par un barrage hors service 300m avant la restitution dans le barrage du Day, formant un lac. Il n'y a donc que peu d'intérêt à rétablir le charriage sur le tronçon de la Jougnez.

Mesures groupées sur l'Orbe

Afin d'évaluer l'impact sur tout le linéaire et entamer une réflexion sur tout le linéaire, les meilleures variantes de chaque installation sont comparées ou ainsi que des variantes combinées:

code	Variante	Type	Détail
2.e.2	A	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage du Day	Ajout par camion ($300\text{m}^3/\text{an}$), sans augmentation de la dynamique hydrologique (déversement équivalent 11% par an)
2.c.2	B	Construction d'un ouvrage de dérivation (Pontet+Day)	Transit des sédiments par conduite forcée et pré-barrage (hypothèse: gain = $+1'000\text{m}^3/\text{an}$), et purge annuelle pendant crue naturelle (0.5Mm^3 , $50\text{m}^3/\text{s}$)
2.c.1	C	Transformation du barrage du Chalet (vanne de fond) + mesure revit (Thielle)	Modification des vannes de fond pour favoriser la mobilisation des sédiments en situation de purge (0.5Mm^3 , $50\text{m}^3/\text{s}$), sans apport de sédiments supplémentaires
2.e.3	D	Génération de crue artificielle	Crue morphogène type Q_{1j} (1Mm^3 , $50\text{m}^3/\text{s}$), sans apport de sédiments supplémentaires

14.11.2 Evaluation des mesures

Barrage à accumulation du Day

Efficacité de la mesure	Variante A	Variante B	Variante C
	Génération de crue artificielle régionalisée	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage	Construction d'un ouvrage de dérivation pour les sédiments
Pronostic de performance (charriage)	Bonne	Bonne	Très bonne
Portée de la mesure	Bonne	Bonne	Très bonne
Synthèse de l'efficacité de la mesure	Bonne	Bonne	Très bonne

Evaluation - Critères prioritaires	Génération de crue artificielle régionalisée	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage	Construction d'un ouvrage de dérivation pour les sédiments
A) Degré de gravité de l'atteinte	pas favorable	favorable	favorable
B) Potentiel écologique	neutre	favorable	neutre
C) Proportionnalité des coûts	neutre	favorable	pas favorable
D) Intérêt de la protection contre les crues	neutre	pas favorable	pas favorable
E) Politique énergétique	pas favorable	neutre	neutre

La variante A (crue artificielle) est facile à mettre en œuvre, sur le tronçon à débit résiduel, elle augmente la dynamique hydrologique et donc mobilise le charriage existant. Cependant des pertes pour la production hydroélectrique sont à prévoir et devrait être intégré dans la gestion des débits de dotation. Un suivi de l'état des gorges serait souhaitable pour s'assurer que le lit ne se fige pas par l'absence d'apport supplémentaire de charriage (pavage voire incision).

La variante B (ajout de sédiment) permettrait d'augmenter la dynamique dans les gorges. Le tronçon assaini s'arrête au barrage du Chalet. Pour assurer la faisabilité de cette mesure, l'accessibilité au pied du barrage doit être garantie, permettant de faire transiter des poids-lourds.

La variante B bis (prélèvement par succion en tête du lac du Miroir et restitution par l'évacuateur de crue) n'est pas évaluée de manière distincte. Les performances sont équivalentes à la variante B, avec comme intérêt qu'elle règle le problème du transport par voie terrestre des sédiments. La performance technique de la variante B bis devra être vérifiée (taux de granulométrie grossière, et densité de sédiments dans le tronçon de restitution).

La variante C (construction d'un ouvrage de dérivation) coûtera cher, mais rend la retenue du Miroir pérenne. Le tronçon assaini s'arrête également au barrage du Chalet.

Le projet de palier entre le lac de Joux et le lac Léman à l'horizon 2034-2035 pourrait ouvrir de nouvelles perspectives pour résoudre le problème d'atteinte au régime de charriage. Le projet n'est pas assez avancé et n'entre pas dans le calendrier des planifications stratégiques, mais il est intéressant d'intégrer cette réflexion pour une perspective à long terme.

Barrage à accumulation du Chalet

Efficacité de la mesure	Variante A	Variante B	Variante C
	Génération de crue artificielle régionalisée	Modification des vannes de fond + crue (purge) + revit	Ajout de sédiment (10-20m ³ /an) au pied du barrage
Pronostic de performance (charriage)	Faible	Très bonne	Bonne
Portée de la mesure	Bonne	Très bonne	Bonne
Synthèse de l'efficacité de la mesure	Bonne	Très bonne	Bonne

Evaluation - Critères prioritaires	Génération de crue artificielle régionalisée	Modification des vannes de fond + crue (purge) + revit	Ajout de sédiment (10-20m ³ /an) au pied du barrage
A) Degré de gravité de l'atteinte	neutre	favorable	neutre
B) Potentiel écologique	neutre	favorable	favorable
C) Proportionnalité des coûts	pas favorable	neutre	neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues	neutre	pas favorable	neutre
E) Politique énergétique	pas favorable	neutre	neutre

La variante A (crue artificielle régionalisée) est facile à mettre en œuvre; elle augmente la dynamique du lit pour le tronçon à débit résiduel en amont (entre le Day et Chalet) et non pour le tronçon concerné par l'installation (d'où une performance neutre pour les critères A et B, charriage et potentiel écologique). Cette variante n'apporte pas de solution sur la rétention des sédiments ni pour la pérennisation des retenues. Elle génère un manque à gagner pour la production d'électricité de l'ordre de 500'000KWh/an selon les premières estimations.

La variante B (modification des vannes de fonds) améliore le transit des sédiments, pour une retenue relativement petite (gain en charriage). Un curage préliminaire du lac est à prévoir pour éliminer la grande quantité de sédiments fins que l'on présume être actuellement stockée. Quoique le coût soit élevé, le pronostic de performance est très bon également, la variante a un rapport neutre coût-efficacité.

La variante C (ajout de sédiment pour la fraie) a une portée limitée, cependant le tronçon concerné est très intéressant pour la fraie de la truite lacustre. Cette variante répond aux conséquences sans rétablir les causes, ne rendant pas les retenues pérennes en n'améliorant pas le transit naturel du charriage.

Des investigations supplémentaires sont souhaitables pour mieux comprendre les tenants et aboutissant sur l'Orbe (composition des retenues, apports exactes des tronçons amonts,...).

Barrage au fil de l'eau du Moulinet

Efficacité de la mesure	Variante A	Variante B	Variante C
	Abaissment du niveau d'eau du lac en crue + revitalisation	Abaissment du niveau d'eau du lac en crue + crue artificielle en amont + revitalisation	Abaissment du niveau d'eau du lac en crue avec curage + crue artificielle en amont + revitalisation
Pronostic de performance (charriage)	Faible	Faible	Faible
Portée de la mesure	Bonne	Bonne	Bonne
Synthèse de l'efficacité de la mesure	Faible	Faible	Bonne

Evaluation - Critères prioritaires	Abaissment du niveau d'eau du lac en crue + revitalisation	Abaissment du niveau d'eau du lac en crue + crue artificielle en amont + revitalisation	Abaissment du niveau d'eau du lac en crue avec curage + crue artificielle en amont + revitalisation
A) Degré de gravité de l'atteinte	neutre	favorable	favorable
B) Potentiel écologique	favorable	neutre	neutre
C) Proportionnalité des coûts	pas favorable	pas favorable	neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues	neutre	neutre	neutre
E) Politique énergétique	neutre	pas favorable	pas favorable

La variante A (abaissement des clapets) permet d'augmenter les vitesses dans le but de mobiliser les sédiments retenus. Cette mesure permet de rendre transparent l'exploitation au problème de charriage. La portée de la mesure est limitée, étant donné que la mobilisation des sédiments se fait sur le tronçon amont du Moulinet. Ainsi la performance est faible.

La variante B (abaissement des clapets et crue artificielle), permet de rendre l'installation transparente au charriage et permet de dynamiser le tronçon des gorges sans apporter de solution sur le blocage des sédiments ni sur la pérennisation des retenues.

La variante C (variante B + curage actif) peut permettre d'assurer un transit du charriage efficace, si, après analyse approfondie, la variante B n'offrirait pas de condition suffisante pour mobiliser le charriage. Comme les autres variantes, la portée de cette mesure reste limitée face au tronçon à assainir en amont. Une variante agissant sur tout le linéaire sera souhaitable pour assainir cette installation.

Barrage à accumulation du Pontet

	Variante A	Variante B	Variante C
Efficacité de la mesure	Génération de crue artificielle régionalisée	Construction d'un ouvrage de dérivation pour les sédiments	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage du Day (300m ³ /an)
Pronostic de performance (charriage)	Bonne	Très bonne	Bonne
Portée de la mesure	Bonne	Bonne	Bonne
Synthèse de l'efficacité de la mesure	Bonne	Très bonne	Bonne

Evaluation - Critères prioritaires	Génération de crue artificielle régionalisée	Construction d'un ouvrage de dérivation pour les sédiments	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage du Day (300m ³ /an)
A) Degré de gravité de l'atteinte	neutre	favorable	favorable
B) Potentiel écologique	neutre	neutre	favorable
C) Proportionnalité des coûts	neutre	neutre	favorable
D) Intérêt de la protection contre les crues	neutre	pas favorable	pas favorable
E) Politique énergétique	pas favorable	favorable	neutre

La variante A (crue artificielle) permet d'augmenter la dynamique du lit sur les tronçons à débits résiduels (actuellement les déversements ont lieu 20 j par an pour la Jougnenaz, et 50j par an en aval du Day). Elle ne résout pas le problème du blocage des sédiments dans les retenues.

La variante B (construction d'un ouvrage de dérivation) permet de recharger en sédiment les gorges de l'Orbe et de rendre pérenne la retenue du barrage. La faisabilité technique doit encore être vérifiée plus en détail.

La variante C (ajout de sédiment en aval du Day) répond au besoin de rétablir le charriage dans le tronçon des gorges, il génère sur le long terme une potentielle aggravation du remplissage du barrage du Chalet (relaté dans le critère D: protection contre les crues et sécurité). Cette variante a un bon rapport coût efficacité, elle ne résout cependant pas le problème de comblement des retenues sur l'Orbe.

Mesures combinées

Etant donné l'importance du cours d'eau et le nombre d'ouvrage une réflexion à l'échelle du bassin versant s'avère intéressante, de manière à identifier les mesures les plus pertinentes à l'échelle du tronçon entre le barrage du Day et le lac de Neuchâtel.

	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Efficacité de la mesure	Ajout de sédiment 300m ³ /an en aval du Day	Construction d'un ouvrage de dérivation (Pontet+Day)	Transformation du barrage du Chalet + mesure revit (Thielle)	Génération de crue artificielle
Pronostic de performance (charriage)	Bonne	Très bonne	Très bonne	Bonne
Portée de la mesure	Très bonne	Très bonne	Bonne	Bonne
Synthèse de l'efficacité de la mesure	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Bonne

Evaluation - Critères prioritaires	Ajout de sédiment 300m ³ /an en aval du Day	Construction d'un ouvrage de dérivation (Pontet+Day)	Transformation du barrage du Chalet + mesure revit (Thielle)	Génération de crue artificielle
A) Degré de gravité de l'atteinte	favorable	neutre	favorable	neutre
B) Potentiel écologique	neutre	neutre	neutre	favorable
C) Proportionnalité des coûts	favorable	pas favorable	neutre	neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues	neutre	neutre	pas favorable	neutre
E) Politique énergétique	neutre	favorable	favorable	pas favorable

14.11.3 Proposition de mesure d'assainissement

Pour l'Orbe, une réflexion sur l'ensemble du linéaire est souhaitable, en tenant compte des améliorations possibles par le biais de l'affluent de la Jougnez aussi. En ce sens les variantes combinées répondent mieux à cet objectif.

Notons que plusieurs hypothèses fortes ont été faites pour essayer d'avoir une vision complète sur la problématique. Pour pouvoir assurer l'efficacité des mesures proposées, une étude approfondie serait souhaitable comprenant des investigations sur les sédiments retenus dans les lacs de barrage, tout comme des investigations sur les apports en sédiments. Le tronçon dans Val-orbe montre des signes d'une bonne santé au niveau piscicole mais aussi au niveau du charriage, alors que la théorie nous ferait nous attendre supposer que ce tronçon a une dynamique faible (tronçon à l'aval d'une source karstique).

Dans les variantes combinées, trois d'entre elles présentent de bonnes performances (variante A, B et C). Elles peuvent donc être maintenues comme piste de variante d'assainissement pour l'ensemble du cours d'eau pour la suite.

14.11.4 Délai d'assainissement

Conformément à l'article 83a LEaux (entrée en vigueur le 31.12.2010), l'assainissement des installations sur l'Orbe (Day 08-015'881-2, Chalet 08-004'987-2, Moulinet 08-003'053-1) tout comme sur la Jougnez (Pontet 08-016'000-2) doit être réalisé d'ici à fin 2030. Pour ce faire, une coordination sur tout le linéaire est souhaitable.

15. Venoge

15.1 Description du BV

La Venoge prend sa source au pied du Jura vers l'Isle et finit sa course 40 km plus loin dans le lac Léman à St-Sulpice. Cette rivière est rejointe à la Tine de Conflens par le Veyron, son principal affluent.

Le cours de la Venoge est naturel sur sa partie amont. Avec une pente moyenne de près de 2% et une eau froide, c'est un cours d'eau typique de la zone à truites.

En aval de sa confluence avec le Veyron et des gorges de la Tine de Conflens, la Venoge présente une pente moyenne nettement plus faible (de l'ordre de 0.2%) et elle est canalisée sur plus de 4 km entre Eclépens et Cossonay-Gare.

En aval de Cossonay-Gare jusqu'à l'embouchure, le tracé de la Venoge est globalement naturel, mais la rivière est aménagée localement (ponts, seuils, protection de berges). Les principaux secteurs boisés où la rivière méandrait naturellement constitue des zones alluviales d'importance nationale (Iles de Bussigny, La Roujarde).

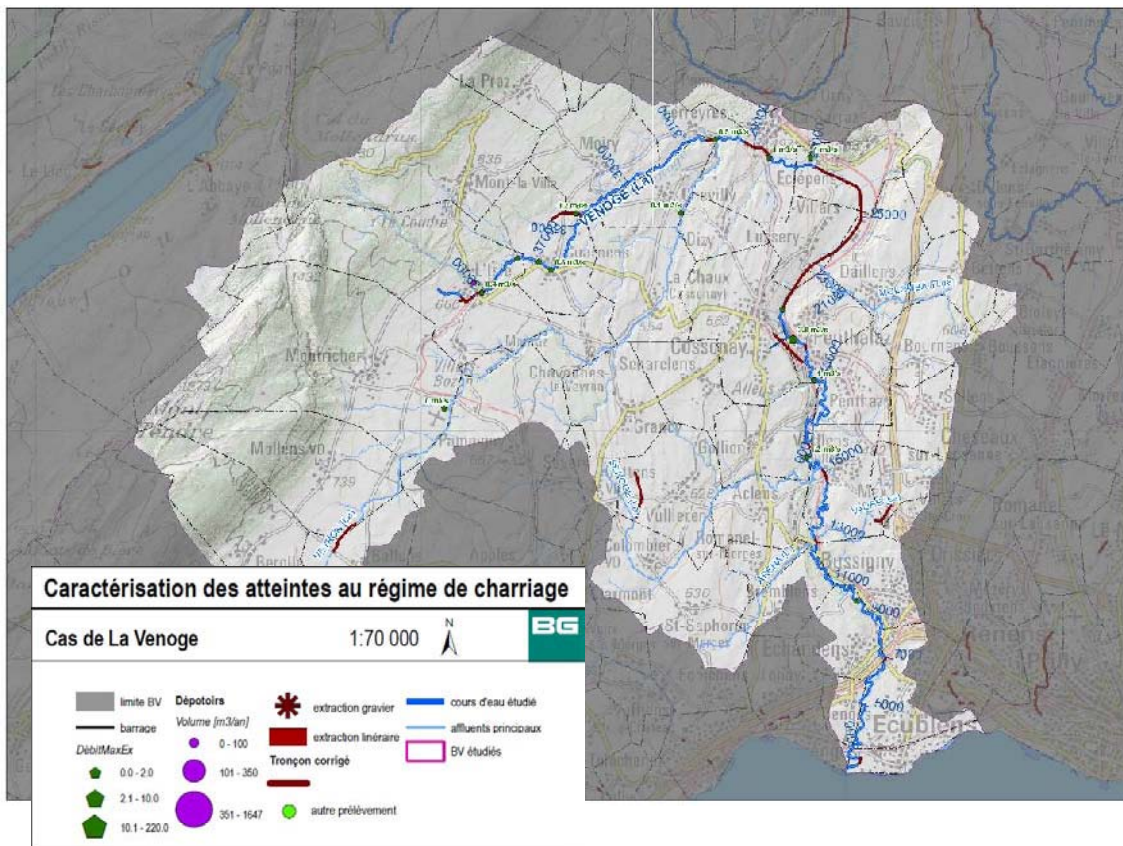


Figure 101: Carte du bassin versant de la Venoge avec les principales installations en jeu

15.2 Description du cours d'eau

Le secteur amont du bassin versant est fortement karstique - tout comme le bassin versant du Veyron – la Venoge prend sa source à L'Île à 700msm alors que le bassin versant monte jusqu'à 1600msm au niveau du Mont Tendre.

Le secteur entre Ferreyre (Pk29'000) et Cossonay (Pk 22'000) a subi une chenalisation. Cette chenalisation a été réalisée avant tout pour des raisons sécuritaires, puis pour des raisons de gains de place.

Le secteur aval du cours d'eau de la Venoge suit un cours naturel, avec des renforcements de berges limitant le méandrage et l'affouillement des ouvrages de franchissement. A Bussigny (Pk 12'000-10'000) et à la Roujarde (19'000-17'000) deux zones alluviales sont répertoriées.

15.2.1 Courbe de débits classés

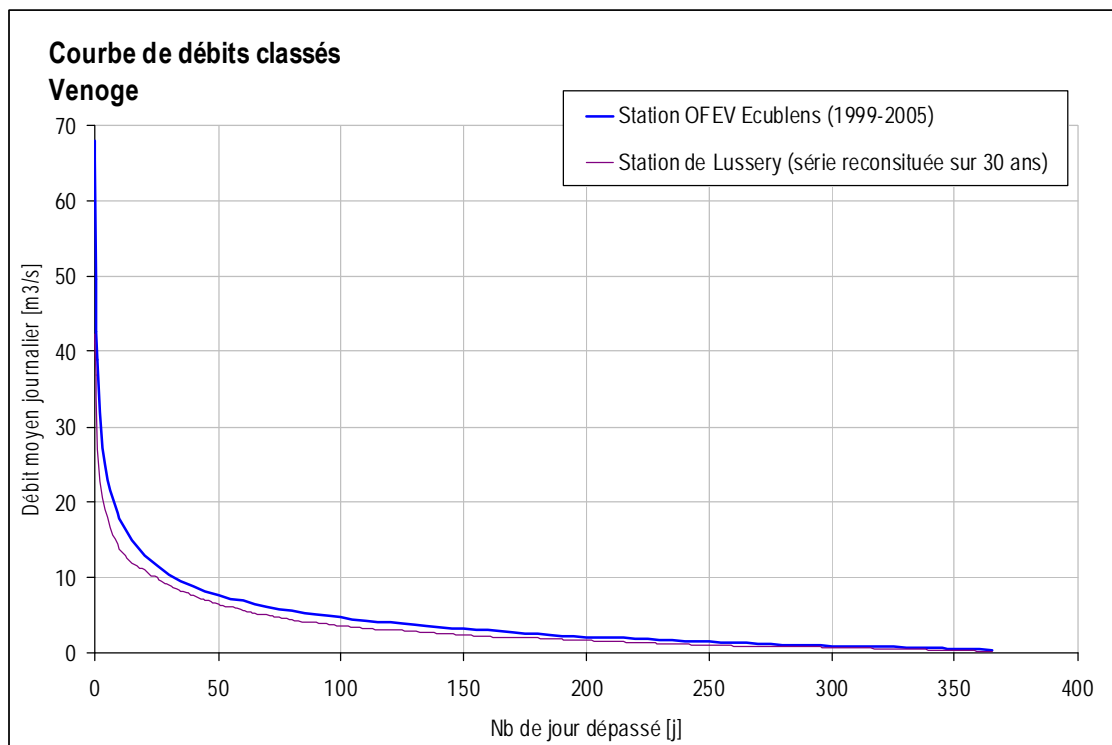


Figure 102: Courbe de débits classés - Venoge (station OFEV Ecublens et station historique de Lussey)

L'outil utilisé pour mesurer l'impact sur le charriage des installations est le bilan annuel de charriage. Ainsi la gamme des débits qui est déterminante pour le charriage, va de la crue morphogène (temps de retour 20 ans), au débit permettant de mouvoir les sables grossiers, soit de l'ordre du débit dépassé 100 jours par an.

Ainsi les installations intervenant dans la gamme de débit décrite ci-dessous sont considérées comme potentiellement influençant le charriage et est donc considéré dans l'analyse ci-après:

- $Q_{min} = Q_{100j}$ (débit dépassés 100 jours par an) = 4.5 m³/s
- $Q_{max} = Q_{20}$ (Temps de retour de 20ans) = 70 m³/s

Pour les différents points de calcul du cours d'eau, la courbe de débits classés a été réduite proportionnellement au bassin versant d'alimentation.

15.2.2 Granulométrie

Les analyses effectuées lors de la thèse de M. John Beck ont permis d'identifier l'évolution granulométrique sur forme de profil en long. Ces relevés en ligne ont été utilisés pour les calculs de capacité de charriage

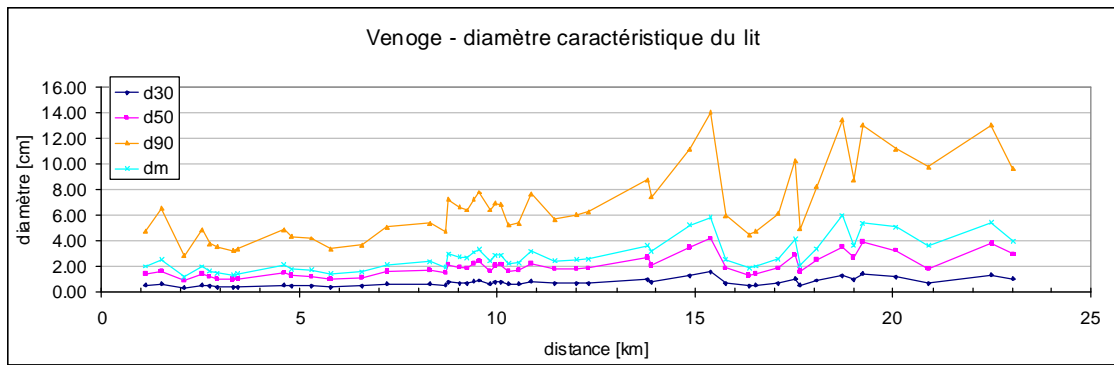


Figure 103: Evolution de la granulométrie le long du linéaire du cours d'eau (lac à gauche)

15.2.3 Profil en long topographique

Le tronçon amont montre une pente relativement marquée jusqu'à la Tine de Conflens (Pk 30'000). A cet endroit-là il y a une cassure de pente importante. Autour du Pk 21'000, une deuxième cassure de pente s'observe si l'on zoom plus sur ce tronçon. Le tronçon 1 en amont ne comprend pas d'installation majeure. Par contre le tronçon 2 comprend le tronçon chenalisé, et deux installations importantes. Le tronçon 3 comprend aussi une ou deux concessions, l'influence de l'amont est vérifiée. Les tronçons 2 et 3 font l'objet d'une analyse plus détaillée ci-après.

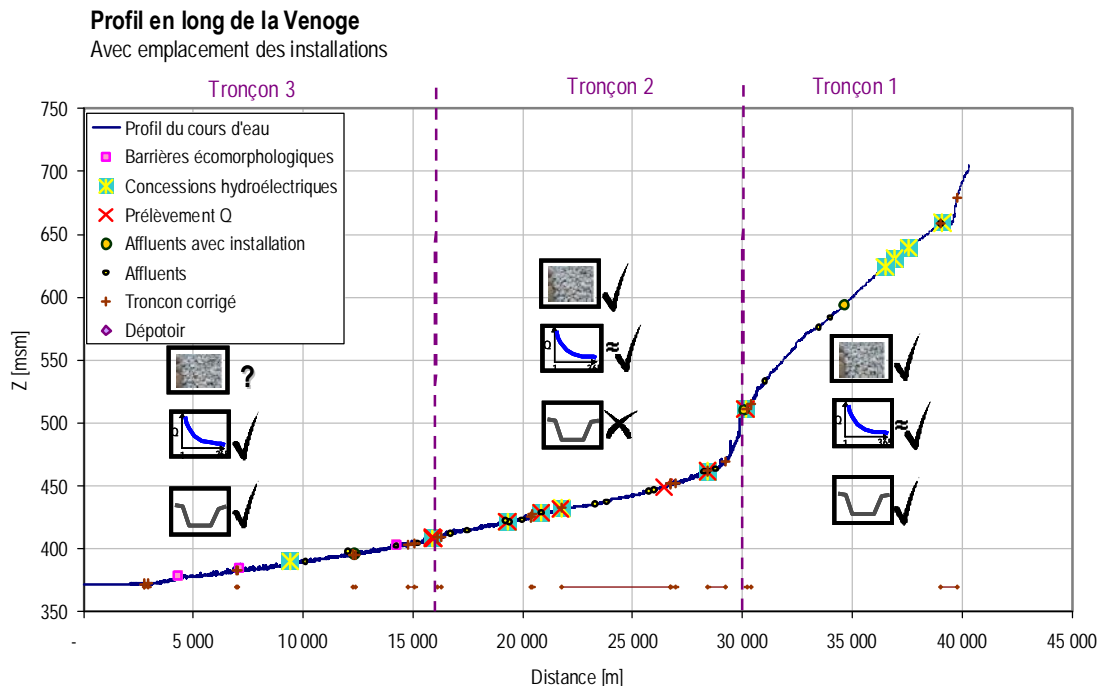


Figure 104: Profil en long de la Venoge

15.2.4 Morphologie historique et actuelle

Les cartes de tracé de cours d'eau historique ont été documentées dans le cadre d'une thèse de recherche.

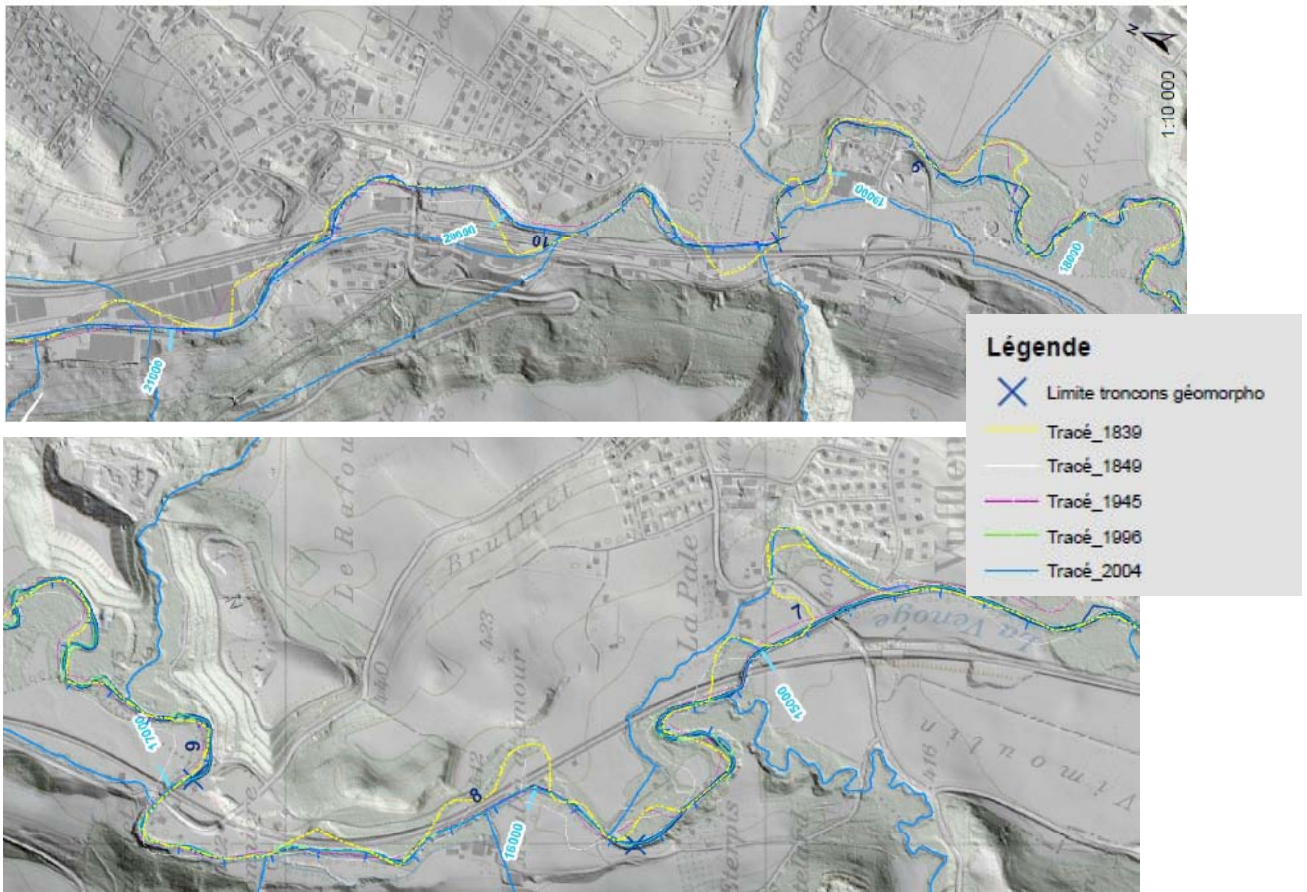


Figure 105: Carte des tracés historiques de la Venoge

Le tronçon aval jusqu'au Km 13, la dynamique entre 1840 et aujourd'hui est plutôt de petite ampleur. Entre le Km 13.5 et 19.5, la dynamique semble plus importante. Entre le Km 21 et 27, le tracé s'est fortement modifié entre 1850 et 1950, dû à la canalisation du tronçon autour de 1920. Effectivement, des crues importantes avaient généré de forts dépôts à l'entrée de Cossonay aggravant fortement les inondations. Le lit s'était incisé d'environ 1m sur le secteur de la Gravière; au vu des enjeux ferroviaires de ce secteur, la canalisation a été réalisée pour des motifs avant tout sécuritaires.

Selon l'étude menée pour le projet de revitalisation Lussery-Villars – Cossonay³⁰, la morphologie naturelle de la Venoge se situe entre les structures à méandre, et la structure des bancs alternés. Dans le secteur des zones alluviales de Bussigny, la structure naturelle et actuelle se situent dans les méandres.

³⁰ Revitalisation de la Venoge à Eclépens-Lussery-Villars étude préliminaire et avant projet, Aquavision, 2010

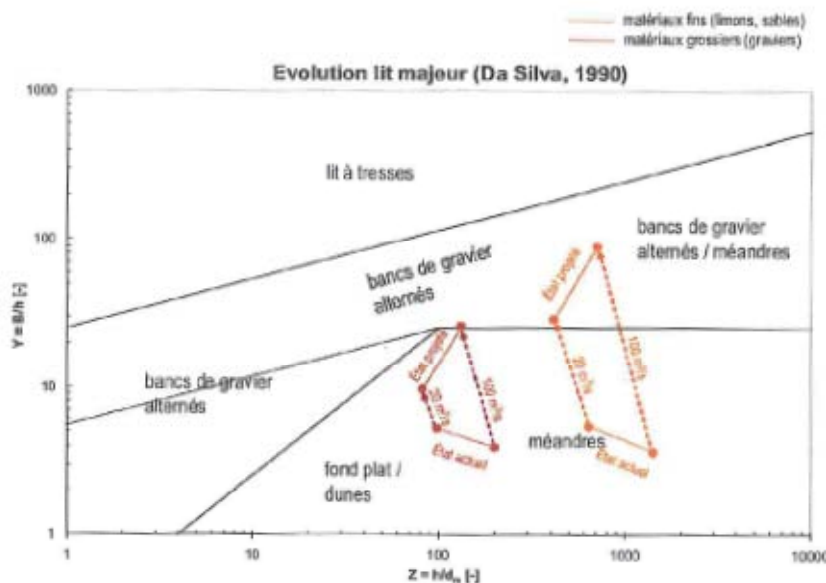


Figure 106: Morphologie naturelle selon le diagramme de Da Silva & al.

Ainsi, globalement la Venoge est un cours d'eau avec une dynamique sédimentaire plutôt faible naturellement; c'est principalement par érosion des berges que le cours d'eau modifie sa morphologie.

15.3 Estimation de la charge solide

La Venoge a fait l'objet du cas pilote pour cette étude, car une abondante littérature existe pour ce cours d'eau, et les résultats d'une thèse sur l'érosion des berges nous a été mis à disposition.

En se documentant dans les différentes études réalisées sur la Venoge, il en ressort les informations suivantes pour le charriage.

Selon l'étude préliminaire du secteur de revitalisation d'Eclépens-Lussery-Villars, les apports de l'amont sont très faibles, malgré une forte capacité de transport solide (de l'ordre de 5'000m³/an). Cette hypothèse est confirmée par les observations sur site (fond avec pavage), et aux événements historiques (s'il n'y avait pas l'endiguement, ce phénomène pourrait se reproduire). Pour le tronçon T11 (Pk22'500), la capacité de transport est de l'ordre de 2'000m³/an de charriage.

Selon l'étude sur le delta³¹, la charge solide arrivant au lac est d'environ 3'000m³/an.

La modélisation faite lors de la thèse à l'EPFL donne un bilan annuel de l'ordre de 7'000 m³/a pour le tronçon de l'embouchure³². Cette modélisation a été calculée avec la formule Wu&al., elle prend en compte de transport solide total. En estimant que la suspension représente environ 50% du volume total transporté, ces résultats concordent avec les mesures.

Lors de la visite de terrain, aucune trace d'impact d'installation n'a été observée (présence de bancs en amont et aval des ouvrages, pas de colmatage,...). Ainsi les installations ne semblent pas générer d'impacts conséquents pour le charriage. A la prise d'eau du bief d'Eclépens (T13 Pk 28'300), il semblerait que le canal d'aménée génère un petit tri granulométrique, sans grande conséquence. Les fiches des principales installations sont mises à l'annexe 6.

³¹ Projet de remise en état du delta, note de Martin Jäggi, 2013

³² "Streambank erosion hazard mapping: concepts, methodology and application on the Venoge river (Switzerland)", thèse de John Beck, 2006



Lors des interviews des responsables des concessions, il a été plusieurs fois mention de transport en suspension dans les ouvrages de prise d'eau (Pk30'100 Tine de Conflens, Pk19'400 Moulinet,...), les volumes en jeu ne semblaient pas particulièrement inquiétants.

Pour les installations du Grand Moulin (T10 Pk 20'800) et de la pisciculture d'Eclépens (T13 Pk 28'300), une vérification de leur impact est souhaitable par calcul au vu des débits équipés en jeu.

15.3.1 Estimation de la charge solide à l'état naturel (sans installation)

Pour la Venoge, seules quelques installations hydroélectriques de petite taille se trouvent dans son lit. L'état naturel est représenté comme l'état sans installation. Les installations hydroélectriques de cette dimension ont principalement un impact dû à la réduction du débit sur le tronçon à débit résiduel.

Pour le calcul des apports des affluents la méthodologie développée par l'OFEV a été utilisée³³. Ces résultats ont été comparés avec un calcul de capacité sur le tronçon de l'embouchure de l'affluent là où l'information existait.

Affluent	Pk de la confluence	Volume d'apport méthode OFEV [m ³ /an]	Volume d'apport tronçon limitant [m ³ /an]
Veyron	30'000	600	Pas de calcul
Molomba	23'200	100	1100
Vaube	12'300	200	0
Arena	12'000	100	100

Tableau 41: Apports des affluents importants de la Venoge

15.3.2 Estimation de la charge solide à l'état actuel (avec installation)

Sur la base d'une modélisation HEC RAS, des tronçons de cours d'eau de tendance homogènes ont été identifiés. Les tendances des caractéristiques géométriques des tronçons ont été utilisées pour calculer des capacités de charriage (pente d'énergie, largeur, diamètre D_m ,...). L'érosion des berges a aussi été prise en compte. Selon l'étude 2006, les apports par érosion ont été décrit comme important, soit de l'ordre de grandeur se situe autour de 0.2-0.4 m³/ml en tenant compte d'une hauteur de berge entre 1.5 et 3m. La valeur 0.25m³/ml a été retenue.

Pour les affluents, les mêmes valeurs qu'à l'état naturel sont reprises.

³³ "Abschätzung der mittleren jährlichen Geschiebelieferung in Vorfluter, Praxishilfe", BAFU, 2013

15.3.3 Estimation du débit de charriage nécessaire

La méthode des bancs proposée par l'OFEV ne donne pas de résultat concluant dans ce contexte: en comparaison aux observations de terrain, ces résultats sous-estiment nettement le charriage nécessaire, certainement dus aux petits bancs présents. Ainsi les résultats retenus pour le charriage nécessaire, suivent la même méthodologie décrite dans le cas pilote de la Muota (cf. §10.3.3).

CE	Pk	Bfond	B régime	Dm	Morphologie 1 - ramifié 2 - banc alterné 3 - méandre / droit	Charriage nécessaire actuel		Charriage nécessaire	
		m	m	m		min	max	min	max
Venoge	2 200	7.8	41	0.02	2	40	110	1500	4000
Venoge	4 900	9	42	0.02	2	50	150	1600	4300
Venoge	7 330	6	42	0.02	2	20	60	1600	4200
Venoge	8 700	8	40	0.02	2	40	120	1400	3800
Venoge	10 370	8.5	36	0.03	2	40	130	1200	3200
Venoge	12 350	12.5	37	0.03	2	90	280	1200	3300
Venoge	14 000	5.5	34	0.03	2	20	50	1000	2700
Venoge	15 300	5.50	28	0.06	2	20	50	700	1900
Venoge	17 560	10.50	34	0.03	2	70	200	1000	2800
Venoge	20 000	6.07	30	0.04	2	20	70	800	2200
Venoge	22 450	4.86	28	0.05	2	10	40	700	1900
Venoge	25 200	3.27	28	0.04	2	10	20	700	1900
Venoge	27 000	6.45	27	0.04	2	20	70	700	1800
Venoge	30 000	6.45	26	0.05	2	20	70	600	1700
Moyenne						30	100	1'050	2'800

Tableau 42: Détermination du charriage nécessaire (état actuel ou revitalisé)

A l'état d'équilibre, le besoin en charriage pour renouveler les bancs se situe entre 1'000 et 28000m³/an.

15.3.4 Etablissement du profil en long de charriage - Bilan de transport solide

Sur le profil en long de charriage, on voit que les courbes "état actuel"(rouge) et "état naturel"(bleu) concordent presque partout.

Sur la partie amont Pk30'000 à Pk25'000, la capacité de transport est très importante due à la plus forte pente; mais cette capacité n'est pas satisfaite. Au vu des apports de l'affluent le Veyron et la configuration à l'amont on estime autour des 1'500m³/an le charriage sur ce secteur.

On voit qu'en plusieurs points du profil en long la capacité de transport de charriage est limitante (Pk 23'500, 17'000 et 8'400). Certains secteurs ont une pente plus faible, comme le secteur au Pk 23'500. Les points violets correspondent aux informations issues de la littérature, on voit que nos calculs sous-estiment un peu le volume de charriage tout en restant dans le bon ordre de grandeur.

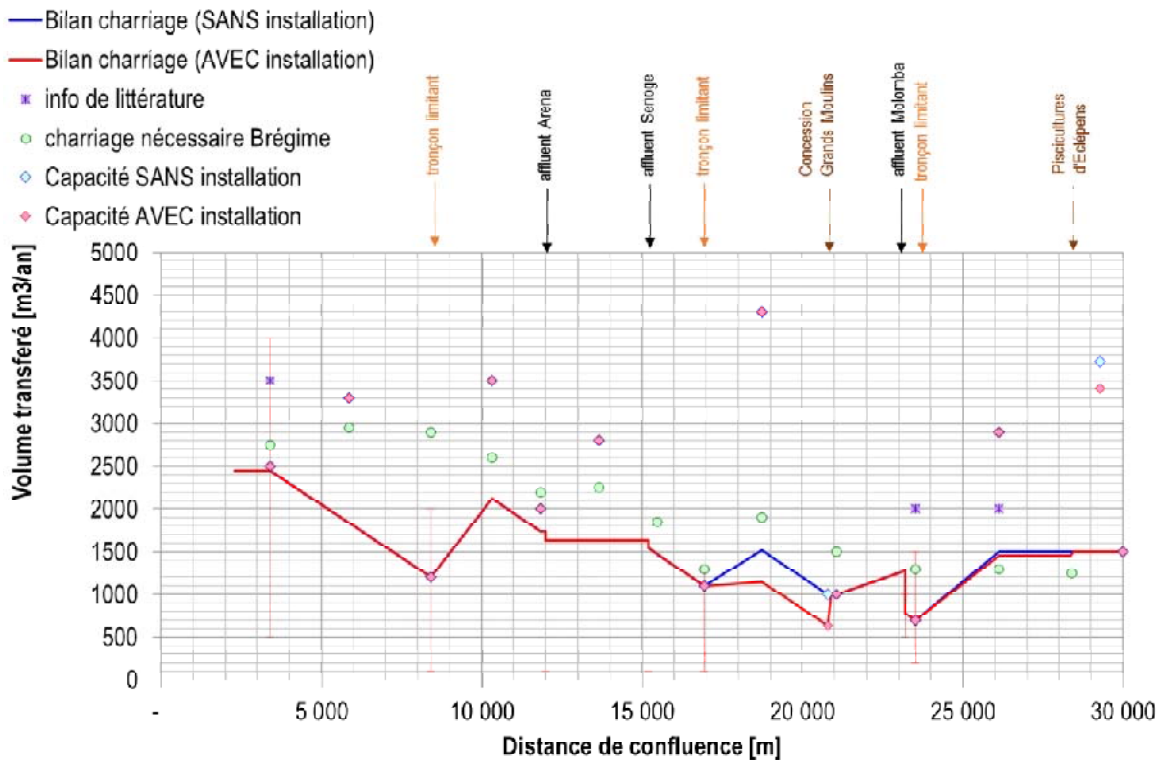


Figure 107: Profil en long de charriage de la Venoge

15.4 Description des tronçons avec atteintes

Seules deux installations créent un impact sur le régime de charriage. Le bief d'Eclépens, à cause de la configuration du canal d'alimentation de la pisciculture génère un dépôt, qui est extrait régulièrement. La réduction de charriage se fait ressentir sur une courte distance.

L'installation hydroélectrique des Grands Moulins génèrent une courbe de remous importante en amont, et une réduction de débit conséquente pour le tronçon aval. La réduction de charriage est de l'ordre de 35% à 25%, sur le tronçon atteint, en sachant qu'en valeur absolue on passe de 1000m³/an à 650m³/an.

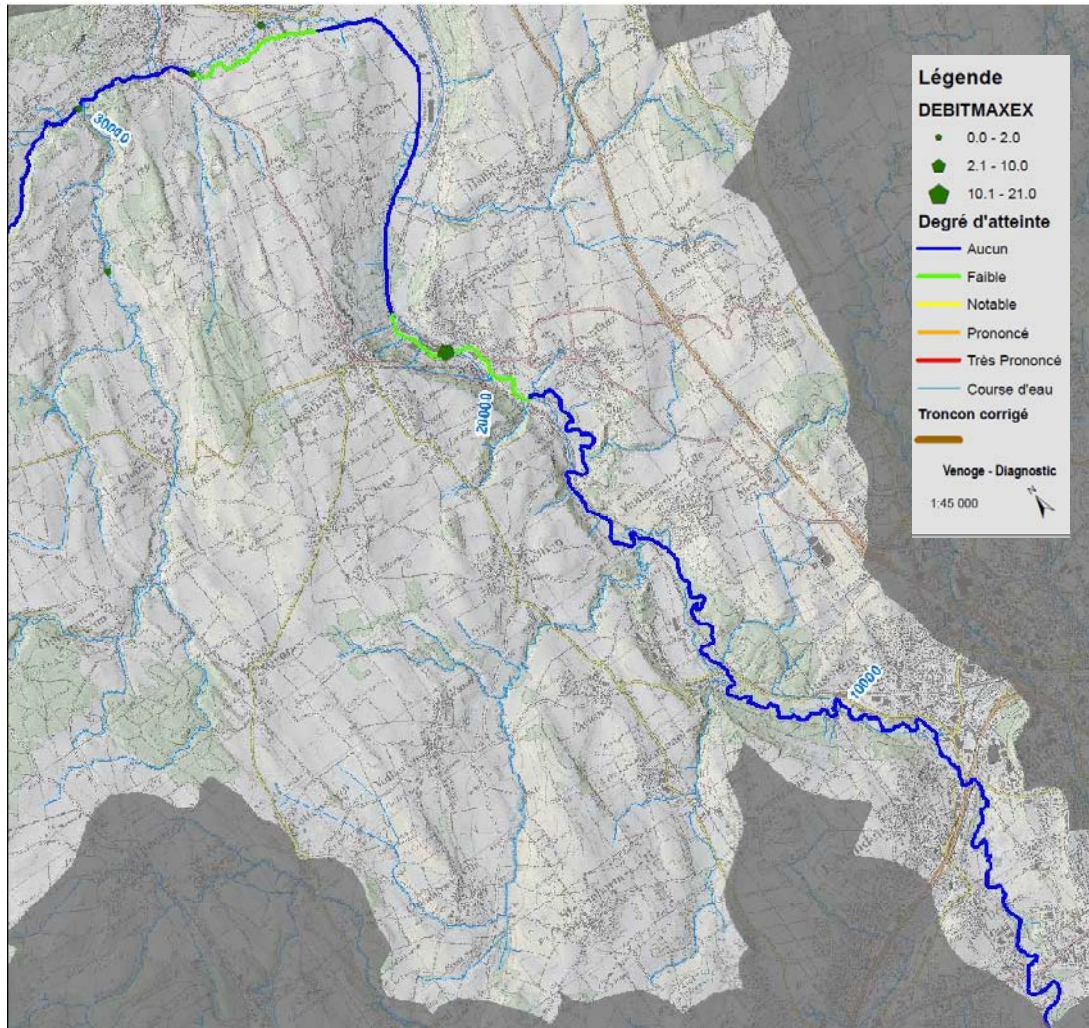


Figure 108: Carte de l'évaluation des atteintes au régime de charriage par tronçon – La Venoge

Km Début	Km Fin	N°	Nom Tronçon	Degré atteinte	Atteinte grave	Installation responsable	Description	Explication sur l'atteinte	Nécessité d'assainir
28'420	26'125	2b	Venoge aval Bief Eclépens	faible		Pisciculture du Bief d'Eclépens	canal d'aménée dans seuil générant des dépôts	Réduction de l'ordre de 5% du charriage	Non
21'779	20'830	2d	Venoge seuil amont Grand Moulin	faible		Les Grands Moulins de Cossonay	Prélèvement jusqu'à 3.8m ³ /s	Réduction de 35% la capacité de charriage qui est limitante sur ce tronçon	Non
20'830	19'299	2e	Venoge aval Concession Grand Moulin	faible					Non

Tableau 43: Résumé de l'analyse des tronçons de cours d'eau

15.5 Rôle des installations pour la protection contre les crues

Les installations n'ont pas de rôle en cas de crues.

15.6 Impact sur les eaux souterraines

Le tronçon en aval du Bief d'Eclépens (Pk 28530-25860) touche un périmètre réservé pour la production d'eau potable sur quelques centaines de mètres, dont la surface se compose de dépôts alluviaux. L'impact sur le régime de charriage de l'installation de la pisciculture est faible, on n'attend donc à ce qu'il n'y ait pas d'incidence sur la nappe.

Le tronçon en amont du seuil de Grand Moulin (Pk 21650-20830) touche une nappe S3 sur moins de 100m, basée sur des dépôts fluvioglaciaires rhodaniens. Pour cette nappe profonde est protégée par des couches imperméables. Ainsi on n'attend aucune interaction particulière avec le cours d'eau.

15.7 Potentiel écologique

Le potentiel écologique n'est pas documenté étant donné les atteintes faibles du cours d'eau.

15.8 Atteinte à la faune et à la flore

Etant donné l'absence d'installation générant une atteinte grave, ce paramètre n'a pas été évalué.

15.9 Nécessité d'assainir

Aucune installation de nécessitent d'assainissement.

Identifiant	Nom	Gravité de l'atteinte des tronçons touchés (régime)	Atteinte faune-flore	Charriage prépondérant	Potentiel écologique des tronçons touchés	Interaction avec les eaux souterraines	L'altération péjore la protection contre les crues	Nécessité d'assainir
09-028'420-1	Cossonay 11 (pisciculture)	Faible-négligeable	-	-	-	non	Non	Non
09-020'830-1	Cossonay 2 (Grands Moulins)	Faible	-	-	-	non	Non	Non

Tableau 44 : Conclusion sur la nécessité d'assainir l'installation sur la Venoge

15.10 Synergie avec d'autres modules des planifications/ opportunité

Aucune synergie avec les autres modules n'a été identifiée à ce stade.

Pour la pisciculture de Bief d'Eclépens, mentionnons que dans le cadre de l'assainissement des débits résiduels des piscicultures, une réflexion sur l'optimisation de la prise d'eau pourra être faite.



15.11 Mesure d'assainissement

15.11.1 Proposition de mesure d'assainissement

Pour le bief d'Eclépens, un camion vient draguer en amont du seuil régulièrement et exporte les sédiments récupérés. Il suffirait de déposer les sédiments dragués au pied du seuil pour assurer la continuité du transit.

Pour l'installation hydroélectrique des Grands Moulins de Cossonay, le mode d'entretien est en train d'être défini. A priori, il est prévu d'ouvrir la vanne de fond pour les crues type Q₂. Ce type d'entretien permettra a priori de mieux gérer la manière dont les sédiments sont bloqués et évacués en crue. Un suivi de l'évolution des sédiments bloqués est recommandé.

16. Aubonne

16.1 Description du BV

L'Aubonne est un cours d'eau du bassin du Rhône qui prend sa source dans le massif du Jura au pied des Monts de Bière. L'Aubonne s'écoule sur 14 km, et la longueur totale du réseau hydrographique est de 79 km. Son bassin versant présente une superficie de 96 km².

L'Aubonne coule au fond du vallon de l'Arboretum et la majorité de son tracé est naturel, dans un environnement peu urbanisé. L'Aubonne, avec son affluent le Toleure, est dans la catégorie « très bonne » qualité biologique depuis de nombreuses années, et ce de l'amont vers l'aval, ce qui constitue une exception parmi les rivières de la Côte.

Un barrage avec un lac de retenue d'une capacité de 63'500 m³ (dont 53'500m³ dit exploitable) se trouve sur cette rivière au lieu-dit La Vaux, au cœur de l'Arboretum à environ 9 km de l'embouchure dans le Léman. Il est exploité par la Société Électrique des Forces de l'Aubonne (SEFA). L'eau prélevée est acheminée à la centrale de Plan-Dessous (altitude 453 msm) où elle est turbinée une première fois, puis elle est mise en pression et acheminée à la centrale de La Vaux (altitude 416 m) ou elle est turbinée une seconde fois et restituée à l'Aubonne via un canal de fuite.

Sur un linéaire d'environ 5 km, l'Aubonne est à débit résiduel, soit entre le barrage du SEFA et la centrale de La Vaux.

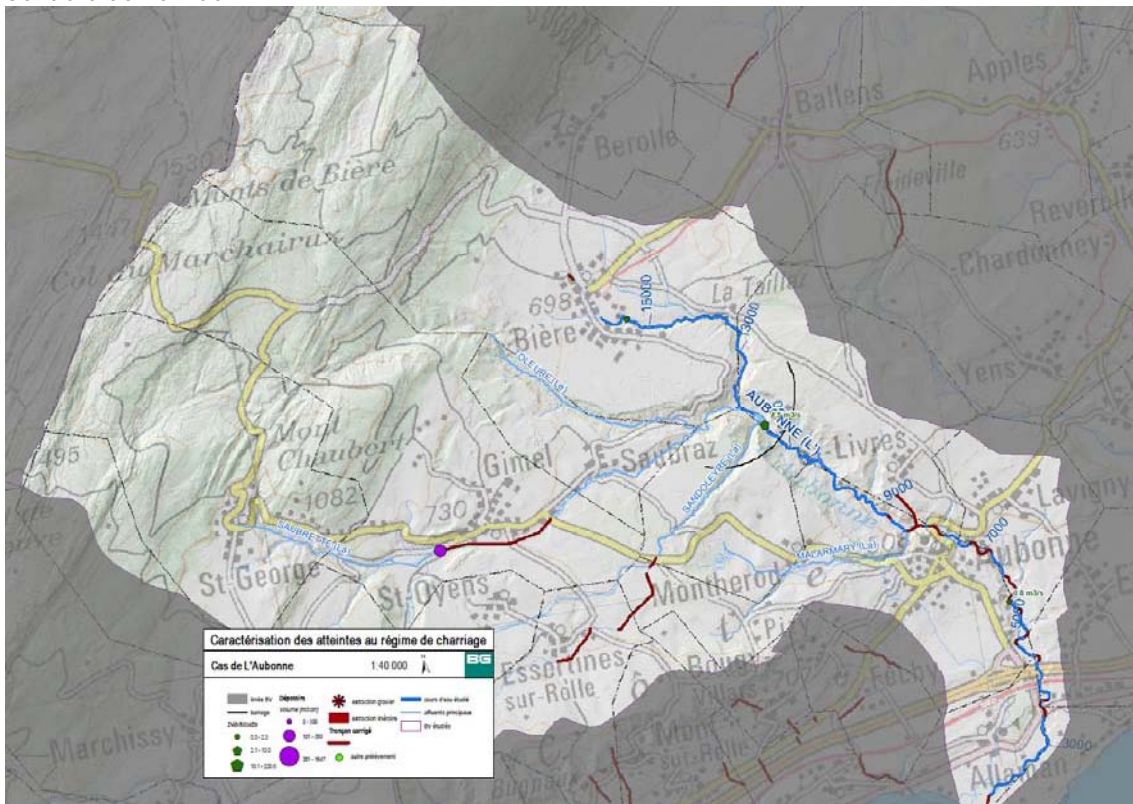


Figure 109: Carte du bassin versant de l'Aubonne avec les principales installations en jeu

16.2 Description du cours d'eau

Le cours d'eau est subdivisé en trois tronçons principaux. Le premier tronçon part de la source à Bière (Pk 16'000), et se termine à la jonction avec le Toleure (Pk 11'887). Seule une installation existe sur ce tronçon, à savoir l'installation hydroélectrique de Bière (concession n°20-501), situé



au Pk 15'370; actuellement hors service, elle est transparente au régime de charriage. Certains secteurs du tronçon présentent une structure avec un léger pavage, dû à une réduction naturelle de la largeur. Sur ce tronçon, notons qu'il y a une bonne diversité piscicole avec un bon taux de reproduction.

Le bassin versant du Toleure ne possède aucune installation. La tête du bassin versant est karstique, ainsi elle produit principalement de l'eau claire sans apport en sédiment type charriage. On observe d'ailleurs un pavage important, sur son tronçon Pk3'000 – Pk 1'000, jusqu'à la confluence avec la Saubrettaz. A la confluence avec l'Aubonne, on observe des bancs de graviers épars, on suppose qu'à cet endroit la capacité de charriage est presque satisfaite.

Le deuxième tronçon de l'Aubonne (Pk 11'900 - Pk 5'874) correspond au tronçon influencé par le barrage du SEFA (concession n° 17-506). Le tronçon est subdivisé en 4 parties. La partie amont (tronçon 2a, Pk 11'900 – 11'565) correspond au tronçon amont influencé par le lac du barrage. La deuxième partie, secteur à débit résiduel, se situe juste à l'aval du barrage, sur le premier km (tronçon 2b, Pk 11'565 – 10'565). L'usine de Plan-Dessous est équipée pour turbiner 10m³/s, ainsi le barrage de la SEFA est déversant 50j par an. Les purges annuelles effectuées depuis 2009 créent une perturbation temporaire sur le régime de charriage, et une augmentation de la granulométrie du fond. Ce phénomène s'atténue plus on s'éloigne de l'installation (cf. affirmation 5), et correspond à la troisième et quatrième partie du tronçon influencé (tronçon 2c, Pk10'565 – 8'380, tronçon 2d 8'380- 5'874). Au Pk 8'380, l'usine de Plan-Dessous peut restituer une partie de débit, augmentant le débit de dotation à 1.4m³/s. Le tronçon 2c entre Pk 8'300-6'000 est partiellement corrigé, avec des renforcements de berges permettant d'éviter l'érosion et de fixer le tracé des méandres en place. Ces installations n'ont pas de conséquence pour le régime de charriage (cf. affirmations 2 et 3), si ce n'est qu'elles empêchent l'érosion latérale réduisant la dynamique morphologique (problématique de revitalisation avant tout).

Sur une base volontaire, le mode d'entretien du barrage du SEFA (Pk 11'565) a changé en 2009, auparavant les sédiments retenus étaient extraits. Actuellement lors d'une crue si possible supérieure à 20m³/s, les grandes vannes d'évacuateurs de crues sont ouvertes et des machines aident à la vidange, tout en maintenant un seuil de MES supportables pour la faune benthique. Cette modification du mode d'entretien vient réduire fortement l'impact de l'installation, mais celle-ci n'est pour l'instant pas contractuelle et devrait être pérennisée sur le long terme.

Le troisième tronçon commence à la restitution de l'usine SEFA (Pk 5'874), et va jusqu'au lac (Pk 1'210). Sur ce tronçon, seule une installation hydroélectrique est à mentionner : la Poudrerie au Pk 5'870 (concession n°17-507). Le tronçon à débit résiduel est très court (une centaine de mètres), avec un prélèvement de 0.8 m³/s, ainsi cet ouvrage est transparent du point de vue du charriage. Certaines corrections de berges sont aussi présentes, elles ne génèrent aucune perturbation au régime de charriage (tronçon avec une dynamique morphologique limitée, affirmation 5). Les quatre derniers km sont plus plats avec un méandrage plus naturel où se situe la zone alluviale d'importance nationale (objet n°119). Ce secteur est donc limitant pour le régime de charriage.

16.2.1 Courbe de débits classés

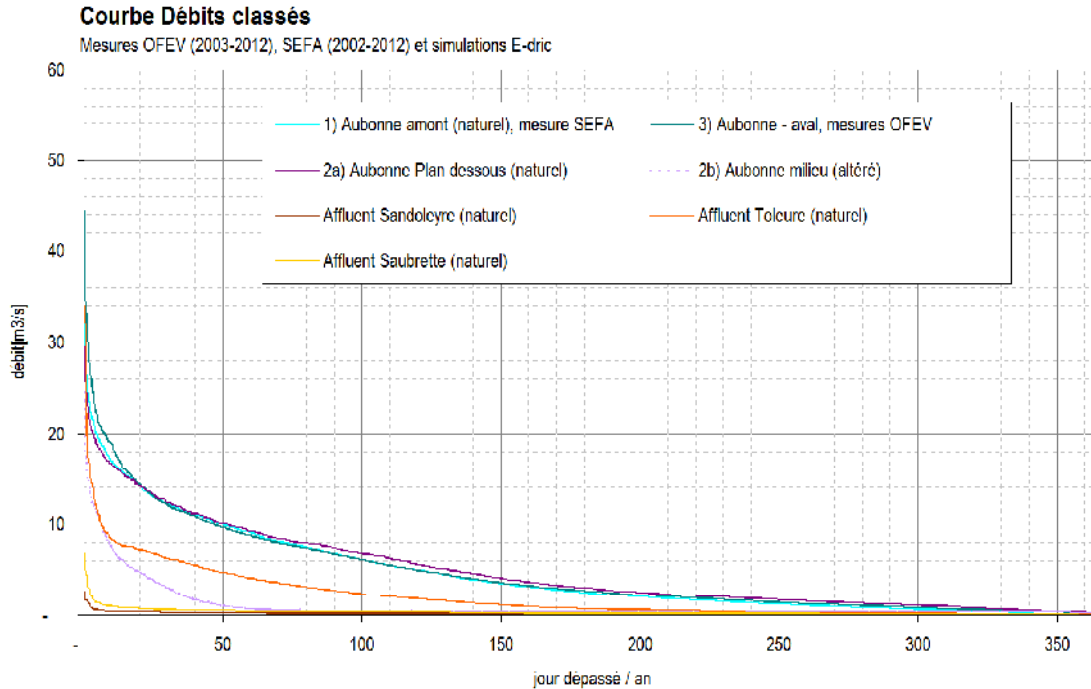


Figure 110: Courbe de débits classés - aval du bassin versant

La gamme de débit considérée comme pertinente pour le bilan annuel du régime de charriage va du débit journalier moyen d'un temps de retour $T=20$ ans au débit dépassé 100(-200) jours par an. Pour l'Aubonne en aval cela correspond à la gamme suivante:

$$Q_{min} = 6.1 (-2.2) \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{max} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

16.2.2 Granulométrie

La granulométrie de l'Aubonne a été mesurée dans deux secteurs clés : le tronçon à débit résiduel Pk9'250, et le tronçon limitant en aval Pk3'000. Par ailleurs, l'étude sur l'embouchure de M. Jäggi documente plusieurs relevés en ligne qui sont comparés à nos observations. Le tronçon à débit résiduel présente en amont une granulométrie grossière sur quelques centaines de mètres (forte présence de bloc), puis la granulométrie s'affine; on peut suspecter la présence d'une couche de pavage, étant donné la présence d'une largeur confinée par des berges naturellement plus résistante. En aval de ce point, des bancs réguliers sont observés (Pk9'250). La granulométrie relevée par nos soins est nettement plus fine que la granulométrie mesurée dans l'étude sur l'embouchure (2007). On peut imaginer que le phénomène de pavage était plus important à l'époque, puisque l'entretien du barrage du SEFA, jusqu'en 2009, entraînait une réduction massive des apports en charriage. Sur le tronçon 1, la granulométrie observée à proximité de l'installation hydroélectrique de Bière (Pk15'370), est plus fine sur les bancs du tronçon amont; puis la largeur étant réduite, on observe un léger pavage et une absence de bancs.

Pour le Toloure, seul le secteur de la confluence est documenté par une granulométrie, on considère que le tronçon aval est proche d'un état limitant; ça permet de quantifier les apports de cet affluent. Les observations de terrain montrent la présence d'un pavage important en amont.

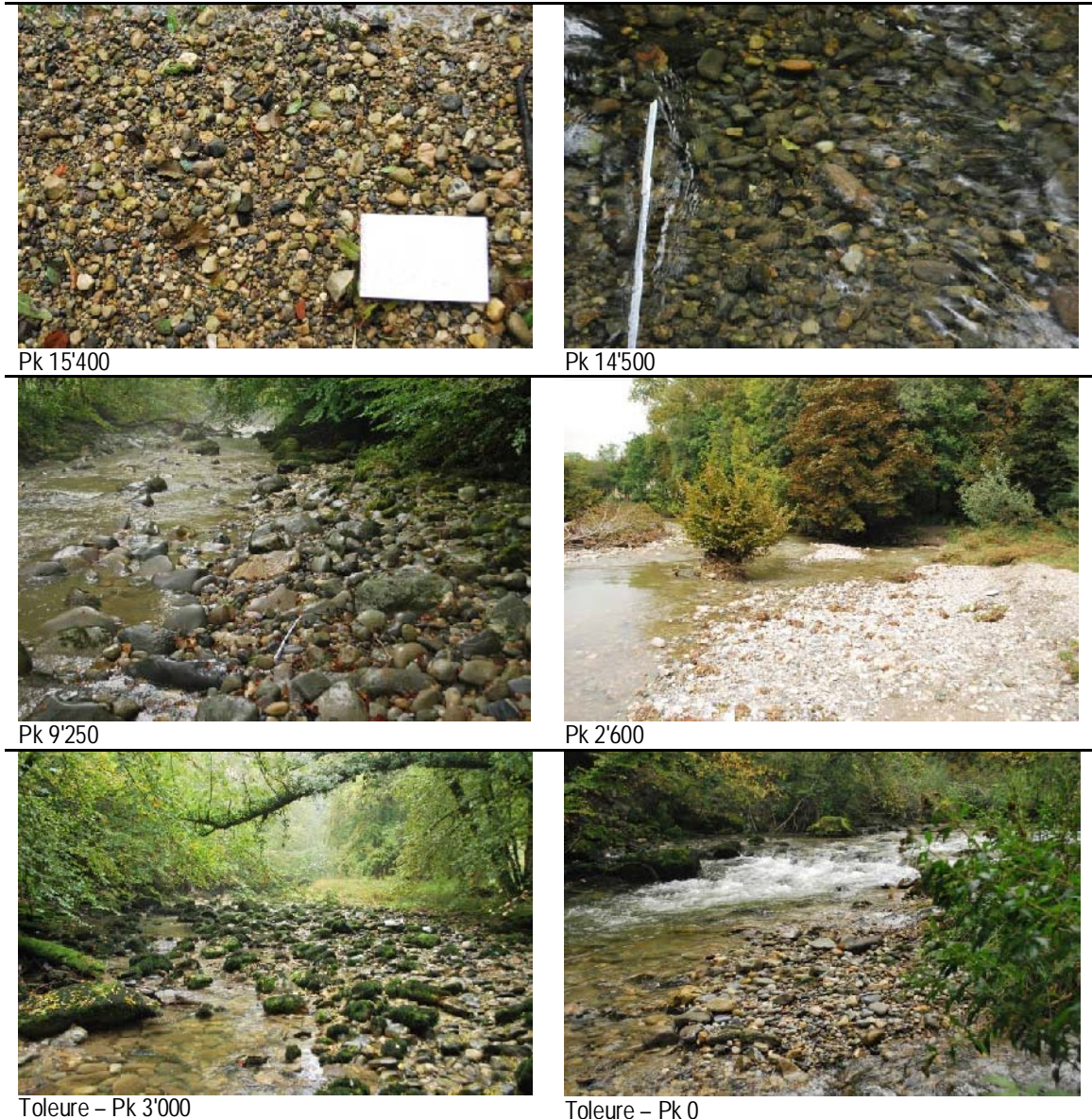
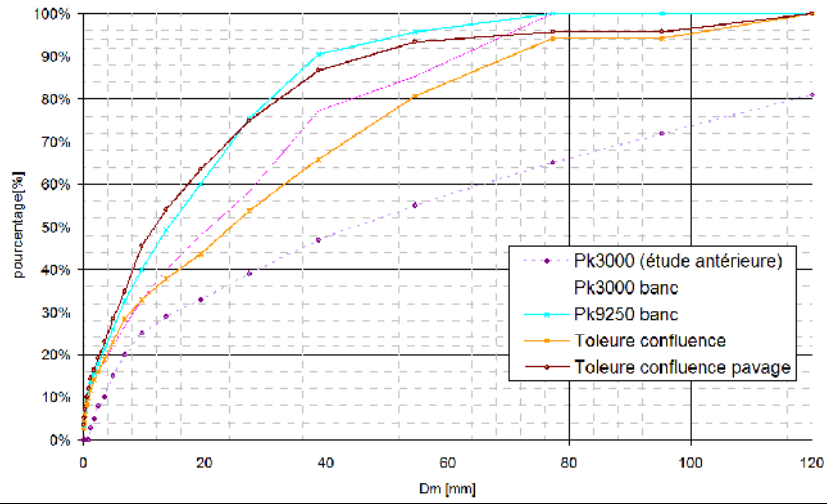


Figure 111: Photos des tronçons typiques, avec leur granulométrie

16.2.3 Profil en long topographique

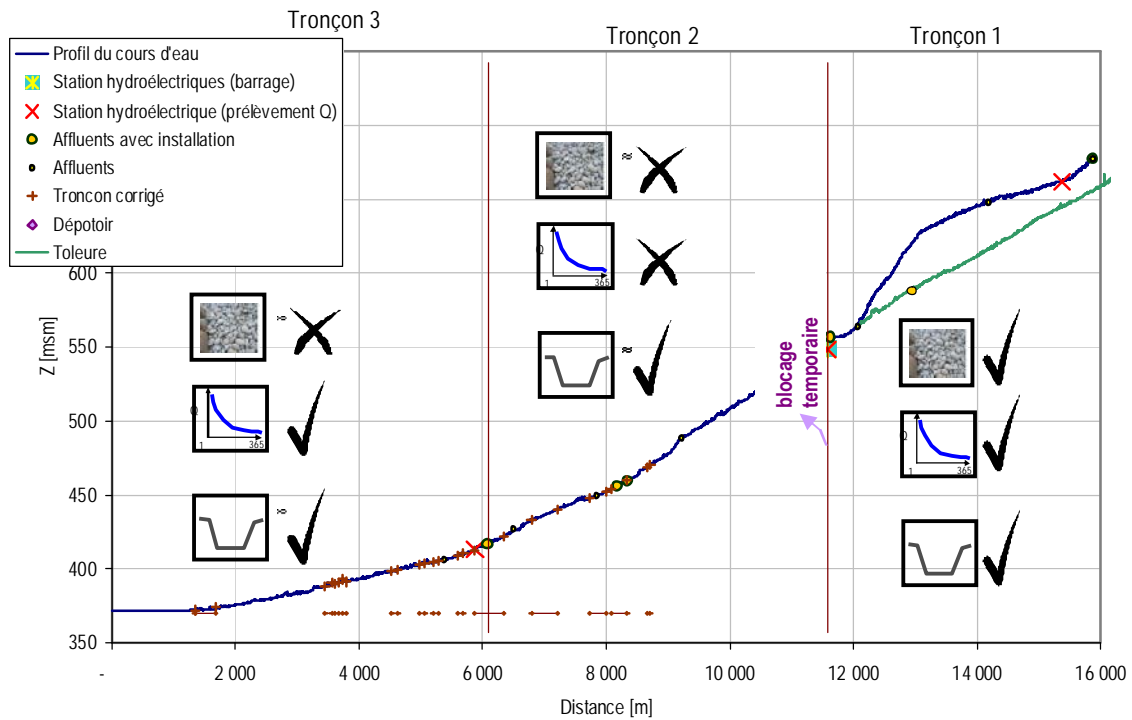


Figure 112: profil en long topographique de l'Aubonne avec l'appréciation sommaire

Ainsi les tronçons 2 et 3 nécessitent une analyse plus approfondie, pour comprendre le bilan de charriage et évaluer l'influence de l'installation.

16.2.4 Morphologie historique et actuelle

Pour cette étape, le focus est mis sur le tronçon à évaluation approfondie. En analysant les cartes historiques, plusieurs constats peuvent être faits.

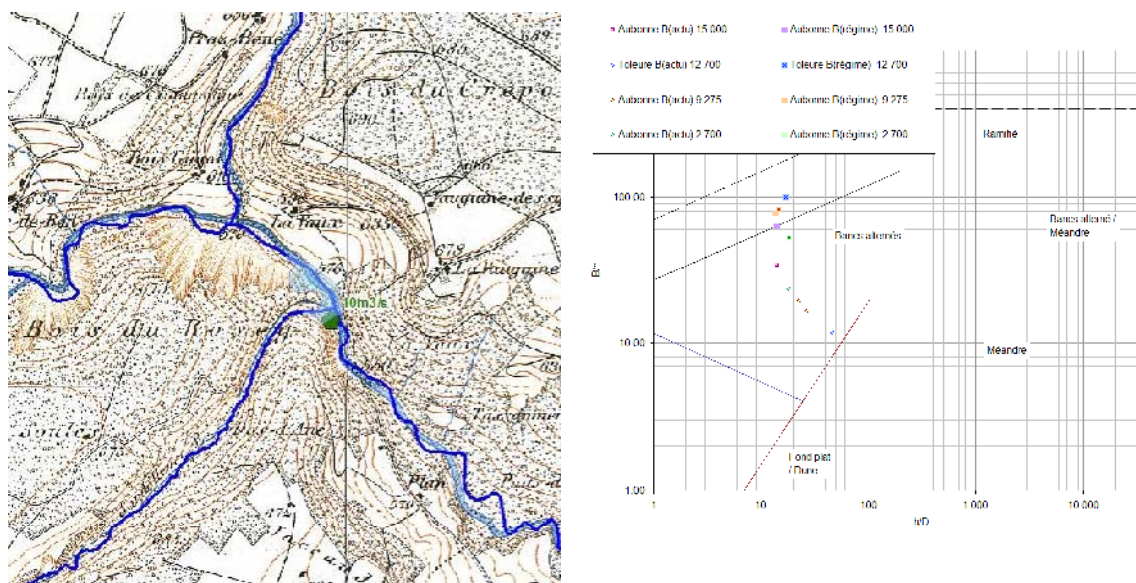


Figure 113: carte historique Siegfried de 1890 le tracé actuel en trait bleu foncé – secteur du barrage du SEFA

Le barrage du SEFA (Pk 11'690) a été construit en 1955 environ; et récemment le tronçon à débit résiduel s'est prolongé de 2.4 km. Ce tronçon à l'aval de la concession montre une morphologie

historique relativement similaire à la morphologie actuelle. Selon l'analyse Da Silva, toute l'Aubonne a une morphologie de type "bancs alternés", et pourrait tendre vers une morphologie type ramifié en état revitalisé, au vu des pentes en jeu, et d'un élargissement potentiel.

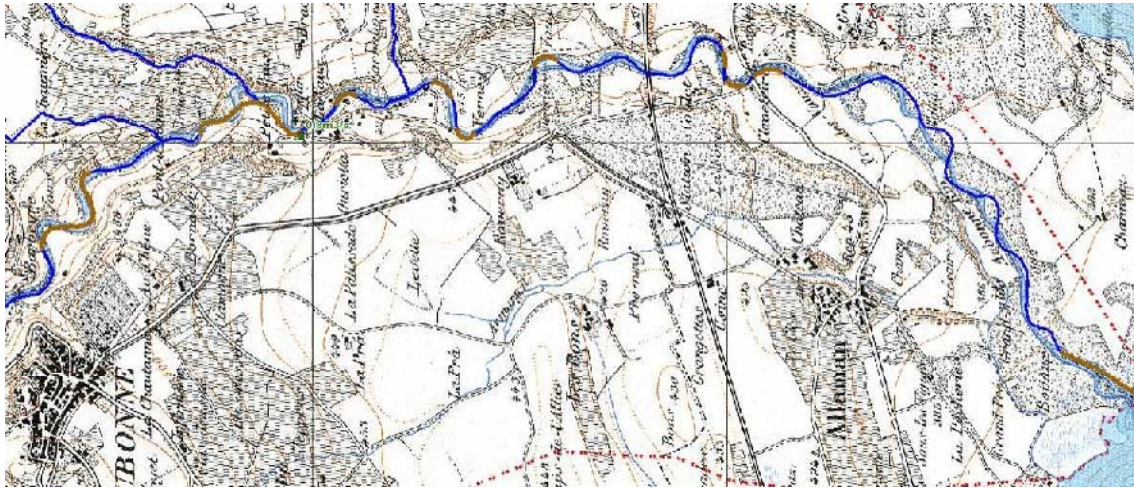


Figure 114: carte historique Siegfried de 1890 avec le tracé actuel en trait bleu foncé – secteur aval

Le tronçon à l'aval montre un tracé historique bien différent du tracé actuel, en particulier sur le dernier km. Ce phénomène exprime qu'il y a un bon dynamisme alluvial dans ce secteur. La morphologie est de type bancs alternés, et cette morphologie se retrouve en état revitalisé.

16.3 Estimation de la charge solide

16.3.1 Estimation de la charge solide état naturel (sans installation)

La charge solide à l'état naturel est définie comme l'état sans l'installation, c'est-à-dire sans l'installation du SEFA (Pk 11'690). Les autres installations sont considérées comme non problématique pour le bilan de charriage.

La capacité de charriage du tronçon de l'Aubonne Pk 16'000-15'500 a été estimée à environ 5'000 m³/an, ce secteur présente des bancs avec des zones plus élargies, on considère donc que la charge solide effective correspond à la capacité de transport.

Le Toleure est l'affluent principal du tronçon 1, il arrive dans l'Aubonne au Pk 11'887. La capacité à la confluence est de 3'000m³/an. Sur les bancs, on observe un léger pavage, ainsi on considère que la capacité n'est pas satisfaite à 100%, mais à 75% (soit 2'300m³/a d'apport).

Ainsi le bilan de charriage en amont du barrage (similaire avec et sans installation) est de 7'300 m³/an environ.

Les apports des affluents sont donc estimés sur la base des tronçons limitant à la confluence et à la comparaison de taille. Ils sont décrits ci-dessous:

Nom affluent / tronçon	Approche		Effet du pavage	Bilan de charriage [m ³ /an]		
	calcul	comparaison		taux d'apport	Calcul de capacité	Volume effectif min
Aubonne amont	x		1	5000	4000	22000
affluent Toleure + Sandoleyre	x		0.75	3000	1875	2250
Affluent Malarmay		x	1	300	200	700

Tableau 45: Capacité et apports en charriage des affluents de l'Aubonne et tronçon amont

16.3.2 Estimation de la charge solide actuel (avec installation)

En plus des quelques tronçons limitants (Pk 15'500 et Pk 3'000), l'élément clé est de comprendre l'influence de l'installation Pk 11'690 sur le bilan de charriage. L'état de référence correspond à la situation avant 2009 soit sans l'effet des purges. Effectivement depuis 2009, les purges sont réalisées annuellement (à bien plaisir), alors qu'auparavant, les sédiments étaient extraits et évacués hors du bassin versant. Deux critères sont utilisés, tout d'abord le volume stocké, ensuite le taux de piégeage.

Pour le volume stocké, on sait que le barrage était vidé tous les 4-5 ans et que le volume extrait était vendu ou sorti de l'Aubonne. En estimant que le taux de remplissage entre deux interventions était autour de 80%, le volume extrait représente 8'880m³/an, les sédiments sont de type gravier-limon, et correspondent au transport solide total (pas uniquement le charriage).

Le taux de piégeage peut être calculé à l'aide de l'abaque A-9³⁴, qui compare la taille de la retenue avec le bilan hydrologique annuel. Ainsi, selon cet abaque, le taux de piégeage ne dépasse pas les 13% pour l'Aubonne, pour le transport total. Pour connaître le taux de piégeage du char-

³⁴ Design of small dams, bureau of reclamation, Colorado, 1987

riage, il faut encore connaître la composition du volume retenu pour en déduire le volume charrié retenu. En faisant l'hypothèse que le pourcentage de charriage de la retenue est de l'ordre de 30%, on obtient donc un volume de charriage retenu de 2'600m³/an environ (30% des 8'800m³/an). Ce résultat est cohérent avec le taux de piégeage et les apports en charriage estimés provenant de l'amont (estimé à 7'300m³/an).

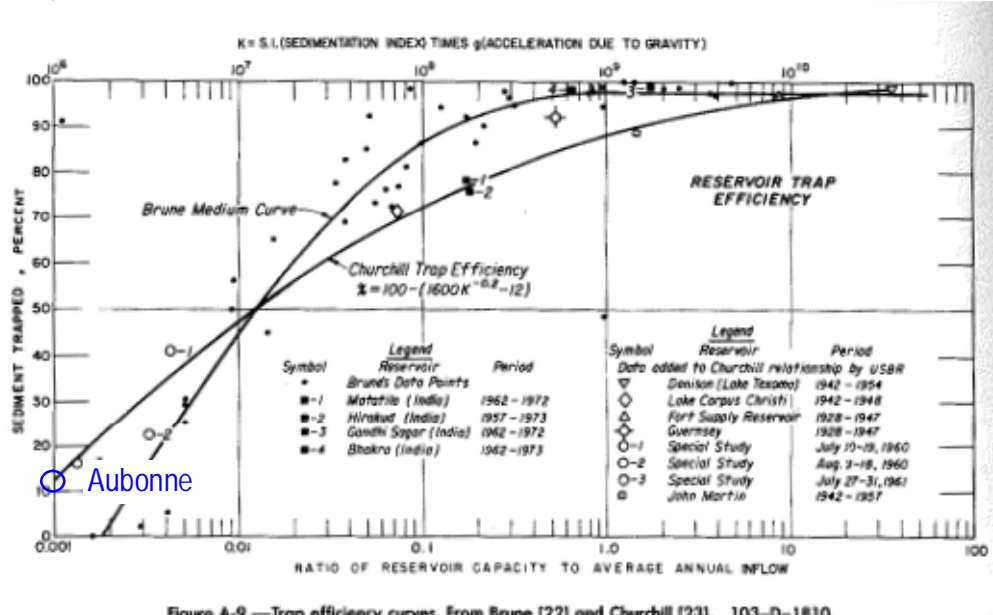


Figure 115: Abaque décrivant le taux de piégeage par rapport au ratio volume annuel hydrologique // volume de retenue

Selon les discussions avec les responsables de la centrale, les purges sont efficaces, et en 2013, par exemple il n'a pas eu besoin de faire intervenir les machines pendant les purges. On peut donc partir de l'hypothèse que les purges permettent de remobiliser au minimum 80% du volume retenus.

Les hypothèses de la composition du volume retenu ainsi que l'efficacité des purges devront être vérifiées sur le long terme. Effectivement l'expérience permettra de savoir si ces purges ne génèrent pas d'augmentation de granulométrie excessive et que le volume vidangé suffi pour rétablir le régime de charriage à l'aval.

16.3.3 Estimation du débit de charriage nécessaire

Le charriage nécessaire est estimé sur la base de l'analyse faite dans l'étude pilote de la Muota (cf. §11.3.3). Les volumes estimés sont les suivants :

CE	Pk	Bfond	B régime	Dm	Morphologie	Charriage nécessaire actuel		Charriage nécessaire (régime)	
		m	m	m		min	max	min	max
Aubonne	15 000	12	22	0.025	2	120	400	400	1200
Toleure	12 700	11	34	0.020	2	120	300	1400	4200
Aubonne	9 275	11	26	0.025	2	120	300	800	2500
Aubonne	2 700	15	30	0.035	2	200	500	1100	3200

Tableau 46: Détermination du charriage nécessaire (état actuel ou revitalisé)

16.3.4 Etablissement du profil en long de charriage - Bilan de transport solide

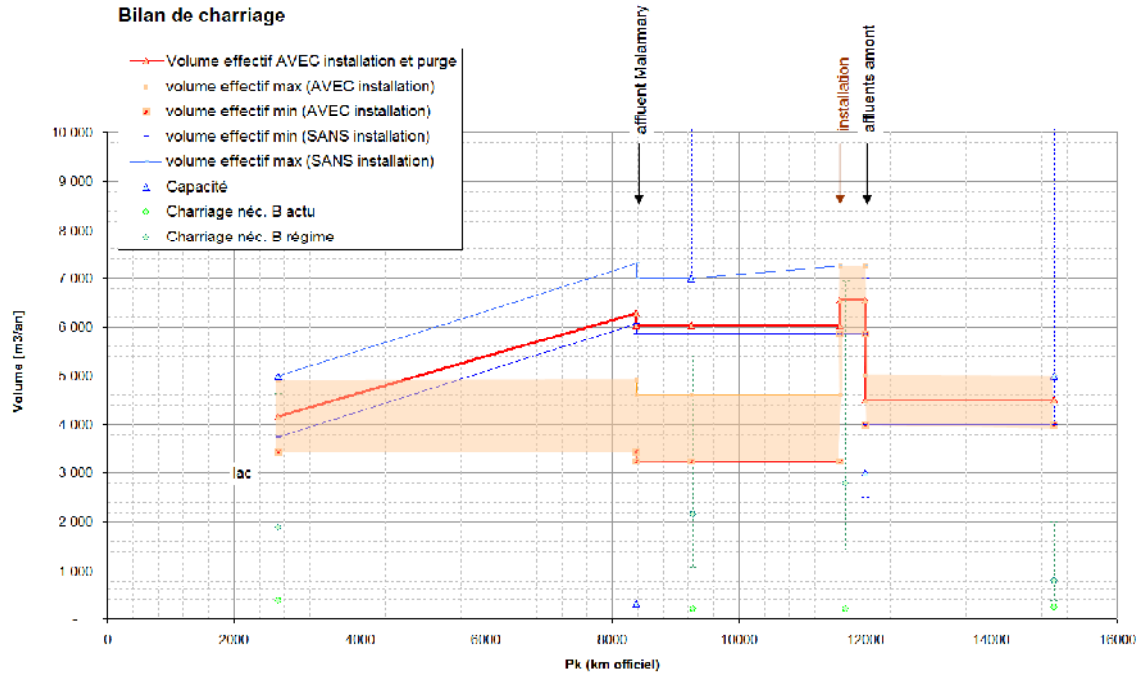


Figure 116: Profil en long de charriage de l'Aubonne

On voit ainsi que les purges semblent rétablir le bilan de charriage proche de l'état sans installation.

On voit par ailleurs, que la situation sans les purges est nettement moins bonne que la situation actuelle. Pour l'instant ce type d'entretien est effectué par l'exploitant, mais reste à bien plaie. Il faudrait donc pouvoir pérenniser ce mode d'entretien d'une manière ou d'une autre.

16.4 Description des tronçons avec atteintes

16.4.1 Situation sans entretien

Si l'on regarde la situation sans les purges, l'image est la suivante:

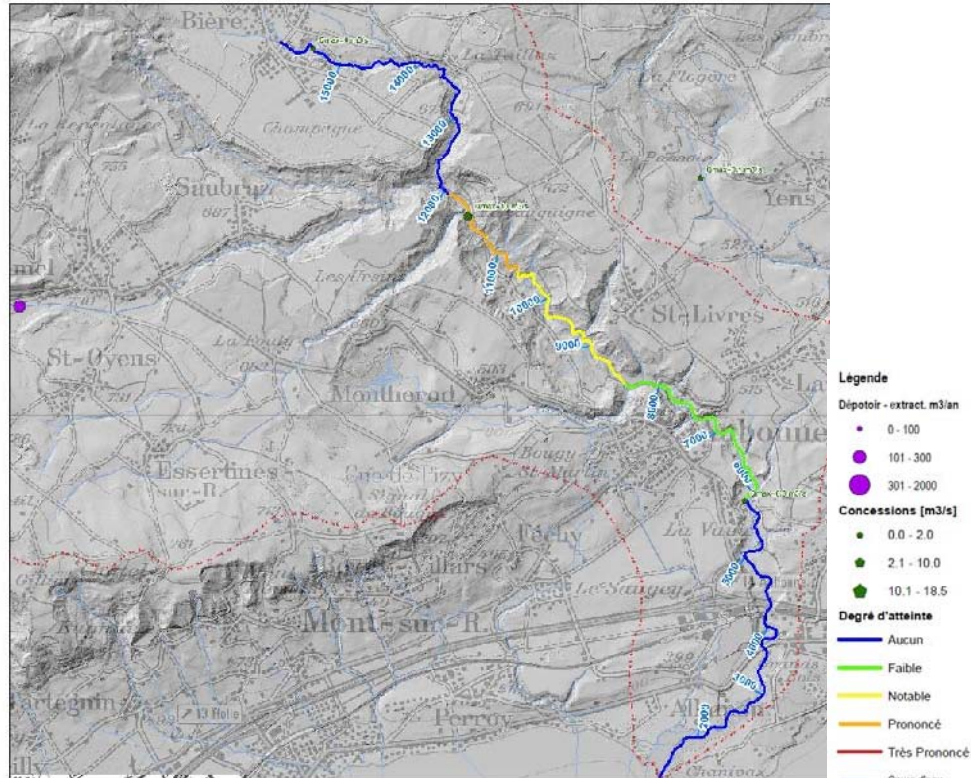


Figure 117: Carte de l'évaluation des atteintes au régime de charriage par tronçon – L'Aubonne

Sur le tronçon du lac de barrage, l'atteinte est localement prononcée (Pk 11'900 – 11'565). Sur le premier km en aval du barrage, l'atteinte calculée sans purge est conservée tel quelle: le sous-tronçon Pk 11'565 – 8'380 subit une atteinte notable. Sur le sous-tronçon Pk 8'380 – 5'874, on estime que l'influence de l'installation ne se fait plus ressentir (affirmation 5), l'atteinte est faible. Au Pk 5'874 tout le débit est restitué, on estime que l'influence de l'installation ne se fait plus ressentir.

Km Début	Km Fin	N°	Degré atteinte	Atteinte grave	Installation responsable	Description	Explication sur l'atteinte	Potentiel écologique	Nécessité d'assainir
16 600	15 369	1a	nul		Installation hydroélectrique n°20-501	Installation hors service, seuil de 2m	-	-	non
15 369	11 900	1b	nul		Aucune installation	-	-	-	-
11 900	11 565	2a	prononcé	X	Installation hydroélectrique SEFA n°17-506	Barrage	Tronçon du lac	Moyen	Oui
11 565	10 565	2b	prononcé	X			Tronçon souffrant d'une augmentation de rugosité	Moyen	Oui
10 565	8 380	2c	notable	X			L'atteinte est réduite par la distance à la source de l'atteinte	Elevé	Oui
8 380	5 874	2d	faible				L'atteinte est réduite par les apports des affluents	-	non
5 874	-	3	nul		Installation hydroélectrique Poudrerie n°17-507	seuil de prise de 2m, avec prélèvement de 0.8m³/s	Installation transparente au régime de charriage	-	non

Tableau 47: Résumé de l'analyse des tronçons de cours d'eau

16.4.2 Description des tronçons avec atteintes en situation assainie

Si on tient compte de l'effet des purges, seul le lac de barrage subi une atteinte de degré notable

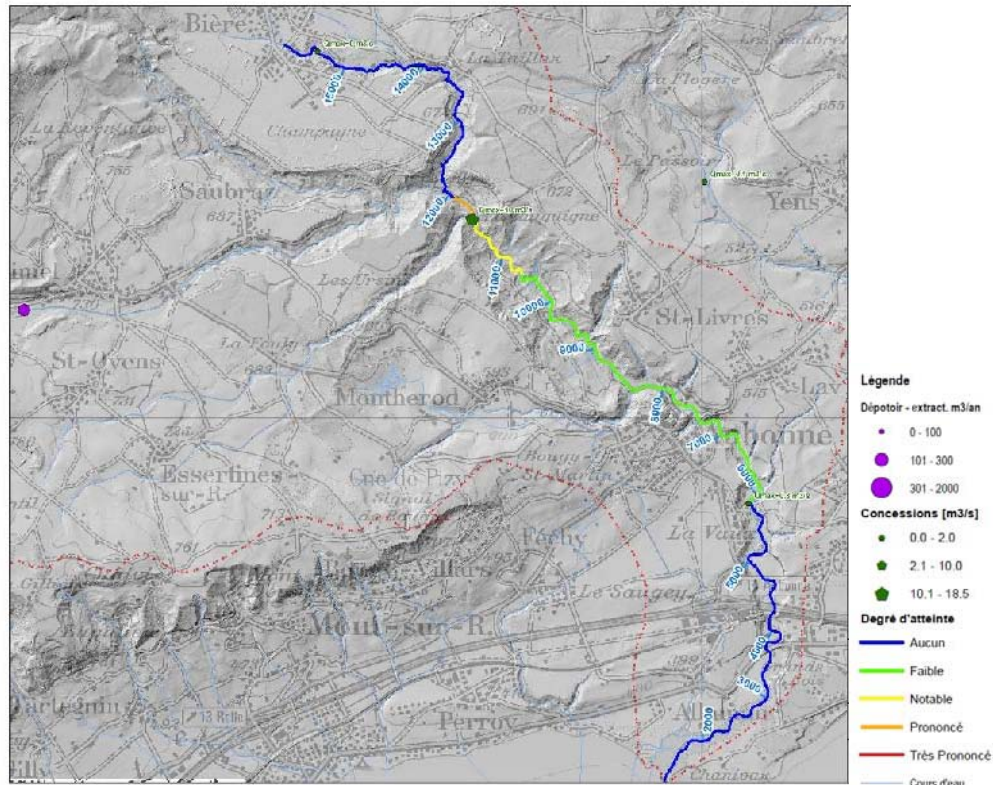


Figure 118: Carte de l'évaluation des atteintes au régime de charriage par tronçon – L'Aubonne, état avec les mesures d'entretien (variante A)

Km Début	Km Fin	N°	Degré atteinte	Atteinte grave	Installation responsable	Description	Explication sur l'atteinte
16 600	15 369	1a	nul		Installation hydroélectrique n°20-501	Installation hors service, seuil de 2m	-
15 369	12 070	1b	nul		Aucune installation	-	-
11 900	11 565	2a	prononcé	X	Installation hydroélectrique SEFA n°17-506	Barrage avec purge annuelle en période de crue	Tronçon du lac
11 565	10 565	2b	notable	X			Tronçon souffrant d'une augmentation de rugosité
10 565	8 380	2c	faible				Réduction temporaire du régime de charriage
8 380	5 874	2d	faible				
5 874	-	3	nul		Installation hydroélectrique Poudrerie n°17-507	seuil de prise de 2m, avec prélèvement de 0.8m3/s	Installation transparente au régime de charriage

Tableau 48: Résumé de l'analyse des tronçons de cours d'eau



16.5 Rôle des installations pour la protection contre les crues

L'influence de l'installation sur les problématiques d'exhaussement n'a pas été étudiée. Selon nos connaissances, l'installation n'a pas d'objectif de protection contre les crues.

16.6 Impact sur les eaux souterraines

Le tronçon en aval du barrage jusqu'à Poudrerie (Pk 8'380-5'874) touche sur la partie aval une nappe sur 100m environ. La nappe se situe dans des dépôts mollassiques, avec des apports du versant nord-est; le prélèvement se situe à -10m environ. Le débit résiduel a potentiellement plus d'incidence sur la nappe que la réduction du régime de charriage, le décolmatage très important du fond pourrait reconnecter la nappe du cours d'eau. Mentionnons que le secteur touchant la nappe se situe en limite d'influence de l'installation sur le régime de charriage. Le régime de charriage n'a dans l'ensemble pas d'incidence sur cette source.

16.7 Potentiel écologique

Le tronçon 2 est défini comme de potentiel écologique moyen, tout comme pour le tronçon 3.

Le potentiel écologique que la retenue de la SEFA sur l'Aubonne (tronçon 2a) revêtirait dans un état de référence théorique après réparation des atteintes est **moyen** (maintien du barrage et de la production hydroélectrique). Le cours d'eau présente une valeur naturelle, paysagère et pour la reproduction de la truite de rivière. Il n'y a toutefois pas d'espèces de poissons en danger ni d'inventaires fédéraux à ce niveau de l'Aubonne.

Le potentiel écologique actuel de l'Aubonne en aval du barrage de la SEFA (tronçon 2b et 2c) est considéré comme **élevé**. Le cours d'eau présente une valeur naturelle, paysagère et pour la reproduction de la truite de rivière et de la truite lacustre. Il n'y a toutefois pas d'inventaires fédéraux à ce niveau de l'Aubonne. A noter que le volet revitalisation évalue pour sa part le potentiel écologique et paysager de l'Aubonne en aval du barrage de la SEFA comme **important** (note de 9 sur 12). Les sous-critères paysage et habitat obtiennent la note maximale (3), le potentiel de connectivité est considéré comme moyen (liaison biologique amphibie d'importante régionale à renforcer, note 2) et le sous-critère sites protégés est noté 1 (réserve de faune du vallon de l'Aubonne).

16.8 Atteinte faune et flore

Pour l'Aubonne située en aval du barrage de la SEFA, l'atteinte à la faune et à la flore est liée principalement à l'artificialisation du régime hydrologique (tronçon à débit résiduel, dotation 360 l/s) et le mode d'exploitation actuel ne génère pas d'éclusées. Les conditions de régulation de la concession visent à réduire les atteintes au cours d'eau en aval du rejet des deux centrales de Plan-Dessous et de la Petite-Vaux (2 paliers) :

- a) une diminution maximale du turbinage de 10% par heure, et ce durant toute l'année ;
- b) une interdiction de turbiner des débits inférieurs à 0.66 m³/s entre le 01.11 et le 30.06 (< 0.3 m³/s le reste de l'année) ;
- c) un turbinage au fil de l'eau des débits < à 1 m³/s entre le 1.03 et le 30.06.

D'autre part, la retenue est curée annuellement à une date qui est si possible choisie de façon à minimiser les impacts sur l'écosystème à l'aval de la retenue (crue automnale). Ces purges semblent rétablir le bilan de charriage proche de l'état sans installation et les impacts sur la population de truites semblent supportables en regard de l'amélioration des conditions de reproduction. Pour l'instant ce type d'entretien est effectué à bien plaisir par l'exploitant et il faudrait pouvoir le pérenniser.

Il existe sur l'Aubonne plusieurs stations appartenant au réseau de surveillance de la qualité biologique des rivières du canton de Vaud. Les échantillonnages réalisés témoignent globalement d'une bonne qualité biologique. En aval de la centrale de Plan-Dessous, on note une amélioration de la qualité biologique d'une classe entre 2009 et 2013. Celle passe d'une qualité bonne à très bonne.

A noter également qu'un projet d'aménagement du seuil artificiel de la Poudrerie est en cours afin de permettre aux truites lacustres de remonter l'Aubonne jusqu'au barrage.

16.9 Nécessité d'assainissement

Si on veut que la situation actuelle devienne pérenne, il est souhaitable d'assainir l'installation du SEFA. Le tronçon du lac a une atteinte prononcée, et un potentiel écologique moyen, il y a nécessité d'assainir. Le tronçon à l'aval du barrage a une atteinte notable et un potentiel écologique élevé, ce tronçon devrait être assaini.

Pour la faune et la flore, deux facteurs sont limitants: la réduction du charriage avec un pavage marqué et une granulométrie excessivement grossière et le fait d'être sur un tronçon à débit résiduel.

Identifiant	Nom	Gravité de l'atteinte (sur le bilan de charriage)	Atteinte faune-flore	Charriage prépondérant	Potentiel écologique	Interaction avec les eaux souterraines	Importance protection contre les crues	Nécessité d'assainir
10-011590-2	SEFA	prononcé-notable	Oui	Oui	Moyen - élevé	Non	Non	Oui

Tableau 49 : Conclusion sur la nécessité d'assainir l'installation sur l'Aubonne



16.10 Synergie avec d'autres modules des planifications/ opportunité

Pour l'assainissement des éclusées, aucune mesure ne sera nécessaire. Ainsi aucune interaction n'est envisagée. Pour la migration piscicole, également, il semblerait qu'aucune mesure ne soit prévue.

Au niveau revitalisation, l'élimination de certains des enrochements pourraient être favorable pour augmenter la dynamique morphologique. Une synergie générerait une plus-value au niveau du bilan de charriage et des milieux créés.

16.11 Mesure d'assainissement

16.11.1 Mesures envisageables

Pour le barrage de la SEFA, la pérennisation des mesures de purges telles que testées ces dernières années semblent la mesure la plus raisonnable. Elle répond à la synergie entre les besoins d'entretien de l'exploitant et l'amélioration de la dynamique du cours d'eau (les suivis montrent un bilan positif).

Par souci d'exhaustivité, voici les mesures qui ont été évaluées :

code	Variante	Type	Détail
2.e.1	A	Abaissement du niveau d'eau du lac en crue (purge annuelle)	Crue naturelle sans turbinage avec ouverture des vannes (perte de production : 400'000m ³ , >15m ³ /s), intervention des machines
2.e.2	B	Génération de crue artificielle (eau claire)	Crue morphogène type Q _{1j} (800'000m ³ , 25m ³ /s), sans ouverture des vannes, => sans apport de sédiments supplémentaires (eau claire)
2.c.2	C	Modification des vannes de fond + crue (purge annuelle)	Crue naturelle sans turbinage avec ouverture des vannes (perte de production : 400'000m ³ , >15m ³ /s) → modification des vannes, pour faciliter leur manœuvre et optimiser le lavage des fines
2.e.1	A bis	Abaissement du niveau d'eau du lac en crue (purge annuelle) et revitalisation	Idem que la variante A, avec une revitalisation du tronçon à débit résiduel (création de zone de dépôt, élimination de certains points durs,...) pour optimiser l'efficacité des purges.

Tableau 50: Mesures envisageables pour l'assainissement de la SEFA - Aubonne

16.11.2 Evaluation des mesures

Barrage à accumulation de la SEFA (Plan-Dessous)

Efficacité de la mesure	Variante A	Variante B	Variante C	Variante A bis
		Abaissement du niveau d'eau du lac en crue (purge annuelle)	Génération de crue artificielle (eau claire)	Modification des vannes de fond + purge
Pronostic de performance (charriage)	Très bonne	Faible	Bonne	Très bonne
Portée de la mesure	Très bonne	Bonne	Bonne	Très bonne
Synthèse de l'efficacité de la mesure	Très bonne	Faible	Bonne	Très bonne

Evaluation - Critères prioritaires	Abaissement du niveau d'eau du lac en crue (purge annuelle)	Génération de crue artificielle (eau claire)	Modification des vannes de fond + purge	Purges annuelles avec revitalisation
A) Degré de gravité de l'atteinte	favorable	pas favorable	neutre	favorable
B) Potentiel écologique	favorable	neutre	neutre	favorable
C) Proportionnalité des coûts	favorable	neutre	favorable	favorable
D) Intérêt de la protection contre les crues	neutre	neutre	neutre	neutre
E) Politique énergétique	neutre	pas favorable	neutre	neutre

La variante A permet de faire transiter le charriage nécessaire sur le tronçon à proximité de l'ouvrage, et les surverses régulières (déversement 50j par an en moyenne) permettent de les mobiliser plus en aval. Un suivi environnemental pendant les purges (taux de MES) et après celle-ci (colmatage) permet de vérifier l'impact sur un plus long terme. Ce suivi fait sens et permet d'optimiser cette mesure.

La variante A bis - synergie entre purge annuelle et projet de revitalisation (mesure constructive dans le cours d'eau) - améliore la situation en favorisant la déposition de gravier sur le tronçon amont et éventuellement l'érosion augmentant la dynamique morphologique et la variabilité du lit.

La variante B offre plus de dynamique hydrologique (tronçon à débit résiduel), cependant sans apports en matériaux supplémentaires la mesure n'est pas performante (efficacité faible). Sur tous les critères cette mesure donne de moins bons indicateurs.

La variante C ressemble à la variante A; si ce n'est une modification des vannes qui permet d'optimiser les purges et la manutention des organes de contrôle du barrage. Une manutention plus fine des vannes permettrait de réduire l'effet d'entraînement dans l'idée de maintenir une granulométrie étendue sur le tronçon 2b (Pk 11'565 – 10'565). Cette mesure coûte plus cher, les performances de l'assainissement sont meilleures sur le premier km à ce stade de l'analyse.



16.11.3 Proposition de mesure d'assainissement

Les variantes A, A bis et C répondent bien à l'objectif d'assainissements du régime de charriage. L'application de la variante A est préconisée à ce stade.

Ainsi, lors d'une crue importante, il sera possible d'ouvrir les vannes de fond, et avec des machines, pousser les sédiments retenus pour permettre aux matériaux intéressants d'être mobilisés. Pour permettre aux sédiments fins d'aboutir au lac Léman, il est souhaitable de prolonger la crue en augmentant le débit résiduel pendant une certaine période permettant d'éviter de colmater le fond, le débit de pointe ne doit toutefois pas être excessif pour éviter le transit du gravier. Cette manœuvre génère des pertes financières pour l'exploitant, il serait donc possible de pérenniser ces mesures, par l'intégration dans la planification d'assainissement du charriage générant des subventions.

Selon l'expérience acquise les consignes d'entretien peuvent être précisées comme suit:

- La vidange et le curage annuel se fait pour un débit supérieur ou égal à 15m³/s, entre septembre et décembre (soit en dehors des périodes de frai).
- L'ouverture et la fermeture des vannes de vidange se font de manière progressive. L'ouverture se fait en fonction de la turbidité de l'eau (quantité de sédiments dans l'eau). La fermeture se fait en observant la « règle des 10 % » (diminution du débit de 10 % par heure au plus) telle qu'elle est décrite dans le rapport d'impact pour le renouvellement de la concession et le règlement d'exploitation de l'aménagement de l'Aubonne. Si nécessaire, un rinçage du lit du cours d'eau sera réalisé. La durée du rinçage et les débits de pointe doivent être fait de manière contrôlé afin d'éviter un lavage du fond excessif.
- Le suivi des opérations de vidange doit être supervisé par les autorités compétentes pour assurer leur performance.

16.11.4 Délai d'assainissement

Conformément à l'article 83a de la LEaux (entrée en vigueur le 31.12.2010), l'assainissement de l'installation de la SEFA doit être réalisé d'ici à fin 2030.

17. Synthèse

Les listes des installations générant une atteinte sont décrites ci-après. Elles sont divisées en quatre listes distinctes:

- Installations nécessitant un assainissement → § 17.1
- Installations générant une atteinte ne nécessitant pas d'assainissement (cours d'eau de priorité 1) → § 17.2
- Installations générant une atteinte sur un tronçon de cours d'eau vaudois, mais situé dans un canton limitrophe → § 17.3
- Installations générant une atteinte ne nécessitant pas d'assainissement pour les cours d'eau de priorité 2 et 3 → § 17.4

Chaque installation est d'abord identifiée, puis les tronçons de cours d'eau atteints sont décrits. On mentionne les critères permettant d'établir la nécessité d'assainir, et finalement l'existence de piste de mesures répondant au critère de proportionnalité et de politique énergétique est vérifiée. Pour chaque rubrique, les renvois aux chapitres et documents clé sont rappelés (3^e ligne des tableaux).

Les mesures proposées pour chaque installation générant une atteinte sont résumées au chapitre 17.5. Le Tableau 55 décrit les installations nécessitant un assainissement, ces mesures ont toutes été évaluées en annexe (annexe 8 et 9). Le Tableau 56 présente les installations des cours d'eau de priorité 1 générant une atteinte mais sans nécessité d'être assainie, seule la liste des mesures est réalisée. Les mesures seront réalisées si une opportunité se présente, elles sont donc indiquées à titre informatif.

Les évaluations des mesures sont évaluées en détail à l'annexe 9 et les commentaires sont présentés au chapitre 7.11 8.11 et suivant Deux informations importantes sont mis en évidence dans les tableaux de synthèse ci-après, à savoir :

- Le potentiel de valorisation du point de vue biocénose et dynamique du charriage → § 17.6
- La proportionnalité des coûts, avec le croisement entre le coût et l'efficacité de la mesure → §17.7

Planification cantonale assainissement de cours d'eau - module charriage

193/203

17.1 Liste des installations nécessitant un assainissement

La liste des installations nécessitant un assainissement est détaillée ci-dessous:

Identifiant	Installation				Tronçon de cours d'eau				Nécessité d'assainir				Mesure							
	Installation responsable/exploitant	n° concession	X	Y	Cours d'eau cible	PK début - fin	n° tronçon	Degré atteinte	Potentiel écologique	atteinte faune-flore	facteur limitant	influence nappe	influence crue	Nécessité d'assainir	Synergie Coordination	Proposition de mesure	Proportionnalité coûts	Conflit politique énergétique	Délaï d'assainissement	
	Cf. fiche par installation annexe 6																			
01-003660-1	Les Pais / Romande Energie SA	2-504	573665	125432	Avançon d'Anzeinde	3660 – 3310	3a	prononcé	moyen	forte	débit résiduel, éclusees	non	non	Cf. § 7.5, 8.5, etc.	Cf. § 7.10, 8.10, etc.	mesures exploitation/constructive	Pas favorable	Non	2030	
						3310 – 2120	3b	notable	moyen	faible										
03-012385-2	L'Hongrin/ FMHL SA	348-508	569047	141733	Hongrin	15180 – 12385	3	très prononcé	moyen	Oui	débit résiduel, charriage	non	secondaire			mesures exploitation	oui	non	2030	
						12385 – 9575	4	très prononcé												
						9575 – 8400	5	faible												
05-007400-2	Pays d'En Haut 1/ Groupe E	324-501	571296	145955	Sarine	7400 – 8320	4	très prononcé	moyen	Oui	charriage, débit résiduel	non	non			mesure exploitation/constructive	oui	non	2030	
						2000 à 7400	5	très prononcé	moyen-élevé											
08-015881-2	Le Day / Romande Energie SA	263-517	520768	175133	Orbe	15881 – 16881	4b	très prononcé	moyen	Oui	débit résiduel, charriage	non	Oui indirectement			mesure exploitation/constructive	oui	non	2030	
						10881 – 15881	4c	très prononcé	moyen											
						4987 – 10881	4d	prononcé	moyen											
08-006987-2	Le Chalet / VO Energie SA	255-536	529795	175530	Orbe	3053 – 4987	4e	très prononcé	moyen	Oui	éclusee, charriage	non	Oui indirectement			mesure exploitation/constructive	oui	non	2030	
08-003053-2	Moulinet / VO Energie SA	271-515	530693	174808	Orbe	0 – 3053	4f	très prononcé	élevé	Oui	éclusee, chenalisation (charriage)	non	Oui indirectement			mesure exploitation/constructive	oui	non	2030	
						0 à -4900	5a	prononcé	moyen-élevé											
08-016800-2	Pontet / VO Energie SA	277-520	520102	175575	Orbe (affluent)	10881 – 16381	4b-d	Très prononcé		Oui	charriage, débit résiduel	non	Oui indirectement			mesure exploitation/constructive	oui	non	2030	
						11900 – 11565	2a	prononcé	moyen											
						11565 – 10565	2b	prononcé	moyen											
						10565 – 8380	2c	notable	élevé	Oui	charriage (débit résiduel) (chenalisation partielle)	non	Oui indirectement			mesure exploitation/constructive	oui	non	2030	
						8380 – 5874	2d	faible												

Tableau 51: Liste des installations à potentiellement assainir

17.2 Liste des installations provoquant une atteinte ne nécessitant pas d'assainissement

La liste des installations avec atteinte ne nécessitant pas d'être assainies est documentée ci-dessous:

Identifiant	Installation				Tronçon de cours d'eau				Nécessité d'assainir				Mesures								
	Installation responsable/exploitant	n° concession	X	Y	Cours d'eau cible	Pk début - fin tronçon	Degré atteinte	Potentiel écologique	atteinte faune-flore	facteur limitant	influence nappe	influence crue	Nécessité d'assainir	Synergie Coordination	Proposition de mesure	Proportionnalité coûts	Conflit politique énergétiquement	Délai d'assainissement			
	Cf. fiche par installation annexe 6					Cf. § 7.4, 8.4 et suivant				Cf. § 7.7, 8.7, etc.				Cf. § 7.10, 8.10, etc.				Cf. 7.11, 8.11, et suivant + évaluation des mesures annexe 8 et 9			
01-007100-5	Extraction Solalex/ canton de Vaud	-	576'575	126'020	Avançon d'Anzeinde Avançon	7'100 - 0 7'430 - 4'507	2 - 3 1	moyen -	faible faible	non non	non non	oui oui	non non	non	mesure d'exploitation	pas favorable	-	-			
02-023860-5	Extraction Le Jorat/ canton de Vaud	M25	578'710	132'040	Grande Eau	23'860 - 23'525 23'525 - 22'839	2a 2b	faible notable	très prononcé notable	non non	non non	oui oui	non non	non	mesure d'exploitation	pas favorable	-	-			
02-018370-2	Rejet lac d'Arnon/ Romande-Energie SA	11-507	577'985	133'420	Grande Eau	21'720 - 18'370	4	moyen	faible	non	non	non	oui	assainissement écluée	mesures constructives	pas favorable	Non	-			
03-015260-2	Rejet adduction/ FMHL	348-508	572'284	141'397	Hongrin	15'251 - 15'180	2	-	faible	non	non	non	non	Non	non	-	Non	-			
05-012200-4	Bois-Bricod/ Bois Bricod SA	M5	575'601	146'009	Sarine	12'200 - 10'700 10'700 - 10'350	2a 2b	moyen -	notable faible	non	non	non	non	Coordination BV	mesure exploitation	-	Non	-			
05-012200-4	Chaudanne/ Cmn Rossinière	M1	574'123	145'949	Sarine	8'320 - 10'350	3	moyen	faible	non	non	non	non	Coordination BV	-	-	Non	-			
07-008025-3	Dépotoir Péroset/ canton de Vaud	-	537'200	185'915	Arnon	7'150 - 8025	3a	-	faible	non	non	non	non	revitalisation / migration piscicole	mesure exploitation	-	-	-			
07-007190-3	Dépotoir Clos du Pont/ canton de Vaud	-	538'000	185'950	Arnon	5'216 - 7'150	3b	-	faible	non	non	non	non		mesure exploitation	-	-	-			
07-005216-3	Dépotoir Vuabiet/ canton de Vaud t	-	539'630	186'631	Arnon	2'300 - 5'216	3c	-	faible	non	non	non	non		mesure exploitation	-	-	-			
09-028420-1	Pisciculture Bief d'Éclépens/ Käser Mme M	56-511	529'036	167'121	Venoge	26'500 - 28'420	2b	-	faible	non	non	non	non	assainissement débit résiduel	mesure exploitation	-	Non	-			
09-020830-1	Les Grands Moullins/ Romande-Energie SA	71-502	529'638	162'410	Venoge	20'930 - 21'779	2d	-	faible	non	non	non	non	-	-	-	Non	-			

Tableau 52: Liste des installations provoquant une atteinte ne nécessitant pas d'assainissement

17.3 Liste des installations situées dans un canton limitrophe provoquant une atteinte sur sol vaudois

Liste des installations situées dans un canton limitrophe générant une atteinte sur sol vaudois,

Identifiant	Installation			Tronçon de cours d'eau			Nécessité d'assainir			Coordination					
	Installation responsable	n° concession	X	Y	Cours d'eau cible	Pk début - fin	n° tronçon	Degré atteinte	Potentiel écologique		influence nappe	influence crue	Nécessité d'assainir		
04-107'193-1	Barrage de Lavey (VS)	6-503		568760	114'880	Rhône	107'244 - 105'802	1	très prononcé	élévé	non	oui	Cf. 10.5 et suivant	Cf. 10.9 et suivant	Cf. 10.10 etc.
05-021'000-4	Extractions de gravier (BE)					Sarine	21'000 - 12'200	1	notable	moyen	non	non	Cf. 10.6 et suivant	Cf. 10.5 et suivant	Cf. 10.10 etc.
06-053'080-1	La Verna (FR)			555688	175179	Broye	34'000 - 48'000	1	notable	élévé	non	non	Cf. 10.7, etc.	Cf. 10.5 et suivant	Cf. 10.10 etc.

Tableau 53: Liste des installations hors canton provoquant une atteinte sur sol vaudois

Pour ces installations, une coordination inter-cantonale sera nécessaire pour le choix des mesures d'assainissement.

17.4 Liste des installations pour les cours d'eau de priorité 2 et 3 étudiés sommairement

17.4.1 Installations ne nécessitant pas d'assainissement

Les cours d'eau de priorité 2 et 3 ont été traités de manière sommaire. Le compte-rendu de ces analyses est documenté à l'annexe 7. Les installations générant une atteinte, mais ne nécessitant pas réparation sont documentées ci-dessous. La plupart de ces installations pour les cours d'eau de priorité 2 et 3 ont une importance prépondérante au niveau sécuritaire.

Identifiant	Installation			Tronçon de cours d'eau				Nécessité d'assainir			Mesures			
	Installation responsable	X	Y	Cours d'eau cible	Rôle de l'ouvrage	Pk début - fin	Degré atteinte	Potentiel écologique	facteur limitant	influence crue	Nécessité d'assainir	synergie/coordination	Proposition de mesure	Délai d'assainissement
<i>Cf. annexe 7 (cours d'eau de priorité 2 et 3)</i>														
13-002500-4	curege - embouchure	138511	510000	Promenthouse	Curage après crue majeure pour garantir le gabarit hydraulique (sécurité)	2'500 - 2000	a priori important	élevé		oui	non	revitalisation	mesure constitutive	
21-001800-3	dépotoir Milavy	191770	569130	Longeaigne	Ouvrage construit pour sécuriser différents objets d'importance cantonale	1'800 - 0	a priori important	moyen		oui	non		mesure exploitation	
23-000500-3	dépotoir "Grange-sous-Trey"	180010	559850	R. de Trey	Ouvrage de protection contre les crues	600 - 0	a priori important	moyen		oui	non		mesure exploitation	mesure réalisée
11-007950-3	Dépotoir B	170815	531070	Nozon	Dépotoirs construits pour maintenir le gabarit hydraulique	7'950 - 6'650	a priori faible	moyen		oui	non	revitalisation		
11-006650-3	Dépotoir C	168890	530150	Nozon		6'650 - 0	a priori faible	moyen		oui	non	revitalisation		
22-003360-3	Dépotoir A	180460	537450	Mujon	Dépotoirs construits pour sécuriser la zone habitée d'Yverdon-les-Bains	3'360 - 800	faible-notable	moyen		oui	non			
24-004700-3	Dépotoir A	178500	538940	Buron		4'700 - 1'450	a priori faible (limon)	moyen		oui	non			

Tableau 54: Liste des installations provoquant une atteinte ne nécessitant pas d'assainissement – cours d'eau priorité 2 et 3 traité sommairement

Planification cantonale assainissement de cours d'eau - module charriage

1977/203

17.5 Mesures proposées

Pour chaque installation générant une atteinte, la faisabilité des mesures proposées dans la liste de l'aide à l'exécution ont été documentées à l'annexe 8. Pour les installations nécessitant un assainissement, les variantes évaluées pour sont les suivantes (pour les détails de l'évaluation cf. annexe 9) :

Code	Nom	Cours d'eau	n°	code	Description sommaire	Nécessité d'assainir	Retenu
01-003660-1	Les Pais	Avançon d'Anzeinde	Variante A	1.e.5	Augmentation de la durée des purges	oui	
			Variante B	1.e.5	Augmentation du nombre des purges (nouvelle purge d'eau claire après chaque purge)		
			Variante C	1.c.1	Augmentation du volume de la retenue (purges plus importantes, mais plus rares)		
			Variante D	1.c.3-1.e.5	Mesure à définir		(x)
02-018370-2	Rejet lac d'Amon	Grande Eau	Variante A	2.c.3	Construction d'un bassin de compensation	oui	
			Variante B	2.c.3	Construction d'un bassin de compensation et utilisation en pompage-turbinage (lac d'Arnon)		
			Variante C	2.c.3	Conduite de dérivation jusqu'aux Aviolats		
			Variante D	2.e.2	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du réjet		
03-012385-2	Barrage de l'Hongrin	Hongrin	Variante A	2.e.3	Génération de crues artificielles	oui	x
			Variante B	2.e.2	Génération de crues artificielles + ajout de matériaux à Vuichoude-d'en-Bas		
			Variante C	2.e.2	Génération de crues artificielles + ajout de matériaux sous le barrage		(x)
			Variante D	2.e.2-2.e.3	Ajout de sédiment (1500m³/an) + crue morphogène		x
05-007400-2	Vemex	Sarine	Variante B	2.c.1-2.e.1	Construction d'un chenal préférentiel + abaissement en crue	oui	(x)
			Variante C	2.c.2	Construction d'un ouvrage de dérivation + lâcher		x
			Variante D	2.c.3	Comblement du barrage		
			Variante E	2.e.1	Abaissement du niveau d'eau du lac en crue (purge annuelle)		x
08-015881-2	Day	Orbe	Variante A	2.e.3	Génération de crue artificielle	oui	(x)
			Variante B	2.e.2	Ajout de sédiment (et déversement naturel)		x
			Variante C	2.c.2	Construction d'un ouvrage de dérivation pour les sédiments + purge		x
			Variante D	2.e.3	Génération de crue artificielle		(x)
08-004987-2	Chalet	Orbe	Variante B	2.c.1	Transformation du barrage (vannes de fond) + purge	oui	x
			Variante C	2.e.2	Ajout de sédiment (et déversement naturel)		x
			Variante A	1.e.1a	Abaissement du niveau de la retenue et génération de crue artificielle (localement)		
			Variante B	1.e.1b	Abaissement du niveau de la retenue et génération de crue artificielle (sur tout le linéaire)		
08-003053-2	Moulinet	Orbe	Variante C	1.e.1 - 1.e.5	Abaissement du niveau de la retenue et génération de crue artificielle (sur tout le linéaire), et curage actif	oui	(x)
			Variante A	2.e.3	Génération de crue artificielle		(x)
			Variante B	2.c.2	Construction d'un ouvrage de dérivation pour les sédiments + purge		(x)
			Variante C	2.e.2	Ajout de sédiment en aval du Day (et déversement naturel)		x
08-016800-2	Pontet	Orbe (affluent)	Variante A	2.e.2	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage du Day	oui	x
			Variante B	2.c.2-2.e.1	Construction d'un ouvrage de dérivation (Pontet+Day) + purge		x
			Variante C	2.c.1-2.e.1	Transformation du barrage du Chalet (vanne de fond) + mesure revitalisation (Thielle) + purge		x
			Variante D	2.e.3	Génération de crue artificielle		(x)
05-007400-2	Combinée	Orbe	Variante A	2.e.1	Abaissement du niveau d'eau du lac en crue (purge annuelle et curage actif occasionnel)	oui	x
			Variante B	2.e.3	Génération de crue artificielle (eau claire)		
			Variante C	2.c.2	Modification des vannes de fond + crue morphogène		x
			Variante A bis	2.e.1	Abaissement du niveau d'eau du lac en crue (purge annuelle) + revitalisation		(x)

Tableau 55: Liste des mesures évaluées par installation nécessitant un assainissement



Planification cantonale assainissement de cours d'eau - module charriage

198/203

Les fiches synthétiques pour chaque installation sont mises en annexe et décrivent les mesures préconisées (fiches par installation, annexe 6).

Pour les installations ne nécessitant pas un assainissement, les variantes retenues comme possibles sont les suivantes (cf. annexe 8). Ces mesures sont prises si une opportunité se présente :

Code	Nom installation	Cours d'eau	n°	code	Description sommaire	Nécessité d'assainir	Retenu
02-023860-5	Extraction Le Jorat	Grande Eau	Variante A	3.e.2	Extraction et restitution mécanique en aval du site	non	
01-007100-5	Extraction Solalex	Avançon d'Anzeinde.	Variante A	3.e.1	Réduction du volume extrait	non	
07-008025-3	Dépotoir amont	Arnon	Variante A	3.e.2	Extraction et restitution mécanique en aval du site	non	En fonction des opportunités
			Variante B	3.c.1	Transformation de l'ouvrage pour favoriser le transit (revet)		
			Variante C	3.c.1	Modification de l'entée du canal d'aménée + élimination du seuil et élargissement		
09-028420-1	Pisciculture d'Eclépens	Venoge	Variante A	1.c.1	Transformation de l'installation (barrage/seuil)	non	En fonction des opportunités
			Variante B	1.e.3	Ajout de sédiment dans le tronçon en aval du barrage (restitution du prélèvement)		
09-020830-1	Grand Moulin	Venoge			A priori réflexion charriage intégré dans le projet	non	

Tableau 56: Liste des mesures évaluées par installation ne nécessitant pas un assainissement, mais pour lesquelles des variantes ont été identifiées



Planification cantonale assainissement de cours d'eau - module charriage

199/203

17.6 Potentiel de valorisation

Identifiant	Installation responsable				Focus biocénose				Focus morphologie et charriage			Variante retenue	
	Installation	n° concession	X	Y	Cours d'eau	Mesure évaluée	Potentiel écologique	Potentiel de valorisation	Degré d'atteinte état actuel	Degré d'atteinte état assaini	Gain de classe		Potentiel de valorisation
01-007700-5	Extraction Solalex	-	576575	126020	Avançon d'Anzeinde	A/3.e.1	moyen	neutre	faible	nul	1	Très faible	
01-003660-1	Les Pairs	2-504	573665	125432	Avançon d'Anzeinde	A/1.e.5	moyen	neutre	prononcé	faible	2	Faible	
						B/1.e.5		neutre					
						C/1.c.1		neutre					
02-023860-5	Extraction Le Jorat	M25	578710	132040	Grande Eau	A/3.e.2	faible	neutre	très prononcé	faible	2	Faible	
02-018370-2	Rejet lac d'Amnon	11-507	577985	133420	Grande Eau	A/2.c.3	moyen	neutre	prononcé	nul	3	Bon	
						B/2.c.3		neutre					
03-012385-2	Barrage de l'Hongrin	348-508	569047	141733	Hongrin	A/2.e.3	moyen	neutre	très prononcé	faible	3	Très bon	x
						B/2.e.2-1		neutre					
						C/2.e.2-1		neutre					
05-007400-2	Pays d'En Haut 1	324-501	571296	145955	Sarine	A/2.e.2.3	moyen-élevé	favorable	très prononcé	notable	2	Très bon	x
						B/2.c.1-2.e.1		neutre					
						C/2.c.2		neutre					
						D/2.c.3		favorable					
08-015881-2	Orbe 17 - Day	263-517	520768	175133	Orbe	E/2.e.1	moyen	neutre	très prononcé	très prononcé (prononcé)	0.5	Bon (- faible)	(x)
						A/2.e.3		neutre					
08-004987-2	Orbe 36 - Chalet	255-536	529795	175530	Orbe	B/2.e.2	moyen	favorable	très prononcé	prononcé	1	Bon	x
						C/2.c.1		neutre					
						A/2.e.3		neutre					
08-003053-2	Orbe 15 - Mouliet	271-515	530693	174808	Orbe	B/2.c.1	moyen-élevé	favorable	très prononcé	très prononcé	0.5	Faible (- très faible)	
						C/2.e.2		neutre					
						B/1.e.1-4		neutre					
08-016800-2	Orbe 20 - Pontet	277-520	520102	175575	Orbe (affluent)	C/1.e.1-4	moyen	neutre	très prononcé	très prononcé	0.5	Bon (- faible)	(x)
						A/2.e.3		neutre					
						B/2.c.1		neutre					
Combiné	projet sur tout le linéaire				Orbe	C/2.e.2	moyen-élevé	favorable	très prononcé	prononcé	1	Bon	x
						A/2.e.2		favorable					
						B/2.c.2		neutre					
						C/2.c.1		neutre					
10-011590-2	Plan Dessous	17-506	517454	152207	Aubonne	D/2.e.3	élevé	favorable	notable	nul (faible)	1.5	Très bon	x
						A/2.e.1		neutre					
						B/2.e.3		neutre					
						C/2.c.2		neutre	notable	faible	1	Bon (- faible)	x
						A bis/2.e.1		favorable					

Tableau 57: Résultat de l'évaluation pour le potentiel de valorisation des variantes retenues



Planification cantonale assainissement de cours d'eau - module charriage 200/203

La méthodologie pour évaluer le potentiel de valorisation est décrite au chapitre 5.11.4 , p. 46.

Les informations résumées ici sont reprises de l'évaluation des mesures mis en annexe (annexe 9) :

- Pour le potentiel de valorisation écologique, les critères P2 sont repris, intitulé "Potentiel de valorisation biologique de la mesure entre état actuel et état assaini".
- Pour la valorisation selon le focus de la morphologie et bilan de charriage, les informations sont reprises des critères "valorisation" (représentés comme conclusion du pronostic de performance), et le critère A3 "degré d'amélioration" (soit le gain de classe entre état actuel et état assaini, sur la base du profil en long de bilan de charriage).

Planification cantonale assainissement de cours d'eau - module charriage

201/203

17.7 Proportionnalité des coûts

Identifiant	Installation responsable				Proportionnalité des coûts				Variante retenue	
	Installation responsable	n° concession	X	Y	Cours d'eau cible	Mesure évaluée	Gamme de coût	Efficacité de la mesure		Rapport coût efficacité
01-007100-5	Extraction Solalex	-	576'575	126'020	Avançon d'Anzeinde	A / 3.e.1	Très bas	Basse	pas favorable	
01-003660-1	Les Pars	2-504	573'665	125'432	Avançon d'Anzeinde	A / 1.e.5 B / 1.e.5 C / 1.c.1	Moyen Elevé Moyen	Basse Basse Basse Basse	pas favorable pas favorable pas favorable pas favorable	
02-023860-5	Le Jorat	M25	578'710	132'040	Grande Eau	D /		A définir		(x)
02-018370-2	Rejet lac d'Arnon	11-507	577'985	133'420	Grande Eau	A / 2.c.3 B / 2.c.3 C / 2.c.3	Elevé Elevé Très élevé	Elevée Elevée Très élevée	pas favorable pas favorable neutre	
03-012385-2	Barrage de l'Hongrin	3-48-508	569'047	141'733	Hongrin	A / 2.e.3 B / 2.e.2 C / 2.e.2	Bas Bas Bas	Très élevée Elevée Très élevée	favorable favorable favorable	x
05-007400-2	Pays d'En Haut 1	324-501	571'296	145'955	Sarine	A / 2.e.2-3 B / 2.c.1-2.e.1 C / 2.c.2 D / 2.c.3 E / 2.e.1	Elevé Très élevé Très élevé Très bas Bas	Très élevée Elevée Elevée Moyenne	favorable neutre neutre favorable neutre	x (x) x x x
08-015881-2	Orbe 17 - Day	263-517	520'768	175'133	Orbe	A / 2.e.3 B / 2.e.2 C / 2.c.1	Moyen Bas Très élevé	Moyenne Elevée Très élevée	neutre favorable neutre	x (x) x
08-004987-2	Orbe 36 - Chalet	255-536	529'795	175'530	Orbe	A / 2.e.3 B / 2.c.1 C / 2.e.2	Moyen Très élevé Très bas	Basse Très élevée Moyenne	Pas favorable neutre neutre	(x) x x
08-003053-2	Orbe 15 - Moulinet	271-515	530'693	174'808	Orbe	A / 1.e.1 B / 1.e.1-4 C / 1.e.1-4	Bas Bas Moyen	Basse Basse Moyenne	Pas favorable Pas favorable neutre	(x)
08-016800-2	Orbe 20 - Pontet	277-520	520'102	175'575	Orbe (affluent)	A / 2.e.3 B / 2.c.1 C / 2.e.2	Moyen Très élevé Bas	Moyenne Elevée Elevée	neutre neutre favorable	(x) (x) x
Combiné	projet sur tout le linéaire				Orbe	A / 2.e.2 B / 2.c.2 C / 2.c.1 D / 2.e.3	Bas Très élevé Très élevé Moyen	Elevée Très élevée Elevée Moyenne	favorable neutre neutre neutre	x (x) x (x)
10-011590-2	Plan Dessous	17-506	517'454	152'207	Auborne	A / 2.e.1 B / 2.e.3 C / 2.c.2 A bis / 2.e.1	Bas Bas Moyen Bas	Elevée Moyenne Très élevée Elevée	favorable neutre favorable favorable	x x x (x)

Tableau 58: Résultat de l'évaluation pour la proportionnalité des coûts des variantes retenues



GRÉNE
Écologie, Agriculture
et Forêt



Planification cantonale assainissement de cours d'eau - module charriage

202/203

Les critères de proportionnalité des coûts sont détaillés au chapitre 5.11.5, p. 47.

L'évaluation de détail des performances et efficacité est documentée dans les fiches d'évaluation mise en annexe (annexe 9), dans la partie C "proportionnalité des coûts".



PARTIE B – Détermination du potentiel écologique



RENATURATION DES EAUX PLANIFICATION STRATEGIQUE CANTONALE

Assainissement du régime de charriage
dans le canton de Vaud

Rapport final provisoire - partie B

Diagnostic environnemental, importance et
potentiel écologique des tronçons atteints

Octobre 2014

Table des matières

1. INTRODUCTION	1
2. LISTE DES COURS D'EAU A ÉTUDIER	3
3. L'AVANÇON	4
3.1 GÉNÉRALITÉS	4
3.2 TRONÇON EXTRACTION GRAVIERS SOLALEX - PRISE D'EAU DE LA CENTRALE DE LA PEUFFEYRE	5
3.3 TRONÇON PRISE D'EAU LES PARS - CENTRALE DE LA PEUFFEYRE	6
3.4 TRONÇON PRISE D'EAU CENTRALE SUBLIN - EMBOUCHURE DANS LE RHÔNE	7
4. LA GRANDE EAU	8
4.1 GÉNÉRALITÉS	8
4.2 TRONÇON GRAVIERE DU JORAT - RAMPE EN AMONT DU PONT DE LA TINE	8
4.3 TRONÇON RAMPE DU PONT DE LA TINE - AMONT CENTRALE DES FARETTES	12
4.4 TRONÇON AMONT CENTRALE DES FARETTES - EMBOUCHURE RHÔNE	13
5. L'HONGRIN	15
5.1 GÉNÉRALITÉS	15
5.2 LAC ARTIFICIEL DE L'HONGRIN	16
5.3 TRONÇON AVAL BARRAGE DE L'HONGRIN - CONFLUENCE SARINE	17
6. LE RHÔNE	19
6.1 GÉNÉRALITÉS	19
6.2 TRONÇON LAVEY-LES-BAINS - LAC LÉMAN	19
7. LA SARINE (PARTIE VD)	23
7.1 GÉNÉRALITÉS	23
7.2 LA SARINE VAUDOISE	23
8. LA BROYE (PARTIE VD)	28
8.1 GÉNÉRALITÉS	28
8.2 TRONÇON AMONT MOUDON - LAC DE MORAT	28
9. L'ARNON	31
9.1 GÉNÉRALITÉS	31
9.2 TRONÇON DÉPOTOIR FIEZ - EMBOUCHURE LAC DE NEUCHÂTEL	31
10. L'ORBE - LA THIELLE	33
10.1 GÉNÉRALITÉS	33
10.2 TRONÇON RÉSURGENCES VALLORBE - BARRAGE DES MOULINETS	33
10.3 TRONÇON BARRAGE DES MOULINETS - LAC DE NEUCHÂTEL	40
11. LA VENOGÉ	44
11.1 GÉNÉRALITÉS	44
11.2 TRONÇON CONFLUENCE VEYRON - CONFLUENCE SENOGÉ	45
11.3 TRONÇON CONFLUENCE SENOGÉ - EMBOUCHURE LÉMAN	46
12. L'AUBONNE	48
12.1 GÉNÉRALITÉS	48
12.2 TRONÇON BARRAGE - EMBOUCHURE LAC LÉMAN	48

1. INTRODUCTION

Importance écologique actuelle / Potentiel écologique

Selon l'OEaux, le rapport intermédiaire doit comprendre une évaluation du potentiel écologique des tronçons de cours d'eau subissant des atteintes graves.

Selon l'art. 33a OEaux, le potentiel écologique des eaux est déterminé en fonction de :

- a) l'importance écologique qu'elles revêtent dans leur état actuel (s'il s'agit d'un cours d'eau proche de l'état naturel);
- b) l'importance écologique qu'elles pourraient revêtir après réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme, dans une mesure impliquant des coûts proportionnés (dans le cas d'un cours d'eau subissant déjà des atteintes).

L'évaluation du potentiel écologique se base sur toute une série de critères: inventaires fédéraux, autres zones et habitats protégés, morphologie et paysage, autres. Les critères indiquant un fort potentiel écologique et une grande importance pour le paysage sont énumérés dans le tableau 2 du module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux¹. Concernant la présence d'espèces prioritaires ou d'espèces menacées, on se référera aux données les plus actuelles des centres suisses répertoriant des données sur la faune, la flore, les mousses, les champignons et les lichens. On tiendra également compte des plans d'action de l'OFEV en faveur d'espèces prioritaires, ceci pour autant qu'ils soient existants.

Les critères énumérés au tableau 2 de fort potentiel écologique et de grande importance pour le paysage, décrivent avant tout l'importance écologique actuelle d'un cours d'eau. Quant à la possible importance future d'un tronçon de cours d'eau, on peut la déterminer soit sur la base de l'état d'un tronçon de référence (s'il en existe un), soit en se fondant sur les premières informations disponibles concernant l'état prévisible ou un objectif probable de développement.

Le potentiel écologique et l'importance pour le paysage d'un tronçon de cours d'eau sont classés selon trois catégories: faible - moyen - important/élevé.

Concernant le potentiel écologique, le bureau BG Ingénieurs Conseil SA propose de concrétiser la démarche à l'aide de deux critères:

- La valeur intrinsèque (ou locale)
- La valeur liée au contexte

¹ Revitalisation des cours d'eau Planification stratégique - un module de l'aide à l'exécution renaturation des eaux. L'Environnement pratique. Protection des eaux. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne, 2012.

Par valeur intrinsèque (V_i), on entend la qualité des milieux aquatique et riverain à l'état actuel, selon l'avis d'expert. Par valeur régionale (V_r), on entend la mise en perspective à l'échelle du réseau hydrographique, selon les critères du tableau 2.

Le potentiel écologique actuel (P_e) sera résumé par agrégation des deux critères:

$$P_e = V_i + V_r$$

Potentiel de valorisation

Le potentiel de valorisation résulte de la différence entre l'état atteignable par des mesures proportionnées d'une part, et l'état actuel d'autre part. Ce potentiel correspond ainsi à l'amélioration que l'on pourra obtenir en investissant des moyens raisonnables. Plus il est élevé, plus il témoigne d'un rapport coût /rendement favorable.

Déroulement de l'étude

Les prestations en lien avec la détermination du potentiel écologique et du potentiel de valorisation se découpent en trois parties comme suit:

Etape 1: Premier diagnostic qualitatif des tronçons à étudier

Cette étape vise à faire une première évaluation sommaire de la qualité des milieux pour chaque tronçon étudié par BG (tronçon étudié = tronçon retenu suite à la séance du 10 avril 2013). Cette première analyse est faite à grande échelle, le résultat est purement qualitatif. Les critères qu'il est proposé d'utiliser sont les suivants :

- a) Inventaire piscicole (présence / absence d'espèces menacées)
- b) Qualité de reproduction de la truite

Etape 2: Détermination du potentiel écologique (valeur intrinsèque et de contexte)

Cette étape est réalisée sur les tronçons subissant des atteintes du régime de charriage qualifiées de notables (=importante), prononcées ou très prononcées sur la base du diagnostic des bureaux BG et Hunziker Zarn et Partner. Cette analyse est plus détaillée et elle a un caractère semi-quantitatif. L'importance écologique actuelle et le potentiel écologique des tronçons de cours d'eau sont classés selon trois catégories: faible - moyen - important/élevé au terme de cette évaluation.

Etape 3: Potentiel de valorisation

Suite à la détermination des mesures d'assainissement, et de l'état du régime de charriage après assainissement, le potentiel de valorisation est déterminé.

2. LISTE DES COURS D'EAU A ÉTUDIER

Les cours d'eau comportant des installations pouvant avoir un impact sur le régime de charriage ont été déterminés par le canton de Vaud. Le canton a également défini trois catégories de priorisation (priorité 1, priorité 2 et priorité 3).

Le bureau BG Ingénieurs Conseils réalise une étude charriage de détail sur les cours d'eau de priorité 1, tandis que les cours d'eau de priorités 2 ou 3 sont traités plus sommairement par le canton.

Le bureau GREN a effectué un premier diagnostic environnemental sur les tronçons des huit cours d'eau de priorité 1 identifiés par BG comme potentiellement atteints du point de vue du régime du charriage. Il s'agit des cours d'eau suivants:

- l'Avançon
- l'Hongrin
- la Broye
- l'Orbe - Thielle
- la Grande Eau
- le Rhône
- l'Arnon
- la Venoge

Remarque:

Les cours d'eau de priorité 2 et 3 sont traités sous forme succincte (fiches) dans le rapport intermédiaire. Ces fiches intègrent les aspects environnementaux traités par GREN. Seule la Sarine et l'Aubonne sont traités avec le même niveau de détail que les cours d'eau de priorité 1.

Dans un deuxième temps, le potentiel écologique de 23 tronçons atteints de manière notable à très prononcée a été déterminé. Ces tronçons se répartissent de la manière suivante :

- l'Avançon d'Anzeinde : 2 tronçons entre l'extraction de gravier au km 7.2 et l'aval du prélèvement de la centrale de la Peuffeyre ;
- la Grande Eau : 3 tronçons entre le dépotoir en amont des Diablerets et la prise d'eau des Aviolats ;
- l'Hongrin : 3 tronçons entre le lac de l'Hongrin et la limite cantonale ;
- Le Rhône : 2 tronçons entre la limite cantonale et la restitution du canal de fuite de l'usine
- la Sarine : 4 tronçons entre Rougemont et la limite avec le canton de Fribourg ;
- la Broye : 1 tronçon entre Moudon et Granges-près-Marnand ;
- l'Orbe : 5 tronçons entre le lac du Day et l'embouchure du Talent ;
- la Thielle : 1 tronçon correspondant au linéaire total jusqu'au lac ;
- l'Aubonne : 2 tronçons entre le lac de barrage de la SEFA et le premier km de cours d'eau en aval du barrage.

3. L'AVANÇON

3.1 GÉNÉRALITÉS

L'Avançon de Bex est un affluent du Rhône qui résulte de la confluence de l'Avançon d'Anzeindaz et de l'Avançon de Nant qui se rejoignent près du hameau de Peuffaire, à l'altitude de 730 m.

L'Avançon d'Anzeindaz, branche principale de 10.8 km de long, prend sa source au nord de la tête Peignat et passe près d'Anzeindaz, où elle reçoit des eaux des Diablerets, puis descend en direction de Gryon.

La seconde branche, l'Avançon de Nant, prend sa source dans le Vallon de Nant au pied du Glacier des Martinets. La rivière descend vers Pont de Nant, Les Plans-sur-Bex, puis Frenières-sur-Bex où elle reçoit sur sa rive gauche les eaux de l'Ivouette.

L'Avançon de Bex traverse la commune du même nom et se jette dans le Rhône, en face de Massongex. Ce cours d'eau a un caractère torrentiel et la surface totale de son bassin est d'environ 80 km².

Le cours de l'Avançon entre la source principale et le Rhône a été divisé en quatre tronçons par BG. Le tronçon amont de 5 km entre la source et l'extraction de graviers à Solalex est naturel. Aucune installation n'est présente.

Le tronçon 2, de 3.5 km est délimité en amont la zone d'extraction de graviers de Solalex et en aval par la prise d'eau de la centrale de la Peuffeyre (Prélèvement "Les Pars"). Ce tronçon, dont la morphologie est naturelle, fera l'objet d'une évaluation détaillée.

Le tronçon 3, entre la prise d'eau sur l'Avançon d'Anzeindaz au lieu-dit Les Pars et la centrale de la Peuffeyre, présente un régime de charriage qui est a priori modifié par les installations en place, le prélèvement d'eau étant important (débit équipé 2.5 m³/s). Ce tronçon, dont la morphologie est naturelle, fera également l'objet d'une évaluation détaillée.

Le tronçon 4, entre le captage de la centrale de Sublin à la Peuffeyre et l'embouchure dans le Rhône, présente une succession de prélèvements d'eau dont deux sont qualifiés d'importants (centrale de Sublin et centrale de Bévieux). Le régime de charriage pourrait a priori être modifié par les installations en place et ce tronçon fera l'objet d'une évaluation détaillée.

3.2 TRONÇON EXTRACTION GRAVIERS SOLALEX - PRISE D'EAU DE LA CENTRALE DE LA PEUFFEYRE

Morphologie et paysage

Le cours de l'Avançon d'Anzeindaz entre la zone d'extraction de graviers à Solalex et la prise d'eau de la centrale de la Peuffeyre au lieu-dit La Fouly est totalement naturel (classe écomorphologique I). La rive gauche du cours d'eau constitue la limite d'un objet inscrit à l'IFP (Diablerets-Vallon de Nant-Derborence) et sur les deux km amont, le cours d'eau est situé en bordure de l'objet IMNS n° 188 (ALPES VAUDOISES DU MASSIF DE LA DENT-DE-MORCLES, GRAND-MUVERAN, JAVERNE A L'ARGENTINE ET AU MASSIF DES DIABLERETS).

La zone alluviale d'importance nationale de Solalex (objet n° 303) se termine pour sa part juste en amont de la zone d'extraction de graviers.

Faune piscicole

L'Avançon d'Anzeindaz est un cours d'eau de la zone à truites qui n'abrite a priori que de la truite de rivière.

Reproduction de la truite

La reproduction naturelle de la truite est qualifiée de faible sur ce tronçon. Le caractère torrentueux du cours d'eau (pente d'environ 7%) et l'instabilité du lit pourraient être les principaux facteurs qui limitent le succès du frai naturel.

3.2.1 Potentiel écologique du tronçon Solalex - Les Pars

Valeur intrinsèque

L'Avançon d'Anzeindaz entre l'extraction de graviers de Solalex et la prise d'eau de l'usine de la Peuffeyre correspond à un tronçon naturel de 3.5 km de long situé dans une vallée moyennement encaissée. Ce tronçon présente un débit naturel, mais une partie du transport solide du cours d'eau est prélevée juste en aval de la zone alluviale d'importance nationale (extraction de 1'000 m³ par an).

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est la seule espèce présente. Sa reproduction est qualifiée de faible par les gardes pêche permanents et les pêcheurs.

Valeur régionale

Le cours d'eau présente une valeur paysagère et il est situé partiellement dans un site IFP et dans un site IMNS.

La vallée de l'Avançon d'Anzeindaz représente une liaison biologique d'importance supra-régionale à conserver inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Le cours d'eau et ses

rives constituent également des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS) du réseau écologique cantonal.

L'importance écologique actuelle de l'Avançon d'Anzeindaz entre Solalex et les Pars peut être considérée comme moyenne compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau et de l'absence d'espèce de poissons menacées. La zone alluviale d'importance nationale située juste en amont de ce tronçon, ainsi que l'objet IFP, ne sont pas pris en compte dans cette évaluation. Le potentiel écologique de ce tronçon est également moyen (voir carte en annexe 4). Le volet "revitalisation" a également évalué le potentiel écologique et paysager de ce tronçon comme moyen (note de 7 sur 12) avec les 4 sous-critères utilisés.

3.3 TRONÇON PRISE D'EAU LES PARS - CENTRALE DE LA PEUFFEYRE

Morphologie et paysage

Le cours de l'Avançon d'Anzeindaz entre la prise d'eau de la centrale de la Peuffeyre au lieu-dit Les Pars et la confluence avec l'Avançon de Nant est totalement naturel (classe écomorphologique I).

La rive gauche du cours d'eau sur environ 400 m en aval de la prise d'eau constitue la limite d'un objet inscrit à l'IFP (Diablerets-Vallon de Nant-Derborence).

Faune piscicole

L'Avançon d'Anzeindaz est un cours d'eau de la zone à truites qui n'abrite a priori que de la truite de rivière.

Reproduction de la truite

La reproduction de la truite est qualifiée d'inexistante sur les deux tiers du linéaire de ce tronçon. Seule la partie amont (0.4 km en aval de la prise d'eau) et la partie aval (0.8 km sous Gryon) présentent une faible reproduction naturelle. Le caractère torrentueux du cours d'eau (pente d'environ 10%) et l'instabilité du lit pourraient être les principaux facteurs qui limitent le succès du frai naturel.

3.3.1 Potentiel écologique du tronçon situé en aval de la prise d'eau

Valeur intrinsèque

L'Avançon d'Anzeindaz en aval de la prise d'eau de l'usine de la Peuffeyre, soit entre le km 3.660 et le km 2.120, correspond à un tronçon naturel situé dans une vallée moyennement encaissée. Ce tronçon est soumis à un débit résiduel, ce qui constitue un facteur limitant pour le développement de la faune aquatique.

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est la seule espèce présente. Sa reproduction est qualifiée de faible sur 400 m en aval de la prise d'eau et inexistante sur le reste du tronçon.

Valeur régionale

Ce tronçon de l'Avançon d'Anzeindaz ne présente pas une valeur paysagère particulière, à l'exception de la rive gauche sur environ 400 m en aval de la prise d'eau (objet IFP - Diablerets-Vallon de Nant-Derborence).

La vallée de l'Avançon d'Anzeindaz représente une liaison biologique d'importance supra-régionale à conserver inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Le cours d'eau et ses rives constituent également des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS) du réseau écologique cantonal.

L'importance écologique actuelle de l'Avançon d'Anzeindaz en aval de la Prise d'eau de la centrale de la Peuffeyre peut être considérée comme faible compte tenu de la valeur limitée du cours d'eau (débit résiduel, faible reproduction de la truite). La présence d'un objet IFP en bordure du cours d'eau n'est pas prise en compte dans cette évaluation. Le potentiel écologique de ce tronçon pourrait être au mieux moyen et il n'est pas possible de supprimer l'ensemble des atteintes (prise d'eau Les Pars et débit résiduel).

3.4 TRONÇON PRISE D'EAU CENTRALE SUBLIN - EMBOUCHURE DANS LE RHÔNE

Morphologie et paysage

L'Avançon de Bex est globalement naturel en amont de Bex puis il corrigé sur l'essentiel des 5 derniers kilomètres avant le Rhône et il correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau très atteint (classe III).

Faune piscicole

L'Avançon de Bex est un cours d'eau de la zone à truites qui n'abrite a priori que de la truite de rivière. L'embouchure est accessible aux truites lacustres qui remontent le Rhône (présence d'un ouvrage de franchissement), mais de nombreux seuils artificiels mesurant entre 30 et 80 cm de haut stabilisent le profil en long de l'Avançon dans la traversée de Bex.

Reproduction de la truite

La valeur de cet affluent du Rhône pour la reproduction de la truite lacustre et de la truite de rivière est qualifiée de faible sur les premiers 800 m depuis le Rhône (secteur embouchure - voie CFF) et elle est inexistante dans la traversée de Bex ainsi que sur la partie amont du tronçon jusqu'à la confluence avec l'Avançon de Nant. L'artificialisation du lit et la présence de nombreux obstacles infranchissables expliquent cette situation, la pente moyenne du cours d'eau n'étant pas incompatible avec le frai des truites (pente 2-3 % sur les premiers km).

4. LA GRANDE EAU

4.1 GÉNÉRALITÉS

La Grande Eau est une rivière du bassin du Rhône qui coule au fond de la vallée des Ormonts pour rejoindre le fleuve sur la commune d'Aigle, à 386 m au lieu dit "La Mêlée". Elle prend sa source sur le versant vaudois des Diablerets et se jette dans le Rhône après un parcours de 27 km. Ses principaux affluents sont l'Aigue noire, le Dar et le Torrent du Plan.

La Grande Eau présente un régime hydrologique de type glaciaire avec un débit moyen annuel de 5 m³/s. Son bassin versant a une superficie de 132 km².

Le cours de la Grande Eau a été divisé en quatre tronçons par BG.

Les trois premiers km en aval de la source sont naturels et très pentus (tronçon 1). Aucune installation n'est présente.

Le tronçon 2 est délimité en amont par la gravière située au lieu-dit le Jorat (en amont des Diablerets) et en aval par la rampe située au niveau de la centrale de la Tine. Au niveau de la gravière, 1'850 m³ sont extraits annuellement, tandis qu'au niveau de la prise d'eau de la centrale de la Tine au pk 18.0, le débit prélevé est potentiellement significatif (1.6 m³/s). Le régime de charriage est donc a priori modifié sur ce tronçon de 12 km et une évaluation détaillée doit être réalisée.

Le tronçon 3 se situe entre le pont de la Tine et le début du tronçon corrigé en amont de l'usine des Farettes. La prise d'eau de l'usine des Farettes située au pk 11.0 prélève un débit significatif (2.2 m³/s) et de plus l'installation est dotée d'une barrière à sédiments. Le régime de charriage est donc a priori modifié sur ce tronçon de 6.5 km et une évaluation détaillée doit être réalisée.

Sur le dernier tronçon de 6.5 km, le cours d'eau est corrigé sur la plus grande partie du linéaire. Les aménagements du lit et des berges ainsi que l'influence des installations présentent en amont modifient a priori le régime de charriage de la Grande Eau. Ce tronçon fera également l'objet d'une étude détaillée.

4.2 TRONÇON GRAVIÈRE DU JORAT - RAMPE EN AMONT DU PONT DE LA TINE

Morphologie et paysage

Ce tronçon de la Grande Eau correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau naturel (Classe I) à peu atteint (Classe II) suivant les secteurs sauf au niveau de la traversée des Diablerets (tronçon corrigé d'environ 1 km). L'artificialisation du lit et des berges est globalement limitée.

Faune piscicole

Le peuplement piscicole de la partie amont de la Grande Eau est très peu diversifié et seule la truite de rivière est présente.

Reproduction de la truite

La reproduction de la truite est considérée comme inexistante en amont des Diablerets et dans la traversée du village et faible en aval des Diablerets jusqu'au Pont de la Tine (données GPP/SVPR). Les affluents piscicoles qui rejoignent ce tronçon de la Grande-Eau ne présentent pas ou peu d'intérêts pour le frai de la truite.

4.2.1 Potentiel écologique du tronçon "extraction de gravier du Jorat - embouchure du Torrent de Culan"

Valeur intrinsèque

Ce tronçon naturel d'un peu plus de 300 m de long est influencé par l'extraction annuelle de 1'850 m³ de matériaux du lit de la Grande Eau.

Ce tronçon est situé à 1'200 m d'altitude en limite de la zone à truite. Sa valeur piscicole est très faible voire nulle.

Valeur régionale

Ce tronçon est situé en limite de l'objet IFP no 1503 (Diablerets-Vallon de Nant-Derborence), en limite de l'objet IMNS n° 188 (Alpes vaudoises du massif de la Dent-de-Morcles, Grand-Muveran, Javerne à l'Argentine et au massif des Diablerets).

La Grande Eau en amont des Diablerets ne représente par une liaison biologique inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Le cours d'eau se trouve néanmoins dans un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) du sous-réseau "Forêt".

L'importance écologique actuelle tout comme le potentiel écologique de la Grande Eau entre le Jorat et l'embouchure du Torrent de Culan peuvent être considérés comme faibles (voir carte en annexe 4) compte tenu de la valeur limitée du cours d'eau (limite du domaine piscicole). La présence d'un objet IFP et d'un objet IMNS sans lien direct avec le cours d'eau n'est pas prise en compte dans cette évaluation. Le tronçon large avec une dynamique active et favorable à plusieurs espèces typiques des milieux alluviaux se situe plutôt en amont du site d'extraction de graviers du Jorat.

A noter que le volet "revitalisation" attribue un potentiel écologique et paysager moyen (note de 6 sur 12) à ce tronçon en raison de son potentiel de connectivité élevé (liaison biologique suprarégionale) avec au moins une espèce d'intérêt particulier du RECVD (données au km²).

4.2.2 Potentiel écologique du tronçon "embouchure Torrent de Culan - embouchure ruisseau du Dar"

Valeur intrinsèque

Ce tronçon naturel d'environ 700 m de long est influencé par l'extraction annuelle de 1'850 m³ de matériaux du lit de la Grande Eau mais les apports de matériaux du Torrent de Culan atténuent un peu cette atteinte au régime de charriage.

Ce tronçon est situé en limite de la zone à truite. Sa valeur piscicole est très faible voire nulle (pas de reproduction naturelle).

Valeur régionale

Ce tronçon est hors des périmètres des objets IFP no 1503 (Diablerets-Vallon de Nant-Derborence), et IMNS n° 188 (Alpes vaudoises du massif de la Dent-de-Morcles, Grand-Muveran, Javerne à l'Argentine et au massif des Diablerets).

Le vallon du Torrent de Culan représente une liaison biologique d'importance supra-régionale à conserver inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS) se trouvent le long de la Grande Eau (sous-réseau Eaux libres, milieux palustres et forêts de plaine).

L'importance écologique actuelle tout comme le potentiel écologique de la Grande Eau entre l'embouchure du Torrent de Culan et l'embouchure du Dar peuvent être considérés comme faibles compte tenu de la valeur limitée du cours d'eau (limite du domaine piscicole) et de l'absence de zones protégées ou d'espèces menacées. Comme en amont, le volet "revitalisation" attribue un potentiel écologique et paysager moyen à ce tronçon en raison de son potentiel de connectivité élevé (liaison biologique suprarégionale) avec au moins une espèce d'intérêt particulier du RECVD (données au km²).

4.2.3 Potentiel écologique du tronçon en aval du rejet de la centrale des Diablerets (rejet du lac d'Arnon)

Valeur intrinsèque

Le tronçon de la Grande Eau qui présente un degré d'atteinte prononcé du régime de charriage est situé entre le rejet de la centrale des Diablerets et le barrage de la prise d'eau des Aviolats, soit un linéaire de 3.35 km. Ce tronçon présente une écomorphologie naturelle/proche du naturelle sauf directement en aval du rejet de la centrale des Diablerets (tronçon peu atteint). Ce tronçon est soumis à des éclusées induites par le turbinage des eaux

du lac d'Arnon, ce qui représente un facteur limitant pour le développement de la faune aquatique. A noter également le rejet de la STEP des Diablerets au milieu de ce tronçon.

Le peuplement piscicole de la partie amont de la Grande Eau est très peu diversifié et seule la truite de rivière est présente.

La reproduction de la truite est considérée comme faible à inexistante sur ce tronçon de la Grande Eau (données GPP/SVPR) et les quelques affluents qui rejoignent ce tronçon de la Grande-Eau ne présentent pas d'intérêt pour le frai de la truite.

La pêche électrique d'inventaire réalisée en été 2013 juste en amont de la STEP des Diablerets montre que la densité de truites de rivière est moyenne et que la reproduction naturelle est faible (voir figure 6). L'état écologique du cours d'eau peut être qualifié de moyen sur la base de la méthode d'appréciation "Poissons-Niveau R".

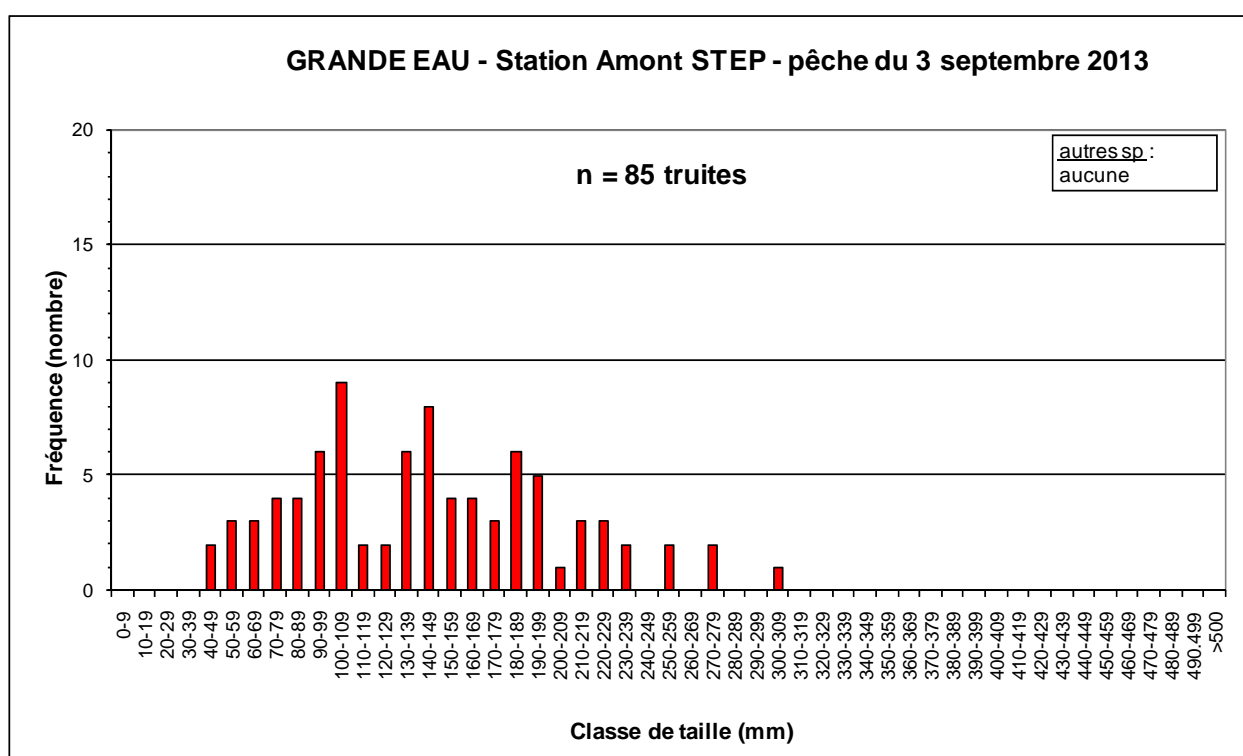


Figure 5 : Structure de la population de truites de la Grande Eau en aval des Diablerets.

Valeur régionale

Aucun inventaire fédéral ou zone protégée au niveau cantonal ne se trouvent sur ce tronçon de la Grande Eau.

Ce tronçon ne représente pas une liaison biologique inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD), mais le cours d'eau et ses rives constituent des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS) en aval des Diablerets (sous-réseaux Eaux-libres, Forêts de plaine et Milieux secs).

L'importance écologique actuelle de la Grande Eau en aval des Diablerets être considéré comme faible. La réparation des atteintes d'origine anthropiques (éclusées) pourrait améliorer quelque que peu la situation pour atteindre un potentiel écologique moyen (voir carte en annexe 4). Le volet "revitalisation attribuée pour sa part à la Grande Eau en aval des Diablerets un potentiel écologique et paysager qui est faible à moyen suivant les secteurs (note entre 4 et 6 sur 12).

4.3 TRONÇON RAMPE DU PONT DE LA TINE - AMONT CENTRALE DES FARETTES

Morphologie et paysage

Ce tronçon de la Grande-Eau correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau naturel/semi-naturel (classe I) sauf au niveau du secteur du Pont de la Tine où le cours d'eau est peu atteint (classe II).

La vallée de la Grande Eau entre le Pont de la Tine et les Farettes constitue un objet de grande valeur paysagère et elle est classée à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 191: BOIS DE LA GLAIVE, VALLEE DE LA GRANDE-EAU, BOIS DE CONFRENE, FORET D'ANTAGNES, BOIS DES LECHIERES, CHAMOSSAIRE W ET N, LAC DES CHAVONNES).

Faune piscicole

Ce tronçon de la Grande Eau présente un peuplement piscicole peu diversifié (voir tableau), mais la truite lacustre (espèce fortement menacée) est présente. En effet, Depuis 2003, l'ancienne chute d'environ 4 mètres qui était située au niveau de l'usine des Farettes a été aménagée au moyen d'une série de contre-seuils et la franchissabilité a été restaurée. Ainsi, les truites lacustres migratrices qui remontent le Rhône puis la Grande Eau peuvent accéder au secteur à débit résiduel pour y frayer en hiver. Selon M. Anex garde pêche, ces truites peuvent remonter jusqu'aux premières chutes naturelles infranchissables qui se trouvent sous Vuargny, à environ 4 km en amont de l'usine des Farettes.

En amont du secteur accessible aux truites lacustres, la rivière prend une configuration de plus en plus chaotique et la présence de nombreuses autres chutes naturelles oblige les truites à réaliser leur cycle vital sur de relativement courts secteurs séparés par des obstacles infranchissables. Sur cette partie, il est probable que la présence d'un peuplement de truites significatif dépende en grande partie des rempoissonnements.

Reproduction de la truite

La reproduction naturelle de la truite sur ce tronçon de la Grande Eau est considérée comme importante en amont de la centrale des Farettes jusqu'à la confluence avec le ruisseau de Larrevoin (données GPP/SVPR). Elle est moyenne entre le ruisseau de Larrevoin et le torrent du Dard et faible en amont de ce torrent.

Les quelques affluents qui rejoignent ce tronçon de la Grande Eau ne figurent pas sur la carte piscicole du canton de Vaud, à l'exception du ruisseau de Crettaz qui n'a pas de valeur pour la reproduction des truites.

DIVERSITE ICHTYOLOGIQUE DE LA GRANDE EAU, TRONÇON PONT DE LA TINE - CENTRALE FARETTES

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	1	EN / 2
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	1	2	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

4.4 TRONÇON AMONT CENTRALE DES FARETTES - EMBOUCHURE RHÔNE

Morphologie et paysage

Ce tronçon de la Grande Eau est canalisé et il correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau très atteint (classe III).

La zone alluviale d'importance nationale "Iles des Clous" (objet VD124) est située au nord de l'embouchure de la Grande Eau, mais elle est liée au Rhône et au Grand Canal. Cette zone alluviale est également classée à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 184).

Finalement le site IFP "Tour d'Aï - Dent de Corjon" (objet n° 1515) s'arrête au pied du coteau et il n'englobe pas le cours d'eau.

Faune piscicole

La Grande Eau est un cours d'eau de la zone à truites qui abrite sur sa partie aval trois espèces de poissons : la truite de rivière, la truite lacustre et le chabot (voir le tableau ci-dessous). La truite lacustre est la seule de ces espèces qui a un statut "fortement menacé". En période de frai, les truites lacustres remontent depuis le Léman via le Rhône pour se reproduire dans la Grande Eau.

Reproduction de la truite

La reproduction naturelle de la truite est considérée comme importante sur la partie amont de ce tronçon de la Grande Eau (traversée d'Aigle jusqu'en amont de la centrale des Farettas). La reproduction est moyenne dans la partie intermédiaire du tronçon et elle est faible sur les premiers 1.2 km depuis l'embouchure (données GPP/SVPR).

DIVERSITE ICHTYOLOGIQUE DE LA GRANDE EAU, TRONÇON CENTRALE FARETTES -RHONE

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	1	EN / 2
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	1	1	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

5. L'HONGRIN

5.1 GÉNÉRALITÉS

L'Hongrin prend sa source à l'est du col des Mosses, sur le territoire de la commune de Ormont-Dessous. Situé dans un cirque montagneux au pied du Pic Chaussy, il forme le lac Lioson, petit lac de montagne typique situé à 1848 m d'altitude.

En aval, le cours d'eau descend ensuite rapidement jusqu'au village de La Lécherette puis il poursuit son cours et forme le lac artificiel de l'Hongrin. La particularité du barrage qui a créé ce lac est sa double voûte, l'une de 95 m et l'autre de 123 m de haut, jointes par une culée centrale construite sur un promontoire rocheux naturel. Sa construction a nécessité cinq ans de travaux, entre 1966 et 1971.

Implanté au confluent des deux rivières, l'Hongrin et le Petit Hongrin, la retenue occupe 160 ha et récolte les précipitations d'un bassin versant d'environ 46 km². A cela s'ajoute l'apport de huit prises d'eau situées entre six et dix kilomètres à vol d'oiseau du barrage, représentant un bassin versant de 45 km² constitué par les vallées avoisinantes. Plus de 20 km de galeries ont été creusés pour l'acheminement de l'eau jusqu'à la retenue. Ces conduites rejoignent la retenue en pente régulière permettant à l'eau de s'écouler par gravité.

En aval du barrage, l'Hongrin descend dans la vallée très encaissée qui porte son nom. Son parcours devient tumultueux avec une succession rapide de goulots d'étranglement et de zones plus larges. Il entre dans le canton de Fribourg 3 km en aval du barrage où il parcourt environ 8 km avant de se jeter dans la Sarine au niveau de la retenue de Monbovon.

Le tracé de ce cours d'eau a été décomposé en quatre tronçons par le bureau BG. Les tronçons 1 et 2 situés en amont du lac de l'Hongrin sont presque entièrement naturel, à l'exception de la traversée de la Lécherette qui présente quelques tronçons corrigés. Ces tronçons sont considérés comme transparents par rapport au régime de charriage et aucun assainissement n'est prévu.

Le tronçon 3 correspond au lac artificiel de l'Hongrin avec un petit tronçon naturel en amont du lac. Les sédiments charriés par l'Hongrin sont piégés dans cette retenue artificielle et le régime de charriage est fortement modifié par cette installation et un assainissement doit être prévu.

Le tronçon 4 correspond à la partie de l'Hongrin située entre le barrage et la confluence avec la Sarine, les trois quart du linéaire étant situé sur le canton de Fribourg. Les installations en place influencent fortement le régime hydrologique du cours d'eau et ce tronçon devra faire l'objet d'une évaluation détaillée.

5.2 LAC ARTIFICIEL DE L'HONGRIN

Morphologie et paysage

Le lac artificiel de l'Hongrin fait partie d'un objet classé à l'inventaire fédéral des paysages (Objet IFP n° 1515, Tour d'Aï-Dent de Corjon). Cette zone est également inscrite à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 196).

Faune piscicole

L'exploitation hydroélectrique des Forces Motrices Hongrin-Léman SA fonctionne selon le principe de pompage-turbinage, ce qui a pour conséquence que de l'eau du Léman et des poissons sont pompés dans la retenue de l'Hongrin. Cela explique que la faune piscicole du lac est sensiblement plus diversifiée, avec du chevaine, du gardon, de la lotte et de la perche en plus de la truite fario.

Reproduction de la truite

La truite ne se reproduit pas dans le lac et elle est qualifiée de faible dans ses affluents.

5.2.1 Potentiel écologique du lac artificiel de l'Hongrin

Valeur intrinsèque

Ce lac artificiel présente des fluctuations de niveau du plan d'eau (marnage) ainsi qu'un alluvionnement qui sont des facteurs limitants pour le développement de la faune et de la flore aquatique et riveraine.

Nous ne disposons pas de données concernant la faune benthique de cette retenue. Du point de vue piscicole, les espèces qui se développent dans ce lac artificiel ne sont pas des espèces rares ou menacées.

Valeur régionale

Le lac artificiel de l'Hongrin s'intègre dans un contexte paysager de grande valeur.

Cette retenue correspond à un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS) du réseau écologique cantonal (REC-VD), car elle constitue des zones relais ou des voies de transit privilégiées (sous-réseaux Eaux libres et Milieux palustres).

L'importance écologique actuelle tout comme le potentiel écologique de la retenue de l'Hongrin peuvent être considérés comme moyens compte tenu de la valeur paysagère du plan d'eau au sein d'objets classés au niveau fédéral et cantonal.

5.3 TRONÇON AVAL BARRAGE DE L'HONGRIN - CONFLUENCE SARINE

Morphologie et paysage

Le cours de l'Hongrin entre le barrage et la Sarine correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau peu atteint (classe II).

Le cours d'eau fait partie d'un objet classé à l'inventaire fédéral des paysages (Objet IFP n° 1515, Tour d'Ai-Dent de Corjon). Cette zone est également inscrite à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 196).

Faune piscicole

L'Hongrin est un cours d'eau de la zone à truites (pente moyenne du tronçon = 2.5 %) qui n'abrite a priori que de la truite de rivière.

Reproduction de la truite

La reproduction naturelle de la truite sur le tronçon vaudois de l'Hongrin en aval du barrage est qualifiée d'importante par les gardes pêche.

Le principal affluent qui rejoint ce tronçon de l'Hongrin (ruisseau de Chaude) a pour sa part une valeur qualifiée de faible sur sa partie aval et inexistante sur sa partie amont.

5.3.1 Potentiel écologique de l'Hongrin entre le barrage et le ruisseau de Chaude

Valeur intrinsèque

L'Hongrin en aval du barrage est peu atteint du point de vue écomorphologique. Ce tronçon est soumis à un débit résiduel qui constitue un facteur limitant pour le développement de la faune aquatique. Nous ne disposons pas de données sur la faune benthique en aval du barrage.

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est a priori la seule espèce présente. La reproduction de la truite fario est qualifiée d'importante sur ce tronçon.

Valeur régionale

La vallée de l'Hongrin se trouve au sein d'un objet classé à l'inventaire fédéral des paysages (Objet IFP n° 1515, Tour d'Ai-Dent de Corjon) et d'une zone est inscrite à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 196).

Ce tronçon ne représente pas une liaison biologique inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD), mais le cours d'eau et ses rives se trouvent dans un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) de 85 ha à conserver appartenant aux sous-réseaux Eaux-libres et Forêts.

L'importance écologique actuelle de l'Hongrin entre le barrage et le ruisseau de Chaude peut être considérée comme moyenne compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau. L'objet IFP ne présente pas de buts de protection spécifiques aux eaux et c'est pourquoi l'importance pour le paysage ne justifie pas une importance écologique élevée. La réparation des atteintes d'origines anthropiques dans une mesure impliquant des coûts proportionnés ne permet pas d'obtenir un potentiel écologique élevé (présence du barrage).

5.3.2 Potentiel écologique de l'Hongrin entre le ruisseau de Chaude et la limite cantonale

Valeur intrinsèque

L'Hongrin entre l'embouchure du ruisseau de Chaude et la frontière cantonale est peu atteint du point de vue écomorphologique. Le débit de cet affluent augmente le débit résiduel qui s'écoule dans l'Hongrin.

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est a priori la seule espèce présente. La reproduction de la truite fario est qualifiée d'importante sur ce tronçon.

Valeur régionale

La vallée de l'Hongrin se trouve au sein d'un objet classé à l'inventaire fédéral des paysages (Objet IFP n° 1515, Tour d'Aï-Dent de Corjon) et d'une zone est inscrite à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 196).

Ce tronçon ne représente pas une liaison biologique inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD), mais le cours d'eau et ses rives se trouvent dans un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) de 85 ha à conserver appartenant aux sous-réseaux Eaux-libres et Forêts.

L'importance écologique actuelle de l'Hongrin entre le ruisseau de Chaude et la limite cantonale peut être considéré comme moyenne compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau. L'objet IFP ne présente pas de buts de protection spécifiques aux eaux et c'est pourquoi l'importance pour le paysage ne justifie pas une importance écologique élevée. La réparation des atteintes d'origines anthropiques dans une mesure impliquant des coûts proportionnés ne permet pas d'obtenir un potentiel écologique élevé (présence du barrage).

6. LE RHÔNE

6.1 GÉNÉRALITÉS

Le bureau BG a divisé le Rhône entre Lavey et l'embouchure dans le Léman (partie vaudoise) en 5 tronçons.

Le premier tronçon est délimité en amont par la limite cantonale sous le barrage de Lavey et en aval par l'embouchure de l'Avançon de Bex. En aval du barrage, seul un débit résiduel s'écoule dans un lit qui est naturel, pentu et parsemé de gros blocs. Dès Lavey-les-Bains, le Rhône est corrigé.

Le deuxième tronçon est situé entre les embouchures de l'Avançon et de la Gryonne, tandis que le troisième tronçon est délimité en aval par l'embouchure de la Grande Eau.

Le quatrième tronçon est situé entre la Grande Eau à la rupture du profil en long à 4 km de l'embouchure dans le Léman et le dernier tronçon correspond à ces 4 derniers kilomètres qui sont sous l'influence du lac.

L'ensemble du Rhône limitrophe entre les canton de Vaud et du Valais présente un régime de charriage a priori fortement modifié par les installations en place entre la source et le Léman, ainsi que par celles présentes sur les affluents.

L'évaluation détaillée de ces 5 tronçons devra être coordonnée avec le projet de troisième correction du Rhône.

6.2 TRONÇON LAVEY-LES-BAINS - LAC LÉMAN

Morphologie et paysage

Le Rhône entre Lavey-les-Bains et le Léman est entièrement corrigé et il correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau très atteint (classe III).

Le site des Grangettes, qui comprend l'embouchure du Rhône dans le Léman, présente une valeur élevée du point de vue de la protection de la nature et du paysage. C'est une zone alluviale et un site marécageux d'importance nationale, ainsi qu'un site IFP et OROEM. Ce site est également inscrit à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 183).

Une autre zone alluviale d'importance nationale liée au Rhône (objet VD124, "Iles des Clous") est située au nord de l'embouchure de la Grande Eau. Cette zone est également inscrite à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 184).

Faune piscicole

Le peuplement piscicole du Rhône est assez diversifié grâce à la connexion avec Léman, mais les caractéristiques de l'eau (eau froide, turbidité) de ce fleuve alpin sont des facteurs limitants.

Les 11 espèces de poissons que l'on peut rencontrer sur ce tronçon du Rhône sont données dans le tableau ci-dessous. La seule espèce fortement menacée est la truite lacustre. L'ombre est une espèce vulnérable dont les effectifs qui subsistent dans cette partie du fleuve ne sont pas connus.

Les espèces comme la truite lacustre, les corégones et les gardons remontent dans le Rhône en période de reproduction. La réussite de la reproduction des corégones et des gardons est toutefois improbable dans le fleuve.

DIVERSITE ICTHYOLOGIQUE DU RHONE ENTRE LE LEMAN ET LAVEY

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	1	EN / 2
Ombre de rivière (<i>Thymallus thymallus</i>)	OBR	?	?	VU / 3
Corégones (<i>Coregonus sp</i>)	COR	1	3	NT / 4
Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>)	CHE	1	1	LC / NM
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	VAI	1	1	LC / NM
Gardon (<i>rutilus rutilus</i>)	GAR	1	3	LC / NM
Goujon (<i>Gobio gobio</i>)	GOU	1	1	LC / NM
Brochet (<i>Esox lucius</i>)	BRO	1	3	LC / NM
Epinoche (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	EPI	1	2	NT / 4
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	1	1	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

Reproduction de la truite

Le lit-mère du Rhône entre la restitution de l'usine de Lavey et le barrage présente une reproduction de truites sédentaires et lacustres qui est qualifiée de faible.

La reproduction sur le reste du Rhône vaudois n'a pas été qualifiée par les gardes pêche et la SVPR. Elle est vraisemblablement anecdotique voire inexistante. Coté vaudois, la reproduction de la truite dans les affluents est inexistante à faible, sauf dans la Grande Eau où elle est importante dans la traversée d'Aigle et en amont.

6.2.1 Potentiel écologique du tronçon "limite cantonale - embouchure du torrent de St-Barthélémy "

Valeur intrinsèque

Ce tronçon d'environ 1'400 m de long est situé sous le barrage de Lavey. Il présente une écomorphologie peu atteinte, mais il est soumis à un débit résiduel, ce qui constitue un facteur limitant pour le développement de la faune aquatique. L'atteinte du régime de charriage est prononcée.

Du point de vue piscicole, on trouve dans cette partie pentue du Rhône de la truite de rivière et de la truite lacustre. La reproduction de la truite est qualifiée de faible, le débit résiduel et l'évacuation des crues au barrage de Lavey ne permettant pas d'avoir de bonnes conditions pour le frai et le développement des alevins.

Valeur régionale

Ce tronçon est hors du périmètre de l'objet IFP n° 1503 (Diablerets-Vallon de Nant-Derborence), mais il se situe en limite de l'objet IMNS n° 188 (Alpes vaudoises du massif de la Dent-de-Morcles, Grand-Muveran, Javerne à l'Argentine et au massif des Diablerets).

Le Rhône représente à ce niveau une liaison biologique d'importance supra-régionale à conserver inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS) se trouvent le long de la rive gauche du Rhône (sous-réseau eaux libres, milieux palustres, forêts de plaine, milieux rocheux, milieux secs). Le territoire d'intérêt biologique prioritaire présent sur la rive gauche du Rhône n'est pas en contact avec le fleuve.

L'importance écologique actuelle du Rhône entre la limite cantonale et l'embouchure du torrent de St-Barthélémy peut être considéré comme moyenne. La valeur naturelle et paysagère du cours d'eau est moyenne et l'on trouve sur ce tronçon des sites de frai pour la truite lacustre (espèce menacée) dont la fonctionnalité reste limitée compte tenu des atteintes d'origines anthropiques. Le potentiel écologique que ce tronçon du Rhône revêtirait dans un état de référence théorique après réparation d'une partie des atteintes est élevé (amélioration de la reproduction de la truite lacustre, voir carte en annexe 4).

A noter que le volet "revitalisation" attribue un potentiel écologique et paysager moyen à ce tronçon (note de 7 à 8 sur 12). Le potentiel de connectivité est élevé (liaison biologique suprarégionale) et le critère habitats et stations d'espèces patrimoniales est moyen à élevé, mais les critères "paysage" et "sites protégés" n'obtiennent que 1 point chacun.

6.2.2 Potentiel écologique du tronçon "embouchure Torrent St-Barthélémy - restitution usine de Lavey

Valeur intrinsèque

Ce tronçon d'un peu plus de 3 km de long présente une écomorphologie peu atteinte (partie amont) à très atteinte (partie aval) et il est soumis à un débit résiduel, ce qui constitue un facteur limitant pour le développement de la faune aquatique. Les apports liquides et solides du Torrent de Saint-Barthélémy atténuent l'atteinte du régime de charriage est notable sur ce tronçon.

Du point de vue piscicole, les espèces principales sont la truite de rivière et la truite lacustre, mais l'on peut rencontrer la plupart des espèces citées dans le tableau à la page 36. Les effectif d'ombres sur ce tronçon sont vraisemblablement très faibles.

La reproduction de la truite est qualifiée de faible sur ce tronçon, sauf sur la partie canalisée en aval de l'embouchure du torrent de Mauvoisin où elle n'est pas qualifiée. Le débit résiduel et l'évacuation des crues au barrage de Lavey ne permettent pas d'avoir de bonnes conditions pour le frai et le développement des alevins.

Valeur régionale

La partie amont du tronçon se situe en limite de l'objet IMNS n° 188 (Alpes vaudoises du massif de la Dent-de-Morcles, Grand-Muveran, Javerne à l'Argentine et au massif des Diablerets).

Le Rhône représente une liaison biologique d'importance supra-régionale à renforcer. Quelques territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS) se trouvent le long de la rive gauche du Rhône (sous-réseau eaux libres et milieux palustres).

L'importance écologique actuelle du Rhône du Rhône entre l'embouchure de l'Avançon de Morcles et la restitution de l'usine de Lavey peut être considéré comme moyenne en raison de la valeur du cours d'eau comme liaison biologique et de la présence de sites de frai pour la truite lacustre (espèce menacée). Le potentiel écologique que ce tronçon du Rhône revêtirait dans un état de référence théorique après réparation d'une partie des atteintes est élevé (amélioration de la reproduction de la truite lacustre).

A noter que le volet "revitalisation" attribue un potentiel écologique et paysager moyen à ce tronçon (note de 8 sur 12). Le potentiel de connectivité est élevé (liaison biologique suprarégionale) et le critère habitats et stations d'espèces patrimoniales est élevé, mais les critères "paysage" et "sites protégés" n'obtiennent que 1 point chacun.

7. LA SARINE (PARTIE VD)

7.1 GÉNÉRALITÉS

La Sarine est un cours d'eau du bassin du Rhin de 126 km de long qui prend sa source au col du Sanetsch (Glacier de Tsanfleuron) et qui se jette dans l'Aar en aval du Wohlensee. Son bassin versant présente une superficie de 1'892 km².

La Sarine parcourt ses premiers kilomètres en Valais sur territoire saviésan. Elle alimente ensuite le barrage du Sanetsch (lac artificiel) et poursuit son chemin sur territoire bernois en passant par Gsteig. Après environ 25 km, la Sarine devient vaudoise à Rougemont et elle s'écoule dans le Pays-d'Enhaut sur 16 km avant d'arriver sur territoire fribourgeois quelque kilomètres en aval du lac du Vernex.

Le lac du Vernex est un lac artificiel créé lors de la construction du barrage de Rossinière en 1972. Ce barrage présente une hauteur de 30 m et un couronnement de 35 m de long. Il est exploité par Groupe E qui capte les eaux dans le lac et les turbine à la centrale de Montbovon située sur le canton de Fribourg.

La Sarine présente un débit résiduel entre le barrage de Rossinière et le lac de Montbovon, soit sur un linéaire d'environ 5 km, dont près de 3 km situés sur le canton de Vaud.

Tout le cours vaudois de la Sarine a fait l'objet d'une étude détaillée pour qualifier l'influence des installations sur le régime de charriage. Les différents tronçons sont les suivants:

- Le tronçon 1 (entre la frontière cantonale et Bois Bricod) subit une atteinte notable liée aux installations basées sur canton de Berne, à savoir les extractions à Gstaad et à Feutersoey et le dessableur de l'usine de Gsteig
- Le tronçon 2 (entre Bois Bricod et l'embouchure de la Torneresse) est influencé par l'installation de Bois-Bricod et l'atteinte est qualifiée de prononcée.
- Le tronçon 3 (entre la Chaudanne et le lac du Vernex) est influencé par l'extraction de la Chaudanne mais l'atteinte est faible (charriage limité à l'état naturel).
- Les tronçons 4 (lac du Vernex) et 5 (Sarine en aval du barrage) sont influencés par le barrage de Rossinière et l'atteinte est très prononcée.

7.2 LA SARINE VAUDOISE

Morphologie et paysage

La Sarine sur territoire vaudois correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau naturel (classe I) sur la quasi totalité de son linéaire. IL existe toutefois quelques tronçons peu atteints voire très atteints, notamment au niveau de la traversée de Rougemont et de

Château d'Oex. Les embouchures de certains affluents sont également aménagées et classées comme très atteintes.

La Sarine vaudoise fait partie du Parc naturel régional "Gruyère Pays-d'Enhaut" et le cours d'eau est également inscrit à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 201, cours de la Sarine).

Une zone alluviale d'importance nationale (objet VD68 "La Sarine Près Château-d'Oex") se trouve sur la Sarine à Château-d'Oex. Cette zone alluviale fait l'objet d'un plan partiel d'affectation (PPA) approuvé le 8 juin 2006.

Faune piscicole

La Sarine vaudoise est un cours d'eau typique de la zone à truite (eau froide et oxygénée). La truite de rivière et le chabot sont les deux seules espèces présentes.

Reproduction de la truite

La reproduction de la truite est considérée comme moyenne dans la Sarine vaudoise en amont du lac du Vernex jusqu'à la limite cantonale (données GPP/SVPR). En aval du lac du Vernex (tronçon à débit résiduel) la reproduction de la truite de rivière est qualifiée d'importante.

Les affluents piscicoles de la Sarine vaudoise sont nombreux. Ils présentent une valeur faible à inexistante pour le frai des truites, à l'exception du bas de la Torneresse et de la partie aval de la Gérine.

7.2.1 Potentiel écologique de la Sarine entre Rougemont et Bois Bricod

Valeur intrinsèque

Ce tronçon de 10.8 km de long présente une écomorphologie naturelle/proche du naturelle sauf localement. Sur la base du suivi de la qualité biologique des cours d'eau vaudois réalisé par la DGE, ce tronçon de la Sarine présente une très bonne qualité biologique (indice RIVAUD entre 16 et 17 suivant les stations en 2008).

Du point de vue piscicole, ce tronçon n'abrite que de la truite de rivière et du chabot. La reproduction de la truite fario est qualifiée de moyenne sur ce tronçon. Les nombreux affluents ont la plupart du temps une faible valeur pour la reproduction de la truite, sauf sur quelques petits secteurs où la reproduction est qualifiée d'importante.

Valeur régionale

Une zone alluviale d'importance nationale (objet VD68 "La Sarine Près Château-d'Oex") se trouve sur la Sarine à Château-d'Oex. Cette zone alluviale de 34 ha concerne 2 km du cours d'eau, soit 20% du tronçon.

Le cours d'eau est également inscrit à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 201, cours de la Sarine) sur l'ensemble du tronçon. De plus, il se trouve dans le Parc naturel régional "Gruyère Pays-d'Enhaut".

La Sarine représente une liaison biologique d'importance régionale à conserver inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) de 139 ha se trouve sous Château-d'Oex et un autre TIBP plus petit (43 ha) se trouve sous Rougemont. Le cours d'eau et ses rives constituent aussi des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS sous-réseau eaux libres, milieux palustres et forêts de plaine).

L'importance écologique actuelle tout comme le potentiel écologique de la Sarine entre Rougemont et Bois Bricod peuvent être considérés comme moyens (voir carte en annexe 4). Le cours d'eau s'inscrit dans un contexte régional de valeur, sa qualité biologique est très bonne et la reproduction de la truite est qualifiée de moyenne.

Au niveau de la zone alluviale d'importance nationale, le potentiel écologique de la Sarine peut localement être qualifié d'élevé.

7.2.2 Potentiel écologique de la Sarine entre Bois Bricod et La Torneresse

Valeur intrinsèque

Ce tronçon de 1.5 km présente une écomorphologie naturelle et une très bonne qualité biologique (indice RIVAUD de 17 en 2008).

Du point de vue piscicole, ce tronçon n'abrite que de la truite de rivière et du chabot. La reproduction de la truite fario est qualifiée de moyenne sur ce tronçon.

Valeur régionale

Le cours d'eau est inscrit à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 201, cours de la Sarine). De plus, il se trouve dans le Parc naturel régional "Gruyère Pays-d'Enhaut".

La Sarine représente une liaison biologique d'importance régionale à conserver inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) de 114 ha se trouve à la confluence de la Sarine et de la Torneresse. Le cours d'eau et ses rives constituent aussi des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS sous-réseau eaux libres, milieux palustres et forêts de plaine).

L'importance écologique actuelle tout comme le potentiel écologique de la Sarine entre Bois Bricod et l'embouchure de la Torneresse peuvent être considérés comme moyen. Le cours d'eau s'inscrit dans un contexte régional de valeur, sa qualité biologique est très bonne et la reproduction de la truite est qualifiée de moyenne.

7.2.3 Potentiel écologique du lac du Vernex

Valeur intrinsèque

Le lac du Vernex, présente une superficie de 32 ha, une longueur d'environ 1 km et un volume total de 2'900'000 m³. Les berges de cette retenue sont naturelles et partiellement boisées.

Ce lac artificiel présente des fluctuations de niveau du plan d'eau (marnage) ainsi qu'un alluvionnement très important (voir photo aérienne ci-dessous) qui sont des facteurs limitants pour le développement de la faune et de la flore aquatique et riveraine.



Nous ne disposons pas de données concernant la faune benthique de cette retenue. Du point de vue piscicole, on trouve de la truite de rivière, du vairon et du chabot. Le rendement de la pêche en 2012 est étonnamment élevé compte tenu de l'alluvionnement du plan d'eau, avec 672 truites capturées par 112 pêcheurs différents, ce qui correspond à 37% des truites capturées sur l'ensemble de la Sarine (lac y compris).

Valeur régionale

Le lac artificiel du Vernex se situe en limite de l'objet classé à l'inventaire fédéral des paysages (Objet IFP n° 1515, Tour d'Aï-Dent de Corjon), mais hors du périmètre. Le lac est également hors de la zone est inscrite à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 196).

Le lac se situe toutefois dans le Parc naturel régional "Gruyère Pays-d'Enhaut" et le tracé du cours d'eau est également inscrit à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 201, cours de la Sarine) y compris au niveau du lac.

La Sarine au niveau du lac du Vernex représente une liaison biologique d'importance régionale de type amphibie à conserver. Le plan d'eau et ses rives correspondent à des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS, sous-réseaux Eaux libres et Milieux palustres).

L'importance écologique actuelle tout comme le potentiel écologique du lac du Vernex peuvent être considérés comme moyens compte tenu de la valeur naturelle et paysagère de cette retenue et de l'absence de site d'importance au niveau fédéral et d'espèces de poissons en danger.

7.2.4 Potentiel écologique de la Sarine en aval du barrage de Rossinière

Valeur intrinsèque

La Sarine entre le barrage de Rossinière et la frontière cantonale correspond à un tronçon de 5.4 km de long avec une écomorphologie naturelle/semi-naturelle a peu atteinte. Ce tronçon est soumis à un débit résiduel et l'ensemble des matériaux charriés transportés par la Sarine sont bloqués dans le lac du Vernex. Ces éléments constituent des facteurs limitants pour le développement de la faune aquatique.

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est l'espèce dominante et elle est accompagnée du chabot. La reproduction de la truite fario est qualifiée d'importante sur ce tronçon par les gardes pêche permanents et les pêcheurs. Le Torrent des Riz a pour sa part une valeur qualifiée d'inexistante pour la reproduction de la truite.

A noter que la Sarine en aval de la frontière cantonale abrite une population d'ombres qui fréquente la retenue de Lessoc et qui se reproduit en amont de la centrale de Montbovon (canton de Fribourg).

Valeur régionale

Le cours de la Sarine constitue la limite de l'objet classé à l'inventaire fédéral des paysages (Objet IFP n° 1515, Tour d'Aï-Dent de Corjon). Le cours de la Sarine est également inscrit à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 201) et il se trouve dans le Parc naturel régional "Gruyère Pays-d'Enhaut".

Comme en amont, la Sarine représente une liaison biologique d'importance régionale de type amphibie à conserver. Le cours d'eau et ses rives correspondent également à des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS, sous-réseaux Eaux libres, Milieux palustres et Forêts de plaine).

L'importance écologique actuelle de la Sarine entre le barrage de Rossinière et la frontière cantonale, tout comme son potentiel écologique, peuvent être considérés comme moyens (voir carte en annexe 4). Le cours d'eau s'inscrit dans un contexte régional de valeur et il présente de l'importance pour la reproduction de la truite. Ce tronçon n'abrite toutefois pas d'espèces de poissons en danger et il n'est pas déterminant par rapport à l'objet IFP. En aval de la frontière cantonale, le potentiel écologique de la Sarine est élevé (présence d'une population d'ombres).

8. LA BROYE (PARTIE VD)

8.1 GÉNÉRALITÉS

La Broye est une rivière du bassin du Rhin qui mesure 79 km de long et qui présente un bassin hydrographique de 850 km². La Broye prend sa source dans les Préalpes fribourgeoises à une altitude de 1'200 m. Son cours est naturel sur les 30 premiers kilomètres (jusqu'en amont de Moudon). Depuis Moudon jusqu'à son arrivée dans le lac de Morat, la Broye a été canalisée et redressée, dans le cadre des corrections des eaux du Jura (XIX^{ème} et début du XX^{ème} siècle) qui ont fait suite à de nombreuses inondations.

Le débit moyen annuel de la Broye à Payerne est de 7.72 m³/s (période 1960-2011).

Le cours de la Broye a été divisé en deux tronçons par le bureau BG.

Le tronçon 1 correspond au 30 premiers kilomètres entre la source et l'amont de Moudon. Seuls quelques petits tronçons corrigés sont présents (rampe) et les trois prélèvements situés entre le pk 63.0 et le pk 62.0 sont faibles. En conséquence, le régime de charriage est non modifié par les installations en place et aucun assainissement n'est prévu.

Le tronçon 2 correspond à la partie corrigée du cours d'eau entre l'amont de Moudon et le lac de Morat qui représente 48 km de linéaire (le canal de la Broye entre le lac de Morat et le lac de Neuchâtel n'est pas pris en compte). L'installation hydroélectrique la Verna, sur sol fribourgeois (Pk 53'080), a une influence sur le charriage. Son influence se fait ressentir jusqu'à la rencontre d'un tronçon limitant (Pk 33'100).

A noter que l'aménagement du cours d'eau ainsi que la présence de dépotoirs sur 4 affluents (1'200 m³ extraits par an) modifie également le régime de charriage, mais ce problème doit être traité au niveau de la planification des revitalisations.

8.2 TRONÇON AMONT MOUDON - LAC DE MORAT

Morphologie et paysage

Ce tronçon de la Broye est entièrement corrigé et il correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau non naturel/artificiel (classe IV), avec quelques tronçons qui ne sont que très atteints (classe III).

Une zone alluviale d'importance nationale (objet VD52 "Les Iles de Villeneuve") se trouve le long de la Broye.

Le cours de la Broye et de ses affluents (le Flon, le Carrouge, la Bressonne, le ruisseau de Corcelles et ses affluents, la Mérine, les Gaudines, le ru de Neyrevaux, l'Arbogne, la Petite-Glane) est inscrit à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 163).

Faune piscicole

Malgré la correction du cours d'eau, le peuplement piscicole reste très diversifié grâce à la connexion avec le lac de Morat et la typologie du cours d'eau (grand cours d'eau, pente de 0.1 à 0.4 %).

Les 14 espèces de poissons que l'on rencontre sur ce tronçon de la Broye sont données dans le tableau ci-dessous. La seule espèce fortement menacée est la truite lacustre et trois espèces vulnérables sont présentes (ombre, spirilin et blageon).

Dans les années 60, une contamination accidentelle des eaux de la Broye au niveau de Lucens tua des milliers de poissons. Si la plupart des espèces de la Broye se remirent de cette catastrophe, ce ne fût pas le cas du Nase qui a depuis totalement disparu de cette rivière où il était autrefois très abondant. Cette espèce est en danger critique d'extinction en Suisse (catégorie CR ou 1 sur la liste rouge) et elle n'est plus présente dans le canton de Vaud.

En aval de Payerne, on trouve également des espèces typiquement lacustre (brochet, tanche, brème franche, rotengle, sandre, silure) qui ne figurent pas dans le tableau ci-dessous.

DIVERSITE ICTHYOLOGIQUE DE LA BROYE ENTRE MOUDON ET LE LAC DE MORAT

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	1	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	1	EN / 2
Ombre de rivière (<i>Thymallus thymallus</i>)	OBR	1	1	VU / 3
Spirilin (<i>Alburnoides bipunctatus</i>)	SPI	1	1	VU / 3
Barbeau (<i>Barbus barbus</i>)	BAF	2	1	NT / 4
Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>)	CHE	2	1	LC / NM
Blageon (<i>Leuciscus souffia</i>)	BLN	1	1	VU / 3
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	VAI	2	1	LC / NM
Ablette (<i>Alburnus alburnoides</i>)	ABL	1	2	LC / NM
Gardon (<i>rutilus rutilus</i>)	GAR	1	2	LC / NM
Goujon (<i>Gobio gobio</i>)	GOU	1	1	LC / NM
Loche franche (<i>Barbatula barbatula</i>)	LOF	2	1	LC / NM
Perche (<i>Perca fluviatilis</i>)	PER	1	3	LC / NM
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	1	1	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

Reproduction de la truite

Entre Payerne et le lac de Morat (linéaire de 15 km), la reproduction de la truite est considérée comme inexistante à l'exception d'un secteur de trois km en amont de l'autoroute où elle est faible. Les conditions d'écoulement (profondeur d'eau et vitesses) ainsi que le substrat ne sont en effet pas favorable au frai de la truite.

Entre Payerne et Moudon, la reproduction de la truite reste faible, l'artificialisation du cours d'eau (endiguement, pavage du lit) et la monotonie des écoulements n'étant pas propices au frai. Les affluents de la Broye sur ce secteur sont nombreux et leur valeur pour le frai est très variable. Sur certains tronçons, la reproduction de la truite est importante.

8.2.1 Potentiel écologique de la Broye entre Moudon et Granges-près-Marnand

Valeur intrinsèque

La Broye est entièrement canalisée et située dans une plaine agricole. Le faible ombrage et la faible pente, ainsi que les pompages autorisés sur la majeure partie de son cours, contribuent au réchauffement de ses eaux. La qualité biologique relevée par la DGE est moyenne.

Le peuplement piscicole est diversifié (voir tableau) avec la présence d'une espèce fortement menacée (truite lacustre) et de trois espèces vulnérables (ombre, spirlin et blageon).

La reproduction de la truite de rivière est qualifiée de moyenne sur cette partie de la Broye et l'essentiel de la reproduction se déroule dans les affluents (Ru des Vaux, Cerjaule, Mérine, Bressone, Flon de Carrouge, ..).

Valeur régionale

La zone alluviale d'importance nationale "Les Iles de Villeneuve" (objet VD52) se trouve le long de la Broye. D'une surface de 49 ha, cette zone alluviale a été revitalisée sur le canton de Fribourg depuis 2003. D'autre part, une partie des berges de la Broye sur les communes de Lucens et de Moudon correspondent à des pairies et pâturages secs d'importance nationale.

Entre Lucens et Granges-près-Marnand, la Broye constitue une liaison biologique d'importance régionale à renforcer inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). D'autre part, le cours d'eau et ses berges correspondent à des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS, sous-réseau Eaux libres et Milieux palustres) et un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) de 28 ha se trouve à Grnages-près-Marnand.

Le potentiel écologique de la Broye entre l'amont de Moudon et Granges-près-Marnand peut être considéré comme important (voir carte en annexe 4). Ce potentiel correspond à l'importance écologique que ce tronçon, qui n'est pas à l'état naturel, pourrait revêtir après réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme avec des moyens proportionnés. Ce tronçon renferme des sites de frai pour la truite lacustre (espèce menacée), l'ombre, le spirlin et le blageon (espèces vulnérables) et une zone alluviale d'importance nationale qui longe la Broye sur plus de 3 km.

9. L'ARNON

9.1 GÉNÉRALITÉS

Ce cours d'eau du bassin du Rhin d'environ 22 km de long prend sa source dans les montagnes du Jura à l'amont de la ville de St-Croix vers 1'200 m d'altitude.

Circulant librement dans les pâturages, il est ensuite mis sous tuyau dans la traversée de Sainte-Croix puis canalisé à la sortie de la ville. L'Arnon circule après dans les gorges de Covatanne. A la sortie des gorges, il traverse le village de Vuiteboeuf où il est rejoint par son principal affluent, le Curtillet.

En aval de Vuiteboeuf jusqu'à l'embouchure dans le lac de Neuchâtel, l'Arnon présente une pente régulière de l'ordre de 1%. Le cours d'eau est canalisé sur la plus grande partie de son linéaire et l'on trouve 3 dépotoirs. De nombreuses chutes présentant un obstacle à la migration ont été modifiées afin de permettre la libre circulation du poisson et la remontée des truites lacustres jusqu'à l'ancien moulin de Novalles (environ 10 km de linéaire).

Le cours de l'Arnon entre la source et le lac Léman a été divisé par BG en 3 tronçons. Le tronçon amont (Source - confluence Curtillet) est un tronçon naturel sans installations pouvant modifier le régime de charriage à l'exception du tronçon sous-tuyau/canalisé d'environ 1 km.

Le tronçon 2, entre la confluence avec le Curtillet et le dépotoir situé en amont du seuil de la prise d'eau du Moulin Perroset à Fiez, est un tronçon de 6 km qui présente une alternance de tronçons corrigés et de tronçons naturels. Les prélèvements situés à Vuiteboeuf sont négligeables avec des ouvrages qui sont transparents aux crues morphogènes. Les installations n'ont donc pas d'influence sensible sur le régime de charriage et ce tronçon ne sera pas traité plus en détail.

Le dernier tronçon (dépotoir de Fiez jusqu'au lac de Neuchâtel) est corrigé sur la quasi totalité de son linéaire et trois dépotoirs sont présents. Le volume évacué annuellement (220 m³/an) est significatif. L'influence des dépotoirs sur ce secteur doit être précisée et ce tronçon sera évalué de manière détaillé.

9.2 TRONÇON DÉPOTOIR FIEZ - EMBOUCHURE LAC DE NEUCHÂTEL

Morphologie et paysage

Le cours de l'Arnon entre le dépotoir de Fiez et le lac de Neuchâtel est globalement dans un état écomorphologique très atteint (classe III) et les tronçons corrigés représentent la quasi

totalité des 8.5 km. Le cours d'eau est néanmoins inscrit à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS).

L'embouchure de l'Arnon dans le lac est naturelle. Elle est protégée au niveau cantonal (site IMNS) et elle est située dans une zone alluviale d'importance nationale (objet n° 200, les Grèves de Grandson-Bonvillars-Onnens). La rive gauche de l'embouchure est également inscrite à l'inventaire fédéral des paysages (objet IFP n° 1203 Grèves vaudoises de la rive gauche du lac de Neuchâtel).

Faune piscicole

Sur ce tronçon de l'Arnon, le peuplement piscicole est typique de la zone à truites. Il est dominée par la truite de rivière et le chabot, tandis que la truite lacustre (espèce fortement menacée) remonte du lac pour ce reproduire. A noter également que le vairon ainsi que l'anguille ont été recensés en pêche électrique dans le passé.

A proximité directe de l'embouchure (en aval des premiers obstacles à la migration), on trouve également des espèces typiquement lacustre (goujon, chevaine, gardon, perche, tanche, lotte) qui ne figurent pas dans le tableau ci-dessous.

DIVERSITE ICTHYOLOGIQUE DE L'ARNON ENTRE LE LAC DE NEUCHATEL ET LE DEPOTOIR DE FIEZ

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	1	EN / 2
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	2	1	NT / 4
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	VAI	?	?	LC / NM
Anguille (<i>Anguilla anguilla</i>)	ANG	?	?	VU / 3

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

Reproduction de la truite

La reproduction de la truite est inexistante sur les premiers 700 m depuis le lac (zone lenticule en aval et partie canalisée après, rejet de la STEP).

La reproduction de la truite est qualifiée de faible sous le village de Champagne sur environ 1.5 km, puis elle est moyenne sur le reste du tronçon jusqu'à Fiez. L'artificialisation du cours d'eau constitue vraisemblablement le principal facteur limitant.

10. L'ORBE - LA THIELLE

10.1 GÉNÉRALITÉS

L'Orbe est une rivière du bassin versant du Rhin.

Elle prend sa source en amont de la station des Rousses (département français du Jura), traverse ensuite le lac du même nom, puis elle passe la frontière et elle coule paisiblement dans la Vallée et vient former le lac de Joux.

À sa sortie à l'autre extrémité du lac, la rivière s'infiltre dans un véritable labyrinthe de fissures pour aboutir à la résurgence de Vallorbe quelques 200 mètres plus bas. Traversant la Cité du fer, elle descend directement vers Le Day et son barrage, puis poursuit son chemin via Les Clées en direction d'Orbe. Après son passage à travers cette charmante bourgade, elle continue sa route pour faire sa jonction avec le Talent à Chavornay. À partir de ce point elle devient la Thielle et se jette dans le lac de Neuchâtel à Yverdon-les-Bains.

Le cours de l'Orbe entre la source et le lac de Neuchâtel a été divisé par BG en 5 tronçons. Les trois tronçons amont (Orbe à la Vallée de Joux, lac de Joux et cours souterrain) sont des tronçons sans atteinte au régime de charriage qui ne sont pas traités plus en détail.

Le tronçon 4, entre les résurgences de Vallorbe et le barrage des Moulinets à Orbe présente naturellement peu d'apport (bassin versant d'apport fortement réduit par rapport au bassin versant hydrologique). Plusieurs barrages avec arrêt des sédiments sont présents, mais les altérations sont mineurs au sens hydraulique. Le besoin en sédiments au sens biologique doit être vérifié.

Le tronçon 5 est un tronçon de plaine avec une rupture de pente naturelle. Ce cours d'eau est canalisé et il est souhaitable, du point de vue sécuritaire, que peu de sédiment transite. Ce tronçon est a priori un tronçon en déficit, mais compte tenu du potentiel de revitalisation (projet GESORBE), il est important de déterminer si un assainissement du régime du charriage serait positif.

10.2 TRONÇON RÉSURGENCES VALLORBE - BARRAGE DES MOULINETS

Morphologie et paysage

Ce tronçon de l'Orbe correspond du point de vue écomorphologique principalement à un cours d'eau naturel à peu atteint (classes I et II). Les zones de retenues (barrages) et la traversée de Vallorbe font exception.

Les Gorges de l'Orbe constituent un objet de grande valeur paysagère et elles sont classées à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 102: GORGES ET COURS DE L'ORBE, BOIS DE CHASSAGNE-SUD, LE SAPELET, DERRIERE FOREL).

Faune piscicole

Du point de vue piscicole, le peuplement est naturellement peu diversifié et il est dominé par la truite de rivière. On trouve également une petite population d'ombres ainsi que de la perche et de la lotte au niveau de la retenue du Day (voir tableau ci-après), tandis que le chabot est présent dans les gorges de l'Orbe. La truite lacustre, qui est une espèce "fortement menacée" (EN / 2), n'est présente que sur le dernier kilomètre en aval. En effet, le barrage usine des Moulinets et le barrage du Chalet constituent des entraves à la libre circulation du poisson, même si ces ouvrages sont équipés d'un système de franchissement.

DIVERSITE ICTHYOLOGIQUE DE L'ORBE, TRONÇON RESURGENCES VALLORBE - BARRAGE DES MOULINETS

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	2	EN / 2
Ombre de rivière (<i>Thymallus thymallus</i>)	OBR	1	2	VU / 3
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	VAI	1	1	LC / NM
Perche (<i>Perca fluviatilis</i>)	PER	1	2	LC / NM
Lotte (<i>Lota lota</i>)	LOT	1	2	LC / NM
Epinoche (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	EPI	1	2	NT / 4
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	1	1	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

Reproduction de la truite

Les données des gardes pêche permanents (GPP) et de la section vaudoise des pêcheurs en rivière (SVPR) permettent d'évaluer la valeur du cours d'eau pour la reproduction de la truite:

- la totalité de l'Orbe entre les résurgences de Vallorbe et la limite de la retenue du Day présente une valeur très importante pour la reproduction de la truite de rivière ;
- La reproduction de la truite de rivière dans les gorges de l'Orbe est également qualifiée de très importante ;
- La reproduction de la truite de rivière et de la truite lacustre est qualifiée de très importante en aval de la centrale du chalet jusqu'au barrage usine des Moulinets.

10.2.1 Potentiel écologique de la retenue du Day

Valeur intrinsèque

La retenue du Day, aussi appelée lac du Miroir, s'étend sur plus d'1 km de long et son volume utile est de 515'000 m³. Le barrage mesure 32 mètres de haut et une longueur de couronnement de 102 mètres. Les berges de cette retenue sont naturelles et partiellement boisées.

Ce lac artificiel présente des fluctuations de niveau du plan d'eau (marnage) ainsi qu'un alluvionnement qui sont des facteurs limitants pour le développement de la faune et de la flore aquatique et riveraine.

Nous ne disposons pas de données concernant la faune benthique de cette retenue. Du point de vue piscicole, il faut relever la présence d'une petite population d'ombres de rivière (espèce vulnérable) qui se reproduit dans l'Orbe à Vallorbe.

Valeur régionale

Aucun inventaire fédéral ne se trouve sur ce tronçon de l'Orbe ou à proximité.

Ce tronçon de l'Orbe fait partie du réseau écologique cantonal (REC-VD). Le cours d'eau et ses rives correspondent à un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS) car il constitue des zones relais ou des voies de transit privilégiées. Ces surfaces permettent ainsi d'assurer la connectivité entre les maillons principaux du réseau écologique, même si le cours d'eau ne représente une liaison biologique d'importance régionale qu'en aval de la confluence avec la Jougneaz.

Les rives du "Lac du Miroir" sont partiellement inscrites à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet no 102, GORGES ET COURS DE L'ORBE, BOIS DE CHASSAGNE-SUD, LE SAPELET, DERRIERE FOREL).

L'importance écologique actuelle de la retenue du Day peut être considérée comme moyenne compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau et de l'absence de site d'importance au niveau fédéral et d'espèces de poissons en danger. Le potentiel écologique que ce tronçon de l'Orbe revêtirait dans un état de référence théorique après réparation des atteintes est également moyen (maintien du barrage et de la production hydroélectrique).

10.2.2 Potentiel écologique de l'Orbe en aval du barrage du Day

Valeur intrinsèque

L'Orbe entre le barrage du Day et les Clées correspond à un tronçon naturel de 6 km de long située dans des gorges. Ce tronçon est soumis à un débit résiduel qui constitue un facteur limitant pour le développement de la faune aquatique.

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est l'espèce dominante et elle est accompagnée du chabot. La reproduction de la truite fario est qualifiée de très importante sur ce tronçon par les gardes pêche permanents et les pêcheurs.

Valeur régionale

Aucun inventaire fédéral ne se trouve sur ce tronçon de l'Orbe ou à proximité.

Ce tronçon de l'Orbe représente une liaison biologique d'importance régionale à renforcer inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Le cours d'eau et ses rives constituent également un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS). On trouve également un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) de 37 ha appartenant aux sous-réseaux Eaux-libres et Forêts.

Les gorges de l'Orbe sont inscrites à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet no 102, GORGES ET COURS DE L'ORBE, BOIS DE CHASSAGNE-SUD, LE SAPELET, DERRIERE FOREL).

L'importance écologique actuelle des gorges de l'Orbe entre le barrage du Day et Les Clées peut être considérée comme moyenne compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau et de l'absence de site d'importance au niveau fédéral et d'espèces de poissons en danger. Le potentiel écologique de ce tronçon dans un état de référence théorique après réparation des atteintes est également moyen (maintien des barrages, des débits résiduels et pas d'accès pour la truite lacustre, voir carte en annexe 4).

A noter que le potentiel écologique et paysager a été évalué comme important sur 2.5 km en aval du barrage du Day dans le volet "revitalisation" (note de 9 à 10 sur 12). Cette différence d'évaluation est liée à la prise en compte d'un espace d'analyse de 200 m de large de part et d'autre du cours d'eau et de 4 sous-critères (connexion, habitat, paysage, protection). Dans ce cas ci, il n'y a pas de sites protégés au niveau fédéral ni de zones piscicoles importantes (ex. frayère d'ombres), mais les autres critères obtiennent la note maximale.

10.2.3 Potentiel écologique de l'Orbe entre les Clées et la centrale du Chalet

Valeur intrinsèque

L'Orbe entre les Clées et la centrale du Chalet correspond à un tronçon naturel de 5 km de long située dans des gorges, à l'exception du lac de retenue constitué par le barrage du Chalet (longueur environ 800 m, volume 3'000 m³). Ce tronçon est soumis à un débit résiduel qui constitue un facteur limitant pour le développement de la faune aquatique.

La qualité biologique au niveau des Clées reste très bonne (indice IBCH de 17 en 2010); les animaux vivant sur le fond de la rivière sont bien diversifiés et beaucoup sont des indicateurs de bonne qualité de l'eau.

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est toujours l'espèce dominante et elle est accompagnée du chabot. Comme en amont des gorges, la reproduction de la truite fario est qualifiée de très importante par les gardes pêche permanents et les pêcheurs.

Depuis 1993, le barrage du Chalet a été équipé d'une imposante passe à poissons sensée permettre l'accès à d'importants sites de frai pour les salmonidés. Toutefois, l'entrée de la passe se trouvant à environ 200 mètres du barrage d'une part et le débit d'attrait étant limité d'autre part, il n'est pas certain que cet ouvrage soit pleinement efficace pour attirer les migrateurs vers son entrée (seules 60 à 80 géniteurs de truites fario empruntent annuellement cette échelle). Quoi qu'il en soit, le barrage des Moulinets représente une importante entrave à la migration des poissons. Notons enfin que la dévalaison devrait aussi être prise en compte car elle est indissociable du cycle vital de certaines espèces comme la truite lacustre.

La pêche électrique d'inventaire réalisée en automne 2012 aux Clées montre que la densité de truites de rivière est moyenne et que les juvéniles et les sub-adultes dominent le peuplement (voir figure 1).

Valeur régionale

Comme en amont, aucun inventaire fédéral ne se trouve sur ce tronçon de l'Orbe ou à proximité.

La partie amont de ce tronçon de l'Orbe représente une liaison biologique d'importance régionale à renforcer inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD), tandis que la partie aval constitue un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) de 541 ha constitué de nombreux sous-réseaux.

L'objet inscrit à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet no 102, GORGES ET COURS DE L'ORBE, BOIS DE CHASSAGNE-SUD, LE SAPELET, DERRIERE FOREL) englobe tout ce tronçon et sa limite aval se situe au niveau de la centrale du Chalet (voir figure 4).

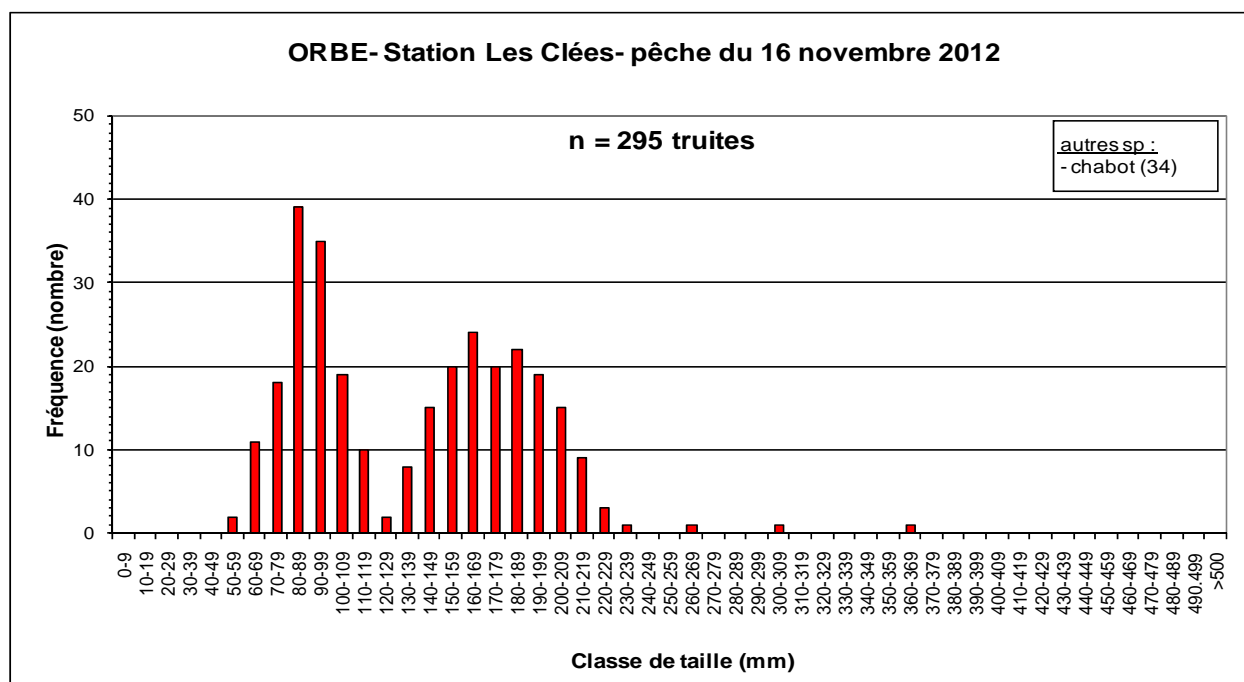


Figure 1 : Structure de la population de truites de l'Orbe aux Clées.

L'importance écologique actuelle des gorges de l'Orbe entre les Clées et la centrale du Chalet peut être considéré comme moyen compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau et de l'absence de site d'importance au niveau fédéral et d'espèces de poissons en danger. Le potentiel écologique de ce tronçon dans un état de référence théorique après réparation des atteintes est également moyen (maintien des barrages, des débits résiduels et accès limités pour la truite lacustre). Le volet revitalisation évalué pour sa part le potentiel écologique et paysager comme important (note de 9 sur 12). Comme en aval du barrage, il n'y a pas de sites protégés au niveau fédéral ni de zones piscicoles importantes (ex. frayère d'ombres), mais les critères "paysage" et "habitat" obtiennent la note maximale et le potentiel de connectivité est considéré comme moyen (liaison biologique amphibie d'importance régionale).

10.2.4 Potentiel écologique de l'Orbe entre le Chalet et les Moulinets

Valeur intrinsèque

L'Orbe entre la centrale du Chalet et le barrage des Moulinets correspond à un tronçon de 1.9 km de long situé à l'entrée d'Orbe. La partie amont (420 m) présente une écomorphologie naturelle tandis que la partie aval est très atteinte du point de vue écomorphologique. Le barrage des Moulinets crée une retenue lentique dont la courbe de remous remonte presque jusqu'à la centrale du Chalet. D'autre part, ce tronçon est soumis à des éclusées liées au turbinage en pointe à la centrale du Chalet des eaux stockées dans la retenue du Day .

La qualité biologique au niveau de la station du Puisoir est bonne (indice IBCH de 16 en 2010).

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est toujours l'espèce dominante, mais l'on trouve également sur ce tronçon de la truite lacustre qui remonte depuis le lac de Neuchâtel et qui franchit le barrage des Moulins (présence d'un ascenseur à poissons) et quelques ombres de rivière.

La reproduction de la truite fario et de la truite lacustre est limitée sur ce tronçon aux caractéristiques lentiques et seules quelques zones de frai sont présentes.

La pêche électrique d'inventaire réalisée en été 2013 au Puisoir montre que la densité de truites de rivière est moyenne (voir figure 2). L'état écologique du cours d'eau peut être qualifié de moyen sur la base de la méthode d'appréciation "Poissons-Niveau R".

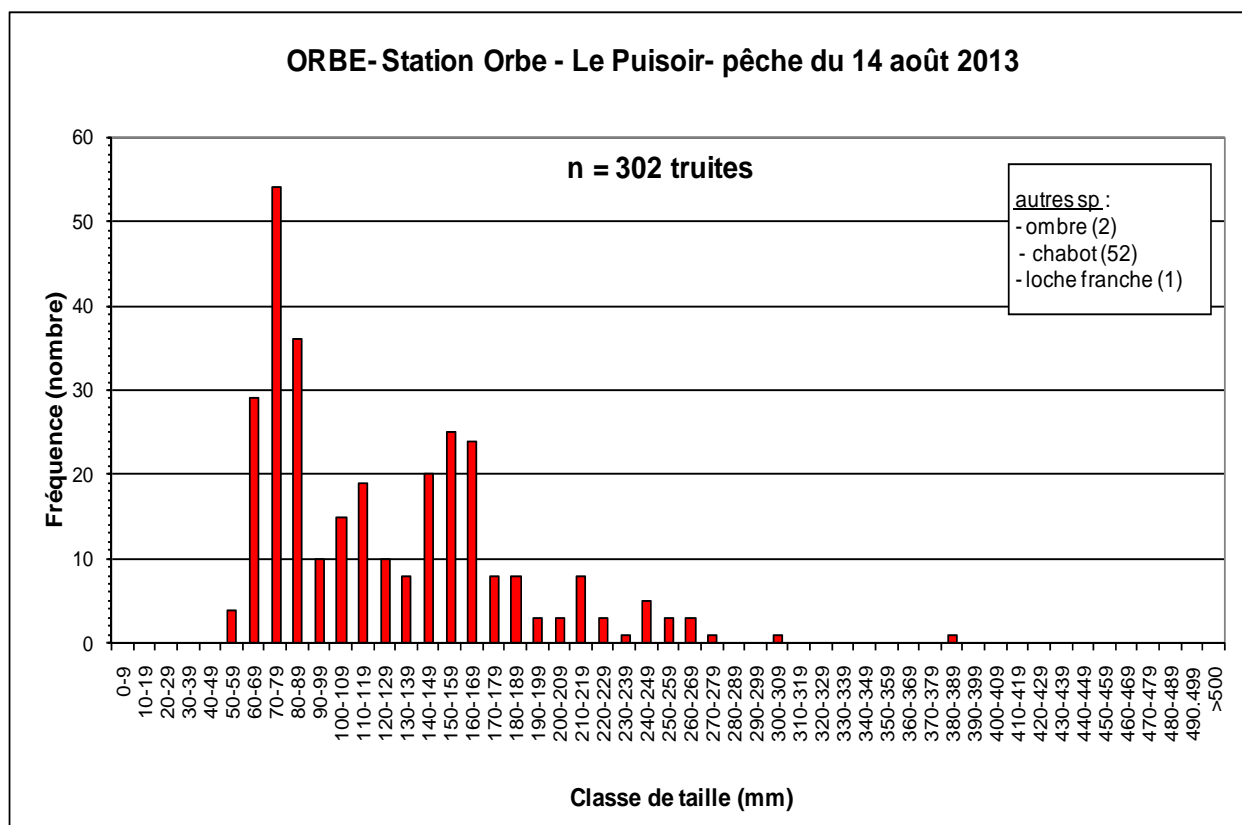


Figure 2 : Structure de la population de truites de l'Orbe au Puisoir.

Valeur régionale

Comme en amont, aucun inventaire fédéral ne se trouve sur ce tronçon de l'Orbe ou à proximité.

Ce tronçon de l'Orbe ne constitue pas une liaison biologique d'importance régionale inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD), mais la partie amont se situe en limite d'un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) et Orbe constitue un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS) appartenant au sous-réseau des milieux bâtis. Pour cette région, les espèces d'intérêt supérieur de ce sous-réseau sont des oiseaux et des chauves-souris.

L'importance écologique actuelle de l'Orbe entre la centrale du Chalet et le barrage des Moulinets peut être considéré comme moyenne. La valeur naturelle et paysagère du cours d'eau est moindre que dans les gorges en amont, mais l'on trouve potentiellement sur ce tronçon des sites de frai pour la truite lacustre (espèce menacée) et l'ombre (espèce vulnérable) dont la fonctionnalité est limitée par les effets des aménagements hydroélectriques (rejet centrale du Chalet et retenue du barrage des Moulinets). La réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme avec des moyens proportionnés ne permettrait pas d'obtenir un potentiel écologique élevé sur ce tronçon.

10.3 TRONÇON BARRAGE DES MOULINETS - LAC DE NEUCHÂTEL

Morphologie et paysage

Ce tronçon de l'Orbe est canalisé sur la totalité de son linéaire et il correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau très atteint (classe III).

Faune piscicole

Du point de vue piscicole, le peuplement est assez diversifié grâce à la connexion avec le lac de Neuchâtel et la typologie du cours d'eau (cours d'eau de plaine). Les principales espèces de poissons signalées par l'inventaire piscicole des cours d'eau du canton de Vaud (2004) sont données dans le tableau ci-dessous. La truite lacustre est une espèce "fortement menacée" (EN / 2) qui fréquente ce tronçon de l'Orbe.

DIVERSITE ICHTYOLOGIQUE DE L'ORBE ET DE LA THIELLE, TRONÇON DE PLAINE

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Anguille (<i>Anguilla anguilla</i>)	TRF	1	3	VU / 4
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	2	EN / 2
Ombre de rivière (<i>Thymallus thymallus</i>)	OBR	1	2	VU / 3
Ablette (<i>Alburnus alburnus</i>)	ABL	1	2	LC / NM
Barbeau (<i>Barbus barbus</i>)	BAF	2	1	NT / 4
Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>)	CHE	2	1	LC / NM
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	VAI	2	1	LC / NM
Lotte (<i>Lota lota</i>)	LOT	1	2	LC / NM
Epinoche (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	EPI	1	2	NT / 4
Perche (<i>Perca fluviatilis</i>)	PER	2	3	LC / NM
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	1	2	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

Reproduction de la truite

Selon les gardes pêche, la reproduction de la truite de rivière est faible sur la partie canalisée de l'Orbe à l'exception du tronçon situé en aval du barrage des Moulinets et inexistante dans la Thielle à Yverdon en aval du viaduc de l'autoroute.

10.3.1 Potentiel écologique de l'Orbe en aval des Moulinets

Valeur intrinsèque

L'Orbe entre le barrage des Moulinets et la confluence avec le Talent correspond à un tronçon de 3 km de long situé dans la Plaine de l'Orbe. Le cours d'eau est canalisé et il est très atteint du point de vue écomorphologique. Ce tronçon est soumis à des éclusées liées au turbinage en pointe à la centrale du Chalet et à la centrale des Moulinets des eaux stockées dans la retenue du Day .

La qualité biologique de cette partie de l'Orbe n'est pas suivie par la DGE, mais un échantillonnage a été réalisé en 2013 sur la station "aval Moulinets" dans le cadre de l'étude "assainissement des éclusées". Les résultats ne sont pas encore disponibles.

Le peuplement piscicole est assez diversifié (voir tableau ci-dessus) et on trouve sur ce tronçon de la truite lacustre qui remonte depuis le lac de Neuchâtel et de l'ombre de rivière. Sur environ 700 mètres en aval des Moulinets, l'Orbe canalisée présente un certain intérêt comme site de reproduction pour les salmonidés, malgré les éclusées.

La pêche électrique d'inventaire réalisée en automne 2012 au niveau de Nestlé montre une forte densité de juvéniles issus en grande partie du frai naturel, mais peu de truites sub-adultes ou de géniteurs sédentaires (voir figure 3). L'état écologique du cours d'eau peut être qualifié de moyen sur la base de la méthode d'appréciation "Poissons-Niveau R".

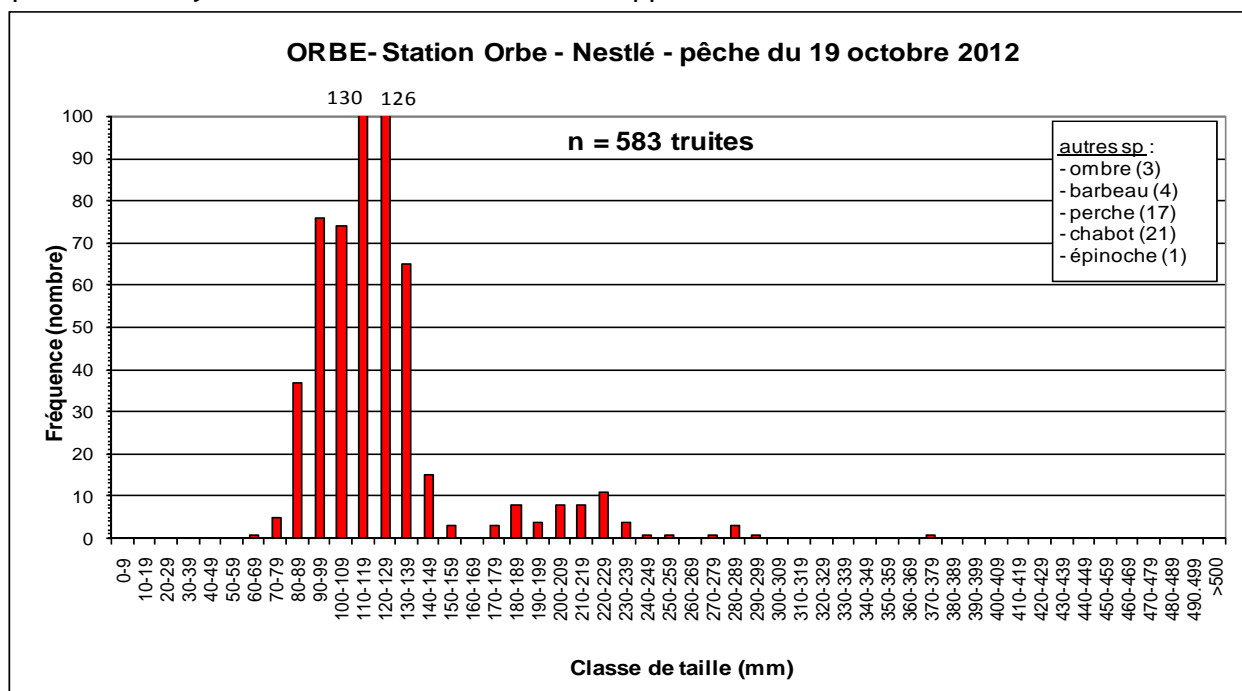


Figure 3 : Structure de la population de truites de l'Orbe au niveau de Nestlé.

Valeur régionale

La plaine de l'Orbe entre Chavornay et Bochuz correspond à une réserve d'oiseaux d'eau et migrateurs (OROEM, zone de défense de chasser, voir Figure 4). Ce tronçon canalisé ne constitue pas une liaison biologique d'importance régionale inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD), mais l'on trouve au bord de l'Orbe des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS) appartenant au sous-réseau des milieux agricoles extensifs de plaine.

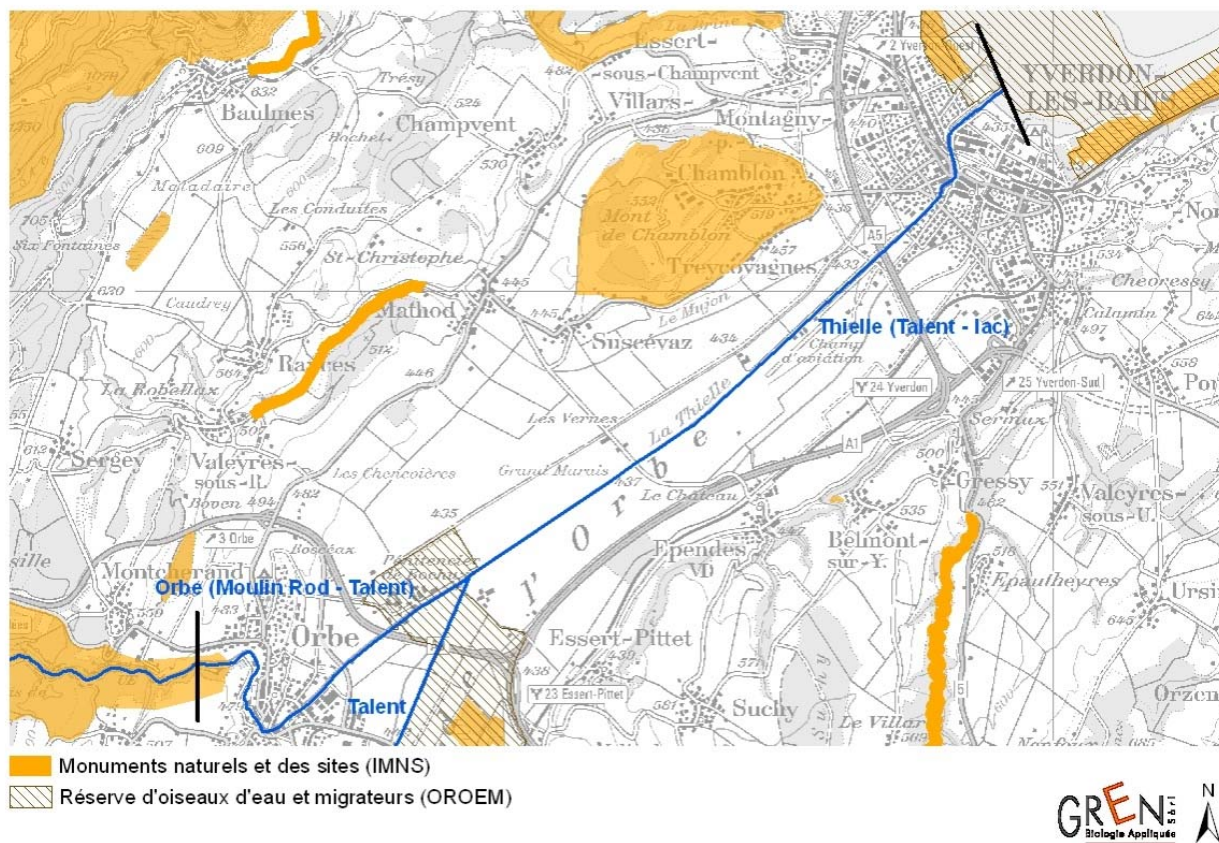


Figure 4 : zones protégées sur l'Orbe et la Thielle entre la centrale du Chalet et le lac de Neuchâtel.

L'importance écologique actuelle de l'Orbe entre le barrage des Moulins et l'embouchure du Talent est moyenne, mais le potentiel écologique de ce tronçon peut être considéré comme élevé (voir carte en annexe 4). Ce potentiel correspond à l'importance écologique que ce tronçon artificiel pourrait revêtir après réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme avec des moyens proportionnés. Ce tronçon renferme des sites de frai pour la truite lacustre (espèce menacée) et l'ombre (espèce vulnérable) et une zone OROEM qui englobe le cours de l'Orbe sur un peu plus de 1 km. A noter que le volet revitalisation évalue le potentiel écologique et paysager de ce tronçon comme moyen (note de 5 à 7 sur 12). Cette différence s'explique car le critère paysage de ce tronçon a obtenu une note 0 (pas d'objets) et le critère sites protégés a obtenu une note comprise en 0 et 2 (zone OROEM).

10.3.2 Potentiel écologique de la Thielle

Valeur intrinsèque

La Thielle est un grand cours d'eau de plaine de 9.5 km de long qui est entièrement canalisé et très atteint du point de vue écomorphologique. Ce cours d'eau est soumis à des éclusées liées au turbinage en pointe des centrales hydroélectriques situées sur l'Orbe.

La qualité biologique de la Thielle n'est pas suivie par la DGE, mais un échantillonnage a été réalisé en 2012 pour la première fois sur la station "Yverdon" dans le cadre du réseau d'observation national des cours d'eau. Nous ne disposons pas de ces résultats.

Le peuplement piscicole est assez diversifié comme sur la partie aval de l'Orbe, mais les truites lacustres et les ombres de rivière ne trouvent pas de conditions favorables pour leur reproduction.

Selon les gardes pêche, la reproduction de la truite de rivière est faible dans la Thielle en amont du viaduc de l'autoroute et inexistante en aval de celui-ci jusqu'au lac.

Valeur régionale

Aucun inventaire fédéral ne se trouve sur le long de la Thielle, à l'exception de la zone OROEM de la Plaine de l'Orbe et de celle située à l'extrémité ouest du lac de Neuchâtel (de Grandson jusqu'à Champ-Pittet).

La Thielle constitue une liaison biologique d'importance régionale inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD) sur les 4 premiers km en aval du Talent et on trouve au bord de ce canal des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS) appartenant au sous-réseau des milieux agricoles extensifs de plaine.

L'importance écologique actuelle de la Thielle est faible compte tenu du degré d'aménagement du cours d'eau et cela malgré la présence de truites lacustres et d'ombres. Le potentiel écologique que la Thielle pourrait revêtir après réparation d'une partie des atteintes causées par l'homme avec des moyens proportionnés peut être considéré comme moyen à élevé.

11. LA VENOGÉ

11.1 GÉNÉRALITÉS

La Venoge prend sa source au pied du Jura vers l'Isle et finit sa course 40 km plus loin dans le lac Léman à St-Sulpice. Cette rivière est rejointe à la Tine de Conflens par le Veyron, son principal affluent.

Le cours de la Venoge est naturel sur sa partie amont. Avec une pente moyenne de près de 2% est une eau froide, c'est un cours d'eau typique de la zone à truites.

En aval de sa confluence avec le Veyron et des gorges de la Tine de Conflens, la Venoge présente une pente moyenne nettement plus faible (de l'ordre de 0.2%) et elle est canalisée sur plus de 4 km entre Eclépens et Cossonay-Gare.

En aval de Cossonay-Gare jusqu'à l'embouchure, le tracé de la Venoge est globalement naturel, mais la rivière est aménagée localement (ponts, seuils, protection de berges). Les principaux secteurs boisés où la rivière méandre naturellement constituent des zones alluviales d'importance nationale (Iles de Bussigny, La Roujarde).

Le cours de la Venoge entre la source et le lac Léman a été divisé par BG en 3 tronçons. Le tronçon amont (Source - confluence Veyron) est un tronçon où le régime de charriage est non modifié par les installations en place. En effet, le débit prélevé est trop faible et les ouvrages de dérivation sont transparents aux crues morphogènes. Ce tronçon ne sera pas traité plus en détail.

Le tronçon 2, entre la confluence avec le Veyron et la confluence avec la Senoge, est un tronçon de 14 km qui présente plusieurs tronçons corrigés avec des seuils qui sont aménagés pour garantir la libre circulation du poisson. L'installation hydroélectrique située au km 15.9 est une installation au fil de l'eau dont le débit équipé est de 1.2 m³/s. Le régime de charriage est a priori non modifié par les installations en place, mais cela reste à vérifier.

Le tronçon 3 présente trois seuils aménagés pour la libre circulation du poisson et un projet de remise en service d'une installation hydroélectrique à la Chocolatière. Le régime de charriage est a priori non modifié par les installations en place ou projetées, mais cela reste à vérifier.

11.2 TRONÇON CONFLUENCE VEYRON - CONFLUENCE SENOGE

Morphologie et paysage

Le cours de la Venoge est canalisé sur 4.5 km entre Cossonay-Gare et Eclépens ainsi que sur près d'un kilomètre au niveau de la Sarraz. Il correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau très atteint (classe III). Le canal rectiligne présente un profil en travers trapézoïdal large d'une vingtaine de mètres en sommet de talus (absence de lit majeur, lit mineur environ 7 m). Le pied de berge est stabilisé avec des enrochements et le lit pavé est localement recouvert de graviers.

La zone alluviale d'importance nationale du Bois-de-Vaux correspond à l'ancien tracé de la Venoge déconnecté du canal actuel et traversé par la voie de chemin de fer.

Le reste du tronçon 2 est dans un état naturel/proche du naturel à peu atteint.

Faune piscicole

Sur la partie canalisée de la Venoge, le peuplement piscicole ne comporte que des espèces communes qui sont la truite de rivière, le chabot, le vairon et la loche franche. L'ombre de rivière (*Thymallus thymallus*) se fait rare sur la Venoge et il n'est plus présent en amont de Cossonay-Gare. La valeur piscicole de la Venoge canalisée est très faible pour les raisons suivantes :

- Le principal facteur limitant est l'absence de diversité. Le milieu est très homogène (courant, profondeur et substrat) et dépourvu d'abris nécessaires à la faune piscicole. Il n'y a notamment aucune structure pouvant servir de refuge lors des crues.
- Un second problème majeur est l'absence d'ombrage (pas de végétation riveraine), qui induit un fort réchauffement de l'eau en été. Les températures peuvent devenir limites pour la survie des espèces les plus sensibles (truites et ombres).
- La configuration actuelle aggrave sensiblement la prédation par les oiseaux piscivores. Les poissons ne disposent d'aucune cache où ils peuvent s'abriter. Les prédateurs bénéficient d'un terrain de pêche particulièrement facile où ils peuvent exploiter au maximum les maigres ressources piscicoles.

Sur la partie aval du tronçon 2, le peuplement est assez diversifié grâce à la connexion avec le lac Léman et la typologie du cours d'eau (cours d'eau de la zone à ombre). Les principales espèces de poissons signalées par l'inventaire piscicole des cours d'eau du canton de Vaud (2004) sont données dans le tableau ci-dessous. On retrouve les mêmes espèces que sur la partie amont avec en plus de la truite lacustre (espèce fortement menacée), du chevaine et du barbeau.

Les inventaires électriques réalisés en 2010 sur la Venoge par l'Inspection de la pêche montrent que la population de truites est relativement équilibrée à Cossonay-Gare et à Eclépens (1.5 à 2 individus au mètre linéaire, biomasse de 80 à 100 kg/ha).

DIVERSITE ICHTYOLOGIQUE DE LA VENOGNE EN AVAL DE COSSONAY-GARE

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	2	EN / 2
Ombre de rivière (<i>Thymallus thymallus</i>)	OBR	1	2	VU / 3
Barbeau (<i>Barbus barbus</i>)	BAF	2	1	NT / 4
Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>)	CHE	2	1	LC / NM
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	VAI	2	1	LC / NM
Loche franche (<i>Barbatula barbatula</i>)	LOF	1	1	LC / NM
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	1	1	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

Reproduction de la truite

La reproduction de la truite sur ce tronçon est importante à très importante uniquement sur les secteurs naturels (zone alluviale de la Roujarde - aval Cossonay-Gare, secteur naturel à Eclépens, Gorges de la Tine).

Le tronçon canalisé entre Eclépens et Cossonay-Gare présente pour sa part une valeur faible pour la reproduction de la truite en raison de l'artificialisation du lit et de la carence en géniteurs et en zones graveleuses favorables (pavage). L'installation située au km 15.9 présente également un impact négatif sur la reproduction de la truite (qualité moyenne à ce niveau).

11.3 TRONÇON CONFLUENCE SENOGNE - EMBOUCHURE LÉMAN

Morphologie et paysage

Le cours de la Venogne sur les 15 derniers kilomètres avant le Léman est globalement dans un état écomorphologique naturel ou proche du naturel (classe I). Les tronçons corrigés ne représentent qu'une très petite partie du linéaire.

La zone alluviale d'importance nationale des Iles de Bussigny s'étend sur 29 hectares.

Faune piscicole

Sur ce tronçon, le peuplement piscicole est diversifié grâce à la connexion avec le lac Léman et la typologie du cours d'eau (cours d'eau de la zone à ombre). Les principales espèces de poissons sont données dans le tableau ci-dessous. La seule espèce fortement menacée est la

truite lacustre et deux espèces vulnérables sont présentes (ombre et spirlin). En ce qui concerne l'ombre, il faut relever que la Venoge abrite une des vingt populations d'ombres d'importance nationale qui présentent une importance capitale pour la conservation de l'espèce en Suisse.

Sur le bas de la Venoge, on trouve des espèces typiquement lacustre (corégones, gardon, brochet, perche, tanche, lotte) qui ne figurent pas dans le tableau ci-dessous, voire des espèces indésirables comme le poisson-chat ou le poisson rouge.

DIVERSITE ICHTYOLOGIQUE DE LA VENOGUE ENTRE LE LEMAN ET LE MOULIN DU CHOC

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	1	1	EN / 2
Ombre de rivière (<i>Thymallus thymallus</i>)	OBR	1	1	VU / 3
Spirlin (<i>Alburnoides bipunctatus</i>)	SPI	1	1	VU / 3
Barbeau (<i>Barbus barbus</i>)	BAF	2	1	NT / 4
Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>)	CHE	2	1	LC / NM
Vandoise (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	VAN	1	1	LC / NM
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	VAI	2	1	LC / NM
Goujon (<i>Gobio gobio</i>)	GOU	1	1	LC / NM
Loche franche (<i>Barbatula barbatula</i>)	LOF	2	1	LC / NM
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	1	1	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

Reproduction de la truite

La reproduction de la truite est très importante sur la moitié amont du tronçon, avec notamment de nombreuses truites lacustres qui remontent le cours d'eau en hiver et frayent à ce niveau.

Sur la moitié aval du tronçon, la reproduction de la truite est qualifiée de moyenne et le principal facteur limitant est la qualité de l'eau (rejet de la STEP de Bussigny entre autres).

A noter également que le réchauffement de l'eau de la Venoge en été favorise le développement de la maladie rénale proliférative (MRP) et que celle-ci peut fortement limiter le succès du recrutement naturel (mortalité importante sur les truitelles en été).

12. L'AUBONNE

12.1 GÉNÉRALITÉS

L'Aubonne est un cours d'eau du bassin du Rhône qui prend sa source dans le massif du Jura au pied des Monts de Bière. L'Aubonne s'écoule sur 14 km, et la longueur totale du réseau hydrographique est de 79 km. Son bassin versant présente une superficie de 96 km².

L'Aubonne coule au fond du vallon de l'Arboretum et la majorité de son tracé est naturel, dans un environnement peu urbanisé. L'Aubonne, avec son affluent le Toleure, est dans la catégorie « très bonne » qualité biologique depuis de nombreuses années, et ce de l'amont vers l'aval, ce qui constitue une exception parmi les rivières de la Côte.

Un barrage avec un lac de retenue d'une capacité de 53'500 m³ se trouve sur cette rivière au lieu-dit *La Vaux*, au cœur de l'Arboretum à environ 9 km de l'embouchure dans le Léman. Il est exploité par la Société Électrique des Forces de l'Aubonne (SEFA). L'eau prélevée est acheminée à la centrale de Plan-Dessous (altitude 453 msm) où elle est turbinée une première fois, puis elle est mise en pression et acheminée à la centrale de La Vaux (altitude 416 m) où elle est turbinée une seconde fois et restituée à l'Aubonne via un canal de fuite.

L'Aubonne présente un débit résiduel entre le barrage et la centrale de La Vaux, soit sur un linéaire d'environ 5 km.

A priori, le tronçon situé entre le barrage et l'embouchure dans le Léman doit faire l'objet d'une étude détaillée pour qualifier l'influence des installations sur le régime de charriage.

12.2 TRONÇON BARRAGE - EMBOUCHURE LAC LÉMAN

Morphologie et paysage

Ce tronçon de l'Aubonne correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau naturel (classe I) à peu atteint (classe II) suivant les secteurs.

Le delta de l'Aubonne est inscrit à l'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale (IZA, objet n° 119) ainsi qu'à l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP, objet n° 1210). L'objet IFP englobe également le domaine de Chanivaz situé en rive gauche du cours d'eau.

Le cours de l'Aubonne et du Toleure sont inscrits à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 43), de même que le vallon de l'Aubonne en amont de la centrale de Plan-Dessous (Vallon de l'Aubonne, Toleure, Saubrette, cours inférieur et supérieur, et l'arboretum Sandoleyre). Le port de l'Aubonne et les zones humides des Batiaux et du Bois Pourri sont également inscrits à l'IMNS.

Faune piscicole

L'Aubonne est un cours d'eau de la zone à truites qui présente un peuplement piscicole peu diversifié. Les trois espèces présentes sont la truite de rivière, la truite lacustre et le chabot. En complément, l'inventaire piscicole des cours d'eau vaudois mentionne également des espèces lacustres dont la présence dans la partie aval de l'Aubonne est occasionnelle (voir tableau ci-dessous).

La truite lacustre est la seule espèce ayant un statut "fortement menacé" qui est présente dans l'Aubonne. Les remontées de truites lacustres en période de frai sont très importantes et les aménagements réalisés pour la libre circulation du poisson permettent aux truites lacustres de remonter jusqu'au pied du barrage de la SEFA.

Autrefois, on trouvait également une petite population d'ombres sur l'Aubonne qui était soutenue par des repeuplements. Cette population s'est quasiment éteinte suite à l'arrêt de l'alevinage au début des années 1990.

DIVERSITE ICHTYOLOGIQUE DE L'AUBONNE EN AVAL DU BARRAGE DE LA SEFA

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (<i>Salmo trutta fario</i>)	TRF	2	1	NT / 4
Truite lacustre (<i>Salmo trutta lacustris</i>)	TRL	2	1	EN / 2
Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>)	CHE	1	2	LC / NM
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	VAI	1	3	LC / NM
Gardon (<i>Rutilus rutilus</i>)	GAR	1	3	LC / NM
Loche franche (<i>Barbatula barbatula</i>)	LOF	1	3	LC / NM
Lotte (<i>Lota lota</i>)	LOT	1	3	LC / NM
Epinoche (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	EPI	1	3	NT / 4
Perche (<i>Perca fluviatilis</i>)	PER	1	3	LC / NM
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)	CHA	2	1	NT / 4

Abondance : 1=faible ; 2=moyenne ; 3=élevée / Reproduction: 1 = certaine; 2 = probable; 3 = improbable

Reproduction de la truite

La reproduction naturelle de la truite est qualifiée de très importante dans la zone alluviale (premiers 1.5 km), importante en amont jusqu'à la restitution de la centrale de La Vaux et moyenne sur le tronçon soumis à un débit résiduel en amont de la centrale de La Vaux jusqu'au barrage (données des gardes-pêche et de la SVPR).

12.2.1 Potentiel écologique de la retenue de la SEFA

Valeur intrinsèque

Le barrage de la SEFA, qui présente une hauteur de 17 m et une longueur de couronnement de 90 m, crée un lac de retenue d'environ 250 m de long d'un volume utile de 35'000 m³.

Ce petit lac artificiel présente des rives naturelles. Il est soumis à des fluctuations de son niveau d'eau (marnage). Cette retenue est vidangée chaque année afin d'évacuer les alluvions qui s'y déposent. Tous les 3 ans cette vidange s'accompagne d'un curage mécanique (voir photo).



La truite de rivière est la principale espèce présente, mais la capture d'un ombre a été déclarée en 2012 entre le barrage et la confluence avec le Toleure! Le reproduction de la truite de rivière est qualifiée de très importante en amont de la retenue, que ce soit dans le Toleure ou dans l'Aubonne. Elle est qualifiée de très importante dans la partie aval de la Sandoleyre (affluent de l'Aubonne qui se jette dans la retenue).

Les données disponibles sur la faune benthique concernent l'Aubonne en amont de la retenue (lieu-dit le Roselet). La qualité biologique est bonne et stable depuis de nombreuses années. On trouve une trentaine d'espèces appartenant aux groupes des plécoptères, éphémères et trichoptères, mais seule une espèce de plécoptère est classée comme potentiellement menacée en suisse.

Valeur régionale

Aucun inventaire fédéral ne se trouve sur ce tronçon de l'Aubonne ou à proximité.

Le cours de l'Aubonne et du Toleure sont inscrits à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 43), de même que le vallon de l'Aubonne en amont de la centrale de Plan-Dessous (Vallon de l'Aubonne, Toleure, Saubrette, cours inférieur et supérieur, et l'arboretum Sandoleyre). La partie amont de l'Aubonne est située à l'intérieur du Parc jurassien vaudois et il fait également partie de la réserve de faune du Vallon de l'Aubonne.

Le cours de l'Aubonne entre le barrage et la confluence avec le Toleure correspond à une liaison biologique d'importance régionale de type amphibie à renforcer. Un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) du réseau écologique cantonal se trouve en amont de la retenue, tandis que la retenue proprement dite et ses rives correspondent à des territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS, sous réseaux Eaux libres, Milieux palustres, Forêts de plaine et Milieux secs).

L'importance écologique actuelle de la retenue de la SEFA sur l'Aubonne est considéré comme moyenne. Le cours d'eau présente une valeur naturelle, paysagère et pour la reproduction de la truite de rivière. Il n'y a toutefois pas d'espèces de poissons en danger ni d'inventaires fédéraux à ce niveau de l'Aubonne. Le potentiel écologique que ce tronçon de l'Aubonne revêtirait dans un état de référence théorique après réparation des atteintes est également moyen (maintien du barrage et de la production hydroélectrique, voir carte en annexe 4).

12.2.2 Potentiel écologique de l'Aubonne en aval du barrage de la SEFA

Valeur intrinsèque

L'Aubonne sur le premier kilomètre en aval du barrage de la SEFA présente une écomorphologie naturelle. Ce tronçon est soumis à un débit résiduel qui constitue un facteur limitant pour le développement de la faune aquatique.

Du point de vue piscicole, la truite de rivière est l'espèce dominante et elle est accompagnée du chabot. La truite lacustre peut remonter jusqu'au pied du barrage pour frayer. La reproduction de la truite fario est qualifiée d'importante sur ce tronçon par les gardes pêche permanents et les pêcheurs.

Valeur régionale

Aucun inventaire fédéral ne se trouve sur ce tronçon de l'Aubonne ou à proximité.

Le cours de l'Aubonne et le vallon de l'Aubonne sont inscrits à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objets n° 43 et 46). La partie amont de l'Aubonne est aussi située à l'intérieur du Parc jurassien vaudois et elle fait également partie de la réserve de faune du Vallon de l'Aubonne.

Ce tronçon de l'Aubonne représente une liaison biologique d'importance régionale à renforcer inscrite au réseau écologique cantonal (REC-VD). Le cours d'eau et ses rives constituent également des territoires d'intérêt biologique supérieurs (TIBS, sous-réseaux Eaux libres, Milieux palustres et Forêts de plaine).

L'importance écologique actuelle de l'Aubonne en aval du barrage de la SEFA est considéré comme moyenne, tandis que son potentiel écologique, est considéré comme élevé (voir carte en annexe 4). Le cours d'eau présente une valeur naturelle, paysagère et pour la reproduction de la truite de rivière et de la truite lacustre. Il n'y a toutefois pas d'inventaires fédéraux à ce niveau de l'Aubonne. A noter que le volet revitalisation évalue pour sa part le potentiel écologique et paysager de l'Aubonne en aval du barrage de la SEFA comme important (note de 9 sur 12). Les sous-critères paysage et habitat obtiennent la note maximale (3), le potentiel de connectivité est considéré comme moyen (liaison biologique amphibie d'importance régionale à renforcer, note 2) et le sous-critère sites protégés est noté 1 (réserve de faune du vallon de l'Aubonne).