

ASSAINISSEMENT DES ECLUSEES DANS LE CANTON DE VAUD

Rapport final

Novembre 2014

Pour adresse:

Division Ressources en eau et économie hydraulique









TABLE DES MATIERES

1	IN	TRODUCTION	5
	1.1	CONTEXTE	5
	1.2	INTERVENANTS	5
	1.3	LISTE DES CENTRALES EVALUEES	6
	1.4	TRONÇONS EVALUES	8
2	M	ETHODOLOGIE	8
	2.1	CRITERES D'EVALUATION INTERMEDIAIRE	8
	2.1.1	Données hydrologiques.	
	2.1.2	HYDOMOD-FIT	
	2.1.3	Importance du potentiel écologique	
	2.2	INDICATEURS D'EVALUATION APPROFONDIE	
	2.2.1	Indicateur B1 - Biomasse du macrozoobenthos	
	2.2.2	Indicateur B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	13
	2.2.3	Indicateur B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos	13
	2.2.4	Indicateur B4 - Familles d'insectes EPT	14
	2.2.5	Espèces de la Liste Rouge	14
	2.2.6	Indicateur D1 - Débit minimal	14
	2.2.7	Indicateur H1 - Colmatage interne	
	2.2.8	Indicateur P1 - Module poisson du SMG (indicateur global)	
	2.2.9	Indicateur P2 - Echouage de poissons	
	2.2.10	•	
	2.2.11		
	2.2.12	1	
	2.2.13		
3	CI	ENTRALES AVANÇON DE BEX	18
	3.1	SITUATION	18
	3.2	HYDROLOGIE	19
	3.2.1	Etat actuel	
	3.2.2	Etat futur probable	
	3.2.3	Etat naturel reconstruit	
	3.3	TRONÇON CENTRALE PEUFFEYRE - CENTRALE SUBLIN	
	3.3.1	Indicateurs d'éclusées	
	3.3.2	Importance écologique	
	3.4	TRONÇON CENTRALE BEVIEUX - CENTRALE HUBERT	
	3.4.1	Indicateurs d'éclusées.	
	3.5 3.5.1	AVAL CENTRALE HUBERT - EMBOUCHURE RHONE	
	3.5.2	Importance écologique	
	3.5.2	EVALUATION DES ATTEINTES	
4		ENTRALES BAYE DE MONTREUX	
	4.1	SITUATION	
	4.2	HYDROLOGIE	
	4.2.1	Etat actuel	
	4.2.2	Etat futur probable	
	4.2.3	Etat naturel reconstruit	
	4.3 4.3.1	TRONÇON REJET TAULAN- EMBOUCHURE LAC LEMAN Indicateurs d'éclusées	
	4.3.1	Indicateurs d'eclusees	
	4.3.2 4.4	EVALUATION DES ATTEINTES	
_			
5	CI	ENTRALES AUBONNE	33





	5.1	SITUATION	
	5.2	EVALUATION INTERMEDIAIRE DES ATTEINTES	
	5.3	EVALUATION CENTRALES PLAN-DESSOUS ET PETITE VAUX	
	5.3.1	Indicateurs faune benthique	
	5.3.2	Indicateur P1 (Module poisson du SMG)	
	5.3.3	Indicateur P5 - Productivité piscicole	
	5.3.4	Synthèse évaluation	38
6	CI	ENTRALES GRANDE-EAU	39
	6.1	SITUATION	39
	6.2	EVALUATION INTERMEDIAIRE DES ATTEINTES	
	6.3	EVALUATION APPROFONDIE DE LA CENTRALE DES DIABLERETS SUR LE TRONÇON "REJET - PRISE	C
	DES A	VIOLATS''	41
	6.3.1	Localisation des stations de relevés benthiques	41
	6.3.2	Indicateur B1 - Biomasse du macrozoobenthos	43
	6.3.3	Indicateur B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	
	6.3.4	Indicateur B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos	
	6.3.5	Indicateur B4 - Familles d'insectes EPT	
	6.3.6	Espèces de la Liste Rouge	
	6.3.7	Résumé indicateurs faune benthique	
	6.3.8	Indicateur D1 - Débit minimal	
	6.3.9	Indicateur H1 - Colmatage interne	
	6.3.10		
	6.3.11	\mathcal{U} 1	
	6.3.12	•	
	6.3.13	1	
	6.3.14	1	
	6.3.15		
	6.3.16	7	
	6.4	EVALUATION APPROFONDIE DE LA CENTRALE DES DIABLERETS SUR LE TRONÇON "PRISE AVIOLA	
		FARETTES"	
	6.4.1	Indicateurs faune benthique	
	6.4.2	Indicateur P1 - Module poisson du SMG	
	6.4.3	Indicateur P2 - Echouage de poissons	
	6.4.4	Indicateur P3 - Frayères	
	6.4.5	Indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune	
	6.4.6 6.4.7	Indicateur P5 - Productivite piscicole	
	6.4.8 6.4.9	Indicateur H1 - Colmatage interne	
	6.4.9 6.5	EVALUATION APPROFONDIE DE LA CENTRALE DES DIABLERETS A L'AVAL DU REJET DES FARETTE	
	6.5.1	Indicateurs faune benthique	
	6.5.2	Indicateurs faune bentinque Indicateur D1 - Débit minimal	
	6.5.3	Synthèse évaluation approfondie	
	6.6	Synthèse évaluation centrale des Diablerets	
′		ENTRALES ORBE	
	7.1	SITUATION	
	7.2	EVALUATION INTERMEDIAIRE DES ATTEINTES	
	7.3	EVALUATION APPROFONDIE CENTRALE LA DERNIER	
	7.3.1	Localisation des stations de relevés benthiques	
	7.3.2	Indicateur B1 - Biomasse du macrozoobenthos	
	7.3.3	Indicateur B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	
	7.3.4	Indicateur B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos	
	7.3.5	Indicateur B4 - Familles d'insectes EPT	
	7.3.6	Espèces de la Liste Rouge	
	7.3.7	Résumé indicateurs faune benthique	83





	1.3.0	indicateur D1 - Debit minimat	04
	7.3.9	Indicateur H1 - Colmatage interne	84
	7.3.10	Indicateur P1 - Module poisson du SMG	86
	7.3.11	Indicateur P2 - Echouage de poissons	
	7.3.12	Indicateur P3 - Frayères	94
	7.3.13	Indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune	96
	7.3.14	Indicateur P5 - Productivité piscicole	97
	7.3.15	Indicateur Q1 - Température de l'eau	98
	7.3.16	Synthèse évaluation approfondie	100
	7.4 N	IESURES D'ASSAINISSEMENT NON RETENUES POUR LA DERNIER	100
	7.5 E	VALUATION COMPLEMENTAIRE CENTRALE UMV	104
	7.6 E	VALUATION APPROFONDIE CENTRALE MONTCHERAND	104
	7.6.1	Indicateurs faune benthique	104
	7.6.2	Indicateur D1 - Débit minimal	104
	7.6.3	Indicateur H1 - Colmatage interne	
	7.6.4	Indicateur P1 - Module poisson du SMG	
	7.6.5	Indicateur P2 - Echouage de poissons	109
	7.6.6	Indicateur P3 - Frayères	113
	7.6.7	Indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune	115
	7.6.8	Indicateur P5 - Productivité piscicole	116
	7.6.9	Indicateur Q1 - Température de l'eau	117
	7.6.10	Synthèse évaluation approfondie	119
	7.7 N	IESURES D'ASSAINISSEMENT CENTRALE MONTCHERAND	120
8	CON	ICLUSIONS	123
	8.1 C	ONTEXTE	123
	8.2 A	MENAGEMENTS ECARTES PAR ISSUE DE SECOURS	123
	8.3 A	MENAGEMENTS SOUMIS A L'EVALUATION APPROFONDIE	124
	8.3.1	Centrales de Plan-Dessous et Petite Vaux (Aubonne)	124
	8.3.2	Centrale des Diablerets (Grande Eau)	
	8.3.3	Centrale de La Dernier (Orbe)	124
	8.3.4	Centrale des UMV (Orbe)	124
	8.3.5	Centrale de Montcherand (Orbe)	125
	8.4 T	ABLEAU DE SYNTHESE	125
A	NNEXE I	RESULTATS DE L'EVALUATION INTERMEDIAIRE POUR L'AVANÇON	128
A	NNEXE I	I RESULTATS DE L'EVALUATION INTERMEDIAIRE POUR L'AUBONNE	130
A	NNEXE I	II RESULTATS DE L'EVALUATION INTERMEDIAIRE POUR LA GRANDE EAU	142
A	NNEXE I	V MESURES D'ASSAINISSEMENT DEVELOPPEES POUR LA GRANDE EAU	159
A	NNEXE V	RESULTATS DE L'EVALUATION INTERMEDIAIRE POUR L'ORBE	164
A	NNEXE V	/I PECHES ELECTRIQUES	174
A	NNEXE V	/II RELEVES FAUNE BENTHIQUE AQUABUG	178
	NNEVE I	THE DELEVES EATINE DENTHIQUE MENETDEV	101





1 Introduction

1.1 Contexte

Dans le cadre de l'assainissement des éclusées, le canton a fait parvenir à l'OFEV un rapport intermédiaire durant l'été 2013. Celui-ci identifiait les centrales générant potentiellement des atteintes graves par éclusée. L'objet du présent rapport est de déterminer quelles centrales génèrent effectivement des atteintes graves au sens de l'OEaux art. 41e et de proposer le cas échéant des mesures d'assainissement.

Pour rappel, avant l'établissement du rapport intermédiaire, un travail préliminaire du canton a permis d'élaborer la liste des 5 cours d'eau vaudois concernés par les éclusées, soit l'Aubonne, l'Orbe, la Baye de Montreux, la Grande Eau et l'Avançon. Il faut noter que le cas du Rhône est étudié par le canton du Valais. Concernant La Sarine, le secteur aval du Sanetsch est étudié par le canton de Berne et le secteur aval des Lacs de Rossinière et Lessoc est étudié par le canton de Fribourg. L'assainissement probable de ces deux dernières installations sera à coordonner avec le canton de Fribourg.

1.2 Intervenants

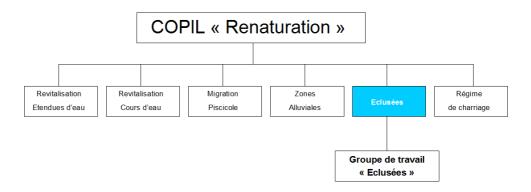


Figure 1 : organisation du pilotage des études renaturation et revitalisation pour le canton de Vaud





Les bureaux e-dric et GREN ont été mandatés par la DGE – Ressources en eau et économie hydraulique (pilote) pour réaliser cette étude. Celle-ci s'intègre dans les réflexions élargies pilotées et coordonnées, pour le canton de Vaud, par le COPIL « renaturation » (Figure 1) composé des personnes suivantes:

DGE – DIRNA – EAU : Chef de la division Ressources en eau et économie hydraulique	M. Philippe Hohl (pilote du groupe)
DGE – DIRNA – EAU : Chef de projet renaturation	M. Olivier Stauffer
DGE – DIRNA – BIODIV : Conservateur de la pêche et des milieux aquatiques	M. Frédéric Hofmann
DGE – DIRNA – FORET : Conservateur des forêts	M. Jean Rosset
DGE – DIREV – PRE : Directeur adjoint de l'environnement industriel, urbain et rural	M. Philippe Vioget
DEC – SAGR : Chef du Service de l'Agriculture	M. Frédéric Brand
SDT - Service du développement territorial : Chef de la Division améliorations foncières	M. Guy Gilliand

L'étude spécifique de la thématique « assainissement des éclusées » a été menée et suivie par le groupe de travail « Eclusées » (Figure 1) formé de Mme Pascale Derleth Sartori (DGE-DIREV-PRE), M. Frédéric Hofmann (DGE-DIRNA-BIODIV) et dirigé par M. Phillippe Hohl et M. Olivier Stauffer (DGE-DIRNA-EAU) avec la collaboration de M. Phillippe Heller, M. Benoît Mailler (Bureau e-dric, mandataire) et M. Stéphane Zbinden (Bureau GREN, mandataire).

La division Protection des Eaux (DGE PRE) s'est chargée de compiler les données et de rédiger les chapitres « Faune benthique » sur le suivi de la qualité biologique des cours d'eau pris en compte. Les données récoltées en 2013 pour calculer les indicateurs B1, B2 et B4 pour l'Avançon, la Grande Eau et l'Orbe ont été effectuées par le bureau d'étude aquatique et appliquée de Mme Menetrey. A partir de ces données, l'identification à l'espèce des EPT et au genre pour d'autres taxons, ainsi que le calcul de l'indicateur B3 ont été effectués par le bureau Aquabug de M. Stucki.

1.3 Liste des centrales évaluées

Le tableau de la page suivante présente la liste des centrales évaluées par le canton. Pour certains aménagements, il est indiqué qu'aucun élément ne peut engendrer d'éclusées selon la LEaux. Cela est conforme avec la prise de position de l'OFEV du 04 mars 2014 suite au rapport intermédiaire.





Liste des centrales évaluées

Nom installation	Description	Emplacement	Type installation	Element occasionnant potentiellement des éclusées	Bénéficiaire du droit d'eau	N° SAHE	Bassin versant	Débit installé [m3/s]
Centrale Plan-Dessous	Turbinage des eaux du lac d'Aubonne	519'202, 150'295	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans conduite Petite-Vaux ou rejet dans l'Aubonne (519'214, 150'314)	Société Electrique des Forces de l'Aubonne SA, Rue de l'Ouriette 173, 1170 Aubonne	509400	Aubonne	10
Centrale Petite Vaux	Turbinage des eaux du lac d'Aubonne	520'641, 149'135	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans l'Aubonne (520'596, 149'129)	Société Electrique des Forces de l'Aubonne SA, Rue de l'Ouriette 173, 1170 Aubonne	509425	Aubonne	10
Poudrerie Aubonne	Installation de Moulins	520'528, 149'044	Moulins	Aucun selon LEaux : pas de capacité d'accumulation	Poudrerie d'Aubonne SA, La Vaux, 1170 Aubonne	-	Aubonne	0.77
Centrale Peuffeyre	Turbinage des eaux de Nant, d'Anzeindaz et de la Gryonne	570'958, 123'902	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans le captage de Sublin et dans l'Avançon (570'828, 123'948)	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	508000	Avançon	6.6
Centrale Sublin	Turbinage du rejet de la Peuffeyre et des eaux de l'Avançon	569'282, 123'814	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans le captage de Bévieux et dans l'Avançon (569'237, 123'831)	Forces Motrices de l'Avançon SA, Av. de la Gare 19, 1880 Bex	508100	Avançon	5.2
Centrale Bévieux	Turbinage du rejet de Sublin et des eaux de l'Avançon	568'455, 123'325	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans le captage Hubert et dans l'Avançon (568'446, 123'276)	Saline de Bex SA, Rte de Gryon 31, 1880 Bex	508300	Avançon	4.1
Centrale Hubert	Turbinage du rejet de Bévieux et des eaux de l'Avançon	568'371, 122'802	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans l'Avançon (568'371, 122'802)	M. Hubert, Rte de Gryon 27, 1880 Bex	-	Avançon	3
Centrale Sonzier	Turbinage d'eaux potables captées sur le bassin versant de la Sarine	560'534, 143'349	Turbinage eau potable	Aucun selon LEaux : restitution dans le captage de Taulan	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	509200	Baye de Montreux	0.5
Centrale Taulan	Turbinage du surplus de Sonzier et des eaux de la Baye de Montreux	559'996, 142'611	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans la Baye de Montreux (559'999, 142'603)	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	509300	Baye de Montreux	0.68
Centrale Diablerets	Turbinage des eaux du Lac d'Arnon	578'140, 133'566	Accumulation	Restitution dans la Grande Eau (577'984, 133'420)	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	508700	Grande Eau/Sarine	1.75
Centrale Pernet	Turbinage des eaux de la Grande Eau à Vers-l'Eglise	575'982, 133'737	Turbinage fil de l'eau	Aucun selon LEaux : pas de capacité d'accumulation	M. Pernet, Ch. Des Planches 1864, Vers- l'Eglise	-	Grande Eau	0.35
Centrale Pont de la Tine	Turbinage des eaux de la Grande Eau	569'662, 133'048	Turbinage fil de l'eau	Aucun selon LEaux : restitution dans le captage des Farettes	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	508800	Grande Eau	2.75
Centrales Douve I et II	Turbinage des eaux de la STEP de Leysin	567'265, 131'843	Turbinage fil de l'eau	Aucun selon LEaux : turbinage des eaux de la STEP	Gasa SA, Ch. des Epinoux 13, 1052 Le Mont-sur-Lausanne	-	Grande Eau	0.08
Centrale Farettes	Turbinage du rejet de la centrale Tine et des eaux de la Grande Eau	565'138, 129'653	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans la Grande Eau (565'099, 129'629)	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	508900	Grande Eau	6.5 (dès 2015)
Centrale La Dernier	Turbinage des eaux du Lac de Joux	516'759, 172'887	Accumulation	Restitution dans l'Orbe (516'892, 172'940)	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	205200	Orbe	13.5
Centrale UMV	Turbinage des eaux de l'Orbe	518'348, 173'782	Turbinage fil de l'eau	Restitution dans l'Orbe (518'493, 173'667)	Usines Métallurgiques de Vallorbe SA, Rue du Moutier, 1337 Vallorbe	-	Orbe	4
Centrale Maillefer	Turbinage des eaux de l'Orbe	519'905, 175'988	Turbinage fil de l'eau	Aucun selon LEaux : pas de capacité d'accumulation	Dentsply Maillefer, Ch. du Verger 3, 1338 Ballaigues	-	Orbe	0.77
Centrale Jougnenaz	Jougnenaz	520'339, 175'205	Accumulation	Aucun selon LEaux : restitution dans un lac (520'350, 175'174)	VO Energies SA, Rue de la Poste 2, 1350 Orbe	205300	Orbe	6
Centrale Les Clées	Turbinage des eaux du Lac du Miroir (Day)	·	Accumulation	Aucun selon LEaux : restitution dans le captage de Montcherand	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	205400	Orbe	21
Centrale Montcherand	Turbinage du rejet de la centrale des Clées et des eaux de l'Orbe	529'270, 175'515	Accumulation	Restitution dans le lac du Chalet (529'268, 175'518)	Romande Energie SA, Rue de Lausanne 53, 1100 Morges	205500	Orbe	18.5
Centrale Chalet	Turbinage des eaux de l'Orbe	529'938, 175'592	Turbinage fil de l'eau	Aucun selon LEaux : synchronisé avec Montcherand (pour garder chute max)	VO Energies SA, Rue de la Poste 2, 1350 Orbe	205600	Orbe	18
Centrale Moulinets		530'690, 174'805	Turbinage fil de l'eau	Aucun selon LEaux : synchronisé avec Montcherand (pour garder chute max)	VO Energies SA, Rue de la Poste 2, 1350 Orbe	205650	Orbe	21.6
Centrale Veytaux	Pompage-turbinage Lac Hongrin - Lac Léman	561'062, 139'991	Pompage-turbinage	Aucun selon LEaux : restitution dans un lac (560'944, 139'945)	Hongrin - Léman SA, Place de la Gare 12, 1003 Lausanne	509100	Sarine/Rhône	60 (dès 2015)





1.4 Tronçons évalués

Le Tableau 1 ci-dessous présente les tronçons de cours d'eau sur lesquels a été effectuée l'évaluation des atteintes. Les kilométrages indiqués font référence au réseau hydrographique GESREAU.

Tableau 1 : Kilométrage des tronçons évalués.

		IDTrace		
Cours d'eau	Description tronçon	GESREAU	Km_Début	Km_Fin
Aubonne	rejet Plan Dessous - rejet Petite Vaux	1003	8'349	5'948
Aubonne	rejet Petite Vaux - Léman	1003	5'948	1'344
Avançon	prise Sublin - prise Salines	3004	7'359	5'435
Avançon	prise Salines - prise Hubert	3004	5'435	4'087
Avançon	prise Hubert - rejet Hubert	3004	4'087	3'551
Avançon	rejet Hubert - Rhône	3004	3'551	0
Baye de Montreux	rejet Taulan - Léman	2281	5'263	4'354
Grande-Eau	rejet Diablerets - prise Aviolats	3001	21'707	18'283
Grande-Eau	prise Aviolats - prise Farettes	3001	18'283	11'121
Grande-Eau	prise Farettes - rejet Farettes	3001	11'121	4'551
Grande-Eau	rejet Farettes - Rhône	3001	4'551	0
Orbe	rejet La Dernier - barrage Day	5001	21'085	17'358
Orbe	rejet centrale Chalet - embouchure Thielle	5001	4'790	0

2 Méthodologie

2.1 Critères d'évaluation intermédiaire

La première étape de l'assainissement des éclusées a consisté en l'élaboration d'un rapport intermédiaire visant à déterminer les cours d'eau vaudois qui pouvaient potentiellement présenter des atteintes sous les effets de marnage induit par la production hydroélectrique.

Cette évaluation intermédiaire s'est fondée sur deux aspects :

- Détermination de présence/absence d'éclusées par analyse hydrologique.
- Evaluation écologique des tronçons potentiellement soumis aux éclusées.

Les sous-chapitres 2.1.1 à 2.1.3 présentent la méthodologie employée pour cette analyse intermédiaire.

Dans le cas où l'évaluation intermédiaire a mis en évidence la possibilité d'atteintes graves, l'analyse approfondie a été réalisée à partir des indicateurs explicités aux sous-chapitres 2.2.6 à 2.2.13.

2.1.1 Données hydrologiques

Collecte informations

Pour chacun des 5 cours d'eau (Avançon, Grande-Eau, Baye de Montreux, Aubonne, Orbe), les aménagements susceptibles d'induire des perturbations du régime hydrologique naturel sont d'abord recensés. Un contact est ensuite effectuée avec chacun des exploitants de ces aménagements. Les informations concernant les modes d'exploitation actuels et futurs sont alors collectées, tout comme les mesures de





débit/production disponibles.

Tronçons concernés

Suite à une première analyse des informations récoltées, les tronçons de cours d'eau pouvant être soumis à la problématique des éclusées sont identifiés.

Méthodologie

Pour chacun de ces tronçons, la méthodologie présentée à la Figure 2 est appliquée.

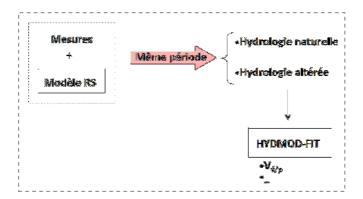


Figure 2: Méthodologie employée pour le calcul des indicateurs d'éclusées

Mesures + modélisation RS 2012 L'outil HYDMOD-FIT demande, pour évaluer les atteintes, de fournir les débits à la fois dans l'état altéré et dans l'état naturel du tronçon de cours d'eau considéré. Cependant, quand il n'existe pas de mesures au point souhaité, il est proposé entre autres solutions par la méthode HYDMOD-R de transposer des mesures existantes à proximité (sur le même cours d'eau ou sur un cours d'eau voisin de régime hydrologique comparable) par des méthodes basées sur le rapport des surfaces des bassins versants. Etant donné que le bureau e-dric.ch dispose pour chacun des cours d'eau étudié d'un modèle hydrologique RS 2012 intégrant les aménagements hydroélectriques, il est décidé d'utiliser ces modèles existants pour calculer les débits là où les mesures directes sont manquantes. Cela concerne aussi bien la génération des débits dans l'état altéré que dans l'état naturel. Il est en effet aisé de retirer les aménagements de la modélisation pour ne garder que l'hydrologie naturelle. Enfin, pour que la comparaison entre l'état actuel et l'état altéré effectuée par HYDMOD-FIT ne soit pas influencée par les années particulières (année sèche, ...), les débits altérés/naturels sont comparés sur la même plage temporelle.

2.1.2 HYDOMOD-FIT

 $Indicateur\ V_{\acute{e}/p}$

HYDMOD-FIT est le module informatique de la méthode HYDMOD-R du système modulaire gradué. Concernant les éclusées, le logiciel donne entre autres résultats l'indicateur Vé/p qui exprime le rapport débit d'éclusée/débit plancher. Pour obtenir cette valeur, le rapport entre le débit instantané maximum et le débit instantané minimum est calculé pour chaque jour de la période considérée. Afin d'éviter l'influence des évènements extrêmes et afin de minimiser le poids des jours sans éclusées, la valeur prise comme résultat est le quantile 80 % des rapports calculés. Concernant les choix devant être faits par l'utilisateur, il est précisé dans la méthode que le calcul doit, dans la mesure du possible, se faire sur 5 années représentatives du régime actuel et en considérant pour chacune de ces années 10 semaines avec des éclusées situées pendant la période la plus défavorable (en général l'étiage). De plus, le pas de temps des séries de mesures employées doit être le plus petit possible, de façon à ce que les valeurs utilisées puissent être assimilables à des débits instantanés.





Période analysée Dans la présente étude, les 5 années de mesures conseillées pour le calcul de l'indicateur d'éclusée n'existaient pas toujours. C'est pourquoi, dans plusieurs cas, la période examinée est plus courte (mais toujours au minimum de 4 ans).

Semaines considérées Dans les cas où l'exploitation des aménagements ne se fait pas clairement en pointe, il est souvent délicat de choisir les semaines sur lesquelles effectuer le calcul. Plusieurs fois il n'a pas été possible de trouver 10 semaines par années avec des éclusées. Dans ces caslà, il a été décidé de ne prendre en compte que les semaines qui présentaient des éclusées afin de ne pas atténuer la valeur de l'indicateur en intégrant dans le calcul des semaines sans évènements particuliers. Il faut aussi noter que le logiciel ne permettant pas d'intégrer dans le calcul des périodes plus courtes qu'une semaine, il est parfois difficile de sélectionner exactement les périodes d'éclusées durant l'étiage sans inclure quelques pointes de débit naturelles. Il convient donc de garder à l'esprit que, pour les tronçons non clairement soumis aux éclusées, la valeur de Vé/p obtenue peut varier selon les choix effectués.

2 indicateurs supplémentaires Afin de préciser l'effet induit par les éclusées sur un tronçon donné, HYDMOD-FIT calcule à partir du rapport Ve/p deux indicateurs supplémentaires. Le premier est l'intensité de l'impulsion d'éclusée

$$I_{P,e/p} = C k_{TN,e/p}$$

qui, grâce au facteur ktn.é/p introduit la notion de vitesse de montée/descente du niveau d'eau lors des éclusées. Le second indicateur est le stress hydraulique dû au débit d'éclusée

qui met en relation le débit d'éclusée avec le débit annuel moyen de l'état de référence et la surface du bassin versant (par le biais du facteur kby).

Diagramme de classement

Finalement, comme le montre la Figure 3, le résultat d'HYDMOD-FIT est un point sur un diagramme de classement qui catégorise l'état du tronçon analysé en 5 classes (5 étant le degré le plus atteint).

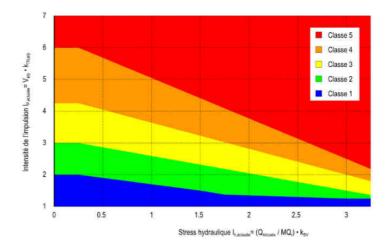


Figure 3 : Diagramme de classement du phénomène d'éclusée.

Critère Oeaux

Cependant, du point de vue légal, seul le rapport Vé/p est déterminant. En effet, selon la Oeaux Art. 41e, si un cours d'eau obtient un rapport Vé/p plus grand que 1.5, alors il peut potentiellement présenter des atteintes graves et doit donc subir l'évaluation





approfondie (indicateurs biologiques).

2.1.3 Importance du potentiel écologique

Base légale

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

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).

Evaluation du potentiel écologique L'évaluation du potentiel écologique se base sur toute une série de critères: inventaires fédéraux, inventaire piscicole cantonal, 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. A noter que d'autres atteintes d'origine anthropique peuvent intervenir dans l'évaluation du potentiel écologique. Celles-ci comprennent, par exemple la détérioration de la qualité de l'eau ou du régime de charriage.

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. Ces informations peuvent provenir des données disponibles fournies par les planifications stratégiques menées parallèlement dans les domaines de la revitalisation et du charriage, voire de la détermination de morphologies naturelles.

Critères utilisés

Les critères utilisés sont les suivants:

Inventaires fédéraux

Inventaire des zones alluviales et nouveaux objets (1er et 2ème complément) Populations d'ombres d'importance nationale (info pêche no 70) (Région à écrevisses d'importance nationale) Inventaire des bas-marais et inventaire des hauts-marais

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.





Inventaire des sites marécageux

Inventaire des paysages, sites et monuments naturels (IFP)

Inventaires des sites de reproduction des batraciens

Autres zones et habitats protégés

Zones protégées (plans de protection et d'utilisation des eaux)

Réserves naturelles et sites paysagers cantonaux

Biotopes dignes de protection (art. 18 LPN)

Habitats piscicoles particuliers (espèces liste rouge avec statut "fortement menacé")

Morphologie et paysage

Sites dotés d'un potentiel d'évolution hydromorphologique

Cours d'eau naturels ou proches du naturel (Ecomorphologie classe 1)

Types de cours d'eau rares

Objet de grande valeur paysagère (cascades, gorges, ...)

Faune piscicole

Composition et dominance des espèces de l'ichtyofaune

Structure de la population des espèces indicatrices

Densité des populations d'espèces indicatrices

Densité des alevins des principales espèces de poissons

Faune benthique

Biomasse du macrozoobenthos – indicateur B1

Module Macrozoobenthos du SMG - indicateur B2

Zonation longitudinale du macrozoobenthos – indicateur B3

Familles d'insectes EPT – indicateur B4

Espèces appartenant à la liste rouge (EPT)

Autres critères

Régime de charriage proche de l'état naturel

Situation au sein du système hydrographique (fonction d'interconnexion)

Embouchures et confluences

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

2.2 Indicateurs d'évaluation approfondie

Lorsque l'évaluation intermédiaire a révélé pour un tronçon de cours d'eau des rapports entre débit d'éclusées et débit plancher supérieurs à 1.5, une évaluation approfondie est réalisée a partir des indicateurs présentés ci-dessous.

2.2.1 Indicateur B1 - Biomasse du macrozoobenthos

La biomasse (poids humide ou poids des organismes frais) cible est déterminée comme la quantité de macrozoobenthos typique de la station, en fonction de l'altitude :

$$BM = \frac{1}{(0.000261 \times H) - 0.032}$$





BM = biomasse (poids des organismes frais) en g/m²

H = altitude en m sur mer

L'indicateur B1 représente la biomasse effective en % de la biomasse cible. La biomasse effective se mesure à partir des mêmes échantillons que prélevés pour déterminer l'indicateur B2.

La relation entre altitude et biomasse benthique telle qu'elle est utilisée ici, a été établie à l'origine pour des cours d'eau de Basse-Autriche. La majeure partie de la Suisse appartenant à l'écorégion des Alpes, l'évaluation peut s'appliquer à la plupart des cours d'eau suisses.

Selon les indications du module « Assainissement des éclusées », il n'existe pas de base suffisante pour l'évaluation des cours d'eau du Jura qui s'écartent fortement de la relation proposée.

Quant aux cours d'eau alpin très influencés par des glaciers, la biomasse benthique affiche souvent et naturellement des valeurs plutôt basses, car les conditions de vie y sont extrêmement difficiles.

La biomasse du macrozoobenthos diminue en général naturellement avec l'altitude. Les effets de l'exploitation par éclusées se font souvent davantage sentir sur la quantité ou la fréquence des organismes invertébrés rencontrés que sur leur qualité, c'est-à-dire la variété ou la composition des espèces.

2.2.2 Indicateur B2 - Module Macrozoobenthos du SMG

Le module du Système Modulaire Gradué base l'appréciation sur l'indice IBCH, une version de l'IBGN (indice biologique global normalisé) français adapté aux conditions suisses. L'appréciation se fonde, d'une part, sur le nombre des familles ou des groupes d'invertébrés identifiés et, d'autre part, sur la présence de certaines familles ou de certains groupes indicateurs. Les résultats n'exigent pas une présentation particulière.

Le module Macrozoobenthos du SMG est appliqué pour les rivières vaudoises depuis 2009.

L'indice IBCH est présenté pour la 1ère campagne de terrain ayant lieu au printemps en fonction de l'altitude de la station.

Cette note est surestimée de 1 à 2 points dans toutes les stations par comparaison à la note obtenue avec le calcul de l'IBGN, basé sur le protocole RIVAUD utilisé jusqu'en 2009. Les listes taxonomiques des prélèvements benthiques sont disponibles en Annexe VII et Annexe VIII . Une partie des stations existaient déjà (présentées dans le rapport intermédiaire) et ont été ré-échantillonnées pour le présent travail et des nouvelles stations ont été rajoutées.

2.2.3 Indicateur B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos

De la source à l'embouchure d'un cours d'eau, plusieurs zones biocénotiques se succèdent naturellement, qui portent souvent le nom des principales espèces piscicoles qui les caractérisent (indicateur P1). Dans chacune de ces zones, le macrozoobenthos présente une composition plus ou moins typique. La zonation longitudinale basée sur le macrozoobenthos nécessite une identification plus précise, jusqu'à l'espèce.





Le programme autrichien ECOPROF permet de déterminer directement cet indice de zonation longitudinale (IZL). Pour procéder à l'appréciation, on détermine l'écart entre l'indice de zonation longitudinale et les zones biocénotiques définies à partir de la largeur, de la pente et, le cas échéant, de la température de l'eau.

2.2.4 Indicateur B4 - Familles d'insectes EPT

Les larves des éphémères, des plécoptères et des trichoptères (EPT) vivant dans l'eau sont plus sensibles que nombre d'autres organismes aquatiques à divers types d'atteintes que subit le cours d'eau.

Le nombre des familles EPT est déterminé dans les échantillons prélevés dans le cadre de l'appréciation sommaire pour l'indicateur B2.

L'appréciation au moyen des EPT permet de calculer plusieurs indicateurs différents. Pour l'indice utilisé ici, le nombre total de familles de chaque groupe E, P et T est comptabilisé. Les résultats n'exigent pas une présentation particulière.

2.2.5 Espèces de la Liste Rouge

Pour documenter les espèces de la Liste Rouge présentes dans le canton de Vaud, les EPT de chaque station ont été déterminées à l'espèce pour les années 2008 à 2012. Ce travail permet également de vérifier quelles sont les espèces qui figurent sur la Liste Rouge². Cette information est présentée pour les stations inventoriées. Elle fournit, par ailleurs, une appréciation de la biocénose animale typique de la station au sens de l'art. 41 e, let. b, OEaux et renseigne sur le potentiel écologique de la station.

2.2.6 Indicateur D1 - Débit minimal

L'indicateur D1 est une vérification du débit résiduel juste à l'amont du point de rejet du débit d'éclusée (amont du canal de rejet). Il s'agit de relever si le débit situé à la fin du tronçon soumis à débit résiduel respecte les valeurs fixées par la LEaux, article 30e à 33. L'indicateur possède ainsi uniquement deux valeurs (bon ou mauvais).

2.2.7 Indicateur H1 - Colmatage interne

Le colmatage est une conséquence de l'altération de la dynamique sédimentaire provoquée par la présence d'un régime d'éclusée. Le terme « colmatage » indique une augmentation de l'apport de sédiments fins entre les interstices du substrat plus grossier qui conduit à une imperméabilisation du lit, une réduction des échanges entre le cours d'eau et la nappe phréatique et une diminution d'apport d'oxygène qui implique des répercussions sur la faune benthique et sur les poissons.

L'indicateur H1 (colmatage) n'a pas été évalué selon la méthode proposée par le module éclusées (OFEV 2011), mais le degré de colmatage interne a été déterminé au moyen l'appréciation visuelle du lit fluvial selon la méthode proposée par Schälchli & al. (2002).

² OFEV-CSCF, 2012.<u>Listes rouges Ephémères, Plécoptères, Trichoptères</u> - Espèces menacées en Suisse, état 2010.





L'analyse, très simple, consiste dans le retrait de la première couche du substrat et l'évaluation du niveau de colmatage entre les graviers et les matériaux fins. Les analyses ont été effectuées à la fin de l'hiver 2014, par faible débit avec une partie du lit exondée.

2.2.8 Indicateur P1 - Module poisson du SMG (indicateur global)

L'indicateur P1 (module Poissons du SMG) correspond à la méthode d'appréciation des cours d'eau à l'aide des poissons définie par Schager et Peter (2004) et comprend diverses caractéristiques concernant l'écologie de la faune piscicole, telles la composition et la diversité de l'ichtyofaune, la reproduction naturelle, la structure de la population des espèces indicatrices, ainsi que les anomalies et les déformations des poissons.

Cet indicateur se base sur les résultats des pêches électriques réalisées entre 2011 et 2013 soit dans le cadre de l'actualisation de l'inventaire piscicole des cours d'eau du canton de Vaud, soit pour la présente étude (stations supplémentaires).

Les résultats des pêches sont présentés pour les truites (espèce indicatrice principale) sous la forme d'histogramme de fréquence de longueur. L'évaluation des 4 paramètres du module poissons - niveau R figure dans des tableaux.

Le recours à cet indicateur "global" peut en théorie conduire à diagnostiquer, pour un tronçon à éclusées donné, une atteinte causée en réalité non pas par les éclusées mais par une structure morphologique peu naturelle du cours d'eau ou par une qualité de l'eau insuffisante. Afin d'éviter ce genre d'erreur, l'utilisation de l'indicateur P1 doit respecter les exigences suivantes:

- La qualité de l'eau dans le tronçon étudié doit répondre aux exigences de l'OEaux régissant la concentration de nutriments et de polluants.
- Le tronçon à éclusées doit comporter encore des portions possédant une morphologie naturelle ou proche de l'état naturel.

2.2.9 Indicateur P2 - Echouage de poissons

L'indicateur P2 détermine si les éclusées induisent des risques d'échouage pour la faune piscicole.

Pour évaluer cet indicateur, une méthodologie est proposée par le module d'aide à l'exécution "Assainissement des éclusées". Celle-ci, qui combine modélisation hydraulique (surfaces mises à sec et vitesses de descente) et observations de terrain (nombre de poissons échoués) a déjà été testée, notamment sur la Sarine à l'aval de Laupen. Cependant, sur les cours d'eaux investigués par le présent rapport, cette méthodologie a posé quelques difficultés, notamment de par la largeur restreinte des tronçons analysés, mais aussi de par les faibles quantités de linéaire comprenant des bancs de graviers. D'autre part, les observations réalisées sur le terrain n'ont pas permis de dénombrer le nombre de truitelles échouées pour 100 m de linéaire en fin d'éclusées lors du retour au débit plancher. Il est en effet très difficile voire impossible de retrouver des alevins de 3 cm dans les galets et les graviers.

Une note a tout de même été donnée pour chaque tronçon évalué. Celle-ci est obtenue à partir d'observations de terrain et d'une modélisation hydraulique simplifiée (modélisation d'emplacements représentatifs et généralisation à l'ensemble du tronçon).





2.2.10 Indicateur P3 - Frayères

Le succès de la reproduction naturelle revêt une importance cruciale pour la préservation d'une population piscicole. Le succès de la reproduction naturelle est entre autres affecté par des atteintes telles que la mise à sec de frayères ou le charriage de matériaux durant le développement du frai.

L'indicateur P3 détermine la reproduction et le succès de reproduction à l'aide de deux paramètres, au moyen de calculs et par des relevés sur le terrain. L'indicateur P1 fourni des informations sur la structure et la densité de la population des principales espèces piscicoles (état actuel) tandis que l'indicateur P5 fournit une estimation théorique de la population piscicole escomptée (état cible = 3 RAH). En comparant le besoin en surface de frayère de la population actuelle et de la population cible avec les zones de frai existantes, on peut estimer le degré de gravité de l'atteinte que l'exploitation par éclusées porte au peuplement piscicole.

Tout comme pour l'indicateur P2, la méthodologie proposée par le document de référence s'est avérée difficile à mettre en œuvre en entier sur les cours d'eau étudiés. Cependant, une note a tout de même été fournie pour chaque tronçon en se basant principalement sur des observations de terrain et sur des modèles hydrauliques simples.

2.2.11 Indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune (indicateur global)

L'indicateur P4 (reproduction de l'ichtyofaune) complète l'indicateur P1 en analysant et en appréciant la densité d'alevins de truite au moment où ils émergent des graviers. Cet indicateur se base sur des relevés en pêche électrique réalisés à proximité des habitats susceptibles de convenir aux alevins de truites, selon la méthode dite de pêche ponctuelle ou «point abondance sampling» (Persat et Copp 1990). Les pêches ont été entreprises au printemps 2014 sur l'Orbe et sur la Grande Eau, peu après l'émergence des alevins de la couche de gravier. La densité des alevins de truite de rivière a été calculée par point (CPUE = capture par unité d'effort).

Pour interpréter les résultats, il faut impérativement tenir compte du régime effectif des débits durant le frai et l'incubation de la truite (soit de novembre à avril). Si le cours d'eau considéré ou les cours d'eau de référence similaires de la même région connaissent une forte crue, susceptible de déplacer les sédiments déposés sur le fond du lit (charriage), pendant cette période, le succès de la reproduction ne pourra pas être établi avec la fiabilité voulue.

2.2.12 Indicateur P5 - Productivité piscicole

L'estimation de la capacité théorique de rendement piscicole, appelée aussi rendement annuel à l'hectare (RAH), se fonde sur de nombreuses études. Après avoir été revue, la méthode a été systématiquement utilisée pour toutes les eaux soumises à patente du canton de Berne (Vuille 1997). L'estimation du RAH tient compte de divers paramètres tels le débit, la zone piscicole, la température, les structures spatiales et la présence (quantité et qualité) d'organismes servant de nourriture (voir formule ci-dessous).





 $RAH = 10 \times B_{mod} \times k1 \times k2 \times k3$

B_{mod}: facteur de bonification modifié selon Vuille (1997). Il est établi à partir de la biomasse des invertébrés (g/m²) et corrigé par des facteurs permettant de tenir compte de la composition du peuplement d'invertébrés.

k1: facteur température k2: facteur habitat

k3: facteur de zonation piscicole

Les données requises pour calculer le facteur de bonification B ont été collectées avec celles de l'indicateur B1 sur les stations IBCH en appliquant l'échelle selon Roth (1966), corrigée selon Vuillet (1997) pour obtenir Bmod. Le facteur température a été calculé d'après Vuille (1997) en utilisant les températures mensuelles moyennes minimum et maximum disponibles pour les stations équipées de loggers en 2013. Le facteur habitat a été calculé d'après Vuille (1997) en utilisant les paramètres VAR, HAB et LIB disponibles dans la base de données cantonale qui correspondent à la variabilité des caractéristiques physiques du cours d'eau, des habitats piscicoles et de la végétation riveraine, ainsi que sur la connectivité piscicole. A noter également qu'un facteur de correction RQ compris entre 0.5 et 0.8 a été appliqué au facteur habitat pour les tronçons soumis aux éclusées. Finalement, le facteur de zonation piscicole a été déterminé sur la base de la pente moyenne et de la largeur moyenne des tronçons étudiés.

2.2.13 Indicateur Q1 - Température de l'eau

Les variations de température de l'eau dues aux éclusées sont évaluées selon la méthode proposée par Dübendorfer³ qui se trouve résumée dans le module d'aide à l'exécution. Les calculs sont effectués à l'aide des feuilles Excel transmises par l'OFEV.

La méthode stipule que l'analyse devrait être effectuée sur une série de données si possible étendue sur cinq ans, mais qu'en cas de nécessité, les calculs peuvent porter sur une série plus courte. Dans le cas présent, le temps à disposition n'a permis d'enregistrer les températures aux différentes stations que sur une durée de 11 mois (avec même parfois des interruptions). Faute de mieux, l'analyse est donc effectuée sur cette courte période avec la prudence requise pour l'interprétation des résultats.

L'analyse est effectuée selon deux approches :

- approche "court terme" visant à déterminer l'amplitude et la rapidité de variation de la température sous l'effet des éclusées
- approche "régime thermique annuel" visant à déterminer la déviation du régime thermique d'un cours d'eau soumis aux éclusées par rapport à son régime thermique caractéristique (fixé pour chaque classification biocénotique)

En combinant les résultats des deux approches, une appréciation globale est obtenue. Cependant, il faut noter que, selon la méthode d'évaluation, l'approche "régime thermique annuel" est prépondérante et que si elle ne peut être appliquée alors l'indicateur Q1 ne peut être évalué.

³ DÜBENDORFER ET AL, 2012. Expertenbericht zu einem Modul Temperatur im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts, Bern.





3 Centrales Avançon de Bex

3.1 Situation

Sources sous la Dent de Morcles L'Avançon de Bex est le torrent résultant de la confluence à Peuffeyre de l'Avançon d'Anzeindaz (Diablerets) et de l'Avançon de Nant (Dent de Morcles). Après avoir traversé le village de Bex, l'Avançon rejoint le Rhône à la hauteur de Massongex avec un bassin d'environ 80 km².

4 installations d'importance

Etant donné une hydrologie et un relief particulièrement favorables, l'Avançon de Bex a été utilisée depuis longtemps pour la production hydroélectrique. Le cours d'eau comprend actuellement quatre installations d'importance qui sont visibles sur la Figure 4.

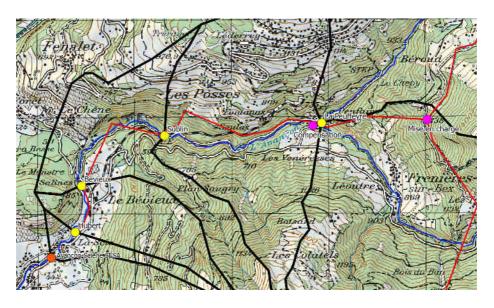


Figure 4 : situation du bas de l'Avançon avec limites du bassin versant (noir), galeries (rouge), centrales (jaune), réservoirs (magenta) et mesure de débit (orange).

Centrale de la Peuffeyre Il y a tout d'abord la centrale de la Peuffeyre exploitée par Romande Energie. Ainsi que le montre la Figure 5, cette centrale turbine les eaux de Nant, d'Anzeindaz ainsi que de la Gryonne. La partie Nant du collecteur amène gravitairement à la chambre de mise en charge de la Peuffeyre les eaux des captages de Pont de Nant, d'Ayerne, d'Ivouette et de Génin. L'autre partie du collecteur transporte les eaux des captages d'Anzeindaz, d'Aiguerosse ainsi que de la Gryonne (bassin versant voisin). Depuis la chambre de mise en charge (volume théorique utile de 6'000 m³), les eaux sont alors turbinées à la centrale de la Peuffeyre sous une chute de 376 m (débit équipé de 6.6 m³/s).





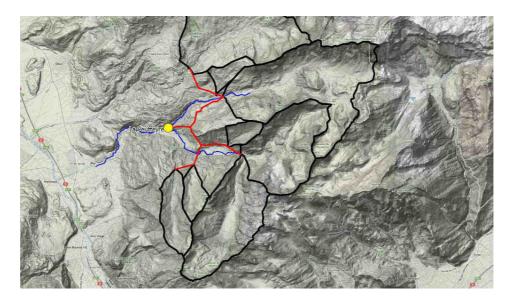


Figure 5: Aménagement de la Peuffeyre avec limites des bassins versants (noir), galeries (rouge) et centrale (jaune).

Centrale de Sublin A la sortie des turbines de la Peuffeyre, l'eau est rejetée dans un bassin de compensation de 10'000 m³ (actuellement inutilisé) duquel est alimenté la conduite de la centrale de Sublin des Forces Motrices de l'Avançon. La centrale de Sublin, dont le débit équipé est de 5.2 m³/s, complète en cas de besoin ses apports par un captage sur l'Avançon et turbine les eaux sur une chute de 176 m. Il faut signaler au passage que le bâtiment de la centrale de Sublin abrite encore une installation de turbinage des eaux potables. Ces dernières sont captées à la Benjamine (max : 300 l/s) et turbinées sous une chute d'environ 700 m.

Centrale de Bévieux Après turbinage, l'eau issue de la centrale de Sublin est directement envoyée dans le captage de la centrale de Bévieux exploitée par les Salines de Bex. La capacité actuelle de la centrale de Bévieux est de 4.1 m³/s pour une chute de 76 m. Si les débits de la centrale de Sublin ne sont pas suffisants, un dessableur permet de capter de l'eau sur la rivière.

Centrale Hubert

A la sortie de la centrale de Bévieux, les eaux sont captées par le dessableur de la centrale de la concession Hubert. Cette dernière turbine 3 m³/s sur une hauteur de 16 m. Là aussi, en cas de débit insuffisant, un prélèvement est effectué sur la rivière.

3.2 Hydrologie

3.2.1 Etat actuel

Turbinage en pointe par le passé La centrale de la Peuffeyre (RE) était utilisée par le passé pour produire de l'énergie de pointe. Pour cela, la chambre de mise en charge (volume utile de 6'000 m³) était employée comme réservoir afin de couvrir les pointes de consommation journalière. Pour éviter de pénaliser les centrales aval (d'une capacité de turbinage inférieure à celle de la Peuffeyre), l'eau était rejetée dans un bassin de compensation qui permettait de lisser les débits sortants.

Abandon du turbinage de pointe vers 2004 Depuis 2004 (date soumise à incertitude), ce mode d'exploitation a été abandonné à cause de l'évolution du marché de l'électricité. Désormais, la centrale de la Peuffeyre fonctionne au fil de l'eau. Ce changement de comportement est visible sur la Figure 6





(laquelle montre aussi une augmentation de puissance lors de la rénovation des groupes vers 2004). Depuis lors, le rejet continue de se faire dans le bassin de compensation, mais ce dernier est maintenu vide (vanne aval en position ouverte).

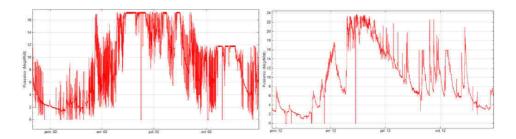


Figure 6 : Puissances horaires moyennes de la Peuffeyre. Années 2002 et 2012.

Dotations Peuffeyre Les dotations de l'aménagement de la Peuffeyre se font aux captages d'Anzeindaz et de Chambrette.

Récupération palier précédent

Comme déjà mentionné, les centrales de Sublin, Bévieux et Hubert turbinent chacune le rejet de la centrale précédente complété par un captage sur la rivière (duquel est déduit le débit de dotation).

Modélisation RS 2012 Pour le calcul des débits représentatifs de l'état actuel, le modèle RS 2012 est employé. Afin de valider ces résultats, les mesures de production de la Peuffeyre (horaire 2000-2012) de Sublin (journalier 2009), de Bévieux (journalier 2008-2010) ainsi que les mesures du débit de la DGE-EAU à Bex sont employées. Les Figure 7 et Figure 8 montrent les débits reproduits par le modèle à La Peuffeyre et au point de mesure de la Scierie à Bex pour 2010.

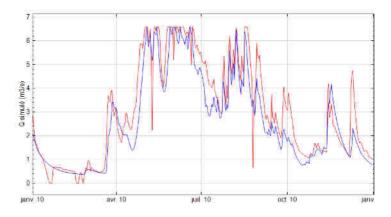


Figure 7 : Débit mesuré (rouge) et simulé (bleu) à La Peuffeyre. Pas de temps journalier. Année 2010.





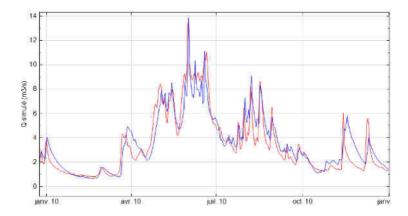


Figure 8 : Débit mesuré (rouge) et simulé (bleu) à Bex (mesure Scierie-DGE-EAU). Pas de temps journalier. Année 2010.

3.2.2 Etat futur probable

Peuffeyre

Selon Romande Energie, il n'y a pas de modifications prévues sur la Peuffeyre pour les prochaines années. Il n'y a pas non plus de volonté de retour à une exploitation de pointe. Dans le cas où cela se produirait tout de même, Romande Energie serait néanmoins obligée de lisser les débits rejetés comme par le passé pour ne pas pénaliser les exploitants aval. Le bassin de compensation nécessaire est cependant déjà existant.

Sublin

Selon les Forces Motrices de l'Avançon, aucune modification n'est prévue pour les années à venir sur l'aménagement de Sublin.

Augmentation capacité Bévieux

Pour la centrale de Bévieux des Salines de Bex, des rénovations sont prévues très prochainement. A cette occasion, le débit équipé va être augmenté de 4.1 à 5.2 m³/s afin de s'aligner sur les rejets de la centrale de Bévieux. Le débit de dotation devrait rester inchangé.

Augmentation capacité Hubert

M. Hubert a aussi à l'étude un projet de rénovation. Il s'agirait probablement d'une augmentation de la capacité de turbinage pour s'aligner sur Sublin et Bévieux et d'un déplacement de la centrale et de son rejet de quelques centaines de mètres en aval pour augmenter de la chute.

Modifications modèle Les modifications considérées dans la modélisation pour l'état futur sont donc les suivantes :

- augmentation du débit équipé de la centrale de Bévieux de 4.1 à 5.2 m³/s
- augmentation du débit équipé de la centrale Hubert de 3 à 5.2 m³/s

Les dotations sont considérées identiques à celles de l'état actuel.

3.2.3 Etat naturel reconstruit

Modèle sans aménagements L'hydrologie naturelle s'obtient en supprimant du modèle RS 2012 tous les aménagements (ce qui comprend le captage sur la Gryonne). Le calcul des débits est ensuite effectué sur la même période que pour l'hydrologie altérée. La légère imprécision du modèle est ainsi compensée par la comparaison des résultats issus du même modèle hydrologique (avec/sans aménagement).





3.3 Tronçon Centrale Peuffeyre - Centrale Sublin

3.3.1 Indicateurs d'éclusées

Il n'y a pas à proprement parler d'éclusées à observer. Il s'agit d'un tronçon à débit résiduel (dotation : 330 l/s) sur lequel surviennent des déversements à vitesse de montée naturelle comme le montre la Figure 9. Etant donné l'absence d'éclusée, l'analyse HYDMOD-FIT n'est pas été effectuée.

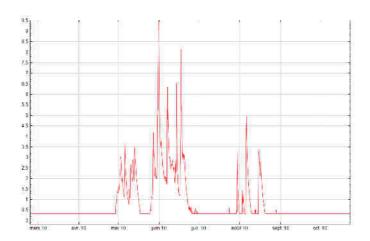


Figure 9 : Débits simulés à l'aval de la prise de Sublin. Année 2010.

Etat futur

L'état futur probable est considéré comme identique à l'état actuel.

3.3.2 Importance écologique

Pas évaluée

Compte tenu des résultats de l'analyse hydraulique, l'importance écologique n'a pas été évaluée pour ce tronçon.

3.4 Tronçon Centrale Bévieux - Centrale Hubert

3.4.1 Indicateurs d'éclusées

Il n'y a pas à proprement parler d'éclusées à observer. Il s'agit d'un tronçon à débit résiduel sur lequel surviennent des déversements à vitesse de montée naturelle. Le seul effet attendu suite à l'augmentation future de la capacité de turbinage de la centrale Hubert est une diminution des débits déversés. La dotation est actuellement de 180 l/s et est considérée comme identique pour l'état futur. Etant donné l'absence d'éclusée, l'analyse HYDMOD-FIT n'est pas effectuée.

3.5 Aval Centrale Hubert - embouchure Rhône

3.5.1 Indicateurs d'éclusées

Le mode d'exploitation actuel au fil de l'eau n'induit pas d'éclusées à l'aval du rejet de la centrale Hubert. La principale différence par rapport à un état naturel sans aménagements est une introduction par la prise sur la Gryonne d'un volume





supplémentaire ainsi que le montre la Figure 10. Etant donné l'absence d'éclusée, l'analyse HYDMOD-FIT n'a pas été effectuée.

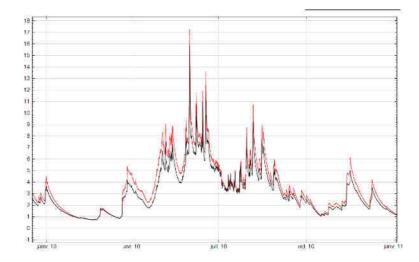


Figure 10 : Débits simulés à l'aval du rejet Hubert. Etat actuel (rouge) et état naturel (noir).

3.5.2 Importance écologique

Inventaires fédéraux

La partie aval de l'Avançon de Bex n'est pas inscrite dans un inventaire fédéral.

A noter qu'en tête de bassin, l'Avançon d'Anzeindaz et l'Avançon de Nant sont partiellement situé dans un objet inscrit à l'IFP (Diablerets-Vallon de Nant-Derborence) et dans le district franc fédéral du Grand Muveran.

Autres zones et habitats protégés

La centrale de Sublin se trouve en amont de Bex dans un secteur encaissé et boisé (aire forestière). En aval, l'Avançon se retrouve rapidement en zone aménagée (zone industrielle, zone artisanale, zone d'habitations, zone d'installations publiques), même si une étroite zone de verdure est présente tout le long du cours d'eau. Celle-ci s'étend sur toute la traversée de Bex. Entre l'autoroute A9 et l'embouchure dans le Rhône, on retrouve une zone boisée (aire forestière) en rive droite de l'Avançon sur une distance d'environ 300 m.

Ce tronçon de l'Avançon de Bex se situe en secteur A de protection des eaux.

Morphologie et paysage

Ce tronçon de l'Avançon est canalisé 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. La valeur de cet affluent pour la reproduction de la truite lacustre est





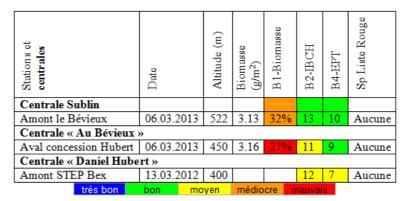
donc très faible.

Faune benthique

Les données des autres stations effectuées régulièrement sur l'Avançon ont déjà été présentées dans le rapport intermédiaire et sont disponibles en Annexe I .

Les résultats obtenus en 2013 pour les 3 stations en aval de la Peuffeyre sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : indicateurs B1 (biomasse effective en % de la biomasse cible), B2 (IBCH) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.



La station « **amont le Bévieux** », située dans le tronçon à débit résiduel, fait office de station de référence. En effet, il n'était pas possible de trouver une station proche de l'état naturel sur l'Avançon. Cette station a donc été ré-échantillonnée aux coordonnées 568′500/123′675 pour ce travail. Quant à la station « **aval concession Hubert** » aux coordonnées 567′881/122'428, elle a été nouvellement échantillonnée en 2013, à l'aval de l'ouvrage susmentionné.

Il existe une station à l'aval de Bex sur le cours de l'Avançon, « **amont STEP Bex** » aux coordonnées 565'900/121'600 dont les données sont présentées ici à titre indicatif.

Les indices utilisés pour apprécier la qualité biologique (IBCH et EPT) montre que les stations sur l'Avançon sont globalement de qualité bonne à moyenne à l'aval de l'usine de la Peuffeyre. La biomasse calculée aux 2 stations « amont le Bévieux » et « aval concession Hubert » entre dans les catégories médiocre et mauvaise.

La détermination à l'espèce des EPT (matériel de 2008 et 2012) ne révèle aucune espèce appartenant à la liste rouge, à l'aval de la Peuffeyre, par contre, à l'amont, sur les Avançon de Nant et d'Anzeinde, *Rhithrogena dorieri* (ephémère) qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT), *Nemoura sinuata* et *Siphonoperla montana* (plécoptère), toutes deux appartenant à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT), ont été trouvées.

Aucune des stations n'est à l'aval directe d'une STEP. Les analyses chimiques de l'eau prélevée en 2012 à la station « amont STEP Bex » indiquent une bonne qualité chimique de l'eau selon le module chimie du système modulaire gradué.

En résumé : l'indicateurs B1 reflète clairement une situation impactée pour les deux stations « **amont le Bévieux** » et « **aval concession Hubert** ». Du point de vue qualité biologique des eaux, les résultats obtenus démontrent que des actions doivent être entreprises pour améliorer l'état écologique du cours d'eau.





Autres critères

Les données sur le régime de charriage et sur l'influence des installations sur le transport solide ne sont ne sont pas connues.

Classement

Le potentiel écologique actuel de la partie aval de l'Avançon de Bex peut être considéré comme **faible** compte tenu du degré d'aménagement du cours d'eau et de l'absence d'objet digne de protection ou d'espèces fortement menacées.

Etat prévisible (horizon 2030)

Actuellement, aucune mesure planifiée ne devrait sensiblement modifier l'importance écologique de ce tronçon de l'Avançon.

3.6 Evaluation des atteintes

Issue de secours

L'analyse hydrologique permet d'exclure des atteintes graves sur ce cours d'eau, ce dernier n'étant pas soumis à un régime d'éclusées. En effet, la centrale de la Peuffeyre est exploitée au fil de l'eau actuellement. En cas de retour dans le futur à une exploitation en pointe, le bassin de compensation de 10'000 m³ existant à la sortie de la Peuffeyre permettrait de lisser les débits, comme cela se faisait déjà par le passé pour ne pas péjorer les exploitants situés à l'aval (et disposant de capacités de turbinage moins élevées). Par ailleurs, les centrales situées à l'aval de la Peuffeyre ne disposent pas de capacité de stockage et sont donc toutes exploitées au fil de l'eau uniquement.

Par conséquence, du point de vue des éclusées, <u>il n'y a pas de nécessité d'assainissement sur l'Avançon et l'issue de secours est employée.</u> Néanmoins, du point de vue qualité biologique des eaux, les résultats obtenus démontrent que des actions doivent être entreprises pour améliorer l'état écologique du cours d'eau bien que cela ne soit pas lié à la problématique des éclusées.





4 Centrales Baye de Montreux

4.1 Situation

Nivo-pluvial préalpin La Baye de Montreux est un cours d'eau du bassin versant du Rhône de type nivopluvial préalpin. Son bassin versant est compris entre 400 et 1'900 m. Au Nord, ce dernier s'étend jusqu'au Molard et au Sud-Est il est délimité par la Dent de Jaman et les Rochers de Naye. La surface du bassin à l'embouchure dans le lac Léman représente 15 km².

Canalisée dans Montreux Depuis la sortie des Gorges du Chauderon, et jusqu'à son arrivée dans le lac Léman, le cours d'eau traverse la ville de Montreux et est entièrement aménagé.

Captage Pont de Pierre (50%) Seule approximativement une moitié des eaux turbinées à la centrale de Taulan provient de la Baye de Montreux (captage à Pont de Pierre). Le reste du volume est issu du tropplein de la station d'ultrafiltration de Sonzier servant à l'alimentation en eau potable de la ville de Lausanne. L'eau provient de captages sur le bassin versant de la Sarine dans le pays d'Enhaut.

Prélèvement Lausanne Les eaux traitées à Sonzier sont captées à l'extérieur du bassin versant de la Baye de Montreux sur des sources situées dans la région de l'Etivaz. Après un long passage en galerie, elles aboutissent aux réservoirs de Cubly. De là, elles sont turbinées à la centrale de Sonzier (capacité de 500 l/s) après une chute de 370 m et rejetées dans le réservoir d'entrée de la station d'ultrafiltration. Le débit prélevé par la Commune de Lausanne varie en fonction des besoins et atteint au maximum 250 l/s. Le surplus est turbiné par la centrale de Taulan (capacité de 680 l/s) sur une chute de 240 m après avoir été complété par un captage sur la Baye à Pont de Pierre. La Figure 11 situe l'emplacement des éléments mentionnés.

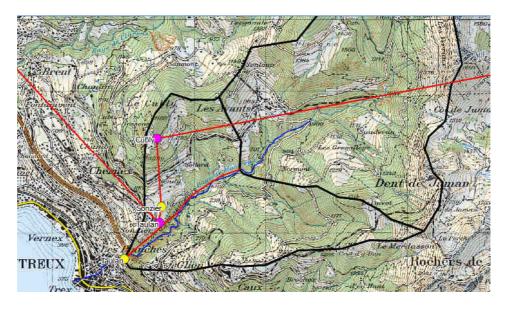


Figure 11 : Situation de la Baye de Montreux avec limites du bassin versant (noir), galeries (rouge), centrales (jaune) et réservoirs (magenta).





4.2 Hydrologie

4.2.1 Etat actuel

Turbinage en pointe par le passé Dans le passé, Romande Energie utilisait les réservoirs de Cubly et de Taulan pour produire de l'énergie de pointe Cependant, fin 2003, ce mode d'exploitation est abandonné étant donné qu'il n'était financièrement plus rentable (gains apportés ne couvrant plus les coûts d'entretien des automatismes). Par après, les réservoirs de Sonzier sont détruits et remplacés par la station d'ultrafiltration. La Figure 12 montre le niveau du réservoir de Taulan entre 2003 et 2007. A ce jour, la centrale de Taulan ne possède ainsi plus de capacité à produire des éclusées.

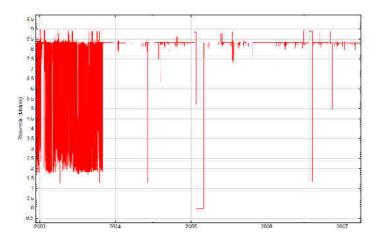


Figure 12 : Niveau du réservoir de Taulan. 2003-2007.

Niveau constant dès 2003 Il apparaît que les variations de niveau induites par une exploitation de pointe disparaissent dès 2003 et que le niveau se maintient ensuite constant, ce qui montre bien que l'exploitation actuelle est effectuée au fil de l'eau.

Apports BV extérieurs 2003-2006 Les mesures à disposition permettent de calculer les apports issus de l'extérieur du bassin de la Baye sur les années 2003 à 2006. Les débits représentatifs de l'état actuel à l'aval du rejet de Taulan sont donc calculés sur cette même période.

Pas de temps horaire imposé par les mesures Pour cela, les apports naturels du bassin versant au niveau du rejet de Taulan (recalculés avec RS 2012 à partir des données météo) sont ajoutés aux apports extérieurs afin de produire les débits de l'aval de Taulan pour l'état actuel. Les calculs sont effectués à pas de temps horaire alors que l'export est réalisé à la fois à pas de temps horaire et à pas de temps journalier pour les besoins d'HYDMOD-FIT.

4.2.2 Etat futur probable

Pas d'évolution prévue Selon Romande Energie, si des rénovations des groupes et des conduites seront probablement effectuées dans les années à venir (toutefois sans augmentation du débit équipé), il n'y aura par contre pas de retour à une exploitation de pointe (plus de réservoirs à Sonzier).

L'état futur est donc considéré comme identique à l'état actuel.





4.2.3 Etat naturel reconstruit

Hydrologie naturelle simulée

L'hydrologie naturelle est reproduite pour l'aval du rejet de Taulan à l'aide du modèle RS 2012. Pour cela tous les éléments induisant une modification du hydrologique naturel sont supprimés de la modélisation (apports de l'Etivaz, captage à Pont de Pierre, rejet de Taulan,...). Etant donné qu'il n'existe pas de mesures récentes de débit sur la Baye et que par conséquent les sorties de modèle ne peuvent pas être comparées à des valeurs de référence, les paramètres hydrologiques introduits dans la modélisation sont des valeurs employées par défaut pour ce type de bassin versant.

Période de calcul identique Les débits pour l'état naturel sont calculés sur la même période que pour l'état actuel (2003-2006), ceci afin de permettre ensuite une comparaison par HYDMOD-FIT.

Tronçon rejet Taulan- embouchure lac Léman **4.3**

4.3.1 Indicateurs d'éclusées

Eta actuel

Le mode d'exploitation actuel (fil de l'eau) n'induit pas d'éclusées à l'aval du rejet de Taulan. La principale différence par rapport à un état naturel sans aménagements est une introduction par le rejet de Taulan d'un supplément de volume issu de bassins versant extérieurs. La période choisie pour l'évaluation des indicateurs est constituée des 10 semaines par années les plus proches de l'étiage.

Volume supplémentaire La Figure 13 ci-dessous montre une comparaison des débits entre l'état actuel et l'état naturel à l'aval du rejet de Taulan. Il apparaît que le turbinage d'une partie des eaux captées à l'Etivaz introduit un volume d'eau supplémentaire pendant la fonte et la saison estivale. Toutefois, pendant les périodes d'étiage, l'état actuel est égal à l'état naturel par le fait qu'il n'y a pratiquement pas d'apports pour le turbinage à Taulan par les sources à la saison froide (débit complètement capté par la Ville de Lausanne).

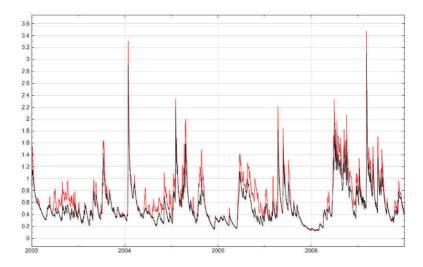


Figure 13 : Débits simulés à l'aval du rejet de Taulan. Etat actuel (rouge) et état naturel (noir). 2003-2006.





L'analyse est faite sur les années 2003-2006. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants:

- $Q_{\text{éculsées}} = 0.67 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{plancher} = 0.19 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 1.06$
- $I_{P,\text{\'e}p} = 0.69$ avec $k_{TN,\text{\'e}/p} = 0.65$ (taux max de changement du niveau d'eau <0.5 cm/min)
- $I_{h,\text{\'eclus\'ee}} = 0.61 \text{ avec } MQ_r = 0.55 \text{ m}^3/\text{s et kbv} = 0.5 \text{ (Abv} < 250 \text{ km}^2\text{)}$
- Classement : Classe 1 (naturel / proche de l'état naturel)
- L'indicateur Vé/p étant inférieur à 1.5, ce dernier montre déjà à lui seul que le tronçon $V_{e/p} < 1.5$ n'est pas concerné par les éclusées. Le tronçon se retrouve ainsi en classe 1.
- Etat futur Compte tenu des explications données précédemment, l'état futur probable est considéré comme identique à l'état actuel.

4.3.2 Importance écologique

Inventaires fédéraux

Etat actuel La Baye de Montreux n'est pas inscrite dans un inventaire fédéral.

Autres zones et habitats protégés

En aval de la centrale de Taulan (zone industrielle), la Baye de Montreux traverse la ville (zone de centre de localité). Seule une toute petite zone de verdure se situe en rive droite de l'embouchure.

Gorges du Chauderon en amont de la centrale de TaulanIMNS,

En amont de la centrale, les Gorges du Chauderon correspondent en terme de zone d'affectation à de l'aire forestière.

La partie aval de la Baye de Montreux se situe en secteur A de protection des eaux. Dans les Gorges du Chauderon, le cours d'eau se situe localement en zone S en raison de captage d'eaux souterraines à proximité du cours d'eau.

Les Hauts de Montreux et les Gorges du Chauderon font partie du parc naturel régional "Gruyère - Pays d'Enhaut". Les gorges constituent également un corridor à faune d'importance régionale de type "réservoir".

Morphologie et paysage

Les Gorges du Chauderon constituent un objet de grande valeur paysagère et elles sont Objet no 180 classées à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet no 180, "HAUTS DE MONTREUX, LES PLEIADES, FOLLY, MOLARD, JAMAN, GORGES DU CHAUDERON").

Cours d'eau artificiel dans Montreux

La Baye de Montreux est canalisée dans la traversée de la ville et elle correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau artificiel (classe IV).

Faune piscicole

La Baye de Montreux est un cours d'eau de la zone à truites qui n'abrite que de la truite





Truite de rivière

Obstacles à la migration

de rivière. L'embouchure est peu accessible aux truites lacustres (présence d'une rampe rugueuse) et un seuil artificiel de 1 m est présent à 300 m du lac. La valeur de cet affluent pour la reproduction de la truite lacustre est donc nulle.

Dans les gorges du Chauderon, les chutes naturelles infranchissables cloisonnent le peuplement de truites sédentaires.

Faune benthique

3 stations du réseau de surveillance

Sur la Baye de Montreux, trois stations du réseau de surveillance de la qualité des eaux du canton de Vaud sont présentes : « Aval Pont Bridel », la plus en amont, « Amont Pont de Pierre », située en aval de la prise d'eau, dans le tronçon à débit résiduel et la station « Amont les Planches », à la sortie des gorges du Chaudron, juste en amont de la centrale Taulan. Aucune station à l'aval de la Centrale Taulan n'a pu être prise en compte, car sur ce tronçon "Centrale Taulan - Lac", la Baye de Montreux est entièrement canalisée, ses berges et son lit stabilisés et artificiels. Aucun prélèvement de faune benthique n'est possible.

Qualité biologique bonne à très bonne sur les trois stations

La qualité biologique à la station « Aval Pont Bridel » est bonne à très bonne selon l'indice considéré (Tableau 3). L'écomorphologie du cours d'eau est naturelle. Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 10 espèces d'éphémères, dont Rhithrogena dorieri qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT), 11 espèces de plécoptères, dont Brachyptera seticornis qui appartient à la catégorie espèce vulnérable (VU) et 10 espèces de trichoptères dont aucune n'appartient à la liste rouge.

1 espèce d'éphémère potentiellement menacée et 1 espèce de plécoptère vulnérable

La qualité biologique à la station « Amont Pont de Pierre » est bonne à très bonne selon l'indice considéré (Tableau 4). L'écomorphologie du cours d'eau est naturelle. L'écomorphologie du cours d'eau est naturelle. Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 11 espèces d'éphémères dont Rhithrogena dorieri qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT), 10 espèces de plécoptères, dont Brachyptera seticornis qui appartient à la catégorie espèce vulnérable (VU) et 8 espèces de trichoptères dont aucune n'appartient à la liste rouge.

La qualité biologique à la station « Amont les Planches » est également bonne à très bonne selon l'indice considéré (Tableau 5) et l'écomorphologie est naturelle. Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 8 espèces d'éphémères dont Rhithrogena dorieri qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT), 10 espèces de plécoptères et 9 espèces de trichoptères dont aucune n'appartient à la liste rouge.

Les indices de qualité biologique des trois stations de la Baye de Montreux montrent une bonne à très bonne qualité biologique en amont de la Centrale Taulan. La prise d'eau et l'apport d'eau de Sonzier n'ont pas d'impact décelable sur les indices IBCH et EPT.





Tableau 3 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Aval Pont Bridel» aux coordonnées 562'565/144'540 selon l'échelle de couleur ci-dessous.

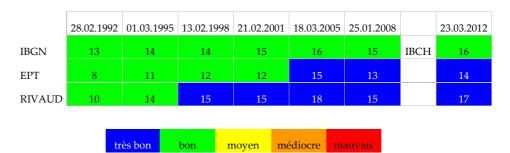


Tableau 4 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Amont Pont de Pierre» aux coordonnées 561'300/143'725 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Tableau 5 : indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « amont Les Planches» aux coordonnées 560'065/142'665 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Autres critères

Les données sur le régime de charriage ne sont pas connues.

Classement

Le potentiel écologique actuel de la Baye de Montreux en aval de la centrale de Taulan est **très faible** compte tenu du degré d'aménagement du cours d'eau et de l'absence d'objet digne de protection ou d'espèces fortement menacées.

Etat prévisible (horizon 2030)

Actuellement, aucune mesure planifiée ne devrait sensiblement modifier l'importance écologique de la partie aval de la Baye de Montreux.





4.4 Evaluation des atteintes

L'analyse hydrologique permet d'exclure des atteintes graves sur ce cours d'eau, ce dernier n'étant pas soumis à un régime d'éclusées. En effet, la centrale de Taulan ne dispose plus de l'infrastructure permettant un mode de turbinage par éclusées.

Par conséquence, du point de vue des éclusées, <u>il n'y a pas de nécessité d'assainissement</u> <u>sur la Baye de Montreux et l'issue de secours est employée.</u>





Centrales Aubonne

5.1 Situation

Source dans le

L'Aubonne est une rivière du bassin versant du Rhône de type nivo-pluvial jurassien qui prend sa source dans le Jura, aux pieds des Monts de Bière après avoir bénéficié d'une surface de captage karstique très étendue. Juste avant son entrée dans la retenue de la SEFA, elle rencontre le Toleure, la Saubrette et la Sandoleyre. Elle rejoint le Léman à Allaman, où la surface de son bassin versant est environ de 90 km².

2 paliers de turbinage

Les eaux de la retenue de la SEFA sont turbinées sur deux paliers : Plan-Dessous d'une capacité de 10 m³/s pour une chute de 97 m et Petite Vaux (construction achevée en 2008) d'une capacité identique pour une chute de 43 m. Entre les deux paliers, il n'y a pas de possibilité de captage sur la rivière, mais le rejet est possible. Le débit turbiné par la centrale aval, lorsqu'elle est en fonction, est donc identique à celui de la centrale amont et, dans le cas où la centrale aval est à l'arrêt, le rejet des eaux dans la rivière se fait au droit de la première centrale. Au pied de la retenue de la SEFA une dotation de 360 l/s (turbinée par une mini-centrale) alimente la rivière.

Poudrerie

Il faut encore mentionner la Poudrerie d'Aubonne (fabrication de poudre à canon) dont le captage est situé à la Petite Vaux (à l'aval du second rejet de la SEFA). L'installation consiste en une succession de moulins situés dans plusieurs bâtiments le long du canal de dérivation. Le débit moyen prélevé est de 770 l/s. Les caractéristiques de cette installation ne permettant pas de produire des éclusées (pas de rétention), l'analyse ne tient compte que des centrales de la SEFA.

La Figure 14 indique l'emplacement des éléments mentionnés.

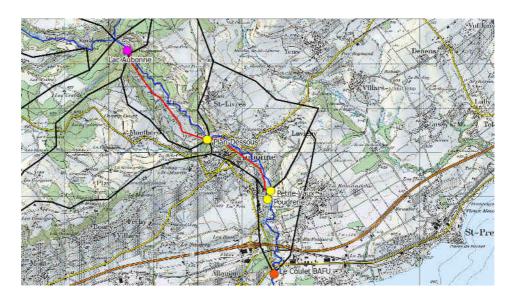


Figure 14 : Situation du bas de l'Aubonne avec limites du bassin versant (noir), conduites (rouge), centrales (jaune), réservoir (magenta) et mesure de débit (orange).





5.2 Evaluation intermédiaire des atteintes

L'évaluation intermédiaire, dont le détail est consultable en Annexe II , a montré les éléments suivants :

- Les centrales de Plan-Dessous et de Petite Vaux fonctionnent au fil de l'eau depuis 2007.
- En temps normal l'exploitant respecte des taux de variation du débit inférieurs à 10%/heure.
- Lorsque les débits entrant dans la retenue oscillent autour de 1'400 l/s, la règle d'enclenchement/déclenchement de la centrale de la Petite Vaux induit épisodiquement des taux de variation du débit supérieurs à 10%/heure sur le tronçon "Plan-Dessous-Petite Vaux".
- Des taux de variation du débit supérieurs à 10%/heure se produisent épisodiquement à l'aval de la Petite Vaux pour des raisons techniques (pannes, redémarrages brusques).

Lors de l'évaluation intermédiaire, les rapports $V_{e/p}$ ont été calculés sur des évènements ponctuels (une vingtaine par an) et non-représentatifs du mode de turbinage des centrales de la SEFA. Normalement, l'indicateur $V_{e/p}$ n'aurait pas du être calculé pour ces deux aménagements car il n'y est pas significatif.

Afin d'écarter tout risque d'atteintes graves, une partie des indicateurs de l'évaluation approfondie a tout de même été réalisée.

5.3 Evaluation centrales Plan-Dessous et Petite Vaux

5.3.1 Indicateurs faune benthique

Tronçon Plan-Dessous - Petite Vaux

En amont de ce tronçon, il existe plusieurs stations appartenant au réseau de surveillance de la qualité biologique des rivières du canton de Vaud : « aval barrage » et « Volaille » se situent à l'aval du barrage et « Le Roselet » se situe à l'amont du barrage sur l'Aubonne. Deux autres stations se situent sur l'affluent principal de l'Aubonne, le Toleure, toutes deux à l'amont du barrage également. Les trois groupes les plus sensibles : éphémères, plécoptères et trichoptères (EPT) récoltés en 2009 ont été déterminés, pour toutes les stations, jusqu'à l'espèce par des spécialistes.

« Le Roselet » a été choisi comme station de référence pour ce travail et a été échantillonné le 26 mars 2013. Ces trois stations en amont du barrage obtiennent, par ailleurs, des appréciations similaires, toutes trois dans la catégorie « bonne » qualité biologique. Cet état est stable depuis de nombreuses années. Pour la station « Le Roselet », 10 espèces d'éphémères et 8 espèces de trichoptères ont été déterminées, dont aucune ne figure sur la liste rouge. Par contre, parmi les 10 espèces de plécoptères déterminées, *Perlodes cf. jurassicus* appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT).





Tableau 6 : indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Le Roselet » aux coordonnées 517'270/153'420 selon l'échelle de couleur ci-dessous.

	29.02.1996	18.02.2002	13.01.2006	04.03.20	09 11.03.2010	26.03.2013
IBGN	15	15	15	IBCH 16	16	15
EPT	10	9	11	11	10	10
RIVAUD	12	13	14			
	f	rès bon	on mov	en médiocre	mauvais	

Sur ce tronçon, la station « Aubonne amont Pont » se situe à l'aval de la Centrale « Plandessous » et sera à nouveau échantillonnée dans le cadre de ce travail. Les indices indiquent une bonne qualité biologique dans cette station et en 2013, cet indice passe dans la classe de très bonne qualité biologique des eaux. Les déterminations de 2009 permettent d'identifier 11 espèces d'éphémères et 8 espèces de trichoptères, dont aucune ne figure sur la liste rouge. Par contre, parmi les 6 espèces de plécoptères déterminées, Perla marginata appartient à la catégorie espèce potentiellement menacées (NT) et Protonemura meyeri appartient à la catégorie espèce vulnérable (VU). On retrouve Perla marginata dans plusieurs stations de l'Aubonne : à « aval barrage » et à « Volaille », ainsi que dans les deux stations du Toleure (Marais Girard et Bois Guyot) et Protonemura meyeri également à « aval barrage » et dans la station « Marais Girard » sur le Toleure.

Tableau 7 : les indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Aubonne amont Pont » aux coordonnées 519'505/150'340 selon l'échelle de couleur ci-dessous.

	29.02.1996	18.02.2002	13.01.2006		04.03.2009	25.02.2013
IBGN	15	15	16	IBCH	16	17
EPT	10	11	13		11	13
RIVAUD	14	15	16			
		ès bon	oon moy	en r	nédiocre n	nauvais

Pour les stations « Le Roselet» et «Aubonne amont Pont », seuls les indicateurs B2 et B4 sont disponibles. Les indicateurs B1 et B3 n'ont pas été étudiés, l'Aubonne ayant été écarté de l'analyse détaillée.

Tronçon Aval Petite Vaux - Embouchure Léman

La station « Le Coulet », située à l'amont de la route cantonale, étant trop éloignée du rejet de la centrale La Vaux, une nouvelle station : « Aval Petite Vaux » a été échantillonnée dans le cadre de ce travail. Les indices IBCH et EPT témoignent d'une bonne qualité biologique.

Tableau 8 : les indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état de la station « Aval Petite Vaux » aux coordonnées 520'667/148'832 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



La station « Le Coulet » voit sa qualité biologique diminuer en 2009 et passer dans la





catégorie qualité moyenne, après de nombreuses années où la qualité biologique était bonne de manière constante, mais en 2013, les indices sont à nouveau dans la classe de bonne qualité biologique. Les déterminations à l'espèce de la station en 2009 permettent d'identifier 8 espèces d'éphémères, 2 espèces de plécoptères et 13 espèces de trichoptères, dont aucune ne figure sur la liste rouge.

Tableau 9 : les indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Le Coulet » aux coordonnées 520'715/147'440 selon l'échelle de couleur ci-dessous.

	29.02.1996	18.02.2002	13.01.2006		04.03.2009	25.02.2013
IBGN	13	14	14	IBCH	12	16
EPT	10	10	11		8	12
RIVAUD	13	15	15			
	t	très bon bon moy		en r	médiocre n	nauvais

Une autre station, plus en aval dans la zone alluviale « La Frésaire » a également été échantillonnée le même jour. Cette station avait été étudiée dans le cadre d'un mandat en 2006⁴. Les indices IBGN en 2006, puis IBCH en 2013, ainsi que le nombre d'EPT témoignent d'une bonne qualité biologique.

Tableau 10 : les indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état de la station « La Frésaire » aux coordonnées 520'340/146'650 selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Limnex	08.06.2006	13.09.2006		25.02.2013
IBGN	16	16	IBCH	16
EPT	12	10	EPT	9
très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais

Pour les stations « Aval Petite Vaux », « Le Coulet » et «La Frésaire», seuls les indicateurs B2 et B4 sont disponibles. Les indicateurs B1 et B3 n'ont pas été étudiés, l'Aubonne ayant été écartée de l'analyse détaillée.

Résumé centrales Aubonne

Tableau 11 : les indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Station	Date	Altitude (m)	В2-ІВСН	B4-EPT	Sp Liste Rouge
Le Roselet	26.03.2013		15	10	1 espèce
Centrale Plan Dessor	ıs				
Aubonne amont Pont	25.02.2013		17	13	2 espèces
Centrale La Vaux					
Aval Petite Vaux	25.02.2013		15	9	
Le Coulet	25.02.2013		15	12	Aucune
La Frésaire	25.02.2013		16	9	
très bon bon	moyen	mé	diocre	ma	auvais

Les indices B2 (IBCH) et B4 (EPT) obtenus lors de la campagne de 2013 indiquent une

⁴ Limnex AG, 2007. Morphologie und Schwallbetrieb in Fliessgewässern.





bonne qualité biologique des stations inventoriées. Les valeurs obtenues sont bonnes, mais compte tenu du potentiel biologique de cette rivière, les indices devraient être plus élevés.

Pour toutes les stations du tableau ci-dessus, seuls les indicateurs B2 et B4 sont disponibles. Les indicateurs B1 et B3 n'ont pas été étudiés, l'Aubonne ayant été écarté de l'évaluation approfondie complète.

5.3.2 Indicateur P1 (Module poisson du SMG)

L'évaluation de l'indicateur P1 se base sur les résultats de la pêche électrique qui a été réalisée le 11 septembre 2012 sur la station d'inventaire "Allaman - Le Coulet".

Les résultats de cette pêche sont présentés pour les truites sous la forme d'un histogramme de fréquence de longueur (Annexe VI). L'évaluation des 4 paramètres du module poissons - niveau R est donnée dans le Tableau 12.

A noter que les exigences requises pour utiliser l'indicateur P1 sont en grande partie respectées :

- La qualité de l'eau sur la station Le Coulet répond aux exigences de l'OEaux tandis que la qualité biologique est bonne sauf en 2009 ou elle est moyenne.
- La morphologie du cours d'eau est proche de l'état naturel.

Tableau 12 : Indicateur P1 - Evaluation de l'état écologique de l'Aubonne à Allaman à l'aide des poissons selon le SMG.

	Cours d'eau Aub	onne
	n° station référence VD	11
Paramètre évaluation	Lieu-dit Allaman -	Le Coulet
	a) Composition de l'ictyofaune	0
Paramètre 1	b) Dominance des espèces	0
	somme	o
	a) Structure de la population de truite fario	1
Paramètre 2	b) Autres espèces indicatrices	0
	moyenne	1
	a) Densité de population de truites fario	2
Paramètre 3	Densité de population des autres espèces indicatrices	0
	moyenne	1
Paramètre 4	Déformations / Anomalies	0
	NOTE GLOBALE	2

La composition de l'ichtyofaune correspond à la zone piscicole considérée (zone à truite). La densité de truitelles 0+ correspond à une note de 1 (bon) et les chabots sont bien présents. La densité de truites fario est moyenne (note de 2) et nous avons considéré que la densité de chabot était élevée. Finalement, aucune déformation ou anomalie a été relevée. <u>L'appréciation obtenue est VERT (=bon)</u> pour l'Aubonne à Allaman.





5.3.3 Indicateur P5 - Productivité piscicole

Les données utilisées pour les différents paramètres correspondent aux données existantes dans la base de données cantonale.

Sur l'Aubonne, le facteur de bonification Bmod est compris entre 3.5 et 4 suivant les tronçons, à l'exception d'un tronçon de 850 en aval de l'usine de la Petite Vaux où il est égal à 6. Le facteur température (k1) est égal à 1, sauf directement en aval du barrage et à proximité de l'embouchure ou il est égal à 1.25. Le facteur habitat k2 sur ce cours d'eau naturel est compris entre 1.37 et 1.80 suivant les tronçons, mais un facteur de correction RQ de 0.5 a été pris en compte sur le secteur à débit résiduel. Finalement, le facteur de zonation piscicole k3 est égal à 1 (zone à truite).

Le rendement annuel à l'hectare calculé pour les différents tronçons de l'Aubonne est donné dans le Tableau 13. Les résultats montrent un rendement annuel à l'hectare de l'ordre de 50 à 60 kg/ha sur le tronçon de référence situé en amont du barrage, soit un état excellent (BLEU). En aval du barrage, le tronçon soumis à débit résiduel est dans un état moyen (JAUNE), mais la situation s'améliore en aval de la centrale de Plan-Dessous pour redevenir bonne (VERT) à excellente (BLEU).

Tableau 13 : Indicateur P5 - Evaluation du rendement annuel à l'hectare (RAH) dans l'Aubonne. <u>Il est à noter que seuls les deux tronçons du bas du tableau sont concernés par la problématique des éclusées.</u> Les autres résultats sont donnés à titre indicatif.

Zram Pesu	Tirangon	ichienski mone	is isolovati	E reced (gjinE)	Frankour "Sownpräsk burd" EN	Prostour "corpore elicul" 42	Hostour accossion ROS	Frantous "X constition pineteralis" (23	HAH (lagitur)
	Annual Compagn Sedemona §8 annual Stangenary	4000-45200	25	執第	X.	1.87 31.87 5	*	a	48 kS9
	Descript Subscribe - Plea Resource (de como brompana)	200-466	25.5	彩儀器展	131.33	13/2 186	2.5	11.	74 £ 34
talanami	Film (December - Father Vines (december -	-808-00S	雜菜	æ	1.	1.49 51.175	1.	1.	de 5/47
	Padde Word Endoneda re Monto drongensi	403-270	rethr	486	18126	ije û lek	1	ïL.	65. N.S.P

5.3.4 Synthèse évaluation

Tableau 14 : Synthèse des résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour les centrales Plan-Dessous et Petite Vaux.

Indicateur Note S		Station retenue selon "worst case"		
B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	Bon	Aval Petite Vaux, Le Coulet, La Frésaire		
B4 - Familles d'insectes EPT	Bon	Aval Petite Vaux, Le Coulet, La Frésaire		
P1 - Module poisson du SMG	Bon	Allaman		
P5 - Productivité piscicole	Bon	Troncon Plan Dessous - Petite Vaux		

Bien que l'évaluation approfondie ne soit pas complète, les indicateurs évalués et résumés dans le Tableau 14 confirment qu'il n'y a pas d'atteintes graves induites par le turbinage sur l'Aubonne (notation selon le worst-case entre les deux centrales). Cependant, de brusques montées ou descente du débit sont parfois encore constatées.





Ainsi, comme l'exploitant respecte déjà en temps normal un taux de variation du débit limité à 10%/heure, il est décidé de pérenniser cette façon de faire et de l'étendre à toutes les situations d'exploitation. Pour cela, une <u>évaluation complémentaire</u> est nécessaire. Celle-ci permettra d'identifier des <u>solutions techniques ou d'exploitation</u> permettant d'arriver au résultat escompté.

6 Centrales Grande-Eau

6.1 Situation

Sources aux Diablerets 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.s.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 26 km. Ses principaux affluents sont l'Aigue noire, le Dar et le Torrent du Plan. Son bassin versant a une superficie de 132 km² et comprend une petite surface de glacier (<1km²).

3 centrales RE

Romande Energie dispose de trois aménagements de production sur la Grande Eau : la centrale des Diablerets, la centrale du Pont de la Tine et la centrale des Farettes.

Centrale Diablerets Situé en début de chaîne, l'aménagement des Diablerets a pour principale fonction de transférer dans la Grande Eau les eaux stockées dans le lac d'Arnon (situé côté bernois sur le bassin versant de la Sarine). Ce dernier était initialement un lac naturel dont la capacité de stockage a été augmentée à 11 millions de m³ par la construction d'une digue dans les années 1940. En plus de récolter les eaux de son propre bassin versant, le lac d'Arnon est alimenté par la prise d'Ayerne située côté vaudois sur le bassin de la Grande Eau. Ainsi, lorsque le débit disponible n'est pas suffisant pour turbiner à pleine capacité au niveau des centrales de la Tine et des Farettes, la centrale des Diablerets restitue l'eau stockée pendant la fonte en la turbinant sous une chute de 264 m avec un débit de 1.75 m³/s.

Centrale Pont de la Tine Environ 3 km en aval des Diablerets, la prise des Aviolats capte sur la Grande Eau 2.75 m³/s qui sont turbinés au fil de l'eau à la centrale du Pont de la Tine sous une chute de 256 m.

Centrale des Farettes L'eau turbinée par la centrale de la Tine est rejetée dans la galerie d'amenée de la centrale des Farettes. Une prise d'eau située quelques centaines de mètres en aval de la centrale de la Tine permet de compléter les apports de la centrale des Farettes. Actuellement, le débit équipé des Farettes est de 2.75 m³/s mais des travaux sont en cours et la capacité de turbinage de la centrale sera augmentée à 6.5 m³/s d'ici à fin 2015. Les eaux sont finalement turbinées sous une chute de 353 m avant d'être rejetées en amont d'Aigle.

Autres aménagements D'autres aménagements d'importance moindre (non pris en compte dans le cadre de cette analyse) sont situés sur la Grande Eau, notamment :

- centrale concession Pernet à Vers-l'Eglise (fil de l'eau, chute de 5 m, débit capté moyen de 350 l/s dérivé sur environ 200 m)
- centrales Douve I+II sous Leysin (turbinage des rejets de la STEP de Leysin, débit max de 80 l/s, chutes de 545 et 83 m). Pas concerné dans la problématique





des éclusées, car rejette des eaux usées.

Prises FMHL

Il faut enfin noter qu'au-dessus du Sépey, deux petits affluents sont dérivés par les Forces Motrices Hongrin-Léman, ce qui retire environ 13 km² de surface à capter par la prise des Farettes.

Les Figure 15 à Figure 17 illustrent la situation géographique de la Grande Eau.

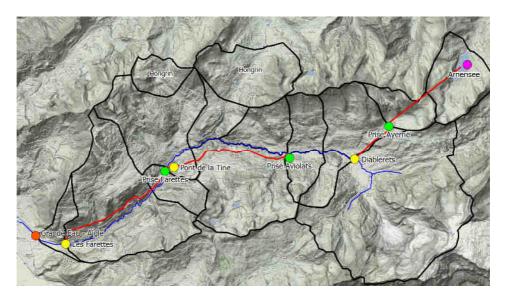


Figure 15 : Situation de la Grande Eau avec limites du bassin versant (noir), galeries (rouge), centrales (jaune) et réservoirs (magenta), prises d'eau (vert) et mesures (orange).

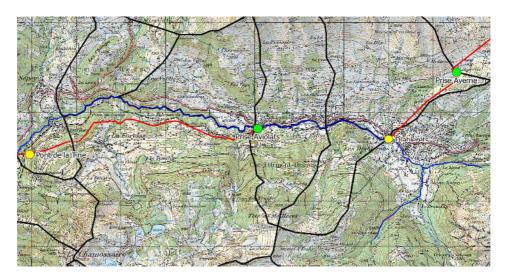


Figure 16: Situation de la Grande Eau avec limites du bassin versant (noir), galeries (rouge), centrales (jaune) et réservoirs (magenta), prises d'eau (vert).





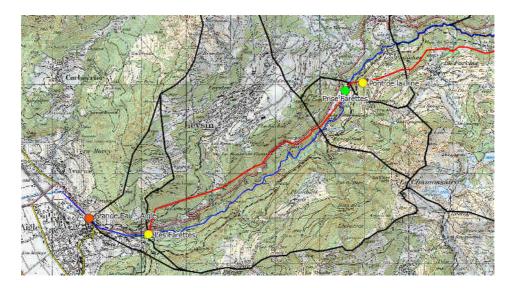


Figure 17 : Situation de la Grande Eau avec limites du bassin versant (noir), galeries (rouge), centrales (jaune) et réservoirs (magenta), prises d'eau (vert) et mesures (orange).

6.2 Evaluation intermédiaire des atteintes

L'évaluation intermédiaire, dont le détail est consultable en Annexe III , conduit aux conclusions suivantes :

- Le tronçon "Centrale des Diablerets Prise des Aviolats" subit des éclusées induites par le turbinage de la centrale des Diablerets (Vé/p=5.32)
- Le tronçon "Prise des Aviolats Prise des Farettes (pont de la Tine)" subit des éclusées induites par le turbinage de la centrale des Diablerets lorsque la prise des Aviolats déverse.
- Le tronçon "Prise des Farettes (pont de la Tine) Centrale des Farettes" subit des éclusées induites par le turbinage de la centrale des Diablerets lorsque la prise des Farettes déverse.
- Le tronçon "aval Centrale des Farettes" subit des éclusées induites par le turbinage de la centrale des Diablerets.

Ainsi, pour évaluer si la Grande-Eau est soumise à des atteintes graves nécessitant un assainissement, l'évaluation approfondie est réalisée. Les résultats des différents indicateurs évalués sont présentés ci-dessous.

6.3 Evaluation approfondie de la centrale des Diablerets sur le tronçon "Rejet - Prise des Aviolats"

6.3.1 Localisation des stations de relevés benthiques

La station « Amont Diablerets » se situe en amont du rejet de la centrale des Diablerets et est choisie comme station de référence. Elle se situe dans un tronçon qui a subit des travaux suite aux crues de 2005. Des murs existent de part et d'autre de la station. Le substrat de galet est peu diversifié. La station « Amont STEP Diablerets » se situe à l'aval du rejet de la centrale des Diablerets, également avec des enrochements en rives gauche et droite, mais avec un substrat et des habitats plus diversifiés. La station « Les





Aviolats », avec une morphologie naturelle se situe à l'aval de la prise d'eau des Aviolats dans un tronçon à débit résiduel.

La station «Amont Pont de la Tine» est située à l'aval de l'usine électrique Le Pont.

« **Amont Aigle** », de morphologie naturelle, station appartenant au réseau de surveillance du Canton de Vaud a été rééchantillonnée en 2013. Cette station est située à l'amont de la Centrale des Farettes. Une station « **aval centrale des Farettes** » a également été échantillonné et comme l'indique son nom, elle se situe à l'aval de la Centrale des Farettes et des rejets en eaux des différentes centrales amont.

Les résultats obtenus pour les 4 indicateurs : B1, B2, B3 et B4 sont présentés dans les figures ci-dessous avec le code couleur suivant : bleu=très bon, vert=bon, jaune=moyen, orange=médiocre, rouge=mauvais.

Tableau 15 : Stations de la Grande Eaux avec coordonnées géographiques.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	Coordonnées géographiques		
Amont Diablerets	23.04.2013	1175	578'542/132'846		
Centrale « Diablerets »					
Amont STEP Diablerets	23.04.2013	1140	577'500/133'625		
Les Aviolats	23.04.2013	1076	574'820/133'700		
Usine Electrique Le Pont					
Amont Pont de la Tine	23.04.2013	819	569'484/132'591		
Amont Aigle	03.04.2013	474	566'273/129'869		
Centrale des Farettes					
Aval Centrale des Farettes	15.03.2013	450	564'646/129'630		

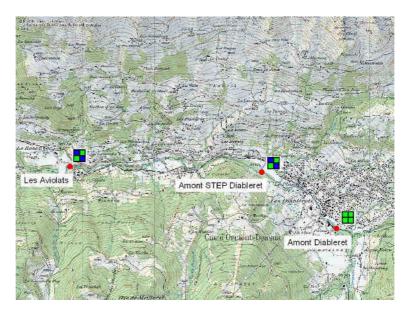


Figure 18 : Les stations amont et aval la Centrale des Diablerets, ainsi que la prise d'eau des Aviolats sur la Grande Eau avec les résultats obtenus en partant en haut à gauche du symbole carré, dans le sens des aiguilles d'une montre : B1, B2, B3 et B4.







Figure 19 : Les stations amont et aval de la Centrale Pont de la Tine, ainsi qu'aval la prise d'eau des Aviolats sur la Grande Eau avec les résultats obtenus en partant en haut à gauche du symbole carré, dans le sens des aiguilles d'une montre : B1, B2, B3 et B4.

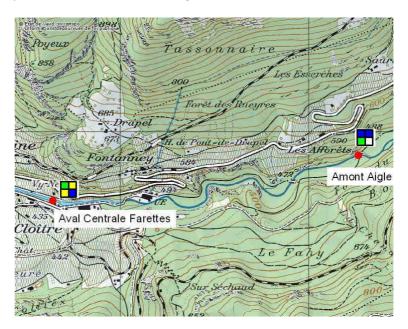


Figure 20 : Les stations amont et aval de la Centrale des Farettes sur la Grande Eau avec les résultats obtenus en partant en haut à gauche du symbole carré, dans le sens des aiguilles d'une montre : B1, B2, B3 et B4.

6.3.2 Indicateur B1 - Biomasse du macrozoobenthos

La biomasse cible est déterminée comme la quantité de macrozoobenthos typique de la station, en fonction de l'altitude. L'indicateur B1 représente la biomasse effective en % de la biomasse cible.





Tableau 16 : Indicateurs B1 : la biomasse effective en % de la biomasse cible permet d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	Biomasse (g/m²)	Biomasse cible (BM)	B1-Biomasse effective	
Amont Diablerets	23.04.2013	1175	2.22	3.64	60%	
Centrale « Diablerets »						
Amont STEP Diablerets	23.04.2013	1140	10.13	3.77	269%	
Les Aviolats	23.04.2013	1076	15.06	4.02	374%	
Usine Electrique Le Pont						
Amont Pont de la Tine	23.04.2013	819	12.31	5.50	224%	
Amont Aigle	03.04.2013	474	14.22	10.90	130%	
Centrale des Farettes						
Aval Centrale des Farettes	15.03.2013	450	8.81	11.70	75%	

très bon bon moyen médiocre mauvais

Pour toutes les stations l'indicateur B1 est bon à très bon, reste à savoir si cet indicateur peut être considéré comme valide. Les restrictions évoquées dans le module pourraient s'appliquer : la Grande Eau est influencée par le glacier des Diablerets et les conditions de vie pour la faune aquatique y sont rudes, on pourrait donc s'attendre à une biomasse nettement plus faible, ce qui est le cas uniquement à la station « Amont Diablerets ». Selon les indications du module, la biomasse du macrozoobenthos diminue en général avec l'altitude. De l'aval en remontant vers l'amont, on ne vérifie pas ce constat de diminution de biomasse dans le cas de la Grande Eau : à « Aval centrale des Farettes » la biomasse chute quasiment de moitié par rapport à la stations amont. A « Les Aviolats » en aval de la prise d'eau cette biomasse est supérieure aux 2 stations amont et

Il existe une grande différence de biomasse entre la station « Amont Diablerets » et « Amont STEP Diablerets ». Celle-ci peut s'expliquer par l'apport en eau du rejet de la Centrale des Diablerets, apport de bonne qualité et représentant 3 fois le débit naturel de la Grande Eau en période d'étiage. Dans les autres stations du suivi du Canton de Vaud, en amont du village des Diablerets, il a été également constaté un appauvrissement de la faune benthique, tant en quantité qu'en qualité, ceci étant dû au substrat plus instable relevé en altitude. La faune benthique peine à s'installer dans une granulométrie de galets et blocs très mobiles.

Un charriage important (lit en mouvement, faible production primaire) et une présence naturelle de particules fines en suspension dans le cours d'eau (peu de production primaire dû à la mauvaise pénétration de la lumière) constituent effectivement des paramètres hostiles au développement d'une biomasse benthique importante. La même observation peut être faite sur la Morge en Valais, rivière qui provient du même massif.

6.3.3 Indicateur B2 - Module Macrozoobenthos du SMG

Cette méthode base l'appréciation sur l'indice IBCH, utilisé dans le canton de Vaud depuis 2009.

aval.





Tableau 17 : Indicateurs B2 : indice IBCH calculé sur la base du module Macrozoobenthos du SMG qui permet d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	B2 - IBCH
Amont Diablerets	23.04.2013	1175	14
Centrale « Diablerets »			
Amont STEP Diablerets	23.04.2013	1140	14
Les Aviolats	23.04.2013	1076	13
Usine Electrique Le Pont			
Amont Pont de la Tine	23.04.2013	819	12
Amont Aigle	03.04.2013	474	15
Centrale des Farettes			
Aval Centrale des Farettes	15.03.2013	450	11

très bon bon moyen médiocre mauvais

L'IBCH indique une bonne qualité biologique des eaux pour beaucoup de stations, excepté pour les deux stations « Amont Pont de la Tine » et « Aval Centrale des Farettes » où l'indice indique une qualité biologique moyenne.

Les indices aux stations « Les Aviolats », en aval de la prise d'eau, « Amont Pont de la Tine », se situant à l'aval de l'UE le Pont et « Aval Centrale des Farettes » sont inférieurs (3 tronçon à débit résiduel). Lorsque le test de robustesse est appliqué, tous les indices perdent 2 points, ce qui les fait passer dans la catégorie de qualité biologique moyenne.

6.3.4 Indicateur B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos

De la source à l'embouchure d'un cours d'eau, plusieurs zones biocénotiques se succèdent naturellement. Dans chacune de ces zones, le macrozoobenthos présente une composition plus ou moins typique.

Tableau 18 : Indicateurs B3 : zonation longitudinale du macrozoobenthos. La valeur 3.00 de la zonation cible représente l'épirhithral, la zone à truite. L'écart par rapport à la valeur cible permet d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	IZI	Zonation cible	Ecart à la valeur cible	
Amont Diablerets	23.04.2013	1175	3.46	3.00	0.46	
Centrale « Diablerets »						
Amont STEP Diablerets	23.04.2013	1140	3.08	3.00	0.08	
Les Aviolats	23.04.2013	1076	3.07	3.00	0.07	
Usine Electrique Le Pont						
Amont Pont de la Tine	23.04.2013	819	3.13	3.00	0.13	
Centrale des Farettes						
Aval Centrale des Farettes	15.03.2013	450	3.05	3.00	0.05	
très bon bon	moyen n	nédiocre	maı	ıvais		

Globalement, sur toutes les stations, les résultats indiquent une bonne et très bonne adéquation de la composition de la faune benthique avec sa zonation longitudinale cible. Cette adéquation est la moins bonne à la station « Amont Diablerets », peut être dû aux différents travaux d'endiguements entrepris suites aux crues de 2005. La





composition faunistique observée indique que les stations se trouvent dans l'épirhithral ou zone à truite (voir Figure 21).

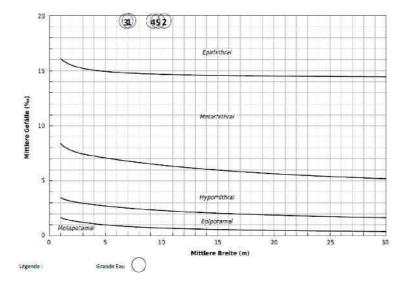


Figure 21 : Représentation des valeurs obtenues pour les zones cibles pour les 5 stations de la Grande Eau de l'amont vers l'aval : 1 : Amont Diablerets ; 2 : Amont STEP Diablerets ; 3 : Les Aviolats ; 4 : Amont Pont de la Tine ; 5 : Aval Centrale des Farettes.

6.3.5 Indicateur B4 - Familles d'insectes EPT

Les larves des éphémères, des plécoptères et des trichoptères (EPT) vivant dans l'eau sont plus sensibles que nombre d'autres organismes aquatiques à divers types d'atteintes que subit la qualité de l'eau ou du cours d'eau.

L'indice utilise ici le nombre total de familles de chaque groupe E, P et T comptabilisé.

Tableau 19 : Indicateurs B4 : nombre de familles d'insectes EPT, qui permet d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessus.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	Ephémère	Plécoptère	Trichoptère	B4 - EPT
Amont Diablerets	23.04.2013	1175	2	6	2	10
Centrale « Diablerets »						
Amont STEP Diablerets	23.04.2013	1140	2	7	2	11
Les Aviolats	23.04.2013	1076	2	5	1	8
Usine Electrique Le Pont						
Amont Pont de la Tine	23.04.2013	819	2	3	4	9
Amont Aigle	03.04.2013	474	2	4	3	9
Centrale des Farettes						
Aval Centrale des Farettes	15.03.2013	450	2	2	3	7

Cet indice EPT indique une bonne qualité biologique de l'eau pour 5 des 6 stations étudiées, et une qualité biologique moyenne pour la station « Aval Centrale des Farettes ».

très bon bon moyen médiocre

Le nombre de familles d'éphémères est identique pour toutes les stations, alors qu'il devrait augmenter de l'amont vers l'aval. Baetidae et Heptageniidae (3 genres : *Ecdyonurus, Epeorus* et *Rhithrogena*) sont présents en fonction des stations. *Rhithrogena* est présente dans toutes les stations ; elle vit dans des eaux fraîches, oligotrophes, à courant rapide sur dalles, blocs, pierres ou galets.





Le nombre de familles de plécoptères quant à lui diffère d'une station à l'autre. Ce nombre décroît de l'amont vers l'aval, ce qui correspond à une tendance normale, mais ici accélérée. Pour les 3 stations au-dessus de 1000m, ce sont les plécoptères qui rendent le mieux compte de la qualité biologique de ces 3 stations : bonne toutes les trois, mais indiquant une meilleure qualité de la station « Amont STEP Diablerets » versus la station plus en amont « Amont Diablerets » (apport de l'eau de la Centrale) et une moins bonne qualité de la station « Les Aviolats » (prise d'eau). Pour les 2 stations « Amont Pont de la Tine » et « Aval Centrale des Farettes », le nombre de famille de plécoptère est faible.

Le nombre de famille de trichoptère devrait augmenter de l'amont vers l'aval jusqu'à la fin de la zone hyporhithrale, puis rester constant en nombre, ce que nous pouvons partiellement observer : ce nombre est faible à la station « Les Aviolats » et l'on pourrait s'attendre à observer un nombre supérieur de famille de trichoptère à « Aval Centrale des Farettes », ce qui n'est pas le cas.

6.3.6 Espèces de la Liste Rouge

Aucune espèce de la Liste Rouge n'a été déterminée parmi le matériel récolté en 2013. Par contre, dans le matériel EPT de 2008 et 2012 déterminé à l'espèce, *Baetis melanonyx* (un éphémère) qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT) a été trouvé à la station « Amont Diablerets », « Amont STEP Diablerets » et plus en aval, à la station « Amont UE Le Pont ».

Protonemura algovia, un plécoptère qui appartient à la catégorie espèce vulnérable (VU) a été trouvé à « Amont STEP Diablerets ».

Tableau 20 : Espèce de la Liste Rouge. Catégorie : NT=potentiellement menacé ; VU=menacé

Station	Dates	Altitude (m)	Sp Liste Rouge	Catégorie
Amont Diablerets	2008-2012	1175	Baetis melanonyx	NT
Amont STEP Diablerets	2008-2012	1140	Baetis melanonyx,	NT
			Protonemura algovia	VU
Amont UE Le Pont	2008-2012		Baetis melanonyx	NT

6.3.7 Résumé indicateurs faune benthique

Tableau 21 : Indicateurs B1 (biomasse effective en % de la biomasse cible), B2 (IBCH), B3 (zonation longitudinale) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	Biomasse (g/m²)	B1-Biomasse	B2-IBCH	B3-zonation	B4-EPT	Sp Liste Rouge
Amont Diablerets	23.04.2013	1175	2.22	60%	14	0.5	10	Aucune
Centrale « Diablerets »	Centrale « Diablerets »							
Amont STEP Diablerets	23.04.2013	1140	10.13	269%	14	0.1	11	Aucune
Les Aviolats	23.04.2013	1076	15.06	374%	13	0.1	8	Aucune
Usine Electrique Le Pont								
Amont Pont de la Tine	23.04.2013	819	12.31	224%	12	0.13	9	Aucune
Amont Aigle	03.04.2013	474	14.22	130%	15		9	Aucune
Centrale des Farettes								
Aval Centrale des Farettes	15.03.2013	450	8.81	75%	11	0.05	7	Aucune





Pour rappel, la station « Amont Diablerets » présente une morphologie atteinte avec enrochements en rive droite et gauche suite aux travaux après les crues de 2005. La station « Les Aviolats » se situe à l'aval d'une prise d'eau et « Aval Centrale des Farettes » se trouve à l'aval de la Centrale du même nom et l'aval des rejets d'eau de la Centrale.

Les effets de l'exploitation par les éclusées se font généralement sentir davantage sur la quantité ou la fréquence des organismes invertébrés que sur leur qualité.

Sur les tronçons étudiés de la Grande Eau, l'indicateur B1 biomasse signale que :

- la biomasse relevée à « Amont STEP Diablerets » est largement supérieure à celle de la station plus en amont (effet de l'arrivée d'eau en provenance du lac d'Arnon) rejeté par la centrale des Diablerets
- la biomasse et le nombre d'individus trouvés dans les échantillons de la station « Les Aviolats » sont supérieurs à la station plus en aval
- la biomasse est faible à l'aval de la Centrale des Farettes

Il n'est pas possible de définir clairement si ces résultats émanent d'un éventuel effet de prise d'eau, de débit résiduel, de rejet d'eau ou d'éclusées.

L'indicateur B2 montre une baisse des indices aux stations : « Les Aviolats », « Amont Pont de la Tine » et « Aval Centrale des Farettes ».

L'indicateur B3 montre une adéquation de la faune benthique avec sa zone longitudinale.

L'indicateur B4 indique une baisse des indices aux stations « Les Aviolats » et « Aval Centrale des Farettes ».

La présence d'espèces de la Liste Rouge aux stations amonts : « Amont Diablerets », « Amont STEP Diablerets » et « Amont UE Le Pont » dans les prélèvements 2008-2012 indique un bon potentiel écologique de la rivière.

6.3.8 Indicateur D1 - Débit minimal

Le cas de la centrale des Diablerets est typiquement un des cas particuliers auxquels rend attentif la méthode de l'OFEV. En effet, étant donné que les eaux rejetées dans la Grande Eau par la centrale des Diablerets sont issues d'un bassin versant différent, il n'y a pas de problème de débit minimal. Il s'agit au contraire d'un apport d'eau supplémentaire.

Ainsi, l'aménagement n'est pas concerné par la problématique des débits résiduels et <u>l'indicateur D1 ne peut pas être évalué (=GRIS).</u>

6.3.9 Indicateur H1 - Colmatage interne

Pour la Grande Eau, les analyses ont été effectuées le 7 mars 2014, lorsque le débit était faible (environ 500 l/s) et qu'une partie du lit était exondée.

Tronçon de référence

Sur ce tronçon situé en amont du village des Diablerets, le substrat est dominé par les éléments grossiers (blocs, pierres, galets, voir Photo 1), avec localement des bancs de graviers (Photo 2). Le substrat sous-jacent est non consolidé et constitué principalement de graviers et de sables (Photo 3). Les dépôts cohésifs (limons, argiles) sont absents, mais le sol est gelé. Le colmatage interne est évalué comme faible (VERT).







Photo 1: Lit de la Grande Eau en amont des Diablerets le 7 mars 2014.



Photo 2 : Banc de graviers meubles en amont des Diablerets le 7 mars 2014.



Photo 3 : Substrat sous-jacent et colmatage interne faible sur le tronçon de référence.

Tronçon soumis aux éclusées

Sur ce tronçon, le substrat est dominé par les blocs, les pierres et les galets tout comme en amont. La granulométrie du lit et la proportion des différents éléments varient toutefois en fonction de la pente du cours d'eau (Photo 4 et Photo 5). Des bancs de graviers pouvant servir de frayères sont présents localement.

Le substrat sous-jacent (galets, graviers, sables) est non consolidé. Les interstices vides sont dominants et les dépôts cohésifs (limons, argiles) sont absents. Le colmatage interne est globalement évalué comme faible (VERT) sur le tronçon soumis à éclusées et il n'y a





pas de différences évidentes par rapport au tronçon de référence (voir Photo 6).



Photo 4 : Lit de la Grande Eau en aval des Diablerets. Secteur à pente moyenne.



Photo 5 : Lit de la Grande Eau en aval des Diablerets. Secteur à pente plus importante.



Photo 6 : Substrat sous-jacent et colmatage interne faible sur le tronçon soumis à éclusées.

6.3.10 Indicateur P1 - Module poisson du SMG

Cet indicateur se base sur les résultats de la pêche électrique qui a été réalisée le 3 septembre 2013 sur la station "Amont STEP". A ce niveau de la Grande Eau les exigences pour l'utilisation de cet indicateur global sont respectées, à savoir:

• Le tronçon soumis à éclusées entre le rejet de la centrale et la STEP possède une morphologie naturelle ou proche de l'état naturel (classe I), voire localement peu atteinte (classe II).





• En amont de la STEP, la qualité de l'eau de la Grande Eau répond aux exigences de l'OEaux régissant la concentration de nutriments et de polluants. La qualité biologique de l'eau sur la station "amont STEP Diablerets" est bonne à très bonne, tout comme la station de référence "amont Diablerets" qui ne subit pas l'effet d'éclusées.

Les résultats de la pêche sont présentés sous la forme d'un histogramme de fréquence de longueur des truites capturées (Annexe VI), la truite étant la seule espèce présente. L'évaluation des 4 paramètres du module poissons - niveau R est donnée dans le Tableau 22. Cette évaluation montre un état écologique de la Grande Eau qualifié comme moyen sur ce tronçon soumis à éclusées. En aval des Diablerets, la structure de la population de truites (paramètre 2) est considérée comme très faible en raison d'une très faible densité de truitelles de l'année (moins de 250 0+/ha). Le rapport 0+/>0+ (0.35) correspond également à une note "très faible" La densité de la population de truites fario (paramètre 3) est considérée pour sa part comme moyenne (664 ind./ha capturés).

Ainsi, <u>l'évaluation de l'indicateur P1 est JAUNE (=moyen)</u>. Cet indicateur global ne paraît pas très pertinent pour évaluer le degré d'atteinte des éclusées. La qualité moyenne obtenue est semble-t-il principalement due à la faible valeur piscicole intrinsèque de la Grande Eau en tête de bassin (cours d'eau pauvre situé à plus de 1'000 m d'altitude) et une station de "référence" située en amont du rejet de la centrale des Diablerets aurait également un état écologique moyen si l'on se base sur le peuplement piscicole.

Tableau 22 : Indicateur P1 - Evaluation de l'état écologique de la Grande Eau en amont de la STEP des Diablerets et aux Aviolats à l'aide des poissons selon le SMG.

	Cours d'eau	Grande-Eau	Grande-Eau
	n° station référence	-	39
Paramètre évaluation	Lieu-dit	Amont STEP Diablerets	Les Aviolats
	a) Composition de l'ictyofaune	0	0
Paramètre 1	b) Dominance des espèces	0	0
	somme	0	0
	Structure de la population de truite fario	4	4
Paramètre 2	b) Autres espèces indicatrices	-	-
	moyenne	4	4
	Densité de population de truites fario	2	4
Paramètre 3	 Densité de population des autres espèces indicatrices 	-	-
	moyenne	2	4
Paramètre 4	Déformations / Anomalies	0	0
	NOTE GLOBALE	6	8

6.3.11 Indicateur P2 - Echouage de poissons

L'indicateur P2 (échouage), en se fondant avant tout sur des calculs hydrauliques, détermine quelles surfaces sont mises à sec lors de la diminution du débit et à quelle vitesse la mise à sec a lieu, ainsi que le risque d'échouage résultant pour les poissons.





Modélisation hydraulique

Dans le cas de la Grande Eau en aval de la centrale des Diablerets, 9 profils en travers ont été relevés en décembre 2013 sur un secteur représentatif situé en amont de la STEP des Diablerets (voir Figure 22). Ce secteur a été choisi suite à un repérage avec le gardepêche.



Figure 22 : emplacement des profils relevés à l'amont de la STEP.

A partir des profils, un modèle unidimensionnel HEC-RAS est construit. Sur ce modèle, une relation débit-niveau est déterminée et le calcul des vitesses de descente à partir des séries de débits est ainsi établi.

Les conditions de débit considérées sont les suivantes :

- Qéclusées = 2.18 m³/s (résultats analyse HYDMOD-FIT)
- Q_{plancher} = 0.36 m³/s (résultats analyse HYDMOD-FIT)

Par ailleurs les débits des années 2009-2012 à pas de temps 15 min sont utilisés pour l'analyse des vitesses de descente.

Les Figure 23 à Figure 25 ci-dessous présentent les résultats.



Figure 23 : résultats HEC-RAS pour l'amont de la STEP. Surface mouillée sous débit d'éclusée (rouge), surface mouillée sous débit plancher (violet).





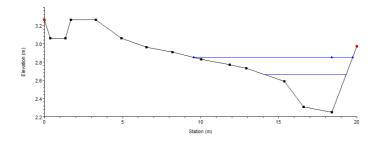


Figure 24 : résultats HEC-RAS pour l'amont de la STEP. Exemple de section modélisée avec niveaux éclusée/plancher.

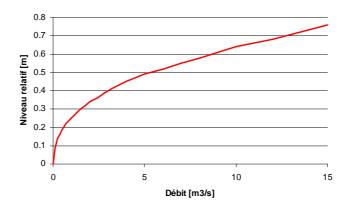


Figure 25 : relation débit-niveau selon modèle HEC-RAS pour l'amont de la STEP.

Les résultats obtenus pour le tronçon modélisé sont les suivants :

- Vitesse de descente = 1 cm/min
- Surface mise à sec entre débit d'éclusée et débit plancher = 38%
- Pas de dépressions mises à sec
- Pas d'évaluation du nombre de poissons échoués

Observations GREN et gardes-pêche

Les surfaces mises à sec durant le débit plancher dépendent de l'importance des apports naturels dans la Grande Eau en amont des Diablerets. Les apports naturels sont minimum au cœur de l'hiver (Photo 7 et Photo 8) et ils sont sensiblement plus élevés à la fin du mois d'avril lors de l'émergence des alevins (fonte de neige, Photo 9). A titre d'exemple, les apports naturels étaient de l'ordre de 1 à 1.5 m³/s le 23 avril 2013, alors que le débit plancher obtenu par HYDMOD-FIT est de 0.36 m³/s.

Les surfaces mises à sec dépendent également de la configuration du lit de la Grande Eau. Ces surfaces sont maximum dans les parties sinueuses (intrados mis à sec, photo Photo 8) et plus faibles dans les parties plus rectilignes (Photo 7). Avec le débit d'éclusées (2.18 m³/s), une partie des bancs de galets situés en intrados ne sont pas en eau (lit de crue).

En agrégeant les résultats de modélisation et les observations de terrain, le pourcentage des surfaces mises à sec peut être évalué en moyenne de l'ordre de 10% pour l'ensemble





du tronçon soumis aux éclusées (état bon, voire excellent), même si ce pourcentage peut être localement supérieur à 30% (état moyen-mauvais).

Les observations réalisées par les gardes-pêche et par Gren n'ont pas permis de constater que des truitelles s'échouaient en fin d'éclusées lors du retour au débit plancher. D'une part, il est très difficile voire impossible de retrouver des alevins de 2-3 cm dans les galets et les graviers, d'autre part la configuration du lit présente peu de cuvettes et dépressions où des poissons risquent d'être piégés. Le fait que les apports naturels soient sensiblement supérieurs à 0.36 m³ lors de la période d'émergence et de développement des alevins réduit également les risques d'échouage. L'échouage de truitelles de 9-12 mois en hiver lorsque la température de l'eau descend aux environs de 3 °C n'a également pas pu être mis en évidence.

Les données à disposition ne permettent donc pas de déterminer si le nombre de poissons échoués pour 100 m est inférieur à 5 (état bon voire excellent) ou supérieur à 5 (état moyen-mauvais).



Photo 7 : Lit de la Grande Eau en aval des Diablerets avec un débit d'étiage hivernal (7 mars 14).



Photo 8 : Lit de la Grande Eau en aval des Diablerets avec un débit d'étiage hivernal (7 mars 14).







Photo 9 : Lit de la Grande Eau en amont des Diablerets avec des apports naturels de 1.5 m³/s (23 avril 14).



Photo 10 : Lit de la Grande Eau au niveau de la station "Amont STEP" avec un débit de l'ordre de 3 m^3/s (23 avril 14).

Appréciation globale indicateur P2

La note de l'indicateur P2 est obtenue à partir des trois critères que sont le pourcentage des surfaces mises à sec, la vitesse de diminution du débit et le nombre de poissons échoués. L'appréciation se fait en extrapolant les résultats de la modélisation à tout le tronçon et en les validant par les observations de terrain :

- Le pourcentage des surfaces mises à sec, bien que supérieur à 30 % sur le secteur étudié à l'amont de la STEP est globalement inférieur à 30 % et est donc évalué comme "bon".
- La vitesse de diminution du débit est potentiellement supérieure à 0.5 cm/min et se retrouve donc évaluée comme "moyen-mauvais".
- Il n'a pas été possible d'évaluer le nombre de poissons échoué par 100 m.

Au final, même si le nombre de poissons échoué n'a pas pu être évalué, étant donné la faible proportion de linéaire pouvant potentiellement engendrer de l'échouage, <u>l'appréciation obtenue est VERT (=bon).</u>

6.3.12 Indicateur P3 - Frayères

Cet indicateur P3 recourt à des modélisations hydrauliques pour déterminer la taille potentielle des frayères qui ne se retrouvent pas à sec durant le débit plancher et ne sont





pas érodées par le débit d'éclusée.

Modélisation hydraulique

Sur la base des modèles HEC-RAS réalisés pour le calcul de l'indicateur P2 et sur la base de relevés granulométriques, il est déterminé si le substrat pouvant servir de support aux frayères risque d'être emporté par les éclusées. Les débits d'éclusées considérés sont identiques à ceux de l'indicateur P2.

Ainsi, pour le secteur modélisé, le diamètre moyen obtenu par les relevés est de 3.5 cm. Selon les vitesses et contraintes issues des résultats HEC-RAS, le substrat n'est entrainé dans aucun des profils sous le débit d'éclusée (2.18 m³/s).

Observations GREN

L'indicateur P1 a fourni des informations sur la structure et la densité de la population de truites de rivière de ce tronçon soumis à éclusées (700 truites/ha pour une biomasse d'environ 35 kg/ha avec une proportion d'individus adultes de l'ordre de 10 à 15%), tandis que l'indicateur P5 fournit une estimation théorique de la population piscicole escomptée (état cible = 3 RAH soit au minimum 60 kg/ha).

Sur la base de indicateur P1 et P5, cette population a besoin de 70-100 truites adultes par hectare pour assurer sa pérennité, soit 35-50 femelles. Une femelle génitrice ayant besoin d'au minimum d'une surface de 2.3 m² pour frayer, la superficie des frayères doit être d'au minimum 80 m² par hectare, ou environ 6 m² pour 100 m linéaire de cours d'eau.

Le parcours de l'ensemble du tronçon soumis aux éclusées montre que des surfaces graveleuses propices au frai sont présentes (Photo 11 et Photo 12). Pour rappel, la valeur du tronçon soumis aux éclusées est qualifiée de faible pour la reproduction de la truite de rivière. Les observations montrent également qu'une partie significative des frayères potentielles ne se retrouve pas à sec en situation d'étiage et de débit plancher. D'autre part, le substrat graveleux des zones de frai n'est pas mobilisé lors des éclusées.



Photo 11 : Frayères potentielles de quelques m² situées sur le tronçon soumis au éclusées qui ne sont pas mises à sec en situation d'étiage hivernal.







Photo 12 : Frayères potentielles de quelques m² situées sur le tronçon soumis au éclusées qui ne sont pas mises à sec en situation d'étiage hivernal.

Appréciation globale indicateur P3

Suite aux résultats de la modélisation et aux observations de terrain, malgré l'absence d'échantillons linéaires sur la composition du substrat, il est estimé que les besoins en surface de la population de truites de rivière dans l'état actuel et dans l'état cible sont en grande partie remplis.

Ainsi, l'appréciation obtenue est VERT (=bon).

6.3.13 Indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune

Sur la base de l'enregistrement des températures de l'eau de la Grande Eau aux Diablerets (amont STEP) et du nombre de degré-jours nécessaires entre la date de frai et l'émergence des truitelles (environ 520 °C jours), la pêche a été réalisée par Gren le 23 avril 2014 sur 2 stations:

- un secteur en amont du rejet de la centrale, vers l'hôtel "Les Sources";
- un secteur situé en amont de la STEP des Diablerets (rive droite, intrados).

Le débit de la Grande Eau était assez élevé, avec des apports naturels de 1 à 1.5 m³/s en amont du rejet de la centrale des Diablerets (Photo 13) et un turbinage de 1.640 m³/s à la centrale. Les alevins se tenaient par conséquent tout contre la rive. 30 coups d'anodes ont été effectués sur chacune des stations sur un linéaire total de 170 m (voir Tableau 23). A noter que des zones de frai potentielles (petit banc de graviers) étaient présentes sur les deux stations pêchées.

Très peu d'alevins ont été trouvés (Photo 14), que ce soit en amont ou en aval du rejet de la centrale des Diablerets. Avec moins de 0.1 alevin par point (CPUE), le succès de la reproduction de la truite est qualifié de mauvais selon la méthode (l'appréciation obtenue est ROUGE).





Tableau 23 : Indicateur P4 - Evaluation de la reproduction de la truite de rivière dans la Grande Eau aux Diablerets, en amont de la STEP des Diablerets et en aval des Aviolats.

Station	Linéaire	Nombre	Nombre	Taille	CPUE	
	pêché	"coup anode"	alevins truites	al evins truites	alevins truites	
Diablerets "Hôtel Les Sources"	Rive droite sur 100 m	30	2	22-23 mm	< 0.1	
Amont STEP Diablerets	Rive droite sur 70 m	30	2	23-25 mm	< 0.1	
Aval Barrage Aviolats	2 rives sur 100 m	30	0	-	< 0.1	



Photo 13 : Grande Eau en amont de l'Hôtel des Sources le 23 avril 2014.



Photo 14 : Un des deux alevins de truites pêchés en 30 coups d'anodes le 23 avril 2014 en amont de l'Hôtel des Sources.







Photo 15 : Grande Eau en amont de la STEP des Diablerets le 23 avril 2014 avec des zones de grossissement limitées situées contre la rive (intrados).

En conclusion, il semble que, malgré la présence de géniteurs et localement de bancs de graviers favorable au frai, le succès de la reproduction naturelle soit très limité sur la partie amont de la Grande Eau indépendamment des éclusées (altitude, hiver rigoureux, limite du domaine piscicole, faible productivité). Pour mémoire, la reproduction naturelle est qualifiée de faible sur la partie amont de la Grande Eau par les gardespêches et les pêcheurs. Il est également possible qu'une partie des alevins n'avait pas émergé des graviers le 23 avril. Quoiqu'il en soit, nous pensons que l'indicateur P4 n'est pas pertinent pour évaluer les atteintes causées par les éclusées en aval de la centrale des Diablerets.

6.3.14 Indicateur P5 - Productivité piscicole

Pour le tronçon de la Grande Eau influencé par le rejet de la centrale des Diablerets, les données requises pour calculer le facteur de bonification B ont été collectées avec celles de l'indicateur B1 sur la station IBCH 2013 (Amont STEP Diablerets), en appliquant l'échelle selon Roth (1966), corrigée selon Vuillet (1997) pour obtenir Bmod. Le facteur température a été calculé d'après Vuille (1997) en utilisant les températures mensuelles moyennes minimum et maximum disponibles pour la station équipée de loggers en 2013 (Diablerets amont STEP). Le facteur habitat a été calculé d'après Vuille (1997) en utilisant les paramètres VAR, HAB et LIB disponibles dans la base de données cantonale qui correspondent à la variabilité des caractéristiques physiques du cours d'eau, des habitats piscicoles et de la végétation riveraine, ainsi que sur la connectivité piscicole. Le tronçon soumis aux éclusées est divisé en 5 sous-tronçons du point de vue du facteur habitat. A noter également qu'un facteur de correction RQ de 0.8 a été appliqué au facteur habitat en raison des éclusées. Finalement, le facteur de zonation piscicole a été déterminé sur la base de la pente moyenne et de la largeur moyenne de ce tronçon de la Grande Eau.

Le rendement annuel à l'hectare calculé pour le tronçon Aval Diablerets - Prise Aviolats est donné dans le Tableau 24. Les résultats montrent que la biomasse du macrozoobenthos est 5 fois plus élevée sur la station "Amont STEP Diablerets" que sur la station de référence située en amont des Diablerets, et que le facteur habitat est également plus mauvais en amont du rejet de la centrale. En conséquence, le rendement annuel à l'hectare est de l'ordre de 25 kg/ha sur le tronçon soumis aux éclusées et il est paradoxalement beaucoup plus faible sur le tronçon de référence. Pour un cours d'eau situé à plus de 1'000 m d'altitude, un RAH de 20 à 30 kg/ha correspond à un état bon (VERT) selon la méthode et cet indicateur ne permet pas de mettre en évidence une





atteinte grave des éclusées.

Tableau 24 : Indicateur P5 - Evaluation du rendement annuel à l'hectare (RAH) dans la Grande Eau

Tronçon	Altitude msm	B (g/m2)	Bmod	Tk1	k1	k2	RQ	k3	RAH
Amont Diablerets "référence"	1171-1164	2.22	1.0	15	0.75	0.5	1	1	4
Aval Diablerets - Prise des Aviolats	1164-1100	10.13	3.0	15	0.75	1.2 à 1.5	0.8	1	22 à 27
Prise des Aviolats - Prise des Farettes	1100-808	15.06 12.31	4.0 3.5	25 45	1	1.2 à 1.5	0.8	1	38 à 42

6.3.15 Indicateur Q1 - Température de l'eau

L'indicateur Q1 qui quantifie les variations de température de l'eau dues aux éclusées est ici évalué sur la base de mesures à résolution 15 minutes effectuées sur la période allant du 31.01.2013 au 31.12.2013. La station de mesure est située juste à l'aval de la STEP des Diablerets (CN 577'430 / 133'627).

Etant donné la brièveté de la période analysée, il convient de caractériser sa représentativité, comme demandé par la méthode. Ainsi, d'après les statistiques climatologiques de MétéoSuisse, l'année 2013 présente pour les Diablerets une température et une quantité de précipitations très proches de la moyenne interannuelle 1981-2010 (légèrement déficitaire pour les précipitations).

La Figure 26 montre avant tous calculs que l'effet des éclusées de la centrale des Diablerets (capacité de 1.75 m³/s) sur la température n'est pas très marqué. Pour les jours de juillet représentés, un léger refroidissement est visible. Celui-ci, de l'ordre de 0.25°C, est induit par un turbinage à quasi pleine capacité. Lors de l'étiage, en janvier-mars, les effets sont moins visibles.

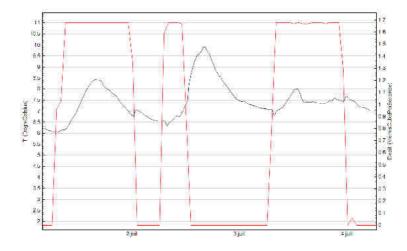


Figure 26 : mise en relation de la température mesurée (noir) avec le turbinage des Diablerets (rouge). Juillet 2013.





Approche "court terme"

L'analyse des effets court terme effectuée à l'aide des feuilles Excel fournies par l'OFEV donne les résultats suivants :

- Taux de variation de la température éclusée/plancher = 2.40 °C/h
- Amplitude de la température éclusée/plancher = 3.20 °C
- Moyenne du nombre de pics de température = 2.24
- Quantile 95% du nombre de pics de température = 4
- Facteur de correction = 0

La classe d'état obtenue à l'aide des feuilles Excel pour l'approche "court terme" est VERT (=2/5).

Il faut noter que la valeur de l'amplitude journalière calculée par les feuilles Excel est tirée des minima et maxima journaliers enregistrés. Dans le cas présent, comme les débits turbinés ont été mis en relation avec les températures mesurées, il est possible d'affirmer que la valeur obtenue (3.20 °C) s'explique quasi intégralement par les variations de températures journalières naturelles du cours d'eau et non pas par le turbinage de la centrale des Diablerets. Toutefois, la classe d'état obtenue n'étant pas péjorante pour l'appréciation globale de l'indicateur, le résultat est conservé tel quel.

Approche ''régime thermique annuel''

L'analyse "régime thermique annuel" consiste à quantifier l'écart entre le régime thermique du cours d'eau soumis aux éclusées et un régime thermique caractéristique. Ce dernier est déterminé à partir de la classification biocénotique qui dépend de la pente moyenne du cours d'eau au niveau de la station de mesure, de la largeur du lit ainsi que de l'altitude moyenne du bassin versant. Ici la classification obtenue est de type métharithron alpin-subalpin.

La Figure 27 ci-dessous montre la température mesurée en 2013 par rapport à l'enveloppe de référence.

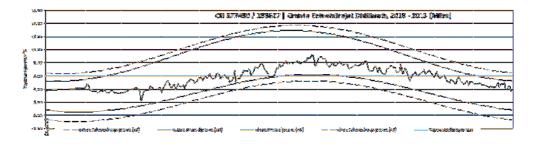


Figure 27 : représentation de la température mesurée en 2013 par rapport à l'enveloppe des températures de référence pour le métharithron alpin-subalpin.

Pour permettre aux feuilles Excel de calculer un résultat, les valeurs manquantes pour janvier 2013 ont été interpolées.

Un seul jour est comptabilisé comme étant hors de la frontière normale (trait plein, gris) et le facteur de correction est de 0.

La classe d'état obtenue à l'aide des feuilles Excel pour l'approche "régime thermique





annuel" est BLEU (=1/5).

Par rapport au fait que la période étudiée s'étend sur moins d'une année, il faut noter que le résultat obtenu pour l'approche "régime thermique annuel" peut être considéré comme représentatif. L'argumentation est la suivante : l'analyse de la Figure 26 effectuée plus haut montre que le turbinage des Diablerets n'influence que très peu la température de la Grande-Eau en 2013 (qui est une année normale du point de vue de la température et des précipitations).

Appréciation globale indicateur Q1

La combinaison des résultats "régime thermique annuel" et "court terme" selon la règle fournie par la méthode donne pour l'indicateur Q1 une <u>appréciation globale VERT (=2/5).</u>

6.3.16 Synthèse évaluation approfondie

Tableau 25 : Synthèse des résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon influencé par la centrale des Diablerets.

Indicateur	Note	Station retenue selon "worst case"
B1 - Biomasse du macrozoobenthos	Très bon	Amont STEP Diablerets
B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	Bon	Amont STEP Diablerets
B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos	Très bon	Amont STEP Diablerets
B4 - Familles d'insectes EPT	Bon	Amont STEP Diablerets
D1 - Débit minimal	Indéfini	
H1 - Colmatage interne	Bon	Amont STEP Diablerets
P1 - Module poisson du SMG	Moyen	Amont STEP Diablerets
P2 - Echouage de poissons	Bon	Amont STEP Diablerets
P3 - Frayères	Bon	Amont STEP Diablerets
P4 - Reproduction de l'ichtyofaune	Indéfini	
P5 - Productivité piscicole	Bon	Aval Diablerets - Prise aviolats
Q1 - Température de l'eau	Bon	Aval STEP Diablerets

Le Tableau 25 synthétise les résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon influencé par la centrale des Diablerets. Selon le module de l'aide à l'exécution, étant donné que seule une note moyenne est obtenue, <u>le tronçon allant du rejet de la centrale des Diablerets à la prise des Aviolats ne présente pas d'atteintes graves malgré les éclusées.</u>

6.4 Evaluation approfondie de la centrale des Diablerets sur le tronçon "Prise aviolats - Prise Farettes"

6.4.1 Indicateurs faune benthique

Les résultats des indicateurs liés à la faune benthique sont présentés en détail dans le chapitre 6.4.1 (centrale des Diablerets). Le Tableau 26 ci-dessous résume les valeurs obtenues.





Tableau 26 : Indicateurs B1 (biomasse effective en % de la biomasse cible), B2 (IBCH), B3 (zonation longitudinale) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	Biomasse (g/m²)	B1-Biomasse	B2-IBCH	B3-zonation	B4-EPT	Sp Liste Rouge
Amont Diablerets	23.04.2013	1175	2.22	60%	14	0.5	10	Aucune
Centrale « Diablerets »								
Amont STEP Diablerets	23.04.2013	1140	10.13	269%	14	0.1	11	Aucune
Les Aviolats	23.04.2013	1076	15.06	374%	13	0.1	8	Aucune
Usine Electrique Le Pont								
Amont Pont de la Tine	23.04.2013	819	12.31	224%	12	0.13	9	Aucune
Amont Aigle	03.04.2013	474	14.22	130%	15		9	Aucune
Centrale des Farettes								
Aval Centrale des Farettes	15.03.2013	450	8.81	75%	11	0.05	7	Aucune

6.4.2 Indicateur P1 - Module poisson du SMG

L'évaluation de l'indicateur P1 se base sur les résultats de la pêche électrique qui a été réalisée le 6 octobre 2011 sur la station d'inventaire "Les Aviolats". A noter que les exigences en terme de morphologie et de qualité des eaux sont respectées à ce niveau de la Grande Eau. La qualité biologique de l'eau sur la station "Les Aviolats" est moyenne à bonne.

Les résultats de cette pêche sont présentés sous la forme d'un histogramme de fréquence de longueur des truites capturées (Annexe VI), la truite étant la seule espèce présente. L'évaluation des 4 paramètres du module poissons - niveau R est donnée dans Tableau 22. Cette évaluation montre un état écologique de la Grande Eau qualifié moyen sur ce tronçon soumis à éclusées. En aval des Aviolats, la structure de la population de truites (paramètre 2) est considérée comme très faible en raison d'une très faible densité de truitelles de l'année (moins de 250 0+/ha). Le rapport 0+/>0+ (1.37) correspond a une note "bonne" en raison de la rareté des sub-adultes et adultes qui n'est pas retenue pour l'évaluation du paramètre 2. La densité de la population de truites fario (paramètre 3), qui est de moins de 500 individus par hectare, est également faible (664 ind./ha capturés).

En conclusion, cet indicateur global ne paraît pas très pertinent pour évaluer le degré d'atteinte des éclusées. La qualité moyenne obtenue (JAUNE) est semble-t-il principalement due à la faible valeur piscicole de ce tronçon de la Grande Eau qui est soumis à un débit résiduel.

6.4.3 Indicateur P2 - Echouage de poissons

L'indicateur P2 (échouage), en se fondant avant tout sur des calculs hydrauliques, détermine quelles surfaces sont mises à sec lors de la diminution du débit et à quelle vitesse la mise à sec a lieu, ainsi que le risque d'échouage résultant pour les poissons.

Modélisation hydraulique

Dans le cas de la Grande Eau en aval de la prise d'eau des Aviolats, 9 profils en travers ont été relevés en décembre 2013 sur un secteur représentatif environ 900 m en aval du





barrage (voir Figure 28). Ce secteur a été choisi suite à un repérage avec le garde-pêche.



Figure 28 : Emplacement des profils relevés à l'aval de la prise des Aviolats.

A partir des profils, un modèle unidimensionnel HEC-RAS est construit.

Les conditions de débit considérées sont les suivantes :

- Qéclusées = 2.02 m3/s (= 0.27 + 1.75 m³/s, soit la dotation de la prise de Aviolats et la capacité de la centrale des Diablerets)
- Q_{plancher} = 0.27 m³/s (dotation de la prise des Aviolats)

Les Figure 29 et Figure 30 ci-dessous présentent les résultats.



Figure 29 : Résultats HEC-RAS pour l'aval de la prise des Aviolats. Surface mouillée sous débit d'éclusée (rouge), surface mouillée sous débit plancher (violet).





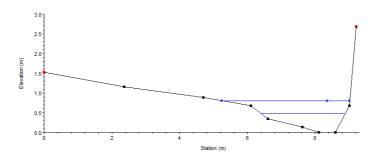


Figure 30 : Résultats HEC-RAS pour l'aval de la prise des Aviolats. Exemple de section modélisée avec niveaux éclusée/plancher.

Sur le tronçon modélisé les résultats obtenus sont les suivants :

- Vitesse de descente = 2.5 cm/min
- Surface mise à sec entre débit d'éclusée et débit plancher = 44%
- Pas de dépressions mises à sec
- Pas d'évaluation du nombre de poissons échoués

Observations GREN et gardes-pêche

Ce tronçon à débit résiduel (270 l/s minimum) est touché par les éclusées lorsque le débit de la Grande Eau en amont de la prise est supérieur à 3 m³/s et que la centrale des Diablerets subit un enclenchement ou un déclanchement. Cette situation se produit rarement étant donné le peu d'intérêt qu'à Romande Energie à vider la retenue d'Arnon lorsque la capacité de la prise des Aviolats est déjà atteinte.

Les surfaces mises à sec à la fin d'un déversement lors du retour au débit plancher dépendent de l'importance des apports naturels dans la Grande Eau au niveau des Aviolats. Les apports naturels sont minimum au cœur de l'hiver (Photo 16 et Photo 17) et ils sont sensiblement plus élevés à la fin du mois d'avril lors de l'émergence des alevins (fonte de neige, Photo 18).

En agrégeant les résultats du modèle et les observations effectuées, le pourcentage des surfaces mises à sec peut être évalué entre 10 et 30% pour l'ensemble du tronçon soumis aux éclusées (état bon), même si ce pourcentage peut être localement supérieur à 30% (état moyen-mauvais).

Comme sur les autres tronçons étudiés, le nombre de truitelles échouées n'a pas pu être déterminé. Cependant, les risques d'échouage des alevins à l'émergence sont réduits par le fait que les apports naturels fin avril-mai sont sensiblement supérieurs à 0.27 m³. L'échouage de truitelles de 9-12 mois en hiver lorsque la température de l'eau descend aux environs de 3 °C n'a également pas pu être mis en évidence.







Photo 16: Lit de la Grande Eau en aval des Aviolats avec un débit d'étiage hivernal (7 mars 14).



Photo 17: Lit de la Grande Eau en aval des Aviolats avec un débit d'étiage hivernal (7 mars 14).



Photo 18 : Lit de la Grande Eau en aval des Aviolats avec un débit moyen (7 mars 2014).







Photo 19 : Lit de la Grande Eau en aval des Aviolats avec un débit élevé (déversement au barrage le 30 octobre 2013).

Appréciation globale indicateur P2

La note de l'indicateur P2 est obtenue à partir des trois critères que sont le pourcentage des surfaces mises à sec, la vitesse de diminution du débit et le nombre de poissons échoués. L'appréciation se fait en extrapolant les résultats de la modélisation à tout le tronçon et en les validant par les observations de terrain :

- Le pourcentage des surfaces mises à sec, bien que supérieur à 30 % sur le secteur modélisé à l'aval de la prise est globalement inférieur à 30 % et se retrouve donc évalué comme "bon".
- La vitesse de diminution du débit est potentiellement supérieure à 0.5 cm/min et se retrouve donc évaluée comme "moyen-mauvais".
- Il n'a pas été possible d'évaluer le nombre de poissons échoué par 100 m.

Au final, même si le nombre de poissons échoués n'a pas pu être évalué, étant donné la rareté des situations où l'exploitation de la centrale des Diablerets produit des déversements à la prise des Aviolats sous forme d'éclusées, <u>l'appréciation obtenue est VERT (=bon)</u>.

6.4.4 Indicateur P3 - Frayères

Cet indicateur P3 recourt à des modélisations hydrauliques pour déterminer la taille potentielle des frayères qui ne se retrouvent pas à sec durant le débit plancher et ne sont pas érodées par le débit d'éclusée

Modélisation hydraulique

Sur la base des modèles HEC-RAS réalisés pour le calcul de l'indicateur P2 et sur la base de relevés granulométriques, il est déterminé si le substrat pouvant servir de support aux frayères risque d'être emporté par les éclusées. Les débits d'éclusées considérés sont identiques à ceux de l'indicateur P2.

Ainsi, pour le secteur modélisé, le diamètre moyen obtenu par les relevés est de 4 cm. Selon les vitesses et contraintes issues des résultats HEC-RAS, le substrat n'est pas entraîné dans le tronçon modélisé sous le débit d'éclusée (2.02 m³/s).





Observations GREN

L'indicateur P1 a fourni des informations sur la structure et la densité de la population de truites de rivière de ce tronçon soumis à éclusées (630 truites/ha pour une biomasse d'environ 27 kg/ha avec une proportion d'individus adultes de l'ordre de 15 à 20 %, tandis que l'indicateur P5 fournit une estimation théorique de la population piscicole escomptée (état cible = 3 RAH).

Sur la base de indicateur P1 et P5, cette population a besoin d'une cinquantaine de truites adultes par hectare pour assurer sa pérennité, soit environ 25 femelles. Une femelle génitrice ayant besoin d'au minimum d'une surface de 2.3 m² pour frayer, la superficie des frayères doit être d'au minimum 60 m² par hectare, ou environ 2.4 m² pour 100 m linéaire de cours d'eau.

Le parcours d'une partie de linéaire soumis aux éclusées montre que des surfaces graveleuses propices au frai sont présentes (Photo 20 et Photo 21), même si une partie des dépôts graveleux se retrouvent tout ou partie à sec en situation d'étiage. Le substrat graveleux des zones de frai n'est pas mobilisé lors des éclusées. Pour rappel, la valeur du tronçon soumis aux éclusées est qualifiée de faible pour la reproduction de la truite de rivière.



Photo 20 : Frayères potentielles de quelques m² situées sur le tronçon évalué.



Photo 21 : Frayères potentielles de quelques m² situées sur le tronçon évalué.

Appréciation globale indicateur P3

Suite aux résultats de la modélisation et aux observations de terrain, il est estimé les besoins en surface de la population de truites de rivière dans l'état actuel et dans l'état





cible est en grande partie rempli.

Ainsi, <u>l'appréciation obtenue est VERT (=bon).</u>

6.4.5 Indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune

La pêche a été réalisée par Gren le 23 avril 2014 sur une station située 900 m en aval du barrage des Aviolats. Le débit de la Grande Eau en aval du barrage était moyen (de l'ordre de 1 m³/s, Photo 22). 30 coups d'anodes ont été effectués sur cette station sur un linéaire total de l'ordre de 100 m (voir Tableau 23). A noter que des zones de frai potentielles (bancs de graviers) étaient présentes sur la station pêchée.

Aucun alevin n'a été trouvé sur cette station et seules des truitelles 1+ ont été pêchées. Ces truitelles mesuraient plus de 8 cm, à l'exception d'un individu de 55 mm (Photo 23). La plupart de ces truitelles pourraient provenir des repeuplements effectués en 2013, mais la plus petite pourrait être issue du frai naturel.

Avec moins de 0.1 alevin par point (CPUE), le succès de la reproduction de la truite est qualifié de mauvais selon la méthode (ROUGE). Il semble que, malgré la présence de quelques géniteurs et localement de bancs de graviers favorable au frai, le succès de la reproduction naturelle soit très limité sur ce tronçon de la Grande Eau indépendamment des éclusées (altitude, hiver rigoureux, faible productivité, débit résiduel), même si il est également possible qu'une partie des alevins n'avait pas émergée des graviers le 23 avril. Pour mémoire, la reproduction naturelle est qualifiée de faible sur la Grande Eau entre la prise d'eau des Aviolats et la prise d'eau des Farettes par les gardes-pêche et les pêcheurs. Quoiqu'il en soit, nous pensons que l'indicateur P4 n'est pas pertinent pour évaluer les atteintes causées par les éclusées causées par la centrale du Pont de la Tine. Ainsi, il est indéfini (GRIS).



Photo 22 : Grande Eau en aval des Aviolats le 23 avril 2014 avec un débit de l'ordre de 1m³/s.



Photo 23 : Une truitelle 1+ de 55 mm pêchée en aval du barrage des Aviolats le 23 avril 2014.





6.4.6 Indicateur P5 - Productivité piscicole

Les données requises pour calculer le facteur de bonification B ont été collectées avec celles de l'indicateur B1 sur les stations IBCH 2013 (Aval Les Aviolats et Amont Pont de la Tine), en appliquant l'échelle selon Roth (1966), corrigée selon Vuillet (1997) pour obtenir Bmod.

Le facteur température a été calculé d'après Vuille (1997) en estimant que le paramètre tk1 était compris entre 25 et 45 (pas de mesures de température entre les Aviolats et le pont de la Tine).

Le tronçon soumis aux éclusées est divisé en 9 sous-tronçons du point de vue du facteur habitat, avec des paramètres VAR, HAB et LIB qui varient suivants les sous-tronçons. A noter également qu'un facteur de correction RQ de 0.8 a été appliqué au facteur habitat en raison des éclusées.

Finalement, le facteur de zonation piscicole a été déterminé sur la base de la pente moyenne et de la largeur moyenne de ce tronçon de la Grande Eau.

Le rendement annuel à l'hectare calculé pour le tronçon Aval Diablerets - Prise Aviolats est donné dans le Tableau 24. Les résultats montrent que la biomasse du macrozoobenthos est un peu plus élevée sur ce tronçon que sur le tronçon amont (station "Amont STEP Diablerets"). Le rendement annuel à l'hectare est de l'ordre de 40 kg/ha sur le tronçon soumis aux éclusées, ce qui correspond à un état globalement bon (VERT) selon la méthode.

Cet indicateur ne permet donc pas de mettre en évidence une atteinte grave sur ce tronçon.

6.4.7 Indicateur D1 - Débit minimal

La centrale du Pont de la Tine possède la certification Naturemade Star. Cela implique que la prise des Aviolats respecte les directives sur l'assainissement des débits résiduels.

Ainsi, <u>l'évaluation</u> de l'indicateur D1 (qui ne peut être que vert ou rouge) est VERT (=bon).

6.4.8 Indicateur H1 - Colmatage interne

Les analyses ont été effectuées en aval des Aviolats le 7 mars 2014, lorsque le débit était faible (environ 300 l/s) et qu'une partie du lit était exondée.

En aval des Aviolats, le substrat est dominé par les éléments grossiers (blocs, pierres et galets) avec des proportions variables selon la pente du cours d'eau (Photo 24 et Photo 25). Des bancs de graviers sont présents localement et une partie est exondée par faible débit (Photo 26).

Le substrat sous-jacent (galets, graviers, sables) est non consolidé (Photo 27). Les interstices vides sont dominants et les dépôts cohésifs (limons, argiles) sont absents. Le colmatage interne est globalement évalué comme faible sur le tronçon soumis à éclusées (VERT).







Photo 24 : Lit de la Grande Eau en aval des Aviolats dominé par un substrat grossier.



Photo 25 : Lit de la Grande Eau en aval des Aviolats dominé par un substrat grossier.



Photo 26 : Banc de galets/graviers exondés par faible débit en aval des Aviolats.







Photo 27 : Substrat sous-jacent du lit faiblement colmaté.

6.4.9 Synthèse évaluation approfondie

Tableau 27 : synthèse des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon situé à l'aval de la prise des Aviolats

Indicateur	Note	Station retenue selon "worst case"
B1 - Biomasse du macrozoobenthos	Très bon	Les Aviolats
B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	Bon	Les Aviolats
B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos	Très bon	Les Aviolats
B4 - Familles d'insectes EPT	Bon	Les Aviolats
D1 - Débit minimal	Bon	Les Aviolats
H1 - Colmatage interne	Non évalué	_
P1 - Module poisson du SMG	Moyen	Les Aviolats
P2 - Echouage de poissons	Bon	Les Aviolats
P3 - Frayères	Bon	Les Aviolats
P4 - Reproduction de l'ichtyofaune	Indéfini	
P5 - Productivité piscicole	Bon	Les Aviolats
Q1 - Température de l'eau	Non évalué	_

Le Tableau 27 synthétise les résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon situé à l'aval de la prise des Aviolats (centrale Pont de la Tine).

Comme déjà mentionné, les éclusées à l'aval de la prise des Aviolats se produisent seulement quand la prise est saturée et sont en fait la propagation des variations de débit induites par la centrale des Diablerets. L'évaluation approfondie concerne donc les effets de la centrale des Diablerets.

Selon le module de l'aide à l'exécution, étant donné que seule une note moyenne est obtenue, <u>le tronçon allant de la prise des Aviolats à la prise des Farettes ne présente pas d'atteintes graves.</u>

6.5 Evaluation approfondie de la centrale des Diablerets à l'aval du rejet des Farettes

6.5.1 Indicateurs faune benthique

Les résultats des indicateurs liés à la faune benthique sont présentés en détail dans le chapitre 6.4.1 (centrale des Diablerets). Le Tableau 26 ci-dessous résume les valeurs obtenues.





Tableau 28 : Indicateurs B1 (biomasse effective en % de la biomasse cible), B2 (IBCH), B3 (zonation longitudinale) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	Biomasse (g/m²)	B1-Biomasse	B2-IBCH	B3-zonation	B4-EPT	Sp Liste Rouge
Amont Diablerets	23.04.2013	1175	2.22	60%	14	0.5	10	Aucune
Centrale « Diablerets »								
Amont STEP Diablerets	23.04.2013	1140	10.13	269%	14	0.1	11	Aucune
Les Aviolats	23.04.2013	1076	15.06	374%	13	0.1	8	Aucune
Usine Electrique Le Pont								
Amont Pont de la Tine	23.04.2013	819	12.31	224%	12	0.13	9	Aucune
Amont Aigle	03.04.2013	474	14.22	130%	15		9	Aucune
Centrale des Farettes								
Aval Centrale des Farettes	15.03.2013	450	8.81	75%	11	0.05	7	Aucune

6.5.2 Indicateur D1 - Débit minimal

Comme déjà mentionné pour l'aval du rejet de la centrale des Diablerets, étant donné que les eaux rejetées dans la Grande Eau par la centrale des Diablerets sont issues d'un bassin versant différent, il n'y a pas de problème de débit minimal. Il s'agit au contraire d'un apport d'eau supplémentaire.

Ainsi, l'aménagement n'est pas concerné par la problématique des débits résiduels et <u>l'indicateur D1 ne peut pas être évalué (=GRIS).</u>

6.5.3 Synthèse évaluation approfondie

Tableau 29 : Synthèse des résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon à l'aval de la centrale des Farettes influencé par la centrale des Diablerets.

Note	Station retenue selon "worst case"
Bon	Aval centrale Farettes
Moyen	Aval centrale Farettes
Très bon	Aval centrale Farettes
Moyen	Aval centrale Farettes
Indéfini	
Non évalué	_
Non évalué	
	Bon Moyen Très bon Moyen Indéfini Non évalué Non évalué Non évalué Non évalué Non évalué Non évalué

Comme déjà expliqué dans la situation, la centrale des Farettes ne dispose pas de capacité de rétention et turbine donc uniquement au fil de l'eau. Les légers effets d'éclusées mesurés à l'aval de son rejet sont issus de la centrale des Diablerets. <u>Cette situation demeurera inchangée lorsque la nouvelle centrale d'une capacité de 6.5 m³/s sera mise en service.</u>

Le Tableau 29 synthétise les résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon influencé par la centrale des Diablerets à l'aval du rejet de la centrale des Farettes. Seuls les indicateurs de faune benthique et le celui de débit minimal ont été évalués. Selon le module de l'aide à l'exécution, étant donné que seules deux notes





moyenne ont été obtenues, <u>le tronçon allant du rejet de la centrale des Farettes jusqu'au Rhône ne présente pas d'atteintes graves.</u>

De plus, partant du principe que l'évaluation approfondie n'a pas mis en évidence d'atteintes graves à l'aval direct du rejet de la centrale des Diablerets, le risque d'atteintes graves est encore moins élevé pour ce tronçon de plaine. En effet, le calcul des indicateurs hydrologiques a montré qu'au niveau du rejet de la centrale des Diablerets, le rapport Vé/p était de 5.32 alors que ce même rapport est seulement de 2.46 à l'aval du rejet de la centrale des Farettes. Par ailleurs, depuis le rejet de la centrale des Farettes jusqu'au Rhône, le cours d'eau est entièrement artificialisé, ce qui relativise encore le risque d'atteintes. Pour finir, il convient de rappeler que la centrale des Diablerets ajoute de l'eau d'un bassin versant extérieur dans la Grande-Eau. Cela implique qu'il n'y a pas à proprement parler de débit plancher, les bas débits étant les débits naturels du bassin versant.

6.6 Synthèse évaluation centrale des Diablerets

Finalement, d'après les résultats de l'évaluation approfondie, étant donné qu'aucun tronçon influencé par la centrale des Diablerets ne présente d'atteintes graves, <u>la centrale des Diablerets ne génère pas d'atteintes graves.</u>





7 Centrales Orbe

7.1 Situation

Source aux Rousse L'Orbe est une rivière du bassin du bassin rhénan. 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 coule dans la Vallée de Joux et vient former les lacs de Joux et lac Brenet.

Résurgence à Vallorbe À sa sortie du lac Brenet, la rivière s'infiltre dans un système karstique pour aboutir à la résurgence de Vallorbe quelques 200 mètres plus bas. A l'aval de Vallorbe, 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 bourgade, elle rejoint le Talent à Chavornay. Renommée Thielle depuis la jonction, elle traverse la plaine de l'Orbe par un canal rectiligne avant d'atteindre Yverdon-les-Bains puis le lac de Neuchâtel.

Rôle dans développement industriel L'Orbe a depuis longtemps été utilisée comme source d'énergie et a historiquement été liée au développement des industries de la région. Actuellement, du lac de Joux jusqu'à la plaine, l'essentiel de la chute est exploité.

Turbinage du lac de Joux La cuvette formée par la vallée de Joux ne disposant pas d'un exutoire visible, jusqu'à la construction des aménagements au début du siècle dernier, les eaux de l'Orbe et des autres petits affluents des lacs de Joux et de Brenet ne pouvaient s'échapper que par le réseau karstique dont les Grottes de Vallorbe constituent le point de sortie bien connu. La centrale de la Dernier appartenant à Romande Energie a donc deux fonctions : produire du courant de pointe et réguler le niveau des lacs de Joux et Brenet. Depuis le lac Brenet, lui même relié au lac de Joux, le turbinage se fait sous une chute de 245 m avec une capacité maximale de 13.5 m³/s. Les eaux sont rejetées dans l'Orbe juste en aval des grottes de Vallorbe. Suite à cela, le cours d'eau est turbiné au fil de l'eau par les Usines Métallurgiques de Vallorbe sur un pallier d'environ 2 m (capacité de 4 m³/s) et traverse le village de Vallorbe avant d'entrer dans la retenue du Day (lac du Miroir).

Jougnenaz

La retenue du Day (lac du Miroir) reçoit aussi les eaux de la Jougnenaz, rivière qui, après la frontière, franco-suisse est turbinée par deux fois : une première fois au fil de l'eau par Maillefer sur 5 m (débit moyen de 770 l/s) et une seconde fois par VO Energies qui profite de sa retenue d'environ 70'000 m³ utiles pour faire du turbinage de pointe sur 42 m de chute. A noter que le rejet de cette dernière installation se fait directement dans la retenue du Day (515'000 m³ utiles) et n'induit donc pas d'éclusées.

Les Clées et Montcherand En aval direct de la retenue du Day, l'alimentation de l'Orbe se fait par une dotation de 400 l/s au pied du barrage, alors que les eaux de la retenue sont turbinées en période de pointe par Romande Energie via deux paliers : la centrale des Clées (débit équipé de 21 m³/s et chute de 174 m) et la centrale de Montcherand (débit équipé de 18.5 m³/s et chute de 98 m) qui reprend les eaux turbinées par le palier précédent et les complète par un captage sur la rivière (capacité de 4 m³/s, moyenne de 0.25 m³/s). Il faut noter que cette centrale est équipée d'un bassin de compensation (25'000 m³ y compris le volume des 2 galeries) et que Romande Energie a pour obligation de turbiner au moins 2 m³/s en permanence en guise de dotation. Le rejet de la centrale de Montcherand se fait dans la





retenue de la centrale du Chalet (100'000 m³ largement occupés par des sédiments).

Chalet

La centrale du Chalet, exploitée par VO Energies, turbine les rejets de la centrale de Montcherand. Aujourd'hui, la retenue du Chalet ne sert plus qu'à augmenter la hauteur de chute (total : 17 m) alors que le turbinage (18 m³/s) est entièrement synchronisé avec celui de la centrale de Romande Energie par une régulation automatique. Cet aménagement peut donc être considéré comme fonctionnant au fil de l'eau.

Moulinets

A l'aval de la centrale du Chalet, l'Orbe entre dans la ville du même nom. VO Energies y a inauguré en 2013 la centrale des Moulinets d'une capacité de 22 m³/s pour une chute de 7 m. Cette nouvelle centrale est un aménagement au fil de l'eau.

Les Figure 31 et Figure 32 situent les aménagements mentionnés.

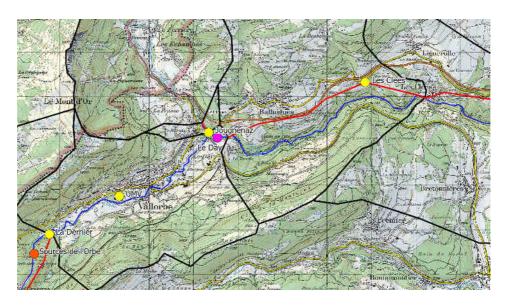


Figure 31 : Situation de l'Orbe avec limites du bassin versant (noir), galeries (rouge), centrales (jaune), réservoirs (magenta) et points de mesure de débit (orange).

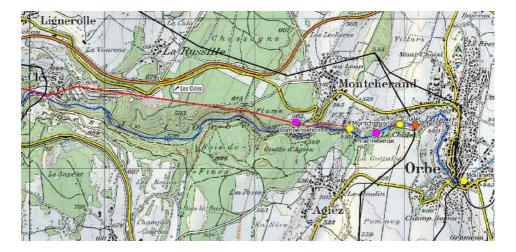


Figure 32 : Situation de l'Orbe avec limites du bassin versant (noir), galeries (rouge), centrales (jaune), réservoirs (magenta) et points de mesure de débit (orange).





7.2 Evaluation intermédiaire des atteintes

L'évaluation intermédiaire, dont le détail est consultable en Annexe V , conduit aux conclusions suivantes :

- Le tronçon " La Dernier Lac du Miroir" subit des éclusées induites par le turbinage de la centrale de La Dernier (Vé/p=6.17).
- Le tronçon à débit résiduel au niveau de la patinoire de Vallorbe subit des assèchements induits par la centrale des UMV.
- Le tronçon "centrale Chalet Thielle" subit des éclusées induites par le turbinage de la centrale de Montcherand (Vé/p=7.59).

Par ailleurs, il convient de préciser que les effets de marnage recensés pour le lac du Miroir (*Photo 28*) n'entrent pas dans la problématique d'assainissement des éclusées car celle-ci ne traite que des portions de cours d'eau situées à l'aval du rejet des centrales.



Photo 28: Marnage dans la retenue du Day (photo L. Ischy, 19.06.2013).

Ainsi, pour évaluer si l'Orbe est soumise à des atteintes graves nécessitant un assainissement, <u>l'évaluation approfondie est réalisée pour les centrales de La Dernier et de Montcherand. Par ailleurs, l'aménagement des UMV est aussi examiné.</u> Les résultats de ces évaluations sont présentés ci-dessous.

7.3 Evaluation approfondie centrale La Dernier

7.3.1 Localisation des stations de relevés benthiques

La station «Source Vallorbe » constitue une station de référence, située en amont de la Centrale La Dernier. Cette station possède une écomorphologie naturelle, mais se situe dans un tronçon à débit résiduel. « Aval La Dernier », permet d'apprécier la situation à l'aval de la Centrale du même nom ; son écomorphologie est également naturelle. « Aval Les Clées » se situe en aval de la prise d'eau Les Clées dans un tronçon à débit résiduel.





« Le Puisoir », soumise au régime des éclusées (marnage et débit résiduel), est en aval de la Centrale du Chalet. Quant à la dernière station sur l'Orbe, elle est dans un tronçon canalisé et rectiligne, en aval du barrage des Moulinets.

Les résultats obtenus pour les 4 indicateurs : B1, B2, B3 et B4 sont présentés dans les figures ci-dessous (code couleur : bleu=très bon, vert=bon, jaune=moyen, orange=médiocre, rouge=mauvais).

Tableau 30 : Stations de l'Orbe avec coordonnées géographiques.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	Coordonnées géographiques				
Source Vallorbe	24.04.2013	766	516'445/172'700				
Centrale « La D	ernier »						
Aval La Dernier	04.04.2013	739	517'502/173'405				
Aval Les Clées	04.04.2013	550	525'929/175'828				
Centrale « Le Chalet »							
Le Puisoir	05.03.2013	448	530'303/175'635				
Le barrage des I	Le barrage des Moulinets						
Aval Moulinets	03.04.2013	440	566'273/129'869				

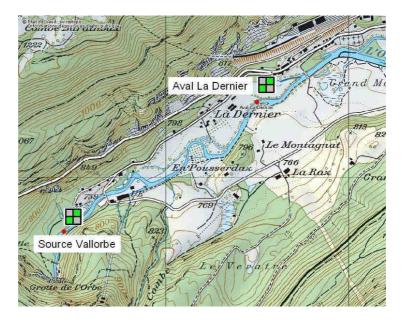


Figure 33 : Stations « Source Vallorbe » et « Aval La Dernier » avec les résultats obtenus en partant en haut à gauche du symbole carré, dans le sens des aiguilles d'une montre : B1, B2, B3 et B4. Les carrés grisés indiquent des résultats obtenus, mais non valides selon la méthode.





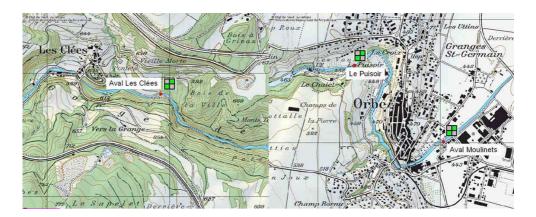


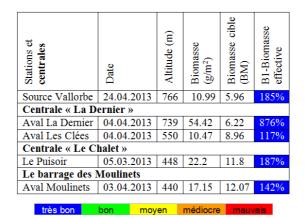
Figure 34 : Station « Aval Les Clées » (carte de gauche), stations « Le Puisoir » et « Aval Moulinets » (carte de droite), avec les résultats obtenus en partant en haut à gauche du symbole carré, dans le sens des aiguilles d'une montre : B1, B2, B3 et B4. Les carrés grisés indiquent des résultats obtenus, mais non valides selon la méthode.

7.3.2 Indicateur B1 - Biomasse du macrozoobenthos

La biomasse effective est bien plus élevée que la biomasse cible (BM) et l'appréciation ne peut être prise en compte. En effet, selon les indications du module « Assainissement des éclusées », l'évaluation ne convient pas pour les cours d'eau du Jura, qui ne figurent pas parmi les données établies pour l'Autriche. L'étude des données de biomasse mesurée dans les cours d'eau du Jura (Canton de Berne, Jura et Bâle Campagne) a montré que ces valeurs s'écartent de la relation entre altitude et biomasse rencontrée dans l'écorégion des Alpes. Les résultats obtenus ci-dessous sont présentés à titre indicatif uniquement.

Comme déjà mentionné, selon les indications du module, la biomasse du macrozoobenthos diminue en général avec l'altitude. C'est plus ou moins le cas ici, si l'on excepte les 2 stations « Aval La Dernier » et « Le Puisoir », toutes deux en aval de centrales (La Dernier et Le Chalet) où les biomasses sont abondantes, probablement dues aux nombres de gammares présents : respectivement 1270 et 640 individus.

Tableau 31 : Indicateurs B1 : biomasse effective en % de la biomasse cible permet d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.



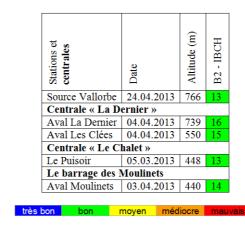




7.3.3 Indicateur B2 - Module Macrozoobenthos du SMG

Les résultats obtenus avec l'IBCH indiquent une bonne qualité biologique des eaux dans toutes les stations de l'Orbe. L'indice légèrement inférieur observé à la station «Source Vallorbe » reflète la situation particulière de cette station qui est à considérer comme « proche d'une source » de part la résurgence de l'Orbe. En effet, un certain nombre d'espèces sont typiques des sources (*Dictyogenus alpinum*- plécoptère, *Agapetus fuscipes* et *Synagapetus dubitans* – trichoptères).

Tableau 32 : Indicateurs B2 : indice IBCH calculé sur la base du module Macrozoobenthos du SMG qui permet d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessus.



L'IBCH obtenu à la station « Le Puisoir » devrait être supérieur à 13, mais c'est une station qui subit un marnage. L'indice devrait légèrement augmenter de l'amont vers l'aval ou rester stable depuis « Aval La Dernier ».

7.3.4 Indicateur B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos

Les données utilisées et le programme développé sont autrichiens et les mêmes restrictions que pour la biomasse s'appliquent ici avec le calcul de la zonation longitudinale. L'écorégion Jura n'est pas pris en compte dans la calibration du programme ECOPROF.

Tableau 33 : Indicateurs B3 : zonation longitudinale du macrozoobenthos. La valeur 3.0 de la zonation cible représente l'épirhithral, la zone à truite ; la valeur 4.0 le métarhithral et la valeur 5.0 l'hyporhithral. L'écart par rapport à la valeur cible permet d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Stations et centrales	Date		Altitude (m)	IZI	Zonation cible	Ecart à la valeur cible		
Source Vallorbe	24.	04.2013	766	3.99	3.0	0.99		
Centrale « La D	Centrale « La Dernier »							
Aval La Dernier	04.	04.2013	739	4.13	5.5	1.4		
Aval Les Clées	04.	04.2013	550	3.50	4.0	0.5		
Centrale « Le C	hale	t »						
Le Puisoir	05.	03.2013	448	4.13	5.0	0.9		
Le barrage des Moulinets								
Aval Moulinets	03.	04.2013	440	4.20	4.0	0.2		
trào han mayan mádiagra mayana								

Le calcul de la zonation cible à partir des données de morphologie des stations ne respecte pas la zonation longitudinale naturelle de l'amont vers l'aval, soit une augmentation graduelle de la zonation cible. Or, ici, un mélange des zones est obtenu pour l'Orbe : 3.0, puis 5.5, suivis de 4.0, 5.0 et à nouveau 4.0, ce qui est illustré à l'aide du graphe ci-dessous.

Ceci peut être interprété comme un problème structurel dans la morphologie de la rivière.

Par ailleurs, l'IZL, le calcul effectué à partir de la faune en place, présente des résultats surprenants : l'IZL obtenu place la faune présente dans les zones comprises entre 3.5 et 4.2, soit entre la fin du metarhithral et le haut du potamal. Or, en fonction de notre connaissance de l'Orbe et de son écomorphologie, la faune devrait indiquer une zonation des stations entre l'épirhithral et le métarhithral.

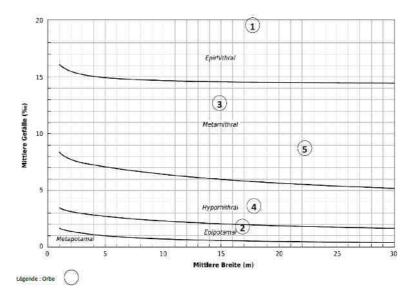


Figure 35 : Représentation des valeurs obtenues pour les zones cibles pour les 5 stations de l'Orbe, de l'amont vers l'aval : 1 : Source Vallorbe ; 2 : Aval Dernier ; 3 : Aval les Clées ; 4 : Aval Chalet ; 5 : Aval Moulinet.

L'appréciation finale ne peut pas être prise en compte.





7.3.5 Indicateur B4 - Familles d'insectes EPT

Date	Altitude (m)	Ephémère	Plécoptère	Trichoptère	B4 - EPT		
24.04.2013	766	2	3	7	12		
rnier »							
04.04.2013	739	2	5	5	12		
04.04.2013	550	2	3	6	11		
alet »							
05.03.2013	448	2	2	7	11		
Le barrage des Moulinets							
03.04.2013	440	4	2	6	12		
	rnier » 04.04.2013 04.04.2013 alet » 05.03.2013 Ioulinets	rnier » 04.04.2013 739 04.04.2013 550 alet » 05.03.2013 448 Ioulinets	rnier » 04.04.2013 739 2 04.04.2013 550 2 alet » 05.03.2013 448 2 Ioulinets	rnier » 04.04.2013 739 2 5 04.04.2013 550 2 3 alet » 05.03.2013 448 2 2 Ioulinets	rnier » 04.04.2013 739 2 5 5 04.04.2013 550 2 3 6 alet » 05.03.2013 448 2 2 7 Ioulinets		

L'appréciation basée sur le nombre de famille EPT indique une bonne qualité biologique des eaux pour toutes les stations considérées. Cependant, compte tenu du potentiel de cette rivière, le nombre de familles d'éphémère et de plécoptère est très faible pour une rivière comme l'Orbe. En effet, compte tenu de la température de l'eau proche de la source à Vallorbe, de sa morphologie naturelle de la majorité de son cours de Vallorbe jusqu'à Orbe, de la diversité des habitats, ce nombre de familles sensibles devrait être bien plus important. Le nombre de famille de trichoptère, quant à lui, correspond à ce

7.3.6 Espèces de la Liste Rouge

que l'on devrait trouver.

Les plécoptères préfèrent généralement les eaux froides à température stable, mais ils vivent également dans les eaux plus chaudes du Plateau où leur diversité et abondance ont fortement reculé ces 100 dernières années⁵.

Parmi les plécoptères identifiés en 2013, 2 espèces de Perlidae, *Dinocras cephalotes* et *D. megacephala* « Source Vallorbe » est la seule station du canton de Vaud où *Dinocras cephalotes* est trouvée régulièrement depuis 1990 (début des prélèvements benthiques du laboratoire). Dans les quelques autres stations du canton, elles ne le sont que ponctuellement. A cette même station, un trichoptère de la famille des Glossossomatidae : *Synagapetus dubitans*, espèce typique des sources, se trouvant dans la catégorie espèce potentiellement menacée a été identifié.

Dinocras megacephala a été trouvée pour la 1ere fois à « Aval La Dernier ». Comme cette espèce fait partie des espèces figurant sur la Liste Rouge comme espèce menacée (VU), une attention particulière doit être portée à cette station. Cette station, « Aval La Dernier », abrite également *Protonemura meyeri* (plécoptère) dans la même catégorie de la Liste Rouge, ainsi que *Nemoura avicularis*, espèce fortement menacée (EN). Restreinte à l'arc jurassien et au Nord des Alpes, cette espèce est typique des zones de source (crénon) et d'épirhitron.

Le tableau ci-dessous répertorie les espèces figurant sur la Liste Rouge.

⁵ Lubini V., Knispel S. & Vinçon G. 2012. Les plécoptères de Suisse : identification et distribution. Fauna Helvetica 27, CSCF & SEG, Neuchâtel.





Tableau 34 : Espèce de la Liste Rouge : Catégorie : NT=potentiellement menacé ; VU=menacé ; EN= fortement menacé.

Station	Dates	Altitude (m)	Sp Liste Rouge	Catégorie
Source Vallorbe	2013	766	Protonemura meyeri	VU
			Synagapetus dubitans	NT
Aval La Demier	2013	739	Nemura avicularis	EN
			Protonemura meyeri	VU
			Dinocras megacephala	VU
Le Puisoir	2010, 2013	448	Protonemura meyeri	VU

7.3.7 Résumé indicateurs faune benthique

Tableau 35 : Indicateurs B1 (biomasse effective en % de la biomasse cible), B2 (IBCH), B3 (zonation longitudinale) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.

Stations et centrales	Date	Altitude (m)	Biomasse (g/m²)	B1-Biomasse	B2-IBCH	B3-zonation	B4-EPT	Sp Liste Rouge
Source Vallorbe	24.04.2013	766	10.99	185%	13	0.99	12	2 sp
Centrale « La Do	ernier »							
Aval La Dernier	04.04.2013	739	54.42	876%	16	1.4	12	3 sp
Aval Les Clées	04.04.2013	550	10.47	117%	15	0.5	11	Aucune
Centrale « Le Cl	halet »							
Le Puisoir	05.03.2013	448	22.2	187%	13	0.9	11	1 sp
Le barrage des M	Moulinets							
Aval Moulinets	03.04.2013	440	17.15	142%	14	0.2	12	Aucune

très bon bon moyen médiocre mauvais

L'indicateur B1 nous informe que l'Orbe est une rivière très productive, les indicateurs B2 (IBCH) et B4 (nombre de famille d'EPT) indiquent une bonne qualité biologique des eaux. Pour rappel, selon les indications du module « Assainissement des éclusées », il n'existe pas de base suffisante pour l'évaluation des cours d'eau du Jura qui s'écartent fortement de la relation proposée.

L'Orbe est également une rivière très particulière en terme de diversité faunistique. De part sa naissance dans le Jura et son parcours jusqu'au Lac de Joux (cours supérieur), puis sa disparition dans le réseau karstique pour ressurgir à Vallorbe et finir dans le Lac de Neuchâtel (cours inférieur), elle possède des faunes particulières et très différentes dans ses deux parcours (cours supérieur et inférieur). Si l'Orbe était naturelle et intacte, les indices utilisés (IBCH, EPT) devraient tous être dans la catégorie de très bonne qualité, voir sortir de la méthode. Donc, dans la situation actuelle, obtenir une bonne qualité écologique reflète des perturbations pour cette rivière, ce qui est souligné par l'indicateur B3.

A sa résurgence, le milieu est un mélange de milieu de source (présence d'espèces indicatrices) et d'espèces de l'épirhithral : il y a correspondance entre la zone cible, l'IZL





calculé et la faune effectivement échantillonnée. En descendant le cours de la rivière jusqu'à Orbe, on se situe entre l'épirhithral et le métarhithral, ce qui n'est pas reflété, ni par la zone cible et ni par l'IZL calculé. B3, qui sort du périmètre géographique de la méthode autrichienne, nous indique cependant qu'il y a un problème structurel dans la morphologie de la rivière et dans la zonation longitudinale de la faune, une inadéquation qu'il serait intéressant d'étudier de plus près.

La présence de 4 espèces de la Liste Rouge, ainsi que la liste d'espèce indiquent un excellent potentiel écologique, notamment à la station « Aval La Dernier ».

7.3.8 Indicateur D1 - Débit minimal

Du point de vue des débit minimaux, la centrale de La Dernier est un cas particulier. En effet, la retenue composée des lacs de Joux et Brenet étant naturelle, une partie de l'eau stockée s'échappe par les conduits karstiques et ressort par les sources de l'Orbe en amont du rejet de la centrale de La Dernier.

Ainsi, l'aménagement n'est pas concerné par la problématique des débits résiduels et <u>l'indicateur D1 ne peut pas être évalué (=GRIS).</u>

7.3.9 Indicateur H1 - Colmatage interne

L'évaluation de l'indicateur H1 (colmatage interne) a été effectuée en mars 2014, lorsque le débit était faible (environ 3 m³/s) et qu'une partie du lit était exondée.

Tronçon de référence

Sur ce tronçon, le substrat est dominé par les éléments grossiers (blocs, pierre, galets) et le taux de recouvrement de ce substrat par les bryophytes est très important (Photo 29 et Photo 30). Les surfaces de graviers libres sont faibles. Le substrat sous-jacent est à dominance grossière (pierres, graviers), avec une faible quantité de sable et l'absence de dépôts cohésifs (limons, argiles). Le colmatage interne est absent (Photo 31).



Photo 29 : Lit de l'Orbe en aval des grottes de Vallorbe avec un fort recouvrement par les bryophytes







Photo 30 : Lit de l'Orbe en aval des grottes de Vallorbe avec un fort recouvrement par les bryophytes.



Photo 31 : Colmatage interne absent/nul sur le tronçon de référence.

Tronçon soumis aux éclusées

Sur ce tronçon, le substrat est dominé par les pierres, les galets et les graviers. Les blocs se trouvent plutôt en rive (aménagement du pied de berge). Le taux de recouvrement du substrat par les bryophytes reste important (Photo 32 et Photo 33), mais l'on trouve plus de bancs de graviers libres pouvant servir de frayères. Dans la partie naturelle avec une alternance de radiers et de mouilles et la présence de méandres, les bancs de galets/graviers se trouvant en intrados sont partiellement exondés par débit réduit, ce qui n'est pas le cas dans la partie canalisée en aval.

Le substrat sous-jacent (pierres, graviers, sables) est non consolidé. Les interstices vides sont dominants et les dépôts cohésifs (limons, argiles) sont absents. L'appréciation obtenue est VERT (faible colmatage interne, Photo 34) pour le tronçon soumis aux éclusées.



Photo 32: Lit de l'Orbe en aval de la centrale de la Dernier.







Photo 33 : Lit de l'Orbe au niveau de la patinoire de Vallorbe.



Photo 34 : Colmatage interne faible sur le tronçon soumis à éclusées.

7.3.10 Indicateur P1 - Module poisson du SMG

L'évaluation de l'indicateur P1 se base sur les résultats de la pêche électrique qui a été réalisée le 16 novembre 2012 sur la station d'inventaire "Vallorbe" ainsi que sur la pêche réalisée le 14 août 2013 sur la station de référence "Source Vallorbe".

Les résultats des pêches sont présentés pour les truites sous la forme d'histogramme de fréquence de longueur (Annexe VI). L'évaluation des 4 paramètres du module poissons - niveau R est donnée dans le tableau ci-dessous (Tableau 36).

A noter que les exigences requises pour utiliser l'indicateur P1 sont en grande partie respectées :

- La qualité de l'eau dans le tronçon étudié répond aux exigences de l'OEaux. La qualité biologique de l'eau sur la station de référence "source Vallorbe", présentant une qualité de l'eau similaire mais ne subissant pas l'effet d'éclusées, est bonne à très bonne.
- Le tronçon à éclusées comporte encore des portions possédant une morphologie proche de l'état naturel sur sa partie amont et l'Orbe dans la traversée de Vallorbe présente un tracé rectifié qui est qualifié de peu atteint du point de vue écomorphologique.





Tableau 36 : Indicateur P1 - Evaluation de l'état écologique de l'Orbe à Vallorbe à l'aide des poissons selon le SMG.

		Cours d'eau	Orbe	Orbe
		n° station référence	-	51
Paramètre évaluation		Lieu-dit	Source Vallorbe	Aval La Dernier
	a)	Composition de l'ictyofaune	0	0
Paramètre 1	b)	Dominance des espèces	0	0
		somme	0	0
	a)	Structure de la population de truite fario	0	3
Paramètre 2	b)	Autres espèces indicatrices	-	-
		moyenne	0	3
	a)	Densité de population de truites fario	0	2
Paramètre 3	b)	Densité de population des autres espèces indicatrices	-	-
		moyenne	0	2
Paramètre 4		Déformations / Anomalies	0	0
		NOTE GLOBALE	0	5

Tronçon de référence

Sur la station de référence, la composition de l'icthyofaune correspond à la zone à truites, même si on peut noter l'absence du chabot. La structure de la population de truite est considérée comme excellente et les truitelles de l'année sont visiblement sous représentées dans la pêche (biais d'échantillonnage). La densité de la population de truites fario est considérée comme forte (plus de 4'000 ind./ha capturés). Finalement aucune déformation ou anomalie n'a été relevée. <u>L'appréciation obtenue est BLEU (=très bon)</u> pour le tronçon de référence.

Tronçon soumis aux éclusées

Sur le secteur soumis aux éclusées, la densité de truitelles 0⁺, ainsi que le rapport 0+/>0+ conduisent à une note de 3. La densité de truites fario est deux fois plus faible que sur la station de référence, mais elle reste moyenne (note de 2). A noter, qu'aucun repeuplement en truitelles n'est réalisé sur ce tronçon de l'Orbe et que les densité de 0⁺ observées en été-automne sont naturelles. L'ombre de rivière est présent sur ce tronçon de l'Orbe, mais il s'observe principalement à l'embouchure dans le lac du Day. Les données récoltées en amont de Vallorbe ne permettent pas d'évaluer la structure de cette population et il n'a pas été tenu compte de cette espèce indicatrice dans le tableau cidessus. L'appréciation obtenue est VERT (=bon) pour le tronçon soumis aux éclusées.

7.3.11 Indicateur P2 - Echouage de poissons

L'indicateur P2 (échouage) détermine, en se fondant avant tout sur des calculs hydrauliques, quelles surfaces sont mises à sec lors de la diminution du débit et à quelle vitesse la mise à sec a lieu, ainsi que le risque d'échouage résultant pour les poissons.





Modélisation hydraulique

Dans le cas de l'Orbe en aval de la centrale de la Dernier, des profils en travers ont été relevés en mars 2014 sur deux secteurs définis suite à un repérage avec le garde-pêche et qui présentaient un risque d'impact étant donné leur morphologie.

- un secteur naturel au droit de la station IBCH 2013 "Aval La Dernier", dans une courbe, avec une morphologie asymétrique (9 profils, Figure 36);
- un secteur canalisé connu comme lieu de frai important situé au niveau de la patinoire de Vallorbe, en amont de la restitution du canal des UMV (9 profils, Figure 37).



Figure 36 : Emplacement des profils relevés au lieu dit "La Dernier".



Figure 37 : Emplacement des profils relevés au niveau de la patinoire.

Pour chacun des deux secteurs étudiés, un modèle unidimensionnel HEC-RAS est construit. Sur ces modèles une relation débit-niveau est établie et permet le calcul des vitesses de descente à partir des séries de débits.

Les conditions de débit considérées pour le modèle de La Dernier sont les suivantes :

- Qéclusées = 15.3 m³/s (résultats analyse HYDMOD-FIT)
- Qplancher = 1.77 m³/s (résultats analyse HYDMOD-FIT)

Par ailleurs, les débits des années 2009-2012 à pas de temps 15 min sont utilisés pour l'analyse des vitesses de descente.

Les conditions de débit considérées pour le modèle au niveau de la patinoire sont les





suivantes:

- Qéclusées = $15.3 4 = 11.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ($15.3 \text{ étant repris du tronçon amont et } 4 \text{ m}^3/\text{s}$ étant la capacité de captage des UMV)
- Q_{plancher} = 0.76 m³/s (dotation du captage des UMV)

Par ailleurs les débits des années 2009-2012 à pas de temps 15 min sont utilisés pour l'analyse des vitesses de descente.

Le calcul des vitesses de descente est effectué en prenant le quantile 50% des vitesses de descente maximales quotidiennes sur des semaines avec éclusées et pendant l'étiage.

Les Figure 38 à Figure 43 ci-dessous présentent les résultats.



Figure 38 : Résultats HEC-RAS pour "La Dernier". Surface mouillée sous débit d'éclusée (rouge), surface mouillée sous débit plancher (violet).

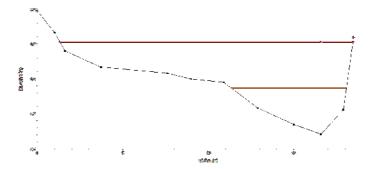


Figure 39 : Résultats HEC-RAS pour "La Dernier". Exemple de section modélisée avec niveaux éclusée/plancher.





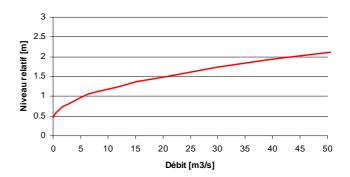


Figure 40 : Relation débit-niveau selon modèle HEC-RAS pour La Dernier.

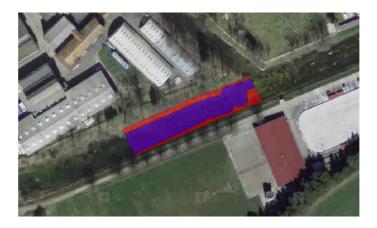


Figure 41 : Résultats HEC-RAS au niveau de la patinoire. Surface mouillée sous débit d'éclusée (rouge), surface mouillée sous débit plancher (violet).

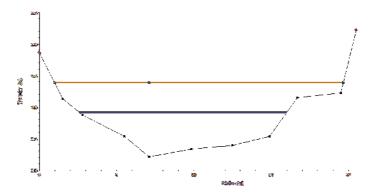


Figure 42 : Résultats HEC-RAS au niveau de la patinoire. Exemple de section modélisée avec niveaux éclusée/plancher.





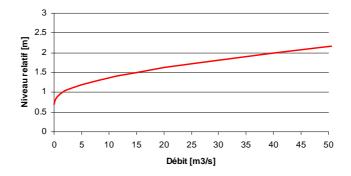


Figure 43 : Relation débit-niveau selon modèle HEC-RAS au niveau de la patinoire.

Pour le tronçon modélisé au lieu-dit "La Dernier", les résultats sont les suivants :

- Vitesse de descente > 0.5 cm/min
- Surface mise à sec entre débit d'éclusée et débit plancher = 54%
- Pas de dépressions mises à sec
- Pas d'évaluation du nombre de poissons échoués

Pour le tronçon modélisé situé à l'amont du canal de rejet des UMV, les résultats sont les suivants :

- Vitesse de descente > 0.5 cm/min
- Surface mise à sec entre débit d'éclusée et débit plancher = 30%
- Pas de dépressions mises à sec
- Pas d'évaluation du nombre de poissons échoués

Observations GREN et gardes-pêche

Les surfaces mises à sec durant le débit plancher dépendent de l'importance des apports naturels à la sortie des gorges de Vallorbe. Lors des relevés effectués en mars 2014, les apports naturels étaient de l'ordre de 3 m³/s (selon mesures Romande Energie pour le 06.03.2014), alors que le débit plancher obtenu par HYDMOD-FIT est de 1.77 m³/s.

Les surfaces mises à sec dépendent également de la configuration du lit de l'Orbe. Ces surfaces sont maximum dans les parties naturelles sinueuses (intrados mis à sec, Photo 35 et Photo 36), plus faibles dans les parties naturelles plus rectilignes (Photo 37) et encore plus réduites dans les parties canalisées (Photo 38). Avec le débit d'éclusées (15.3 m³/s), la totalité du lit est en eau.







Photo 35 : Intérieurs de courbes (intrados) mises à sec avec un débit de 3 m^3/s .



Photo 36 : Intérieurs de courbes (intrados) mises à sec avec un débit de 3 m^3/s .



Photo 37 : Parties rectilignes avec un débit de 3 m³/s. Faibles surfaces mises à secs.







Photo 38 : Parties rectilignes avec un débit de 3 m³/s. Faibles surfaces mises à secs.

A partir des résultats de modélisation et des observations de terrain, le pourcentage des surfaces mises à sec peut être évalué en moyenne de l'ordre de 10% pour l'ensemble du tronçon soumis aux éclusées (état bon, voire excellent), même si ce pourcentage peut être localement supérieur à 30% (état moyen-mauvais).

Les observations réalisées par les gardes-pêche et par Gren n'ont pas permis de constater que des truitelles s'échouaient en fin d'éclusées lors du retour au débit plancher. D'une part, il est très difficile voire impossible de retrouver des alevins de 3cm dans les galets et les graviers, d'autre part la configuration du lit présente peu de cuvettes et dépressions où des poissons risquent d'être piégés. La seule observation réalisée correspond à une juvénile de cyprinidé piégés dans des dépressions situées à l'arrière des enrochements qui protègent la rive (voir Photo 39 et Photo 40).

Les données à disposition ne permettent pas de déterminer si le nombre de poissons échoués pour 100 m est inférieur à 5 (état moyen-mauvais).



Photo 39 : Dépressions à l'arrière de la protection de berge avec un juvénile piégé le 06.03.2014.







Photo 40 : Dépressions à l'arrière de la protection de berge avec un juvénile piégé le 06.03.2014.

Appréciation globale indicateur P2

La note de l'indicateur P2 est obtenue à partir des trois critères que sont le pourcentage des surfaces mises à sec, la vitesse de diminution du débit et le nombre de poissons échoués. L'appréciation se fait en extrapolant les résultats de la modélisation à tout le tronçon et en les validant par les observations de terrain :

- Le pourcentage des surfaces mises à sec, bien que supérieur à 30 % sur le secteur étudié à La Dernier est globalement inférieur à 30 % et se retrouve donc évalué "bon".
- La vitesse de diminution du débit est globalement supérieure à 0.5 cm/min et se retrouve donc évaluée "moyen-mauvais"
- Il n'a pas été possible d'évaluer le nombre de poissons échoué par 100 m.

Au final, même si le nombre de poissons échoué n'a pas pu être évalué et tenant compte de la faible proportion de linéaire pouvant potentiellement engendrer de l'échouage, <u>l'appréciation obtenue est JAUNE (=moyen).</u>

7.3.12 Indicateur P3 - Frayères

Modélisation hydraulique

Sur la base des modèles HEC-RAS réalisés pour le calcul de l'indicateur P2 et sur la base de relevés granulométriques, il est déterminé si le substrat pouvant servir de support aux frayères risque d'être emporté par les éclusées. Les débits d'éclusées considérés sont identiques à ceux de l'indicateur P2.

Les résultats sont les suivants :

- Pour le secteur de La Dernier, le diamètre moyen obtenu par les relevés est de 3 cm. Selon les vitesses et contraintes issues des résultats HEC-RAS, le substrat n'est entrainé dans aucun des profils sous le débit d'éclusée (15.3 m³/s).
- Pour le secteur de la patinoire de Vallorbe, le diamètre moyen obtenu par les relevés est de 2 cm. Selon les vitesses et contraintes issues des résultats HEC-RAS, le substrat n'est entrainé dans aucun des profils sous le débit d'éclusée (11.3 m³/s).





Observations GREN

L'indicateur P1 a fourni des informations sur la structure et la densité de la population de truites de rivière de ce tronçon soumis à éclusées (1'800 truites/ha pour une biomasse d'environ 150 kg/ha avec une proportion d'individus adultes de l'ordre de 5 à 10%), tandis que l'indicateur P5 fournit une estimation théorique de la population piscicole escomptée (état cible = 3 RAH soit au minimum 180 kg/ha).

Sur la base des indicateurs P1 et P5, cette population a besoin de 100-150 truites adultes par hectare pour assurer sa pérennité, soit 50-75 femelles. Une femelle génitrice ayant besoin d'au minimum d'une surface de 2.3 m² pour frayer, la superficie des frayères doit être d'au minimum 150 m² par hectare, ou environ 25 m² pour 100 m linéaire de cours d'eau.

Le parcours de l'ensemble du tronçon soumis aux éclusées montre que des surfaces graveleuses propices au frai sont présentes et assez abondantes, que ce soit sur la partie naturelle (Photo 41 et Photo 42) ou sur la partie canalisée (Photo 43 et Photo 44). Pour rappel, la valeur de ce tronçon, à l'exception de la retenue du Day, est qualifiée de très importante pour la reproduction de la truite de rivière. Les observations montrent également que la majorité de ces frayères potentielles ne se retrouvent pas à sec en situation d'étiage et de débit plancher. D'autres part, le substrat graveleux des zones de frai n'est pas mobilisé lors des éclusées.



Photo 41 : *Frayères potentielles de plus de* 10 m² *situées sur la partie naturelle.*



Photo 42 : *Frayères potentielles de plus de* 10 m² *situées sur la partie naturelle.*







Photo 43 : Frayères potentielles situées sur la partie canalisée au niveau de la patinoire.



Photo 44 : Frayères potentielles situées sur la partie canalisée au niveau de la patinoire.

Appréciation globale indicateur P3

Suite aux résultats de la modélisation et aux observations de terrain, il est estimé que les besoins en surface de la population de truites de rivière dans l'état actuel et dans l'état cible est en grande partie rempli et correspond à un état bon voire excellent pour cet indicateur. L'indicateur P4, utilisé à titre d'indicateur global, est également évalué comme bon à excellent, ce qui permet de confirmer l'évaluation de l'indicateur P3.

Ainsi, <u>l'appréciation obtenue est VERT (=bon).</u>

7.3.13 Indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune

L'indicateur P4 complète l'indicateur P1 en analysant et en appréciant la densité d'alevins de truites au moment où ils émergent des graviers. Pour la truite de rivière, le succès de la reproduction fait l'objet de relevés au moyen d'une pêche électrique Sur la base de l'enregistrement des températures de l'eau de l'Orbe à Vallorbe et du nombre de degré-jours nécessaires entre la date de frai et l'émergence des truitelles (environ 520 degré-jours), la pêche a été réalisée par Gren le 10 avril 2014 sur 2 stations:

- un secteur naturel situé juste en amont de la station inventaire "Vallorbe";
- un secteur canalisé situé au niveau de la patinoire de Vallorbe juste en aval de zones de frai connues.

Le débit de l'Orbe était assez élevé (12 m3/s) et les alevins se tenaient tout contre la rive. 40 coups d'anodes ont été effectués le long de la rive droite sur chacune des deux





stations sur un linéaire total de 270 m (voir Tableau 37).

Les alevins de truites pêchés étaient de petite taille (25-28 mm), mais il n'avaient plus de reste de sac vitellin (voir Photo 45). Les densités d'alevins pêchées exprimées en "catch per unit effort" sont comprises entre 0.78 et 1.13, soit un état bon (VERT) à excellent (BLEU).



Photo 45 : Alevin de truite fario de l'Orbe capturé en amont de Vallorbe le 23 avril 2014.

Tableau 37 : Indicateur P4 - Evaluation de la reproduction de la truite de rivière dans l'Orbe à Vallorbe

Station	Linéaire pêché	Nombre "coup anode"	Nombre alevins truites	Taille alevins truites	CPUE alevins truites
Amont station inventaire "Vallorbe"	Rive droite sur 170 m	40	31	25-28 mm	0.78
Patinoire Vallorbe	Rive droite sur 100 m	40	45	25-28 mm	1.13

7.3.14 Indicateur P5 - Productivité piscicole

Les données requises pour calculer le facteur de bonification B ont été collectées avec celles de l'indicateur B1 sur les 2 stations IBCH 2013 (source Vallorbe et Aval La Dernier), en appliquant l'échelle selon Roth (1966), corrigée selon Vuillet (1997) pour obtenir Bmod.

Le facteur température a été calculé d'après Vuille (1997) en utilisant les températures mensuelles moyennes minimum et maximum disponibles pour les 2 stations équipées de loggers en 2013 (RTV_040 = Sources Vallorbe et Aval La Dernier).

Le facteur habitat a été calculé d'après Vuille (1997) en utilisant les paramètres VAR, HAB et LIB disponibles dans la base de données cantonale. Le tronçon de référence est divisé en 2 sous-tronçons du point de vue du facteur habitat, tandis que le tronçon soumis aux éclusées est divisé en 7 sous-tronçons. A noter également qu'un facteur de correction RQ de 0.8 a été appliqué au facteur habitat pour le tronçon soumis aux éclusées.

Finalement, le facteur de zonation piscicole a été déterminé sur la base de la pente moyenne et de la largeur moyenne de ce tronçon de l'Orbe.





Le rendement annuel à l'hectare calculé pour le tronçon de référence et le tronçon soumis aux éclusées est donné dans le Tableau 38. Les résultats montrent que la biomasse du macrozoobenthos est sensiblement plus élevée sur la station "Aval La Dernier" que sur la station de référence, tandis que le facteur habitat est un peu inférieur sur le tronçon soumis aux éclusées, surtout si l'on applique le facteur de correction RQ de 0.8. Quoiqu'il en soit, le rendement annuel à l'hectare est de l'ordre de 60 kg/ha sur le tronçon de référence et il est paradoxalement plus élevé sur le tronçon soumis aux éclusées (évalués entre 60 et 144 kg/ha pour les différents sous-tronçons).

Pour un cours d'eau situé entre 500 et 1'000 m d'altitude, un RAH de plus de 40 kg/ha correspond à un état excellent (BLEU) en se fondant sur les données de bonification des eaux soumises à patente du canton de Berne et la base de données de bonification du Service de la chasse et de la pêche du canton des Grisons.

Tableau 38 : Indicateur P5 - Evaluation du rendement annuel à l'hectare (RAH) dans l'Orbe à Vallorbe.

Tronçon	Altitude msm	B (g/m2)	Bmod	Tk1	k1	k2	RQ	k3	RAH
Source Vallorbe "référence"	760-750	10.99	3.5	35	1	1.6/1.9	1	1	50 à 66
La Dernier - Barrage du Day	750-741	54.42	7.5	32	1	1 à 1.6	0.8	1 à 1.5	60 à 144

7.3.15 Indicateur Q1 - Température de l'eau

L'indicateur Q1 qui quantifie les variations de température de l'eau dues aux éclusées est évalué sur la base de mesures à résolution 15 minutes enregistrées par deux stations situées à l'amont (CN 516'445 / 172'700) et à l'aval (CN 517'235 / 173'102) du rejet de la centrale de La Dernier. Les mesures sont disponibles sur la période allant du 31.01.2013 au 31.12.2013 avec une absence de mesures entre fin juillet et début octobre pour la station de mesure située à l'aval du rejet.

La Figure 44 met en relation les températures mesurées à l'amont et à l'aval du rejet de La Dernier avec le débit turbiné par la centrale (d'une capacité de 13.5 m³/s). Lors de phases sans turbinage, les deux mesures de température sont presque confondues alors qu'en période de turbinage, les écarts peuvent être très importants (jusqu'à +7°C à la fin juin). Il est intéressant de noter que durant les mois froids, le turbinage refroidit les eaux de l'Orbe, alors que durant la saison chaude, l'inverse se produit. Cela s'explique par le fait que l'eau turbinée par la centrale de La Dernier est captée dans le lac Brenet par une prise d'eau située dans une zone de faible profondeur. Autour de la prise, l'eau est donc fortement influencée par les conditions atmosphériques, ce qui n'est pas le cas des eaux sortant des sources de Vallorbe qui subissent des conditions très différentes en cheminant par le réseau karstique.





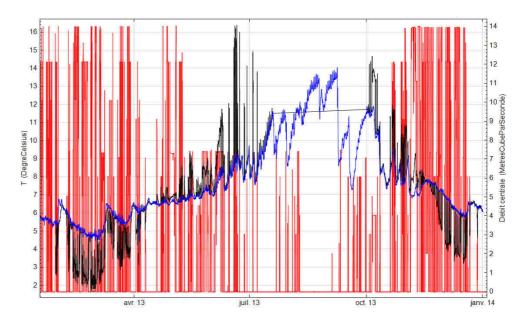


Figure 44 : Mise en relation de la température mesurée à l'amont du rejet de La Dernier (bleu), à l'aval du rejet de La Dernier (noir) avec le turbinage de La Dernier (rouge). Février-décembre 2013.

Approche "court terme"

L'analyse des effets court terme est effectuée à l'aide des feuilles Excel fournies par l'OFEV à partir des données de la station de mesure située à l'aval de la Dernier. Les résultats sont les suivants :

- Taux de variation de la température éclusée/plancher = 6.40 °C/h
- Amplitude de la température éclusée/plancher = 2.80 °C

Même si tous les résultats n'ont pas pu être calculés étant donné l'absence de mesures en été, le taux de variation de 6.40 °/h suffit à lui seul à engendrer la note la plus grave (5/5). Il faut préciser que si les mesures n'étaient pas interrompues en été, le résultat ne pourrait en aucun cas être différent car il suffit qu'un petit nombre de jours soient fortement influencés par les éclusées pour que la note atteigne 5/5. Il faut encore ajouter qu'à titre de comparaison l'analyse a aussi été effectuée sur les températures mesurées à l'amont du rejet et que le résultat obtenu (1/5) montre que l'effet sur l'amplitude journalière est uniquement imputable au turbinage.

Ainsi, la classe d'état obtenue à l'aide des feuilles Excel pour l'approche "court terme" est ROUGE (=5/5).

Approche "régime thermique annuel"

L'analyse "régime thermique annuel" consiste à quantifier l'écart entre le régime thermique du cours d'eau soumis aux éclusées et un régime thermique caractéristique. Ce dernier est déterminé à partir de la classification biocénotique qui dépend de la pente moyenne du cours d'eau au niveau de la station de mesure, de la largeur du lit ainsi que de l'altitude moyenne du bassin versant.





Cependant, il est précisé dans la méthode de référence⁶ que les cours d'eau issus d'une résurgence karstique ne peuvent pas être classifiés. Cela a pu être vérifié en tentant de trouver une classe biocénotique possédant une enveloppe de température qui engloberait les mesures prises à l'amont du rejet, ce qui s'est avéré impossible.

Ainsi, il n'est pas possible de donner de classe d'état pour l'approche "régime thermique de référence" (=GRIS).

Appréciation globale indicateur Q1

Selon la méthodologie suivie, il n'est pas possible de déterminer l'appréciation globale étant donné que la classe d'état de l'approche "régime thermique de référence" n'a pas pu être déterminée. Ainsi, bien que l'approche "court terme" ait mis en évidence des effets importants, <u>l'appréciation globale de l'indicateur Q1 est indéfinie (=GRIS) pour l'aval de la centrale de La Dernier.</u>

7.3.16 Synthèse évaluation approfondie

Tableau 39 : synthèse des résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon influencé par la centrale de La Dernier.

Indicateur	Note	Station retenue selon "worst case"
B1 - Biomasse du macrozoobenthos	Indéfini	
B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	Bon	Aval La Dernier
B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos	Indéfini	
B4 - Familles d'insectes EPT	Bon	Aval La Dernier
D1 - Débit minimal	Indéfini	
H1 - Colmatage interne	Bon	Tronçon La Dernier - Le Day
P1 - Module poisson du SMG	Bon	Aval La Dernier
P2 - Echouage de poissons	Moyen	Tronçon La Dernier - Le Day
P3 - Frayères	Bon	Tronçon La Dernier - Le Day
P4 - Reproduction de l'ichtyofaune	Bon	Amont station inventaire "Vallorbe"
P5 - Productivité piscicole	Très bon	Tronçon La Dernier - Le Day
Q1 - Température de l'eau	Indéfini	Tronçon La Dernier - Le Day

Le Tableau 39 synthétise les résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon influencé par la centrale de La Dernier. A part 4 indicateurs ne s'appliquant pas étant donné que l'Orbe est un cours d'eau karstique du Jura, les indicateurs restants montrent une qualité satisfaisante du point de vue piscicole et microbiologique malgré la présence d'éclusées.

Ainsi, selon le module de l'aide à l'exécution, étant donné les notes obtenues, <u>la centrale</u> <u>de La Dernier n'induit pas d'atteintes graves.</u>

7.4 Mesures d'assainissement non retenues pour La Dernier

A titre indicatif, les pistes d'assainissement qui avaient été envisagées au cours de l'étude pour la centrale de La Dernier sont présentées ci-dessous.

⁶ DÜBENDORFER ET AL, 2012. Expertenbericht zu einem Modul Temperatur im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts, Bern.





Variante 1: bassin de compensation

La solution consistant à construire un bassin de compensation est envisagée. Pour ce faire, il est décidé de dimensionner le volume du bassin uniquement à partir de valeurs limites du taux de montée/descente du débit étant donné que la place à disposition au niveau du rejet la Dernier ne permettrait pas de construire un bassin permettant de limiter les débits d'éclusée/plancher.

Le modèle HEC-RAS construit pour l'évaluation de l'indicateur P2 permet de déterminer l'amplitude de la variation de hauteur d'eau entre le débit plancher et le débit d'éclusée.

Concernant le volume du bassin, les valeurs limites à viser sont issues de la méthodologie d'évaluation de P2. Selon celle-ci, une vitesse de descente est jugée "excellente" si elle est inférieure à 0.3 cm/min. C'est la valeur qui est retenue pour le dimensionnement du bassin. A partir du modèle HEC-RAS et de cette valeur limite, il est calculé que le débit doit respecter un taux de variation du débit de 0.06 m³/s/min au maximum.

Un calcul basé sur les débits turbinés la semaine du 06.02.2012 avec une limitation à 0.06 m³/s/min donne un volume de rétention d'environ 80'000 m³.

Les parcelles 671 et 6 (cf. Figure 45) sont retenues étant donné les altitudes favorables et le fait qu'elles ne soient pas classées en zone à bâtir. La Figure 46 montre l'emplacement du bassin de compensation projeté.



Figure 45: Emplacement des parcelles 671 et 6. Extrait de http://www.geoplanet.vd.ch/







Figure 46 : Emplacement du bassin de compensation projeté (magenta) et ouvrages existants (rouge).

Partant du fait que la surface retenue dépasse à peine 20'000 m², la profondeur du bassin devrait être d'environ 4 m pour atteindre le volume précédemment pris comme objectif. Par ailleurs, l'inclinaison du terrain étant assez importante, la construction de cet ouvrage nécessiterait d'importants travaux d'excavation et de stabilisation des pentes.

Variante 2: mesures d'exploitation

Des mesures d'exploitation telles que réduire le taux de montée ou de descente du débit pourraient permettre d'atténuer l'effet des éclusées. Les valeurs limites à viser sont issues de la méthodologie d'évaluation de P2. Selon celle-ci, une vitesse de descente est jugée "excellente" si elle est inférieure à 0.3 cm/min. A partir du modèle HEC-RAS et de cette valeur limite, il est calculé que le débit doit respecter un taux de variation du débit de 0.06 m³/s/min au maximum.

Cependant, suite à discussion avec Romande Energie, il apparaît que l'impact financier de cette mesure s'avèrerait très important (non chiffré) étant donné l'utilité de cet aménagement à monter rapidement en puissance.

Variante 3 : conduite de dérivation

La variante consistant à dériver les eaux rejetées par la centrale de La Dernier est étudiée. L'avantage de cette solution est qu'elle supprime entièrement les effets des éclusées entre le rejet de la centrale et le lac du Day. La Figure 47 ci-dessous indique le tracé projeté. Celui-ci passe nécessairement à travers le centre de Vallorbe étant donné la topographie des lieux qui ne permet pas de contourner le village pour respecter les altitudes permettant l'écoulement. Une partie du tracé (env. 300m) est donc situé dans une zone urbanisée.





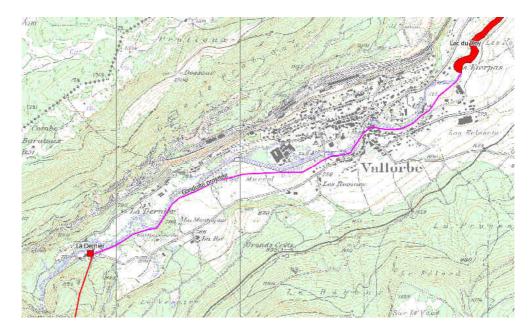


Figure 47 : Tracé de la conduite projetée (magenta) et ouvrages existants (rouge).

Les eaux sont récupérées directement à la sortie du turbinage de la centrale de La Dernier (adaptation avec construction d'une chambre de mise en charge) à 753 m s.m. puis introduites dans une conduite en charge qui longe le cours d'eau. Le rejet se fait vers le haut de la courbe de remous du barrage du Day à 741 m s.m.

La longueur estimée de la conduite est de 3'600 m alors que la différence d'altitude entre le captage et le rejet est seulement de 12 m.

En considérant une rugosité vieillissante de $0.5\,\mathrm{mm}$ il est nécessaire d'avoir une conduite de $2'300\,\mathrm{mm}$ de diamètre pour permettre l'écoulement du débit sortant de la centrale de Diablerets ($Q_{\text{éq.}}$ = $13.5\,\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$).

Etant donné le diamètre nécessaire, le coût de cette variante est certainement très élevé. En plus du coût de fourniture de la conduite et du coût de pose, il faut compter sur le fait qu'une partie du tracé doit être effectué en galerie. Par ailleurs, le rejet de la centrale de La Dernier doit être modifié (mise en charge).

Il faut également noter que cette mesure prétérite les détenteurs de concession situés sur le tronçon où l'eau serait dérivée, ce qui nécessiterait en plus de devoir les dédommager.

Variante 4: installation de turbinage Joux-Léman

Romande Energie a fait savoir qu'ils avaient à l'étude un projet de pompage-turbinage entre le Lac de Joux et le Lac Léman. Pour l'instant, ce projet se situe au stade de l'étude de faisabilité.

Si celui-ci devait être réalisé, il n'y aurait plus de phénomène d'éclusée en amont de Vallorbe. Par ailleurs, la centrale de La Dernier serait apparemment démantelée.

Des précisions doivent cependant encore être fournies par Romande Energie concernant ce projet.





7.5 Evaluation complémentaire centrale UMV

Etant donné les problèmes identifiés lors de l'élaboration du rapport intermédiaire (voir Annexe V), l'aménagement des Usines Métallurgiques de Vallorbe est évalué plus en détail pour le rapport final.

Le résultat est que les problèmes constatés d'assèchement du tronçon à débit résiduel proviennent d'un manque de réactivité de la régulation des UMV face aux éclusées induites par La Dernier.

Le problème est donc provoqué par la centrale de la Dernier et celui-ci est bien <u>en rapport avec l'assainissement des éclusées.</u> Pour le résoudre <u>il est proposé qu'une régulation plus réactive soit mise en place ou alors que le turbinage de la centrale des UMV soit coordonné avec celui de La Dernier comme c'est déjà le cas entre la centrale du Chalet et Montcherand.</u>

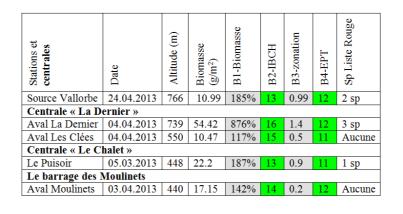
Des investigations supplémentaires sont nécessaires afin de déterminer la solution la plus appropriée. Etant donné qu'il s'agit bien d'un problème lié aux éclusées, un financement par le fond Swissgrid serait approprié.

7.6 Evaluation approfondie centrale Montcherand

7.6.1 Indicateurs faune benthique

Les résultats des indicateurs liés à la faune benthique sont présentés dans le chapitre 7.3 (centrale de La Dernier). Le Tableau 40 ci-dessous résume les valeurs obtenues.

Tableau 40 : Indicateurs B1 (biomasse effective en % de la biomasse cible), B2 (IBCH), B3 (zonation longitudinale) et B4 (EPT) permettent d'apprécier l'état des stations selon l'échelle de couleur ci-dessous.



7.6.2 Indicateur D1 - Débit minimal

Du point de vue des débit minimaux, la centrale de Montcherand est tenue de turbiner en permanence un minimum de 2'000 l/s conformément à l'avenant n°2 de la concession. Par ailleurs, toujours selon le même document, la prise d'eau des Clées respecte l'art. 80 de la LEaux avec un débit minimal fixé à 550 l/s.





Ainsi, <u>l'évaluation</u> de <u>l'indicateur</u> D1 (qui ne peut être que vert ou rouge) est VERT (=bon).

7.6.3 Indicateur H1 - Colmatage interne

Tronçon entre la centrale du Chalet et le barrage des Moulinets

Les observations ont été réalisées le 6 mars 2014 après-midi, lorsque le débit était faible (environ 2.5 m³/s), sur la partie amont du tronçon située hors de l'influence du barrage des Moulinets. Les parties du lit qui sont exondées par débit plancher sont quasiment inexistantes (Photo 46 et Photo 47) et les relevés du colmatage interne ont été réalisés sous l'eau.

Sur ce tronçon, le substrat est dominé par les pierres et les galets, avec localement des bancs de graviers pouvant servir de frayères. Le lit naturel est assez rectiligne avec des radiers, des plats et des mouilles peu marqués.



Photo 46 : Lit de l'Orbe en aval de la centrale du Chalet avec un débit plancher (2.5 m³/s)



Photo 47 : Lit de l'Orbe en aval de la centrale du Chalet avec un débit plancher (2.5 m³/s)

Le substrat sous-jacent (graviers, sables) est faiblement consolidé et l'on note la présence de dépôts cohésifs (limons, argiles). La surface de contact entre les galets et le substrat sous-jacent reste dominée par des vides. Le colmatage interne est globalement évalué comme moyen (Photo 48).







Photo 48 : Substrat sous-jacent et colmatage interne moyen au niveau du Puisoir

Tronçon en aval du barrage des Moulinets

Les observations ont été réalisées le même jour et dans les mêmes conditions qu'en amont. Les parties du lit qui étaient exondées ave le débit plancher de 2.5 m³/s étaient quasiment inexistantes (Photo 49 et Photo 50) et les relevés du colmatage interne ont été réalisés sous l'eau.

Sur ce tronçon, le lit est canalisé et rectiligne. Le substrat est dominé par les pierres et les galets (Photo 51) et l'on trouve une grande zone de graviers devant la pisciculture qui sert de frayère aux truites lacustres (dépôts graveleux en intrados, Photo 52).

Le substrat sous-jacent (galets, graviers, sables) est faiblement consolidé et l'on note la présence de dépôts cohésifs (limons, argiles). La surface de contact entre les galets et le substrat sous-jacent reste dominée par des vides. Le colmatage interne est globalement évalué comme moyen (JAUNE, Photo 53).



Photo 49 : Lit de l'Orbe en aval de la pisciculture ($Q = 2.5 \text{ m}^3/\text{s}$)





Assainissement des éclusées

Photo 50 : Lit de l'Orbe en aval de l'autoroute ($Q=2.5\ m^3/s$)



Photo 51 : Pierres et galets dans le lit de l'Orbe



Photo 52 : Dépôt de graviers meubles devant la pisciculture.







Photo 53 : Substrat sous-jacent et colmatage interne moyen à Orbe en aval de la pisciculture.

7.6.4 Indicateur P1 - Module poisson du SMG

L'évaluation de cet indicateur se base sur les résultats de la pêche électrique qui a été réalisée le 14 août 2013 sur la station "Le Puisoir" ainsi que sur la pêche réalisée le 19 octobre 2012 sur la station d'inventaire "Orbe-Nestlé".

Les résultats des pêches sont présentés pour les truites sous la forme d'histogramme de fréquence de longueur (Annexe VI). L'évaluation des 4 paramètres du module poissons - niveau R est donnée dans le Tableau 41.

Au niveau du Puisoir, la truite domine le peuplement piscicole, mais on trouve aussi du chabot et quelques ombres. La structure de la population de truite est considérée comme faible en raison d'une faible densité de truitelles de l'année (moins de 1'000 0+/ha) qui proviennent de plus en partie du repeuplement. Le rapport 0+/>0+ correspond à une note "bonne" La densité de la population de truites fario est considérée comme moyenne (1'000 ind./ha capturés). Pour les autres espèces indicatrices, le paramètre 2 est noté 0 (présence de chabot et d'ombre) et le paramètre 3 est noté entre 2 (densité moyenne de chabot) et 4 (densité faible d'ombres).

Au niveau de Nestlé, la composition de l'ichtyofaune est légèrement modifiée (présence d'épinoche) et les espèces tolérantes dominent le peuplement (à vérifier), la densité de 0+, ainsi que le rapport 0+/>0+ conduisent à une note de 1 (bonne). Il faut toutefois relever que les truitelles de l'année sont issues de la reproduction des truites lacustres, voire des repeuplement effectués La densité de truites fario est moyenne (note de 2). Pour les autres espèces indicatrices, le paramètre 2 est noté 0 (présence de chabot, d'ombre et de barbeau) et le paramètre 3 est noté entre 2 (densité moyenne de chabot) et 4 (densité faible d'ombres).

Cette évaluation montrerait un état écologique de l'Orbe qualifié de JAUNE (moyen) sur le tronçon soumis à éclusées. Cependant, cet indicateur global ne paraît pas très pertinent pour évaluer le degré d'atteintes des éclusées. La qualité moyenne obtenue est influencée par l'aménagement du cours d'eau (zone lentique en amont du barrage des Moulinets, partie canalisée en aval du barrage). D'autre part, la reproduction des truites lacustres augmente fortement les densités de 0⁺. Ainsi, cet indicateur est finalement noté indéfini (GRIS).





Tableau 41 : Indicateur P1 - Evaluation de l'état écologique de l'Orbe au Puisoir et dans la traversée d'Orbe (Nestlé) à l'aide des poissons selon le SMG.

		Cours d'eau	Orbe	Orbe
	n° station référence		-	49
Paramètre évaluation		Lieu-dit	Le Puisoir	Nestlé
	a)	Composition de l'ictyofaune	1	1
Paramètre 1	b)	Dominance des espèces	0	1
		somme	1	2
	a)	Structure de la population de truite fario	3	1
Paramètre 2	b)	Autres espèces indicatrices	0	0
		moyenne	3	1
	a)	Densité de population de truites fario	2	2
Paramètre 3	b)	Densité de population des autres espèces indicatrices	2/4	2/4
		moyenne	3	3
Paramètre 4		Déformations / Anomalies	0	0
		NOTE GLOBALE	7	6

7.6.5 Indicateur P2 - Echouage de poissons

L'indicateur P2 (échouage) détermine, en se fondant avant tout sur des calculs hydrauliques, quels pourcentages de surface sont mis à sec lors de la diminution du débit et à quelle vitesse la mise à sec à lieu, ainsi que le risque d'échouage résultant pour les poissons.

Modélisation hydraulique

Comme la centrale des Moulinets turbine au fil de l'eau les rejets de la centrale de Montcherand et de Chalet, les éclusées générées par la centrale de Montcherand peuvent être évaluées à l'aval de la centrale des Moulinets. D'ailleurs, une comparaison des mesures des stations de débit du Chalet (OFEV) et de Nestlé (DGE) montre que l'amplitude des éclusées à l'aval de la centrale des Moulinets est quasiment identique à celle mesurée au Chalet.

Pour l'analyse, des profils en travers déjà existants ont été utilisés (voir Figure 48). Ceux-ci ont été relevés par le bureau de Géomètres DTP SA à Orbe en juillet 2013, avant la fin de la construction de la nouvelle centrale des Moulinets. Il faut noter que, lors du démantèlement de l'ancien barrage des Moulins Rod, d'importantes quantités de sédiments ont été libérées vers l'aval et ont ainsi comblé certaines irrégularités. La morphologie du lit est donc actuellement encore dans une phase de transition, mais cela ne remet pas en question les résultats obtenus par la modélisation (dont les conclusions ne peuvent que très peu évoluer).







Figure 48 : Emplacement des profils DTP à l'aval des Moulinets.

A partir des profils, un modèle unidimensionnel HEC-RAS est construit. Avec ce modèle une relation débit-niveau est établie qui permet le calcul des vitesses de descente à partir des séries de débits.

Les conditions de débit considérées sont les suivantes :

- Qéclusées = 18.9 m³/s (résultats analyse HYDMOD-FIT)
- Q_{plancher} = 2.25 m³/s (résultats analyse HYDMOD-FIT)

Par ailleurs les débits des années 2003-2012 à pas de temps 10 min sont utilisés pour l'analyse des vitesses de descente.

Le calcul des vitesses de descente est effectué en prenant le quantile 50% des vitesses de descente maximales quotidiennes

Les Figure 49 à Figure 51 présentent les résultats.

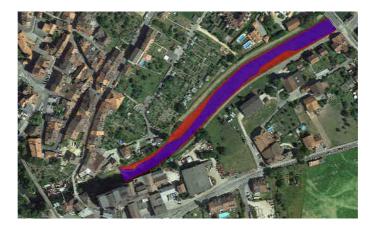


Figure 49 : Résultats HEC-RAS pour l'aval de la centrale des Moulinets. Surface mouillée sous débit d'éclusée (rouge), surface mouillée sous débit plancher (violet).





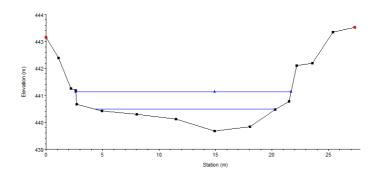


Figure 50 : Résultats HEC-RAS pour l'aval de la centrale des Moulinets. Section au niveau de la pisciculture modélisée avec niveaux éclusée/plancher.

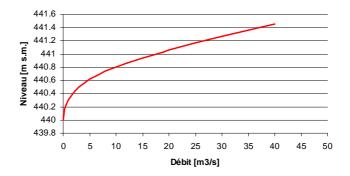


Figure 51 : Relation débit-niveau selon modèle HEC-RAS pour l'aval de la centrale de Moulinets au niveau de la pisciculture.

Les résultats obtenus pour le tronçon modélisé sont les suivants :

- Vitesse de descente = 1 cm/min
- Surface mise à sec entre débit d'éclusée et débit plancher = 30%
- Pas de dépressions mises à sec
- Pas d'évaluation du nombre de poissons échoués

Observations GREN et gardes-pêche

Le débit plancher est régulé artificiellement (retenue du Day et bassin de compensation de Montcherand) et il ne dépend pas de l'importance des apports naturels, comme à Vallorbe. Lors des relevés effectués en mars 2014, le débit plancher était de 2.5 m³/s, alors que le débit plancher obtenu par HYDMOD-FIT est de 2.25 m³/s. La hauteur de marnage observée au niveau du limnigraphe OFEV du Chalet est d'environ 40 cm (Photo 54).







Photo 54 : Limnimètre OFEV au Chalet le 6 mars 2014 avec un débit de 2.5 m³/s. Présence de bryophytes sur la bande de marnage (hauteur 40 cm).

Les surfaces mises à sec entre la centrale du Chalet sont réduites pour les raisons suivantes :

- entre le rejet de la centrale et la passerelle au "Puisoir", le lit est naturel mais assez rectiligne et seuls de petites surfaces sont mises à sec sur les rives (Photo 55);
- en aval de la passerelle "au Puisoir", le niveau d'eau est réglé par le barrage des Moulinets et il n'y a pas de surfaces mises à sec;
- en aval du barrage des Moulinets jusqu'au Talent, l'Orbe est canalisée et les surfaces mises à sec sont limitées à la berge (Photo 56). Le banc de graviers situé devant la pisciculture n'est pratiquement pas mis à sec, mais la profondeur d'eau est réduite.



Photo 55 : Zones riveraines mises à sec avec un débit de 2.5 m³/s.







Photo 56 : Zones riveraines mises à sec avec un débit de 2.5 m³/s.

En combinant les résultats de modélisation et les observations de terrain, le pourcentage des surfaces mises à sec peut être évalué en moyenne à moins de 10% pour l'ensemble du tronçon soumis aux éclusées (état excellent), même si ce pourcentage peut être localement supérieur à 10% (état bon).

Les observations réalisées par les gardes-pêche et par Gren n'ont pas permis de constater que des truitelles s'échouaient en fin d'éclusées lors du retour au débit plancher. D'une part, il est très difficile voire impossible de retrouver des alevins de 3 cm dans les galets et les graviers, d'autre part la configuration du lit présente peu de cuvettes et dépressions où des poissons risquent d'être piégés. Les données à disposition ne permettent pas de déterminer si le nombre de poissons échoués pour 100 m est inférieur à 5 (état bon voire excellent) ou supérieur à 5 (état moyen-mauvais).

Appréciation globale indicateur P2

La note de l'indicateur P2 est obtenue à partir des trois critères que sont le pourcentage des surfaces mises à sec, la vitesse de diminution du débit et le nombre de poissons échoués. L'appréciation se fait en extrapolant les résultats de la modélisation à tout le tronçon et en les validant par les observations de terrain :

- Le pourcentage des surfaces mises à sec, bien qu'égal à 30 % sur le tronçon modélisé est globalement nettement inférieur à 30 % et se retrouve donc évalué "bon".
- La vitesse de diminution du débit est globalement supérieure à 0.5 cm/min et se retrouve donc évaluée "moyen-mauvais"
- Il n'a pas été possible d'évaluer le nombre de poissons échoué par 100 m.

Au final, même si le nombre de poissons échoué n'a pas pu être évalué et tenant compte de la faible proportion de linéaire pouvant potentiellement engendrer de l'échouage, <u>l'appréciation obtenue est JAUNE (=moyen).</u>

7.6.6 Indicateur P3 - Frayères

Cet indicateur P3 recourt à des modélisations hydrauliques pour déterminer la taille potentielle des frayères qui ne se retrouvent pas à sec durant le débit plancher et ne sont pas érodées par le débit d'éclusée.





Modélisation hydraulique

Sur la base des modèles HEC-RAS réalisés pour le calcul de l'indicateur P2 et sur la base de relevés granulométriques, il est déterminé si le substrat pouvant servir de support aux frayères risque d'être emporté par les éclusées. Les débits d'éclusées considérés sont identiques à ceux de l'indicateur P2.

Ainsi, pour le secteur modélisé, le diamètre moyen obtenu par les relevés est de 3 cm. Selon les vitesses et contraintes issues des résultats HEC-RAS, le substrat n'est entrainé dans aucun des profils sous le débit d'éclusée (18.9 m³/s).

Observations GREN

L'indicateur P1 a fourni des informations sur la structure et la densité de la population de truites de ce tronçon soumis à éclusées (1'000 à 1'700 truites/ha suivant la station pour une biomasse comprise entre 32 et 46 kg/ha et avec une faible proportion d'individus adultes (1 à 3%), tandis que l'indicateur P5 fournit une estimation théorique de la population piscicole escomptée (état cible = 3 RAH soit au minimum 60 kg/ha) qui comprend également des ombres et des chabots.

Sur la base des indicateurs P1 et P5, cette population de truites a besoin de 30-50 truites adultes par hectare pour assurer sa pérennité, soit 15-25 femelles sédentaires. Une femelle génitrice ayant besoin d'au minimum d'une surface de 2.3 m² pour frayer, la superficie des frayères doit être d'environ 50 m² par hectare, ou environ 10 m² pour 100 m linéaire de cours d'eau. Compte tenu de la superficie totale du tronçon de l'Orbe soumis aux éclusées (9 ha), c'est une superficie de 450 m² de frayères qui serait nécessaire pour que la population puisse assurer sa pérennité.

Le parcours de l'ensemble du tronçon soumis aux éclusées montre que des surfaces graveleuses avec des conditions d'écoulement propices au frai ne sont présentes que localement (Photo 57 et Photo 58) et qu'elles totalisent une superficie largement inférieure à 500 m². Sur la plus grande partie du tronçon canalisé en aval du barrage des Moulinets le substrat fait défaut, tandis qu'en amont de ce barrage les conditions lentiques sont défavorables. En fait, la reproduction de géniteurs lacustres de grande taille pondant des milliers d'œufs compense largement le manque de surfaces disponibles pour le frai.



Photo 57 : Zone de frai en rive gauche 100 m en amont de la passerelle du Puisoir (débit=2.5 m³/s).







Photo 58: Grande zone de frai en rive gauche à la hauteur de la pisciculture de la SVPR à Orbe.

Les observations montrent d'une part que les zones de frai connues sur ce tronçon de l'Orbe ne se retrouvent pas à sec en situation d'étiage et de débit plancher (Photo 58). D'autre part, le substrat graveleux des zones de frai n'est pas mobilisé lors des éclusées.

Ainsi, il est estimé que les besoins en surface de la population de truites de rivière dans l'état actuel et dans l'état cible n'est pas rempli en raison du degré d'aménagement du cours d'eau, mais que la reproduction des truites lacustres sur ce tronçon compense ce manque d'espace. Nous renonçons à évaluer l'indicateur P3 sur ce tronçon qui, selon nous, ne qualifie pas le degré de gravité de l'atteinte que l'exploitation par éclusées porte au peuplement piscicole. Pour rappel, l'indicateur P4 (indicateur global) était évalué comme bon à excellent et ne met pas en évidence une atteinte grave du régime d'éclusées sur la reproduction de la truite. Selon le garde-pêche permanent responsable du secteur, les problèmes de prédation par les oiseaux piscivores (harles, cormorans, héron) ont un effet bien plus important sur le recrutement naturel des truites et des ombres que les éclusées.

Appréciation globale indicateur P3

Comme expliqué plus haut, <u>l'indicateur P3 n'as pas été évalué (=GRIS).</u>

7.6.7 Indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune

L'indicateur P4 a été évalué au moyen d'une pêche électrique réalisée par Gren le 10 avril 2014 sur 2 stations située à proximité directe de zone de frai :

- un secteur naturel situé au "Puisoir" de part et d'autre de la passerelle en rive gauche;
- un secteur canalisé situé au niveau de la pisciculture d'Orbe en rive gauche.

Le débit de l'Orbe était assez élevé (15-16 m³/s) et les alevins se tenaient tout contre la rive. 35 coups d'anodes ont été effectués le long de la rive au Puisoir et 15 coups d'anodes ont été effectués en aval de la pisciculture sur un linéaire total de 250 m (voir Tableau 42).

Les alevins de truites pêchés étaient de petite taille (25-35 mm), à l'exception de quelques alevins pêchés au Puisoir qui étaient sensiblement plus grand (50-60 mm, frai précoce?). Les densités d'alevins pêchées exprimées en "catch per unit effort" sont de 0.74 au Puisoir (VERT = état bon) et de plus de 7 sur la station aval (BLEU = état excellent), ce qui témoigne d'un succès élevé de la reproduction des truites lacustres en aval du





barrage du Moulinet (Photo 59 et Photo 60).

Tableau 42 : Indicateur P4 - Evaluation de la reproduction de la truite de rivière dans l'Orbe à Orbe.

	Station	Linéaire pêché	Nombre "coup anode"	Nombre al evins truites	Taille al evins truites	CPUE al evins truites
	"Le Puisoir"	Rive gauche sur 200 m	35	26	27-61 mm	074
A	Aval Pisciculture	Rive gauche sur 50 m	15	107	25-35 mm	7.1



Photo 59 : Zone de grossissement à Orbe en aval de la pisciculture en rive gauche (débit=2.5 m³/s).



Photo 60 : Alevins de truites pêchés en 15 coups d'anodes le 10 avril 2014 en aval de la pisciculture en rive gauche (débit=2.5 m³/s)..

7.6.8 Indicateur P5 - Productivité piscicole

Les données requises pour calculer le facteur de bonification B ont été collectées avec celles de l'indicateur B1 sur les 2 stations IBCH 2013 (Le Puisoir et Aval Moulinet), en appliquant l'échelle selon Roth (1966), corrigée selon Vuillet (1997) pour obtenir Bmod.

Le facteur température a été calculé d'après Vuille (1997) en utilisant les températures mensuelles moyennes minimum et maximum disponibles pour les 2 stations équipées de loggers en 2013 (Orbe Puisoir et Orbe Nestlé).





Le facteur habitat a été calculé d'après Vuille (1997) en utilisant les paramètres VAR, HAB et LIB disponibles dans la base de données cantonale. Le tronçon entre la centrale du Chalet et le barrage des Moulinets, ainsi que le tronçon en aval des Moulinets jusqu'au Talent sont tous les deux divisés en 2 sous-tronçons du point de vue du facteur habitat et une moyenne pondérée avec la longueur de chaque sous-tronçon a été calculée pour le facteur k2. A noter également qu'un facteur de correction RQ de 0.5 a été appliqué au facteur habitat en raison des éclusées.

Finalement, le facteur de zonation piscicole a été déterminé sur la base de la pente moyenne et de la largeur moyenne de ce tronçon de l'Orbe.

Le rendement annuel à l'hectare calculé pour le tronçon soumis aux éclusées est donné dans le Tableau 43. Les résultats montrent que le rendement annuel à l'hectare est légèrement supérieur à 20 kg/ha en amont du barrage des Moulinets (ORANGE = état médiocre) et il est légèrement inférieur à cette valeur en aval des Moulinets (ROUGE = état mauvais).

Selon l'indicateur P5, la population piscicole escomptée (état cible = 3 x RAH) présenterait donc une biomasse comprise entre 55 et 70 kg/ha. Les pêches électriques réalisées en automne au Puisoir et vers Nestlé montrent que les biomasse de truites (espèce dominante) sont inférieures à ces valeurs (35 kg/ha au Puisoir et 45 kg/ha vers Nestlé), mais que le rendement semble paradoxalement supérieur sur le tronçon canalisé. En fait, la contribution des truites lacustres au niveau du recrutement naturel augmente sensiblement le rendement à l'hectare du tronçon canalisé de l'Orbe à Orbe.

En conclusion, la valeur théorique du RAH calculée en aval des Moulinets (17 kg/ha) semble un peu sous-évaluée et <u>l'état de l'indicateur P5 pour ce tronçon de l'Orbe soumis aux éclusées devrait plutôt être considéré comme médiocre (entre 20 et 30 kg/ha).</u>

Orbe. Attention: valeur pour aval Moulinets non corrigée.

Tronçon Altitude B Bmod Tk1 k1 k2 RQ k3 RAH

msm (g/m2)

Tableau 43 : Indicateur P5 - Evaluation du rendement annuel à l'hectare (RAH) dans l'Orbe à

Tronçon	Altitude	В	Bmod	Tk1	k1	k2	RQ	k3	RAH
	msm	(g/m2)							
Aval Chalet	445-	22.20	4.5	40	1	0.85 (1.795/0.545)	0.5	1.25	24 (15 à 50)
Aval Moulinet	-430	17.15	4.0	40	1	0.674 (0.565/0.745)	0.5	1.25	17 (14 à 19)

7.6.9 Indicateur Q1 - Température de l'eau

Remarque préliminaire : la centrale de Montcherand rejetant ses eaux dans le lac du Chalet, les effets des éclusées sont évalués à l'aval de la centrale du Chalet (dont le turbinage se fait au fil de l'eau).

L'indicateur Q1 qui quantifie les variations de température de l'eau dues aux éclusées est ici évalué sur la base de mesures à résolution 15 minutes enregistrées par deux stations sur la période allant du 31.01.2013 au 31.12.2013. La station située au Puisoir (CN 530'358 / 175'675) a subi une interruption de fonctionnement entre début avril et mijuillet. L'autre station est située au niveau de l'usine Nestlé (CN 530'961 / 174'993).

Etant donné la brièveté de la période analysée, il convient de caractériser sa





représentativité, comme demandé par la méthode. Ainsi, d'après les statistiques climatologiques de MétéoSuisse, l'année 2013 présente pour l'aval de l'Orbe une température et une quantité de précipitations très proches de la moyenne interannuelle 1981-2010 (légèrement supérieure à la moyenne pour les précipitations).

La Figure 52 montre préalablement aux calculs que les éclusées induites par la centrale de Montcherand (capacité de 18.5 m³/s) n'ont pas d'effet marqué sur la température de l'eau au Puisoir.

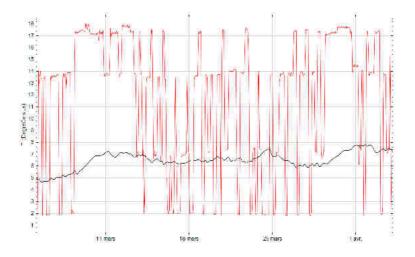


Figure 52 : Mise en relation de la température mesurée au Puisoir (noir) avec le turbinage de Montcherand (rouge). Mars-avril 2013.

Approche "court terme"

L'analyse des effets court terme effectuée à l'aide des feuilles Excel fournies par l'OFEV donne pour la station Nestlé les résultats suivants :

- Taux de variation de la température éclusée/plancher = 0.80 °C/h
- Amplitude de la température éclusée/plancher = 1.40 °C
- Moyenne du nombre de pics de température = 0
- Quantile 95% du nombre de pics de température = 0
- Facteur de correction = 0

Ces valeurs induisent pour la station Nestlé la classe d'état la moins élevée (1/5).

Les calculs sont aussi effectués pour la station du Puisoir. La classe d'état obtenue pour cette station est également la moins élevée (1/5). Cependant, les résultats court terme du Puisoir tiennent surtout lieu de vérification, ceux-ci étant calculés sur une période comprenant une longue interruption (début avril et mi-juillet).

Etant donné la cohérence entre les résultats des deux stations, la classe d'état retenue pour l'approche "court terme" est BLEU (=1/5).

Approche "régime thermique annuel"

L'analyse "régime thermique annuel" consiste à quantifier l'écart entre le régime thermique du cours d'eau soumis aux éclusées et un régime thermique caractéristique. Ce dernier est déterminé à partir de la classification biocénotique qui dépend de la pente





moyenne du cours d'eau au niveau de la station de mesure, de la largeur du lit ainsi que de l'altitude moyenne du bassin versant. Ici la classification obtenue est : hyporhithron.

La Figure 53 ci-dessous montre la température mesurée en 2013 à la station Nestlé par rapport à l'enveloppe de référence. Pour la station du Puisoir, l'analyse ne peut pas être conduite étant donné une interruption des mesures trop longue pour ce calcul.

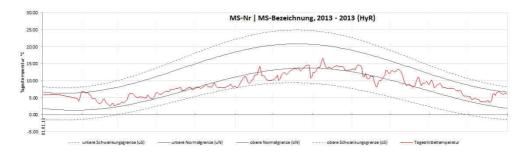


Figure 53 : Représentation de la température mesurée en 2013 par rapport à l'enveloppe des températures de référence pour l'hyporhithron. Station Nestlé.

La classe d'état obtenue à partir des données de la station Nestlé pour l'approche "régime thermique annuel" est VERT (=2/5).

Les données climatologiques ayant montré plus haut que l'année 2013 est "normale" aussi bien du point de vue des quantité de précipitations que de la température moyenne, les résultats peuvent être considérés comme représentatifs, même si l'analyse a été conduite sur une période de seulement 11 mois.

Appréciation globale indicateur Q1

La combinaison des résultats "régime thermique annuel" et "court terme" selon la règle fournie par la méthode donne pour l'indicateur Q1 une <u>appréciation globale VERT (=2/5).</u>

7.6.10 Synthèse évaluation approfondie

Tableau 44 : synthèse des résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon influencé par la centrale de Montcherand.

Indicateur	Note	Station retenue selon "worst case"
B1 - Biomasse du macrozoobenthos	Indéfini	
B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	Bon	Le Puisoir, Aval Moulinets
B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos	Indéfini	
B4 - Familles d'insectes EPT	Bon	Le Puisoir, Aval Moulinets
D1 - Débit minimal	Bon	Tonçon Rejet Montcherand - Thielle
H1 - Colmatage interne	Moyen	Tonçon Aval Moulinets - Thielle
P1 - Module poisson du SMG	Indéfini	
P2 - Echouage de poissons	Moyen	Aval Moulinets
P3 - Frayères	Indéfini	
P4 - Reproduction de l'ichtyofaune	Bon	Le Puisoir
P5 - Productivité piscicole	Médiocre	Aval Chalet, aval Moulinets
Q1 - Température de l'eau	Bon	Le Puisoir, Nestlé

Le Tableau 44 synthétise les résultats des indicateurs de l'évaluation approfondie pour le tronçon influencé par la centrale de Montcherand.

Etant donné les notes obtenues pour les indicateurs évalués, selon le module de l'aide à l'exécution, <u>la centrale de Montcherand induit des atteintes graves</u>. Il faut noter





cependant que le résultat d'ensemble est tout juste au-delà de la limite menant à la conclusion "atteintes graves" formulée dans le module d'aide à l'exécution.

7.7 Mesures d'assainissement centrale Montcherand

Des pistes d'assainissement pour la centrale de Montcherand sont présentées ci-dessous.

Variante 1 : bassin de compensation

Les éclusées sont produites par la centrale de Montcherand qui rejette ses eaux dans le bassin de la centrale du Chalet. Cette dernière étant synchronisée avec le turbinage de Montcherand, les éclusées se propagent à l'aval. Plus bas, la centrale des Moulinets qui turbine au fil de l'eau laisse totalement passer les éclusées. A cette distance du rejet de Montcherand, l'effet d'atténuation est encore quasi inexistant. Cela se voit par la comparaison des mesures OFEV de la station du Chalet et les mesures VHV de la station Nestlé.

Il n'est pas souhaitable d'envisager d'utiliser la retenue du Chalet pour atténuer les éclusées étant donné les pertes de production que cela engendrerait. La solution consistant à construire un bassin de compensation est donc évaluée.

Il est à noter que Loïc Chopard a réalisé un travail de bachelor⁷ particulièrement détaillé sur ce sujet. L'analyse présentée ci-dessous reprend partiellement ses résultats, notamment concernant l'emplacement de l'ouvrage.

Pour déterminer le volume du bassin, les valeurs limites à viser sont prises dans la méthodologie d'évaluation de P2. Selon celle-ci, une vitesse de descente est jugée "excellente" si elle est inférieure à 0.3 cm/min. C'est la valeur qui est retenue pour le dimensionnement du bassin. A partir du modèle HEC-RAS et de cette valeur limite, il est calculé que le débit doit respecter un taux de variation du débit de 0.08 m³/s/min au maximum.

La Figure 54 montre le résultat obtenu à partir des débits de la semaine du 14.01.2010 (représentative des périodes les plus défavorables). En plus de limiter le taux de descente et de montée à 0.08 m³/s/min, des limites min et max sont imposées (4 et 14 m³/s respectivement). Le volume obtenu avec ces paramètres, 280'000 m³, est particulièrement important. Il faut noter que le modèle utilisé ne gère pas la vidange du réservoir pendant le week-end, ce qui n'influence toutefois pas le volume de dimensionnement obtenu.

_

⁷ CHOPARD L., 2013. Travail de bachelor - Projet de régulation des débits de l'Orbe-Thielle à l'aval de la ville d'Orbe, Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg.





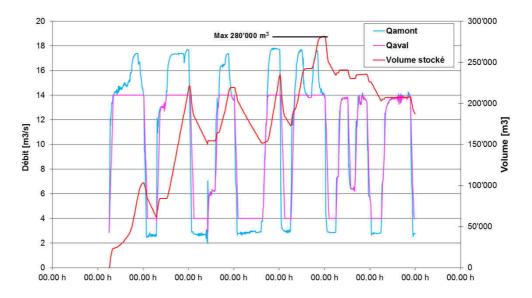


Figure 54 : Détermination du volume nécessaire à l'atténuation des éclusées générées par l'usine de Montcherand. Modèle avec limitation des taux de montée/descente et limitation des débits d'éclusée/plancher.

Une solution plus raisonnable du point de vue des dimensions du bassin consisterait à agir uniquement sur le taux de descente/montée. Un calcul basé sur les débits de la semaine du 14.01.2010 avec une limitation à 0.08 m³/s/min donne un volume d'environ 60'000 m³.

Un emplacement pouvant accueillir un bassin de ce volume est recherché au plus proche du rejet de la centrale du Chalet. Toutefois le secteur situé entre le rejet du Chalet et la courbe de remous du barrage des Moulinets s'avère mal approprié étant donné le peu de surface libre et les pentes importantes. Cela amène à situer l'aménagement à l'aval de Vallorbe.

Les parcelles 182 (44'304 m²) et éventuellement 178 (58'066 m²) sont retenues car situées hors zone à bâtir (cf. Figure 55 et Figure 56).



Figure 55: Emplacement des parcelles 178 et 182. Extrait de http://www.geoplanet.vd.ch/







Figure 56: Emplacement des parcelles 178 et 182. Extrait de http://map.bafu.admin.ch/

Les coûts de construction de ce bassin (60'000 m³) devraient être établis avec la participation des exploitants.

Variante 2: mesures d'exploitation

Des mesures d'exploitation telles que réduire le taux de montée ou de descente du débit pourraient permettre d'atténuer l'effet des éclusées. Les valeurs limites à viser sont issues de la méthodologie d'évaluation de P2. Selon celle-ci, une vitesse de descente est jugée "excellente" si elle est inférieure à 0.3 cm/min. A partir du modèle HEC-RAS et de cette valeur limite, il est calculé que le débit doit respecter un taux de variation du débit de 0.08 m³/s/min au maximum.

Cependant, suite à discussion avec Romande Energie, il apparaît que l'impact financier de cette mesure s'avèrerait très important (non chiffré) étant donné l'utilité de cet aménagement à monter rapidement en puissance.

Variante 3 : atténuation des impacts sur la faune piscicole

Des mesures constructives simples pourraient permettre de réduire l'impact des éclusées sur la faune piscicole. Un concept de refuges à poissons techniquement viable a été élaboré par Jean-Marc Ribi dans le cadre de sa thèse réalisée au Laboratoire de Constructions Hydrauliques de l'EPFL. Il ne s'agirait cependant pas de mesures d'assainissement à proprement parler, mais de mesures d'atténuation des impacts (variante minimale).

Ce type d'aménagements, réalisés en enrochements dans les rives du cours d'eau, présenterait des coûts moindres par rapport aux autres mesures étudiées. Cependant, l'efficacité de ce genre de système en conditions réelles doit encore être assurée. Notamment, après discussion avec l'Inspection de la Pêche, il est craint que le concept de base augmente le risque de prédation par des oiseaux piscivores.

De plus, la réalisation de ces aménagements devrait s'intégrer dans le concept de renaturation de l'aval de l'Orbe et respecter la valeur paysagère du site, ce qui représente de fortes contraintes.





8 Conclusions

8.1 Contexte

L'élaboration du rapport final concernant l'assainissement des éclusées sur les cours d'eau vaudois a mené à examiner 23 aménagements hydroélectriques répartis sur 5 cours d'eau. La liste exhaustive est visible dans le tableau du chapitre 8.4.

Les principaux aménagements considérés sont les suivants :

- Baye de Montreux : centrale Taulan
- Avançon de Bex : centrale Peuffeyre, centrale Sublin, centrale Bévieux
- Grande-Eau : centrale Diablerets, centrale Pont de la Tine, centrale Farettes
- Aubonne : centrale Plan-Dessous, centrale Petite Vaux
- Orbe : centrale La dernier, centrale Les Clées, centrale Montcherand, centrale Chalet, centrale Moulinets

Certains aménagement ne présentant aucun risque d'atteinte par éclusées, ceux-ci ont été écartés en utilisant l'issue de secours.

Les aménagements restants ont été soumis à l'évaluation approfondie afin de déterminer si ceux-ci généraient des atteintes graves au sens de la l'art. 41e de l'OEaux.

Pour les aménagements générant des atteintes graves, des mesures ont été proposées.

8.2 Aménagements écartés par issue de secours

L'issue de secours est utilisée pour les aménagements ne générant pas d'éclusées et pour lesquels l'évaluation approfondie n'est pas nécessaire.

La liste exhaustive des aménagements pour lesquels l'issue de secours est employée ainsi que les motifs ayant conduit à cette décision sont présentés dans le tableau de synthèse de la section 8.4.

Il faut noter que les aménagement du <u>Chalet</u> et des <u>Moulinets</u> figurent dans la liste des centrales écartées par issue de secours. Cela provient du fait que ces aménagements n'induisent pas d'éclusées dans leur état d'exploitation actuel (fil de l'eau, synchronisation des machines avec Montcherand). En effet, étant donné que, dans les deux cas, la chute disponible est directement proportionnelle à la hauteur d'eau derrière le barrage, l'exploitant garde le niveau plein sous peine de perdre de l'énergie. Ce mode de fonctionnement n'est toutefois pas fixé par la concession. Cependant, VO Energies a déclaré en séance n'avoir pas l'intention de modifier cet état de fait dans les années à venir. Si malgré cela des changements devaient survenir dans le mode d'exploitation de ces ouvrages à l'avenir, la situation serait réévaluée.





8.3 Aménagements soumis à l'évaluation approfondie

8.3.1 Centrales de Plan-Dessous et Petite Vaux (Aubonne)

Les centrales de la SEFA fonctionnent au fil de l'eau et respectent la plupart du temps une limitation de 10% sur les taux de variation du débit. Cependant, des variations brusques du débit se produisent encore occasionnellement. Pour cette raison, une partie des indicateurs de l'évaluation approfondie a été évaluée. Ceux-ci conduisent à une absence d'atteintes graves.

Toutefois, comme la SEFA applique déjà généralement les contraintes mentionnées ci-dessus, il est décidé de pérenniser cette façon de faire et de l'étendre à toutes les situations d'exploitation. Pour cela, <u>il est nécessaire de procéder à des investigations plus poussées</u> afin de trouver des solutions techniques ou d'exploitation qui pourraient bénéficier du fond Swissgrid.

8.3.2 Centrale des Diablerets (Grande Eau)

Avant l'obtention du résultat de l'évaluation approfondie, des mesures d'assainissement ont été étudiées (voir Annexe IV).

Finalement, d'après les résultats de l'évaluation approfondie, étant donné qu'aucun tronçon influencé par la centrale des Diablerets ne présente d'atteintes graves, <u>il n'y a pas de nécessité d'assainir cet aménagement et aucune mesure ne sera appliquée.</u>

8.3.3 *Centrale de La Dernier (Orbe)*

Avant l'obtention du résultat de l'évaluation approfondie, des mesures d'assainissement ont été étudiées (voir chapitre 7.4).

Cependant, d'après les résultats de l'évaluation approfondie, le tronçon influencé par les éclusées de la centrale de La Dernier ne présente pas d'atteintes graves. <u>Il n'y a donc pas de nécessité d'assainir cet aménagement</u>.

Bien que les éclusées soient avérées, les indicateurs montrent dans l'ensemble un cours d'eau peu atteint. De plus, aucune mesure visant à améliorer la situation ne s'avèrerait proportionnée étant donné les coûts élevés engendrés.

La seule mesure à envisager éventuellement pour la centrale de La Dernier concerne la réduction de ses effets sur la centrale des UMV, comme expliqué au paragraphe 8.3.4.

8.3.4 Centrale des UMV (Orbe)

Concernant la centrale des UMV, celle-ci n'induit pas elle-même d'éclusées. Elle est cependant soumise à celles induites par la centrale de La Dernier. Cela provoque indirectement les assèchements constatés sur le tronçon à débit résiduel.

Il est proposé qu'une régulation plus sensible soit mise en place ou alors que le turbinage de la centrale des UMV soit coordonné avec celui de La Dernier.

<u>Des investigations supplémentaires sont nécessaires</u> afin de déterminer la solution la plus appropriée. Etant donné qu'il s'agit bien d'un problème lié aux éclusées, un





financement par le fond Swissgrid est approprié.

8.3.5 Centrale de Montcherand (Orbe)

L'évaluation approfondie montre que <u>les éclusées de la centrale de Montcherand</u> <u>provoquent des atteintes graves.</u>

Il faut noter cependant que <u>le résultat d'ensemble conduit tout juste à la conclusion</u> <u>"atteintes graves"</u> (calcul selon module d'aide à l'exécution). L'indicateur de productivité piscicole P5 obtient la note médiocre (ORANGE) alors que les indicateurs de colmatage H1 et d'échouage P2 obtiennent la note moyen (JAUNE).

Dans l'état actuel de la Thielle (intégralement canalisée), les premières mesures évaluées (cf. chap. 7.7) représentent des investissement disproportionnés par rapport au gain de qualité potentiel.

<u>L'application ou non de mesures d'assainissement doit donc encore être discutée avec</u> l'OFEV.

8.4 Tableau de synthèse

Le tableau de la page suivante synthétise les résultats par bassin versant.





Evaluation finale

Nom installation	Description	Emplacement	Bassin versant	Débit installé		Atteintes	Mesures Commentaire
Cantrala Dian Daggaria	Turbinaga dan anus du lan	E401202 4E0120E	Aubanna	[m3/s]	secours	graves	prévues
Centrale Plan-Dessous	d'Aubonne	519'202, 150'295	Aubonne	10			moyen de limiter les taux de variation du débit.
Centrale Petite Vaux	Turbinage des eaux du lac d'Aubonne	520'641, 149'135	Aubonne	10	Non	Non	Oui Des investigations supplémentaires sont nécessaires pour trouver un moyen de limiter les taux de variation du débit.
Poudrerie Aubonne	Installation de Moulins	520'528, 149'044	Aubonne	0.77	Oui	i -	Non Installation de moulins sans capacité d'accumulation.
Centrale Peuffeyre	Turbinage des eaux de Nant, d'Anzeindaz et de la Gryonne	570'958, 123'902	Avançon	6.6	Oui	i -	Non Pas de turbinage par éclusée actuellement. Bassin de compensation déjà existant en cas de retour à une exploitation par éclusées.
Centrale Sublin	Turbinage du rejet de la Peuffeyre et des eaux de l'Avançon	569'282, 123'814	Avançon	5.2	Oui	i -	Non Exploitation au fil de l'eau. Pas de capacité d'accumulation.
Centrale Bévieux	Turbinage du rejet de Sublin et des eaux de l'Avançon	568'455, 123'325	Avançon	4.1	Oui	i -	Non Exploitation au fil de l'eau. Pas de capacité d'accumulation.
Centrale Hubert	Turbinage du rejet de Bévieux et des eaux de l'Avançon	568'371, 122'802	Avançon	3	Oui	-	Non Exploitation au fil de l'eau. Pas de capacité d'accumulation.
Centrale Sonzier	Turbinage d'eaux potables captées sur le bassin versant de la Sarine	560'534, 143'349	Baye de Montreux	0.5	Oui	i -	Non Turbinage d'eau potable. Pas de capacité d'accumulation.
Centrale Taulan	Turbinage du surplus de Sonzier et des eaux de la Baye de Montreux	559'996, 142'611	Baye de Montreux	0.68	Oui	i -	Non Pas de capacité d'accumulation. Vé/p<1.5
Centrale Diablerets	·	578'140, 133'566	Grande Eau/Sarine	1.75	Non	Non-	Non Les indicateurs évalués n'ont pas mis en évidence d'atteintes graves.
Centrale Pernet	Turbinage des eaux de la Grande Eau à Vers-l'Eglise	575'982, 133'737	Grande Eau	0.35	Oui	i -	Non Pas de capacité d'accumulation.
Centrale Pont de la Tine	Turbinage des eaux de la Grande Eau	569'662, 133'048	Grande Eau	2.75	Oui	i -	Non Pas de capacité d'accumulation.
Centrales Douve I et II	Turbinage des eaux de la STEP de Leysin	567'265, 131'843	Grande Eau	0.08	Oui	i -	Non Turbinage des eaux de STEP. Hors problématique éclusées.
Centrale Farettes	Turbinage du rejet de la centrale Tine et des eaux de la Grande Eau	565'138, 129'653	Grande Eau	6.5 (dès 2015)	Oui	i -	Non Pas de capacité d'accumulation.
Centrale La Dernier	Turbinage des eaux du Lac de Joux	516'759, 172'887	Orbe	13.5	Non	Non	Non Les indicateurs évalués n'ont pas mis en évidence d'atteintes graves.
Centrale UMV	Turbinage des eaux de l'Orbe	518'348, 173'782	Orbe	4	Non	-	Oui Pas de capacité d'accumulation. Problèmes induits par centrale La Dernier. Coordination avec La Dernier prévue.
Centrale Maillefer	Turbinage des eaux de l'Orbe	519'905, 175'988	Orbe	0.77	Oui	i -	Non Pas de capacité d'accumulation.
Centrale Jougnenaz	Turbinage des eaux de la Jougnenaz	520'339, 175'205	Orbe	6	Oui	i -	Non Rejet dans un lac de retenue de volume important (515'000m3).
Centrale Les Clées	Turbinage des eaux du Lac du Miroir (Day)	525'212, 176'014	Orbe	21	Oui	-	Non Rejet dans le bassin de compensation de la centrale de Montcherand.
Centrale Montcherand	Turbinage du rejet de la centrale des Clées et des eaux de l'Orbe	529'270, 175'515	Orbe	18.5	Non	Oui	A discuter Atteintes graves selon indicateurs évalués. Application de mesures encore à discuter.
Centrale Chalet	Turbinage des eaux de l'Orbe	529'938, 175'592	Orbe	18	Oui	i -	Non Turbinage synchronisé avec Montcherand. Centrale au fil de l'eau avec barrage toujours plein pour maximiser la chute.
Centrale Moulinets	Turbinage des eaux de l'Orbe	530'690, 174'805	Orbe	21.6	Oui	i -	Non Turbinage synchronisé avec Montcherand. Centrale au fil de l'eau avec barrage toujours plein pour maximiser la chute.
Centrale Veytaux	Pompage-turbinage Lac Hongrin - Lac Léman	561'062, 139'991	Sarine/Rhône	60 (dès 2015)	Oui	i -	Non Rejet dans le lac Léman.





Lausanne,	le	20.	.11	.20	14.
-----------	----	-----	-----	-----	-----

Signature de l'autorité cantonale :

Jacqueline de Quattro

Cheffe du département du territoire et de l'environnement





Annexe I Résultats de l'évaluation intermédiaire pour l'Avançon

Importance écologique

Faune benthique

Bonne qualité biologique sur 3 des 4 stations Plusieurs stations appartenant au réseau de surveillance de la qualité des eaux du canton de Vaud existent sur les Avançon de Nant (2 stations avec un IBCH de 14 et de 13, soit de bonne qualité biologique) et d'Anzeinde (2 stations avec un IBCH de 13 de bonne qualité et de 9 de qualité moyenne), cependant aucune d'elles n'a été retenue comme station de référence pour le présent travail.

3 espèces potentiellement menacées Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, dans ces 4 stations sur les Avançon de Nant et d'Anzeinde, 12 espèces d'éphémères ont été répertoriées, dont *Rhithrogena dorieri* qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT), 15 espèces de plécoptères répertoriées, dont *Nemoura sinuata* et *Siphonoperla montana*, toutes deux appartenant à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT) et 8 espèces de trichoptères dont aucune n'appartient à la liste rouge.

Station sur tronçon à débit résiduel de qualité moyenne à médiocre C'est la station « Amont Le Bévieux », située dans le tronçon à débit résiduel, qui fait office de station de référence. Sa qualité biologique est considérée comme bonne en considérant l'IBCH (indice surestimé), mais moyenne avec l'indice EPT, voir même médiocre avec l'indice Rivaud (Tableau 45). Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 4 espèces d'éphémères, 3 espèces de trichoptères et 3 espèces de plécoptères ont été identifiées, dont aucune n'appartient à la liste rouge.

Cette station a été échantillonnée le 3 mars 2013 aux coordonnées 568'500/123'675 dans le cadre de ce travail.

Tableau 45 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « amont le Bévieux » aux coordonnées 568'500/123'675 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



La station « aval concession Hubert » aux coordonnées 567'881/122'428 a également été échantillonnée le 6 mars 2013 dans le cadre de ce travail.

Qualité biologique Il existe une station à l'aval de l'Avançon, « Amont STEP Bex » dont la qualité biologique est moyenne depuis de nombreuses années, quelque soit l'indice utilisé





moyenne en amont de la STEP de Bex (Tableau 46). Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 5 espèces d'éphémères, 4 espèces de plécoptères et 3 espèces de trichoptères ont été identifiées, dont aucune n'appartient à la liste rouge.

Tableau 46: Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « amont STEP Bex» aux coordonnées 565'900/121'600 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Les indices utilisés pour apprécier la qualité biologique montre que les stations sur l'Avançon sont globalement de qualité moyenne à l'aval de l'usine de la Peuffeyre. La cause de cette qualité moyenne n'est pas connue. Elle ne peut être attribuée à des rejets de STEP, car dans le cas de la station « Amont le Bévieux », il n'y a pas de STEP a proximité et dans le cas de la station « Amont STEP Bex », comme l'indique son nom, cette station se situe à l'amont du rejet de la STEP. Les analyses chimiques de l'eau prélevée en 2012 à la station « Amont STEP Bex » indiquent une bonne qualité chimique de l'eau selon le module chimie du système modulaire gradué.





Annexe II Résultats de l'évaluation intermédiaire pour l'Aubonne

Hydrologie

Etat actuel

Petites éclusées par le passé Ainsi que le montre la Figure 57, jusqu'au début de l'année 2007, la SEFA exploitait partiellement la capacité de son réservoir durant les périodes de faibles débits pour produire au maximum de la capacité de sa turbine d'étiage (1.9 m³/s) en concentrant la production sur la journée.

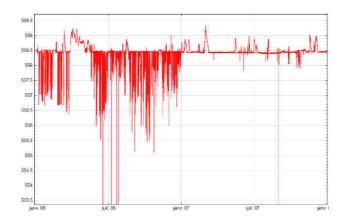


Figure 57 : Niveau de la retenue Aubonne. 2006-2007.

Abandon vers 2007 Depuis début 2007, les mesures montrent que ce mode de fonctionnement est abandonné au profit d'une exploitation purement au fil de l'eau. La SEFA invoque à cela les raisons suivantes :

- prix fixe de rachat du courant, indépendant de la demande
- stabilité des berges du lac de retenue mise à mal par les fluctuations du niveau

Plus d'éclusées volontaires Il n'y a donc plus depuis cette période de volonté de turbiner par éclusée. Les seuls éléments susceptibles d'engendrer des variations de débits brusques sont les dysfonctionnements dans l'exploitation (pannes,...) et l'enclenchement/déclenchement du palier inférieur.

Règle centrale du bas L'enclenchement/déclenchement de la centrale du bas est automatisé et suit la règle suivante :

- Enclenchement de la centrale de la Petite Vaux lorsque le débit sortant de la centrale de Plan-Dessous dépasse 1'450 l/s.
- Déclenchement de la centrale de la Petite Vaux lorsque le débit sortant de la centrale de Plan-Dessous passe au-dessous de 1'350 l/s

Variations quotidiennes de 1'400 l/s Cela a pour effet durant les périodes où le débit entrant oscille autour de 1'400 l/s, de produire des variations de débit journalières d'environ 1'400 l/s sur le tronçon allant de Plan-Dessous à la Petite Vaux.





Aval Petite Vaux pas concerné

L'aval de la Petite Vaux n'est toutefois pas concerné par ce phénomène, étant toujours traversé par la totalité des eaux turbinées. La Figure 58 montre les performances du modèle hydrologique à la station fédérale du Coulet (avec utilisation de la mesure du débit entrant au lac de la SEFA).

Simulation des années sans mesure Petite Vaux

Les débits représentatifs de l'état actuel pour le tronçon "Plan-Dessous - Petite Vaux" sont calculés à partir des mesures de la SEFA (pas de temps 10 minutes) et de RS 2012 qui permet d'ajouter l'effet des bassin versants intermédiaires et d'intégrer la règle de turbinage de la centrale aval. En effet, ne disposant que de la période 2007-2010 pour effectuer les calculs, il a fallu recréer le turbinage de la centrale de la Petite Vaux sur les années où celle-ci n'existait pas encore (avec une validation du modèle sur la période pour laquelle une mesure était disponible).

Mesure Coulet

Toutefois, étant donnée l'existence de la mesure de l'OFEV au Coulet, cette dernière est employée pour créer les séries de débits représentatives du tronçon "Petite Vaux - Léman" en y retranchant cependant à l'aide du modèle le débit du bassin versant intermédiaire.

Validation modèle

Une validation du modèle à la station de mesure OFEV du Coulet est présentée à la Figure 58. On constate une excellente correspondance entre le modèle et la mesure.

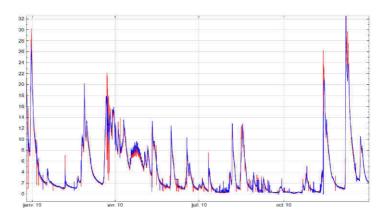


Figure 58 : Débit mesuré (rouge) et simulé (bleu) à la station OFEV du Coulet. Pas de temps 10 min. Année 2010.

Etat futur probable

Probablement similaire état actuel

Il n'est actuellement pas projeté par la SEFA de modifier le mode d'exploitation pour les années à venir. Cependant, étant donné que l'infrastructure en place permet techniquement une exploitation par éclusées, il est tenu compte dans cette étude d'un scénario avec exploitation de pointe.

Scénario pointe

Pour ce faire, le cas le plus défavorable est considéré, c'est à dire des pointes de turbinage quotidiennes à capacité maximale durant la période d'étiage. L'indicateur $V_{\ell/p}$ pour l'aval du rejet de la Petite Vaux est calculé à la main en appliquant sa définition :

$$V_{e/p} = Q_{ecluse} / Q_{plancher} = 20.6$$

avec $Q_{\text{éclusée}} = 10 \text{ m}^3\text{/s} + Q_{\text{plancher}}$ et $Q_{\text{plancher}} = 360 \text{ l/s} + 150 \text{ l/s}$ (dotation + débit naturel d'étiage du bassin versant intermédiaire selon simulation).





Etat naturel reconstruit

Etat naturel modélisé

Pour reproduire l'hydrologie naturelle, les aménagements sont supprimés du modèle RS 2012 de base. Etant donné l'existence d'une mesure d'apports au lac de retenue, cette dernière est introduite dans la simulation en amont et complétée par les apports modélisés des bassins versants intermédiaires.

Tronçon Plan-Dessous - Petite Vaux

Indicateurs d'éclusées

Etat actuel

L'analyse est faite sur les années 2007-2010. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants:

- $O_{\text{éculsées}} = 1.80 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{plancher} = 0.41 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 3.61$
- $I_{P,ép}$ = 2.35 avec $k_{TN,é/p}$ = 0.65 (taux max de changement du niveau d'eau <0.5 cm/min, estimé selon courbe tarage Coulet)
- $I_{h,\text{\'eclus\'ee}} = 0.19 \text{ avec } MQ_r = 4.77 \text{ m}^3/\text{s et kbv} = 0.5 \text{ (Abv} < 250 \text{ km}^2\text{)}$
- Classement : Classe 2 (peu atteint)

Enclenchement /déclenchement

Ainsi, la règle d'enclenchement/déclenchement de la centrale de la Petite Vaux expliquée plus haut induit épisodiquement des variations de débit artificielles sur ce tronçon durant l'étiage, ce qui explique la valeur de Vé/p obtenue malgré le fait que ce tronçon est un tronçon à débit résiduel. Cependant, compte tenu des autres paramètres (notamment un débit moyen de référence élevé), ce tronçon se retrouve en Classe 2.

Etat futur probable

Comme déjà mentionné, l'état futur le plus probable est un état similaire à l'état actuel.

Néanmoins, une exploitation des aménagements de la SEFA par éclusées aurait tendance à favoriser le turbinage à pleine capacité et donc à diminuer sur l'année le nombre d'heures de fonctionnement avec le second palier déclenché.

Pas d'empirement possible

Sans pouvoir donner de chiffre, il est donc possible d'affirmer qu'un turbinage par éclusées donnerait dans le cas le plus défavorable des valeurs d'indicateurs similaires à celles de l'état actuel pour ce tronçon. Plus probablement, ce tronçon serait favorisé par un mode de turbinage par éclusée et verrait ainsi sa note s'améliorer car son débit serait plus souvent qu'actuellement égal au débit résiduel (moins souvent de rejets à Plan-Dessous étant donné un fonctionnement de la cascade optimisé).

Importance écologique

Etat actuel

Inventaires fédéraux

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

Autres zones et habitats protégés

En terme de zones d'affectation, le cours de l'Aubonne est principalement situé dans





l'aire forestière.

Ce tronçon de l'Aubonne se situe soit en secteur Au de protection des eaux qui comprend des eaux souterraines utilisables, ainsi que les zones adjacentes nécessaires à leur protection, soit en secteur üB. Une zone de captage se situe en rive gauche de l'Aubonne à la Petite Vaux.

La partie amont du tronçon est situé à l'intérieur du Parc jurassien vaudois et il fait également partie de la réserve de faune du Vallon de l'Aubonne (voir Figure 59).

Réserve de faune du Vallon de l'Aubonne

Liaison biologique d'importance régionale Le Vallon de l'Aubonne entre Le Mont et la Petite Vaux correspond à un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) du réseau écologique cantonal, c'est-à-dire des surfaces qui abritent une biodiversité et des milieux naturels particulièrement riches et de valeur et autour desquelles le réseau se structure. Le reste du tronçon correspond à un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS) car il constitue des zones relais ou des voies de transit privilégiées. L'ensemble du cours d'eau correspond quant à lui à une liaison biologique d'importance régionale de type amphibie à renforcer.

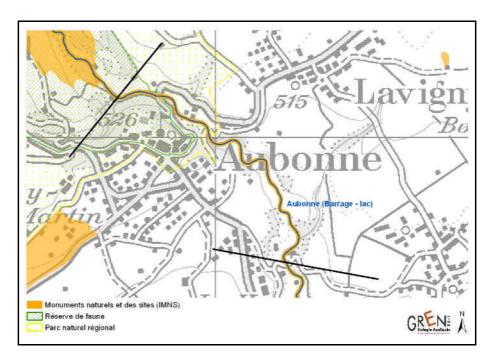


Figure 59 : Zones protégées sur l'Aubonne entre la centrale de Plan-Dessous et celle de La Vaux.

Morphologie et paysage

IMNS, Objet no43 Le cours de l'Aubonne et du Toleure sont inscrits à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 43, voir Figure 8), 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).

Morphologie peu atteint Ce tronçon de l'Aubonne correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau peu atteint (classe II).

Faune piscicole

Cours d'eau de la zone à truites L'Aubonne est un cours d'eau de la zone à truites qui présente un peuplement piscicole peu diversifié (voir Tableau 1). Les trois espèces présentes sont la truite de rivière, la truite lacustre et le chabot. La truite lacustre est la seule espèce ayant un statut





Présence de truites lacustres "fortement menacé" qui est présente dans l'Aubonne. Les remontées de truites lacustres en période de frai sont très importantes sur l'Aubonne, mais la majorité des géniteurs ne remontent actuellement pas en amont du seuil de la Poudrerie. Cependant, le projet de passe piscicole actuellement en cours devrait permettre une amélioration de la situation.

Tableau 47 : Diversité ichtyologique de l'Aubonne, tronçon Plan-Dessus - Petite Vaux.

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

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

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

Reproduction de la truite qualifiée de moyenne La reproduction naturelle de la truite sur le tronçon de l'Aubonne soumis à un débit résiduel est considérée comme moyenne sur la base des données des gardes-pêche et de la SVPR.

Faune benthique

Plusieurs stations du réseau de surveillance En amont de ce tronçon, il existe plusieurs stations appartenant au réseau de surveillance de la qualité biologique des rivières du canton de Vaud : « aval barrage » et « Volaille » se situent à l'aval du barrage et « Le Roselet » se situe à l'amont du barrage sur l'Aubonne. Deux autres stations se situent sur l'affluent principal de l'Aubonne, le Toleure, toutes deux à l'amont du barrage également. Les trois groupes les plus sensibles : éphémères, plécoptères et trichoptères (EPT) récoltés en 2009 ont été déterminés, pour toutes les stations, jusqu'à l'espèce par des spécialistes.

biologique en amont du barrage 1 espèce de plécoptère potentiellement

menacée

Bonne qualité

« Le Roselet » a été choisi comme station de référence pour ce travail et a été échantillonné le 26 mars 2013. Ces trois stations en amont du barrage obtiennent, par ailleurs, des appréciations similaires, toutes trois dans la catégorie « bonne » qualité biologique (Tableau 48). Cet état est stable depuis de nombreuses années. Pour la station « Le Roselet », 10 espèces d'éphémères et 8 espèces de trichoptères ont été déterminées, dont aucune ne figure sur la liste rouge du CSCF8 (état 2010). Par contre, parmi les 10 espèces de plécoptères déterminées, *Perlodes cf. jurassicus* appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT).

⁸ OFEV-CSCF, 2012.<u>Listes rouges Ephémères, Plécoptères, Trichoptères</u> - Espèces menacées en Suisse, état 2010.





Tableau 48 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Le Roselet » aux coordonnées 517'270/153'420 selon l'échelle de couleur ci-dessous

	29.02.1996	18.02.2002	2 13.01.200	6	04.03.2009	11.03.2010
IBGN	15	15	15	IBCH	16	16
EPT	10	9	11		11	10
RIVAUD	12	13	14		16	15
		très bon	bon n	noyen 1	médiocre	mauvais

Bonne qualité biologique en aval de la centrale de Plan-Dessous

1 espèce de plécoptère vulnérable Sur ce tronçon, la station « Aubonne amont Pont » se situe à l'aval de la Centrale « Plandessous » et sera à nouveau échantillonnée dans le cadre de ce travail. Les indices indiquent une bonne qualité biologique dans cette station (Tableau 49). Les déterminations de 2009 permettent d'identifier 11 espèces d'éphémères et 8 espèces de trichoptères, dont aucune ne figure sur la liste rouge. Par contre, parmi les 6 espèces de plécoptères déterminées, *Perla marginata* appartient à la catégorie espèce potentiellement menacées (NT) et *Protonemura meyeri* appartient à la catégorie espèce vulnérable (VU). On retrouve *Perla marginata* dans plusieurs stations de l'Aubonne : à « aval barrage » et à « Volaille », ainsi que dans les deux stations du Toleure (Marais Girard et Bois Guyot) et *Protonemura meyeri* également à « aval barrage » et dans la station « Marais Girard » sur le Toleure.

Tableau 49 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Aubonne amont Pont » aux coordonnées 519'505/150'340 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Autres critères

Le tronçon potentiellement soumis aux éclusées présente une situation centrale au sein du système hydrographique (interconnexion avec la partie amont du cours d'eau et avec les affluents).

Les données sur le régime de charriage et sur l'influence du barrage sur le transport solide ne sont pas connues. Il faut toutefois noter que cet ouvrage est curé annuellement.

Classement

Le potentiel écologique actuel de ce tronçon de l'Aubonne peut être considéré comme **moyen** compte tenu de sa valeur biologique et paysagère.

Etat prévisible (horizon 2030)

Actuellement, aucune mesure planifiée ne devrait sensiblement modifier l'importance écologique de ce tronçon de l'Aubonne.





Tronçon Petite Vaux - embouchure du lac Léman

Indicateurs d'éclusées

Etat actuel

L'analyse est faite sur les années 2007-2010. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants :

- Qéculsées = $3.61 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{plancher} = 0.43 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 3.88$
- $I_{P,ép} = 2.52$ avec $k_{TN,é/p} = 0.65$ (taux max de changement du niveau d'eau <0.5 cm/min, estimé selon courbe tarage Coulet)
- Ih,éclusée = 0.35 avec MQr = 5.09 m³/s et kbv=0.5 (Abv<250 km²)

Anomalies d'exploitation

• Classement : Classe 2 (peu atteint)

Les indicateurs, notamment le $V_{\ell/P}$ de 3.88, montrent que les anomalies d'exploitation (pannes, redémarrages brusques ...) induisent quelques perturbations à l'aval de la Petite Vaux. Il faut cependant préciser que ces perturbations restent occasionnelles comme on peut le voir sur la Figure 60. En effet, sur les 4 années examinées, il n'a été possible de trouver 10 semaines concernées que sur une seule d'entre elles.

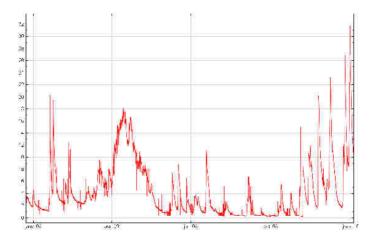


Figure 60 : Débits simulés à l'aval du rejet de la Petite Vaux. Année 2009.

Classe 2

Sur ce tronçon également, l'effet du coefficient $V_{\ell/p}$ est amenuisé par le débit moyen de référence et, finalement, le tronçon obtient une Classe 2.

Contraintes concession

Toutefois, il faut remarquer que, lors de l'octroi de la concession par le canton en 1993, la SEFA s'est engagée à respecter certaines contraintes sur l'exploitation, et notamment, à ne pas modifier le débit turbiné de plus de 10% par heure. De mars à juin, le respect de cette condition est particulièrement important. Selon le rapport ECOTEC "Suivi biologique de l'Aubonne (2009-2011)", sur ces quatre mois, le nombre de jours (au-moins une fois par 24h) pour lesquels cette limite des 10 % par heure est dépassée était en 2009, 2010 et 2011 de 49, 33 et 81 respectivement. Le calcul a été fait pour 2012 dans le cadre de cette étude et la valeur obtenue est encore de 26 jours. Ce résultats, certes pas parfait, est néanmoins en forte amélioration. Les problèmes qui subsistent





s'expliquent en grande partie par des limitations techniques de turbinage.

Etat futur probable

L'état futur annoncé par la SEFA est similaire à l'état actuel. Le turbinage devrait donc toujours se faire au fil de l'eau (stabilité des berges de la retenue, prix de rachat du courant fixe, ...).

Cas théorique

Cependant comme montré plus haut par le calcul effectué à la main, le tronçon à l'aval de la Petite Vaux pourrait techniquement subir des éclusées particulièrement marquées (Vé/p = 20.6) en cas d'utilisation de tout le potentiel de la retenue. Toutefois les règles imposées par la concession atténueraient les effets négatifs en cas de modulation des débits, notamment par la limitation de la variation du turbinage à 10 % par heure.

Importance écologique

Inventaires fédéraux

IZA, objet no 119

IFP, objet no 1210

Le delta de l'Aubonne est inscrit à l'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale (IZA, objet nº 119, voir Figure 61) ainsi qu'à l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP, objet no 1210). L'objet IFP englobe également le domaine de Chanivaz situé en rive gauche du cours d'eau. La décision de classement de la zone alluviale date du 18 décembre 2003.

Autres zones et habitats protégés

En terme de zones d'affectation, le cours de l'Aubonne est principalement situé dans l'aire forestière.

Le cours de l'Aubonne se situe soit en secteur Au de protection des eaux qui comprend des eaux souterraines utilisables, ainsi que les zones adjacentes nécessaires à leur protection, soit en secteur üB. On trouve également quelques zones S de protection des eaux dans lesquelles certaines restrictions d'utilisations sont imposées en raison des captages, notamment au niveau du domaine de Chanivaz (5 captages).

Réserve naturelle des Batiaux

La zone humide des Batiaux à l'embouchure de l'Aubonne est classée comme réserve naturelle de statut public (RNPU).





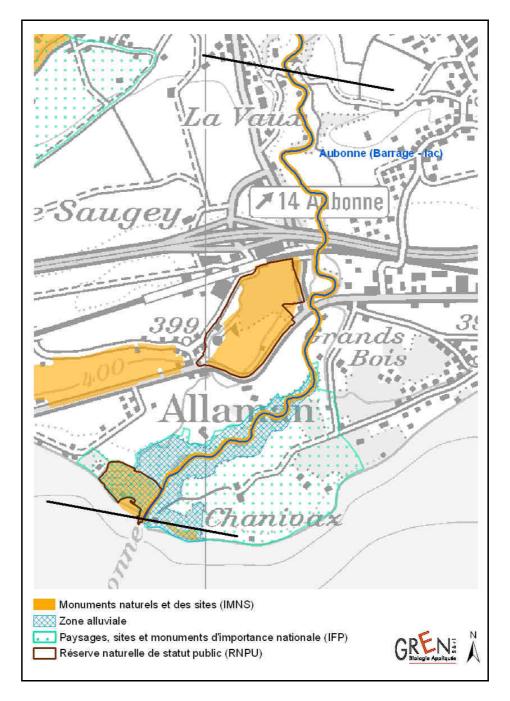


Figure 61 : Zones protégées sur l'Aubonne entre la centrale de La vaux et l'embouchure dans le Léman.

Liaison biologique d'importance régionale Le cours de l'Aubonne entre l'autoroute et le lac correspond à un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) du réseau écologique cantonal, tandis que le reste du tronçon correspond à un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS). L'ensemble du cours d'eau correspond quant à lui à une liaison biologique d'importance régionale de type amphibie à renforcer.

Morphologie et paysage

IMNS, objet nº43 Le cours de l'Aubonne est inscrit à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites





(IMNS, objet nº 43). Le port de l'Aubonne et les zones humides des Batiaux et du Bois Pourri sont également inscrits à l'IMNS (voir Figure 61).

Cours d'eau naturel

Ce tronçon de l'Aubonne correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau naturel (classe I, Photo 61).



Photo 61 : Aubonne en amont du viaduc CFF avec un débit proche du débit plancher.

Faune piscicole

Zone à truites

Comme le reste du cours d'eau, la partie aval de l'Aubonne abrite de la truite de rivière, de la truite lacustre et du chabot. En complément, l'inventaire piscicole des cours d'eau vaudois mentionne également des espèces lacustres dont la présence dans l'Aubonne est occasionnelle (voir tableau 4).

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

Remontées importantes de Truites lacustres La truite lacustre est la seule espèce ayant un statut "fortement menacé" et qui est présente dans l'Aubonne. Les remontées de géniteurs de truites lacustres (Photo 62) sont très importantes sur l'Aubonne qui présente de nombreuses zones de frai pour cette espèce sur ce tronçon.

Reproduction de la truite très importante

La reproduction naturelle de la truite est qualifiée de très importante dans la zone alluviale (premiers 1.5 km) et importante en amont jusqu'à la restitution de la centrale de La Vaux. Les densités de 0+ et le rapport des truites 0+ sur les truites >0+ correspondent à un état excellent selon le module Poissons niveau R (OFEFP, 2004).





Tableau 50 : Diversité ichtyologique de l'Aubonne, tronçon aval

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

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



Photo 62 : Géniteur de truite lacustre.

Faune benthique

Nouvelle station Petite Vaux en aval du rejet de la centrale La station « Le Coulet », située à l'amont de la route cantonale, étant trop éloignée du rejet de la centrale La Vaux, une nouvelle station : « Petite Vaux » a été échantillonnée dans le cadre de ce travail. Une autre station, plus en aval dans la zone alluviale « La Frésaire » a également été échantillonnée le même jour. Cette station avait été étudiée dans le cadre d'un mandat en 2006⁹.

Qualité biologique La station « Le Coulet » voit sa qualité biologique diminuer en 2009 et passer dans la catégorie qualité moyenne, après de nombreuses années où la qualité biologique était bonne de manière constante (Tableau 51). Les déterminations à l'espèce de la station en

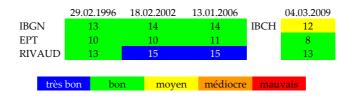
⁹ Limnex AG, 2007. Morphologie und Schwallbetrieb in Fliessgewässern.





diminue en 2009 2009 permettent d'identifier 8 espèces d'éphémères, 2 espèces de plécoptères et 13 espèces de trichoptères, dont aucune ne figure sur la liste rouge.

Tableau 51 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Le Coulet » aux coordonnées 520'715/147'440 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Autres critères

Le tronçon soumis aux éclusées présente une situation clé au sein du système hydrographique (embouchure dans le Léman, interconnexion avec la partie amont du cours d'eau et avec les affluents).

Les données sur le régime de charriage et sur l'influence du barrage sur le transport solide ne sont pas connues. Il faut encore noter que cet ouvrage est curé annuellement.

Classement

Le potentiel écologique actuel de ce tronçon de l'Aubonne est important.

Etat prévisible (horizon 2030)

Actuellement, aucune mesure planifiée ne devrait sensiblement modifier l'importance écologique de ce tronçon de l'Aubonne.





Annexe III Résultats de l'évaluation intermédiaire pour la Grande Eau

Hydrologie

Etat actuel

Modélisation RS 2012 Le turbinage des eaux du lac d'Arnon par la centrale des Diablerets induit des éclusées à l'aval du rejet. Pour élaborer les hydrogrammes nécessaires au calcul des indicateurs par HYDMOD-FIT, le modèle RS 2012 de la Grande Eau est utilisé. Ce dernier intègre les mesures de turbinage de Romande Energie disponibles à pas de temps de 15 minutes sur 2009 à 2012. La modélisation est validée à partir des mesures de débit de l'OFEV à Aigle ainsi qu'à partir des mesures des captages de Romande Energie, comme le montrent les Figure 62 et Figure 63.

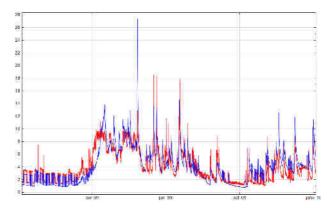


Figure 62 : Débit mesuré (rouge) et simulé (noir) à Aigle. Année 2009.

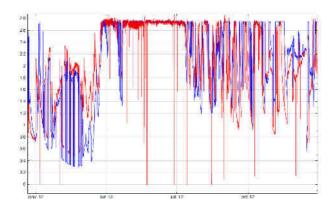


Figure 63 : Débit mesuré (rouge) et simulé (noir) à la centrale du Pont de la Tine. Année 2012.

Mesure Aigle

Pour le calculer les indicateurs à l'aval du rejet de la centrale des Farettes, étant donné l'existence de la mesure de débit de l'OFEV à Aigle, cette dernière est utilisée en préférence au modèle. Comme le lieu de l'état le plus sensible où le phénomène d'éclusées doit être évalué est situé directement au niveau du rejet de la centrale, le modèle est tout de même utilisé pour retrancher la partie de bassin versant captée entre le rejet de la centrale et la mesure d'Aigle.





Etat futur probable

Augmentation capacité Farettes

Pour tenir compte de l'état futur dans la modélisation, la capacité du palier des Farettes est augmentée de 2.75 à 6.5 m³/s. Par contre, faute de mieux, la mesure de turbinage de la centrale des Diablerets utilisée est identique à celle de l'état actuel (alors que quelques changements dans la stratégie d'exploitation de la chaîne pourraient survenir). A noter aussi que le débit résiduel n'étant pas connu, il est considéré comme identique à l'état actuel, soit 370 l/s.

Etat naturel reconstruit

Modèle dans ouvrages Pour le calcul de l'hydrologie naturelle, les ouvrages sont retirés de la modélisation, ce qui implique les changements suivants :

- Le bassin naturel du lac d'Arnon n'est plus considéré
- Le bassin versant de la prise d'Ayerne s'écoule directement dans la Grande Eau
- Les deux bassins versants dérivés sur l'Hongrin s'écoulent dans la Grande Eau

Tronçon Centrale des Diablerets - Prise des Aviolats

Indicateurs d'éclusées

La Figure 64 montre les éclusées induites par le turbinage des eaux du lac d'Arnon à l'aval des Diablerets.

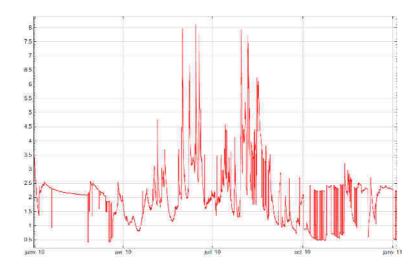


Figure 64 : Débits simulés à l'aval du rejet des Diablerets. Année 2010.

Etat actuel

L'analyse est faite sur les années 2009-2012. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants :

- Qéculsées = 2.18 m³/s
- $Q_{plancher} = 0.36 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 5.32$
- $\bullet \quad I_{P,\acute{e}p}\text{=}3.46 \ \ \, avec \ \ \, k_{TN,\acute{e}/p} \ \, \text{=}0.65 \ \, \text{(taux max de changement du niveau d'eau}$





<0.5 cm/min, estimé selon calcul hydraulique simple)

- $I_{h,éclusée} = 0.60 \text{ avec } MQ_r = 1.80 \text{ m}^3/\text{s et kbv} = 0.5 \text{ (Abv} < 250 \text{ km}^2\text{)}$
- Classement : Classe 3 (passablement atteint)

Classe 3

Les indicateurs montrent que le turbinage par intermittence des eaux du lac d'Arnon par la centrale des Diablerets induit des éclusées à l'aval du rejet. Etant donné que le débit plancher est assez important par rapport au rejet de la centrale, ce tronçon n'est qu'en classe 3.

Etat futur

L'état futur probable est considéré comme identique à l'état actuel.

Importance écologique

Etat actuel

Inventaires fédéraux

IBM, objet nº 1345

Un bas-marais situé en aval des Diablerets est inscrit à l'inventaire fédéral des basmarais d'importance nationale (objet nº 1345). Celui-ci, d'une surface totale de 5.15 ha, est situé au lieu-dit "Les Nicolets" en rive gauche de la Grande Eau (voir Figure 65).

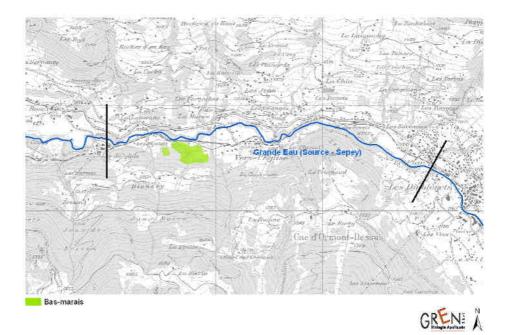


Figure 65 : Zones protégées sur la Grande Eau entre la centrale des Diablerets et la prise des Aviolats.

Autres zones et habitats protégés

En terme de zones d'affectation, le cours de la Grande Eau entre la centrale des Diablerets et la prise d'eau des Aviolats est située en zone agricole et alpestre et les boisements riverains sont partiellement situés dans l'aire forestière.

Ce tronçon de la Grande Eau se trouve en secteur A de protection des eaux. Les secteurs A (ancienne dénomination) couvrent des régions qualitativement et quantitativement intéressantes du point de vue de l'exploitation des eaux souterraines

Il n'y a pas d'autres zones ou habitats protégés sur ce tronçon de la Grande Eau.





Territoire d'intérêt biologique supérieur Ce tronçon de la Grande Eau ne représente pas une liaison biologique d'importance suprarégionale ou régionale ni un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) du réseau écologique cantonal (REC-VD). Le cours d'eau et ses rives correspondent néanmoins à un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS) car ils constituent des zones relais ou des voies de transit privilégiées. Ces surfaces permettent ainsi d'assurer la connectivité entre les maillons principaux du réseau écologique.

Assainissement des éclusées

Morphologie et paysage

Cours naturel

Ce tronçon de la Grande Eau correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau naturel/semi-naturel et l'artificialisation du lit et des berges est limité.

Faune piscicole

Truite de rivière

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

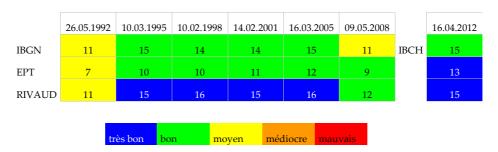
Faible valeur pour la reproduction La reproduction de la truite est considérée comme faible sur la moitié aval du tronçon et inexistante sur la moitié amont (données GPP/SVPR). Les affluents piscicoles qui rejoignent ce tronçon de la Grande Eau ne présentent pas d'intérêts pour le frai de la truite.

Faune benthique

Station de référence "Amont Diablerets"

Qualité biologique bonne à très bonne La station « Amont Diablerets », en amont du rejet de la centrale des Diablerets, appartient au réseau de surveillance de la qualité biologique des rivières du canton de Vaud et représente une station de référence dans le cadre de ce travail. En 2012, la qualité biologique est redevenue bonne, voir très bonne selon les indices (Tableau 52), alors que la station se trouve dans un tronçon peu naturel, avec enrochements en rive droite et gauche. Les indices avaient baissé considérablement en 2008 suite aux travaux de reconstruction des enrochements qui ont eu lieu après les crues de juin 2005. Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 13 espèces de plécoptères et 12 espèces de trichoptères différents sont présents et aucun d'entre eux ne figure sur la liste rouge. Parmi les 9 espèces d'éphémères, *Baetis melanonyx* appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT). Cette station sera échantillonnée dans le cadre de ce travail.

Tableau 52 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Amont Diablerets » aux coordonnées 578'485/132'900 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Station "Amont STEP Diablerets" en A l'aval du rejet de la centrale des Diablerets, la station « Amont STEP Diablerets » qui appartient également au réseau de surveillance de la qualité biologique des rivières du canton de Vaud, obtient des notes qui la placent dans la catégorie bonne à très bonne

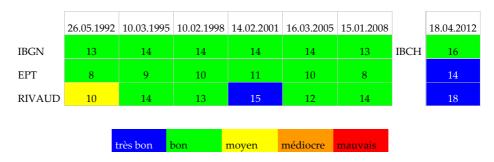




aval du rejet de la centrale

Qualité biologique bonne à très bonne qualité biologique selon les indices (Tableau 53). Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 9 espèces de trichoptères dont aucun ne figure sur la liste rouge, alors que parmi les 10 espèces d'éphémères, on retrouve également dans cette station *Baetis melanonyx* qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT) et parmi les 14 espèce de plécoptères, *Protonemura algovia* qui appartient à la catégorie espèce vulnérable (VU). Cette station sera échantillonnée dans le cadre de ce travail.

Tableau 53 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Amont STEP Diablerets » aux coordonnées 577'500/133'625 selon l'échelle de couleur ci-dessus.



Autres critères

Plusieurs affluents

Plusieurs petits affluents qui sont des cours d'eau piscicoles rejoignent se tronçon de la Grande Eau. Il s'agit de la Bay de Vers l'Eglise, du ruisseau du Plassot, du ruisseau des Faverges, du torrent d'Ayerne et de la Bédeyre des Iles.

Classement

Le potentiel écologique actuel de ce tronçon de la Grande Eau peut être considéré comme **faible** compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau et de l'absence de zones protégées et d'espèces de poissons en danger.

Etat prévisible (horizon 2030)

Actuellement, aucune mesure planifiée ne devrait sensiblement modifier l'importance écologique de ce tronçon de la Grande Eau.

Tronçon Prise des Aviolats - Prise des Farettes (pont de la Tine)

Indicateurs d'éclusées

Tronçon à débit résiduel avec éclusées occasionnelles Ce tronçon est un tronçon à débit résiduel (270 l/s minimum). Comme la capacité de la prise est supérieure à celle du rejet des Diablerets (2.75 m³/s contre 1.75 m³/s), les éclusées lâchées par la centrale des Diablerets ne peuvent se propager sur ce tronçon que lorsque le débit en amont direct de la prise est supérieur à 2.75 + 0.27 = 3.02 m³/s. Il faut noter que ce cas se produit rarement étant donné le peu d'intérêt pour l'exploitant à vider le lac d'Arnon lorsque les centrales de la Tine et des Farettes tournent déjà à pleine capacité. La Figure 66 montre l'exemple de l'année 2010 avec quelques éclusées en juillet et août. Par ailleurs, l'observation des mesures montre que, sauf cas exceptionnels (pannes, ...), jamais la centrale des Diablerets ne turbine sans que les centrales de la Tine et des Farettes ne soient elles aussi en fonctionnement.

DGE-EAU/VD





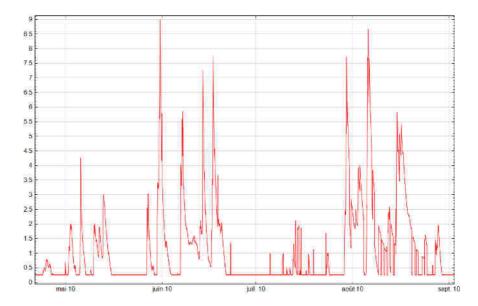


Figure 66 : Débits simulés à l'aval de la prise des Aviolats en 2010 avec propagation des éclusées de la centrale des Diablerets (ex. juillet et août).

Pour ne pas prendre en compte les montées de débit naturelles, les semaines choisies pour l'analyse HYDMOD-FIT de ce tronçon ont été sélectionnées uniquement parmi celles comprenant des lâchers d'eau depuis la centrale des Diablerets.

Etat actuel

L'analyse est faite sur les années 2009-2012. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants:

- $Q_{\text{éculsées}} = 2.68 \text{ m}^3/\text{s}$
- $O_{plancher} = 0.27 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 3.72$
- IP,ép=2.42 avec ktn,é/p =0.65 (taux max de changement du niveau d'eau <0.5 cm/min, estimé selon calcul hydraulique simple)
- $I_{h,\'eclus\'ee} = 0.49 \ avec \ MQ_r = 2.74 \ m^3/s \ et \ k_{BV} = 0.5 \ (A_{BV} < 250 \ km^2)$
- Classement: Classe 2 (peu atteint)

Classe 2

Le Vé/p obtenu est relativement élevé. Toutefois, étant donné l'effet du débit moyen de référence, le tronçon se retrouve en classe 2.

Etat futur

L'état futur probable est considéré comme identique à l'état actuel.

Importance écologique

Etat actuel

Inventaires fédéraux

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

Autres zones et habitats protégés

Le cours de la Grande Eau entre la prise d'eau de la centrale du Pont-de-la-Tine aux Aviolats et la prise d'eau des Farettes est situé en zone agricole et alpestre sur la commune d'Ormont-Dessus et les boisements riverains sont situés dans l'aire forestière





au niveau de la commune d'Ormont-Dessous.

Ce tronçon de la Grande Eau se trouve en secteur A de protection des eaux et il n'y a pas d'autres zones ou habitats protégés au niveau cantonal (Figure 67).

Liaison biologique d'importance régionale La partie aval du tronçon correspond à une liaison biologique d'importance régionale "amphibie" à conserver La confluence entre la Grande Eau et le ruisseau du Sepey se situe dans un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) du réseau écologique cantonal (REC-VD) appartenant au sous-réseau Fp (forêts de plaine).. En amont de la confluence avec le ruisseau du Sepey, le cours d'eau et ses rives correspondent à un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS) car ils constituent des zones relais ou des voies de transit privilégiées. Ces surfaces permettent ainsi d'assurer la connectivité entre les maillons principaux du réseau écologique.

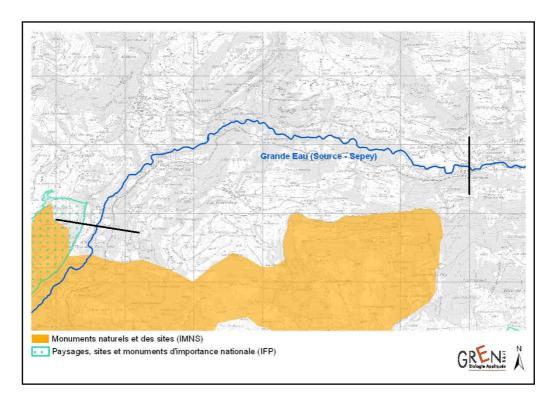


Figure 67 : Zones protégées sur la Grande Eau entre la prise d'eau des Aviolats et la prise d'eau des Farettes.

Morphologie et paysage

Cours naturel à peu atteint

Ce tronçon de la Grande Eau correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau naturel/semi-naturel (Classe 1) en amont de la confluence avec le ruisseau du Sepey et à un cours d'eau peu atteint (Classe 2) en aval.

Faune piscicole

Truite de rivière

La truite de rivière est la seule espèce de poisson présente sur ce tronçon de la Grande Eau.

Faible valeur pour la reproduction La reproduction de la truite est considérée comme faible sur ce tronçon ainsi que sur la partie aval du ruisseau du Sepey (données GPP/SVPR). Les affluents piscicoles qui rejoignent ce tronçon de la Grande Eau ne présentent pas d'intérêts pour le frai de la





truite à l'exception de la partie aval de la Bédaire du Rosex.

Qualité biologique moyenne en aval de la prise d'eau

Faune benthique

Sur ce tronçon, des données de faune existent à la station « Les Aviolats », à l'aval de la prise d'eau. Cette station appartient au réseau de surveillance de la qualité biologique des rivières du canton de Vaud. Comparée aux autres stations plus en amont sur la Grande Eau, on ne peut que constater que la qualité biologique y est moyenne (Tableau 54). La station se situe à l'aval de la prise d'eau dans un tronçon à débit résiduel. Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 4 espèces d'éphémères, 9 espèces de plécoptères et 4 espèces de trichoptères sont présents, mais aucun d'entre eux n'appartient à la liste rouge. Cette station sera échantillonnée dans le cadre de ce travail.

Tableau 54 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Les Aviolats » aux coordonnées 574'820/133'700 selon l'échelle de couleur ci-dessous.

	26.05.1992	10.03.1995	10.02.1998	14.02.2001	15.03.2005	15.01.2008		18.04.2012
IBGN	12	11	13	13	11	10	IBCH	12
EPT	6	7	8	9	6	6		6
RIVAUD	11	11	13	13	10	8		13
	t	rès bon	oon 1	moyen	médiocre mauvais			

Autres critères

Outre le ruisseau du Sepey, plusieurs petits affluents classés comme cours d'eau piscicoles rejoignent se tronçon de la Grande Eau. Il s'agit de la Bonne Eau, du ruisseau de Troublon, de la Raverette, du ruisseau de la Forclaz et de la Bédaire du Rosex.

Classement

Le potentiel écologique actuel de ce tronçon de la Grande Eau peut être considéré comme **faible** compte tenu compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau et de l'absence de zones protégées et d'espèces de poissons en danger.

Etat prévisible (horizon 2030)

Actuellement, aucune mesure planifiée ne devrait sensiblement modifier l'importance écologique de ce tronçon de la Grande Eau.

Tronçon Prise des Farettes (pont de la Tine) - Centrale des Farettes

Indicateurs d'éclusées

Semaines avec éclusées seulement Le cas de ce tronçon étant similaire au précédent (=tronçon à débit résiduel), le calcul des indicateurs HYDMOD-FIT pour l'état actuel est là aussi effectué uniquement sur les semaines avec propagation d'éclusées depuis les Diablerets.

Plus d'éclusées dans le futur L'état futur ne présente plus aucune semaine avec des éclusées ainsi que le montre la Figure 68. Pour pouvoir quand même effectuer un calcul, les mêmes semaines que pour l'état actuel sont reprises dans l'analyse HYDMOD-FIT.





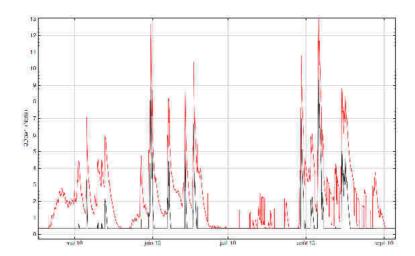


Figure 68 : Débits simulés à l'aval de la prise des Farettes en 2010 selon capacité actuelle (en rouge) et future (en bleu).

Etat actuel

Pour l'état actuel l'analyse est faite sur les années 2009-2012. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants :

- Qéculsées = 3.75 m³/s
- $Q_{plancher} = 0.37 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 3.41$
- I_{P,ép}=2.22 avec $k_{TN,é/p}$ =0.65 (taux max de changement du niveau d'eau <0.5 cm/min, estimé selon calcul hydraulique simple)
- Ih,éclusée = 0.44 avec MQr = 4.26 m³/s et kbv=0.5 (Abv<250 km²)
- Classement : Classe 2 (peu atteint)

Classe 2

Par rapport au tronçon précédent, le débit plancher (correspondant au débit résiduel de 370 l/s) est différent et bien sûr le débit de référence est plus élevé. Au final le tronçon se retrouve en classe 2. Cet état n'aura donc plus de pertinence dès la mise en service de la nouvelle centrale des Farettes.

Etat futur

Pour l'état futur l'analyse est faite en reprenant les années 2009-2012. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants :

- Qéculsées = 0.37 m³/s
- $Q_{plancher} = 0.37 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 1.00$
- $I_{P,ép}$ =0.65 avec $k_{TN,é/p}$ =0.65 (taux max de changement du niveau d'eau <0.5 cm/min, estimé selon calcul hydraulique simple)
- $I_{h,\text{\'eclus\'ee}} = 0.04 \text{ avec MQr} = 4.26 \text{ m}^3/\text{s et kbv} = 0.5 \text{ (Abv} < 250 \text{ km}^2\text{)}$
- Classement : Classe 1 (naturel / proche de l'état naturel)

Classe 1

Avec la future capacité de ce palier actuellement en travaux, ce tronçon ne sera plus du tout soumis aux éclusées induites par la centrale des Diablerets. Il ne restera donc plus que des déversements dus aux montées de débit naturelles et le tronçon pourra donc





être considéré comme non atteint, c'est à dire faisant partie de la classe 1.

Importance écologique

Etat actuel

Inventaires fédéraux

Pas d'inventaire fédéral Aucun inventaire fédéral ne se trouve sur ce tronçon de la Grande Eau.

Le site IFP "Tour d'Aï - Dent de Corjon" (objet 1515) s'arrête en rive droite de la Grande Eau au niveau de la route cantonale RC705A et il n'englobe pas le cours d'eau et ses rives situés en fond de vallée (voir Figure 69).

Autres zones et habitats protégés

Le cours de la Grande Eau entre le Pont-de-la-Tine et les Farettes est situé dans l'aire forestière et il se trouve en secteur A de protection des eaux. Il n'y a pas d'autres zones ou habitats protégés au niveau cantonal

Liaison biologique d'importance suprarégionale et régionale La partie intermédiaire de ce tronçon de la Grande Eau correspond à une liaison biologique d'importance suprarégionale, tandis que les parties aval et amont correspondent à une liaison biologique d'importance régionale. De plus, la moitié aval se situe dans un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) du réseau écologique cantonal (REC-VD) appartenant aux sous-réseaux A, F, R et X (milieux agricoles extensifs de plaine, forêt de plaine, milieux rocheux, milieux secs). Sur la moitié amont du tronçon, le cours d'eau et ses rives correspondent à un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS) car ils constituent des zones relais ou des voies de transit privilégiées.

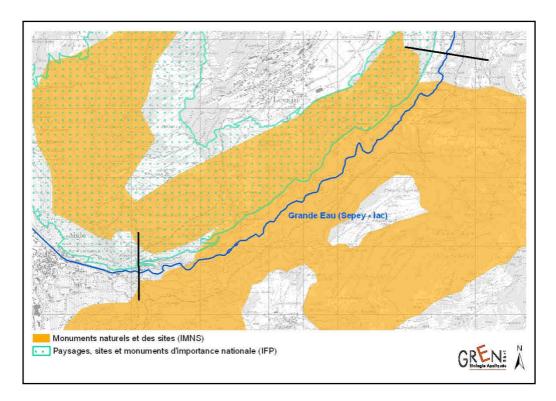


Figure 69 : Zones protégées sur la Grande Eau entre la prise d'eau et la centrale des Farettes.

Morphologie et paysage

Cours naturel à

Ce tronçon de la Grande Eau correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau naturel/semi-naturel (classe 1, voir Photo 63) sauf au niveau du secteur du Pont





peu atteint

de la Tine où le cours d'eau est peu atteint (classe 2).

IMNS, objet no 191

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 no 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, voir Figure 69).



Photo 63: La Grande Eau en amont de la centrale des Farettes.

Faune piscicole

Truite de rivière et truite lacustre Ce tronçon de la Grande Eau présente un peuplement piscicole peu diversifié (voir Tableau 55), 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 de la circonscription, 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.

Obstacles naturels sur la partie amont

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.





Tableau 55 : Diversité ichtyologique de la Grande Eau, tronçon Prise Farettes - Centrale Farettes

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

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

Reproduction importante sur la partie aval La reproduction naturelle de la truite sur ce tronçon de la Grande Eau est considérée comme importante entre la centrale des Farettes et 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 se 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.

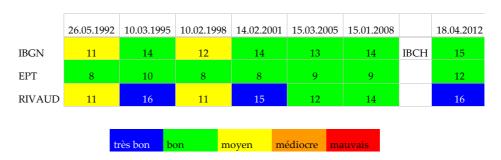
Faune benthique

Bonne qualité biologique en amont de la prise des Farettes Affiliée à ce tronçon et appartenant au réseau de surveillance de la qualité biologique des rivières du canton de Vaud, la station « amont UE Le Pont » reflète une bonne qualité biologique (Tableau 56), malgré une variabilité de la largeur limitée par des enrochements en rive droite et la présence de la falaise en rive gauche.

Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 13 espèces de plécoptères et 8 espèces de trichoptères ; aucun d'entre elles n'appartenant à la liste rouge, alors que parmi les 11 espèces d'éphémères, on retrouve également dans cette station *Baetis melanonyx* qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT).

Cette station ne sera pas échantillonnée en 2013 mais elle servira de base de comparaison pour la station « Aval Pont de la Tine » qui sera échantillonnée dans le cadre de ce travail.

Tableau 56 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « amont UE Le Pont » aux coordonnées 569'695/133'100 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Qualité biologique Sur ce même tronçon, la station « Amont Aigle » située juste à l'amont de la centrale des Farettes, appartient également au réseau de surveillance de la qualité biologique des





moyenne en amont de la centrale des Farettes

rivières du canton de Vaud. Sa qualité biologique peut être qualifiée de moyenne (Tableau 57); l'amélioration de la qualité biologique constatée en 2012 est surestimée.

Le matériel échantillonné en 2008 et 2012 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Au total, 7 espèces d'éphémères, 6 espèces de plécoptères et 5 espèces de trichoptères sont présentes, dont aucune n'appartient à la liste rouge.

Cette station ne sera pas refaite en 2013 pour ce travail, mais permettra des comparaisons avec la station «Aval centrale des Farettes ».

Tableau 57: Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « amont Aigle » aux coordonnées 566'000/129'800 selon l'échelle de couleur ci-dessous.

	26.05.1992	10.03.1995	10.02.1998	14.02.2001	15.03.2005	15.01.2008		13.03.2012
IBGN	11	13	11	11	12	11	IBCH	13
EPT	8	9	6	5	8	7		9
RIVAUD	11	12	10	8	12	10		12
	très bon bon		bon 1	noyen m	édiocre ma	uvais		

Classement

Le potentiel écologique actuel de ce tronçon de la Grande Eau peut être considéré comme moyen compte tenu de la valeur naturelle et paysagère du cours d'eau et de la présence de zones de frai pour la truite lacustre.

Etat prévisible (horizon 2030) Actuellement, aucune mesure planifiée ne devrait sensiblement modifier l'importance écologique de ce tronçon de la Grande Eau.

Tronçon aval Centrale des Farettes

Indicateurs d'éclusées

L'analyse est faite sur les années 2009-2012. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants:

- $O_{\text{éculsées}} = 3.53 \text{ m}^3/\text{s}$
- Qplancher = $1.25 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 2.46$
- I_{P,ép}=1.6 avec k_{TN,é/p} =0.65 (taux max de changement du niveau d'eau <0.5 cm/min, selon courbe tarage station Aigle)
- Ih.éclusée =0.36 avec MQr =4.93 m³/s et kbv=0.5 (Abv<250 km²)
- Classement : Classe 1 (naturel / proche de l'état naturel)

Classe 1

Les indicateurs montrent qu'à l'aval de la dernière centrale de la cascade, les éclusées sont devenues suffisamment petites en comparaison des apports intermédiaires pour n'avoir plus qu'un effet très limité. Ainsi, le tronçon se retrouve dans la classe la plus basse.





Importance écologique

Etat actuel

Inventaires fédéraux

Pas d'inventaire fédéral Aucun inventaire fédéral ne se trouve sur le tronçon de la Grande Eau situé entre la Ville d'Aigle et l'embouchure dans le Rhône.

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 (Figure 70). Le site IFP "Tour d'Aï - Dent de Corjon" (objet 1515) s'arrête au pied du coteau et il n'englobe pas le cours d'eau.

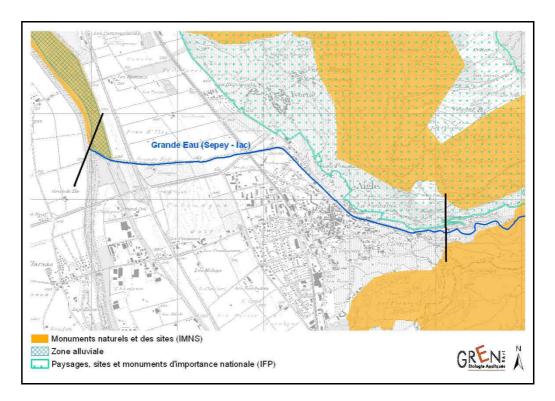


Figure 70 : Zones protégées sur la Grande Eau entre la centrale des Farettes et le Rhône.

Autres zones et habitats protégés

En aval de l'usine des Farettes, la Grande Eau circule au pied du coteau viticole et en bordure de la ville d'Aigle. Le cours d'eau est bordé de zones d'habitation de moyenne densité et de zone d'installation (para-)publiques.

En aval de la voie de chemin de fer, la rivière est endiguée dans la plaine agricole du Rhône et les terrains sont situés en zone agricole ou dans l'aire forestière (boisements riverains entre le Grand-Canal et le Rhône).

Ce tronçon de la Grande Eau se situe en secteur A de protection des eaux, à l'exception des 230 derniers mètres à l'embouchure qui sont situés en secteur S3 en raison de deux captages situés à proximité.

Territoire biologique prioritaire à l'embouchure Ce tronçon de la Grande Eau ne représente pas une liaison biologique d'importance suprarégionale ou régionale, mais l'embouchure du cours d'eau dans le Rhône se situe dans un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) du réseau écologique cantonal (REC-VD) appartenant aux sous-réseaux A, E, F, H (milieux agricoles extensifs de





plaine, eaux libres, forêt de plaine, milieux palustres). Jusqu'à 1 km de l'embouchure le cours d'eau et ses rives correspondent à un territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS).

Morphologie et paysage

Cours d'eau très atteint

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, voir Photo 64 : Tronçon canalisé de la Grande Eau en amont de l'embouchure.).

La zone alluviale des "Iles des Clous" est également classée à l'inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet no 184).



Photo 64 : Tronçon canalisé de la Grande Eau en amont de l'embouchure.

Faune piscicole

Truite de rivière et truite lacustre

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 Tableau 58). 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.

Tableau 58 : diversité ichtyologique de la grande eau, tronçon centrale Farettes -Rhône

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

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





Reproduction importante que sur la partie amont du tronçon 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'à la centrale des Farettes). 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).

Faune benthique

Sur ce tronçon, la station «Aval centrale des Farettes » a été échantillonnée le 15.03.2013 pour ce travail (*Photo 65*).



Photo 65 : Station de prélèvement "Aval centrale Farettes" (Photo N. Menétrey).

Sur ce même tronçon, il existe une station « Amont Rhône » juste avant la confluence de la Grande Eau avec le Rhône. Cette station appartient au réseau de surveillance de la qualité biologique des rivières du canton de Vaud. Sa qualité biologique s'est améliorée au cours du temps, elle reste d'une qualité moyenne (Tableau 59). La bonne qualité biologique obtenue en 2012, surestimée, devrait être confirmée à l'avenir.

Le matériel échantillonné en 2008 a pu être identifié à l'espèce pour les trois groupes sensibles. Parmi les 7 espèces d'éphémères, on retrouve également dans cette station *Baetis melanonyx* qui appartient à la catégorie espèce potentiellement menacée (NT) et parmi les 6 espèces de plécoptères, on trouve *Nemoura minima*, dans cette même catégorie (NT). Quant aux 4 espèces de trichoptères identifiées, aucune d'entre elles n'appartient à la liste rouge.

Cette station ne sera pas échantillonnée en 2013.

Tableau 59 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « amont Rhône » aux coordonnées 561'110/130'515 selon l'échelle de couleur ci-dessus.







Autres critères

Le tronçon potentiellement soumis aux éclusées présente une situation clé au sein du système hydrographique (embouchure dans le Rhône, interconnexion avec la partie amont du cours d'eau).

Les données sur le régime de charriage et sur l'influence des installations sur le transport solide ne sont ne sont pas connues.

Classement

Le potentiel écologique actuel de ce tronçon de la Grande Eau peut être considéré comme faible compte tenu du degré d'aménagement du cours d'eau et cela malgré la présence de sites de frai pour la truite lacustre.

Etat prévisible (horizon 2030) Le projet de correction fluviale de la Grande Eau en traversée d'Aigle pourrait augmenter l'importance écologique de la partie aval de ce cours d'eau. Celle-ci pourrait ainsi passer dans la catégorie moyenne à l'avenir.





Annexe IV Mesures d'assainissement développées pour la Grande Eau

Mesures d'assainissement centrale Diablerets

Variante 1 : bassin de compensation

La solution consistant à construire un bassin de compensation est évaluée. Pour ce faire, il est décidé de dimensionner le volume du bassin uniquement à partir de valeurs limites du taux de montée/descente du débit. Ce choix provient du fait que la vidange de la retenue d'Arnon se fait parfois sans interruption pendant plusieurs semaines d'affilée ainsi que le montre la Figure 71. A l'inverse, durant certaines périodes, la centrale peut être à l'arrêt durant plusieurs semaines consécutives. D'autre part, il convient de rappeler que lors de l'arrêt du turbinage, le tronçon situé à l'aval du rejet des Diablerets retrouve son état hydrologique naturel car il ne s'agit pas d'un tronçon à débit résiduel. Ainsi, viser à maintenir un débit minimum et maximum ne semble pas raisonnable et le dimensionnement se fait donc uniquement sur la base des taux de montée/descente limites.

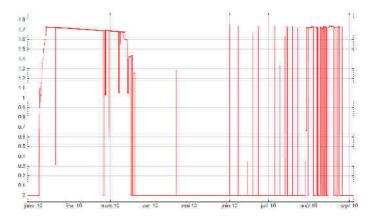


Figure 71 : Débit [m³/s] turbiné par la centrale des Diablerets. Valeurs 15 minutes. Janvier-août 2010.

Le modèle HEC-RAS construit pour l'évaluation de l'indicateur P2 permet de déterminer l'amplitude de la variation de hauteur d'eau entre le débit plancher et le débit d'éclusée.

Les valeurs limites à viser sont issues de la méthodologie d'évaluation de P2. Selon celleci, une vitesse de descente est jugée "excellente" si elle est inférieure à 0.3 cm/min. C'est la valeur qui est retenue pour le dimensionnement du bassin.

A partir du modèle HEC-RAS et de cette valeur limite, il est calculé que le débit rejeté dans la Grande Eau doit passer de 1.75 m³/s à 0 m³/s en 70 minutes pour obtenir des vitesses de descentes inférieures à 0.3 cm/min. Cela correspond à un taux de descente du débit de 0.025 m³/s/min.

En prenant comme hypothèse conservative que la fermeture de la vanne de la centrale est instantanée, le bassin doit avoir une capacité de 3'700 m³ pour assurer une vitesse de





diminution du niveau inférieure à la valeur limite considérée.

Les Figure 72 et Figure 73 ci-dessous montrent que l'emplacement à privilégier se situe sur les parcelles 7040 et 7041 car celles-ci ne sont pas catégorisées en zone à bâtir.



Figure 72 : Emplacement des zones à bâtir (toutes couleurs). Extrait de map.bafu.admin.ch

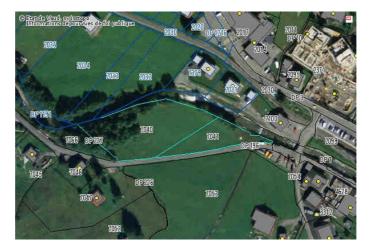


Figure 73 : Emplacement des parcelles 7040 et 7041. Extrait de http://www.geoplanet.vd.ch/

La Figure 74 indique l'emplacement du bassin de compensation projeté ainsi que le tracé de la conduite d'amenée.







Figure 74 : Bassin de compensation, conduite d'alimentation et canal de rejet projetés (magenta), ouvrages existants (rouge).

Les parcelles 7040 et 7041 accueillent un bassin de compensation occupant une emprise au sol de 2'000 m² et offrant une capacité de stockage de 3'700 m³. Les eaux restituées sont amenées au bassin par le biais d'une nouvelle conduite piquée sur la conduite existante à l'amont du rejet. Une vanne permet de dévier les eaux dans la nouvelle conduite (en charge). Le passage par dessus le cours d'eau se fait par le biais d'une petite passerelle. Le bassin de compensation est constitué d'une digue en terre étanchéifiée par un noyau d'argile. Les eaux sont évacuées du bassin par le biais d'un canal en terre. Les sorties du bassin sont régulées par une vanne plan munies d'un dispositif servomoteur.

Sur la base d'ouvrages similaires existants, le coût du bassin avec le canal de rejet est estimé à 2'000'000 CHF alors que la conduite, la passerelle et les deux vannes ainsi que leurs systèmes de régulation sont estimés ensemble à 1'000'000 CHF. Finalement, le coût total de cette variante est donc estimé à 3'000'000 CHF.

Variante 2 : conduite de dérivation

La seconde variante évaluée est la construction d'une conduite dérivant les eaux turbinées. L'avantage de cette solution est qu'elle supprime entièrement les effets des éclusées à l'amont de la prise des Aviolats en rétablissant l'état hydrologique naturel. La Figure 75 ci-dessous indique le tracé projeté.





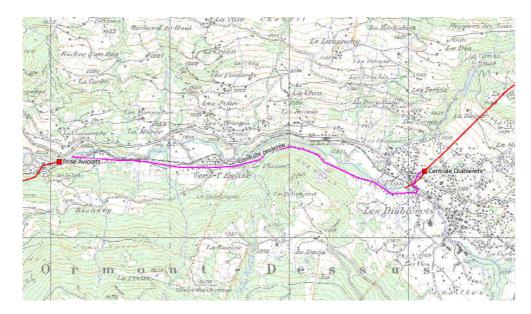


Figure 75 : Tracé de la conduite projetée (magenta) et ouvrages existants (rouge).

Les eaux sont récupérées directement à la sortie du turbinage des Diablerets (adaptation de la centrale avec construction d'une chambre de mise en charge) à 1'160 m s.m. puis introduites dans une conduite en charge qui traverse la Grande Eau au niveau du pont existant et longe ensuite la route en rive gauche jusqu'à la prise des Aviolats. Le rejet se fait quelques dizaines de mètres en amont du barrage des Aviolats à 1'100 m s.m.

La longueur estimée de la conduite est de 3'300 m. Il faut noter qu'étant donné une différence d'altitude de seulement 60 m entre le rejet des Diablerets et la prise des Aviolats, il n'est pas envisageable de turbiner les 16 mios de m³ rejetés annuellement par la centrale des Diablerets à cause des pertes de charges très importantes induites par la conduite projetée (très longue).

En considérant une rugosité vieillissante de 0.5 mm il est nécessaire d'avoir une conduite de 800 mm de diamètre pour permettre l'écoulement du débit sortant de la centrale de Diablerets (Qéq. = 1.75 m³/s). Tenant compte d'un coût de pose global de 1'000 CHF/m, d'un coût de fourniture de la conduite de 500 CHF/m et en comptant 100'000 CHF pour la réalisation de la chambre de mise en charge, le coût total pour cette variante est de 5'050'000 CHF.

Cette variante génère cependant un problème pour l'installation de turbinage existante à Vers-l'Eglise en supprimant une partie du volume d'eau. Des compensations sur la production de cette installation devraient donc être fournies.

Par ailleurs, le tracé de la conduite longe un bas-marais en aval de Vers-l'Eglise, ce qui constitue une contrainte importante pour la construction de l'ouvrage prévu.

Variante 3: mesures d'exploitation

La solution consistant à appliquer des mesures d'exploitation est évaluée. Pour rappel, le rôle de la centrale des Diablerets est d'alimenter la chaîne de production de la Grande Eau. Comme expliqué pour la variante "bassin de compensation", il ne serait pas judicieux de diminuer le débit maximal turbiné, tout comme de fixer un débit de turbinage minimal. Par contre, il serait tout à fait possible de limiter le taux de variation





du débit. Etant donné qu'en temps normal, la centrale des Diablerets est enclenchée/déclenchée au plus une fois par jour, cela n'aurait qu'un impact limité sur la production.

Comme déjà calculé dans la variante "bassin de compensation", l'objectif serait que le taux de variation du débit atteigne 0.025 m³/s/min.

Il va falloir évaluer avec l'exploitant si cette mesure est techniquement applicable dans l'état actuel de l'installation. Si c'est le cas, il faudra aussi évaluer quel est l'impact sur la production sachant que le rendement de l'installation est forcément moins bon pour les faibles débits. Par ailleurs il sera aussi nécessaire de quantifier quelle est la perte financière engendrée par cette réactivité plus lente. Finalement, si cette mesure n'est pas techniquement applicable dans l'état actuel de la centrale, il faudra estimer le coût d'une modification de l'installation.

Dans un premier temps, il est possible de quantifie grossièrement l'aspect "perte par rendement". Il est pris comme hypothèse conservative qu'un enclenchement/déclenchement se fait actuellement instantanément. Avec la limitation de 0.025 m³/s/min, la même opération se ferait sur 70 minutes. Une mise en marche ou un arrêt laisserait donc passer 3'675 m³ avec la limitation. En imaginant que l'énergie correspondant à cette eau est perdue à 50% (rendements, limitations machines), la perte équivalente en m³ est donc de 1'840 m³ par enclenchement ou déclenchement.

Sachant qu'un mètre cube d'eau sous 350 m de chute produit environ 0.68 kWh et considérant un prix de 7 ct/kWh, ce volume d'eau perdu à chaque mise en marche ou arrêt correspond à 88 CHF. Considérant 300 opérations de mise en marche ou arrêt par an, cela représente une perte annuelle de 26'400 CHF.

Romande Energie a fait savoir en séance que leur concession pour la centrale des Diablerets était en cours de renouvellement et qu'il leur serait possible, à cette occasion, de limiter le taux de descente du débit.





Annexe V Résultats de l'évaluation intermédiaire pour l'Orbe

Hydrologie

Etat actuel

Turbinage La Dernier par éclusées A l'aval du rejet de la Dernier, les éclusées sont avérées. Pour l'analyse, les mesures de production de Romande Energie et les mesures de débit à l'aval des sources de l'Orbe et de la Gerlette sont utilisées. Ainsi, le débit de l'Orbe à l'aval du rejet de la centrale de la Dernier est recomposé à pas de temps de 15 minutes sur les années 2009-2012 afin de servir d'entrée pour HYDMOD-FIT.

UMV pas détaillées Entre le rejet de la Dernier et le lac du Day, la centrale des Usines Métallurgiques de Vallorbe turbine 4 m³/s au fil de l'eau, ce qui n'a théoriquement pas d'influence sur la propagation des éclusées vers l'aval. Dans les faits, il semblerait que la gestion de l'installation par les UMV puisse avoir un effet sur l'aval, étant donné un canal d'amenée particulièrement long (environ 400 m) pouvant être assimilé à un petit réservoir. Il faut aussi signaler que la régulation de l'aménagement semble poser quelques problèmes du point de vue du respect du débit minimal (760 l/s) imposé par la concession pour alimenter le tronçon à débit résiduel de l'Orbe. Cependant, étant donné l'importance du phénomène d'éclusées mis en avant par l'analyse au niveau du rejet de la Dernier, il a été décidé à ce stade des investigations de ne pas évaluer plus en détail l'impact de la centrale des UMV (potentiellement beaucoup plus faible) et de ne considérer qu'un seul et même résultat pour tout le tronçon "La Dernier - Lac du Day". Si nécessaire, ce tronçon sera affiné dans une étape ultérieure.

Jougnenaz pas concernée Comme déjà mentionné, la Jougnenaz n'est pas concernée par les éclusées, étant donné que le turbinage de la centrale Maillefer se fait exclusivement au fil de l'eau (sans possibilité de rétention) et que les eaux turbinées par la centrale de VO Energies sont rejetées directement dans le lac du Miroir.

Gorges de l'Orbe pas concernées Au niveau des Clées, comme évoqué plus haut, Romande Energie dispose d'une prise d'eau captant 250 l/s en moyenne annuelle. Au même emplacement, il y a aussi la possibilité de rejeter de l'eau étant donné que la capacité de la centrale de Montcherand est inférieure de 2.5 m³/s à celle des Clées. Il pourrait donc théoriquement y avoir un problème d'éclusées sur le tronçon allant des Clées jusqu'au lac du Chalet dans lequel Montcherand rejette ses eaux. Dans les faits, il n'en est rien car la gestion de ces deux centrales est optimisée de façon à perdre le moins possible d'eau. Cette possibilité de rejeter de l'eau aux Clées sert uniquement lorsque l'Orbe est en crue et que de toute façon des déversements se produisent déjà au barrage du Day (vérifiable en observant les mesures). En effet, à moins que le débit entrant dans la retenue du Day ne soit supérieur à la capacité de turbinage du palier limitant (Montcherand), toute l'eau venant du Day est turbinée par les deux paliers en régulant la différence de capacité avec le bassin de compensation de Montcherand (ce qui permet par ailleurs d'introduire un surplus d'eau captée aux Clées tout en respectant le débit minimal turbiné permanent de 2 m³/s). Finalement, à l'aval direct de la prise des Clées, lorsque le cours d'eau n'est pas en crue, il n'y a que le débit résiduel du Day, soit 500 l/s (400 l/s par dotation et 100 l/s





par infiltration). Ce tronçon n'est donc pas concerné par la problématique des éclusées.

Tronçon Chalet-Thielle soumis aux éclusées Comme expliqué dans la situation, les éclusées produites par la centrale de Montcherand traversent la centrale du Chalet sans être influencées étant donné que le turbinage des deux aménagements est synchronisé. Plus en aval, la centrale des Moulinets actuellement en construction n'aura pas non plus d'effet sur la propagation du phénomène. Les éclusées de Montcherand se propagent donc jusqu'en plaine. Etant donné l'existence d'une station de mesure de l'OFEV à l'aval de la centrale du Chalet les mesures de cette dernière sont utilisées pour l'analyse HYDMOD-FIT. Une comparaison entre les débits mesurés par la station de l'OFEV au Chalet et par la récente station DGE-EAU au niveau de l'usine Nestlé est visible sur la Figure 76. Cela montre que la diminution de l'amplitude des éclusées d'une station à l'autre est peu marquée et que donc les résultats obtenus au Chalet peuvent être extrapolés sans problème jusqu'à la jonction avec le Talent (Thielle).

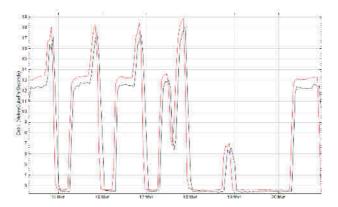


Figure 76 : Comparaison des débits mesurés à la station OFEV du Chalet (rouge) et de la station DGE-EAU Nestlé (noir). Année 2012.

Etat futur probable

Identique état actuel

Aucune modification susceptible de modifier sensiblement l'hydrologie n'a été annoncée par les exploitants des aménagements de l'Orbe pour les années à venir. L'état futur probable est donc considéré comme identique à l'état actuel.

Etat naturel reconstruit

Orbe naturel difficile à définir

Etant donné un fonctionnement karstique déjà complexe à la base puis encore influencé par la construction d'aménagements, il est très difficile de définir ce que pourrait être l'hydrologie de l'Orbe à l'état naturel à l'aval des Grottes de Vallorbe.

Moyenne multiannuelle des mesures Finalement, le choix du débit moyen de référence MQr à considérer pour l'aval du Chalet et pour l'aval de la Dernier s'est porté sur la moyenne multiannuelle du débit mesuré (dans l'état altéré).

Tronçon La Dernier - Lac du Miroir

Indicateurs d'éclusées

La Figure 77 présente un exemple d'hydrogramme avec des éclusées à l'aval du rejet de





La Dernier.

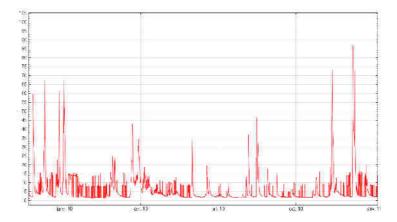


Figure 77 : Débit mesuré à l'aval du rejet de la Dernier. Année 2010.

Etat actuel

L'analyse est faite sur les années 2009-2012. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants :

- Oéculsées = 15.3 m³/s
- Qplancher = 1.77 m³/s
- Vé/p=6.17
- I_{P,ép} =5.4 avec k_{TN,é/p} =1 (taux max de changement du niveau d'eau <2 cm/min, estimé selon courbe tarage la Dernier)
- Ih,éclusée =1.15 avec MQr =6.66 m³/s et kbv=0.5 (Abv<250 km²)
- Classement : Classe 5 (artificiel)

Classe 5

Comme attendu, le turbinage par intermittence induit de forts effets à l'aval du rejet de la Dernier, ce qui amène ce tronçon à être catégorisé dans la classe la plus critique. Bien qu'évalués directement à l'aval du rejet, les résultats sont extrapolables à l'ensemble du tronçon étant donné qu'aucun affluent d'importance ne rejoint l'Orbe jusqu'au lac du Miroir.

Etat futur

L'état futur probable est considéré comme identique à l'état actuel.

Importance écologique

Etat actuel

Inventaires fédéraux

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

Autres zones et habitats protégés

Zone de protection du cours de l'Orbe

En terme de zones d'affectation, le cours de l'Orbe et ses abords sont situés dans une "Zone de protection du cours de l'Orbe" qui correspond principalement à une zone agricole protégée (type principal) et une zone naturelle protégée (type secondaire).

Dans la traversée de Vallorbe, l'Orbe traverse la zone village ainsi que de la zone d'installations para-publiques et de la zone industrielle et l'on trouve également de la zone de verdure.

En terme de protection des eaux, la partie amont du tronçon se situe en secteur Au de





protection des eaux qui comprend des eaux souterraines utilisables, ainsi que les zones adjacentes nécessaires à leur protection.

Les réserves de faune sont situées au niveau des massifs boisés situés en amont du tronçon et sur les flancs de la vallée (réserve de la Dent de Vaulion, réserve de la Côte de Pralioux, voir Figure 78).

Territoire d'intérêt biologique supérieur

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 pas une liaison biologique d'importance suprarégionale ou régionale.

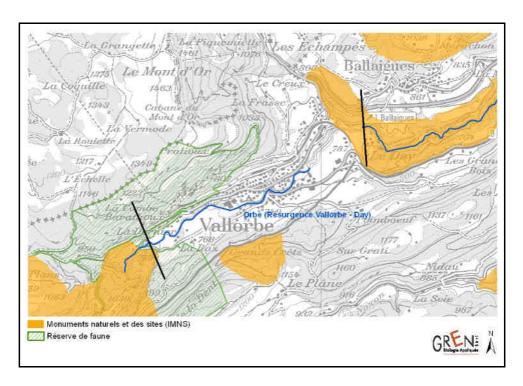


Figure 78 : Zones protégées sur l'Orbe entre la centrale de la Dernier et le barrage du Day.

Morphologie et paysage

IMNS, Objet nº 83

Le cours de ce tronçon de l'Orbe et les rives du "Lac des Rosiers" sont inscrit à l'Inventaire cantonal des monuments et des sites (IMNS, objet n° 83, voire figure 1).

Morphologie principalement peu atteinte

Ce tronçon de l'Orbe correspond du point de vue écomorphologique principalement à un cours d'eau peu atteint (classe II, voir Photo 66). De petits secteurs sont naturels en amont (classe I) tandis que l'arrivée dans la retenue du Day est classée comme non naturel/artificiel (classe IV).







Photo 66 : Orbe en amont de Vallorbe, 1.2 km en aval de la restitution de la centrale de la Dernier.

Faune piscicole

Cours d'eau de la zone à truites Du point de vue piscicole, le peuplement est naturellement peu diversifié et il est dominé par la truite de rivière et le vairon. 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 60). Il n'y a pas d'espèces de poissons ayant un statut "fortement menacé" (EN / 2) sur ce tronçon de l'Orbe.

Tableau 60 : Diversité ichtyologique de l'orbe, tronçon centrale La dernier - barrage du Day

Espèce	Code	Abondance	Reproduction	Statut menace (LR CH)
Truite de rivière (Salmo trutta fario)	TRF	2	1	NT / 4
Ombre de rivière (Thymallus thymallus)	OBR	1	2	VU / 3
Vairon (Phoxinus phoxinus)	VAI	2	1	LC / NM
Perche (Perca fluviatilis)	PER	1	2	LC / NM
Lotte (Lota lota)	LOT	1	2	LC / NM

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

Importante reproduction de la truite

Selon les données des gardes pêche permanents (GPP) et de la section vaudoise des pêcheurs en rivière (SVPR), la totalité de ce tronçon de l'Orbe à l'exception de la retenue du Day présente une valeur très importante pour la reproduction de la truite de rivière.







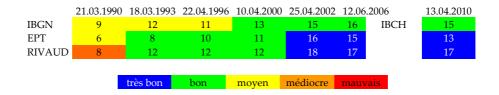
Photo 67 : Géniteur de truite fario de l'Orbe capturé en amont de Vallorbe.

Faune benthique

1 station de référence "Source Vallorbe"

Qualité biologique 2010 bonne à très bonne Sur ce tronçon de l'Orbe, aucune donnée de faune benthique n'a été recueillie. Les informations existantes proviennent de la station « Source Vallorbe » située à l'amont de ce tronçon, station qui peut être considérée dès lors comme une station de référence pour une comparaison avec la station « Aval La Dernier » qui sera effectuée dans le cadre de ce travail. Pour garder une homogénéité dans les données, la station « Source Vallorbe » sera également prélevée dans le cadre de ce travail. La qualité biologique de cette station s'est améliorée depuis les années 1990 pour atteindre en 2010 une bonne à très bonne qualité biologique, selon l'indice utilisé (Tableau 61). Les trois groupes les plus sensibles : éphémères, plécoptères et trichoptère (EPT) récoltés en 2010 ont été déterminés jusqu'à l'espèce par des spécialistes. 10 espèces d'éphémères, 4 espèces de plécoptères et 9 espèces de trichoptères ont été déterminées dont aucune ne figure sur la liste rouge du CSCF (état 2010).

Tableau 61 : Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Source Vallorbe » aux coordonnées 516'445/172'700 selon l'échelle de couleur ci-dessous.



Autres critères

Résurgences de Vallorbe Ce tronçon présente la particularité d'être situé juste en aval des résurgences de Vallorbe. En conséquence, le transport solide est naturellement très faible et ce tronçon n'est pas connecté à la haute Orbe. Le barrage du Day constitue un obstacle artificiel infranchissable qui n'est pas équipé d'une passe à poissons.

Deux affluents piscicoles rejoignent ce tronçon de l'Orbe: les Epoisats et la Jougnena.

Classement

En conclusion, le potentiel écologique actuel de ce tronçon de l'Orbe peut être considéré comme **moyen**. Il présente notamment d'importantes zones de frai pour la truite fario.

Etat prévisible (horizon 2030)

Actuellement, aucune mesure planifiée ne devrait sensiblement modifier l'importance écologique de ce tronçon de l'Orbe.





Tronçon centrale Chalet - Thielle

Indicateurs d'éclusées

Etat actuel

L'analyse est faite sur les années 2009-2012. Les résultats obtenus selon HYDMOD-FIT sont les suivants:

- Qéculsées = $18.9 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{plancher} = 2.25 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V_{e/p} = 7.59$
- I_{P,ép}=6.64 avec k_{TN,é/p} =1 (taux max de changement du niveau d'eau <2 cm/min, selon courbe tarage station Chalet)
- Ih, éclusée = 1.11 avec MQr = 9.27 m³/s et k_Bv=0.54 (A_Bv=333 km²)
- Classement: Classe 5 (artificiel)

Classe 5

Les indicateurs obtenus montrent que le turbinage en pointe des eaux stockées dans le lac du Miroir induit des effets très importants à l'aval de la retenue du Chalet. Le stress hydraulique et l'intensité d'impulsion étant très élevés, le tronçon se retrouve clairement dans la Classe 5. La comparaison effectuée plus haut des mesures de la station OFEV du Chalet et de la station DGE-EAU au niveau de Nestlé permet d'affirmer que les effets seront d'une importance comparable au moins jusqu'à la Thielle.

Etat futur

L'état futur probable est considéré comme identique à l'état actuel.

Importance écologique

Inventaires fédéraux

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 79).

Autres zones et habitats protégés

En terme de zones d'affectation, le cours de l'Orbe entre l'usine du Chalet et Orbe est situé en zone de verdure ou dans l'aire forestière. Dans la traversée d'Orbe, l'Orbe traverse la zone village ainsi que de la zone industrielle. En aval d'Orbe, la rivière se trouve en zone agricole.

La Thielle dans la plaine de l'Orbe se situe également en zone agricole avant de traverser la Ville d'Yverdon entre le viaduc de l'autoroute et le lac.

En terme de protection des eaux, ce tronçon de l'Orbe se situe partiellement en secteur Au de protection des eaux et il y a deux zones de captage à la sortie de Orbe.

Liaison biologique d'importance

régionale

L'Orbe dans la plaine de l'Orbe constitue une liaison biologique d'importance régionale à renforcer selon le réseau écologique cantonal.

Morphologie et paysage

Les gorges de l'Orbe sont classées à l'inventaire cantonal des monuments naturels et des sites (objet no 102), et l'usine du Chalet se trouve juste en limite de cet objet (Figure 79).

IMNS, objet nº 102

Ce tronçon de l'Orbe est canalisé sur la plus grande partie de son linéaire et il





Cours d'eau très atteint

correspond du point de vue écomorphologique à un cours d'eau très atteint (classe III, voir Photo 68).

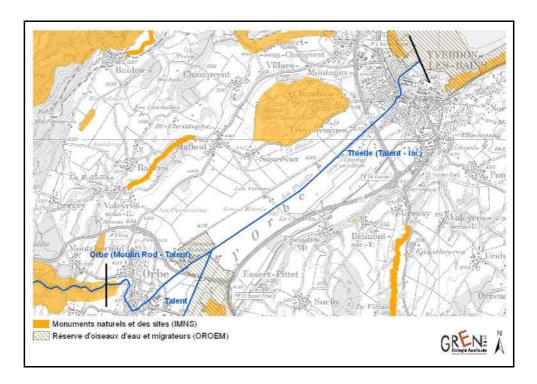


Figure 79 : Zones protégées sur l'Orbe et la Thielle entre la centrale du Chalet et le lac de Neuchâtel.



Photo 68 : Orbe canalisée à la sortie d'Orbe (photo N. Menétrey).

Faune piscicole

Peuplement diversifié

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. Les principales espèces de poissons signalées par l'inventaire piscicole des cours d'eau du canton de Vaud (2004) sont





Truite lacustre

données dans le Tableau 62.). La truite lacustre est une espèce "fortement menacée" (EN / 2) qui fréquente ce tronçon de l'Orbe.

Tableau 62 : Diversité ichtyologique de l'orbe, tronçon aval

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

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

Reproduction de la truite très importante sur la partie amont

La reproduction de la truite de rivière et de la truite lacustre est qualifiée de très importante sur la partie amont du tronçon (aval centrale chalet - pont route cantonale 288B), tandis qu'elle est faible sur la partie aval canalisée de l'Orbe et inexistante dans la Thielle en aval de l'autoroute.

Faune benthique

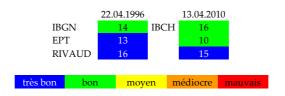
Bonne qualité biologique en 2010

1 espèce de plécoptère vulnérable

La station « Le Puisoir » ne fait pas partie du réseau des stations biologiques faisant l'objet d'un suivi régulier (tous les 4 ans). Elle a été effectuée une fois en 1996, puis à nouveau en 2010. Elle reflète une bonne qualité biologique, mais moindre en 2010 qu'en 1996 (Tableau 63). Cette station a également bénéficié de la détermination à l'espèce, en 2010, des trois groupes sensibles, les EPT. Sa diversité est moindre qu'au deux stations en amont : 7 espèces d'éphémères, 3 espèces de plécoptères dont Protonemura meyeri classée comme espèce vulnérable (VU) selon la liste rouge des EPT du CSCF et 6 espèces de trichoptères.

Cette station a été à nouveau échantillonnée le 5 mars 2013 dans le cadre de ce travail.

Tableau 63: Indicateurs B2 (IBCH) et B4 (EPT), ainsi que l'indice RIVAUD permettent d'apprécier l'état de la station « Le Puisoir » aux coordonnées 530'300/176'615 selon l'échelle de couleur ci-dessous.







Sur ce même tronçon, la station « Aval Moulinets » sera échantillonnée dans le cadre de ce travail.

Station NAWA sur la Thielle Une autre station, tout à l'aval de l'Orbe à Yverdon (coordonnées 538'608/181'070), devenue le canal de la Thielle, a été effectuée pour la 1ère fois le 8 mars 2012 dans le cadre du réseau d'observation national des cours d'eau (NAWA).

Autres critères

Ce tronçon est connecté à la partie aval du réseau hydrographique (Thielle et Talent), mais 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.

Classement

Le potentiel écologique actuel de ce tronçon de l'Orbe peut être considéré comme **faible** compte tenu du degré d'aménagement du cours d'eau et cela malgré la présence de sites de frai pour la truite lacustre.

Etat prévisible (horizon 2030)

Les lignes directrices du projet de Gestion intégrée de la Plaine de l'Orbe (GESORBE) pourraient augmenter l'importance écologique de la partie aval de l'Orbe. Celle-ci pourrait ainsi passer dans la catégorie **moyenne** à l'avenir.

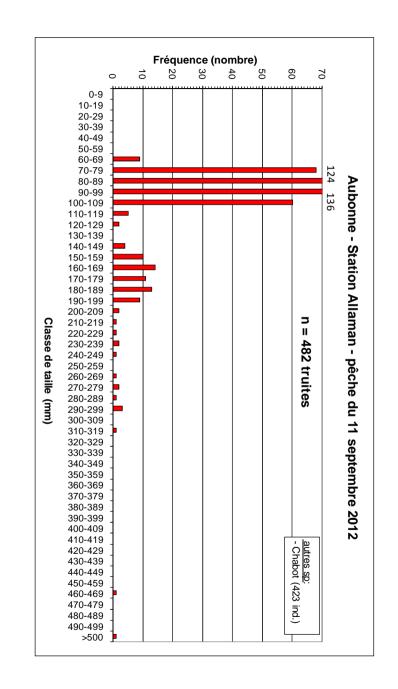


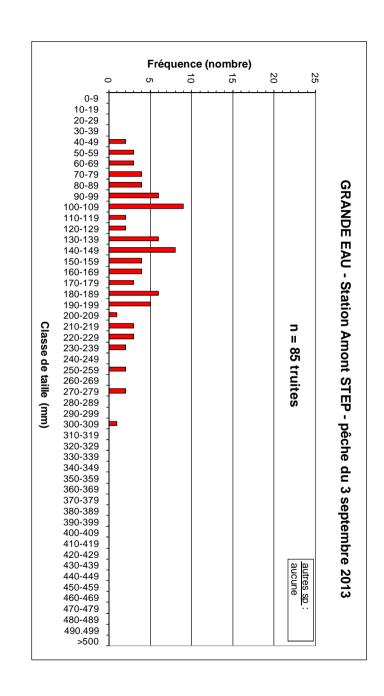




Assainissement des éclusées

Annexe Pêches électriques



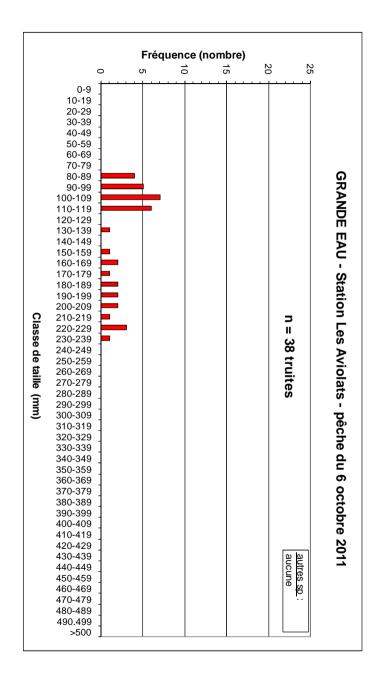


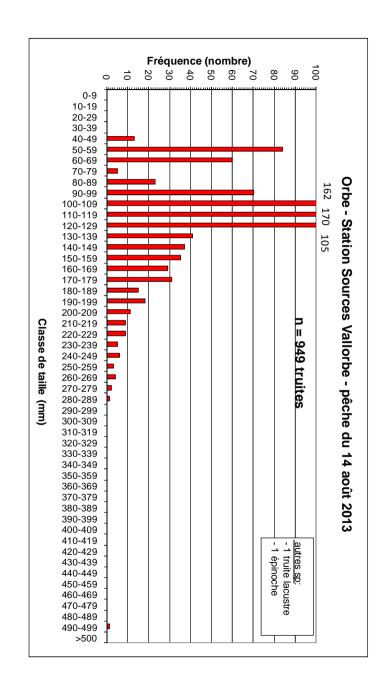






Assainissement des éclusées



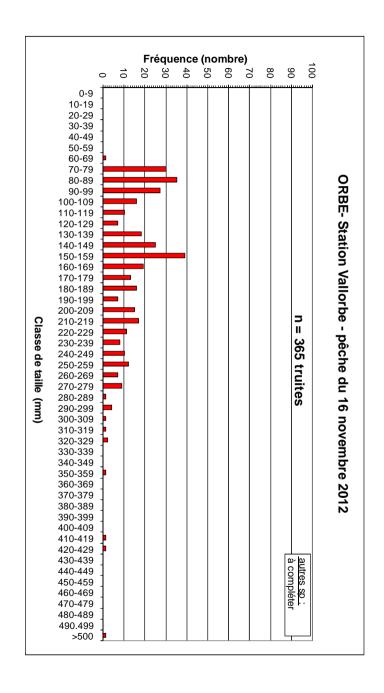


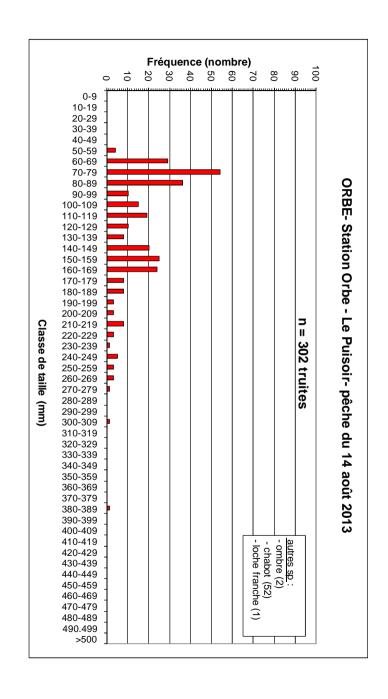






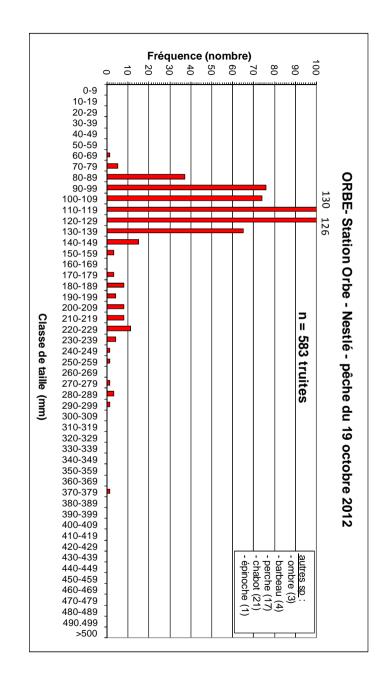
Assainissement des éclusées















Annexe VII Relevés faune benthique Aquabug

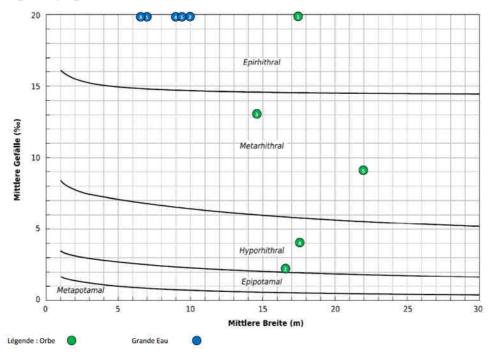
Détermination

				Grand	le Eau					Orbe			
			VD_4116	VD_4117	VD_4120	VD_4121	VD_4118		VD_4110	VD_4111	VD_41.19	VD_4112	VD_4113
CNIDARIA	CNIDARIA	LR EPT	G1	G2	G3	G4	G5	I. J.	01	02	03	04	05
	Turbellaria Gen. sp.								0	0	.0	0	0
"MEMATHE!	Crenobia alpina I Nemathelminthes		- 1				4						
WEWS INCE	Erpobdellidae									18	2		
	Glossiphoniidae										1	1	2
Oligochaeta	Piscicola geometra Oligochaeta		1.	15	2		266		5	1	311	50	21
18	Ancylus fluviatilis									1		1	
	Galba truncatula Radix balthica				- 1					6			2
	Hydrachnidia Gen, sp.								2	2	8	7	83
	Gammarus fossarum		63	14	9	2	41		804	1270	42	640	480
	Asellus aquaticus Alainites muticus			3			-		8		5	2	3 5
	Baetis alpinus		51	341	201	174	1601		32	24	3	33	1
	Baetis lutheri Baetis rhodani		2	1	-	6	5	-	62	5	32 26	11	42
	Serratella ignita		11.00									7.1740	1
	Ecdyonurus helveticus Ecdyonurus picteti		1		2				8				
	Edyonurus venosus								1	2	2	-1	2
	Epeorus assimilis		40		_		. 1			2	15	9	. 1
	Rhithrogena alpestris Rhithrogena degrangei		12	33	6	6							
	Rhithrogena gratianopolitaria					14							
	Rhithrogena hybrida Rhithrogena picteti		30	23	- 1		1.		22	17			2
	Paraleptophlebia submarginata				i						j		2
	Habroleptoides confusa									12			
	Capnioneura nemuroides Chloroperla susemichell		6		-1	1				40	1		
	Siphonoperla torrentium		- 11.00							77			
	Leuctra hippopus Leuctra inermis		- 1	4	14	8					1		
	Leuctra rosinae		1			200							
	Amphinemura triangularis			4	2	3	2			- 10	2		
	Nemoura avicularis Nemoura flexuosa									10 5		13	4
	Nemoura marginata				1	7			9	1		- 112	
	Nemoura mortoni Nemorella pictetii		4		1	1				1			
	Protonemura lateralis			1			-		2		-		
	Protonemura meyeri								6	7			1
	Protonemura nimborum Protonemura risi			-	1			-	20 4	. 1			
	Dinocras cephalotes								1				
	Dinocras megacephala Perla grandis			1	-			-		1			
	Dictyogenus alpinum		-1										
	Isoperla grammatica			7	5					8			
	Isoperla rivulorum Rhabdiopteryx neglecta				5								
	Brachyptera risi		1	i									
	Dytiscidae Elmidae				1		1		466	260	5 45	74	34
	Haliplidae								100		1	1.55	
	Hydraenidae Hydrophilidae									3.	1	-1	
	Scirtidae Gen. sp.					116			1			- 10	
	Agapetus fuscipes								21	3		3	
	Glossosoma conforme Synagapetus dubitans					1			12				
	Silo nigricomis											(4)	
	Hydropsyche pellucidula						41		4		7	7	2
	Hydropsyche sp. Hydropsyche tenuis					6	1						
	Allogamus auricollis		7	9	2	11	16			4	1	18	13
	Anabolla nervosa Chaetophylacini-Stenophylacini								8	6	2		32
	Drusus annulatus								4	2			
	Drusus biguttatus Drusus mixtus		4		11	1				1			
	Halesus digitatus-K									2	4		
	Halesus radiatus									19	6		13
	Umnephilini K Melampophylax mucoreus			-	-		-	+		22 99	14		
	Potamophylax cingulatus-K			4	4	2				9			2
	Odontocerum albicorne Philopotamus Iudificatus								2		2	312.	2
	Plectrocnemia conspersa									1	1		
	Polycentropus flavomaculatus Psychomyia pusifla									5			
	Psychomyla pusilla Tinodes dives												5
	Rhyacophila s.str.					2	21		3	3	2	5	2
	Rhyacophila torrentium Rhyacophila tristis		5	6			2				2		
	Sericostoma sp.		7/4						7	1	13	2	. 1
	Atherix ibis		1	2	(1								
	Blephariceridae Chironomidae		- 1	102	36	97	932		142	484	346	40	391
	Empididae		1	2	1117	1	2				2	5	17
	Limoniidae/Pedicidae Psychodidae		1	15	14	11 2	9		97	Y .	5	190	3
	Simuliidae		12	136	246	753	590		5		23	68	3
	Families EPT (B4)		10	8	9	14	10	9	9	15	5	15	5
	Taxons EPT		12	9	9	30	14		14	31	9	31	9





Niveaux topologiques cibles



Résultats bruts

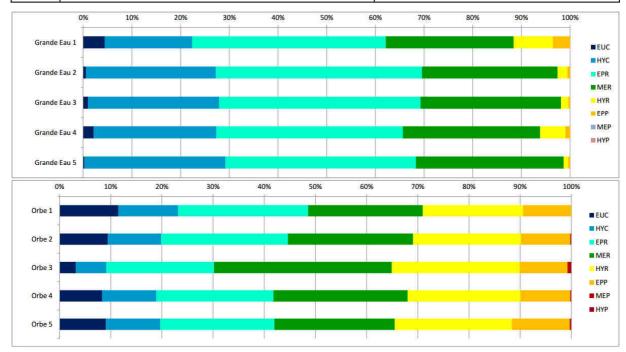
- 1	В	C	D	E	F	G	Н	(4)	j	K	L	M	N	0
1	Abschnitt	Abschnitt			Grande Eau	Grande Eau	Grande Eau	Grande Eau	Grande Eau	Orbe	Orbe	Orbe	Orbe	Orbe
2	Untersuchung	Untersuchung	sstelle (UST)		G1 VD4116	G2 VD4117	G3 VD4120	G4 VD4121	G5 VD4118	O1 VD4110	O2 VD4111	O3 VD4119	O4 VD4112	O5 VD4113
3	Gewässer	Gewässer			Grande Eau	Grande Eau	Grande Eau	Grande Eau	Grande Eau	Orbe	Orbe	Orbe	Orbe	Grande Eau
4	Datum von	Datum von		1	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	15.03.2013	24.04.2013	04.04.2013	04.04.2013	05.03.2013	05.03.201
5	Teillebensrau	Teillebensraur	m (TLR)		G1	G2	G3	G4	G5	01	02	03	04	05
6	Berechnungso	Berechnungso	i i			100.00	1	75-50	ANTON .					1
7	Taxaliste	Taxaliste			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
8	Häufigkeit	Häufigkeit			quant	quant	quant	quant	quant	guant	quant	guant	quant	quant
9	Skala	Skala		1	-	**		*)	-	T	•	-	-	*
10	Probenstelle		n ohne Taxa b	erücksichtiger										1
11	Metrics	Metrics												
		EUK	EUC	G_10003	0.4241	0.0547	0.0985	0.2163	0.0254	1.0566	0.8607	0.3091	0.769	0.8274
13		HYK	HYC	G_10003	1.733	2.6608	2.678	2.5143	2.8894	1.0752	0.9574	0.5758		
_		ER	EPR	G_10003	3.8377	4.221	4.1174	3.8245	3.9018	2.335	2.2631	2.0424		
15		MR	MER	G 10003	2.534	2,779	2.8712	2.8163	3.0284	2.0615	2.236	15.0140.000	2,4262	70 000 000
-		HR	HYR	G 10003	0.7801	0.1991	0.1477	0.5184	0.0911	1.7988	1,9239	55,7,55,7,7,7		17,000,000
-		EP	EPP	G_10003	0.3403	0.0547	0.0379	0.098	0.0396	0.8682	0.8827	0.903	CASE CONTRACTOR	
		MP	MEP	G 10003	0.5405				-					
19		HP	HYP	G 10003	0						0.0064			
-		LIT	LIL	G 10003	0.3508	0.0306		0.0122	0.0242	0.8047	0.8427	0.303		
21		PRO	PRF	G 10003	0.5500				0.0242	0.0047	0.0129			
22		LIT-PRO	LIT_PRF	G 10003	0.3508	0.0306	0.0492	0.0122	0.0242	0.8047	0.8556	<u> </u>	1	
_		EUK-KUM	KUMEUC	G_10003	0.4241	0.0547	0.0492	0.2163	0.0254	1.0566	0.8607		0.769	
$\overline{}$		HYK-KUM	KUMHYC	G 10003	2.1571	2,7155	2.7765	2.7306	2.9148	2.1318	1.8182			
		ER-KUM		G_10003	5,9948	6,9365	6.8939	6,5551	6.8167	4.4668	4.0812			
	A CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH	MR-KUM	KUMMER	G 10003	8.5288	9.7155	9.7652	9.3714	9.8451	6.5283	6.3172	500.6128020		0.
27		HR-KUM	KUMHYR	G 10003	9.3089	9,9147	9,9129	9.8898	9.9361	8.3271	8.2411	8.7212	-	
-		EP-KUM	KUMEPP	G 10003	9.6492	9.9694	9.9508	9.9878	9.9758	9.1953	9.1238			
29		MP-KUM	KUMMEP	G 10003	9.6492	9.9694	9.9508	9.9878	9.9758	9.1953	9.138			
_		HP-KUM	KUMHYP	G_10003	9.6492	9.9694	9.9508	9.9878	9,9758	9.1953	9.1444			
31		LIT-KUM	KUMLIL	G 10003	10	10			10	10	9.9871	10		
-		PRO-KUM	KUMPRF	G 10003	10	10			10	10	10			
_		LZI	SI REG	G 10003	3.4639	3.0755	3.0701	3.1273	3.0535	3,9903	4.1288			3
-		RIZI	SI REG8	G 10003	3.2728	3.0592	3.0427	3.12	3.0405	3.5603	3.6686	1750 7 17 17 17	11100000000	
		LZI-GEW	SI_REGG	G 10003	3.2403	3.0219	3.0415	3.0607	3.0297	3.708	4.0109			
_		RIZI-GEW	SI_REGG8	G_10003	3.1516	3.0162	3.031	3.057	3.0252	3.3664	3.6541	4.087	3.752	
-		ZON-TAXA	TAXAREG	G_10003	17	20		16	10	20	29			
		XENO	XENO	G_10008	2.4019	2.2722	2.1827	2.006		1.9812	1.3688	0.5114		
39		OLIGO	OLIGO	G_10008	4.1433	4.06	4.1996	4.1078	3.9649	3.6381	4.1882	4.0543	7271777777	
		BETA	BETA	G_10008	2.9252	3.5811	3.5612	3.6926	4.0205	2.8626	2.9897	4.4286		
		ALPHA	ALPHA	G_10008	0.5296	0.0867	0.0546	0.1936	0.0897	1.518	1.45			
		POLY	POLY	G_10008	0.5290	1178 500 647 (5)		0,1936	0.0697	0	0.0032			S. LOYCOVIES
$\overline{}$		XENO-KUM	KUMXENO	G_10008	2,4019	2.2722	2.1827	2.006	1.9248	1.9812	1.3688			
-		OLIGO-KUM	KUMOLIGO	G_10008	6.5452	6.3322	6.3823	6.1138	5.8898	5.6194	5,5571		7.5	
-200	TOTAL PROPERTY OF THE PARTY OF	BETA-KUM	KUMBETA	G_10008	9,4704	9.9133	9,9435	9.8064	9,9103	8.482	8.5468	37500000000		2, 120,490
-		ALPHA-KUM	KUMALPHA	G_10008	9.4704	9.9133		9.8064	9.9103	10	9,9968		9.9857	
-		POLY-KUM	KUMPOLY	G_10008 G_10008	10	10	9.9981	10	10	10	9.9968	1.0000000000000000000000000000000000000		
2.63	Proposition	and the second second	Section and Control of the Control o						1115	311.77				
-		SI-ZM	MARVAN ZEL		1.1583	1.1482	1.1493	1.2074	1.2275	1.3917	1.4531	1.5963		
-		SI-PB TAXA-SAP	PANTEL_MUC TAXASAP	G_10008 G_10008	1,2366 17	1.1595 20	1.1617 16	1,2147 16	1.2274	1.5292 18	1.5161 26	1.5964		





Zonation

Zonation	Grande Eau 1	Grande Eau 2	Grande Eau 3	Grande Eau 4	Grande Eau 5	Orbe 1	Orbe 2	Orbe 3	Orbe 4	Orbe 5
EUC	0.4241	0.0547	0.0985	0.2163	0.0254	1.0566	0.8607	0.3091	0.769	0.8274
HYC	1.733	2.6608	2.678	2.5143	2.8894	1.0752	0.9574	0.5758	0.9805	0.9761
EPR	3.8377	4.221	4.1174	3.8245	3.9018	2.335	2.2631	2.0424	2.115	2.0376
MER	2.534	2.779	2.8712	2.8163	3.0284	2.0615	2.236	3.3697	2.4262	2.1538
HYR	0.7801	0.1991	0.1477	0.5184	0.0911	1.7988	1.9239	2.4242	2.0358	2.0957
EPP	0.3403	0.0547	0.0379	0.098	0.0396	0.8682	0.8827	0.903	0.9002	1.0325
MEP	0	0	0	0	0	0	0.0142	0.0485	0.013	0.0222
HYP	0	0	0	0	0	0	0.0064	0.0242	0.0065	0.0068
LZI	3.4639	3.0755	3.0701	3.1273	3.0535	3.9903	4.1288	4.1867	4.1287	4.2022







Annexe VIII Relevés faune benthique Ménétrey

Fiches indices

Rivière: L'OR	BE		Sta	tion: Sources	Valla	rbe 4	1110
Date:	1 24	04.13	7		NT		
N°de prél.	24	.04.15	-		NTS		
iv de prei.			_		Rivaud		
						9/	
					NF	6	
					NFS	-	
					GI	7	
					IBCH	13	
					Tot. Ind	1970	
			T	1			T
Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb
ANNELIDA		DIPTERA		HETEROPTERA		TRICHOPTER	A
Erpobdellidae		Anthomyidae	T	Aphelocheiridae*		Apataniidae	T
Giossiphonidae	+	Athericidae	_	Corixidae	-	Beraeldae*	_
	+		+		-		+
Glossiphonia	+	Blephariceridae	+	Gerridae	-	Brachycentridae*	+
Hemiclepsis	-	Ceratopogonidae	+	Hebridae	+	Ecnomidae	25
Helobdella	-	Chaoboridae	71.6	Hydrometridae	-	Glossosomatidae*	35
Hirudidae	_	Chironomidae*	142	Mesovellidae	_	Goeridae*	-
Piscicolidae		Culicidae		Naucoridae		Helicopsychidae	-
		Cylindrotomidae		Nepidae		Hydropsychidae*	4
OLIGOCHAETA	5	Dixidae		Notonectidae		Hydroptilidae*	
CNIDARIA		Dolichopodidae		Pleidae		Lepidostomatidae*	
PPORIFERA		Empididae		Vellidae		Leptoceridae*	
BRYOZOA		Ephydridae				Limnephilidae*	12
		Limoniidae/Pedicidae		MEGALOPTERA	4	Molannidae	
CRUSTACEA		Psychodidae	37	Sialidae	T	Odontoceridae*	1
BRANCHIPODA		Ptychopteridae				Philopotamidae*	2
AMPHIPODA		Rhagionidae	+	NEUROPTERA		Phryganeidae	-
Corophidae			+	Osmylidae	T		+
	804	Scatophagidae	+		+-	Polycentropodidae*	+
Gammaridae*	904	Sciomyzidae	15	Sysyridae		Psychomiidae*	+
Niphargidae		Simuliidae	15			Ptilocolepidae	-
ISOPODA		Stratiomyidae	-	HYMENOPTERA		Rhyacophilidae*	3
Asellidae		Syrphidae	+			Sericostomatidae*	17
Jamiridae		Tabanidae	-	LEPIDOPTERA			
MYSIDA		Thaumaleidae	-			MOLLUSCA	
Mysidae		Tipulidae		ODONATA		BIVALVIA	
DECAPODA				Aeschnidae		Corbiculidae	
Astacidae		EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae		Dressenidae	
Cambaridae		Ameletidae		Coenagrionidae		Sphaeriidae	
		Baetidae*	102	Cordulegasteridae		Unionidae	
HYDRACARINA	2	Caenidae*		Corduliidae			
		EPHEMERELLID/	AE+	Gomphidae		GASTROPOD	A
COLEOPTERA		Ephemerella*	T	Lestidae		Ancylidae	T
Curculionidae		Torleya*	_	Libellulidae		Acroloxidae	_
Chrysomelidae	_	EPHEMERIDAE	10	Platycnemididae	+	Bithyniidae	+-
		Ephemera*	T-	- naryonannanana		Ferrissiidae	+
Dryopididae	_	HEPTAGENIDA	Et.	PLECHOPTERA			+-
Dytiscidae			1.9	PEECHOPIEN		Hydrobildae	+
ELMIDAE*	1463	Ecdyonurus*	3	CAPNIDAE"	_	Limnaeldae	+-
Elmis*		Electrogena*	+	Capnia*	-	Neritidae	+
Esolus*	1	Epeorus*	+	Capnioneura*		Physidae	+
Limnius*	1	Heptagenia*	100			Planorbidae	+
Oulimnius*		Rhithrogena*	22	CHLOROPERLIDAE*	-	Valvatidae	-
Riolus*	1	LEPTOPHLEBIO	AE*	LEUCTRIDAE*	21	Viviparidae	
Gyrinidae		Habroletoides*		NEMOURIDAE*			
Haliplidae		Habrophlebia*		Amphinemura*		PLATYHELMINT	HES
Helophoridae		Leptophlebia*		Nemoura*	27	Dendrocoelidae	
Hydraenidae		Paraleptophlebia*		Protonemura*	170	Dugesildae	
Hydrophilidae		Oligoneuriidae		PERLIDAE*		Planariidae	32
Hydrochidae		Polymitarcidae*		Dinocras*	17		Total Con
		Potamathidae*	+	Perla*	1	NEMATODA	T
Hydroscaphidae	+		+		-	HEMATODA	
Hygrobiidae	_	Siphionuridae		PERLODIDAE*	_		
Noteridae	-			Isoperla*	+		
Psephenidae	-			Periodes*			
Scirtidae	1			TAENIOPTERYGID	AE'		
Spercheidae				Brachyptera*	-		
				Rhabdiopteryx*		Total: 193	100
				Taeniopteryx*		7(3)	411





Rivière: L'OR	,					ier 411.	-
Date:	04	04 2013]		NT	25	
V°de prét.					NYS	-/3	
					Rhand	- 14	_
					NF	25	1.5
					NFS		
					GI	3	11
					IBCH	76	16
					Tot. Ind.	2610	6/1
Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb
ANNELIDA		DIPTERA		HETEROPTER	A	TRICHOPTER	A
Erpobdellidae	1	Anthomyidae		Apheiocheiridae*		Apataniidae	
Giossiphonidae		Athericidae		Corixidae		Berseidae*	
Giossiphonia		Blephariceridae		Gerridae		Brachycentridae*	
Hemiclepsis		Ceratopogonidae		Hebridae		Ecnomidae	
Helobdella		Chaoboridae		Hydrometridae		Glossosomatidae*	_3
Hirudidae		Chironomidae*	484	Mesoveliidae		Goeridae*	
Piscicolidae		Culicidae	1	Naucoridae		Helicopsychidae	
		Cylindrotomidae		Nepidae		Hydropsychidae*	
OLIGOCHAETA	11	Dixidae		Notonectidae		Hydroptilidae*	
CNIDARIA	1	Dolichopodidae		Pleidae		Lepidostomatidae*	
PPORIFERA		Empldidae		Vellidae		Leptoceridae*	
BRYOZOA		Ephydridae		Managara		Limnephilidae*	166
DITT WARREN	-	Limoniidae/Pedicidae		MEGALOPTER	A	Molannidae	
CRUSTACEA		Psychodidae	1	Sialidae		Odontoceridae*	-
BRANCHIPODA	$\overline{}$	Ptychopteridae				Philopotamidae*	T
ANIPHIPORX	, —	Rhagionidae		NEUROPTERA	Λ.	Phryganeidae	
Corophidae	$\overline{}$	Scatophagidae		Osmylidae		Polycentropodidae*	6
	1270			Sysyridae	+	Psychomiidae*	-
Gammaridae*	1270	Sciomyzidae	-	Esysyridae			-
Niphargidae	-	Simuliidae		[married 1		Ptilocolepidae	2
ISOPOPA		Stratiomyidae	-	HYMENOPTERA	_	Rhyacophilidae*	13
Asellidae	-	Symphidae	-	Construction of the Constr		Sericostomatidae*	1
Jamiridae	_	Tabanidae	-	LEPIDOPTERA	-	5	
AltYlifOA	-	Thaumaleidae	-			MOLLUSCA	
Mysidae		Tipulidae	_	ODONATA	_	BIVALVIA	_
DECAPODA		100000000000000000000000000000000000000	LO SAV	Aeschnidae	4	Corbiculidae	-
Antacidae		EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae	4	Dressenidae	-
Cambaridae		Ameletidae		Coenagrionidae	-	Sphaeriidae	-
		Baetidae*	29	Cordulegasteridae		Unionidae	_
HYDRACARINA	2	Caenidae*		Cordulidae			
		EPREMERELLIDA	ART .	Gomphidae		GASTROPOD	A
COLEOPTERA		Ephemerella*		Lestidae		Ancylidae	1
Curculionidae		Torleya*		Libeliulidae		Acroloxidae	
Chrysomelidae		57H5MEHI048		Platycnemididae		Bithyniidae	
Dryopididae		Ephemera*				Ferrissildae	
Dytiscidae		HEPTAGENHOA	EP.	PLECHOPTER	A	Hydroblidae	
FI MIDANY	a la la constante	Ecdyonurus*	2	CAPRIDAD		Limnaeidae	6
Elmis*	1167	Electrogena*	1	Capnia*		Neritidae	
Esolus*	82	Epeorus*	X 2	Capnioneura*		Physidae	
Limnlus*	35	Heptagenia*	X			Planorbidae	
Oulimnius*		Rhithrogena*	1/2	CHLOROPERLIDAE*	146	Valvatidae	
Rigius*		✓ LEFTOPHLEBIO		LEUCTRIDAE*	22	Viviparidae	
Gyrinidae	+	Habroletoides*		MEMONINO AS	100	Calabian Indian	_
		Habrophlebia*	1	/ Araphinemara*	17	PLATYHELMINT	HES
Haliplidae	+	Leptophiebia*	1	Nemoura*	179	Dendrocoelidae	T
Helophoridae	3		×	Protonemura*	13		2
Hydraenidae Hydrosom	3	Paraleptophiebia*	1		142	Dugeslidae	235
Hydrophilidae	+	Oligoneurildae	-	Philipport	17	Planariidae	1500
Hydrochidae	-	Polymitarcidae*	-	Dinocras*	1-	Company of the Compan	_
Hydroscaphidae	-	Potamathidae*	+	Peria*		NEMATODA	_
Hygrobildae	1	Siphlonuridae	1	PERLIDINAE	T @		
			- /	Isoperia*	80	8	
Noteridae	_						
Noteridae Psephenidae		TACAL TA	00	Periodes*			
ALCOHOLD TO THE PARTY OF THE PA		Moment	lu	Periodes* TARMONTE-COM	half:		
Psephenidae		Minuse P	la		half:		
Psephenidae Scirtidae		Momene P	la	TARMONTERVOIL	half*	Total:	60





		2 15	1				_
Date:		04.2013	1		NT		_
N"de préil.	S	Sam	1		NTS		
					Royad		
					NF	29	
					NFS		
					GI	4	
					IBCH	IS	
					Tot. Ind.	069	63
Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	N
ANNELIDA		DIPTERA		HETEROPTER	Α.	TRICHOPTER	A
Erpobdellidae	19	Anthomyldae		Aphelocheiridae*		Apataniidae	
Glossiphonidae	18	Athericidae		Corixidae	1	Beraeidae*	
Glossiphonia	11	Biephariceridae		Gerridae	+	Brachycentridae*	1
	_		_				-
Hemiclepsis	_	Ceratopogonidae	-	Hebridae	+	Ecnomidae	+
Helobdella	-	Chaoboridae	31.7	Hydrometridae	+	Giossosomatidae*	\vdash
Hirudidae	_	Chironomidae*	346	Mesovelildae	-	Goeridae*	-
Piscicolidae		Culicidae	-	Naucoridae	+	Helicopsychidae	-
	12. 17.	Cylindrotomidae	_	Nepidae		Hydropsychidae*	17
OLIGOCHAETA	311	Dixidae		Notonectidae		Hydroptilidae*	
CNIDARIA		Dollchopodidae		Pleidae		Lepidostomatidae*	
PPORIFERA		Empididae	2	Veliidae		Leptoceridae*	
BRYOZOA		Ephydridae	I			Limnephilidae*	3
		Limoniidae/Pedicidae	5	MEGALOPTER	A	Molannidae	
CRUSTACEA		Psychodidae	1	Sialidae		Odontoceridae*	
BRANCHIPODA		Ptychopteridae	1			Philopotamidae*	1
	_		-	NEUROPTERA			+
AMPRIPOGA	_	Rhagionidae	-		-	Phryganeidae	-
Corophidae		Scatophagidae	-	Osmylidae		Polycentropodidae*	1
Gammaridae*	42	Sciomyzidae		Sysyridae		Psychomildae*	_
Niphargidae		Simuliidae	23			Ptilocolepidae	_
ECPO7A		Stratiomyidae		HYMENOPTERA		Rhyacophilidae*	14
Asellidae	4	Syrphidae				Sericostomatidae*	1
Jamiridae		Tabanidae		LEPIDOPTERA			
SYNSOA		Thaumaleidae		Marine Carrier Control		MOLLUSCA	
Mysidae		Tipulidae	1	ODONATA		BIVALVIA	
DECAPODA		-	1	Aeschnidae		Corbiculidae	
Astacidae		EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae		Dressenidae	
Cambaridae		Ameletidae		Coenagrionidae		Sphaerlidae	
Cambaridae	_	Baetidae*	70		+	Unionidae	-
TOTAL PROBLEM	18	THE REAL PROPERTY OF THE PERTY	70	Cordulegasteridae	-	unionidae	1
HYDRACARINA	- 6	Caenidae*		Corduilidae	+		
		EPHEMENELLION	-	Gomphidae	-	GASTROPOD	A .
COLEOPTER	A.	Ephemerella*	-	Lestidae		Ancylidae	-
Curculionidae		Torieya*		Libeliulidae		Acroloxidae	_
Chrysomelidae		EPHEMERIDAE		Platycnemididae		Bithyniidae	
Dryopididae	h:	Ephemera*				Ferrissiidae	
Dytiscidae	2	HEP FASIERODAS		PLECHOPTER	A	Hydrobildae	
ELMIDAE*		Ecdyonurus*	2	CAPPEDATE		Limnaeidae	
Elmis*	177	Electrogena*		Capnia*		Neritidae	
Esolus*	11	Epeorus*	1/5	Capnioneura*		Physidae	
Limnlus*	17		//0	- Suprissieura	_	Planorbidae	1
		Heptagenia*		CHI OBORESI INASI	11/		+
Outimnlus*	6	Rhithrogena*		CHLOROPERLIDAE*	1	Valvatidae	+
Riolus*	S	LERTSPELERIE	T	LEUCTRIDAE*	16	Viviparidae	_
Gyrinidae		Habroletoides*		REMOUBLOVE	1	Children States Characters	nes-
Haliplidae	1	Habrophiebia*	-	Amphinemura*	12	PLATYHELMINT	HES
Helophoridae		Leptophiebla*		Nemoura*		Dendrocoelidae	
Hydraenidae	1	Paraleptophlebia*		Protonemura*		Dugesiidae	1.5
Hydrophilidae		Oligoneuriidae		PERLIDAR		Planariidae	15
Hydrochidae		Polymitarcidae*		Dinocras*		William III	-
Hydroscaphidae		Potamathidae*		Peria*		NEMATODA	Т
	\rightarrow	Siphionuridae			-	manerioues.	_
Hygrobiidae	_	артопилине	-	PERLOMOAE	1		
Noteridae	-			Isoperia*	1		
Psephenidae				Periodes*			
ment and a second							
ment and a second				TAEMOUTERYOUS	AU.		
ment and a second				Brachyptera*	T I		
Scirtidae					AE .	Total: 96	4 6





			1				
Date:	05	03 13	1		NT		
N°de prèl.]		NTS		_
					Regud		
					NF	2.3	
					NFS		
					GI	7	
					IBCH	13	
					Tot. Ind	1141 11	13
Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nt
ANNELIDA		DIPTERA		HETEROPTERA	Α.	TRICHOPTER	A
Erpobdellidae		Anthomyidae		Aphelocheiridae*		Apatanlidae	T
Glossiphonidae	1	Athericidae		Corixidae		Beraeidae'	1
	-	THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NOT THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NA		25.53 (10.00 0.00			+
Glossiphonia	-	Blephariceridae	-	Gerridae	+-	Brachycentridae*	+
Hemiclepsis		Ceratopogonidae	-	Hebridae	+	Ecnomidae	1
Helobdella		Chaoboridae	_	Hydrometridae		Glossosomatidae*	-
Hirudidae		Chironomidae*	40	Mesoveliidae		Goeridae*	1
Piscicolidae		Culicidae		Naucoridae		Helicopsychidae	
		Cylindrotomidae		Nepidae		Hydropsychidae*	1 9
OLIGOCHAETA	So	Dixidae		Notonectidae		Hydroptilidae*	
CNIDARIA		Dolichopodidae		Pieidae		Lepidostomatidae*	
	-	Empididae	5	Veilidae		Leptoceridae*	1
PPORIFERA		and the second s	1 3	CABINDRE			110
BRYOZOA		Ephydridae	1	Marie de America		Limnephilidae*	100
		Limonildae/Pedicidae	-	MEGALOPTER	Α	Molannidae	-
CRUSTACEA		Psychodidae	1	Sialidae		Odontoceridas*	12
BRANCHIPODA		Ptychopteridae				Philopotamidae*	
: JAMPHIPODA		Rhagionidae		NEUROPTERA	k)}	Phryganeldae	T
Corophidae		Scatophagidae		Osmylidae		Polycentropodidae*	
Gammaridae*	640	Sciomyzidae		Sysyridae		Psychomiidae*	
Niphargidae	2.10	Simullidae	68	C. A. Million		Ptilocolepidae	1
ISOPONA			100	HYMENOPTERA		the contract of the contract o	5
CONTRACTOR OF THE PARTY OF THE	2	Stratiomyidae	-	HYMENOPTERA	1	Rhyacophilidae*	1
Asellidae	2	Syrphidae	-		7 1	Sericostomatidae*	1 2
Jamiridae		Tabanidae		LEPIDOPTERA			
AVBIOA		Thaumaleldae		***********		MOLLUSCA	
Mysidae		Tipulidae		ODONATA		BIVALVIA	
DECAPODA				Aeschnidae		Corbiculidae	Г
Astacidae		EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae		Dressenidae	Т
Cambaridae		Ameletidae		Coenagrionidae		Sphaerlidae	
SPECIAL SERVICE		Baetidae*	66	Cordulegasteridae		Unionidae	+
and the second s	121	OCCUPATION .	1.00		-	Unionidae	_
HYDRACARINA		Caenidae*	4	Cordullidae	+		2
5-11-2-16-2-20		EPHEMERELLIDA	-	Gomphidae	-	GASTROPOD	A
COLEOPTER	Α:	Ephemerella*		Lestidae		Ancylidae	1
Curculionidae		Torieya*		Libellulidae		Acroloxidae	
Chrysomelidae		EPHERESUDAS		Platycnemididae		Bithyniidae	
Dryopididae		Ephemera*				Ferrissiidae	
Dytiscidae		HEPTAGEHRDAS		PLECHOPTER	A	Hydrobildae	
ETWIDYE.		Ecdyonurus*	11	CAPABDAE		Limnaeidae	+
	1.75		1		_	Neritidae	+
		Electrogena*		Capnia*	-		+
Elmis*	1/2		2			Physidae	+
Elmis* Esolus*	1.5	Epeorus*	3	Capnioneura*			1
Elmis*			3	Capnioneura		Pianorbidae	+
Elmis* Esolus*	5 56	Epeorus*	2	CHLOROPERLIDAE*		Pianorbidae Valvatidae	
Elmis* Esotus* Limnius*	1.5	Epecrus* Heptagenia*		CHLOROPERLIDAE*	3/		F
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus*	5 56	Epecrus* Heptagenia* Rhithrogena*		CHLOROPERLIDAE*	3/	Valvatidae	E
Elmis* Esotus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae	5 56	Epecrus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE*	3/	Valvatidae Viviparidae	HES
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Haliplidae	5 56	Epecrus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura*	34	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT	HES
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Halipiidae Helophoridae	5 56	Epecrus* Heptagenia* Rhithrogens* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura*	34	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae	HES
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Haliplidae Helophoridae	5 56	Epecrus* Heptagenia* Rhithrogens* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraleptophlebia*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura*	34	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugesildae	
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Halipiidae Helophoridae Hydraenidae	5 56	Epecrus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraleptophlebia* Oligoneuriidae		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura*	34	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae	HES 8
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Halipiidae Helophoridae Hydraenidae	5 56	Epeorus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraleptophlebia* Oligoneuriidae Polymitarcidae*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura* Dinogras*	34	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugesildae	
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Haliplidae Helophoridae Hydraenidae Hydraenidae Hydrochidae	5 56	Epecrus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraleptophlebia* Oligoneuriidae		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura*	31	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugesildae	
Eimis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Halipiidae Helophoridae Hydraenidae Hydraenidae Hydrochidae Hydrochidae	5 56	Epeorus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraleptophlebia* Oligoneuriidae Polymitarcidae*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura* Dinogras*	34	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugeslidae Planariidae	
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Halipildae Helophoridae Hydraenidae Hydraenidae Hydrochidae Hydrochidae Hydrochidae	5 56	Epeorus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraieptophlebia* Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura* Dinogras* Perta*	34	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugeslidae Planariidae	
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Halipiidae Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hydroscaphidae Hygroblidae	5 56	Epeorus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraieptophlebia* Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura* Dinocras* Perla* Isoperla*	34	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugeslidae Planariidae	
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Haliplidae Helophoridae Hydraenidae Hydrochidae Hydrochidae Hydrochidae Hygroblidae Noteridae Psephenidae	5 56	Epeorus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraieptophlebia* Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura* Dinocras* Perla* Isoperla* Perlodes*	17-	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugeslidae Planariidae	
Elmis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Haliplidae Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygrobildae Noteridae Psephenidae Scirtidae	5 56	Epeorus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraieptophlebia* Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura* Dinocras* Perla* Isoperla* Perlodes*	17-	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugeslidae Planariidae	
Eimis* Esolus* Limnius* Outimnius* Riolus* Gyrinidae Haliplidae Helophoridae Hydroenidae Hydrochidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygroblidae Noteridae Psephenidae	5 56	Epeorus* Heptagenia* Rhithrogena* Habroletoides* Habrophlebia* Leptophlebia* Paraieptophlebia* Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		CHLOROPERLIDAE* LEUCTRIDAE* Amphinemura* Nemoura* Protonemura* Dinocras* Perla* Isoperla* Perlodes*	17-	Valvatidae Viviparidae PLATYHELMINT Dendrocoelidae Dugeslidae Planariidae	





Station: Aval Moulenets Rivière: L'ORBE 03 2013 Date: N°de prél NTS NE NFS Gł IBCH Tot. Ind. 12/9 Taxon Taxon Taxon Nb Nb Nb Taxon Nb ANNELIDA DIPTERA HETEROPTERA TRICHOPTERA Aphelocheiridae* Apatanlidae Erpobdellidae Anthomyidae Glossiphonidae Athericidae Corixidae Beraeidae* Blephariceridae Gerridae Brachycentridae* Glossiphonia Hebridae Ecnomidae Hemiclepsis Ceratopogonidae Chaoboridae Hydrometridae Glossosomatidae* Helobdella Hirudidae Chironomidae* Mesovellidae Goeridae* Cullcidae Naucoridae Helicopsychidae Piscicolidae Cylindrotomidae Nepidae Hydropsychidae* OLIGOCHAETA Dixidae Notonectidae Hydroptilidae* CNIDARIA Dollchopodidae Pleidae Lepidostomatidae* **PPORIFERA** Empididae Vellidae Leptoceridae* BRYOZOA Ephydridae Limnephilidae* MEGALOPTERA Limoniidae/Pedicidae Molannidae Sinlidae Psychodidae CRUSTACEA BRANCHIPODA Ptychopteridae Philopotamidae* NEUROPTERA Phryganeidae Rhagionidae Osmylidae Corophidae Scatophagidae Polycentropodidae* Gammaridae* 480 Sciomyzidae Sysyridae Psychomiidae* Niphargidae Simuliidae Ptilocolepidae HYMENOPTERA Stratiomyidae Rhyacophilidae* Asellidae Syrphidae Sericostomatidae* Jamiridae Tabanidae LEPIDOPTERA MOLLUSCA Thaumaleidae ODONATA BIVALVIA Mysidae Tipulidae Corbiculidae Aeschnidae **EPHEMEROPTERA** Dressenidae Astacidae Calopterygidae Ameletidae Cambaridae Connagrionidae Sphaeriidae Baetidae* Cordulegasteridae Unionidae HYDRACARINA Caenidae* Cordullidae GASTROPODA Gomphidae COLEOPTERA Ephemerella' Ancylidae Lestidae Curculionidae Torleya* Libellulidae Acroloxidae Platycnemididae Chrysomelidae Bithynlidae Ferrissiidae Dryopididae Ephemera* PLECHOPTERA Dytiscidae Hydroblidae ELMIDAE Ecdyonurus* Limnaeidae Elmis* Electrogena* Capnia* Neritidae Esolus* Epecrus* Capnioneura* Physidae Limnius* Heptagenia* Planorbidae Oulimnius* Rhithrogena* CHLOROPERLIDAE* Valvatidae Riolus' 20 LEUCTRIDAE* Viviparidae Gyrinidae Habroletoides* Amphinemura* Habrophlebia* PLATYHELMINTHES Hallplidae Leptophiebia* Helophoridae Nemoura* Dendrocoelidae Hydraenidae Paraleptophiebia* Protonemura* Dugeslidae Hydrophilidae Oligoneuriidae Pianariidae Hydrochidae Polymitarcidae* Dinocras* Hydroscaphidae Potamathidae* Peria* NEMATODA Hygroblidae Siphionuridae Noteridae Isoperta* Psephenidae Periodes* Scirtidae Spercheidae Brachyptera* Rhabdiopteryx* Total: / / 10 Taeniopteryx'





Rivière: LA GRA	NDE	LINU	ota	tion: AKONT DI	MBLE	RETS 41	16
Date:	23	3.04.13			NT		
N°de prél.			1		NTS		
					Rivaud		
					NF	19	
					NFS		
					GI	57	
					IBCH	14	
					Tot. Ind	. 232	
Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb
ANNELIDA		DIPTERA		HETEROPTER/	Δ.	TRICHOPTER	eA.
Erpobdellidae		Anthomyidae		Aphelocheiridae*		Apataniidae	T
Glossiphonidae	_	Athericidae	1	Corixidae	+	Beraeldae*	+-
Glossiphonia		Biephariceridae	1	Gerridae	+	Brachycentridae*	+
Hemiclepsis	_	Ceratopogonidae		Hebridae	+	Ecnomidae	+
Helobdella	_	Chaoboridae		Hydrometridae	+	Glossosomatidae*	+-
Hirudidae	+	Chironomidae*		Mesoveliidae	+	Goeridae*	+
	+	Culicidae	-		+		+
Piscicolidae	_		-	Naucoridae	+	Helicopsychidae	+-
OLICOCHAFTA		Cylindrotomidae	_	Nepidae	+-	Hydropsychidae*	-
OLIGOCHAETA	-1	Dixidae	-	Notonectidae	+	Hydroptilidae*	+
CNIDARIA	+	Dolichopodidae	-	Pleidae	+	Lepidostomatidae*	+
PPORIFERA	+	Empididae	1	Vellidae	\perp	Leptoceridae*	177.
BRYOZOA		Ephydridae	-			Limnephilidae*	14
		Limoniidae/Pedicidae	2	MEGALOPTER	<u> </u>	Molannidae	+-
CRUSTACEA	_	Psychodidae	1	Sialidae		Odontoceridae*	+-
BRANCHIPODA		Ptychopteridae				Philopotamidae*	+-
AMPHIPODA		Rhagionidae		NEUROPTERA	1	Phryganeidae	_
Corophidae		Scatophagidae		Osmylidae		Polycentropodidae*	
Gammaridae*	63	Sciomyzidae		Sysyridae		Psychomiidae*	
Niphargidae		Simuliidae	12			Ptilocolepidae	
ISOPODA		Stratiomyidae		HYMENOPTERA		Rhyacophilidae*	5
Asellidae	T	Syrphidae				Sericostomatidae*	T
Jamiridae		Tabanidae		LEPIDOPTERA	T		
MYSIDA		Thaumaleidae				MOLLUSCA	
Mysidae	T	Tipulidae		ODONATA		BIVALVIA	
DECAPODA				Aeschnidae	T	Corbiculidae	T
Astacidae		EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae		Dressenidae	
Cambaridae		Ameletidae		Coenagrionidae		Sphaeriidae	1
- Contract Contract		Baetidae*	55	Cordulegasteridae		Unionidae	
HYDRACARINA	T	Caenidae*	13-	Corduliidae		- Individue	_
HIDNACANINA		EPHEMERELLIDA	E.	Gomphidae	+	GASTROPOD	A
COLEOPTERA		Ephemerella*	T	Lestidae	+	Ancylidae	T
Curculionidae	T	Torleya*	_	Libellulidae	+		+
Chrysomelidae	+	EPHEMERIDAE	-	Platycnemididae	+	Acroloxidae Bithyniidae	+-
	+		_	Flatychemididae			+-
Dryopididae	+	Ephemera*		DIECHODTED		Ferrissiidae	+-
Dytiscidae		HEPTAGENIIDAS		PLECHOPTER	Α	Hydrobiidae	+
ELMIDAE*	_	Ecdyonurus*	2	CAPNIDAE*	_	Limnaeidae	+-
Elmis*	+	Electrogena*	-	Capnia*	1	Neritidae	+-
Esolus*		Epeorus*	-	Capnioneura*	110	Physidae	_
Limnius*		Heptagenia*			_	Planorbidae	1
Oulimnius*		Rhithrogena*	43	CHLOROPERLIDAE*	60	Valvatidae	
Riolus*		LEPTOPHLEBIIDA	E*	LEUCTRIDAE*	230	Viviparidae	
Gyrinidae		Habroletoides*		NEMOURIDAE*			
Haliplidae		Habrophlebia*		Amphinemura*		PLATYHELMINT	HES
Helophoridae		Leptophlebia*		Nemoura*	51	Dendrocoelidae	
Hydraenidae		Paraleptophlebia*		Protonemura*	15	Dugesiidae	
Hydrophilidae		Oligoneuriidae		PERLIDAE*		Planariidae	17
Hydrochidae		Polymitarcidae*		Dinocras*	T	L. Juniarina de	-
	+	Potamathidae*	 	Peria*	_	NEMATODA	T
Hydroscaphidae	+		 			INCHATODA	
Hygrobiidae	+	Siphlonuridae	le .	PERLODIDAES	19		
Noteridae	+	. ba	chosen	- Isoperla*	1		
Psephenidae	+	/	achun	Periodes*			
Scirtidae	+	Das 97 151	vand?				
Spercheidae		I for a la		Brachyptera*	NV		
				Rhabdiopteryx*	_	Total: 25	5 0
				Taeniopteryx*		-	-





Rivière: GRANDE	EAU	Stat	tion: Amon's	TEP	Piablerets !	4113
D-1	3.04 13	1		NT		<u> </u>
D0101	5.04.15	1		_		-
N°de prél.		1		NTS		
				Rivaud		
				NF	20	
				NFS		
				GI	3	
				IBCH	14	
				Tot. Ind.	1221	
Taxon Ni	Taxon	Nb.	Taxon	Nb	Taxon	Nb
ANNELIDA	DIPTERA		HETEROPTERA	A	TRICHOPTER	A
Erpobdellidae	Anthomyidae		Aphelocheiridae*	T	Apataniidae	T
Glossiphonidae	Athericidae	2	Corixidae	+-	Beraeidae*	\vdash
Glossiphonia	Blephariceridae	2	Gerridae	+	Brachycentridae*	
		-	Hebridae	+	Ecnomidae	1
Hemiclepsis	Ceratopogonidae	+		+		-
Helobdella	Chaoboridae	100	Hydrometridae	+-	Glossosomatidae*	-
Hirudidae	Chironomidae*	102	Mesovelildae	+	Goeridae*	-
Piscicolidae	Culicidae	+	Naucoridae	+	Helicopsychidae	-
1/2	Cylindrotomidae	-	Nepidae	1	Hydropsychidae*	-
OLIGOCHAETA /S	Dixidae	1	Notonectidae	_	Hydroptilidae*	
CNIDARIA	Dolichopodidae		Pleidae		Lepidostomatidae*	
PPORIFERA	Empididae	2	Veliidae		Leptoceridae*	
BRYOZOA	Ephydridae				Limnephilidae*	15
	Limoniidae/Pedicidae	15	MEGALOPTER	A	Molannidae	
CRUSTACEA	Psychodidae	9	Sialidae		Odontoceridae*	
BRANCHIPODA	Ptychopteridae				Philopotamidae*	
AMPHIPODA	Rhagionidae		NEUROPTERA		Phryganeldae	
Corophidae	Scatophagidae		Osmylidae	T	Polycentropodidae*	
Gammaridae*		1	Sysyridae	+	Psychomildae*	_
		136	Sysyridae			-
Niphargidae	Simulidae	136	IDAIENOPERA		Ptilocolepidae	1
ISOPODA	Stratiomyldae	-	HYMENOPTERA		Rhyacophilidae*	+
Asellidae	Syrphidae	-			Sericostomatidae*	
Jamiridae	Tabanidae	-	LEPIDOPTERA			
MYSIDA	Thaumaleidae	_			MOLLUSCA	
Mysidae	Tipulidae		ODONATA		BIVALVIA	
DECAPODA			Aeschnidae		Corbiculidae	
Astacidae	EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae		Dressenidae	
Cambaridae	Ameletidae		Coenagrionidae		Sphaeriidae	
	Baetidae*	1345	Cordulegasteridae		Unionidae	
HYDRACARINA	Caenidae*	1	Corduliidae			
-	EPHEMERELLIDA	\E"	Gomphidae		GASTROPOD	A
COLEOPTERA	Ephemerella*	T	Lestidae	\top	Ancylidae	T
Curculionidae	Torleya*	_	Libellulidae		Acroloxidae	_
Chrysomelidae	EPHEMERIDAE		Platycnemididae	+	Bithyniidae	_
		T -	riatychemiaidae			_
Dryopididae	Ephemera*		PLECHOPTER		Ferrissildae	-
Dytiscidae	HEPTAGENIDAL				Hydrobiidae	+
ELMIDAE*	Ecdyonurus*	17	CAPNIDAE*		Limnaeidae	+
Elmis*	Electrogena*	/	Capnia*	+-	Neritidae	-
Esolus*	Epeorus*	/	Capnioneura*	11-	Physidae	-
Limnius*	Heptagenia*	/			Planorbidae	-
Oulimnlus*	Rhithrogena*	55	CHLOROPERLIDAE*	11-	Valvatidae	
Riolus*	LEPTOPHLEBIIDA	AE"	LEUCTRIDAE*	. 275	Viviparidae	
Gyrinidae	Habroletoides*		NEMOURIDAE'			
Haliplidae	Habrophlebia*		Amphinemura*	64	PLATYHELMINT	HES
Helophoridae	Leptophlebia*		Nemoura*	1	Dendrocoelidae	
Hydraenidae	Paraleptophiebla*		Protonemura*	149	Dugesildae	
		+	PERLIDAE'	1.10	Planariidae	1
					In the contract of the contrac	
Hydrophilidae	Oligoneurlidae	-				
Hydrophilidae Hydrochidae	Oligoneuriidae Polymitarcidae*		Dinocras*	1	NEMATORA	_
Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae	Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		Dinocras* Peria*	1.	NEMATODA	I
Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygroblidae	Oligoneuriidae Polymitarcidae*		Dinocras* Perla* PERLODIDAE	10	NEMATODA	
Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygroblidae Noteridae	Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		Dinocras* Perla* PERLODIDAE* Isoperla*	<i>1</i> √ 8√	NEMATODA	
Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygroblidae	Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		Dinocras* Peria* PERLODIDAE* Isoperia* Periodes*	1	NEMATODA	
Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygroblidae Noteridae	Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		Dinocras* Perla* PERLODIDAE* Isoperla*	AE*	NEMATODA	
Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygrobildae Noteridae Psephenidae	Oligoneuriidae Polymitarcidae* Potamathidae*		Dinocras* Peria* PERLODIDAE* Isoperia* Periodes*	1	NEMATODA	





Rivière: GRAND	EE	AU	Stat	tion: Aval A	riola	13 4120	>
Date:	1 23	3.04.13	1		NT	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
N°de prél.		3.04.15	1		NTS		
v de prei.	_		1		Rivaud		
					_	16	
					NF	16	
					NFS		
					GI	3	
					IBCH	115	
					Tot. Ind	1146	_
Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb
ANNELIDA		DIPTERA		HETEROPTERA	4	TRICHOPTER	A
Erpobdellidae		Anthomyidae	T	Aphelocheiridae*	$\overline{}$	Apatanlidae	T
Glossiphonidae	+	Athericidae	1	Corixidae	+-	Beraeidae*	-
	+-		1	Gerridae	+		+
Glossiphonia	+	Biephariceridae	-		+	Brachycentridae*	+-
Hemiclepsis	-	Ceratopogonidae	-	Hebridae	-	Ecnomidae	+-
Helobdella		Chaoboridae	-	Hydrometridae	-	Glossosomatidae*	-
Hirudidae		Chironomidae*	36	Mesoveliidae		Goeridae*	
Piscicolidae		Culicidae		Naucoridae		Helicopsychidae	1
		Cylindrotomidae		Nepidae		Hydropsychidae*	
OLIGOCHAETA	12	Dixidae		Notonectidae		Hydroptilidae*	
CNIDARIA	15	Dolichopodidae		Pleidae	+	Lepidostomatidae*	1
	_	Empididae	_	Veliidae	+	Leptoceridae*	1
PPORIFERA	-		+	Vellidae			177
BRYOZOA		Ephydridae	11			Limnephilidae*	44
		Limoniidae/Pedicidae	14	MEGALOPTER	A	Molannidae	-
CRUSTACEA		Psychodidae		Sialidae		Odontoceridae*	_
BRANCHIPODA		Ptychopteridae				Philopotamidae*	
AMPHIPODA		Rhagionidae		NEUROPTERA	1	Phryganeidae	1
Corophidae	T	Scatophagidae		Osmylidae	T	Polycentropodidae*	
Gammaridae*	19	Sciomyzidae		Sysyridae	+	Psychomildae*	T
	-		246	Sysyridae		Ptilocolepidae	+
Niphargidae		Simuliidae	246	Innamuoneen a			+
SOPODA		Stratiomyidae	-	HYMENOPTERA		Rhyacophilidae*	-
Asellidae		Syrphidae	-			Sericostomatidae*	
Jamiridae		Tabanidae	_	LEPIDOPTERA			
MYSIDA		Thaumaleidae				MOLLUSCA	
Mysidae		Tipulidae		ODONATA		BIVALVIA	
DECAPODA				Aeschnidae	T	Corbiculidae	Т
Astacidae		EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae		Dressenidae	
Cambaridae	-	Ameletidae	T	Coenagrionidae	_	Sphaeriidae	+
Cambaridae			03 /-		_	Unionidae	+-
	_	Baetidae*	1204	Cordulegasteridae	_	Unionidae	_
HYDRACARINA		Caenidae*		Corduliidae	-		
		EPHEMERELLIDA	/E.	Gomphidae	_	GASTROPOD	A
COLEOPTERA		Ephemerella*		Lestidae		Ancylidae	
Curculionidae		Torleya*		Libellulidae	1	Acroloxidae	
Chrysomelidae		EPHEMERIDAE	2	Platycnemididae		Bithynlidae	
	_	Ephemera*	T			Ferrissildae	+
Dryopididae	_	HEPTAGENIDA	E×.	PLECHOPTER	A	Hydrobiidae	1
Dytiscidae		_	12		-		1
ELMIDAE*		Ecdyonurus*	6	CAPNIDAE*	_	Limnaeldae	11
Elmis*		Electrogena*	/	Capnia*	-	Neritidae	+-
Esolus*		Epeorus*	/	Capnioneura*	111	Physidae	-
Limnius*		Heptagenia*	1			Planorbidae	
Oulimnius*		Rhithrogena*	12	CHLOROPERLIDAE*		Valvatidae	
Riolus*	1	LEPTOPHLEBIO/		LEUCTRIDAE*	~57o	Viviparidae	T
Gyrinidae		Habroletoides*	T	NEMOURIDAE'			
	_	Habrophiebia*	1	Amphinemura*	18	PLATYHELMINT	HES
Haliplidae	+	_	+		2		T
Helophoridae	+-	Leptophlebia*	+	Nemoura*		Dendrocoelidae	+-
Hydraenidae	_	Paraleptophlebia*	+	Protonemura*	140	Dugesildae	+
Hydrophilidae		Oligoneuriidae	-	PERLIDAE*		Planariidae	
Hydrochidae	11	Polymitarcidae*		Dinocras*	1.4		
Hydroscaphidae		Potamathidae*		Perla*	1	NEMATODA	
Hygrobiidae		Siphlonuridae		PERLODIDAE	-		
	_	- Internation			15,		
Noteridae	+-	+		Isoperla*	121		
Psephenidae	+	-		Periodes*	1/		
Scirtidae	-	-		TAENIOPTERYGID	AE"		
Spercheidae				Brachyptera*			
				Rhabdiopteryx*		Total: //	110
				Taenientenov*		Total:	4/0





Rivière: LA GR	ANDE	EAU	Stat	tion: Amont P	ont 70	nr	412
Deter	1 22	3.04.13	1		NT		
Date: N°de prél.	2.	7.07.15			NTS		
N° de prei.	_		1				_
					Rivaud	15	
					NF	11+	
					NFS		
					GI	+	
					IBCH	12	
					Tot. Ind	1242	
							_
Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb
ANNELIDA		DIPTERA		HETEROPTERA	A	TRICHOPTER	A
Erpobdellidae	T	Anthomyidae		Aphelocheiridae*		Apataniidae	
	+	Athericidae	\vdash	Corixidae	+	Beraeidae*	
Glossiphonidae	+		9		+		-
Glossiphonia	+	Blephariceridae	1	Gerridae	+	Brachycentridae*	-
Hemiclepsis	-	Ceratopogonidae	-	Hebridae	+	Ecnomidae	-
Helobdella		Chaoboridae		Hydrometridae	_	Glossosomatidae*	1
Hirudidae		Chironomidae*	97	Mesovellidae		Goeridae*	
Piscicolidae		Culicidae		Naucoridae		Helicopsychidae	
		Cylindrotomidae		Nepidae		Hydropsychidae*	6
OLIGOCHAETA		Dixidae		Notonectidae		Hydroptilidae*	
CNIDARIA		Dolichopodidae		Pleidae		Lepidostomatidae*	
PPORIFERA	_	Empididae	1	Vellidae	1	Leptoceridae*	
	+		-1	Veniuae			15
BRYOZOA		Ephydridae	177	MEGALORTER		Limnephilidae*	13
		Limoniidae/Pedicidae	11	MEGALOPTER		Molannidae	-
CRUSTACEA		Psychodidae	2	Sialidae		Odontoceridae*	-
BRANCHIPODA		Ptychopteridae				Philopotamidae*	
AMPHIPODA	177	Rhagionidae		NEUROPTERA	1	Phryganeidae	
Corophidae		Scatophagidae		Osmylidae		Polycentropodidae*	
Gammaridae*	1 2	Sciomyzidae		Sysyridae		Psychomiidae*	
Niphargidae	1	Simuliidae	753			Ptilocolepidae	
ISOPODA		Stratiomyidae	100	HYMENOPTERA	T	Rhyacophilidae*	2
	T			HIMENOFIERA			1
Asellidae	+	Syrphidae	-	r	_	Sericostomatidae*	1
Jamiridae		Tabanidae	-	LEPIDOPTERA			
MYSIDA	_	Thaumaleidae	-			MOLLUSCA	
Mysidae		Tipulidae		ODONATA		BIVALVIA	
DECAPODA				Aeschnidae		Corbiculidae	
Astacidae		EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae		Dressenidae	
Cambaridae		Ameletidae		Coenagrionidae		Sphaeriidae	
		Baetidae*	~180	Cordulegasteridae		Unionidae	
HYDRACARINA	T	Caenidae*		Corduliidae			
HIDRACARINA	_	EPHEMERELLIDA	E4		+	GASTROPOD	Α
COLEOPTERA			T	Gomphidae Lestidae	+	Ancylidae	T
COLEOPTERA		Ephemerella*	+		+		+-
Curculionidae	+	Torieya*		Libellulidae	-	Acroloxidae	+
Chrysomelidae	-	EPHEMERIDAE	-	Platycnemididae		Bithyniidae	-
Dryopididae		Ephemera*	1			Ferrissiidae	
Dytiscidae		HEPTAGENIDAE	E+	PLECHOPTER	A	Hydrobiidae	
ELMIDAE*		Ecdyonurus*	1	CAPNIDAE*	-	Limnaeldae	
Elmis*		Electrogena*	/	Capnia*		Neritidae	
Esolus*	1	Epeorus*	1	Capnioneura*	1/	Physidae	
	+	Heptagenia*	1	- Capitolicala	-	Planorbidae	1
Limnius*	+		26	CHI OBODERI IS LE	_		+
Oulimnius*	+	Rhithrogena*		CHLOROPERLIDAE*	10.1	Valvatidae	+
Riolus*	+	LEPTOPHLEBND/	JE.	LEUCTRIDAE*	121-	Viviparidae	
Gyrinidae	+	Habroletoides*	-	NEMOURIDAE'			
Haliplidae		Habrophlebia*		Amphinemura*	64	PLATYHELMINT	HES
Helophoridae		Leptophlebia*		Nemoura*	11/2	Dendrocoelidae	
Hydraenidae		Paraleptophlebia*		Protonemura*	5	Dugesiidae	
Hydrophilidae		Oligoneuriidae		PERLIDAE*		Planariidae	
Hydrochidae	_	Polymitarcidae*		Dinocras*	\top		-
	_		1		_	NEMATODA	T
Hydroscaphidae	+	Potamathidae*	+	Perla*		MEMATODA	
Hygrobildae	+	Siphionuridae		PERLODIDAE	_		
Noteridae	-	-		Isoperia*	-		
Psephenidae				Periodes*			
r sepiramade	_	-					
Scirtidae	1			TAENIOPTERYGIC	AE'		
	1				AE'		100





Date: JS	E EAU	2.01	Muat ren	nace	farettes	
		7		NT		
Page ab 11	05 15	-		NTS		
N° de prél.		1				
				Rivaud	17	_
				NF	16	
				NFS	-	
				GI	7,	
				IBCH	11	
				Tot. Ind.	4000	
Taxon Nb	Taxon	Nb	Taxon	Nb	Taxon	T NI
axon	Taxon	_ NO	Taxon	T KE	Tuxon	1
ANNELIDA	DIPTERA		HETEROPTER	A	TRICHOPTER	RA T
rpobdellidae	Anthomyidae	+-	Aphelocheiridae*	+	Apataniidae	+
Glossiphonidae	Athericidae	+	Corixidae	+	Beraeidae*	+
Glossiphonia	Blephariceridae	+	Gerridae	+	Brachycentridae*	+
Hemiclepsis	Ceratopogonidae	-	Hebridae	-	Ecnomidae	+
lelobdella	Chaoboridae		Hydrometridae		Glossosomatidae*	_
Hirudidae	Chironomidae*	932	Mesovellidae		Goeridae*	
Piscicolidae	Culicidae		Naucoridae		Helicopsychidae	
	Cylindrotomidae		Nepidae		Hydropsychidae*	42
DLIGOCHAETA 266			Notonectidae		Hydroptilidae*	1
CNIDARIA	Dolichopodidae		Pleidae		Lepidostomatidae*	T
PPORIFERA	Empididae	2	Veliidae	1	Leptoceridae*	+
	Ephydridae	-	Veillude		Limnephilidae*	116
BRYOZOA		-	MECALOPTER			-15
	Limonildae/Pedicidae	2	MEGALOPTER		Molannidae	+
CRUSTACEA	Psychodidae	9	Sialidae		Odontoceridae*	+
BRANCHIPODA	Ptychopteridae	\perp			Philopotamidae*	1
AMPHIPODA	Rhagionidae		NEUROPTERA	1	Phryganeidae	
Corophidae	Scatophagidae		Osmylidae		Polycentropodidae*	
Gammaridae*	Sciomyzidae		Sysyridae		Psychomiidae*	Т
Niphargidae	Simuliidae	530			Ptilocolepidae	\top
SOPODA	Stratiomyldae	1000	HYMENOPTERA	T	Rhyacophilidae*	2
		+	THENOFIERA		Sericostomatidae*	1
Asellidae	Syrphidae	+			Sericostomatidae	_
Jamiridae	Tabanidae	+	LEPIDOPTERA			
MYSIDA	Thaumaleidae	+			MOLLUSCA	
Mysidae	Tipulidae		ODONATA		BIVALVIA	_
DECAPODA			Aeschnidae		Corbiculidae	_
Astacidae	EPHEMEROPTE	RA	Calopterygidae		Dressenidae	_
Cambaridae	Ameletidae		Coenagrionidae		Sphaeriidae	
	Baetidae*	1640	Cordulegasteridae		Unionidae	T
HYDRACARINA	Caenidae*		Cordullidae			
TDIONORIUM	EPHEMERELLID/	AES	Gomphidae		GASTROPOL	A
COLEOPTERA	Ephemerella*	1	Lestidae	+	Ancylidae	T
	7	+-		+		+
Curculionidae	Torleya*	-	Libellulidae	+	Acroloxidae	+-
Chrysomelidae	EPHEMERIDAE		Platycnemididae		Bithynlidae	+-
Dryopididae	Ephemera*				Ferrissildae	+
Dytiscidae	HEPTAGENIDA	E'	PLECHOPTER	Α	Hydrobiidae	-
ELMIDAE°	Ecdyonurus*		CAPNIDAE*		Limnaeidae	
Elmis*	Electrogena*		Capnia*		Neritidae	
Esolus*	Epeorus*	1	Capnioneura*		Physidae	
Limnius*	Heptagenia*				Planorbidae	
Oulimnius*	Rhithrogena*	2	CHLOROPERLIDAE*		Valvatidae	T
Riolus*	LEPTOPHLEBIID	- Gen	LEUCTRIDAE*	420	Viviparidae	1
Gyrinidae	Habroletoides*	T	NEMOURIDAE			_
	_	+		190	PLATYHELMINT	UEC
	Habrophlebia*	+-	Amphinemura*	7		UES
	Leptophlebia*	-	Nemoura*	_	Dendrocoelidae	+
Helophoridae	Paraleptophlebia*	+	Protonemura*	7	Dugesiidae	+
Helophoridae			PERLIDAE*	,	Planariidae	14
Helophoridae Hydraenidae	Oligoneurlidae		Dinocras*			
Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae	Oligoneuriidae Polymitarcidae*					
Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae	_		Perla*		NEMATODA	-1
Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae	Polymitarcidae* Potamathidae*				NEMATODA	1
Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygrobiidae	Polymitarcidae*		PERLODIDAE		NEMATODA	-
Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygrobiidae Noteridae	Polymitarcidae* Potamathidae*		PERLODIDAE*		NEMATODA	-
Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygrobiidae Noteridae Psephenidae	Polymitarcidae* Potamathidae*		Isoperla* Periodes*		NEMATODA	-
Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hygrobiidae Noteridae Psephenidae Scirtidae	Polymitarcidae* Potamathidae*		PERLODIDAE Isoperia* Periodes* TAENIOPTERYGIO	AE*	NEMATODA	-
Haliplidae Helophoridae Hydraenidae Hydrophilidae Hydrochidae Hydroscaphidae Hydroscaphidae Hygrobilidae Noteridae Psephenidae Scirtidae Spercheidae	Polymitarcidae* Potamathidae*		Isoperla* Periodes*)AE*	NEMATODA	,





IBCH Rivaud biomasse

							Biomasse	ВСН									
Cours d'eau	Tronçon	station IBCH	n° prélèvement	Altitude	Altitude Date de prélévement	Coordonnées XY	B1	B2	Poids EPT [g/0.5m2]	Poids non EPT [g/0.5m2]	Poids tot [g/0.5m2]	Poids tot [g/m2]	Biomasse cible BM	biomasse effective en % de la biomasse cible	Abondance [Nb.ind/0.5m2]	IBCH 2013 Remarques	ω
Orbe	Tronçon de référence	Sources Vallorbe	4110	766	24.04.2013	516445/172700	×	×	1.60	3.89	5.49	10.99	5.96	184.53	1970	13	station VD
Orbe	Aval La Demier	Aval La Dernier	4111	739	04.04.2013	517502/173405	×	×	9.44	17.77	27.21	54.42	6.22	875.55	2610	16	coordonnées définitives
Orbe	Availles Clées	Availes Clées	4119	550	04.04.2013	525929/175828	×	×	2.88	2.36	5.24	10.47	8.96	116.83	969	15	coordonnées définitives
Orbe	Aval Chalet	Le Puisoir	4112	445	05.03.2013	530303/175635	x	×	1.03	10.07	11.10	22.20	11.88	186.76	1141	13	station VD
Orbe	Aval Moulinets	Aval Moulinets	4113	440	05.03.2013	531027/175004	×	×	1.33	724	8.57	17.15	12.07	142.03	1219	7	coordonnées définitives
Grande Eau	Tronçon de référence amont Diabierets	amont Diablerets	4116	1174	23.04.2013	578542/132846	×	×	0.78	0.33	1.11	2.22	3.64	60.99	232	14	station VD
Grande Eau	Aval rejet centrale Diablerets	Diablerets	4117	1140	23.04.2013	577500/133625	×	×	4.48	0.58	5.07	10.13	3.77	269,02	1221	14	station VD
Grande Eau	Aval Les Aviolats	Avai Les Aviolats	4120	1076	23.04.2013	574820/133700	×	×	5.43	2.10	7.53	15.06	4.02	374.74	1146	13	station VD
Grande Eau	Amont Pont de la Tine	Amont Pont de la Tine	4121	819	23.04.2013	569484/132591	×	×	2.58	3.58	6.16	1231	5.50	28.622	1242	12	aval pont inaccessible: gorges; en amont ok, à 160m du rejet centrale
Grande Eau	staion en +	Amont Aigle	4122	474	03.04.2013	566273/129869	×	×				14.22	10.90	130,41	2805	15	calcul de la biomasse par la Protection des Eaux
Grande Eau	Aval centrale des Farettes	Aval centrale des Farettes	4118	450	15.03.2013	564646/129630	X	×	3.30	1.10	4.40	8.81	11.70	75.27	4000	11	coordonnées définitives
Avançon	Trançan de référence amont le Bévieux	amont le Bévieux	4114	522	06.03.2013	568500/123675	×	×				3.13	9.59	32.62	750	13	station VD, calcul de la biomasse par la Protection des Eaux
noonevA	Avail rejet concession Hubert	aval concession Hubert	4115	450	06.03.2013	567881/122428	×	×				3.16	11.70	27.04	948	111	coordonnées définitives, calcul de la biomasse par la Protection des Eaux