

OFEV – ASSAINISSEMENT DES ECLUSEES

Planification stratégique

Rapport final

Le Doubs, tronçon binational et Suisse

Neuchâtel, le 19 juin 2015



BG Ingénieurs Conseils SA
Avenue de Cour 61 - Case postale 241 - CH-1001 Lausanne
T +41 58 424 11 11 – F +41 58 424 11 22 – lausanne@bg-21.com – www.bg-21.com
TVA CHE-116.329.587



Environnement et sciences aquatiques
BP 1767, CH-2001 Neuchâtel
+41 32 724 72 62
www.netaquarius.ch

Auteur(s) du rapport :	Mandants :	Versions :
AQUARIUS : Jérôme Plomb, Blaise Zaugg BG ingénieurs conseils SA : Antoine Magnollay, Myriam Robert, Leila Huber, Khalid Essyad	SENE (NE), ENV (JU)	Neuchâtel, le 2 juin 2015
AQUARIUS : Jérôme Plomb, Blaise Zaugg BG ingénieurs conseils SA : Antoine Magnollay, Myriam Robert, Leila Huber, Khalid Essyad	SENE (NE), ENV (JU)	Neuchâtel, le 19 juin 2015

Table des matières

1	<i>Introduction</i>	7
1.1	Contexte	7
1.2	Mandat	7
2	<i>Méthodologie</i>	8
2.1	Généralités	8
2.2	Synthèse et évaluation de la littérature sur le sujet	10
2.3	Méthodes de travail	10
2.3.1	Élimination des installations n'exigeant pas d'assainissement	11
2.3.2	Détermination des atteintes	11
2.4	État global du cours d'eau	12
2.4.1	Qualité de l'eau	12
2.4.2	Morphologie	14
2.4.3	Tronçon de référence	14
2.5	Définition de l'état initial	15
3	<i>Élimination des installations n'exigeant pas d'assainissement</i>	18
3.1	Absence d'éclusées	18
3.2	Éclusées de faible amplitude	20
3.3	Issue de secours	20
3.3.1	Indicateur HYDMOD-éclusee de l'éclusee potentielle	20
3.3.2	Faisabilité de l'éclusées potentielles	22
3.3.3	Existence de l'éclusées potentielles dans l'état initial	22
3.3.4	Conclusion	24
4	<i>Description des installations pouvant fonctionner par éclusées sur le Doubs franco-suisse et suisse</i>	25
4.1	Le Châtelot	25
4.2	Le Refrain	26
4.3	La Goule	27
4.4	Historique	28
4.5	Successions des aménagements hydroélectriques du Doubs franco-suisse et suisse	30
4.5.1	Description du système	30
4.5.2	Délimitation et caractérisation des tronçons subissant des éclusées	30
5	<i>Détermination des atteintes graves</i>	35
5.1	Détermination de l'altération du régime hydrologique	35
5.1.1	État initial	35

5.1.2	Indicateur HYDMOD – état initial	36
5.1.3	Indicateurs HYDMOD – état mesuré en 2008	37
5.1.4	Analyse fréquence – amplitude des éclusées (état mesuré en 2008)	39
5.1.5	Fréquence d'éclusées dans les tronçons court-circuités (état mesuré en 2008)	39
5.1.6	Indicateur D1 – débit minimal (état initial)	40
5.1.7	Conclusions	40
5.2	Indicateurs basés sur des investigations de terrain	41
5.2.1	Macroinvertébrés benthiques	41
5.2.2	Faune piscicole	45
5.2.3	Vue d'ensemble des atteintes	55
5.3	Indicateurs basés sur la modélisation	57
5.3.1	Principe	57
5.3.2	HYDMOD-éclusee	58
5.3.3	Surfaces mises à sec (P2.1)	58
5.3.4	Vitesse de descente (P2.2)	60
5.3.5	Évaluation de l'état initial	61
5.4	Détermination du degré d'atteinte	61
5.5	Responsabilités et nécessité d'assainissement	61
5.6	Potentiel écologique	63
5.6.1	Potentiel écologique selon la planification revitalisation des cours d'eau	63
5.6.2	Potentiel écologique, référentiel biologique	65
6	Reglement d'eau 2014	66
6.1	Description	66
6.1.1	Essais de démodulation	66
6.1.2	Règlement d'eau 2014	67
6.2	Évaluation détaillée du règlement d'eau 2014	67
6.2.1	Évaluation de l'état mesuré en 2014	67
6.2.2	Règlement d'eau 2014	76
6.2.3	Appréciation globale de l'efficience du règlement d'eau 2014	77
6.2.4	Proposition de suivi et de méthodologie pour évaluer l'efficacité du règlement d'eau 2014	78
7	Mesures d'assainissement	82
7.1	Généralités	82
7.2	Objectifs d'assainissement	82
7.3	Propositions de mesures d'assainissement	83
7.3.1	Modélisation des mesures	84
7.4	Méthodologie d'évaluation des mesures	85
7.4.1	Efficacité	85
7.4.2	Coût	86
7.4.3	Proportionnalité des coûts	87
7.4.4	Autres critères d'évaluation	87

7.4.5	Évaluation environnementale des mesures	88
7.5	Résultats	90
7.5.1	Comparaison de l'efficacité des mesures	90
7.5.2	Résultats de l'évaluation multicritères	91
7.7	Conclusions	96
7.8	Réflexions complémentaires	96
7.8.1	Gestion des événements extraordinaires	96
7.8.2	Piste d'amélioration du règlement d'eau 2014	97
7.9	Planification	97
7.9.1	Synthèse et délais	98
7.9.2	Coordinations	99
8	Synthèse et perspectives	101

Liste des annexes

1. Synthèse bibliographique
2. Synthèse des constats d'observation de Patrice Malavaux
3. Méthodologie employée pour évaluer le potentiel écologique du Doubs (bureau Natura)
4. Grille d'évaluation multicritère des mesures d'assainissement
5. Règlement d'eau (version 8 du 26.03.2015)
6. Fiches descriptives des mesures d'assainissement
7. Tableaux d'évaluation de l'efficacité des mesures d'assainissement
8. Schéma présentant les interactions entre les paramètres physiques et les différents indicateurs des éclusées et du charriage
9. Résultats de l'évaluation multicritères
 - a. Fiches d'évaluation par mesure
 - b. Synthèse 1 (détail)
 - c. Synthèse 2 (résumé)
10. Détail du monitoring biologique
11. Constat d'échouage depuis la mise en place du règlement d'eau
 - a. Évènement du 24.04.2015
 - b. Évènement du 17.05.2015
 - c. Évènement du 28.05.2015
12. Capacité d'assainissement des mesures de stockage

Liste des figures

Figure 1	Schéma du processus de l'assainissement des éclusées (OFEV, 2012) avec en rouge les étapes du rapport intermédiaire	9
Figure 2	Schéma de la méthodologie recommandée par l'OFEV permettant la détermination de l'étape à appliquer dans le cadre de l'évaluation des atteintes provoquées par les éclusées d'une exploitation sur un cours d'eau (OFEV, 2012).	10
Figure 3	État écomorphologie global (Niveau R) prenant en compte l'espace et structure, pour le Doubs et ses affluents sur le secteur compris entre Biaufond et Brémondcourt.	14
Figure 4	Graphique HYDMOD de l'écluse potentielle du Refrain et de la Goule	21
Figure 5	Exemples d'éclusées provoquées ou renforcées par le Refrain	23
Figure 6	Exemples d'éclusées provoquées ou renforcées par la Goule	23
Figure 7	Schéma de délimitation des tronçons dans le Doubs	30
Figure 8	Profils en long du Doubs dans le secteur d'étude (base : courbes de niveau de la carte topographique 1:25'000)	30
Figure 9	Eclusee-type du Châtelot – état initial	35
Figure 10	HYDMOD-éclusées à l'état initial	37
Figure 11	HYDMOD-éclusées – état mesuré en 2008	38
Figure 12	Analyse fréquence-amplitude des éclusées	39
Figure 13	<i>Exemples d'invertébrés aquatiques échoués suite à un abaissement artificiel (P. Malavaux, 2013). Doubs, aval du Refrain en rive gauche et Moulin Jeannotat en rive droite.</i>	43
Figure 15	<i>Évolution longitudinale de la variété des PTE déterminée sur 8 stations en 2004, Tiré de Degiorgi, 2008.</i>	44
Figure 16	<i>Comparaison des relevés IBCH 2011 avec les données de Verneaux 1966-70 au lieu-dit «Les Graviers». Tiré de AQUARIUS & al., 2012.</i>	44
Figure 17	<i>Comparaison de l'intégrité des peuplements piscicoles sur 10 stations jalonnant le Doubs frontière et l'amont de la Boucle Suisse.</i>	52
Figure 18	<i>Observations d'aprons sur le Doubs jurassiens (BONNAIRE, 2012).</i>	53
Figure 19	<i>Vue dorsale d'un apron du Doubs (Aquarius).</i>	54
Figure 20	<i>Cyprinidés photographiés à Ocourt : un nase nageant au milieu d'un banc de toxostomes (AQUARIUS).</i>	54
Figure 21	Courbes débit – surface mouillée (selon EPTEAU 2014)	59
Figure 22	Illustration d'exploitation avec démodulation (mars 2014)	68
Figure 23	Évolution de la fréquence de déversement au Refrain et à la Goule entre 2008 et 2014	69
Figure 23	Évolution des débits moyens déversés au Refrain et à la Goule entre 2008 et 2014	70
Figure 26	HYDMOD – Année 2014	71
Figure 27	Fréquence-amplitude 2008 / 2014 à la Rasse	72
Figure 28	Fréquence-amplitude 2008 / 2014 à Sarrasin	72
Figure 29	Fréquence-amplitude 2008 / 2014 à la Goule	73
Figure 30	Fréquence-amplitude 2008 / 2014 à Ocourt	73
Figure 31	Fréquence-amplitude des 4 stations en 2014	74
Figure 25	HYDMOD – RE2014	77
Figure 32	<i>Constat important de mortalité sur un abaissement classé de « très bon » selon le module d'aide de la Confédération 2015.</i>	79
Figure 33	Tableau d'évaluation de la proportionnalité des coûts	87
Figure 34	Graphique coût-efficacité - mesures complémentaires	92
Figure 35	Tronçons du Doubs concernés par la planification "revitalisation"	100

Liste des tableaux

Tableau 1	Évaluation de la qualité de l'eau d'après le macrozoobenthos (AQUARIUS & al., 2012).	13
Tableau 2	Liste des différents sites au bénéfice d'un droit d'eau pour l'exploitation hydroélectrique sur le Doubs binational et suisse.*Cet aménagement a été vérifié et des contacts avec l'exploitant et le garde-faune ont été établis. Le turbinage se fait au fil de l'eau avec dérivation. Sa capacité de marnage est faible et il ne pratique pas d'éclusées.	18

SENE (NE), ENV (JU)	Assainissement des éclusées- Doubs, tronçon binational et suisse	Rapport final
Tableau 3	Caractéristiques de l'éclusées potentielle du Refrain et de la Goule	20
Tableau 4	Caractéristiques des retenues du Refrain et de la Goule	22
Tableau 5	Fréquence d'éclusées provoquées ou renforcées par le Refrain ou la Goule (2009-2012)	23
Tableau 6	Caractéristiques générales de l'aménagement du Châtelot.	25
Tableau 7	Caractéristiques générales de l'aménagement du Refrain.	26
Tableau 8	Caractéristiques générales de l'aménagement de la Goule.	27
Tableau 9	<i>Synthèse des modifications apportées par les Forces motrices du Châtelot sur l'hydrologie du Doubs franco-suisse (adapté de Groupe E SA, 2011). (Le débit résiduel noté en toutes lettres est celui prévu dans l'accord ou le règlement; le débit résiduel représenté par une barre bleue est le débit en vigueur à la date clef correspondant).</i>	29
Tableau 10	Caractéristiques des éclusées à l'état initial (état contractuel 2009)	31
Tableau 11	Caractérisation des éclusées dans les différents tronçons à l'état initial (Hydmod)	36
Tableau 12	Valeurs Hydmod-éclusées calculées sur la base des mesures de débit 2008	38
Tableau 13	Évaluation de l'indicateur D1 (débit minimal) à l'état initial	40
Tableau 14	<i>Vitesses d'abaissement calculées aux stations de mesure hydrologique de la Combe des Sarrasins et de la Goule selon des gradients de diminutions de débits constatés lors des observations d'échouages de poissons (mai à décembre 2013).</i>	47
Tableau 15	<i>Indicateur P2 - Pourcentage des surfaces mise à sec. * Débit plancher considéré 4 m³/s. Classes d'évaluation selon aide à l'exécution : rouge = mauvais ; vert=bon.</i>	48
Tableau 16	<i>Synthèse des observations d'échouages piscicoles du 15 mai au 31 décembre 2013. Classes d'évaluation selon aide à l'exécution : rouge = mauvais.</i>	49
Tableau 17	<i>Densité d'estivaux de truites de rivière évaluée d'après les pêches exhaustives réalisées. Classes d'évaluation selon aide à l'exécution : rouge = mauvais ; vert=bon.</i>	50
Tableau 18	<i>Dénombrement des frayères mises à sec lors de opérations de turbinage par éclusées du Chatelot (D'après RIEGLER, 1986). L'auteur de l'étude conclut que sur les 3 km à l'aval de l'usine du Torrent, au moins 25% des œufs pondus ont été perdus lors des observations.</i>	51
Tableau 19	<i>Synthèse des indicateurs et de la littérature sur l'impact des éclusées.</i>	56
Tableau 20	Résumé du degré d'atteinte à l'état initial (indicateurs issus des investigations de terrain) (*Non documenté sur la période 2009-2013)	57
Tableau 21	Classes d'évaluation de l'indicateur P2.1 (surface mise à sec)	59
Tableau 22	Évaluation de l'indicateur P2.1 pour l'état initial	60
Tableau 23	Classes d'évaluation de l'indicateur P2.2 (vitesse de descente de l'éclusée)	60
Tableau 24	Évaluation de l'indicateur P2.2 pour l'état initial	60
Tableau 25	Résumé du degré d'atteinte à l'état initial (indicateurs modélisables)	61
Tableau 26	Responsabilité des installations dans les atteintes	62
Tableau 27	Décision d'assainissement	63
Tableau 28	<i>Grille d'évaluation des critères par secteur (adapté d'après NATURA).</i>	64
Tableau 29	<i>Potentiel écologique.</i>	64
Tableau 31	Indicateur D1 du RE2014	77
Tableau 30	Évaluation de l'atteinte liée aux éclusées durant l'année 2014	77
Tableau 30	Évaluation de l'atteinte liée aux éclusées durant l'année 2014	78
Tableau 32	<i>Proposition de monitoring biologique – vue d'ensemble.</i>	81
Tableau 33	Liste des mesures d'assainissement des éclusées du Doubs	83
Tableau 34	Degré d'assainissement (en terme de Qe/Qp en fonction du volume de démodulation disponible)	84
Tableau 24	Vue de synthèse comparative de l'incidence environnementale des mesures d'atténuation des éclusées	89
Tableau 35	Évaluation de l'efficacité	90
Tableau 36	Synthèse de la planification des mesures d'assainissement (mesures, priorité, délais et coût estimatif)	98
Tableau 37	Décision d'assainissement "migration piscicole" et "charriage"	99

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Le 11 décembre 2009, les Chambres fédérales ont adopté un projet modifiant la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20), la loi fédérale du 21 juin 1991 sur l'aménagement des cours d'eau (LACE, RS 721.100), la loi du 26 juin 1998 sur l'énergie (LEne, RS 730.0) et la loi fédérale du 4 octobre 1991 sur le droit foncier rural (LDFR, RS 211.412.11). Entrées en vigueur le 1er janvier 2011, ces modifications décidées par le Parlement portent sur la renaturation des eaux. Elles définissent deux orientations principales:

- Encouragement des revitalisations (rétablissement, par des travaux de construction, des fonctions naturelles d'eaux superficielles endiguées, corrigées, couvertes ou mises sous terre), garantie de l'espace réservé aux eaux et gestion extensive de cet espace.
- Réduction des effets néfastes engendrés par l'utilisation de la force hydraulique (atténuation des effets des éclusées en aval des centrales hydroélectriques, réactivation du régime de charriage et assainissements au sens de l'art. 10 de la loi fédérale du 21 juin 1991 sur la pêche (LFSP, RS 923.0, art. 19), tel le rétablissement de la migration du poisson).

1.2 Mandat

Le bureau AQUARIUS a été mandaté par le Service cantonal neuchâtelois de l'énergie et de l'environnement (SENE) et l'Office jurassien de l'environnement (ENV) pour l'élaboration du rapport intermédiaire puis, en collaboration avec BG ingénieurs conseils SA, du rapport final sur la planification stratégique de l'assainissement des éclusées sur le Doubs binational et suisse qui doit être transmis à la Confédération.

Le cadre spatial de la planification comprend le tronçon binational du Doubs (43 km), ainsi que la boucle de 29 km située intégralement sur territoire suisse.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Généralités

Le présent rapport final indique les centrales pour lesquelles des mesures d'assainissement dans le domaine des éclusées s'imposent et contient des informations concernant les mesures à mettre en œuvre dans le but d'empêcher ou d'éliminer les atteintes graves que les éclusées portent à la faune et à la flore indigènes ainsi qu'à leurs biotopes. Il a été élaboré sur la base des recommandations édictées par la Confédération dans le module de l'aide à l'exécution – renaturation des eaux consacrée aux éclusées (ce document sera par la suite nommé « Aide à l'exécution ») :

- Baumann P., Kirchofer A., Schälchli U. 2012: Assainissement des éclusées – Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n°1203 : 127p.

Le schéma ci-dessous est extrait de l'Aide à l'exécution et résume les différentes phases de l'analyse, la partie relative au rapport final est encadrée en rouge :

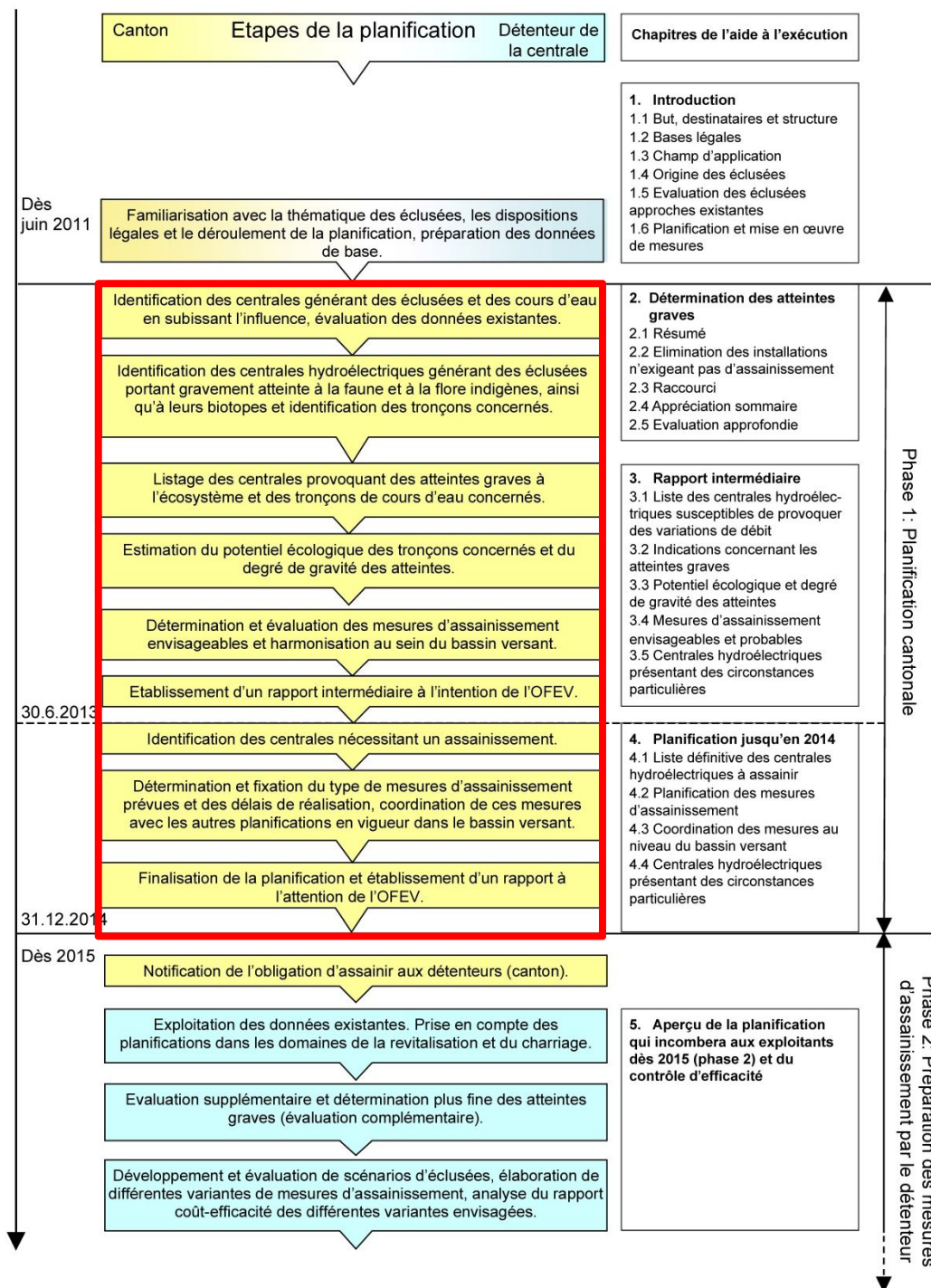


Figure 1 Schéma du processus de l'assainissement des éclusées (OFEV, 2012) avec en rouge les étapes du rapport intermédiaire

Le rapport final répond également au cahier des charges du mandat (reçu par courriel du SENE le 12 juillet 2013), qui précise que ce dernier doit contenir :

1. Une synthèse de la littérature et des données existantes concernant les éclusées mentionnant la qualité et la fiabilité des données.

2. Les résultats exigés à l'annexe 4a, ch.2, OEaux (voir aussi chap. 3 et annexe A6 du module « Assainissement des éclusées – Planification stratégique »).
3. L'analyse des thèmes suivants:
 - a. L'identification des centrales hydroélectriques permettant l'utilisation du « raccourci » ou de « l'issue de secours » sur la base des données du point 1 ci-dessus.
 - b. Une définition claire de l'état initial, avant mesures d'assainissement, considéré pour le rapport intermédiaire, et celui à considérer pour l'évaluation approfondie, en rapport avec les mesures volontaires mises en place ces dernières années et encore en cours d'élaboration dans le cadre de la révision du Règlement d'eau.
4. Une identification des informations et données manquantes et une suggestion des études ou investigations supplémentaires nécessaires pour l'évaluation approfondie.

2.2 Synthèse et évaluation de la littérature sur le sujet

Une recherche et compilation de la littérature existante récente sur le sujet ont été effectuées. Tous les documents listés dans l'annexe 1 ont été compulsés et évalués. Ceux utilisés comme outil fiable d'évaluation dans le cadre du présent rapport sont identifiés comme tels. Cette liste fait office de bibliographie.

2.3 Méthodes de travail

En premier lieu, le listing des aménagements hydroélectriques sur le Doubs bénéficiant d'un droit d'eau a été dressé. Sur cette base, une recherche des installations susceptibles de provoquer des éclusées a été effectuée. Ces dernières, ainsi que les tronçons concernés ont ensuite fait l'objet d'une analyse selon la procédure générale recommandée dans l'Aide à l'exécution. Enfin des réflexions sur les mesures d'assainissements sont présentées.

La procédure générale relative aux centrales susceptibles de provoquer des éclusées suivie est celle recommandée dans l'Aide à l'exécution, elle est résumée sur la figure ci-dessous.

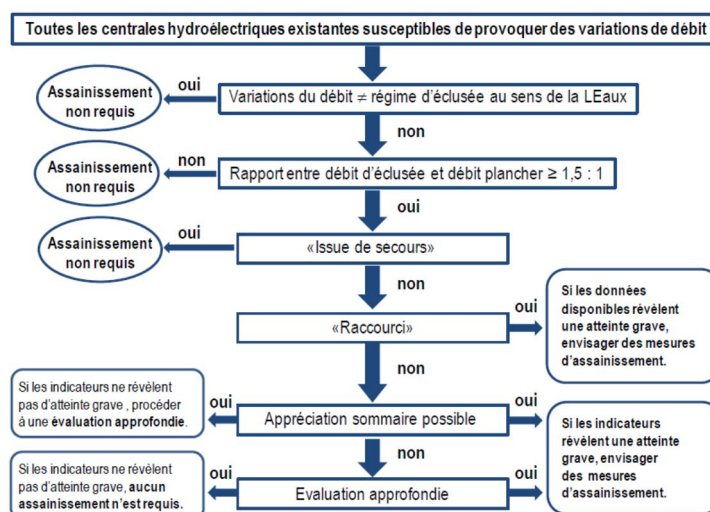


Figure 2 Schéma de la méthodologie recommandée par l'OFEV permettant la détermination de l'étape à appliquer dans le cadre de l'évaluation des atteintes provoquées par les éclusées d'une exploitation sur un cours d'eau (OFEV, 2012).

2.3.1 Élimination des installations n'exigeant pas d'assainissement

Certaines installations peuvent être écartées de la suite de l'étude sur la base des critères suivants :

- **Absence d'éclusées** : Pas de régime d'éclusées au sens de la LEaux (turbinage au fils de l'eau). *Dans le cas du Doubs, plusieurs installations ont pu être écartées de la planification sur la base de ce critère.*
- **Éclusées de faible amplitude** : Rapport entre débit d'éclusée et débit plancher < 1.5. *Aucune installation située sur le Doubs n'a été écartée de la planification sur la base de ce critère.*
- **Issue de secours** : cas particuliers, comme par exemple une installation dont la restitution se fait directement dans une retenue ou une installation qui turbine des éclusées en provenance de l'amont. *Ce critère a été évalué pour vérifier si les installations du Refrain et de la Goule pouvaient être écartées de la planification sur la base de ce critère. Finalement, aucune installation n'a été écartée de la planification sur la base de ce critère.*

2.3.2 Détermination des atteintes

Pour les installations qui ne peuvent être éliminées dans l'étape précédente, il s'agit de vérifier l'existence d'une atteinte grave que les éclusées portent à faune et à la flore indigène et à leur biotope.

La démarche proposée par l'aide à l'exécution consiste à évaluer une série d'indicateurs assez simples (pour l'appréciation sommaire) ou plus détaillés (pour l'évaluation approfondie). Dans certains cas, on peut considérer les atteintes constatées comme graves sans avoir recours aux indicateurs prévus dans l'aide à l'exécution en utilisant un "raccourci". Emprunter un tel raccourci n'est envisageable que lorsque les données existantes prouvent clairement que l'atteinte est grave. À titre d'exemple, des campagnes de pêche d'échantillonnage entreprises par les services cantonaux ou par des tiers (dans le cadre d'études d'impact sur l'environnement p. ex.) peuvent indiquer que le peuplement piscicole d'un tronçon soumis à éclusées se distingue par une composition non typique de l'ichtyofaune, une mauvaise structure de la population des espèces indicatrices, une faible densité piscicole et l'absence presque complète de frai naturel. Sur la base de ces constats, l'évaluation des indicateurs P1 (module poissons du SMG) et P4 (reproduction de l'ichtyofaune) débouche sur une appréciation négative, de sorte que le tronçon étudié doit être considéré comme gravement atteint. Tout comme dans le cas de l'appréciation sommaire, il faut prouver, lorsqu'on emprunte le raccourci, que les conditions préalables à l'utilisation des indicateurs concernés sont remplies ou que l'on dispose d'un tronçon de référence approprié.

Dans le cas du Doubs, une abondante littérature démontre les graves atteintes portées à l'écosystème du Doubs. Certains problèmes observés, tel l'échouage ou la mise à sec de frayères sont très spécifiques au phénomène des éclusées. Il est donc possible d'utiliser la procédure du "raccourci". Une partie des indicateurs proposés dans l'aide à l'exécution seront toutefois évalués afin de préciser le type et la gravité des atteintes portées au cours d'eau.

2.5 État global du cours d'eau

Le Doubs est actuellement un cours d'eau présentant en Suisse une biodiversité unique et une des plus riches du pays.

Cette richesse se traduit sur la partie suisse et franco-suisse par une multitude d'inventaires qui comprend en particulier trois zones alluviales d'importances nationales, plusieurs zones d'importances nationales pour la reproduction des batraciens, un inventaire fédéral des paysages IFP (N° 1006 Vallée du Doubs) et un site Emeraude. On observe de nombreuses espèces rares ou/et menacées telles que la truite zébrée du Doubs, l'ombre de rivière (population d'importance nationale), le blageon et surtout l'apron et le toxostome, deux espèces présentes en Suisse uniquement dans le Doubs et menacées d'extinction. Aux niveaux des cantons, le Doubs sur territoire jurassien figure également dans une réserve naturelle et est inscrit comme biotope protégé sur territoire neuchâtelois.

Sur territoire français, le Doubs franco-suisse fait partie de l'inventaire ZNIEFF (430007821) et à l'aval de Brémencourt se trouve l'inventaire Natura 2000 FR4312017 - Vallées du Dessoubre, de la Reverotte et du Doubs.

Un diagnostic général de l'état actuel du secteur du Doubs concerné figure dans les rapports traités par AQUARIUS (2012), BG (2011) et SIRUGUE et al. (2011). Les principales données de ces rapports sont reprises dans les chapitres ci-après concernant la qualité de l'eau et de la morphologie de la rivière.

2.5.1 Qualité de l'eau

L'état de la qualité chimique de l'eau du Doubs a été évalué de manière détaillée dans plusieurs rapports, dont en particulier :

- Le Plan sectoriel des eaux pour le canton du Jura (BG, 2011) qui présente un bilan de la situation sur le Doubs depuis Biaufond jusqu'à Brémencourt (établi d'après des analyses couvrant la période 2004-2008) ;
- Le diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface du bassin du Doubs neuchâtelois (AQUARIUS & al., 2012) ;
- L'état des lieux pour le Doubs franco-suisse établie dans le cadre du Projet intégré Doubs franco-suisse (SIRUGUE C. et al., 2011) et reprenant des données issue de la mise en œuvre en France de la Directive Cadre sur l'Eau de l'Union européenne.

Des analyses spécialisées sur les toxiques dans les sédiments et les végétaux bioaccumulateurs ont également été réalisées (LIEVRE & al., 2003), de même que l'évaluation des PCB dans la chair des poissons (SCHMID & al., 2010).

Les résultats des études susmentionnées ainsi que des études antérieures montrent que la qualité du Doubs est globalement bonne selon les référentiels standardisés suisses et français pour les composés organiques standards en particuliers et que les efforts entrepris pour épurer les eaux ont permis une amélioration de la qualité des eaux. Des déficits subsistent toutefois dans l'efficacité du traitement de certaines stations d'épuration et des apports diffus de polluants sont identifiés dans tout le bassin versant. Le bassin du Doubs est très sensible et il est en ce sens utile de préciser que ses cavités naturelles et les dépressions par exemple sont des points d'accès privilégiés aux réseaux

de conduits karstiques, susceptibles de transférer plus ou moins rapidement certains polluants dans les aquifères qui alimentent ensuite le Doubs. Le tableau ci-dessous donne une évaluation de la qualité de l'eau en 2011 par le biais d'indicateurs biologiques.

Tronçons	Atteinte	Stations	Évaluation
Référence Brenets → Moron	-	Saut du Doubs	MEDIOCRE
T2 U. du Châtelot → Retenue de Biaufond	Éclusées	Les Gravieres	TRES BON
		La Rasse	BON
T3 Barrage du Refrain → U. du	Débit résiduel + éclusées	Le Refrain TCC	TRES BON
T4 U. du Refrain → Retenue de la Goule	Éclusées	Refrain aval	TRES BON
T6 U. de la Goule → frontière franco-suisse	Éclusée	Le Theusseret	TRES BON
		Clairbief	BON
		Les Rosées	TRES BON
		Lomenne	TRES BON
		Le Tillot	TRES BON
		Ocourt	TRES BON

Tableau 1 Évaluation de la qualité de l'eau d'après le macrozoobenthos (AQUARIUS & al., 2012).

Le constat de bonne qualité générale doit toutefois être nuancé pour 3 principales raisons :

- La densité de mesures effectuées jusqu'en 2012 est très ponctuelle (en général 1 à 3 campagnes par année) et permet difficilement de mettre en évidence certaines charges critiques ponctuelles de polluants ou des substances transportées lors de lessivages par exemple.
- Le Doubs se situe dans un bassin karstique sensible aux diverses pollutions d'origine anthropique qui sont fréquemment accentuées lors de conditions climatiques défavorables. On constate par exemple régulièrement, lors d'étiages prolongés, de très forts développements algaux qui péjorent significativement certains organismes benthiques et qui contribuent également au colmatage du substrat. Des accumulations spectaculaires de ces algues peuvent alors survenir dans les retenues des centrales hydroélectriques.
- L'analyse des sédiments des différents bassins de retenue montre que de nombreuses substances toxiques ou potentiellement toxiques transitent dans le Doubs. Ces polluants proviennent tant des activités agricoles, sylvicoles qu'industrielles ou urbanistiques. Des analyses de certains affluents ont également montré de fortes contaminations avec certains pesticides. La dynamique de ces polluants ainsi que leur impact réel sur les biocénoses aquatiques sont encore mal connus, par le fait notamment que le nombre de molécules (p. ex. nanoparticules) potentiellement impactantes est en constante augmentation et qu'il est extrêmement complexe d'évaluer l'influence conjointe de ces composés.

En résumé, il apparaît que la qualité de l'eau du Doubs est globalement comparable voire meilleure que la plupart des autres cours d'eau du plateau Suisse mais qu'elle peut ponctuellement se dégrader lors de conditions hydrologiques défavorables par exemple. Du point de vue de la biodiversité, la qualité de l'eau insuffisante limite probablement le développement des espèces rares et sensibles recensées par Verneaux dans les années 70 (cf. *Figure 15*, page 44).

2.5.2 Morphologie

Le Plan sectoriel des Eaux (PsEaux) pour le cours d'eau du Doubs établi par BG (2011) et le diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface pour le bassin du Doubs rédigé par AQUARIUS & al. (2012) mentionnent un état écomorphologique du Doubs globalement bon. Il se situe ainsi dans la classe des cours d'eau naturels à l'écomorphologie très peu atteinte. L'essentiel des ouvrages construits sont des aménagements hydroélectriques ainsi que des constructions ponctuelles autour des plans d'eau et bassins de retenue.

L'état écomorphologique du Doubs et de ses affluents, selon la méthodologie Niveau R du système modulaire gradué, est synthétisé dans les graphiques ci-dessous. Il prend en compte l'espace et la structure des cours d'eau.

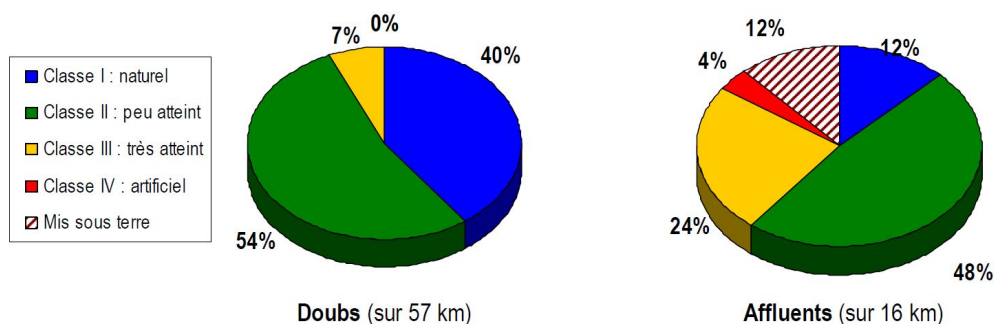


Figure 3 État écomorphologique global (Niveau R) prenant en compte l'espace et structure, pour le Doubs et ses affluents sur le secteur compris entre Biaufond et Brémontcourt.

Il est à souligner que 40% du linéaire est considéré comme étant naturel (classe I) et 53% en état peu atteint (classe II). Dans le contexte suisse, ces résultats sont exceptionnellement bons pour un grand cours d'eau sur un tel linéaire (57 km). Un plan de la situation écomorphologie du Doubs est présenté à la page 17.

2.5.3 Tronçon de référence

Les seuls tronçons de référence (présentant une typologie caractéristique du Doubs) non soumis à éclusées se situent pour le premier entre le lac des Brenets et la queue de la retenue de Moron et pour le second, du tronçon à débit résiduel allant du barrage du Châtelot jusqu'à l'usine de restitution (T1 Châtelot-TCC).

Il a été montré sur le premier tronçon qu'il subissait une atteinte significative de la qualité de l'eau (AQUARIUS & al., 2012). Le second tronçon se trouve à l'aval immédiat du barrage du Châtelot et est soumis à un débit résiduel de 2'000 l/s. Ces deux tronçons ne peuvent par conséquent pas constituer des linéaires de référence pertinents d'un état « peu ou pas » perturbé.

2.7 Définition de l'état initial

L'aide à l'exécution définit un état de base appelé "état initial", qui correspond à l'état du cours d'eau avant assainissement des éclusées. Dans de nombreux cas, l'état initial est simplement identique à l'état actuel.

Dans le cas du Doubs, la définition de l'état initial est plus complexe car plusieurs mesures volontaires ont déjà été testées ces dernières années pour réduire l'impact des éclusées sur les écosystèmes. Il en résulte que :

- L'état actuel est déjà partiellement assaini et ne peut pas servir d'état initial.
- L'état actuel n'est pas stable : les régimes d'exploitation ont beaucoup varié ces dernières années. L'analyse statistique des mesures de débits est délicate en raison des grandes variations dans les régimes d'exploitation.

Après discussions et concertation avec les cantons et la Confédération, il a été décidé de définir l'état initial comme étant l'état contractuel 2009. Selon les exploitants, les premiers essais de démodulation ont été entrepris dans le courant de l'année 2009. Le régime d'exploitation correspondant le mieux à cet état initial est donc celui de 2008.

Pour qualifier cet état initial deux analyses différentes sont faites :

- **État initial proprement dit**, basé sur l'état contractuel en vigueur en 2009 : c'est l'état initial sur la base duquel est déterminée l'existence de l'atteinte grave. Comme cet état est théorique, il prend en compte l'éclusee maximum possible, appelée dans ce rapport "éclusee aigüe".
- **État mesuré en 2008**, calculé sur la base des débits mesurés durant l'année 2008 aux différentes stations de mesures de débit. L'analyse statistique des débits (selon Hydmod) donne une évaluation de l'éclusee-type en vigueur durant l'année, appelée "éclusee-chronique". L'état 2008 n'est pas l'état initial. L'année 2008 est toutefois considérée comme typique de l'exploitation à l'état initial et sert de point de comparaison par rapport à l'état actuel d'exploitation des aménagements.

Pour les besoins de l'étude, il est toutefois nécessaire de pouvoir évaluer des études est des données sur une période plus longue qu'une seule année. Dans ce but, la période d'évaluation de l'état initial couvre les années 2008-2012, en faisant comme hypothèse que l'état écologique 2008-2012 était égal ou supérieur à celui de l'état initial.

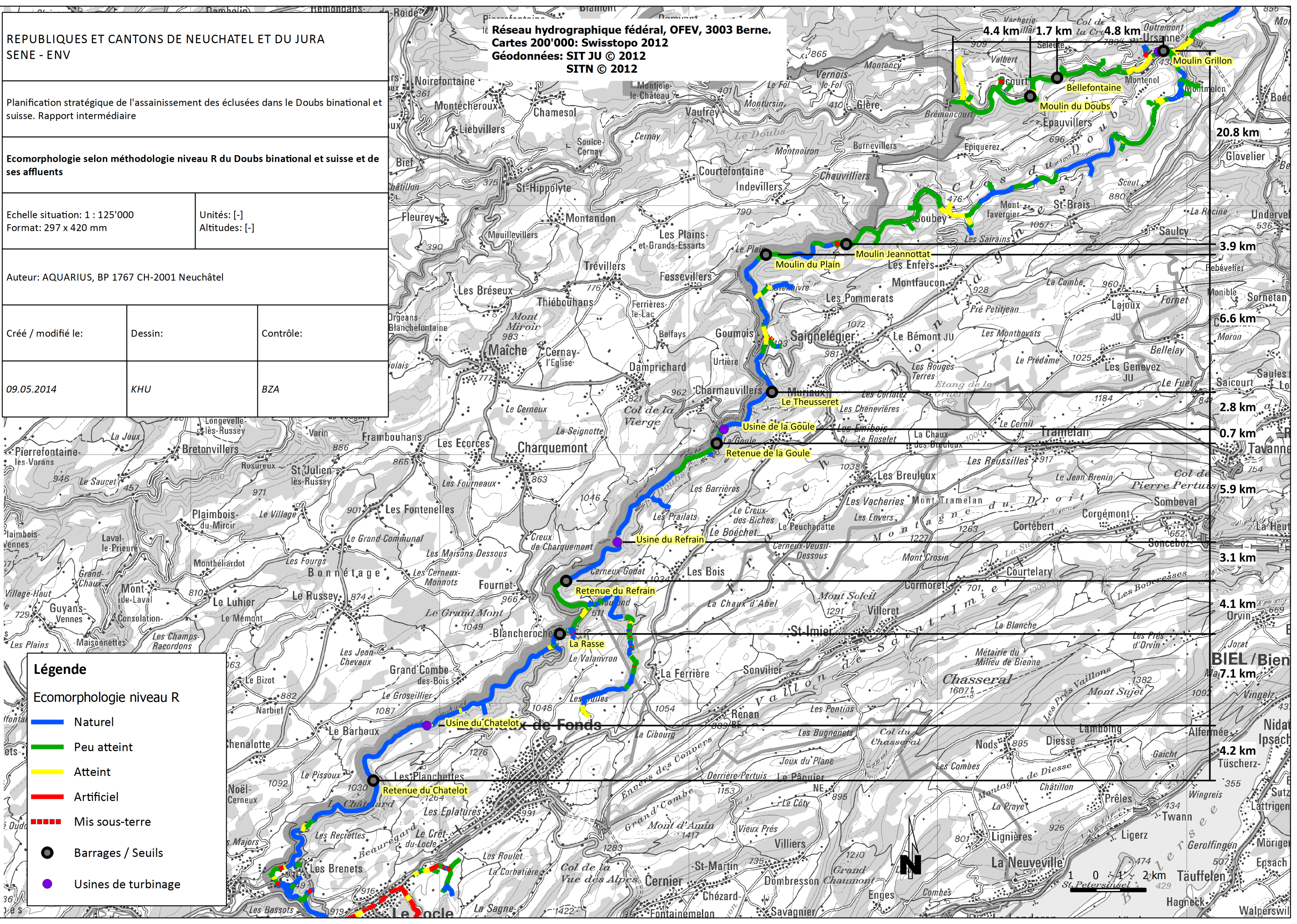
Dans le cadre de la présente étude, l'état initial sert :

- À la détermination de l'atteinte grave
- À la définition de l'état "avant assainissement", qui pourra ensuite être comparé avec différentes variantes d'états "assainis".
- De base pour l'établissement de l'éclusee-type avant assainissement.

Par contre, le choix de l'état initial n'a aucun impact sur le futur financement des mesures d'assainissement.

L'état de référence, qui servira de base à la rétribution des mesures d'assainissement sera fixé par le biais d'une ordonnance en cours d'élaboration. Cet état de référence ne sera pas repris de la planification stratégique actuellement en cours.

Réseau hydrographique fédéral, OFEV, 3003 Berne.
Cartes 200'000: Swisstopo 2012
Géodonnées: SIT JU © 2012
SITN © 2012



Légende

Ecomorphologie niveau R

- Naturel
- Peu atteint
- Atteint
- Artificiel
- - - Mis sous-terre
- Barrages / Seuils
- Usines de turbinage

1 0 1 2 km

3 ÉLIMINATION DES INSTALLATIONS N'EXIGEANT PAS D'ASSAINISSEMENT

3.1 Absence d'éclusées

La base du travail pour le recensement des installations est la liste des exploitations sur le Doubs au bénéfice d'un droit d'eau qui ont été inventoriées dans le cadre de la planification stratégique de l'assainissement de la libre migration piscicole des cantons du Jura et de Neuchâtel (AQUARIUS, 2013). Parmi ces dernières, seules celles qui possèdent un bassin de stockage et disposent de moyens techniques pour pratiquer un turbinage de pointe ont été considérées comme devant être traitées. Une synthèse de cette évaluation figure dans le tableau ci-après.

	Nom	Coordonnées du seuil (barrage)	En service	Présence d'un bassin de stockage	Nom du bassin de stockage	Eclusées
1	Le Châtelot	547'333 / 216'907	Oui	Oui	Retenue de Moron	Oui
2	La Rasse	554'825 / 222'789	Non	Incertain	-	Non
3	Le Refrain	555'077 / 224'918	Oui	Oui	Retenue de Biaufond	Oui
4	La Goule	561'121 / 230'460	Oui	Oui	Retenue de la Goule	Oui
5	Le Theusseret	563'342 / 232'523	Non	Oui	Retenue du Theusseret	Non
6	Moulin du Plain	563'100 / 238'040	Non	Incertain	-	Non
7	Moulin Jeannotat	566'324 / 238'460	Non	Non	-	Non
8	Moulin-Grillon*	579'091 / 246'226	Oui	Incertain	-	Non
9	Bellefontaine	574'814 / 245'141	Non	Incertain	-	Non
10	Moulin du Doubs	573'734 / 244'397	Non	Incertain	-	Non

Tableau 2 Liste des différents sites au bénéfice d'un droit d'eau pour l'exploitation hydroélectrique sur le Doubs binational et suisse. *Cet aménagement a été vérifié et des contacts avec l'exploitant et le garde-faune ont été établis. Le turbinage se fait au fil de l'eau avec dérivation. Sa capacité de marnage est faible et il ne pratique pas d'éclusées.

Seules les installations du Châtelot, du Refrain et de la Goule comportent ainsi une retenue de stockage. Les autres installations ne sont donc pas analysées.

Si les installations aujourd'hui hors service sont remises en service dans le futur, elles devront répondre aux exigences légales de la LEau.

La carte ci-après positionne les installations en question ainsi que leurs principales unités d'exploitations et périmètres d'influence (retenue/prise d'eau, tronçon soumis à débit résiduel, restitution, tronçon impacté). Les stations de mesures hydrologiques fédérales présentes sur le parcours du Doubs franco-suisse et suisse sont également représentées.

REPUBLIQUES ET CANTONS DE NEUCHÂTEL ET DU JURA
SENE - ENV

Planification stratégique de l'assainissement des éclusées dans le Doubs binational et suisse. Rapport intermédiaire

Aménagements du Doubs franco-suisse et jurassien

Echelle situation: 1 : 120'000
Format: 297 x 420 mm

Unités: [-]
Altitudes: [-]

Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel

Créé / modifié le:

Dessin:

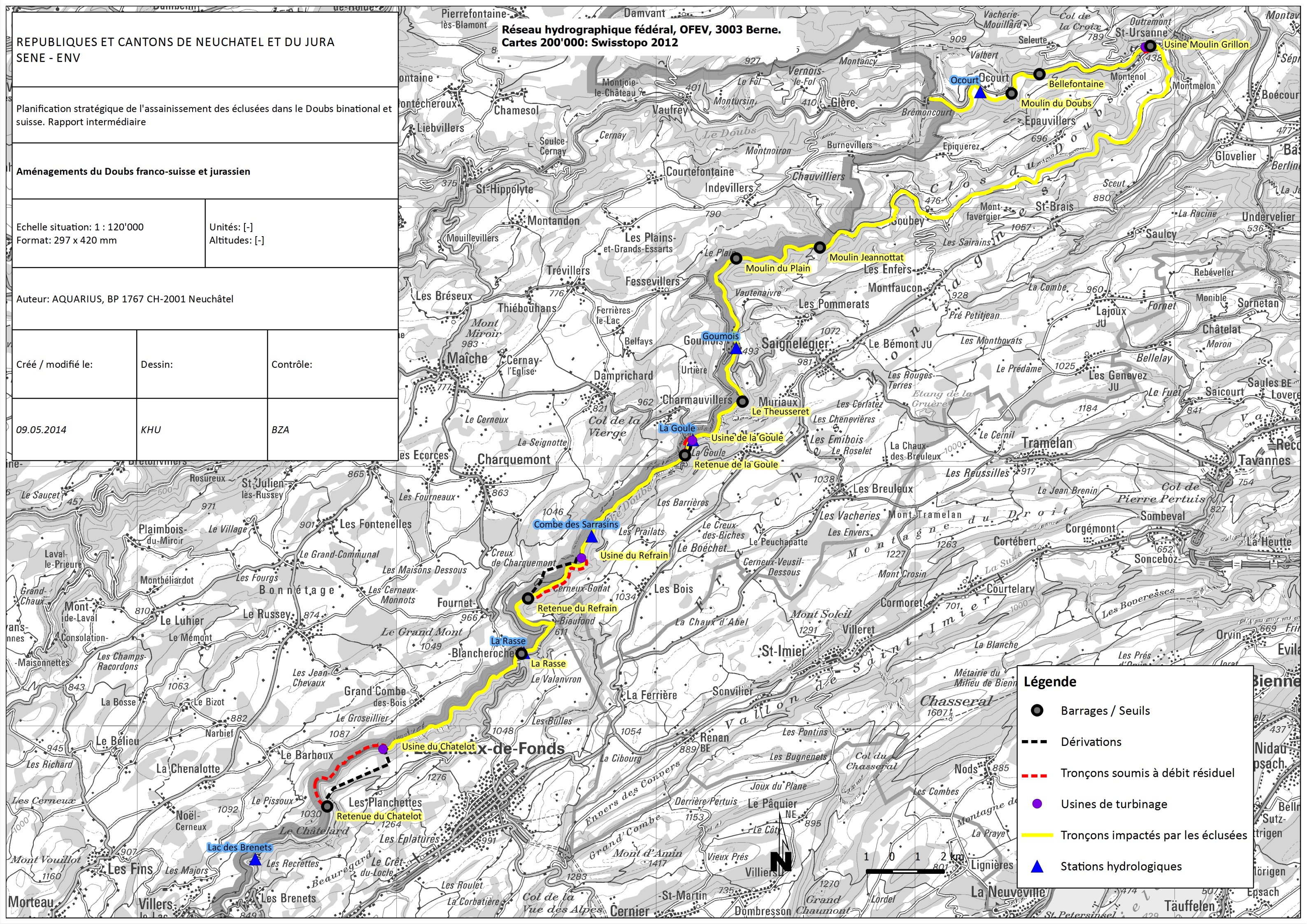
Contrôle:

09.05.2014

KHU

BZA

Réseau hydrographique fédéral, OFEV, 3003 Berne.
Cartes 200'000: Swisstopo 2012



Légende

- Barrages / Seuils
- Dérivations
- - - Tronçons soumis à débit résiduel
- Usines de turbinage
- Tronçons impactés par les éclusées
- ▲ Stations hydrologiques



3.2 Éclusées de faible amplitude

Les trois installations retenues (Châtelot, Refrain et Goule) produisent des éclusées dont l'amplitude est largement supérieure à 1.5. Aucune installation n'est éliminée sur la base de ce critère.

3.3 Issue de secours

Selon l'aide à l'exécution, "une centrale qui turbine au fil de l'eau et restitue, sans les modifier, des éclusées provoquées plus en amont sont un exemple de cas où l'existence d'un rapport débit d'écluse/débit plancher supérieur à 1.5:1 ne signale pas nécessairement un besoin d'assainissement". Ces installations peuvent être écartées de la planification par le biais de l'"issue de secours".

Les installations du Refrain et de la Goule ont été évaluées pour vérifier si elles pouvaient être écartées de la planification sur la base de ce critère.

3.3.1 Indicateur HYDMOD-écluse de l'écluse potentielle

L'écluse potentielle est définie comme étant l'écluse que les installations du Refrain et de la Goule seraient à même de produire indépendamment du Châtelot. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques et la qualification HYDMOD de l'écluse potentielle (état initial) :

			Le Refrain	La Goule
Qe	Débit d'écluse	m ³ /s	23.9	18.7
Qp	Débit plancher	m ³ /s	3.9	4
Ih	Stress hydraulique		0.8	0.6
Tn _{plancher}	Taux descente	cm/min	Inconnue	Inconnue
Lh	Stress hydraulique		0.8	0.6
Ip	Intensité de l'impulsion		4-9	3-7

Tableau 3 Caractéristiques de l'éclusées potentielle du Refrain et de la Goule

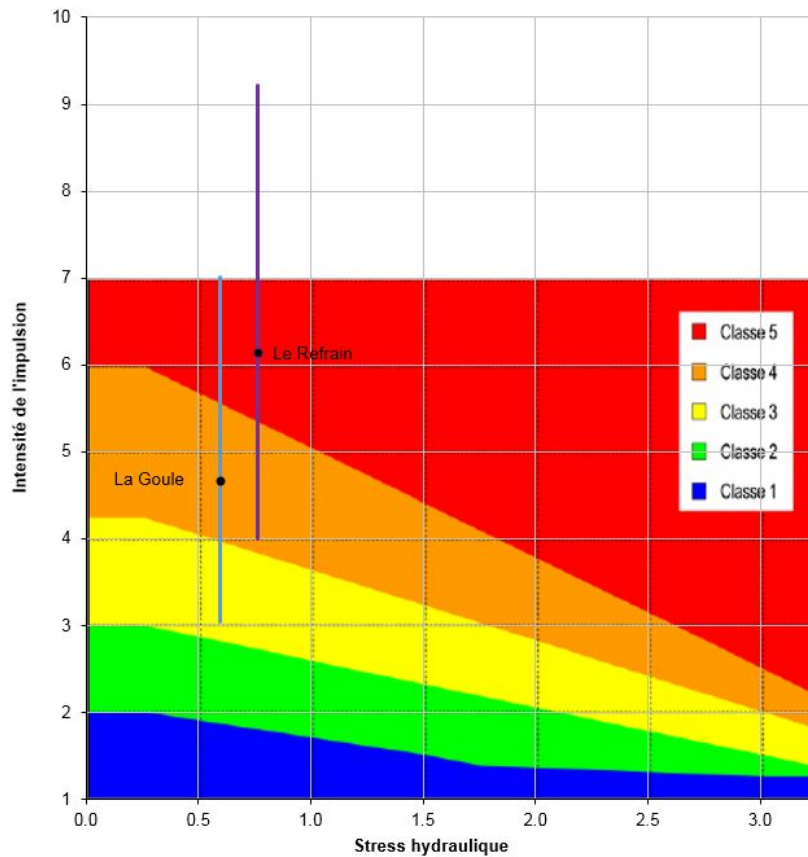


Figure 4 Graphique HYDMOD de l'écluse potentielle du Refrain et de la Goule

- L'écluse potentielle du Refrain est classée entre l'orange et le rouge dans HYDMOD, en fonction de sa vitesse de descente.
- L'écluse potentielle de la Goule est classée entre le jaune et le rouge dans HYDMOD, en fonction de sa vitesse de descente.

Les deux installations présentent donc la capacité potentielle de produire des éclusées graves.

3.3.2 Faisabilité de l'éclusées potentielles

En plus de sa capacité de turbinage, une installation doit posséder une retenue suffisante pour pouvoir produire de manière indépendante une éclusée dans le cours d'eau. Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des retenues de Biaufond (Refrain) et de la Goule :

Caractéristiques	Biaufond	La Goule
Retenue, volume total [millions de m ³]	1.2	0.08
Limite de marnage [m] (écart en plan d'eau max et plan d'eau min)	0.9	0.4
Retenue, volume exploitable [millions de m ³] * : estimation	0.35	0.06 *
Durée max d'une éclusée en étiage [h] (sans prise en compte de modulations)	4.6	1.0

Tableau 4 Caractéristiques des retenues du Refrain et de la Goule

Le Refrain possède un volume exploitable lui permettant de produire une éclusée à pleine puissance d'une durée d'environ 4-5 heures. La Goule peut, quant à elle, produire une éclusée plus courte, d'environ 1 h.

3.3.3 Existence de l'éclusées potentielles dans l'état initial

Il se pose la question de savoir si, dans l'état initial, les installations du Refrain ou de la Goule provoquent parfois des éclusées indépendamment des éclusées du Châtelot. Dans ce but, les données des stations de mesures ont été comparées entre elles deux à deux :

- Stations de mesure Rasse et Sarrasin, pour évaluer l'effet du Refrain
- Stations de mesures Sarrasin et Goule, pour évaluer l'effet de la Goule

Une simple recherche visuelle permet de détecter – pour les deux installations - des journées où un phénomène d'éclusée est observable en aval alors qu'aucune éclusée n'est mesurée en amont. Les figures ci-après montrent quelques cas observés :

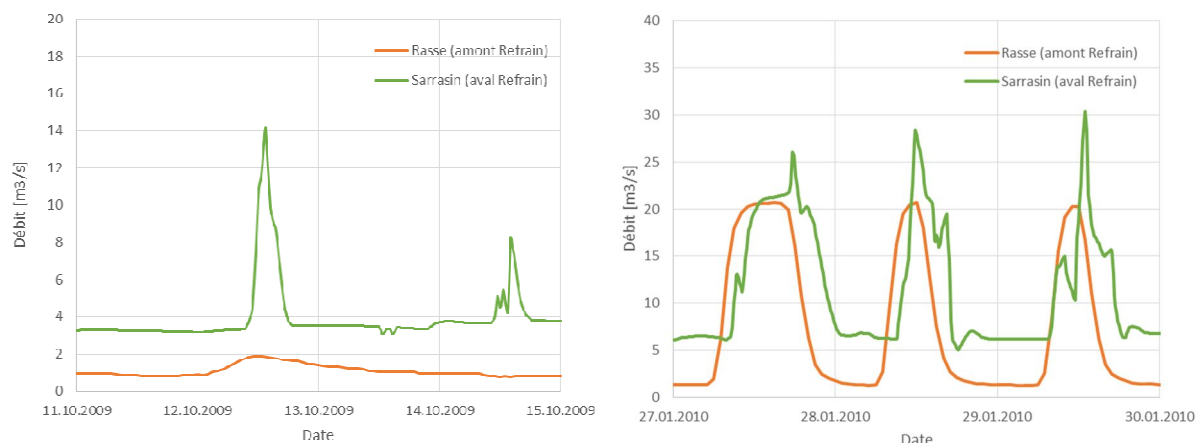


Figure 5 Exemples d'éclusées provoquées ou renforcées par le Refrain

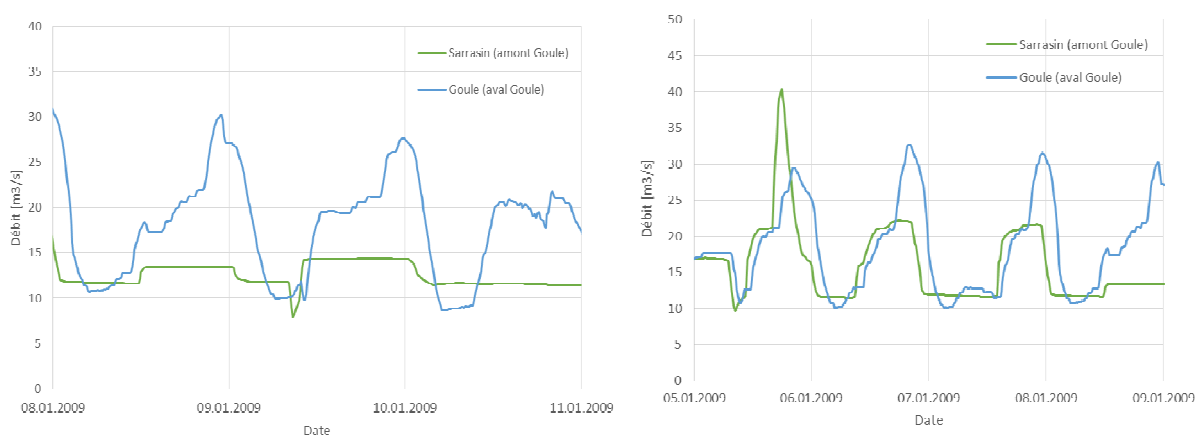


Figure 6 Exemples d'éclusées provoquées ou renforcées par la Goule

De tels évènements restent rares. Pour quantifier leur fréquence, nous avons recherché le nombre de jours (durant la période 2009-2012) où l'amplitude (A) de l'éclusee aval a été plus importante que l'amplitude de l'éclusee amont :

	$A_{\text{aval}} - A_{\text{amont}} > 10 \text{ m}^3/\text{s}$	$A_{\text{aval}} - A_{\text{amont}} > 5 \text{ m}^3/\text{s}$
% de jours où Le Refrain a provoqué une éclusee (ou renforcé l'éclusee en provenance de l'amont)	3%	9%
% de jours où La Goule a provoqué une éclusee (ou renforcé l'éclusee en provenance de l'amont)	3%	7%

Tableau 5 Fréquence d'éclusées provoquées ou renforcées par le Refrain ou la Goule (2009-2012)

On estime entre 5 et 10% la proportion de jours où les installations du Refrain ou de la Goule ont provoqué une éclusee ou renforcé l'éclusee en provenance de l'amont.

3.3.4 Conclusion

Les installations du Refrain et de la Goule sont capables de produire de graves éclusées (rouge selon Hydmod) et possèdent une retenue leur permettant de réaliser des éclusées de manière indépendante. À l'état initial (2008-2012), elles ont ponctuellement produit des éclusées ou renforcé des éclusées en provenance de l'amont. Ces installations ne seront donc pas écartées de la planification stratégique par l'"issue de secours".

4 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS POUVANT FONCTIONNER PAR ÉCLUSÉES SUR LE DOUBS FRANCO-SUISSE ET SUISSE

4.1 Le Châtelot

Le Châtelot est exploité par la société des Forces Motrices du Châtelot (SFMC) dont les actionnaires sont : 50% Énergie de France (EDF), 30% Groupe E SA, 11.66 % Forces motrices de la Goule et 8.33 % État de Neuchâtel. Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

	Le Châtelot, usine principale	Usine de dotation
Ouvrage	Barrage "voûte", haut de 74 m - Larg. du couronnement 150 m - Epaisseur en crête : 2m - Epaisseur en pied : 14 m	Usine de dotation, environ 8 m de côté pour 9 mètres de hauteur.
Concessionnaire	SFMC	SFMC
Mise en service	1953	2006
Administratifs	Concession suisse 1950 pour 75 ans - Concession française (décret) 1953 pour 75 ans - Règlement d'eau commun entré en vigueur en 1969 – Accord Cadre de 2003 sur l'Amélioration des Débits du Doubs franco-suisse. Prochain renouvellement de concession 2028.	Accord Cadre de 2003 sur l'Amélioration des Débits du Doubs franco-suisse
Fonctionnement	Par éclusées	Au fil de l'eau
Retenue, volume exploitable	12 (en millions de m ³)	
Hauteur de chute	67 - 97 m	38 - 59 m
Débit de dotation	Selon concession : 50 l/s - Selon convention 1969 : 250 l/s	Depuis 2006 : 2'000 l/s = débit de dotation
Débit d'équipement	Selon concession : jusqu'à 50 m ³ /s - débit équipé : 44 m ³ /s	Turbine de dotation 2 m ³ /s
Turbines	4 Francis sur 2 alternateurs	Francis
Puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs (SAHE)	30 MW	Turbine de dotation 950 kW
Production annuelle moyenne	100 GWh	Turbine de dotation 6'300 MWh

Tableau 6 Caractéristiques générales de l'aménagement du Châtelot.

4.2 Le Refrain

L'exploitation du Refrain est assurée par EDF et se situe en aval du Châtelot. Le lac de Biaufond constitue la retenue du Refrain dont l'usine fut mise en service en 1909. En 2010, une usine de dotation a été installée pour permettre de turbiner le débit de dotation assurant un volume d'eau plus important dans le tronçon court-circuité. Dès 2011, ce débit de dotation est passé à 2'000 l/s. Les caractéristiques principales de l'aménagement sont présentées ci-dessous :

	Le Refrain, usine principale	Usine de dotation
Ouvrage	Barrage haut de 8 m	Usine de dotation
Concessionnaire	EDF	EDF
Mise en service	1909, rénovée en 2010	2010 - 2011
Administratifs	Prochain renouvellement de concession 2032	
Fonctionnement	Par éclusées	Au fil de l'eau
Retenue, volume exploitable	1.2 (en million(s) de m ³)	
Hauteur de chute	66.3 m	
Débit de dotation		
Débit d'équipement	Selon concession : jusqu'à 23 m ³ /s - débit équipé : 23 m ³ /s	Turbine de dotation 890 l/s jusqu'en 2011, 2 m ³ /s depuis 2011
Turbines	3 Francis double	Turbine hélice à pales fixes
Puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs (SAHE)	11 MW	Turbine de dotation 200 kW
Production annuelle moyenne	60 GWh	

Tableau 7 Caractéristiques générales de l'aménagement du Refrain.

4.3 La Goule

La Goule est exploitée par la Société des forces électriques de la Goule dont l'actionnariat est réparti comme suit : BKW FMB Energie SA: 83% / Privés: 17%. Elle fut mise en service en 1894. Son ouvrage de retenue est construit sur un ancien seuil naturel engendré par l'éboulement de 1356. L'influence des installations situées en amont régit fortement le fonctionnement de l'exploitation de la Goule. Cette situation est due au fait que le débit équipé du Châtelot (44 m³/s) est plus du double de celui de la Goule (18 m³/s) et que le volume utilisable de la retenue est très nettement supérieur. Les caractéristiques principales de l'aménagement sont présentées ci-dessous :

La Goule, usine principale	
Ouvrage	Barrage haut de 4 m
Concessionnaire	Société des forces électriques de la Goule
Mise en service	1894
Administratifs	Prochain renouvellements des concessions suisse et française en 2024
Fonctionnement	En théorie, l'installation de la Goule peut pratiquer des éclusées en utilisant une partie de l'eau stockée dans sa retenue. Dans la pratique, elle est totalement tributaire du régime d'exploitation des usines hydroélectriques situées en amont (notamment le Châtelot) et fonctionne plutôt comme centrale au fil de l'eau.
Retenue, volume exploitable	0.08 (en million de m ³)
Hauteur de chute	28 m
Débit de dotation	680 l/s
Débit d'équipement	Débit équipé : 18 m ³ /s
Turbines	<p>Groupe 1 : Turbine Francis à axe horizontal à double flux Escher Wyss d'une puissance nominale de 1'250 kW. Débit équipé de 3.5 [m³].</p> <p>Groupe 2 : Turbine Kaplan à axe vertical d'une puissance nominale de 3'300 kW. Débit équipé de 13 [m³].</p> <p>Groupe 3 : Turbine Francis à axe horizontal à double flux Escher Wyss d'une puissance nominale de 2'750 kW. Débit équipé de 9 [m³].</p>
Puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs (SAHE)	5 MW
Production annuelle moyenne	25 GWh

Tableau 8 Caractéristiques générales de l'aménagement de la Goule.

4.4 Historique

L'interdépendance des installations, le besoin de coordination transfrontalière et la nécessité de protection du cours d'eau ont poussé les différents intervenants à se coordonner de longue date. En 1969, un premier règlement d'eau est entré en vigueur afin de régler l'utilisation et la gestion des aménagements. Le tableau ci-après récapitule les différents événements importants du point de vue politique ou/et hydraulique survenus depuis la mise en service de la Goule en 1893 :

Année	Événements importants du point de vue politique ou/et hydraulique
1893	Mise en service de la Goule
1909	Mise en service du Refrain
1953	Mise en service du Châtelot
1969	Premier règlement d'eau
1994	Août 1994, début de travaux à l'usine du Refrain, mise hors service partielle de l'installation. Arrêt partiel des éclusées durant deux ans.
1997	Mai 1997, remise en service complet de l'installation du Refrain.
1998	Accord de Maïche concernant l'atténuation des effets des éclusées.
2003	Accord-cadre du 30 juin 2003 concernant l'amélioration des écosystèmes dans le Doubs franco-suisse par la gestion des débits d'eau permanents.
2006	Mise en service de la turbine de dotation du Châtelot augmentant le débit de restitution de 0.25 à 2 [m ³ /sec].
2006	Reprise du Châtelot par le Groupe E.
2008	Mise en œuvre progressive de la libéralisation du marché de l'électricité en Suisse.
2009	Début des mesures volontaires entreprises par le Châtelot.
2010	Premier essai de «lâchures» du Châtelot conduit par les exploitants du Châtelot, du Refrain et de la Goule sous demande de la Confédération helvétique.
2011	Mise en service de la turbine de dotation du Refrain augmentant le débit de restitution de 0.89 à 2 [m ³ /sec]. Deuxième essai de «lâchures» du Châtelot conduit par les exploitants du Châtelot, du Refrain et de la Goule sous demande de la Confédération helvétique.
2012	Troisième essai de «lâchures» du Châtelot conduit par les exploitants du Châtelot, du Refrain et de la Goule sous demande de la Confédération helvétique.
2013	Mesures d'atténuation des éclusées du Châtelot conduites par les exploitants et suivi de ces mesures par le biais d'observations sur le terrain des conséquences en termes d'échouage et de piégeage piscicole.
2014	Dès décembre : mise en œuvre du nouveau règlement d'eau (RE2014) à titre d'essai

Le graphique ci-dessous montre de manière plus précise l'évolution d'une éclusée-type au Châtelot depuis sa mise en service :

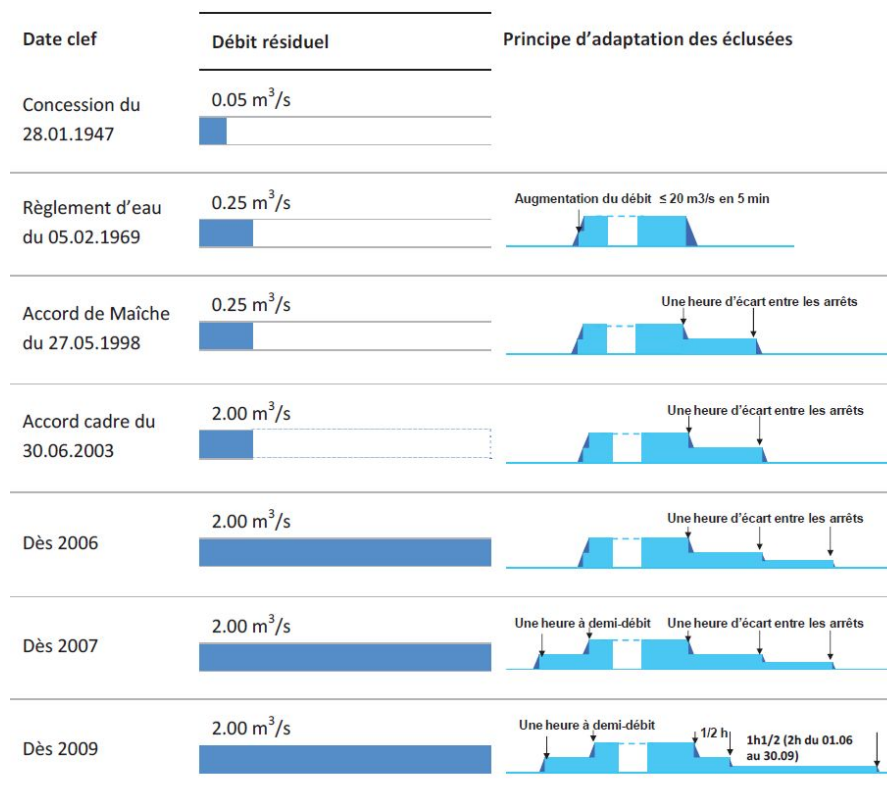


Tableau 9 Synthèse des modifications apportées par les Forces motrices du Châtelot sur l'hydrologie du Doubs franco-suisse (adapté de Groupe E SA, 2011). (Le débit résiduel noté en toutes lettres est celui prévu dans l'accord ou le règlement; le débit résiduel représenté par une barre bleue est le débit en vigueur à la date clef correspondant).

On constate un premier élément positif en 1969 avec une première régulation de la vitesse de variation des débits d'éclusées, puis un décalage dans les arrêts de turbinage réglementé en 1998. Vient ensuite un événement marquant, à savoir la construction de la centrale de dotation et le passage à un débit plancher de 2 m³/s en 2003 qui a eu pour conséquence une sensible diminution des amplitudes des éclusées. Suite à la libéralisation du marché de l'électricité en 2006, les nouveaux gestionnaires du Châtelot ont optimisé les possibilités et les droits de leur concession, donnant lieu à des éclusées d'amplitudes en moyenne plus importantes et globalement plus fréquentes. Face aux effets préjudiciables de ce nouveau mode d'exploitation sur le milieu, des mesures volontaires ont alors été entreprises par les exploitants et se poursuivent encore à ce jour.

4.5 Successions des aménagements hydroélectriques du Doubs franco-suisse et suisse

4.5.1 Description du système

Les données figurant dans les tableaux des pages 25 à 27 montrent que la capacité de turbinage de pointe du Châtelot (volume utile et débit maximal turbinable) est largement supérieure à celles du Refrain et de la Goule. Par conséquent, en phase d'exploitation maximale, la production d'énergie de pointe - et les éclusées du Châtelot qui en résultent - obligent actuellement ces deux installations situées en aval à adapter leur régime d'exploitation.

Il en résulte également que les tronçons à débit résiduel du Refrain et de la Goule subissent des éclusées du Châtelot provenant de la surverse des barrages du Refrain, respectivement de la Goule.

4.5.2 Délimitation et caractérisation des tronçons subissant des éclusées

Pour les besoins de l'étude, 6 tronçons ont été délimités dans le Doubs entre le barrage du Châtelot et la frontière franco-suisse :



Figure 7 Schéma de délimitation des tronçons dans le Doubs

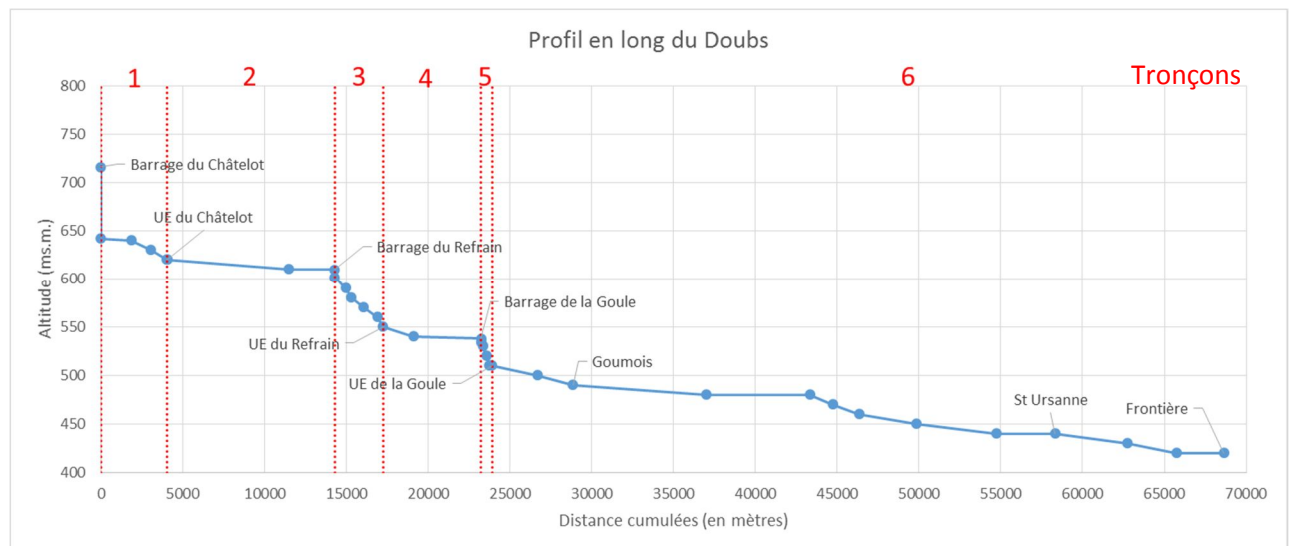


Figure 8 Profils en long du Doubs dans le secteur d'étude (base : courbes de niveau de la carte topographique 1:25'000)

Seul le tronçon 1, situé entre le barrage et l'usine du Châtelot ne subit pas d'éclusées. Le tableau ci-dessous donne les principales caractéristiques des éclusées à l'état initial (état contractuel 2009) :

N° tronçon	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Nom	Châtelot-TCC	Châtelot-éclusées	Refrain-TCC	Refrain-éclusées	Goule-TCC	Goule-éclusées
Limite amont	Barrage du Châtelot	Usine du Châtelot	Barrage du Refrain	Usine du Refrain	Barrage de la Goule	Usine de la Goule
Limite aval	Usine du Châtelot	Retenue de Biaufond	Usine du Refrain	Retenue de la Goule	Usine de la Goule	Brémencourt (Frontière FR)
Longueur [km]	4.2	7.1	3.1	5.9	0.7	45
Éclusées	non	oui	oui	oui	oui	oui
Qe [m ³ /s]		46	23	46	28	46
Qp [m ³ /s]		2	0.9	3.9	0.7	4
Territoire du cours d'eau	franco-suisse	franco-suisse	français	français	français	amont : français aval : suisse

Tableau 10 Caractéristiques des éclusées à l'état initial (état contractuel 2009)

Les valeurs ci-dessus se basent sur les contraintes d'exploitation en vigueur en 2009.

Les situations suivantes présentent plus en détail, d'amont en aval, chacune des trois installations avec en particuliers :

- Les retenues ;
- les tronçons soumis uniquement à débit résiduel ;
- les tronçons soumis à débit résiduel mais influencés par les éclusées engendrées en amont ;
- les tronçons non touchés par un prélèvement d'eau mais influencés par les éclusées.

Aménagement du Châtelot

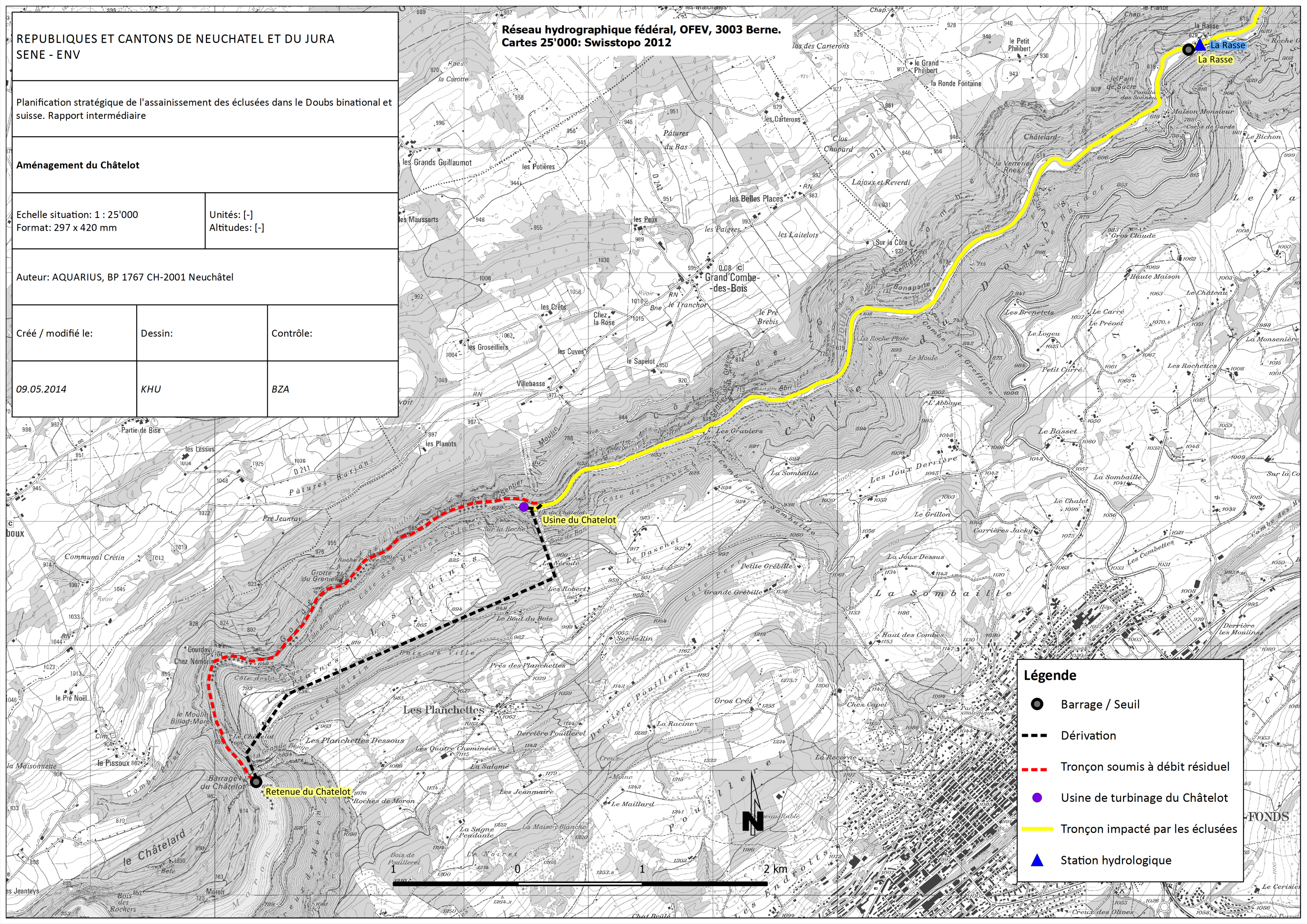
Echelle situation: 1 : 25'000
Format: 297 x 420 mm

Unités: [-]
Altitudes: [-]

Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel

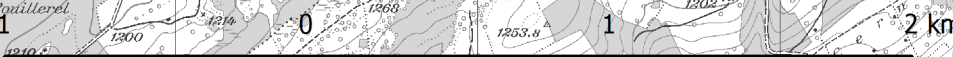
Créé / modifié le: Dessin: Contrôle:

09.05.2014 KHU BZA



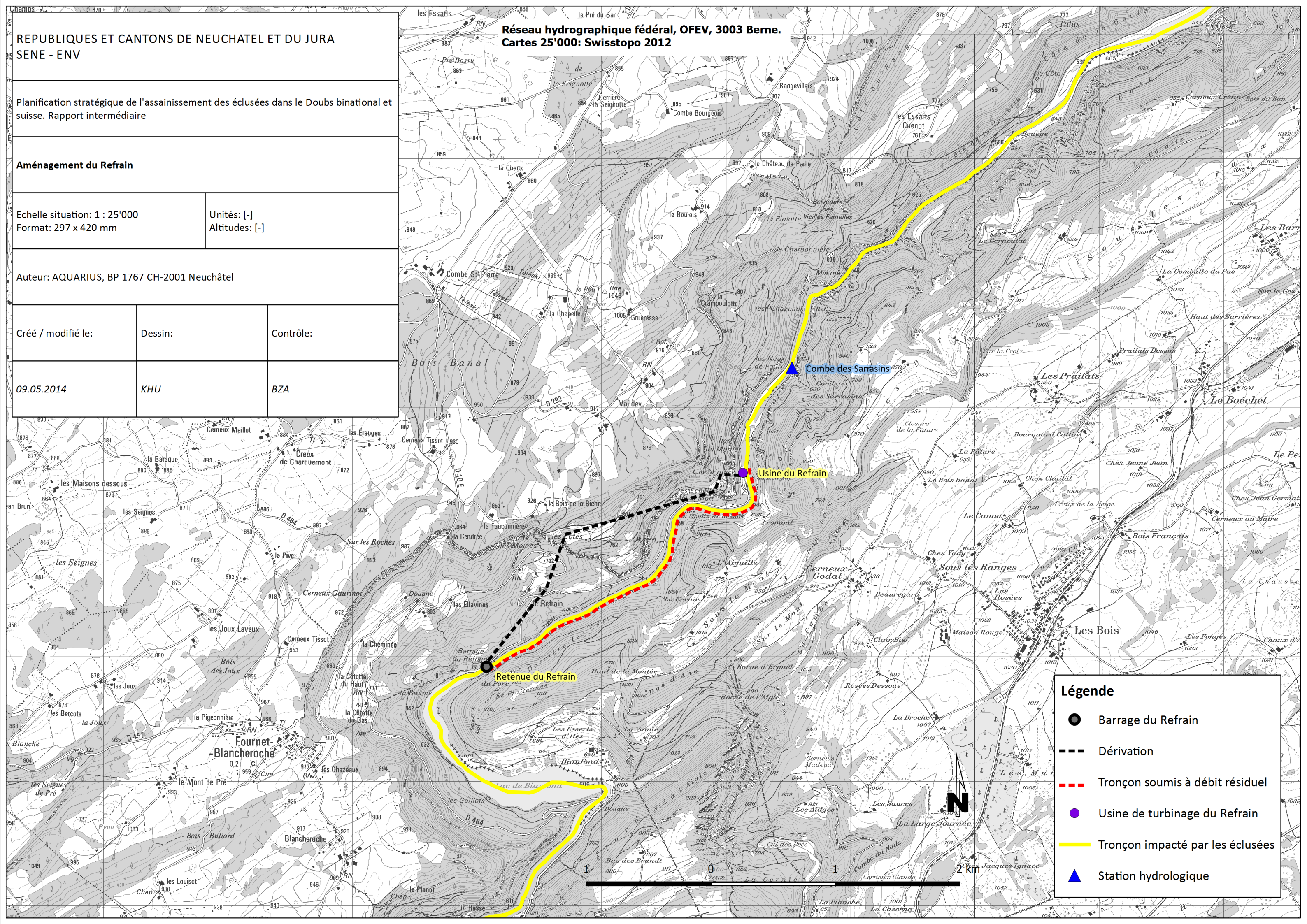
Légende

- Barrage / Seuil
- Déviation
- - - Tronçon soumis à débit résiduel
- Usine de turbinage du Châtelot
- Tronçon impacté par les éclusées
- ▲ Station hydrologique









REPUBLIQUES ET CANTONS DE NEUCHÂTEL ET DU JURA SENE - ENV		
Planification stratégique de l'assainissement des éclusées dans le Doubs binational et suisse. Rapport intermédiaire		
Aménagement du Refrain		
Echelle situation: 1 : 25'000 Format: 297 x 420 mm	Unités: [-] Altitudes: [-]	
Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel		
Créé / modifié le:	Dessin:	Contrôle:
09.05.2014	KHU	BZA

Réseau hydrographique fédéral, OFEV, 3003 Berne.
 Cartes 25'000: Swisstopo 2012



Légende

-  Barrage du Refrain
-  Dérivation
-  Tronçon soumis à débit résiduel
-  Usine de turbinage du Refrain
-  Tronçon impacté par les éclusées
-  Station hydrologique



2 km

REPUBLIQUES ET CANTONS DE NEUCHÂTEL ET DU JURA
SENE - ENV

Planification stratégique de l'assainissement des éclusées dans le Doubs binational et suisse. Rapport intermédiaire

Aménagement de la Goule

Echelle situation: 1 : 25'000
Format: 297 x 420 mm

Unités: [-]
Altitudes: [-]

Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel

Créé / modifié le:

Dessin:

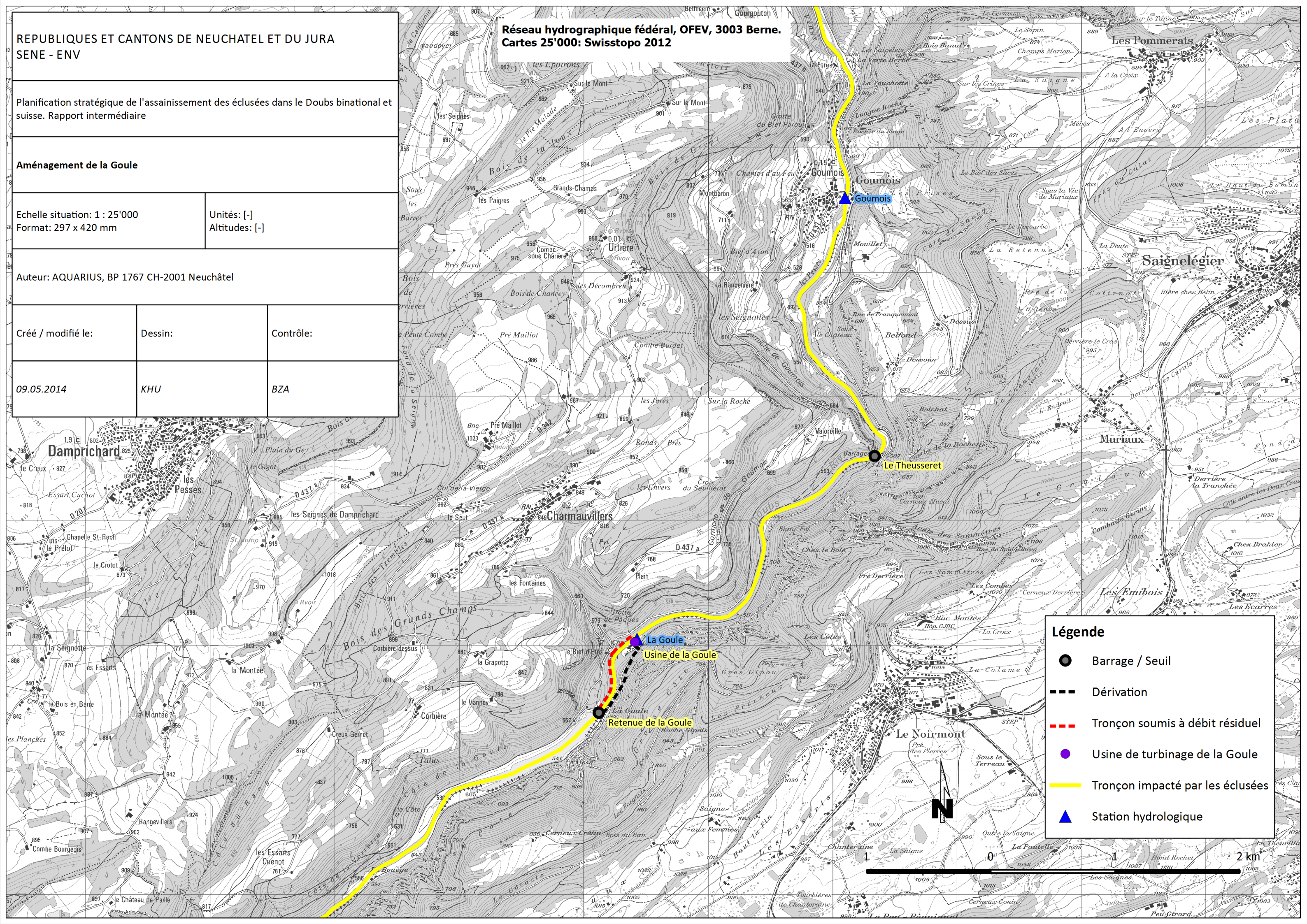
Contrôle:

09.05.2014

KHU

BZA

Réseau hydrographique fédéral, OFEV, 3003 Berne.
Cartes 25'000: Swisstopo 2012



Légende

- Barrage / Seuil
- Dérivation
- - - Tronçon soumis à débit résiduel
- Usine de turbinage de la Goule
- Tronçon impacté par les éclusées
- ▲ Station hydrologique

2 km

5 DETERMINATION DES ATTEINTES GRAVES

5.1 Détermination de l'altération du régime hydrologique

Pour qu'une atteinte soit considérée comme grave, il faut que l'altération du régime hydrologique soit significative et qu'elle induise des effets négatifs sur la faune et la flore. Si le régime hydrologique est altéré, mais que tous les indicateurs d'atteinte (biologiques ou physiques) démontrent un bon état, on ne peut pas parler d'atteinte grave. En outre pour qu'un besoin d'assainissement soit avéré, il faut que l'atteinte grave soit provoquée par une intervention anthropique et qu'elle puisse être mise en lien directement avec le phénomène d'éclusées.

L'altération du régime hydrologique est principalement définie en fonction du rapport débit d'éclusées/débit plancher (Q_e/Q_p). Elle est considérée comme significative lorsque le ratio Q_e/Q_p est supérieur à 1,5:1. La caractérisation des éclusées a été analysée avec l'approche HYDMOD. Cette évaluation détermine la gravité d'une éclusée sur la base de la relation entre l'intensité de l'impulsion et le stress hydraulique. Ces indicateurs sont décrits dans l'aide à l'exécution mise à disposition par l'OFEV (PFAUNDLER & AL., 2011)

5.1.1 État initial

L'état initial théorique est défini en fonction des contraintes d'exploitation en vigueur en 2009. Pour les tronçons court-circuités du Refrain et de la Goule, on fait l'hypothèse que l'installation turbine à pleine puissance au moment de l'arrivée de l'éclusée du Châtelot. Le débit d'éclusée du tronçon court-circuité est donc égal au débit d'éclusée du Châtelot moins le débit turbiné.

Pour la suite de l'étude, l'éclusée-type du Châtelot pour l'état initial a été défini sur la base des informations du *Tableau 9* :

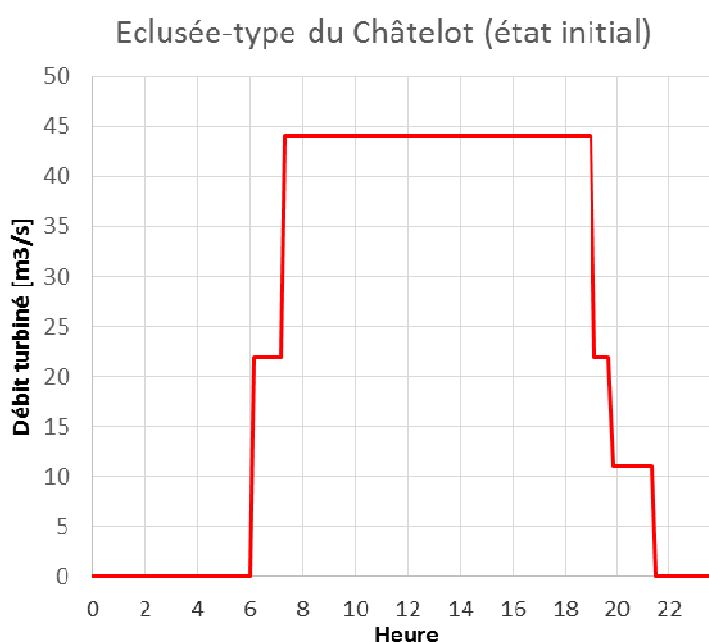


Figure 9 Eclusée-type du Châtelot – état initial

5.1.2 Indicateur HYDMOD – état initial

L'état initial est défini comme étant l'état contractuel des éclusées en 2009.

N° tronçon		T2	T3	T4	T5	T6
Nom		Chatelot-éclusées	Refrain-TCC	Refrain-éclusées	Goule-TCC	Goule-éclusées
Qe	m ³ /s	46	23	46	28	46
Qp	m ³ /s	2	0.9	3.9	0.7	4
A	m ³ /s	44	22.1	42.1	27.3	42
Qe/Qp	-	23	25.9	11.8	41.2	11.5
MQ	m ³ /s	22	28	28	28.5	28.5
BV	km ²	1021	1045	1045	1066	1066
K _{bv}	-	0.8855	0.8975	0.8975	0.908	0.908
Lh	-	1.9	0.7	1.5	0.9	1.5
T _{nplancher}	cm/min	1.8	0.3	0.5	0.2	0.2
K _a	-	0.96	0.65	0.65	0.65	0.65
lp	-	22	17	7.7	27	7.5

Tableau 11 Caractérisation des éclusées dans les différents tronçons à l'état initial (Hydmod)

Qe = débit d'éclusée

Qp = débit plancher

A = amplitude de l'éclusée = Qe-Qp

Qe/Qp = intensité de l'éclusée

MQ = débit moyen annuel

BV = surface du bassin versant

k_{bv} = facteur dépendant de la surface du bassin versant

Lh = stress hydraulique = k_{bv}*(Qe/MQ)

T_{nplancher} = vitesse de descente. La vitesse de descente a été déterminée en routant l'éclusée-type du Châtelot (état initial) dans le modèle hydraulique Routing-System monté pour le projet (voir chapitre 5.3.4).

k_a = facteur dépendant de la vitesse de descente de l'eau

Lp = intensité de l'impulsion = k_a*(Qe/Qp)

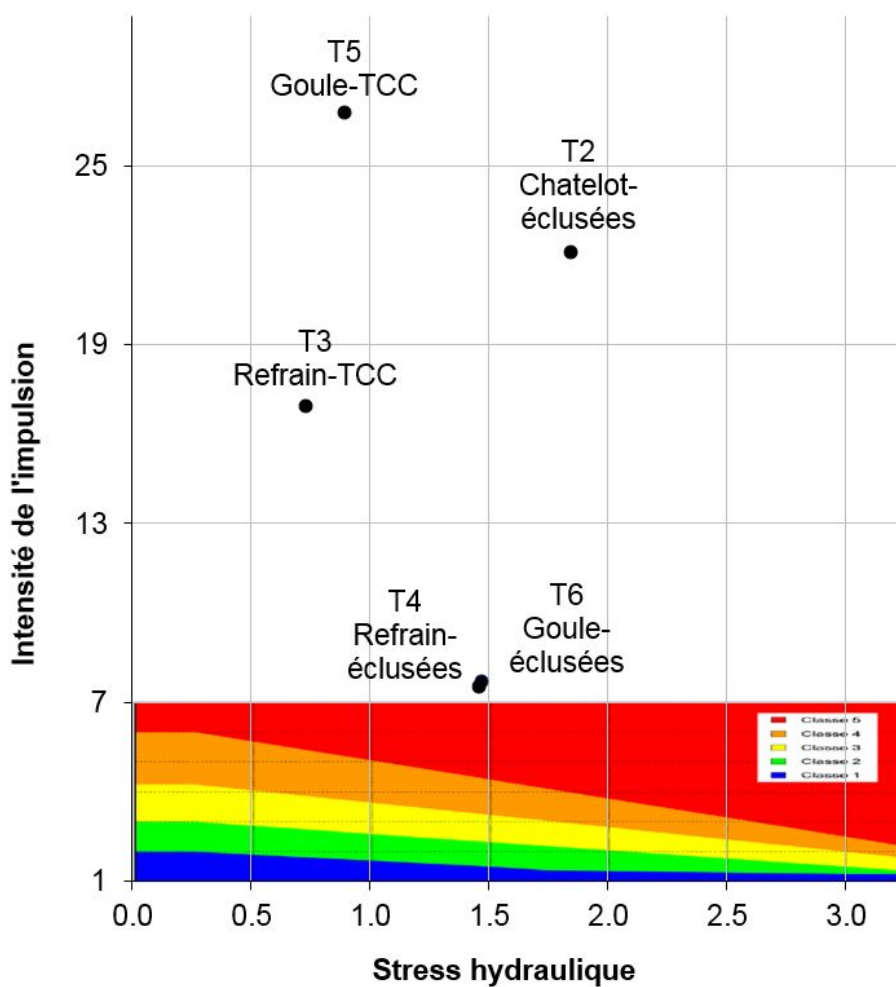


Figure 10 HYDMOD-éclusées à l'état initial

L'ensemble des tronçons présentent un indicateur Hydmod-éclusées largement dans le rouge, c'est-à-dire dans des conditions hydrologiques qualifiées "d'artificiel" selon le système modulaire gradué.

5.1.3 Indicateurs HYDMOD – état mesuré en 2008

Le tableau ci-dessus montre un état théorique avec les contraintes d'exploitation en vigueur en 2009. Pour comparaison, la même analyse a été réalisée sur la base des débits mesurés en 2008 aux quatre stations de mesure de débits existants le long du tronçon d'étude :

N° tronçon			T2	T4	T6	T6
Nom station de mesure			Rasse	Sarrasins	Goule	Ocourt
Qe	Débit d'éclusee	m ³ /s	47.8	54.5	52.7	58.8
Qp	Débit plancher	m ³ /s	1.46	6.21	6.24	6.93
A	Amplitude	m ³ /s	42.02	32.06	32.08	29.51
Qe/Qp	Intensité		19.43	3.31	3.51	2.43
lh	Stress hydraulique		1.9	1.7	1.7	1.8
Tn _{plancher}	Taux descente	cm/min	-0.12 *	-0.23	-0.22	-0.08
lp	Intensité de l'impulsion		12.6	2.2	2.3	1.6

Tableau 12 Valeurs Hydmmod-éclusées calculées sur la base des mesures de débit 2008

* Le taux de descente ne peut pas être déterminé avec précision car l'intervalle des mesures à disposition est trop important. Cette valeur est vraisemblablement trop faible.

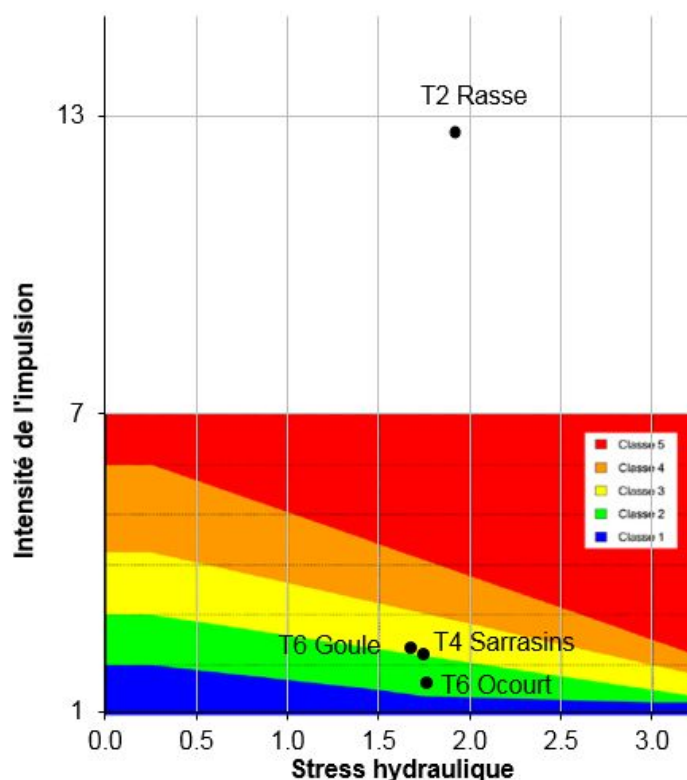


Figure 11 HYDMOD-éclusées – état mesuré en 2008

En 2008, l'état hydraulique des éclusées selon HYDMOD était largement meilleur en aval du Refrain que sur le tronçon T2 (Châtelot-éclusées). Les débits planchers mesurés sur les tronçons T4 et T6 était déjà relativement élevés.

5.1.4 Analyse fréquence – amplitude des éclusées (état mesuré en 2008)

Le graphique ci-dessous montre l'amplitude journalière des débits mesurés en 2008 par les stations de mesure de débit :

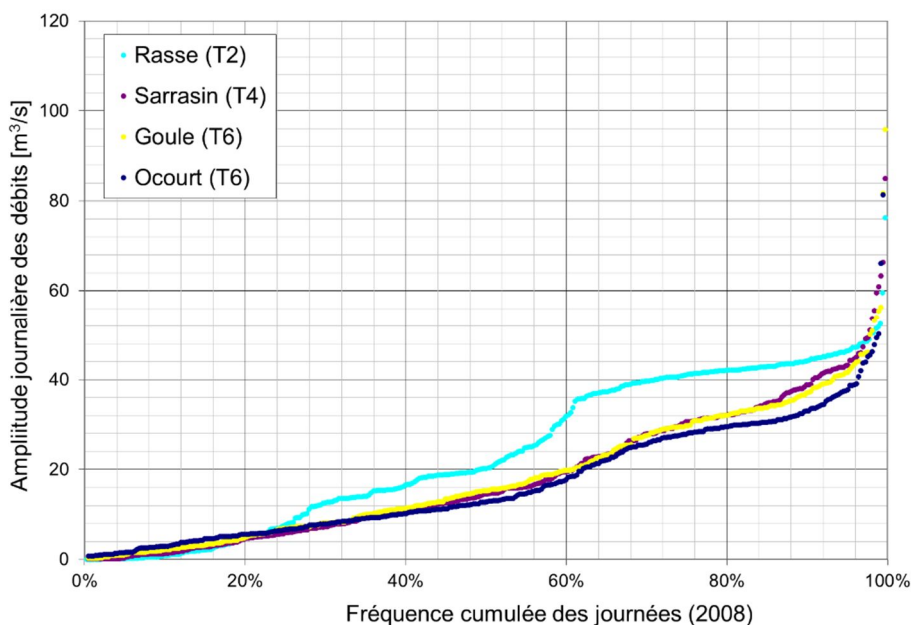


Figure 12 Analyse fréquence-amplitude des éclusées

Comme pour l'indicateur HYDMOD, on voit une différence entre les tronçons T2 et les tronçons aval. Dans tous les tronçons on observe l'existence d'un petit nombre d'éclusées avec une amplitude très forte.

5.1.5 Fréquence d'éclusées dans les tronçons court-circuités (état mesuré en 2008)

La fréquence d'éclusées des tronçons court-circuités (T3 et T5) a été déterminée en évaluant la fréquence des déversements aux retenues du Refrain et de la Goule. Un déversement est considéré lorsque le débit mesuré en aval du tronçon court-circuité est supérieur au débit turbiné additionné du débit de dotation :

- Refrain - TCC: déversement si $Q \text{ Sarrasins} > 23 + 0.887$
- Goule-TCC: déversement si $Q \text{ Goule} > 18 + 0.68$

Pour le tronçon court-circuité du Refrain, la limite de débit pour considérer un déversement a été rehaussée de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ pour tenir compte des possibles apports intermédiaires entre l'aval immédiat du Refrain et la station de mesure des Sarrasins. La station de mesure de la Goule étant située à l'aval immédiat de la retenue de la Goule, un ajustement n'a pas été nécessaire. Seul les jours où le déversement n'est pas continu (= alternance entre le débit résiduel et le débit de déversement) sont considérés pour quantifier les jours "avec éclusées". Cela permet d'exclure les épisodes de déversements provoqués par des crues du Doubs.

- En 2008, le tronçon court-circuité du Refrain a subi des éclusées "par déversement" 2 à 3 jours par semaine (fréquence d'éclusée : 37%, débit d'éclusée moyen : $23 \text{ m}^3/\text{s}$).

- En 2008, En 2008, le tronçon court-circuité de la Goule a subi des éclusées "par déversement" 3 à 4 jours par semaine (fréquence d'éclusee : 47%, débit d'éclusee moyen : 20 m³/s).

On peut donc considérer que le phénomène d'éclusées était bien présent à l'état initial sur ces tronçons court-circuités.

5.1.6 Indicateur D1 – débit minimal (état initial)

L'indicateur D1 (débit minimal) donne une appréciation sur la valeur du débit plancher dans un tronçon à éclusées. Dans le tableau ci-dessous, les débits planchers (état initial) sont comparés avec le débit résiduel minimum selon art. 31 LEaux :

N° tronçon		T2	T3	T4	T5	T6
Nom		Chatelot-éclusées	Refrain-TCC	Refrain-éclusées	Goule-TCC	Goule-éclusées
Q ₃₄₇	m ³ /s	2.5	3.7	3.7	4.3	4.3
Qres selon LEaux art. 31	m ³ /s	0.9	1.16	1.16	1.28	1.28
Qp initial (D1)	m ³ /s	2	0.9	3.9	0.7	4

Tableau 13 Évaluation de l'indicateur D1 (débit minimal) à l'état initial

L'indicateur D1 du débit minimal est bon dans les tronçons T2, T4 et T6 mais évalué comme mauvais dans les tronçons T3 et T5.

5.1.7 Conclusions

À l'état initial théorique, l'altération du régime hydrologique est évaluée comme grave sur tous les tronçons. Dans la pratique, les tronçons T4 (Refrain-éclusées) et T6 (Goule-éclusées) étaient malgré tout moins gravement touchés que les autres tronçons.

5.2 Indicateurs basés sur des investigations de terrain

Le Doubs, sur ses parties suisse et franco-suisse est un cours d'eau à la morphologie globalement naturelle qui possède une biodiversité remarquable à l'échelle européenne et unique en Suisse. À l'heure actuelle, il apparaît que l'état du Doubs est préoccupant car de nombreuses biocénoses rares et menacées qui y vivent sont en régression et pour certaines au bord de l'extinction. Le Doubs est un écosystème très complexe subissant de nombreuses perturbations d'origine diverses dont les effets se manifestent à plusieurs niveaux et à plusieurs degrés d'intensité selon les années et les conditions hydrologiques.

Il est possible d'utiliser un raccourci (voir figure 2) permettant de conclure à la nécessité d'un assainissement sans avoir recours aux indicateurs de l'appréciation sommaire si une atteinte manifestement grave à l'environnement est avérée. Pour ce faire, les justifications fournies doivent se fonder sur l'art. 41e, let. B, OEaux dont l'extrait est présenté ci-dessous et doivent pouvoir être vérifiées.

« La taille, la composition et la diversité des biocénoses végétales et animales typiques de la station sont altérées, en particulier en raison de phénomènes artificiels survenant régulièrement, comme l'échouage de poissons, la destruction de frayères, la dérive d'animaux aquatiques, l'apparition de pointes de turbidité dans l'eau ou la variation non admissible de la température de l'eau. » OEaux, art 41^e, let. b.

5.2.1 Macroinvertébrés benthiques

5.2.1.1 Qualité et utilisation des Indicateurs

Le Doubs constitue sur le secteur concerné par le présent rapport un hydrosystème dont la faune des invertébrés benthiques est suivie de manière régulière depuis les années 60 environ. Les méthodes employées sont multiples et ont parfois évolué. Les objectifs de ces investigations sont multiples mais principalement orientés vers l'évaluation de la qualité de l'eau.

Il convient en ce sens d'apporter des précisions concernant l'utilisation des données disponibles dans l'appréciation des indicateurs B1, B2, B3 et B4 et plus particulièrement leur interprétation et leur pertinence dans le cadre du présent rapport.

- Concernant l'indicateur B1 : L'évaluation de l'indicateur B1 ne convient pas aux cours d'eau très productifs du Jura (BAUMANN & al., 2012). L'étude de données sur la biomasse mesurée dans les cours d'eau du Jura (cantons de Berne, du Jura et de Bâle-Campagne) aussi épargnés que possible par les activités humaines, a en effet montré que ces valeurs s'écartent bien davantage de la relation entre altitude et biomasse que dans l'écorégion des Alpes. Cet indicateur n'est par conséquent pas utilisable pour le Doubs.
- Concernant l'indicateur B2 : L'indicateur B2 (module Macrozoobenthos du SMG, IBCH) est un indicateur global qui dépend souvent plus de la qualité de l'eau que du régime d'éclusées (LIMNEX, 2007). Par ailleurs, les effets des éclusées sur les invertébrés aquatiques et notamment sur l'indice utilisé dans l'indicateur B2 sont encore imparfaitement connus et la Suisse ne dispose pas à l'heure actuelle de données homogènes suffisantes sur la faune benthique issues de prélèvements standardisés (STUCKI, 2010). Rappelons dans ce contexte qu'un des objectifs de l'IBCH est notamment de permettre d'affiner et de faire évoluer l'indice afin de mieux l'adapter

aux spécificités du réseau hydrographique de la Suisse. Finalement, les échantillonnages d'invertébrés aquatiques réalisés entre 2009 et 2012 ont prioritairement été axés sur l'évaluation de la qualité des eaux et ont dans ce sens volontairement exclus les zones de marnages touchées par les éclusées. Dans ces conditions, les données disponibles (2009 à 2012) sur les invertébrés aquatiques sont considérées comme peu adaptées pour démontrer une atteinte provenant spécifiquement des éclusées.

- Concernant l'indicateur B3 : La détermination de la zonation longitudinale du Doubs est délicate, d'une part en raison de l'absence d'un réseau de mesures de température suffisamment dense et complet et également en raison de l'influence de plusieurs retenues artificielles successives. Les informations collectées sur la faune piscicole indiquent que, contrairement au phénomène de rithralisation observé sur d'autres cours d'eau suisses soumis à éclusées, le niveau typologique théorique du Doubs subirait plutôt une influence inverse correspondant à un « vieillissement typologique ». Dans ces conditions, cet indicateur a été jugé peu fiable et non pertinent à utiliser.
- Concernant l'indicateur B4 : L'indicateur B4 est difficile à interpréter. En effet, il apparaît que même si le nombre de genres EPT relevés par VERNEAUX(1973) est considérablement plus faible aujourd'hui, l'indicateur B4 conserve des résultats souvent bons à très bons en raison du nombre important d'espèces EPT présentes naturellement dans le Doubs. Par ailleurs, PLOMB(2010) a estimé au droit de l'usine du Châtelot que l'utilisation de l'IBCH pratiqué usuellement dans le cadre du suivi de la qualité des eaux (échantillonnage excluant les zones de marnage) ne permettait pas de différencier de manière évidente la diversité de taxons d'invertébrés aquatiques entre un secteur soumis à éclusée et un secteur soumis à débit constant (tronçon à débit résiduel). L'utilisation des données 2009 à 2011 utilisées dans l'indicateur B4 et provenant de l'IBCH est par conséquent jugée comme peu adaptée à l'évaluation de l'incidence des éclusées.

5.2.1.2 Recommandations

Les données disponibles décrivant l'état initial des macroinvertébrés benthiques du Doubs suisse et franco-suisse (2009 à 2012) sont issues d'échantillonnages orientés en priorité sur l'évaluation de la qualité des eaux et donc peu adaptées à illustrer l'impact des éclusées. Par ailleurs, plusieurs composantes de la méthodologie employée (SMG) ont pour le Doubs suisse et franco-suisse, des valeurs situées en-dessus des valeurs standardisées, ce qui peut avoir comme conséquence de surévaluer les résultats et ainsi minimiser l'atteinte réelle des éclusées. L'utilisation du macrozoobenthos à des fins de suivi des éclusées doit donc à l'avenir :

- Intégrer dans la trame d'échantillonnage les zones de marnages liées aux variations artificielles de niveau d'eau.
- S'employer à utiliser de manière systématique des méthodologies plus adaptées aux éclusées avec des investigations taxonomiques plus poussées (p. ex. liste rouges).
- Affiner et préciser aussi rapidement que possible le référentiel du Doubs concernant la macrofaune benthique potentielle ainsi que l'évaluation de son degré altération.

5.2.1.3 Compléments de la littérature

En dehors de ces indicateurs, des constats réguliers de l'effet des éclusées sur la macrofaune benthique riveraine sont réalisés, principalement par des observations directes d'organismes échoués (phénomènes de dérives et inondations/exondations répétées observés par exemple dans le cadre du suivi des échouages piscicoles AQUARIUS, 2014). Ces observations ne sont toutefois pas suffisamment précises pour être exploitées de manière qualitative ou quantitative. On peut néanmoins qualifier **l'atteinte de grave** compte tenu du fait que :

- Plusieurs taxons de macroinvertébrés benthiques constituant la principale ressource alimentaire piscicole sont touchés (p. ex. trichoptères, crustacés et éphémères) ;
- des effets négatifs significatifs s'observent de manière notable sur des portions riveraines s'étendant depuis l'usine du Châtelot jusqu'à l'aval de la Goule ;
- plusieurs espèces menacées, susceptibles d'être touchées, sont présentes ;
- d'autres groupes faunistiques sont affectés, à l'image des batraciens dont des pontes sont régulièrement mises à sec au printemps, parfois dans des zones d'importance nationale pour la reproduction des batraciens.



Figure 13 Exemples d'invertébrés aquatiques échoués suite à un abaissement artificiel (P. Malavaux, 2013). Doubs, aval du Refrain en rive gauche et Moulin Jeannotat en rive droite.

Plusieurs auteurs vont dans ce sens et mettent en cause les éclusées comme un facteur responsable de la disparition d'espèces d'invertébrés aquatiques sensibles, voire rares, notamment sur la base de données historiques ainsi qu'en comparaison avec les listes faunistiques de cours d'eau similaires au Haut-Doubs ne subissant pas de modifications importantes du régime hydrologique, à l'image de la Loue en particulier. Les auteurs précisent cependant qu'il est difficile d'apporter des réponses précises sur les espèces touchées en raison notamment des méthodologies employées qui ne visent souvent pas spécifiquement l'étude des éclusées mais qui intègrent également largement la problématique de la qualité des eaux.

SIRUGUE & al. (2011) notent une faible abondance pour les organismes dont le cycle vital est purement aquatique, et ceux à cycle larvaire long (annuel à pluriannuel), qui constituent des indicateurs de la fréquence des perturbations destructurantes.

DEGIORGI (2008) mentionne que les résultats des indices IBGN de septembre 2003 s'approchent de l'optimum (19/20, voir 20/20 sur l'une des stations), alors que ceux réalisés en 1996, n'oscillaient

qu'entre 13 et 17. Une amélioration temporaire de la qualité serait donc advenue suite à l'été caniculaire, qui a imposé une réduction du nombre et de l'amplitude des éclusées.

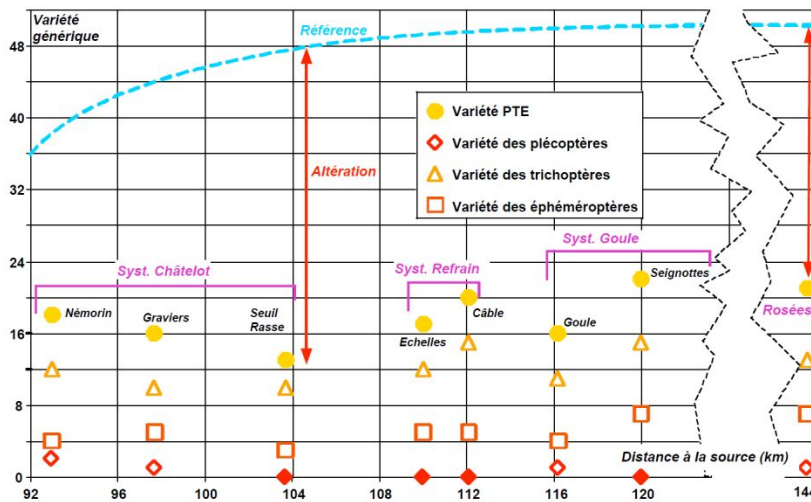


Figure 14 Évolution longitudinale de la variété des PTE déterminée sur 8 stations en 2004, Tiré de Degiorgi, 2008.

STUCKI, dans AQUARIUS(2012) précise que la liste des espèces EPT qui s'est fortement réduite depuis 40 ans donne des informations plus précises quant à l'impact du marnage sur les espèces sensibles. Les surfaces soumises au marnage présentent une faible colonisation par le macrozoobenthos, il en résulte trivialement une baisse effective de la biomasse globale.

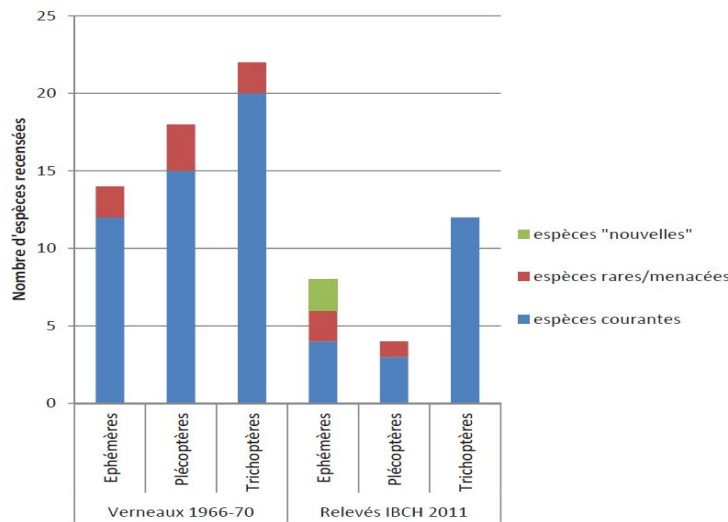


Figure 15 Comparaison des relevés IBCH 2011 avec les données de Verneaux 1966-70 au lieu-dit «Les Graviers». Tiré de AQUARIUS & al., 2012.

5.2.2 Faune piscicole

5.2.2.1 Qualité et utilisation des Indicateurs

Les poissons présentent de manière générale de bonnes caractéristiques d'indicateurs, en particulier parce qu'ils intègrent plusieurs composantes biotiques et abiotiques de l'écosystème dont en particulier :

- Qualité physico-chimique de l'eau.
- Conditions hydrologique et morphologique des eaux dans lesquelles ils évoluent.
- Disponibilité et diversité des ressources alimentaires.
- Connectivité.

Les études récentes réalisées sur la faune piscicole et basées sur des pêches quantitatives effectuées en 2011 intègrent en ce sens toutes les perturbations que subit l'écosystème. Sur le secteur du Doubs étudié, il s'agit en particulier : de la fragmentation du continuum longitudinale ; des perturbations du régime hydrologique telles que les éclusées et de la qualité de l'eau. A ces perturbations s'ajoutent encore d'autres facteurs tels que par exemple l'apparition de nouveaux pathogènes (*Saprolegnia parasitica*) ou des conditions hydrologiques naturelles péjorantes (étiages prononcés et prolongés entre 2009 et 2011). La part de responsabilité des éclusées ne peut en ce sens pas être clairement dégagée par ces études ou l'utilisation du module « poissons niveau R » du système modulaire gradué (indicateur P1). Cette dernière méthode n'est par ailleurs pas très adaptée pour démontrer les impacts des éclusées sur le Doubs et les résultats obtenus sont souvent contrastés car :

- Même fortement altérée, la composition des espèces caractéristiques est globalement qualifiée de moyenne à bonne en comparaison au référentiel utilisé, ceci en raison de la grande diversité et productivité piscicole naturelle du Doubs.
- L'influence des retenues ainsi que le réchauffement des eaux constatés sur le Doubs ont permis à des espèces qui ne seraient naturellement pas présentes de se développer ou de coloniser momentanément certains secteurs. La composition des peuplements s'en trouve modifiée, parfois de manière très fluctuante.
- De nouvelles espèces (parfois indigènes mais non stationnelles) sont illégalement ou involontairement introduites ce qui, avec les considérations du point précédent, peut conduire à une augmentation artificielle de la diversité piscicole.

Il convient en ce sens d'apporter des précisions concernant l'utilisation des données disponibles dans l'appréciation des indicateurs P1, P2, P3, P4 et P5 et plus particulièrement leur interprétation et leur pertinence dans le cadre du présent rapport.

- Concernant l'indicateur P1 : Compte tenu des précisions apportées ci-avant, cet indicateur doit être interprété avec précaution et ne peut pas être employé pour évaluer strictement et de manière fiable l'impact des éclusées.
- Concernant l'indicateur P2 : Cet indicateur est spécifique aux éclusées. Il est techniquement et pratiquement applicable sur le Doubs. Les données existantes permettent de réaliser une

évaluation allant dans le sens de l'indicateur. Celles-ci sont toutefois issues en partie d'études réalisées en 2013. Les considérations du chapitre 2.4 sont par conséquent applicables.

Vitesses d'abaissement

La considération de l'aide à l'exécution (p. 83) selon laquelle seules les profondeurs d'eau inférieures à 20 cm doivent être étudiées est très restrictive et peu justifiable dans le cas du Doubs, notamment parce que les amplitudes des éclusées majeures (44 m³/s) engendrent régulièrement une variation du niveau de l'eau supérieure à 80 cm et parce que des observations d'échouages piscicoles se sont effectuées sur le Doubs en 2013 dans des plages comprises entre 2 et 40 m³/s. Il convient de plus de rester prudent quant aux classes d'évaluation proposées car l'essentiel des constats d'échouages ont été effectués en 2013 lors de vitesses d'abaissement nettement plus faible que celles décrites dans l'aide à l'exécution. De plus, les épisodes de stockage durant lesquels s'effectuent des abaissements artificiels (pas directement assimilable à des éclusées), posent également des problèmes d'échouages de poissons. Ces considérations sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tronçons		T2 Châtelot- éclusées	T4 Refrain - éclusées	T6 La Goule - éclusées
Nombre d'observations d'échouages retenues (période 2013)		21	22	11
Abaissements moyen/max relevés		0.92/1.64 [m ³ /s/h]	1.39/4.16 [m ³ /s/h]	0.91/2.61 [m ³ /s/h]
Vitesse de diminution du débit selon courbe de tarage Combe des Sarrasins [cm/min]	44 à 20 m ³ /s	0.03/0.05	0.04/0.13	0.03/0.08
	20 à 10 m ³ /s	0.06/0.10	0.08/0.25	0.05/0.16
	10 à 2 m ³ /s	0.09/0.16	0.14/0.40	0.09/0.25
Vitesse de diminution du débit selon courbe de tarage de la Goule [cm/min]	44 à 20 m ³ /s	0.02/0.04	0.04/0.11	0.02/0.07
	20 à 10 m ³ /s	0.04/0.07	0.06/0.17	0.04/0.11
	10 à 2 m ³ /s	0.07/0.13	0.11/0.33	0.07/0.21

Tableau 14 Vitesses d'abaissement calculées aux stations de mesure hydrologique de la Combe des Sarrasins et de la Goule selon des gradients de diminutions de débits constatés lors des observations d'échouages de poissons (mai à décembre 2013).

Les investigations actuellement en cours montrent que des échouages peuvent survenir sur le Doubs pour des vitesses d'abaissement très faibles (selon *Tableau 14*, dès 0.02 cm/min). Aucune valeur ou classe ne peut toutefois pour l'instant être avancée car le nombre de facteurs qui entrent en considération (p. exemple cycles biologiques, ensoleillement, température de l'eau, stabilité et niveau du débit précédent un abaissement) est important et sans cesse fluctuant. Des recherches sont actuellement réalisées pour apporter des compléments à cette problématique. Les résultats de la modélisation du bureau EPTEAU(2014) donnent, pour une éclusée maximale caractéristique ($46 > 2 \text{ m}^3/\text{s}$, un gradient de baisse supérieur à 0.7 cm/minute sur un site sensible du système « Châtelot ». Le PSEaux Doubs (BG, 2011), donne quant à lui une vitesse de baisse moyenne (turbinage à pleine puissance au Châtelot en étiage) de l'ordre de 0.42 cm/min au Noirmont.

Ainsi, par rapport aux vitesses présentées dans le tableau 11 et ayant déjà engendrés des échouages, les vitesses de baisse considérablement plus élevées mises en évidence par EPTEAU & BG permettent d'évaluer, pour le Doubs, ce paramètre comme **mauvais, depuis l'usine du Châtelot et au moins jusqu'au début du système «Goule»**.

Surfaces exondées

L'évaluation des surfaces exondées a été évaluée sur la base des modélisations réalisée par le bureau EPTEAU(2014) et est synthétisée dans le tableau ci-dessous (scénario d'une éclusée maximale avec débit plancher minimal). Ces valeurs sont des ordres de grandeur et concernent des secteurs « sensibles » à l'exondation.

Tronçons	T2 Châtelot- éclusées	T4 Refrain - éclusées	T6 La Goule - éclusées
Surface exondée lors d'une éclusée d'amplitude de 44 m ³ /s	> 35 %	25 à 30 %	25 à 30 %
Surface exondée lors d'une éclusée d'amplitude de 23 m ³ /s*	-	15 à 20 %	20 à 25 %
Surface exondée lors d'une éclusée d'amplitude de 18 m ³ /s*	-	-	15 à 20 %

Tableau 15 Indicateur P2 - Pourcentage des surfaces mise à sec. * Débit plancher considéré 4 m³/s. Classes d'évaluation selon aide à l'exécution : rouge = mauvais ; vert=bon.

Les limites de classes d'évaluation proposées dans l'aide à l'exécution et représentées dans le tableau ci-dessus sont considérées comme **inadaptées** au cas du Doubs. En effet, sur cette rivière, les secteurs exondés constituent des habitats privilégiés pour les espèces caractéristiques qui s'y développent, autant pour leur reproduction, leur grossissement que leur recherche de nourriture. On y trouve plusieurs espèces figurant sur liste rouge, des populations d'importance nationale et des espèces présentes en Suisse uniquement sur ce cours d'eau (apron, toxostome) et pour lesquelles on ignore encore quelles sont les limites d'abaissements artificiels du niveau de l'eau significativement impactantes (principalement en raison des effectifs très faibles de ces espèces).

En sus, la perte de plus d'un quart de surface mouillée ne peut raisonnablement pas être qualifiée de « bonne » lorsqu'elle touche un écosystème situé dans une réserve naturelle qui comprend plusieurs inventaires d'importances nationales et internationales au niveau du paysage et de la biodiversité aquatique (IFP, zone alluviale, site Natura 2000, site Emeraude, etc.) et que les recommandations du conseil de l'Europe¹ demandent spécifiquement :

- « L'élimination des effets néfastes des centrales hydroélectriques sur l'habitat des poissons ».
- « L'amélioration de la qualité écologique du site Emeraude CH02 – et du site Natura 2000 FR4301298 - en faveur de l'apron et des autres espèces protégées pour lesquelles ces sites ont été classés, en préservant et en restaurant, si nécessaire, les caractéristiques du Doubs ».

1 Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. Comité permanent. Recommandation n° 169 (2013) du Comité permanent, adoptée le 6 décembre 2013, sur l'Apron du Rhône (Zingel asper) dans le Doubs (France) et dans le canton du Jura (Suisse)

Echouages piscicoles

S'agissant des échouages piscicoles (AQUARIUS, 2014), les données synthétisées dans le tableau ci-dessous montrent un état mauvais :

Tronçon	T2 Châtelot- éclusées	T4 Refrain - éclusées	T6 La Goule - éclusées
Linéaire total [m]	372	800	1042
Nombre observations	33	24	28
Nombre maximal de poissons échoués sur 100 mètres de rive lors d'une observation	53	68	74
Nombre totaux de poissons échoués	364	1056	266

Tableau 16 Synthèse des observations d'échouages piscicoles du 15 mai au 31 décembre 2013. Classes d'évaluation selon aide à l'exécution : rouge = mauvais.

- Concernant l'indicateur P3 : Les données détaillées récentes à disposition sont insuffisantes pour permettre une évaluation complète de l'impact des éclusées sur les frayères selon la méthode préconisées par l'indicateur.
- Concernant l'indicateur P4 : Cet indicateur est fortement influencé par les éclusées mais également par d'autres facteurs tels que le degré de colmatage du substrat ou la qualité de l'eau (développement algal, oxygène dissous, etc.). Les données des pêches quantitatives réalisées en 2011 ont été utilisées pour évaluer la densité d'estivaux de truites de rivières. Cette approche est considérée comme applicable dans la mesure où les alevinages n'étaient pas encore effectués et qu'aucune crue susceptible de perturber la reproduction des salmonidés ne s'était produite précédemment.

Tronçon	T2	T4	T6			
	Châtelot- éclusées	Refrain - éclusées	La Goule - éclusées			
Station	Graviers	Câble	Seignottes	Les Rosées	St- Ursanne	Ocourt
Densité des estivaux de truite de rivière en 2011 (n/ha)	< 250	1500– 2500	250-1000	< 250	< 250	< 250
	< 250	1500– 2500	< 250			

Tableau 17 Densité d'estivaux de truites de rivière évaluée d'après les pêches exhaustives réalisées. Classes d'évaluation selon aide à l'exécution : rouge = mauvais ; vert=bon.

- Concernant l'indicateur P5 : Cet indicateur n'est pas adapté au Doubs. En effet, Le calcul de la productivité théorique piscicole (rendement annuel à l'hectare) propose une échelle d'évaluation intégrant des cours d'eau alpins et utilise un facteur de bonification qui repose sur la biomasse d'invertébrés benthiques. Or comme développé au chapitre précédent, le Doubs fait partie des cours d'eau dont la productivité de macroinvertébrés benthique est naturellement significativement supérieure à la moyenne suisse ce qui a pour conséquent de surévaluer l'indicateur.

5.2.2.2 Recommandations

L'utilisation de la faune piscicole à des fins de suivi de l'impact des éclusées doit permettre à l'avenir :

- De compléter les modélisations sur de nouvelles stations, en particulier celles où subsistent encore des aprons et des toxostomes ;
- d'accentuer et affiner les efforts de recherche sur les frayères et l'efficacité de la reproduction, de même que les échouages piscicoles, en particulier sur la boucle jurassienne du Doubs ;
- de lier les données acquises par les modélisations avec les données d'observations d'échouages ainsi que les pêches électriques ;
- de développer et rechercher des méthodes de suivis adaptées à évaluer plus spécifiquement l'incidence des éclusées sur la faune piscicole ;
- d'affiner le potentiel piscicole des secteurs concernés ainsi que les classes d'atteinte.

5.2.2.3 Compléments de la littérature

Différents compartiments biologiques du cycle de vie des poissons sont impactés par les éclusées à savoir : Déplacements vers l'aval ou l'amont (impact des éclusées sur la vitesse, la température ainsi que les hauteurs d'eau qui sont les paramètres déterminants influençant les déplacements piscicoles) ; perturbation des habitudes et du cycle de vie (fluctuation quotidienne des paramètres hydrauliques entraînant une modification du comportement des poissons dans leur mode et période

d'alimentation, dans l'utilisation des caches et zones de refuge, dans le choix des sites de reproduction, etc.).

Des observations régulières d'assèchements de frayères liés aux abaissements artificiels de débits sont réalisées depuis de nombreuses années sur le Doubs franco-suisse. Dans le cadre des observations d'échouages piscicoles, Patrice Malavaux a notamment documenté ce phénomène en 2009 et en 2012 (cf. annexe 2). Comme plusieurs espèces sont touchées (dont certaines menacées) et que des incertitudes subsistent concernant l'atteinte potentielle sur l'apron et du toxostome, **l'atteinte est considérée comme grave.**

Il s'agit cependant d'observations ponctuelles non systématiques. La seule référence complète à ce sujet est celle de RIEGLER(1985) qui a dénombré sur la zone amont du Doubs franco-suisse des phénomènes d'exondation de frayères entraînant de fortes mortalités des œufs. Il a recensé en 1984 sur un linéaire de 1.6 km situé depuis l'usine de turbinage du Châtelot jusqu'au lieu-dit « les Gravieres », la proportion de frayères mise à sec en raison des variations artificielles de débit de l'usine précitée. Rappelons que le débit plancher à l'époque était significativement plus faible qu'aujourd'hui et difficilement comparable avec la période 2009-2012. Les résultats obtenus en 1984 sont les suivants :

Date	Frayères observées	Frayères à sec	Proportion de frayères à sec
06.12.84	80	26	32.5 %
12.12.84	133	32	24.0%
31.12.84	121	30	24.8%

Tableau 18 Dénombrement des frayères mises à sec lors de opérations de turbinage par éclusées du Chatelot (D'après RIEGLER, 1986). L'auteur de l'étude conclu que sur les 3 km à l'aval de l'usine du Torrent, au moins 25% des œufs pondus ont été perdus lors des observations.

BORDERELLE(2012) ainsi qu'AQUARIUS(2012) mettent en avant dans le cadre de pêches exhaustives réalisées en 2011 des structures de populations déséquilibrées avec globalement de très faibles proportions de jeunes stades d'ombres et de truites (0+ et 1+) ainsi que localement des densités très réduites de petites espèces, essentiellement loches et vairons. La perturbation du régime hydrologique (éclusées) ainsi que la présence d'un fort développement algal péjorant le substrat et les microhabitats riverains sont les principales causes avancées pour expliquer ces déficits. Relevons qu'aucune crue susceptible d'altérer la reproduction salmonicole n'est survenue entre 2009 et les pêches de 2011.

SIRUGUE & al. (EPTB Saône & Doubs, 2011), sur la base notamment des travaux de DEGIORGI(2008) mettent en évidence une réduction de 50% à 80% de l'intégrité des potentiels piscicoles, selon les stations du Doubs franco-suisse (écart quantitatif entre les peuplements potentiels et les peuplements). La confrontation des mesures récoltées en 2004 aux observations antérieures montre que depuis les années 1990, les capacités piscicoles fluctuent autour du même degré d'altération.

Les données plus anciennes font apparaître une déstructuration nette des peuplements depuis la fin des années 1960. Les biomasses se révèlent nettement déficitaires par rapport aux situations de référence observées dans des cours d'eau appartenant au même type écologique, comme la Loue, la haute vallée de l'Ain, l'Allaine ou la Birse. Les écarts par rapport aux références sont entre autre liés à la perte des capacités salmonicoles dans les secteurs soumis aux éclusées. DEGIORGI (op. cit.) précise que la disparition ou la forte régression des espèces les plus sensibles comme l'ombre ou l'apron est particulièrement significative et que ces espèces peuvent encore être observées en abondance optimale sur des secteurs de la Loue pourtant également affectées par une altération modérée de la qualité de l'eau mais ne subissant pas d'artificialisation importante du régime hydrologique.

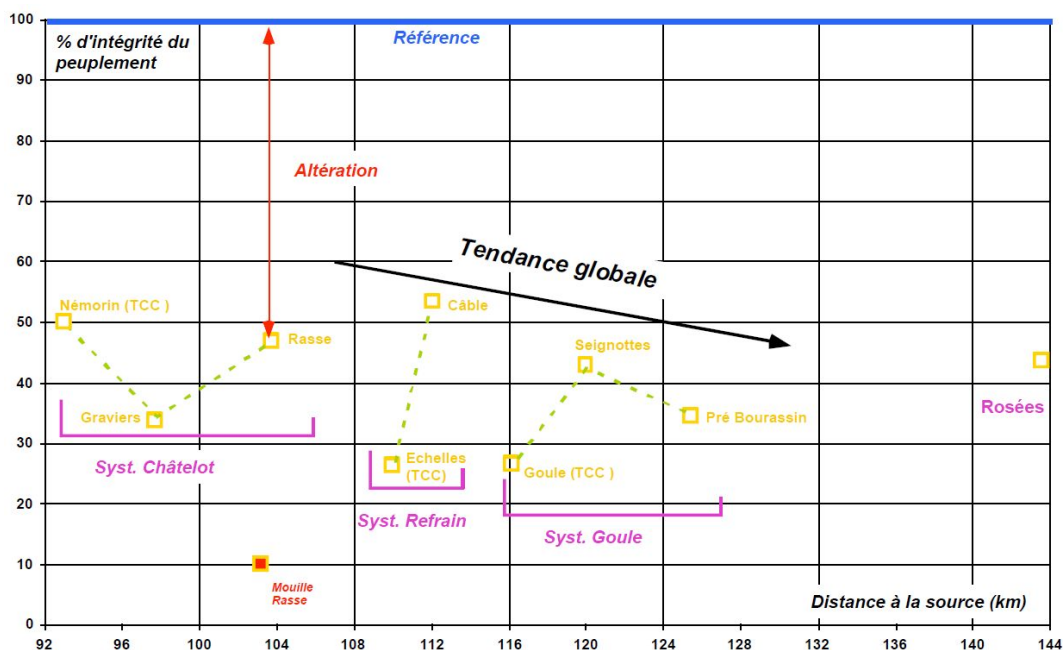


Figure 16 Comparaison de l'intégrité des peuplements piscicoles sur 10 stations jalonnant le Doubs frontière et l'amont de la Boucle Suisse.

EPTÉAU(2012), évalue les impacts des variations de débits sur la qualité de l'habitat piscicole par le biais de la méthode des « microhabitats ». Ils ont ainsi modélisé grâce au logiciel EVA, pour différents débits, la capacité d'accueil d'un cours d'eau pour divers stades de développement de différentes espèces de poissons. Leurs conclusions mettent en avant une sensibilité accrue des bancs d'alluvions et de bordures exondées à faible débit pour les poissons de petites tailles lors de variations de débits dues aux éclusées car il s'agit de biotopes offrant les valeurs d'habitats les meilleures lors de débits plus importants (10-15 m³/s) pour ces mêmes espèces.

Dans le cadre des suivis de l'apron sur la boucle jurassienne du Doubs, BONNAIRE(2012), AQUARIUS(2010) et BOISMARTEL (2009) relèvent que la diminution des effectifs provient de plusieurs facteurs, dont les éclusées, en référence notamment aux exigences de cette espèce mentionnées dans la littérature, notamment :

- Des variations artificielles de débit et de température durant la période sensible de reproduction de l'apron qui recherche des conditions précises d'écoulement et de température constitue un impact potentiel important sur le succès de la reproduction de cette espèce.

- Les hausses de débit pourraient également s'avérer néfastes sur les stades adultes, larvaires ou juvéniles. En effet, une augmentation de débit s'accompagnera d'une augmentation des vitesses pouvant être à l'origine de la dévalaison des individus et plus spécifiquement des alevins.
- Le blocage des matériaux grossiers et fins dans les retenues des barrages altère la dynamique fluviale et conduit sur certains secteurs à l'homogénéisation des habitats. Les retenues sont susceptibles de constituer des barrières physiques au déplacement des aprons et, dans certaines circonstances, au relargage de polluants fixés dans les sédiments.

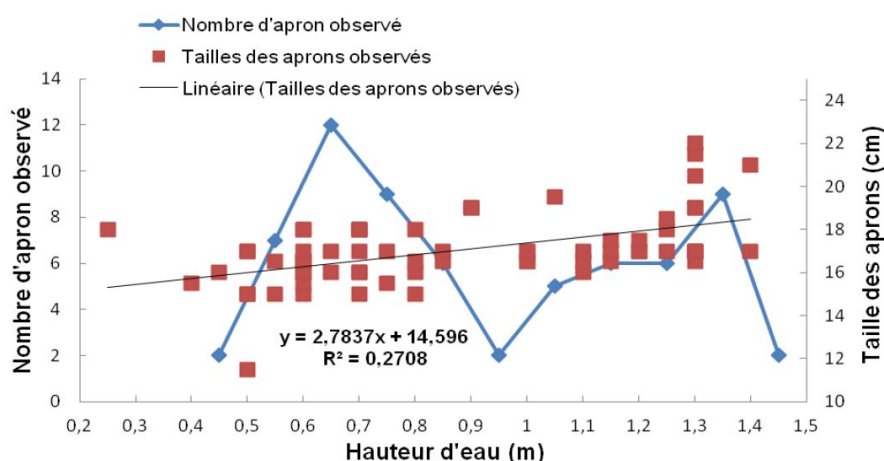


Figure 17 Observations d'aprons sur le Doubs jurassiens (BONNAIRE, 2012).

Les observations d'aprons s'effectuent sur le Doubs jurassien à des profondeurs globalement supérieures au préférendum de l'espèce mentionné dans la littérature (20 à 80 cm) (LABONNE, 2001 ; LABONNE & al., 2003).

CAVALLI & al. (2009) ont plus particulièrement mis en évidence que 80 % des aprons suivis dans leur étude sur la Durance ont été localisés dans les radiers avec un substrat à dominante de pierres avec profondeurs comprises entre 20 et 40 cm. Ce constat montre que les aprons du Doubs ont soit des préférences habitationnelles sensiblement différentes que les autres aprons du bassin du Rhône, soit que les secteurs de faible profondeur sont volontairement évités.

Selon Roche et al. (2010)* l'hypothèse principale pour expliquer la disparition (probable) de l'Apron sur la Drome est la dégradation du déroulement du cycle de l'espèce par les éclusées hydroélectriques, notamment au cours de phases sensibles que sont la reproduction et le développement des alevins, ces derniers étant peu mobiles et facilement sujets au piégeage-échouage en bordure lors de la baisse du débit.



Figure 18 Vue dorsale d'un apron du Doubs (Aquarius).

Dans le cadre du suivi du toxostome sur la boucle jurassienne du Doubs, AQUARIUS(2014) précise que les variations de température liées aux éclusées, particulièrement durant la phase de reproduction est un facteur pouvant contribuer à la raréfaction de l'espèce. MAIER & al. (1995) citent également l'influence négative des variations du niveau d'eau générées par les éclusées qui entraînent une perte considérable des œufs et des embryons de toxostomes, qui est également une espèce menacée d'extinction strictement protégée présente en suisse exclusivement dans la boucle jurassienne du Doubs. Bien que cette publication soit relativement ancienne, elle garde toute sa validité dans ce cas d'espèce.

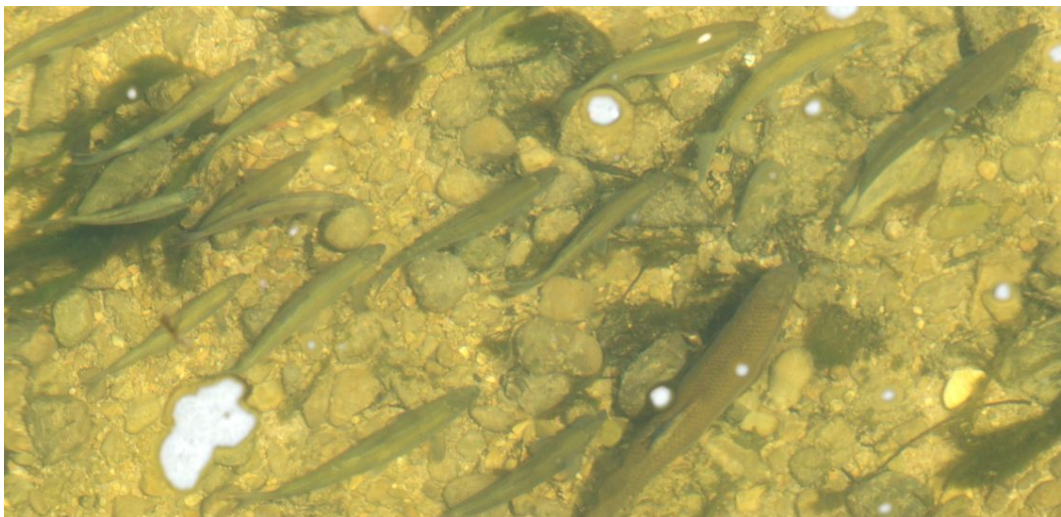


Figure 19 Cyprinidés photographiés à Ocourt : un nase nageant au milieu d'un banc de toxostomes (AQUARIUS).

5.2.3 Vue d'ensemble des atteintes

Indicateur, littérature	Année de l'étude	Appréciation de l'atteinte par tronçon			Spécifique aux éclusées	Degré d'atteinte global	Atteinte grave selon art. 41e, OEaux*
		T2 Châtelot-éclusées	T4 Refrain - éclusées	T6 La Goule - éclusées			
B2	2011	Bon à très bon	Très bon	Bon à très bon	Non	Selon référentiel	Indéterminable
B4	2011	Bon à très bon	-	-	Non	Selon référentiel	Indéterminable
Constats de P.Malavaux sur les échouages d'invertébrés aquatiques	2013	-	Echouages massifs d'invertébrés aquatiques	Echouages massifs d'invertébrés aquatiques	Oui	Ponctuellement important	Oui
Stucki, P. et al.	2012	Forte régression des espèces EPT	Forte régression des espèces EPT	-	Non	Selon référentiel	Indéterminable
Stucki, P. et al.	2012	Faible colonisation des zones de marnage impliquant diminution de la biomasse d'invertébrés	Faible colonisation des zones de marnage impliquant diminution de la biomasse d'invertébrés	-	Non	Selon référentiel	Indéterminable
Sirugue C. et al.	2011	Faible abondance des indicateurs des perturbations déstructurantes	Faible abondance des indicateurs des perturbations déstructurantes	Faible abondance des indicateurs des perturbations déstructurantes	Non	Selon référentiel	Indéterminable
P1	2011	Moyen	Bon	Moyen à bon	Non	Selon référentiel	Indéterminable
P2	2013, 2014	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Oui	Important	Oui
P4	2011	Mauvais	Bon	Médiocre à mauvais	Non	Moyen à important	Indéterminable
Constats de P.Malavaux sur l'assèchement de frayères	2009, 2012	-	-	Assèchements de frayères d'ombres et de truites	Oui	Ponctuellement important	Oui
Borderelle, AQUARIUS	2011, 2012	Structures populations piscicoles déséquilibrées	Structures populations piscicoles déséquilibrées	Structures populations piscicoles déséquilibrées	Non	Selon référentiel	Indéterminable
Sirugue C. et al.	2011	Réduction de 50% à 80% de l'intégrité des	Réduction de 50% à 80% de l'intégrité des	Réduction de 50% à 80% de l'intégrité des	Non	Selon référentiel	Indéterminable

		potentiels piscicoles	potentiels piscicoles	potentiels piscicoles			
Epteau	2012	Sensibilité accrue des bancs d'alluvions et de bordures exondées à faible débit pour les poissons de petites tailles lors de variations de débits dues aux éclusées	Sensibilité accrue des bancs d'alluvions et de bordures exondées à faible débit pour les poissons de petites tailles lors de variations de débits dues aux éclusées	Sensibilité accrue des bancs d'alluvions et de bordures exondées à faible débit pour les poissons de petites tailles lors de variations de débits dues aux éclusées	Oui	Potentiel	Insuffisant
Boismartel, AQUARIUS, Bonnaire	2009, 2010, 2012	-	-	Les éclusées provoquent des perturbations susceptibles de porter atteinte à l'apron	Non	Indéterminé	Indéterminable
Aquarius	2004	-	-	Les variations de températures provoquées par les éclusées peuvent potentiellement affecter les toxostomes	Non	Indéterminé	Indéterminable

Tableau 19 Synthèse des indicateurs et de la littérature sur l'impact des éclusées.

Légende de la colonne « Atteinte grave selon art. 41e, OEaux » : Insuffisant signifie que l'évaluation ne suffit pas à qualifier l'atteinte de grave. Indéterminable signifie que l'évaluation dépend du référentiel auquel on se réfère et que la notation de l'atteinte varie selon ce dernier. Oui signifie que l'atteinte est grave. Rappelons qu'un seul indicateur révélant un état mauvais est suffisant pour qualifier l'atteinte de grave.

La synthèse ci-dessus montre que le Doubs subit des atteintes graves liées aux éclusées. Il convient par ailleurs de préciser que le degré d'atteinte sur les espèces piscicoles rares et uniques en Suisse (apron et toxostome) ainsi que sur des espèces d'invertébrés aquatiques menacées ou potentiellement disparues n'ont pas pu être démontrées qualitativement et quantitativement, faute de données suffisamment axées spécifiquement sur l'influence directe des éclusées sur ces taxons.

	Tronçons				
	T2 Châtelot- éclusées	T3 Refrain- TCC	T4 Refrain- éclusées	T5 Goule- TCC	T6 Goule-éclusées
B2	Bon à très bon	NDP*	Très bon	NDP*	Bon à très bon
B4	Bon à très bon	NDP*	-	NDP*	-
Échouage d'invertébrés aquatiques	NDP*	NDP*	Echouages massifs	NDP*	Echouages massifs
P1	Moyen	NDP*	Bon	NDP*	Moyen à bon
Échouage piscicole (P2)	Mauvais	NDP*	Mauvais	NDP*	Mauvais
Assèchement de frayères	NDP*	NDP*	NDP*	NDP*	Ponctuellement important
Reproduction de l'ichtyofaune (P4)	Mauvais	NDP*	Bon	NDP*	Médiocre à mauvais
Degré d'atteinte éclusée	Grave	Indéterminé (pas de données)	Grave	Indéterminé (pas de données)	Grave

Tableau 20 Résumé du degré d'atteinte à l'état initial (indicateurs issus des investigations de terrain) (*Non documenté sur la période 2009-2013)

5.3 Indicateurs basés sur la modélisation

5.3.1 Principe

La plupart des indicateurs de l'éclusée de l'aide à l'exécution ne peuvent pas servir directement au dimensionnement des mesures d'assainissement : il n'est par exemple pas possible de dimensionner un bassin en posant comme objectif d'augmenter de 2 classes le nombre de familles d'EPT !

Les paramètres de dimensionnement sont principalement le débit d'éclusée, le débit plancher, ainsi que la vitesse de diminution du débit. D'autres paramètres peuvent aussi entrer en ligne de compte, comme la fréquence ou la saisonnalité des éclusées.

- Une modélisation permet de transformer les paramètres de dimensionnement en variables physiques dans le cours d'eau.

- Les variables physiques ne permettent pas de calculer directement une valeur pour la plupart des indicateurs de l'aide à l'exécution. Il est toutefois possible de prévoir globalement leur évolution en fonction de l'évolution des variables physiques.
- Certains indicateurs présentent l'avantage d'être calculables à partir des variables physiques. Il s'agit des indicateurs D1 (débit minimal), P2 (échouage) et P3 (frayères), ainsi que de l'indicateur hydrologique HYDMOD-éclusées.

L'annexe 8 montre un schéma présentant les interactions existant entre les paramètres physiques et les indicateurs évaluant les atteintes des éclusées et du charriage.

Dans le cas du Doubs, l'approche théorique basée sur la modélisation du cours d'eau poursuit deux objectifs complémentaires :

- Prédire la gravité de l'atteinte dans le tronçon où des investigations de terrain n'ont pas été menées, c'est-à-dire dans le tronçon court-circuité de la Goule (T5).
- Prédire l'efficacité des diverses mesures d'assainissement (voir chapitre 0)

5.3.2 HYDMOD-éclusée

Cet indicateur permet de décrire l'état d'altération du régime hydrologique liée aux éclusées. L'indicateur HYDMOD de l'état initial est décrit dans le chapitre 5.1. L'évaluation de l'état initial se fait sur l'état contractuel 2009.

Classification de l'indicateur : selon HYDMOD

5.3.3 Surfaces mises à sec (P2.1)

L'évaluation de la surface mise à sec par une éclusée se base sur les résultats obtenus dans l'étude d'EPTEAU 2012. Cette étude est moins précise que celle menée en 2014 (également par EPTEAU) mais présente l'avantage que les tronçons étudiés sont plus long et plus représentatifs du cours d'eau en général.

Le graphique ci-dessous représente les courbes utilisées pour évaluer les surfaces mises à sec par l'éclusée initiale :

Surface mouillée en fonction du débit (selon EPTEAU 2012)

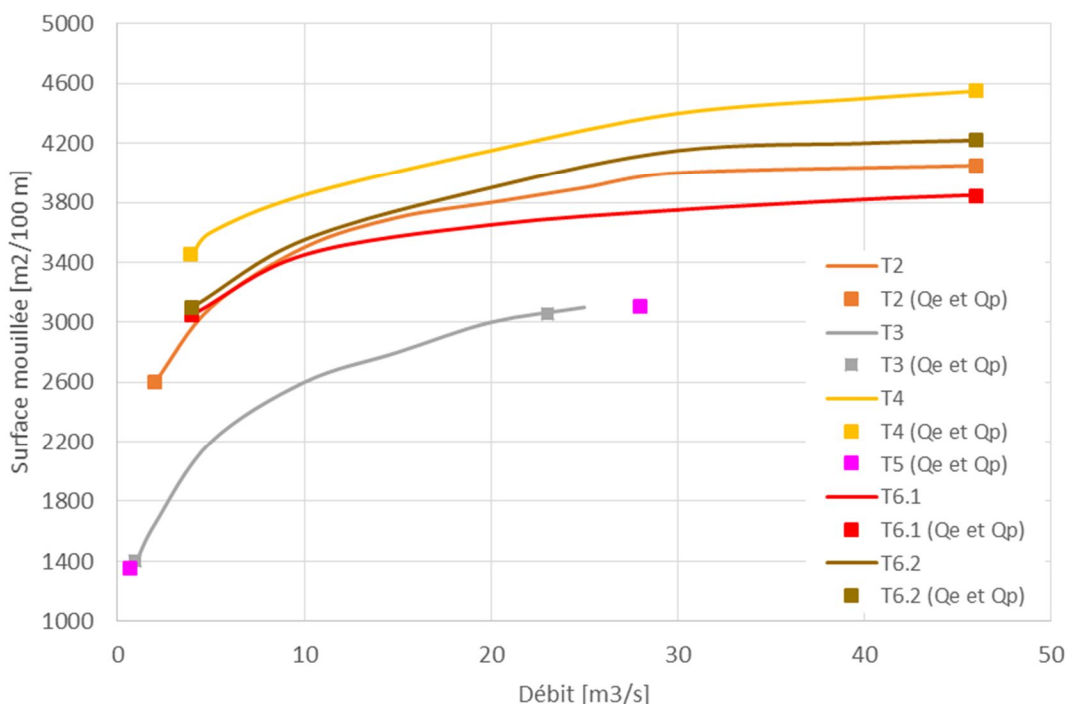


Figure 20 Courbes débit – surface mouillée (selon EPTEAU 2014)

On observe que les courbes débit-surface mouillée sont assez comparables dans les tronçons T2, T4 et T6. La courbe du tronçon T3 (Refrain-TCC) est par contre assez différente, ce qui s'explique par le fait que la morphologie du cours d'eau est différente dans les tronçons court-circuités, avec en particulier, une pente plus élevée (voir Figure 8). En l'absence de donnée sur le tronçon T5 (Goule-TCC), on fait l'hypothèse que la courbe débit-surface mouillée y est similaire à celle du tronçon 3. Pour l'évaluation du tronçon T6, on fait une moyenne entre les résultats de stations T6.1 et T6.2.

Classification de l'indicateur :

L'indicateur est évalué en modifiant légèrement les classes proposées dans l'aide à l'exécution :

	Excellent	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Surface mise à sec	< 10%	10% – 20%	20% – 30 %	30% - 40%	> 40%

Tableau 21 Classes d'évaluation de l'indicateur P2.1 (surface mise à sec)

Évaluation de l'état initial :

	T2	T3	T4	T5	T6.1	T6.2
Qe [m ³ /s]	46	23	46	28	46	46
Qp [m ³ /s]	2	0.9	3.9	0.7	4.00	4
Surface mouillée max [m ² /100 m]	4050	3060	4550	3100	3840	4222
Surface mouillée min [m ² /100 m]	2600	1400	3450	1350	3050	3100
Surface mise à sec [%]	36%	54%	24%	56%	21%	27%

Tableau 22 Évaluation de l'indicateur P2.1 pour l'état initial

5.3.4 Vitesse de descente (P2.2)

Le gradient de variation du niveau d'eau est un paramètre qui évolue très rapidement d'amont en aval le long d'un tronçon. Cet effet d'atténuation, visible en comparant les stations de mesures de débit, est assez facile à reproduire en utilisant un modèle hydraulique.

Pour l'étude du Doubs, un modèle hydraulique Routing-System a été mis en place. Ce modèle reproduit les différents éléments fonctionnels du système (tronçons de cours d'eau, retenues, déversoirs de barrage, turbinage). Il a ensuite été calé en utilisant les mesures de débit existant le long du Doubs.

Pour évaluer l'indicateur P2.2 à l'état initial, l'éclusee-type de l'état initial (voir chapitre 5.1.1) est injecté en amont du modèle en fixant comme condition initiale que les retenues du Refrain et de la Goule étaient pleines. La vitesse de descente considérée est la moyenne (amont-aval du tronçon) de la vitesse maximum de descente.

L'indicateur est évalué avec les classes de la nouvelle aide à l'exécution "Schwall-Sunk Massnahmen", actuellement en phase de consultation :

	Excellent	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Vitesse de descente [cm/min]	< 0.1	0.1 – 0.3	0.3 – 0.4	0.4 – 0.5	> 0.5

Tableau 23 Classes d'évaluation de l'indicateur P2.2 (vitesse de descente de l'éclusee)

Évaluation de l'état initial :

	T2	T3	T4	T5	T6
Vitesse de descente (P2.2)	1.83	0.32	0.46	0.19	0.24

Tableau 24 Évaluation de l'indicateur P2.2 pour l'état initial

5.3.5 Évaluation de l'état initial

Les trois indicateurs modélisables nous permettent d'évaluer le degré d'atteinte des différents tronçons à l'état initial :

	T2 Châtelot- éclusées	T3 Refrain- TCC	T4 Refrain- éclusées	T5 Goule- TCC	T6 Goule- éclusées
Hydmod	5	5	5	5	5
Surfaces mises à sec (P2.1)	36%	54%	24%	56%	25%
Vitesse de descente (P2.2)	1.83	0.32	0.46	0.19	0.24
Degré d'atteinte éclusee	Grave	Grave	Prononcée – grave	Grave	Prononcée - grave

Tableau 25 Résumé du degré d'atteinte à l'état initial (indicateurs modélisables)

5.4 Détermination du degré d'atteinte

Les résultats des approches "investigations" et "modélisation" montrent que l'atteinte provoquée par les éclusées peut être qualifiée de "grave" dans tous les tronçons étudiés.

- De par leur morphologie, les tronçons court-circuités sont plus sensibles au niveau des surfaces mises à sec.
- Au niveau du régime hydrologique et des indicateurs modélisables, les tronçons T4 et T6 semblent moins gravement touchés. Les observations d'échouage d'invertébrés aquatiques, l'échouage piscicole et les mises à sec de frayères montrent que l'atteinte doit malgré tout être considérée comme grave dans ces tronçons.

5.5 Responsabilités et nécessité d'assainissement

La problématique du Doubs suisse et franco-suisse réside dans le fait que sur le système en cascade considéré, les trois installations fonctionnant par éclusées (Châtelot, Refrain, Goule) ne possèdent pas de capacités de stockage et de turbinage comparables. Il en résulte que l'installation de tête (le Châtelot), influence de manière prépondérante l'exploitation des installations situées en aval (AQUARIUS, 2012 ; BG, 2011 ; Courret D. & Larinier M., 2008) qui sont contraintes de reporter à l'aval les variations artificielles de niveau et les impacts environnementaux qui en résultent.

Le tableau ci-dessous liste quelques éléments concernant la responsabilité de chaque installation dans l'atteinte subie par le cours d'eau :

Tronçon	Qe [m ³ /s]	Qp [m ³ /s]	Degré d'atteinte	Aménagement responsable de l'atteinte	
				Responsabilité principale	Responsabilité secondaire
T2 Châtelot- éclusées	46	2	Grave	Châtelot	-
T3 Refrain- TCC	23	0.9	Grave	Châtelot	Le Refrain est responsable du faible débit plancher dans ce tronçon
T4 Refrain- éclusées	46	3.9	Grave	Châtelot	Le Refrain accentue certaines éclusées du Châtelot; il peut ponctuellement provoquer des atteintes graves lors de circonstances particulières (conditions hydrologiques spécifiques, tests, pannes, accidents).
T5 Goule-TCC	28	0.7	Grave	Châtelot	La Goule est responsable du faible débit plancher dans ce tronçon
T6 Goule- éclusées	46	4	Grave	Châtelot	La Goule accentue certaines éclusées; elle peut ponctuellement provoquer des atteintes graves lors de circonstances particulières (conditions hydrologiques spécifiques, tests, pannes, accidents).

Tableau 26 Responsabilité des installations dans les atteintes

L'évaluation de la possibilité d'utiliser l'issue de secours pour éliminer les installations du Refrain et de la Goule de la planification (voir chapitre 3.3) montre par ailleurs que ces installations ont la capacité et la possibilité de produire de graves éclusées de manière indépendante.

Les éléments ci-dessus convergent pour aboutir à la conclusion que des mesures d'assainissement des éclusées doivent être mises en œuvre sur l'ensemble de la chaîne d'exploitation constituée par le Châtelot, le Refrain et la Goule. Bien que le Châtelot soit prioritairement concerné, les aménagements du Refrain et de la Goule doivent également être pris en compte dans le concept des mesures d'assainissement.

Aménagements hydroélectriques	Tronçons influencés	Décision d'assainissement
Châtelot	T2 à T6	À assainir
Refrain	T3 et T4	À assainir
Goule	T5 et T6	À assainir

Tableau 27 Décision d'assainissement

5.6 Potentiel écologique

5.6.1 Potentiel écologique selon la planification revitalisation des cours d'eau

L'art 33a OEaux mentionne que le potentiel écologique des eaux est déterminé notamment en fonction de l'importance écologique que les eaux pourraient revêtir après réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme, dans une mesure impliquant des coûts proportionnés. La classification sommaire de ce potentiel écologique en trois catégories (important, moyen, restreint) a été réalisée pour les cantons du Jura et de Neuchâtel par le Bureau Natura dans le cadre de la planification stratégique concernant la revitalisation des cours d'eau. Les rapports explicatifs y relatifs figurent à l'annexe 3.

Dans ce contexte, le calcul du bénéfice pour la nature et le paysage a été effectué sur la base d'une division du bassin du Doubs suisse et binational en 4 secteurs supposés homogènes et sur l'attribution à chacun de ces secteurs d'un potentiel écologique au travers d'une grille d'évaluation comprenant plusieurs critères répartis dans les domaines suivants : Inventaires et habitats ; faune ; morphologie et paysage ; potentiel d'évolution.

Les critères de cette grille ont ensuite été combinés afin de déterminer le potentiel écologique de chaque secteur. À l'intérieur d'un secteur, il est ensuite possible de corriger individuellement les tronçons qui s'écarteraient trop de cette moyenne.

Le potentiel écologique de chaque secteur a été évalué de façon manuelle sur la base des différents critères dont l'impact a été donné selon trois classes, "aucun (A)", "restreint (R)" et "conséquent (C)". Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

L'évaluation a été réalisée de façon qualitative en tenant compte de la proximité du réseau hydrographique. Par exemple, un impact plus conséquent a été donné lorsque le réseau hydrographique d'un secteur traverse une zone inscrite à un inventaire fédéral, par rapport à un cas similaire où l'inventaire fédéral est situé à distance du cours d'eau. Les critères n'ont pas été pondérés, chacun a le même poids dans l'analyse. La grille d'évaluation par secteur est illustrée dans le tableau ci-dessous.

	Inventaires d'importance nationale	Inventaires d'importance cantonale	Présence d'écrevisses à pattes blanches	Présence de poissons rares	Cours d'eau naturel ou ayant le potentiel	Objet de grande valeur pour le paysage	Importance générale comme élément de réseau	Charriage proche du naturel	Débit non influencé	Embouchures et confluences	Potentiel d'évolution hydromorphologique	Potentiel de colonisation faune menacée (écrevisses,
Poids	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Doubs : Les Brenets	C	C	A	C	C	C	A	R	A	R	A	-
Doubs : Les Bernets - Biaufond	C	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A	-
Doubs : Biaufond - Clairbief	C	C	A	C	C	C	A	R	A	R	A	C
Doubs : Clairbief - Brémoucourt	C	C	A	C	C	C	A	R	A	C	A	R

Tableau 28 Grille d'évaluation des critères par secteur (adapté d'après NATURA).

Le potentiel écologique est donné par le nombre total de "C" obtenu par le secteur:

- > De 0 à 1, potentiel écologique faible,
- > de 2 à 3, potentiel écologique moyen,
- > 4 et plus, potentiel écologique important.

On constate ainsi selon la démarche présentée ci-avant que tout le Doubs suisse et binational est classé dans la catégorie « potentiel écologique important ».

	T2 Châtelot-éclusées	T3 Refrain-TCC	T4 Refrain-éclusées	T5 Goule-TCC	T6 Goule-éclusées
Potentiel écologique	Important	Important	Important	Important	Important

Tableau 29 Potentiel écologique.

5.6.2 Potentiel écologique, référentiel biologique

La définition du potentiel écologique repose non seulement sur l'appréciation de la réparation de certaines atteintes anthropiques « prévisibles » et « chiffrable » telle que la restauration écomorphologique d'un cours d'eau corrigé par exemple mais prend aussi en considération le potentiel de développement des biocénoses aquatiques consécutif à l'amélioration de l'habitabilité de leur biotope. Ce potentiel est plus difficile à chiffrer et repose le plus souvent sur un référentiel bien connu, idéalement un tronçon du cours d'eau concerné à l'état naturel ou très peu atteint. Ce référentiel sert d'une part à mesurer la gravité des atteintes mais également à suivre l'efficacité des mesures mises en place ainsi qu'à formuler des objectifs de développement.

Dans le cas du Doubs, les tronçons de référence fiables et pertinents font défaut (cf. chapitre 2.4.3). Les autres référentiels suisses sont par ailleurs peu pertinents dans la mesure où aucun cours ne présente des biocénoses aquatique et en particulier une faune piscicole similaire. Les études réalisées par Jean Verneaux entre 1967 et 1972, et présentées en 1973 dans sa thèse « Cours d'eau de Franche-Comté – recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs – essai de biotypologie » peuvent constituer une référence ancienne. Il est toutefois incontestable que l'écosystème étudié par Monsieur Verneaux dans les années 70 ne correspond plus exactement à celui d'aujourd'hui (nouvelles espèces introduites, réchauffement climatique, apparition de nouvelles maladies, etc.). Certains auteurs mentionnent la Loue comme un cours d'eau aux caractéristiques et à la sensibilité très proches du Doubs et font régulièrement des correspondances ou des comparaisons entre ces rivières.

Aucun référentiel précis et largement admis n'existe pour l'heure pour le Doubs suisse et binational. Il conviendra néanmoins de réussir à en déterminer un qui soit accepté par tous les acteurs concernés. Ce référentiel doit être évolutif en fonction des changements environnementaux mis en évidence ainsi que des nouvelles connaissances acquises. Ce travail nécessitera une concertation importante des différents spécialistes, autorités et principaux acteurs de la conservation du Doubs.

6 REGLEMENT D'EAU 2014

6.1 Description

6.1.1 Essais de démodulation

En réunion de comité de pilotage du Doubs franco-suisse le 19 avril 2010, le Conseil Fédéral (par la voix de l'OFEV) et les acteurs du monde de la pêche du Doubs franco-suisse ont exprimés leurs attentes pour la tenue d'essais de «lâchures» d'une éclusée du Châtelot. Ces mêmes demandes ont été appuyées par les autorités concédantes (DREAL Franche-Comté et OFEN) le 1^{er} juin 2010.

En réponse, les exploitants des aménagements du Châtelot, du Refrain et de la Goule (SFMC, EDF et SEG) ont élaboré un protocole pour la conduite de deux premiers essais qui fut validé le 6 août 2010 par les administrations françaises et suisses. Ces essais ont été conduits respectivement le 27 août 2010 pour l'essai 1 et le 5 avril 2011 pour l'essai 2. Ces opérations ont fait l'objet d'un rapport d'essai validé en mai 2011.

Lors de la réunion de gouvernance du 16 avril 2012, les exploitants et les autorités concédantes ont convenu de mener un troisième essai (essai 2 bis), avec, pour objet, de tester un abaissement de la retenue du Refrain à une cote minimale de 608,70 m NGF associé à une «lâchure» d'une éclusée type du Châtelot. Les exploitants ont élaboré un cahier des charges de conduite de cet essai 2 bis qui a été proposé aux autorités françaises et suisses et validé le 22 juin 2012. Cet essai 2 bis a été conduit le 14 septembre 2012.

Le premier essai entrepris avait pour but de suivre le transfert d'une éclusée à pleine charge depuis l'usine du Châtelot jusqu'à l'aval de la Goule, en favorisant un déversement au barrage du Refrain et d'observer les variations d'hauteurs d'eau à l'aval.

Le deuxième essai avait pour objectif d'exploiter les possibilités d'abaisser la retenue de Biaufond à entonner une éclusée type du Châtelot, sans déversement au barrage du Refrain en exploitant le marnage total de la retenue (608,70 – 609,50 m NGF).

La validation de ces possibilités fut conduite par l'essai 2 bis en abaissant la retenue de Biaufond à la cote minimale de 608,70 m NGF, en appréciant les conséquences de cet abaissement en termes de dénoyage des zones de haut-fond en pleine retenue permettant de confirmer, par la suite, les capacités de démodulation de l'aménagement du Refrain.

Essai 1 (27 août 2010) :

Le transfert d'une éclusée du Châtelot à pleine charge, sans qu'intervienne une quelconque démodulation des autres aménagements à l'aval (favorisation du déversement) engendre une augmentation du niveau de l'eau du Doubs qui se fait ressentir jusque dans le Doubs jurassien de façon significative. Les mesures effectuées ont permis d'avancer les chiffres suivants :

- Près de 1 mètre d'augmentation du niveau de l'eau à la sortie de l'usine du Châtelot;
- 91 cm d'augmentation du niveau de l'eau à la sortie de Biaufond;
- 67 cm d'augmentation du niveau de l'eau à la Combe des Sarrasins;
- 40 cm d'augmentation du niveau de l'eau à Goumois et Ocourt.

Essais 2 (5 avril 2011) et 2 bis (14 septembre 2012) :

L'abaissement de la retenue de Biaufond à la cote minimale de 608,70 m NGF a permis de localiser les zones de haut-fonds, d'analyser la nature du substrat et d'observer les différents impacts écologiques dus à l'abaissement.

Il a été mis en évidence que la majorité des haut-fonds étaient écologiquement fonctionnels jusqu'à la cote minimale mais qu'il subsistait des zones localisées pouvant devenir problématiques en cas d'abaissements répétés. Ces zones pourraient, par contre, retrouver leur fonctionnalité par une gestion sédimentaire appropriée.

Enfin, ces essais ont permis de confirmer les capacités de démodulation de la retenue de Biaufond capable d'emmagasiner une éclusée type du Châtelot sans déversement au barrage du Refrain pour autant que les gammes de débits à la sortie du lac des Brenets se situent dans un maximum de 10-12 m³/s.

6.1.2 Règlement d'eau 2014

Le règlement d'eau 2014 (version 8 du 26.03.2015) se trouve en annexe 5 du rapport.

Le règlement d'eau est un document contractuel franco-suisse fixant les règles d'exploitation des trois installations hydroélectriques (Châtelot-Refrain-Goule) le long du Doubs. L'ancienne version de ce document datait de 1969. La nouvelle version (2014), en application depuis décembre 2014, est en cours d'évaluation et devrait définitivement entrer en vigueur à la fin de l'année 2015.

Ce document est relativement complexe et ne concerne pas uniquement la problématique des éclusées. L'art. 5 du RE2014 précise son objectif en ce qui concerne la gestion écologique des aménagements : *"La gestion des aménagements doit éviter tout le long de l'année par des gradients de baisse des débits turbinés et par le maintien d'un débit de base l'échouage/piégeage des espèces cibles suivantes : chabot, loche, vairon et alevins truites et ombres"*.

Dans ce but, les principales contraintes d'exploitation sont les suivantes :

- Le débit plancher à l'aval de la Goule est fixé à 5 m³/s (7 m³/s en période sensible)
- Le Châtelot est contraint de faire des éclusées démodulables lorsque le débit amont (Brenets) est inférieur à 10 m³/s.
- Le Refrain et la Goule doivent abaisser le niveau de leur retenue avant éclusée.
- Après une période de turbinage continu, la baisse du débit turbiné doit être très lente.

6.2 Évaluation détaillée du règlement d'eau 2014

6.2.1 Évaluation de l'état mesuré en 2014

La dérogation au règlement d'eau 1969 (qui permet l'exploitation selon le nouveau règlement d'eau) est formellement en vigueur depuis décembre 2014. Néanmoins, les exploitants nous ont informés que l'exploitation était déjà pratiquement conforme aux principes du règlement d'eau durant l'entier de l'année 2014. Nous considérons donc que l'entier de l'année 2014 est exploité avec le RE2014 et

utilisons les mesures de débit de cette année pour illustrer le fonctionnement actuel du règlement d'eau.

Par contre, l'année 2014 n'est pas utilisée pour vérifier si le RE2014 permet un assainissement suffisant des éclusées du Doubs. Pour cela, c'est l'état contractuel du Règlement d'eau 2014 qui est utilisé (voir chapitre Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

6.2.1.1 Fonctionnement du règlement d'eau

Les graphiques ci-dessous montrent les débits à la Rasse (amont Refrain), à Sarrasin (aval Refrain) ainsi que le niveau de la Retenue de Biaufond durant quelques semaines de l'année 2014. Ces courbes illustrent le fonctionnement de l'exploitation par démodulation.

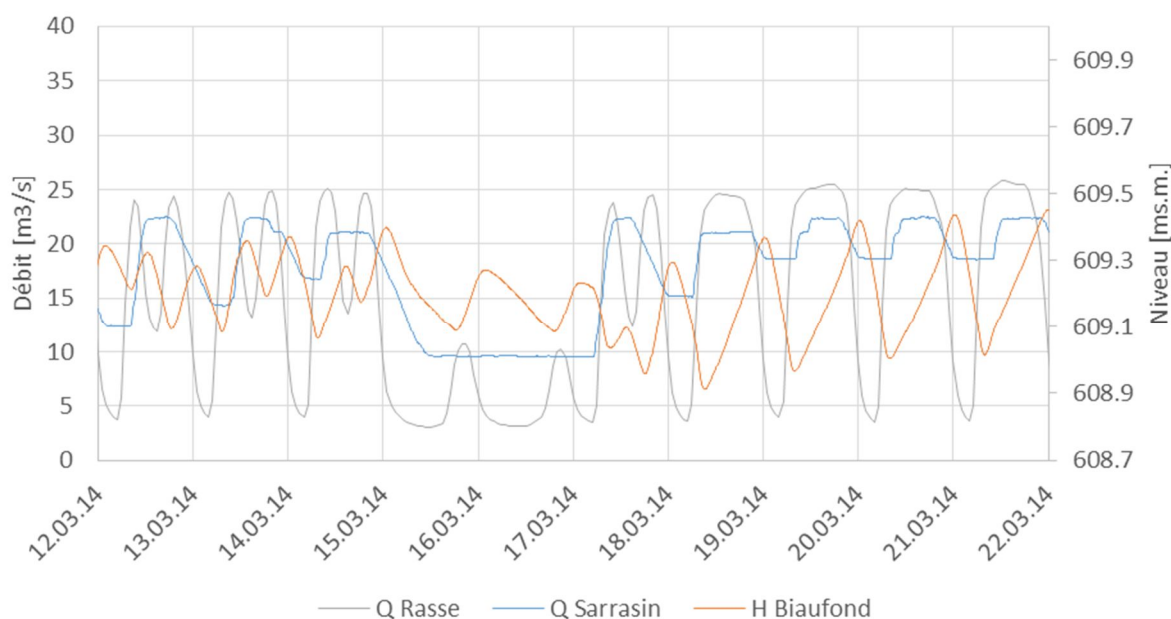


Figure 21 Illustration d'exploitation avec démodulation (mars 2014)

Sur ce graphique, on voit bien l'effet de la retenue de Biaufond, qui permet l'atténuation des éclusées à Sarrasin par rapport à la Rasse. De manière générale, on peut faire les observations suivantes :

- Certaines éclusées sont totalement démodulées par la retenue de Biaufond.
- Certaines éclusées sont atténuées par la retenue de Biaufond; la pointe de l'éclusee est peu laminée; c'est principalement le débit plancher qui est plus soutenu en aval qu'en amont.
- Durant toute l'année 2014, le débit plancher à la station de Sarrasin n'est pratiquement jamais descendu en dessous de 10 m³/s.
- Le débit plancher mesuré à la station de Sarrasin varie de manière sensible au cours de l'année; avec des périodes où il atteint 10, 15 ou même 20 m³/s. A la Rasse, le débit plancher est nettement plus faible mais plus régulier dans l'année.

Il est légitime de se demander si cette variabilité du débit plancher peut s'avérer problématique pour l'écosystème.

6.2.1.2 Déversements aux barrages du Refrain et de la Goule

On constate que la démodulation a principalement permis d'augmenter le débit plancher en aval du Refrain. Il est important de vérifier si l'application du nouveau règlement d'eau a également permis de réduire la fréquence des déversement au droit des barrages du Refrain et de la Goule. Si la fréquence de déversement est faible, on peut en effet considérer que les tronçons court-circuités ne sont plus soumis aux éclusées.

La méthode pour calculer la fréquence de déversement en 2014 est identique à celle décrite dans le chapitre 5.1.5 pour déterminer la fréquence de déversement à l'état mesuré en 2008.

Fréquence de déversement	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Refrain	37%	27%	27%	11%	33%	19%	17%
Goule	47%	33%	38%	21%	35%	29%	27%

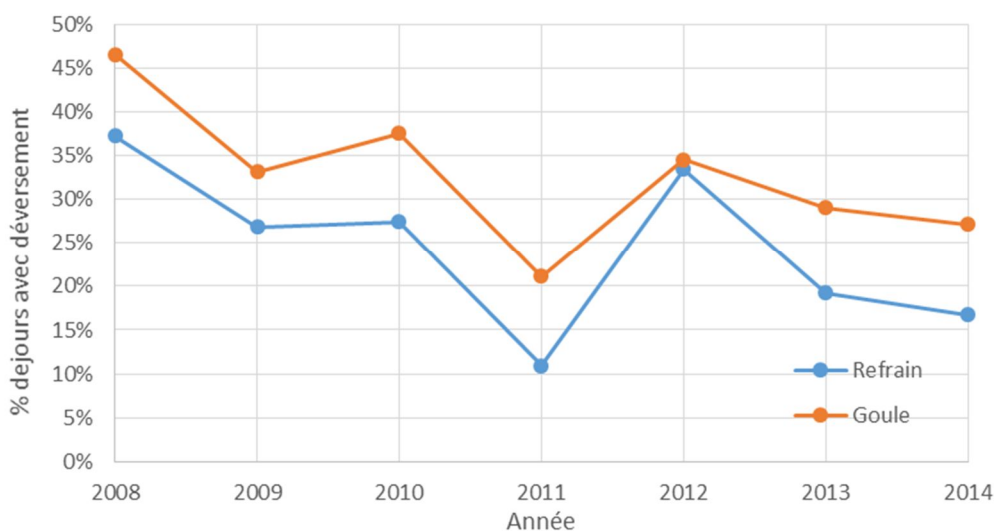


Figure 22 Évolution de la fréquence de déversement au Refrain et à la Goule entre 2008 et 2014

Entre 2008 et 2014, on constate une réduction de la fréquence des déversements aux barrages du Refrain et de la Goule.

L'amplitude moyenne de l'éclusee dans les tronçons court-circuités a également été réduite depuis 2008 :

Débit déversé moyen [m ³ /s]	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Refrain	23	18	22	21	23	15	15
Goule	20	17	19	13	19	12	11

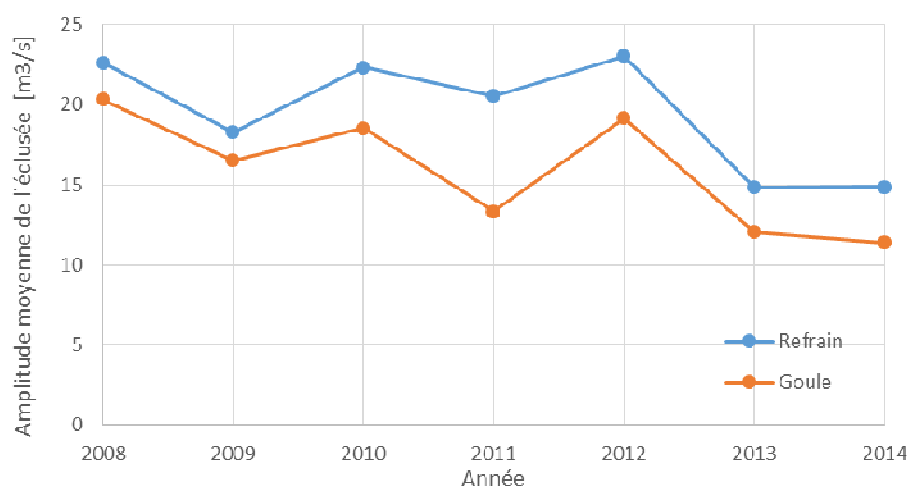


Figure 23 Évolution des débits moyens déversés au Refrain et à la Goule entre 2008 et 2014

- En 2014, le tronçon court-circuité du Refrain a subi des éclusées "par déversement" environ 1 jour par semaine (fréquence d'éclusee : 17%, débit d'éclusee moyen : 15 m³/s).
- En 2008, En 2008, le tronçon court-circuité de la Goule a subi des éclusées "par déversement" environ 2 jours par semaine (fréquence d'éclusee : 27%, débit d'éclusee moyen : 11 m³/s).

Il est difficile d'évaluer si une variation de débit de type "éclusee" se produisant 1 à 2 jours par semaine constitue encore une éclusée au sens de la loi. L'intensité de "l'éclusee" ressentie par le cours d'eau reste par contre largement supérieure à 1.5 (Q_e/Q_p de 5.6 dans le tronçon court-circuité du Refrain et de 8.8 à la Goule).

6.2.1.3 Indicateur HYDMOD-éclusées

N° tronçon		T2	T4	T6	T6	
Nom station de mesure		Rasse	Sarrasins	Goule	Ocourt	
Qe	Débit d'éclusee	m ³ /s	37.59	44.1	43.9	54.2
Qp	Débit plancher	m ³ /s	2.73	9.55	8.7	11.1
A	Amplitude	m ³ /s	20.9	13.4	14.5	14.1
Qe/Qp	Intensité		6.14	1.8	1.93	1.6
lh	Stress hydraulique		1.5	1.4	1.4	1.6
lp	Intensité de l'impulsion		4	1.2	1.3	1

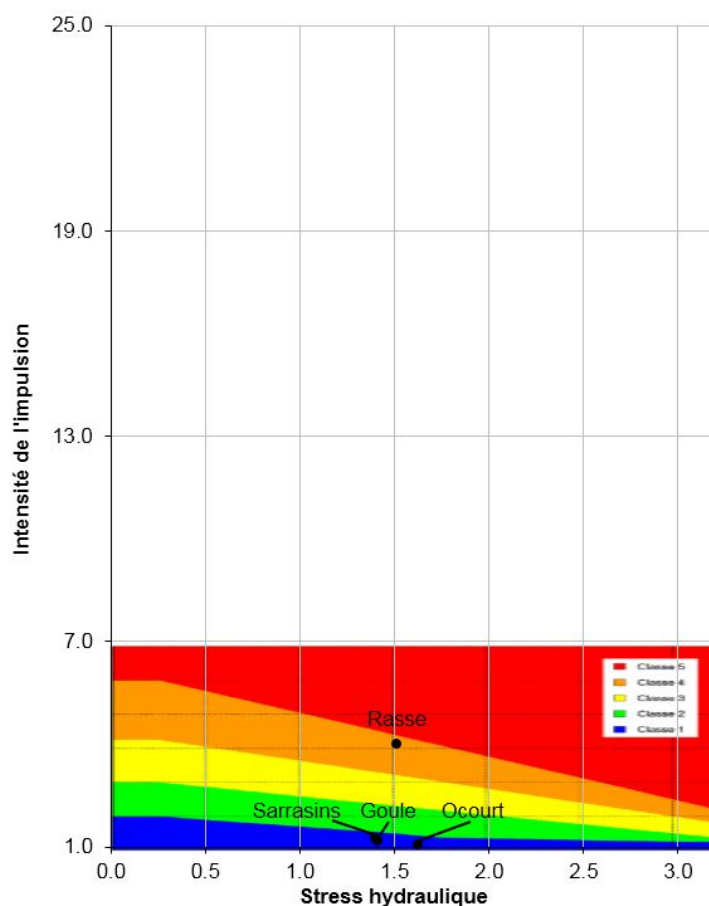


Figure 24 HYDMOD – Année 2014

Dans la pratique, l'application du règlement d'eau en 2014 a permis une amélioration significative des conditions hydrologiques en 2014 dans les tronçons T4 et T6. Cette amélioration est principalement due au débit plancher qui a été maintenu à un niveau très élevé dans ces tronçons. Ces conditions reflètent le mode d'exploitation pratiqué en 2014 mais n'a pas de base contraignante dans le RE2014.

6.2.1.4 Analyse fréquence – amplitude des éclusées

Les graphiques ci-dessous permettent de comparer pour chaque station de mesure de débit, les fréquences et amplitudes des éclusées en 2008 et 2014. Il permet de constater une amélioration significative sur toutes les stations. A la Rasse (en aval du Châtelot), la fréquence des petites éclusées a légèrement augmenté. Dans toutes les stations, on constate la persistance de quelques amplitudes journalières très élevées, de l'ordre de 60-70 m³/s.

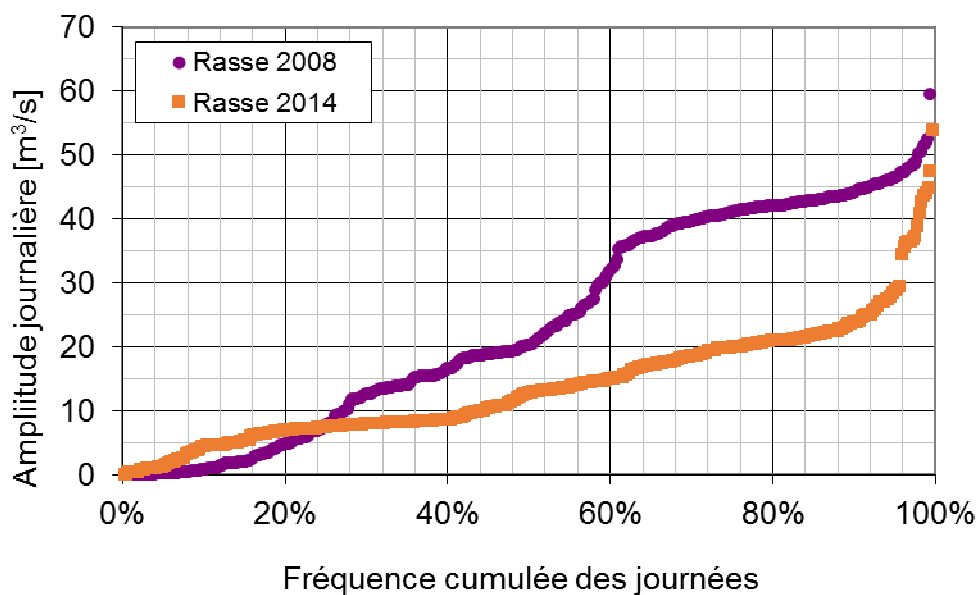


Figure 25 Fréquence-amplitude 2008 / 2014 à la Rasse

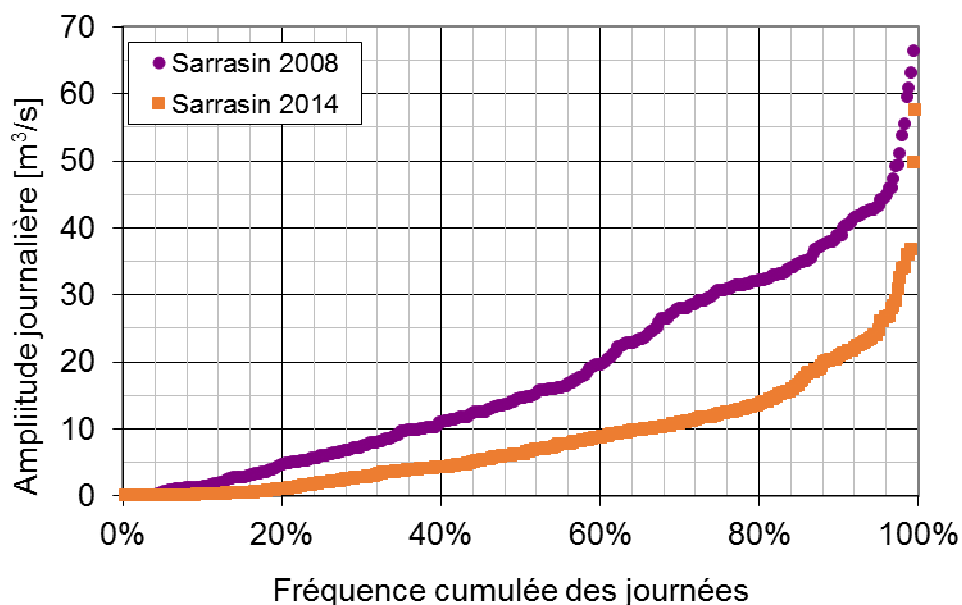


Figure 26 Fréquence-amplitude 2008 / 2014 à Sarrasin

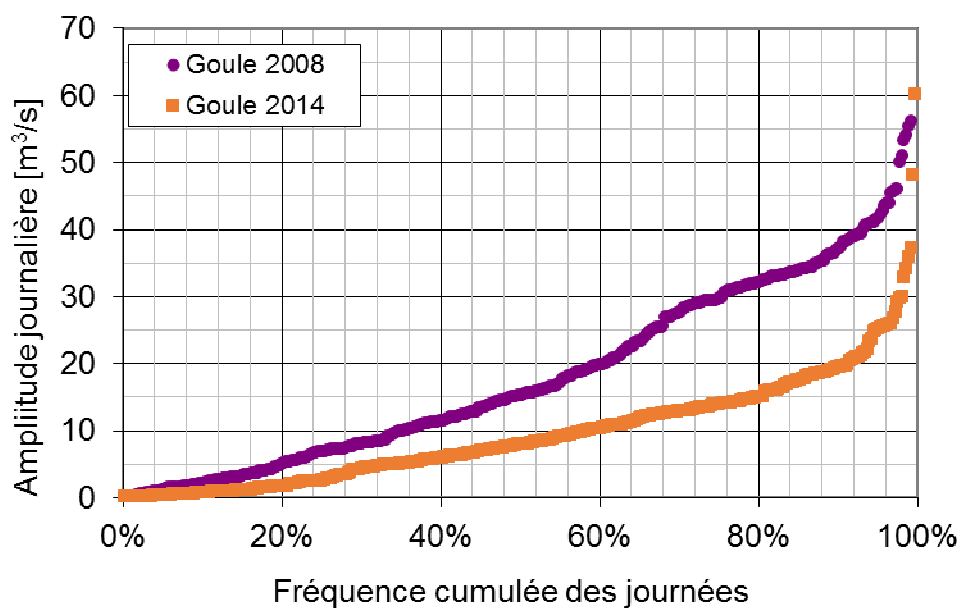


Figure 27 Fréquence-amplitude 2008 / 2014 à la Goule

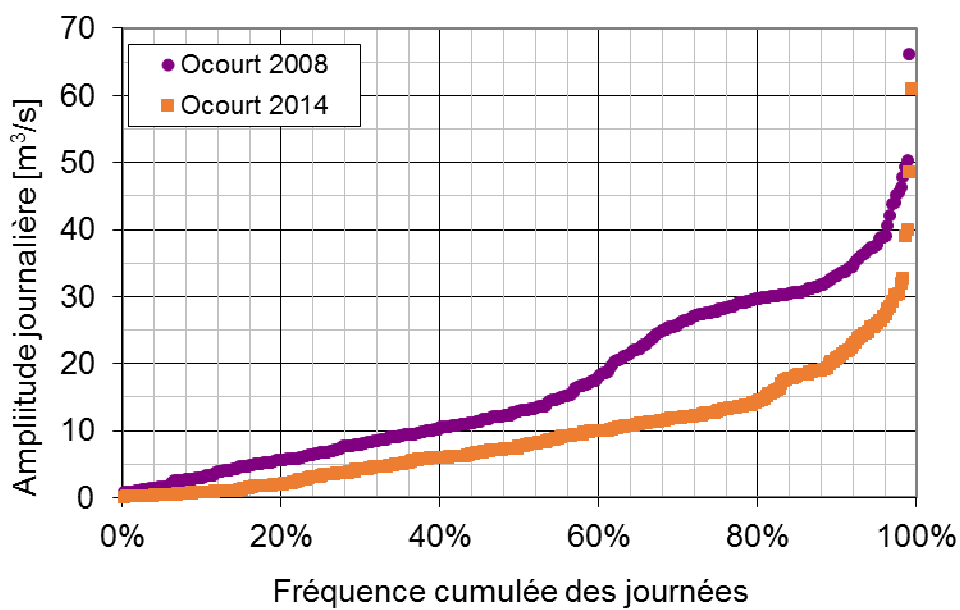


Figure 28 Fréquence-amplitude 2008 / 2014 à Ocourt

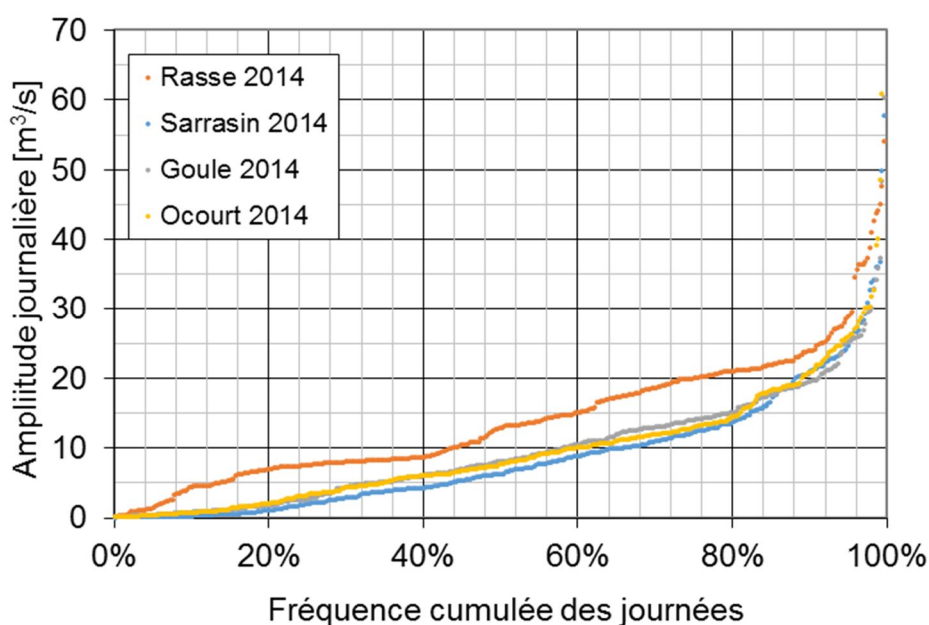


Figure 29 Fréquence-amplitude des 4 stations en 2014

La comparaison des 4 stations montre, comme en 2008, que le tronçon T2 (Rasse) est plus impacté que les tronçons en aval mais la différence est moins importante.

6.2.1.5 Mesures de température

Un réseau de 8 sondes de mesure de température (type data logger) a été posé entre février et avril 2015 en aval du Châtelot (TCC, aval usine), du Refrain (TCC, aval usine) et de la Goule (prise d'eau, TCC, aval usine). Des relevés sont prévus 2 fois par année.

6.2.1.6 Invertébrés aquatiques

Des données relatives aux invertébrés aquatiques ont été collectées au printemps 2015 sur plusieurs stations dans le cadre du monitoring de la qualité des eaux. Les prélèvements ont toutefois été effectués selon le protocole standard normalisé qui exclut les zones de marnage. Ces données ne sont pas encore disponibles.

6.2.1.7 Échouages janvier 2014 à mai 2015

Le suivi des échouages piscicoles initié en 2013 a été poursuivi en 2014 et a fait l'objet d'un rapport de synthèse². Des observations d'évènements importants ont également été effectuées début 2015³ (cf. annexe 11).

De ces nouvelles données 2014-2015, il est possible de dégager les constats principaux suivants :

- L'application du règlement d'eau semble montrer, pour certaines zones sensibles, une réduction des phénomènes d'échouages. Ceci reste toutefois à confirmer par des suivis complémentaires.

² Aquarius, (en préparation) : Suivi des mesures d'atténuation des éclusées sur le Doubs franco-suisse et jurassien. Période : Mai 2013 à décembre 2014. Rapport de documentation. Mandat de l'OFEV.

³ Bardet S. : 17.05.2015 : Doubs franco-suisse - Monitoring biologique. Constat de mortalité.

- Il subsiste entre 2014 et début 2015, des évènements qui provoquent d'importants échouages d'organismes aquatiques.
- Parmi ces évènements, certains, tels qu'arrêts programmés ou pannes, sont parfois également dommageables pour les organismes aquatiques que les éclusées.
- Les invertébrés aquatiques, dont certaines espèces menacées telles que *Torleya major* ou *Besdolus imhoffi*, sont parfois fortement touchés, en particulier lors des abaissements consécutifs à des périodes de hautes eaux ou de débits planchers élevés.
- S'il est évident qu'une forte réduction de débit dans un temps très court est susceptible de provoquer d'importants échouages, il n'est à l'heure actuelle pas possible de mettre en évidence de vitesses d'abaissement contrôlées dont on peut assurer qu'elles ne provoqueront pas ou peu d'échouages. En effet, on constate ponctuellement que des vitesses d'abaissement très faibles peuvent également provoquer d'importants échouages.
- La sensibilité des zones où se produisent régulièrement les échouages est essentiellement liée à leur topographie qui peut varier fortement d'un endroit à l'autre. Il en résulte que les plages de débit potentiellement problématiques (rapport débit plancher/débit éclusée) sont très étendues.
- La période de colonisation des zones de bordure qui précède un changement de régime hydrologique semble être un facteur important influençant l'ampleur des phénomènes d'échouages. En effet, Les biocénoses aquatiques sont parfois fortement touchées lors des abaissements qui surviennent après une période de colonisation prolongée (plusieurs jours avec débit plancher élevé ou décrue par exemple).
- D'autres facteurs que l'amplitude et la vitesse de descente des éclusées entrent probablement de manière déterminante dans les causes des mortalités observées (stabilité des débits, ensoleillement, cycle de développement des espèces, etc.). Le rôle que jouent ces derniers dans les processus d'échouage n'a toutefois pas encore pu être déterminé avec précision.
- L'application du règlement d'eau semble montrer, pour certaines zones sensibles, une réduction des phénomènes d'échouages. Ceci reste toutefois à confirmer par des suivis complémentaires.

6.2.2 Règlement d'eau 2014

6.2.2.1 Hydmod-éclusées

Comme pour l'état initial, l'indicateur HYDMOD-éclusee doit se calculer sur la base de l'état contractuel, c'est-à-dire en se basant sur les contraintes du règlement d'eau 2014.

N° tronçon		T2	T3	T4	T5	T6
Nom		Chatelot-éclusées	Refrain-TCC	Refrain-éclusées	Goule-TCC	Goule-éclusées
Qe	m ³ /s	46	23	46	28	46
Qp	m ³ /s	2	2.66	9.2	1.3	9.2
lh		1.9	0.7	1.5	0.9	1.5
lp		15	5.6	3.3	14	3.3

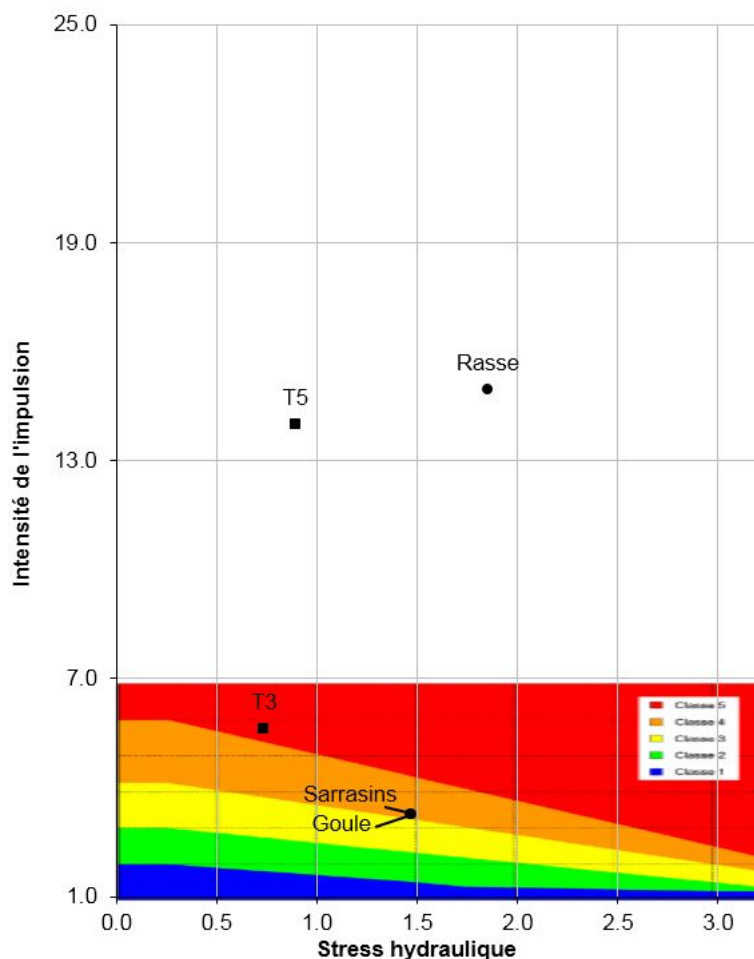


Figure 30 HYDMOD – RE2014

6.2.2.2 Indicateur D1 – débit minimal

Le tableau ci-dessous donne l'évaluation de l'indicateur D1 (débit minimal) du règlement d'eau 2014 :

N° tronçon		T2	T3	T4	T5	T6
Nom		Chatelot-éclusées	Refrain-TCC	Refrain-éclusées	Goule-TCC	Goule-éclusées
Q ₃₄₇	m ³ /s	2.5	3.7	3.7	4.3	4.3
Qres selon LEaux art. 31	m ³ /s	0.9	1.16	1.16	1.28	1.28
Qp RE2014 (D1)	m ³ /s	2.73	2.66	9.55	1.3	8.7

Tableau 30 Indicateur D1 du RE2014

Le règlement d'eau 2014 permet un assainissement de l'indicateur D1 dans les tronçons T3 et T5. (État initial : voir chapitre 5.1.6).

6.2.3 Appréciation globale de l'efficacité du règlement d'eau 2014

L'état 2014 et le RE2014 ont également été évalués sur la base des indicateurs modélisés, comme l'état initial (voir chapitre 5.3.5). Le résultat de l'ensemble des évaluations se trouve dans les tableaux ci-dessous :

État 2014 :

	T2 Châtelot-éclusées	T3 Refrain-TCC	T4 Refrain-éclusées	T5 Goule-TCC	T6 Goule-éclusées
Hydmod	4	3	1	4	1
Surfaces mises à sec (P2.1)	32%	36%	15%	44%	12%
Vitesse de descente (P2.2)	0.09	0.15	0.16	0.09	0.2
Échouages	Médiocre *	-	Mauvais	-	Mauvais
Degré d'atteinte éclusée	Grave	Prononcée **	Prononcée***	Grave **	Prononcée***

Tableau 31 Évaluation de l'atteinte liée aux éclusées durant l'année 2014

* cet indicateur est évalué comme "médiocre" en 2014 mais comme "mauvais" durant les premiers mois de 2015

**Il est difficile d'évaluer si la perturbation subie peut encore être assimilée à une éclusée (voir chapitre 6.2.1.2)

***Évaluée comme "prononcée" en raison des échouages persistants

Règlement d'eau 2014* :

	T2 Châtelot- éclusées	T3 Refrain- TCC	T4 Refrain- éclusées	T5 Goule- TCC	T6 Goule- éclusées
Hydmod	5	5	4	5	4
Surfaces mises à sec (P2.1)	36%	42%	16%	52%	12%
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17
Degré d'atteinte éclusée	Grave	Grave	Prononcée	Grave	Prononcée

Tableau 32 Évaluation de l'atteinte liée aux éclusées durant l'année 2014

* Cette évaluation est provisoire et devra être affinée sur la base des résultats du monitoring prévu durant les prochaines années. Le degré d'atteinte dans les tronçons T4 et T6 est qualifié de "prononcé" en raison de la problématique des échouages.

Les contraintes du règlement d'eau 2014 ne permettent pas d'assurer un assainissement suffisant du régime hydrologique des éclusées. L'indicateur HYDMOD reste rouge dans les tronçons T2, T3 et T5. Dans les tronçons T4 et T6, il passe du rouge (état initial) à l'orange.

6.2.4 Proposition de suivi et de méthodologie pour évaluer l'efficacité du règlement d'eau 2014

L'objectif du rapport final sur l'assainissement des éclusées est en particulier d'évaluer si la mise en œuvre du règlement d'eau est suffisante pour éliminer les atteintes graves. Pour ce faire, les indicateurs « physiques » pour lesquels on dispose de suffisamment d'informations sont employés. L'interprétation des résultats obtenus par ces indicateurs est en revanche problématique puisque les classes d'atteintes proposées n'ont pas été éprouvées pour le Doubs et ne sont pas forcément ajustées aux objectifs de conservation des inventaires fédéraux et cantonaux. Un exemple concret est par exemple le cas de l'écluse du 24.08.2014 présenté ci-après. On constate en effet une importante mortalité alors que selon le module d'aide de la Confédération, l'abaissement est qualifié de « très bon ». Un exemple complémentaire est présenté à l'annexe 11.

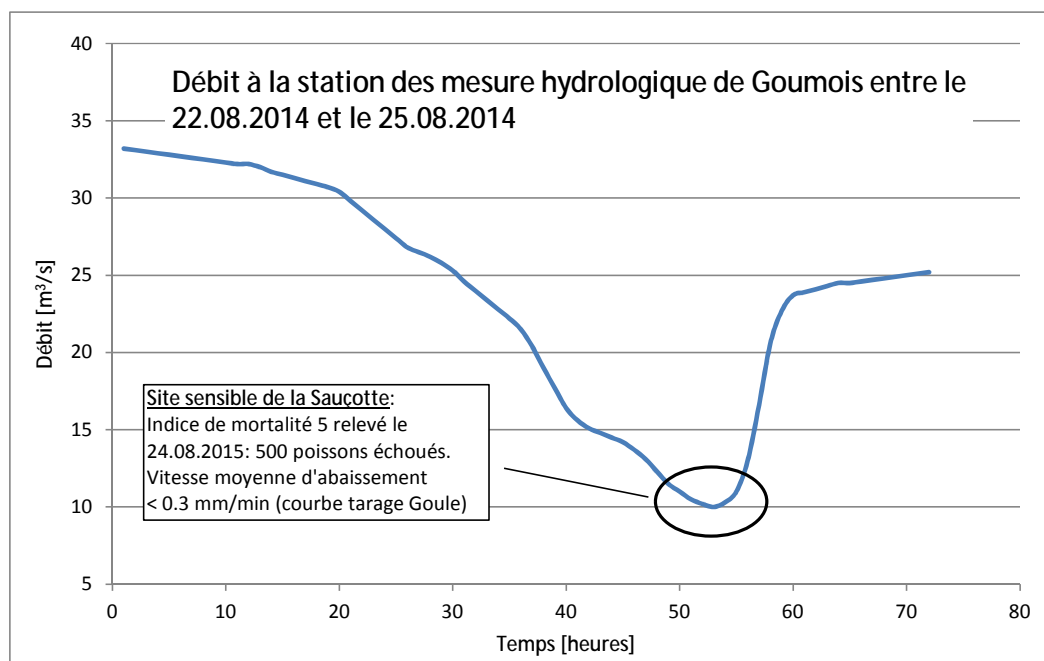


Figure 31 Constat important de mortalité sur un abaissement classé de « très bon » selon le module d'aide de la Confédération 2015.

L'évaluation et l'étude des indicateurs biologiques est par conséquent indispensable pour déterminer l'atteinte des éclusées (OEaux, art 41^e, let. b).

Les paramètres qui ont été pris en considération dans la proposition de monitoring biologique sont présentés ci-après.

6.2.4.1 Absence de tronçon témoin

Comme précisé au chapitre 2.5.3, il n'existe pas, sur le Doubs, de tronçon de référence fiable et représentatif non influencé par les éclusées. Cela signifie que ces tronçons non influencés ne peuvent actuellement pas être employés comme tronçon témoin du point de vue des biocénoses aquatiques car :

- À l'amont des Brenets : La typologie du Doubs ainsi que les biocénoses aquatiques qui s'y développent ne sont pas caractéristiques de celles rencontrées plus à l'aval sur le secteur influencé par les éclusées.
- Entre le lac des Brenets et la retenue de Moron : Ce tronçon de moins d'un kilomètre se situe entre deux grands bassins inaccessibles à la faune piscicole (montaison) et subit, de plus, une altération significative de la qualité de l'eau.
- Entre le barrage et l'usine du Châtelot : Ce secteur d'environ 4 km est soumis à un régime hydrologique artificiel caractérisé par un débit résiduel de 2 m³/s dépassé en moyenne environ 15 à 20 jours par année.

6.2.4.2 Contraintes particulières pour les indicateurs biologiques

Taille de la rivière

La taille et la profondeur moyennes du Doubs classent la rivière dans la catégorie des cours d'eau difficiles à échantillonner pour plusieurs indicateurs (poissons et invertébrés aquatiques en particulier). Certains monitorings tels que les pêches électriques et le suivi de l'apron par exemple ne sont possibles que sur certains sites où la profondeur est limitée et suffisamment faible pour permettre la prospection de toute la surface du lit mouillée. En outre, la plupart des évaluations quantitatives ne sont possibles que sectoriellement.

Hydrologie

L'hydrologie conditionne directement les possibilités de prospection et d'investigation dans le cours d'eau (relation avec la taille de la rivière).

Les périodes aux débits naturellement soutenus (p. ex. lors de la fonte printanière) ne permettent tout simplement pas de collecte de donnée par observations directes (p. ex. frayères) ou prospections dans le lit de la rivière. Certaines méthodes posent par ailleurs certaines conditions d'applicabilité, comme l'IBCH par exemple : Pour pouvoir échantillonner un grand cours d'eau, il faut qu'au minimum 1/3 de la surface du tronçon étudié soit accessible « à pied »⁴.

Les éclusées limitent quant à elle les tranches horaires où sont praticables les investigations, lesquelles doivent ainsi parfois être effectuées de nuit.

Sensibilité

La sensibilité des sites ainsi que de certaines espèces en très faibles effectifs imposent également de peser avec soin l'incidence de la mise en œuvre de certains monitorings en regard des résultats escomptés.

En effet, si certaines investigations ne sont possibles que lors de faibles débits, cela coïncide également souvent avec une période d'étiage potentiellement stressante pour les biocénoses aquatiques. Des investigations répétées sont par ailleurs susceptibles de constituer des impacts sur certaines espèces très rares et localisées.

⁴ Stucki P. 2010: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoobenthos – niveau R. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1026: 61 p.

6.2.4.3 Proposition de monitoring

Une proposition de monitoring est réalisée dans le tableau ci-dessous. Des champs complémentaires avec notamment une estimation financière des mesures sont présentés à l'annexe 10.

Paramètres /groupe	Indicateur	Description, principe	OFEV - module éclusées (2015)	Effort / nb de stations à analyser	Période	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Physiques	HYD-Mod	Intensité, fréquence des éclusées, etc.	-	6 tronçons comme pour état référence	-		x		x		x
	Températures	Suivi de la température de l'eau, relevés ponctuels 2 x par année.	Q1	6 stations (8 sondes)	Mesure en continu	x	x	x			
Poissons	Composition générale	Pêches quantitatives.*	F1	6 stations, identiques aux actuelles	Fin août à fin octobre	x			x		(x)
	Echouage	Suivi des poissons piégés et échoués lors d'évènements hydrologiques spécifiques (éclusées particulières, essais, arrêts, périodes sensibles, etc).*	(F2)	10 stations suivies annuellement en moyenne 5 fois	Lors d'évènement. susceptibles d'être impactants	x	x	x			
	Piégeage	Tests et investigations complémentaires sur la composition et les comportements piscicoles dans les zones de bordure (pêches ciblées comparatives, suivis vidéos, etc.).	-	3 stations	Juillet à octobre	x	x				
	Reproduction	Lorsque les conditions hydrologiques le permettent, suivi des frayères de truites et d'ombres de rivière, suivi des alevins d'ombre.	(F3)	5 stations	Novembre à mai	(x)	x	x	x	(x)	
	Espèces menacées	Suivi en plongée du comportement de l'apron lors d'éclusées.	-	2 stations (6 sorties)	Avril à octobre	x	x				
Macrozoobenthos	IBCH +	Prélèvement IBCH, 8 placettes lit mineur, 8 placettes complémentaires sur zone de marnage (position échantillonnage à définir au cas par cas), détermination et analyse séparée par substrat, avec évaluation de la biomasse, espèces EPT et zonation longitudinale.	B1, B2, B3, B4	6 stations	Mars à mai	x		x			x
	Drift MZB	Suivi d'une éclusée type, objectifs à déterminer.	D1	3 stations	Selon éclusées		x	x			

Tableau 33 Proposition de monitoring biologique – vue d'ensemble.

7 MESURES D'ASSAINISSEMENT

7.1 Généralités

Le règlement d'eau 2014 est une mesure d'assainissement des éclusées qui est actuellement en cours d'essai et qui a été évaluée en détail dans le chapitre précédent. Même si le recul n'est pas suffisant pour appréhender correctement toutes les conséquences de la mise en place de ce nouveau règlement d'eau, on peut tout de même évaluer qu'il ne permettra pas à lui seul un assainissement suffisant des éclusées dans le Doubs.

En conséquent, le présent chapitre détaille d'autres mesures complémentaires ou alternatives qui pourraient être mises en œuvre pour atteindre les objectifs d'assainissement.

Il paraît évident que le Châtelot est à traiter comme « pilier central » et que les mesures d'assainissement à entreprendre ne doivent pas être éparpillées entre les installations en les considérant comme indépendantes les unes des autres. Les trois installations hydroélectriques du Doubs binational et Suisse représentent en ce sens un seul système dont la base repose sur le Châtelot. Ce système requiert par conséquent des mesures d'assainissement et d'atténuation des impacts coordonnés.

7.2 Objectifs d'assainissement

L'annexe 4a, ch. 2, al. 1, let. D de l'OEaux demande à ce que le rapport de planification stratégique d'assainissement des éclusées comprenne des propositions de mesures envisageables, leurs évaluations et des indications sur la coordination nécessaire sur l'ensemble du bassin versant.

Il s'agit de proposer des mesures supportables pour les aménagements exploitant les eaux du Doubs mais dont les effets, en priorité, doivent conduire à une diminution voir élimination des impacts dus aux éclusées dans le cours d'eau.

Au vu des impacts identifiés, les mesures d'assainissement doivent prioritairement viser :

- Atténuation de l'amplitude des éclusées.
- Atténuation de la vitesse du changement de débit.
- Forte diminution des risques d'échouage et de piégeage piscicole et benthique.
- Forte diminution des risques d'exondation de frayères.
- Augmentation du débit plancher

Avec toutes les conséquences connexes positives sur différents paramètres tels que pics de MES, variation de température, etc.

7.3 Propositions de mesures d'assainissement

Une combinaison des différentes familles de mesures est ici proposée pour atténuer l'influence des éclusées sur le Doubs binational et suisse. Ces mesures ne considèrent pas les aménagements comme indépendants les uns des autres mais comme un système dont les mesures d'assainissement permettront une atténuation coordonnée des impacts dont l'origine principale provient des éclusées engendrées par le Châtelot.

La première mesure de la liste est le règlement d'eau, qui sera évalué de manière identique aux autres mesures dans un but de comparaison.

N°	Mesure
1	Règlement d'eau 2014
2	Installation d'une nouvelle turbine à l'usine électrique du Châtelot pour respecter la baisse de 1.5 m ³ /s en 2 h pour le dernier palier d'écluse du Châtelot (7 0 m ³ /s)
3	Construction d'une mini-centrale au lieu-dit "La Rasse" et stockage d'un volume d'environ 60'000 m ³ permettant de diminuer partiellement les impacts négatifs des éclusées du Châtelot.
4	Construction d'une galerie de dérivation des débits d'éclusées entre l'usine du Châtelot et la retenue de Biaufond. La galerie fonctionnera en écoulement gravitaire et fournira un volume de stockage supplémentaire d'environ 160'000 m ³ .
5	Construction d'une galerie dérivation des débits d'écluse court-circuitant la boucle du Clos-du-Doubs. Opportunité de construire un nouveau palier de turbinage
6	Augmentation du volume de stockage à Biaufond (augmentation du marnage et/ou curage des sédiments)
7	Augmentation du volume de stockage à la Goule (surélévation du barrage)
8a	Construction d'un bassin semi-enterré au Refrain pour assurer l'alimentation du bras rive-gauche en cas d'arrêt de l'usine.
8b	Réaménagement de la restitution du Refrain pour éviter l'exondation ponctuelle du bras en rive gauche
9	Augmentation du débit plancher dans le tronçon court-circuité de la Goule de 1.3 à 2.9 m ³ /s
10a	Augmentation du débit plancher en aval de l'usine du Châtelot de (3 ou 5 m ³ /s suivant les périodes)
10b	Construction d'un seuil vanné en aval du lac des Brenets et stockage de volumes de crue dans le lac pour soutenir les étiages à l'aval
11	Mesures morphologiques ponctuelles pour rendre localement le lit moins sensible aux phénomènes d'échouage et d'exondation des frayères.
12	Construction d'un bassin de stockage (caverne) à la restitution du Châtelot
13	Exploitation des aménagements "au fil de l'eau" (avec de faibles éclusées d'intensité inférieure à 1.5).

Tableau 34 Liste des mesures d'assainissement des éclusées du Doubs

Toutes les mesures proposées, à des degrés divers, nécessitent des études, analyses et/ou phases de tests et essais. Certaines de ces mesures sont susceptibles d'engendrer d'importants impacts connexes. Une coordination et concertation entre les différents partenaires, les autorités françaises et suisses, les différents organismes et des experts est indispensable. Les processus actuellement engagés pour l'atténuation des effets des éclusées dans le Doubs binational et suisse vont dans ce sens.

Relevons enfin que les mesures engagées doivent tenir compte et être développées en synergie avec les autres domaines de la planification stratégique concernant la renaturation des eaux.

L'annexe 6 contient des fiches décrivant plus précisément les mesures d'assainissement listée dans le tableau ci-dessus.

7.3.1 Modélisation des mesures

- À la demande des cantons du Jura et de Neuchâtel, la mesure n°5 a été abandonnée à ce stade de l'étude en raison de ses multiples impacts négatifs et de son incompatibilité avec le cadre légal actuel du Doubs. Cette mesure ne sera donc pas évaluée dans la suite de l'étude.
- La plupart des mesures d'assainissement évaluées sont pensées comme des mesures complémentaires au règlement d'eau. Elles n'ont donc pas été évaluée de manière indépendante mais en combinaison avec le règlement d'eau (mesure M1).
- La capacité de chaque mesure à réduire les éclusées dans le cours d'eau a partiellement été évaluée à l'aide du modèle Routing-System créé pour le projet (voir chapitre 5.3.4), en particulier en ce qui concerne la capacité de réduction des vitesses de descente. La capacité de chaque mesure constructive (en particulier les stockages) à réduire l'amplitude de l'éclusée dépend en grande partie de la manière donc est géré l'aménagement (règlement d'eau). La capacité d'assainissement (en termes d'intensité) par rapport au volume de stockage utile a été évaluée de manière plus théorique, détaillée dans l'annexe 12.

Qe/Qp	Volume utile [mio m ³]
1.5	~ 1
2	~ 0.6
5	~ 0.3
10	~ 0.13

Tableau 35 Degré d'assainissement (en terme de Qe/Qp en fonction du volume de démodulation disponible)

- On évalue qu'un volume utile d'environ 1 million de m³ permettrait d'assainir la majeure partie des éclusées du Doubs.
- Les mesures de stockage sont efficaces dans la mesure où elles sont liées à un règlement d'eau, qui fixe des contraintes d'exploitation pour la gestion du bassin.
- En 2014, le Châtelot a fonctionné avec le règlement d'eau 2014 et un volume de stockage d'environ 300'000 m³ à Biaufond pour la démodulation. Le rapport Qe/Qp (calculé avec HYDOMD) en aval du Refrain était proche de 5.

7.4 Méthodologie d'évaluation des mesures

Les variantes d'assainissement des éclusées ont été évaluées selon une grille de critères comprenant :

- L'efficacité
- Le coût
- Le degré de gravité de l'atteinte
- Le potentiel écologique
- La proportionnalité des coûts
- L'intérêt de la protection contre les crues
- La politique énergétique
- La faisabilité
- Les impacts
- L'acceptabilité
- La coordination entre domaines de l'assainissement



critères selon art. 43a, al. 2, LEaux

La grille d'évaluation des différents critères est détaillée dans l'**annexe 4**.

7.4.1 Efficacité

L'efficacité d'une mesure peut être définie selon deux axes : les pronostics de la performance et la portée de la mesure.

Les **pronostics de performance** se basent sur 3 sous-critères liés au degré de gravité de l'atteinte, qui sont définis pour chacun des 6 tronçons (T1 à T6) :

1. Hydmod éclusées : rapport entre l'intensité de l'impulsion de l'éclusee et le stress hydraulique.
2. Echouage P2.1 : Pourcentage de surface mise à sec par l'éclusee
3. Echouage P2.2 : Vitesse de descente

La méthode pour déterminer ces différents sous-critères est détaillée dans le **chapitre 5.3**.

La **portée** de la mesure vise à renseigner sur la zone d'influence de la mesure se développe en 2 sous-critères :

1. L'importance de chaque tronçon est définie en fonction de sa **longueur**. La note de chaque tronçon intervient dans la note finale pondérée par sa longueur relative.
2. L'importance de chaque tronçon est définie en fonction de son **potentiel écologique**. Dans le cas du Doubs, le potentiel écologique de chaque tronçon n'intervient pas dans la pondération finale car celui-ci est identique sur tout le linéaire du Doubs (voir **chapitre 5.6**)

La note pour chaque sous-critère de valorisation est obtenue de la manière suivante :

$$Note\ Hydmod = \sum_{1}^{6} Hydmod_{(Tx)} \times pondération_longueur_{(Tx)}$$

$$Note\ P2.1 = \sum_{1}^{6} P2.1_{(Tx)} \times pondération_longueur_{(Tx)}$$

$$Note\ P2.2 = \sum_{1}^{6} P2.2_{(Tx)} \times pondération_longueur_{(Tx)}$$

La note de l'efficacité de chaque mesure est obtenue en additionnant la note de chaque sous-critère. Elle est comprise entre 0 et 3.

L'annexe 7 présente les tableaux d'évaluation de l'efficacité des mesures d'assainissement.

7.4.2 Coût

Le coût des mesures d'assainissement est donné de manière approximative principalement dans un but de comparaison entre différentes variantes d'assainissement.

Pour les mesures constructives, l'estimation des coûts des mesures est basée sur :

- Les caractéristiques principales des ouvrages prévus :
 - Bassin de stockage
 - § Type de bassin : en surface ou souterrain
 - § Dimensions principales : le volume, la surface et la profondeur
 - Dérivation
 - § Type de canal : à ciel ouvert, sous route, sous le lit ou en galerie
 - § Dimensions principales : longueur et section
- Les contraintes locales identifiées : type de prise d'eau envisageable, implantation du bassin, tracé et profil en long de la dérivation, etc...
- Les coûts de référence issus de projet et réalisations menés par les bureaux du groupement, et les prix d'ordres présentés dans la littérature (p.ex. thèse Bieri).

Pour les mesures d'exploitation, l'estimation des coûts des mesures est basée sur :

- Prix de rachat de l'électricité (période de pointe) : 10 cts/kWh
- Prix de rachat de l'électricité (période creuse) : 5 cts/kWh
- Proportion d'énergie produite en pointe (turbinage éclusées sans démodulation) : 2/3
- Proportion d'énergie produite en pointe (turbinage "au fil de l'eau") : 1/3
- Calcul de la perte de production sur 40 ans

Pour le règlement d'eau 2014, le coût de la mesure nous a été fourni par le Groupe E, exploitant de l'aménagement du Châtelot.

7.4.3 Proportionnalité des coûts

La proportionnalité des coûts peut être évaluée, en comparant l'efficacité de la mesure avec son coût. La grille d'évaluation peut se présenter comme suit :

		Coût				
		Très bas < 2 MCHF	Bas 2-10 MCHF	Moyen 10-25 MCHF	Élevé 25-50 MCHF	Très élevé > 50 MCHF
Efficacité	Très élevée $P > 2.4$	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	Neutre
	Élevée $1.8 < P \leq 2.4$	Favorable	Favorable	Neutre	Neutre	Neutre
	Moyenne $1.2 < P \leq 1.8$	Neutre	Neutre	Neutre	Pas favorable	Pas favorable
	Basse $0.6 < P \leq 1.2$	Neutre	Pas favorable	Pas favorable	Pas favorable	Critique
	Très basse $0 < P \leq 0.6$	Pas favorable	Pas favorable	Critique	Critique	Critique

Figure 32 Tableau d'évaluation de la proportionnalité des coûts

Les classes de coût sont celles proposées dans le module "financement" de l'aide à l'exécution "renaturation des eaux"⁵.

7.4.4 Autres critères d'évaluation

Les autres critères, plus généraux permettent d'affiner la comparaison des variantes ou encore pour déterminer si un point est critique, à savoir :

- Adéquation de la mesure : vérification que la mesure répond adéquatement au besoin
- Faisabilité : intégration des critères de faisabilité au niveau fonciers, administratif, et technique
- Acceptabilité (synergie/opportunité) : identification de l'acceptabilité pour les différents acteurs et des synergies possibles
- Maîtrise des coûts : détaille les coûts d'investissement et d'entretien/exploitation

⁵ Assainissement des aménagements hydroélectriques – Financement, un module de l'aide à l'exécution "Renaturation des eaux, OFEV, version pour audition d'octobre 2013.

7.4.5 Évaluation environnementale des mesures

Les mesures proposées sont également susceptibles d'engendrer, en phase d'exploitation, des impacts sur l'environnement qui actuellement n'existent pas ou alors d'étendre les effets négatifs des ouvrages et mode d'exploitation actuels. Une appréciation générale sommaire est réalisée dans le tableau ci-après.

N°	Mesures	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Pondération	Somme A à I x pondération
		Prolongement vers l'amont de l'effet de retenue	Création d'un nouveau tronçon court-circuité	Gestion d'un nouveau bassin de stockage par marnage	Augmentation du marnage actuel	Atteinte potentielle sur les processus de transport solide (envasement, colmatage, charriage)	Entre potentiellement en conflit avec projet d'arasement	Atteinte sur le paysage (inventaire IFP, Emeraude)	Atteinte sur d'autres inventaires (batraciens, alluviale, réserve)	Atteinte potentielle sur poissons menacés d'extinction		
1	Règlement d'eau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	Installation d'une nouvelle turbine à l'usine électrique du Châtelot pour respecter la baisse de 1.5 m3/s en 2 h pour le dernier palier d'écluse du Châtelot (7 à 0 m3/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0
3	Construction d'une mini-centrale au lieu-dit "La Rasse" avec rehaussement du seuil pour un stockage d'un volume d'environ 60'000 m ³ permettant de diminuer partiellement les impacts négatifs des éclusées du Châtelot.	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1.5	7.5
4	Construction d'une galerie de dérivation des débits d'éclusées entre l'usine du Châtelot et la retenue de Biaufond. La galerie fonctionnerait en écoulement gravitaire et fournirait un volume de stockage supplémentaire pour démoduler les éclusées en aval.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2
5	Construction d'une galerie dérivation des débits d'écluse court-circuitant la boucle du Clos-du-Doubs. Opportunité de construire un nouveau palier de turbinage	0	1	0	0	1	0	1	1	1	2	10
6	Augmentation du volume de stockage à Biaufond (augmentation du marnage et/ou curage des sédiments et/ou révision du fonctionnement des vannes-toit)	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	5
7	Augmentation du volume de stockage à la Goule (surélévation du barrage)	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1.5	7.5
8a	Construction d'un bassin semi-enterré au Refrain pour assurer l'alimentation du bras rive-gauche en cas d'arrêt de l'usine.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1

8b	Variante 1: Déplacement de la restitution au centre du cours d'eau et mise à sec permanente du bras rive gauche.	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	3
8b	Variante 2: Installation d'un by-pass pour alimenter le bras en rive gauche lors de pannes et d'arrêts programmés en particulier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	Augmentation du débit résiduel à la Goule de 1.3 à 2.9 m ³ /s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10a	Augmentation du débit plancher au Châtelot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0
10b	Stockage de volume de crue dans le lac des Brenets pour soutenir les étiages à l'aval (augmentation du débit plancher en aval de l'usine du Châtelot)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2
11	Mesures morphologiques ponctuelles pour rendre localement le lit moins sensible aux phénomènes d'échouage et d'exondation des frayères.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2
12	Bassins de stockage souterrains (cavernes) pour démoduler toutes les éclusées du Châtelot.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
13	Turbinage « au fil de l'eau ».	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0

Pondération

1 Impact faible et localisé

1.5 Impact environnemental important mais localisé

1.5 Impact environnemental faible mais très étendu

2 Impact environnemental important et très étendu

Classes d'impact

0 Pas d'impacts significatifs

1 à 3 Impacts potentiellement acceptables si effet de la mesure sur les éclusées très efficace

4 à 6 Impacts importants difficilement conciliables avec les objectifs des inventaires cantonaux et fédéraux

>6 Impacts potentiellement autant, voir plus importants que les éclusées

Tableau 36 Vue de synthèse comparative de l'incidence environnementale des mesures d'atténuation des éclusées

7.5 Résultats

7.5.1 Comparaison de l'efficacité des mesures

L'annexe 7 montre les tableaux d'évaluation de l'efficacité des différentes mesures d'assainissement.

N°	Mesure	Efficacité (max : 3)
M1	Règlement d'eau 2014	0.9
M1 + M2	RE2014 + Nouvelle turbine à l'usine électrique du Châtelot	0.9
M1+ M3	RE2014 + mini-centrale au lieu-dit "La Rasse" et stockage	1.2
M4	Galerie de dérivation entre l'usine du Châtelot et Biaufond	1.2
M1 + M4	RE2014 + Galerie de dérivation entre l'usine du Châtelot et Biaufond	2.1
M1 + M6	RE2014 + Augmentation du volume de stockage à Biaufond	1.6
M1 + M7	RE2014 + Augmentation du volume de stockage à la Goule	1.2
M1 + M8a	RE2014 + bassin semi-enterré au Refrain pour l'alimentation du bras rive-gauche en cas d'arrêt de l'usine.	0.9
M1 + M8b	RE2014 + Déplacement de la restitution du Refrain dans le lit principal pour éviter l'exondation ponctuelle du bras en rive gauche	0.9
M1 + M9	RE2014 + Augmentation du débit plancher à la Goule de 1.3 à 2.9 m ³ /s	0.9
M1 + M10a	RE2014 + Augmentation du débit plancher au Châtelot de (3 ou 5 m ³ /s)	1.0
M1 + M10b	RE2014 + Construction d'un seuil vanné en aval du lac des Brenets et stockage de volumes de crue dans le lac pour soutenir les étiages à l'aval	1.3
M1+ M11	RE2014 + Mesures morphologiques ponctuelles	0.9
M1 + M12	RE2014 + Construction d'un bassin de stockage (caverne) à la restitution du Châtelot	2.6
M13	Exploitation au fil de l'eau	2.6
	<i>Exploitation du nouveau règlement d'eau durant l'année 2014</i>	<i>2</i>

Tableau 37 Évaluation de l'efficacité

On constate les éléments suivants :

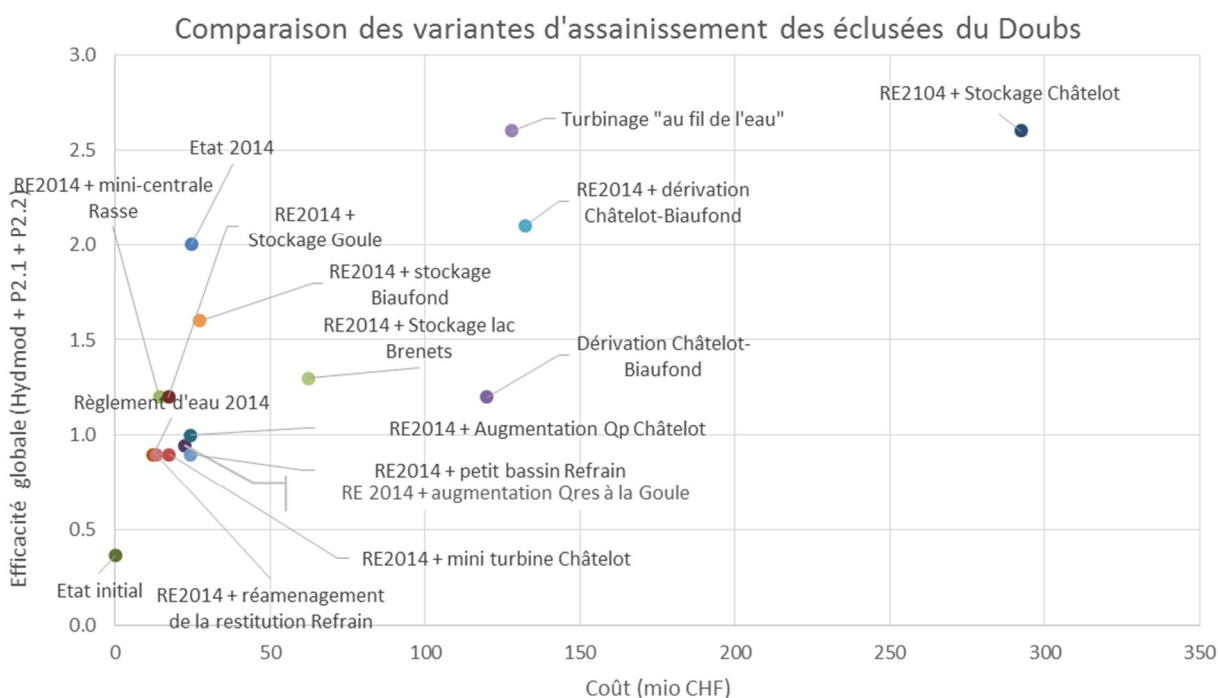
- Le règlement d'eau 2014 obtient une note d'efficacité de 0.9 sur un maximum de 3. Par contre, l'exploitation du nouveau règlement d'eau durant l'année 2014 donne, avec une note de 2 sur 3, une évaluation bien meilleure. Ceci montre que les installations ont été exploitées en 2014 de manière bien plus douce que ce que permet le règlement d'eau. Cela signifie que le règlement d'eau 2014 ne permet pas à lui seul d'assurer un même "niveau d'assainissement" que celui observé durant l'année 2014. En particulier, les débits planchers mesurés en 2014 en aval du Refrain ont été largement supérieurs au minimum imposé par le RE2014.

- Plusieurs mesures (M2, M8, M9, M10 et M11) obtiennent la même note d'efficacité que le règlement d'eau seul. Il s'agit de mesures ayant un effet principalement local, qui ne permettent pas une amélioration sensible de l'état global du Doubs. Cela ne signifie pas qu'il s'agit de mauvaises mesures mais qu'elles doivent être considérées comme des mesures complémentaires.

7.5.2 Résultats de l'évaluation multicritères

L'annexe 9 contient le résultat de l'évaluation multicritère, soit une fiche d'évaluation détaillée pour chaque mesure ainsi que des pages de synthèse.

Le graphique ci-dessous montre le rapport coût – efficacité de l'ensemble des mesures évaluées :



Pour faciliter l'analyse du graphique, les mesures complémentaires (définies au chapitre 7.5.1) et les mesures globales sont commentées de manière séparée.

7.5.2.1 Mesures complémentaires

Sur le graphique ci-dessous, les mesures complémentaires sont soulignées en jaune. Elles ont toutes un coût comparativement assez faible.

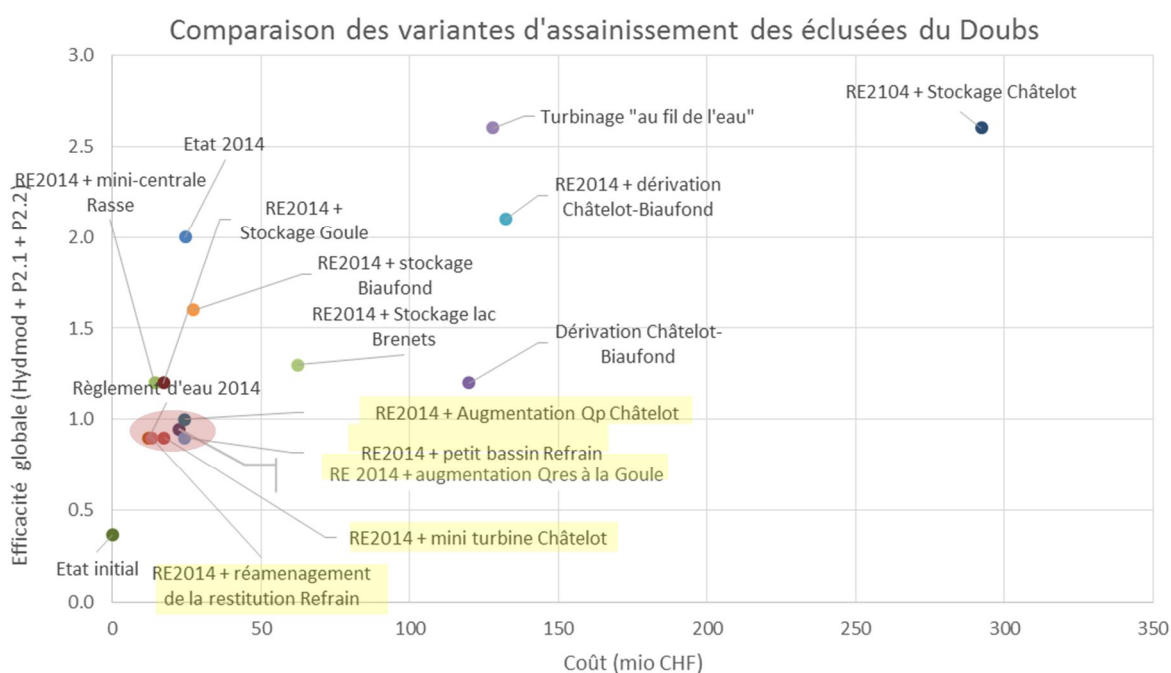


Figure 33 Graphique coût-efficacité - mesures complémentaires

Évaluation de l'intérêt des mesures complémentaires

- M10a : Augmentation du débit plancher au Châtelot

La mesure évaluée ici prévoit l'augmentation du débit plancher du Châtelot de 2 à 3 m³/s (hors période sensible) et 5 m³/s (durant la période sensible). Ces valeurs sont hydrologiquement comparables à la contrainte imposée par le RE2014 en aval de la Goule (5 m³/s hors période sensible et 7 m³/s en période sensible). Comme pour le débit plancher aval, ce débit pourrait être abaissé en période d'étiage sévère, mais de manière extrêmement progressive. L'augmentation du débit plancher est une contrainte d'exploitation forte pour le Châtelot, qui contraindrait les exploitants à turbiner au fil de l'eau durant certaines périodes sèches de l'année.

Le passage du débit plancher au Châtelot de 2 à 5 m³/s est trop faible pour amener un gain d'efficacité sensible en termes d'assainissement global des éclusées du Doubs. Par contre, de récentes études (EPTEAU 2014) semblent montrer que cette mesure apporterait une réelle plus-value environnementale dans le tronçon T2 - qui reste actuellement le plus gravement atteint - en conservant en eau plusieurs zones sensibles aux échouages d'organismes aquatiques. Suite aux importants échouages observés dans ce tronçon au printemps 2015, cette mesure présente un intérêt particulier. L'optimisation de cette mesure et son acceptabilité par les exploitants pourraient potentiellement être améliorées en affinant les connaissances sur les facteurs qui influencent la distribution des organismes aquatiques et en ciblant plus précisément les périodes sensibles.

- **M8 : Petit bassin /réaménagement de la restitution au Refrain**

Ces deux mesures ont pour objectif de résoudre un problème local, qui est la mise à sec d'un bras secondaire du Doubs en cas d'arrêt planifié ou accidentel de l'usine du Refrain. Cette mesure possède un vrai intérêt local pour l'écosystème. Elle devrait être intégrée à la planification de l'assainissement des éclusées du Doubs au titre de mesure complémentaire.

- **M9 : Augmentation du débit résiduel à la Goule**

Cette mesure influence uniquement le tronçon court-circuité de la Goule, long d'environ 650 m. En relevant le débit plancher de 1.3 à 2.9 m³/s, l'amplitude de l'éclusee est légèrement réduite ce qui permet de limiter la surface mises à sec approximativement de 50% à 40%. Cet effet est trop faible et local pour influencer sur l'indicateur d'efficacité globale des mesures d'assainissement des éclusées du Doubs.

- **M2 : Mini-turbine au Châtelot**

Cette mesure a été jugé globalement peu efficace car elle est destinée à réduire le gradient de baisse du Châtelot en fin de crue et non à la fin des éclusées standards, qui sont les événements où les gradients de descente sont actuellement les plus critiques. Elle a donc été classée dans les mesures "complémentaires", ce qui n'enlève toutefois rien à son intérêt. Au vu du dernier épisode d'échouage survenus durant le mois de mai 2015 (voir annexe 11), cette mesure peut même être évaluée comme prioritaire pour éviter la survenance d'évènements rares mais particulièrement critiques et dommageables pour l'écosystème.

Pour augmenter l'efficacité globale de cette mesure, il faudrait prévoir dans le règlement une réduction des gradients de descente pour les petits débits (10 à 0 m³/s) également à la fin des éclusées quotidiennes. Il s'agit toutefois d'une mesure d'exploitation qui ne peut être imposée aux exploitants.

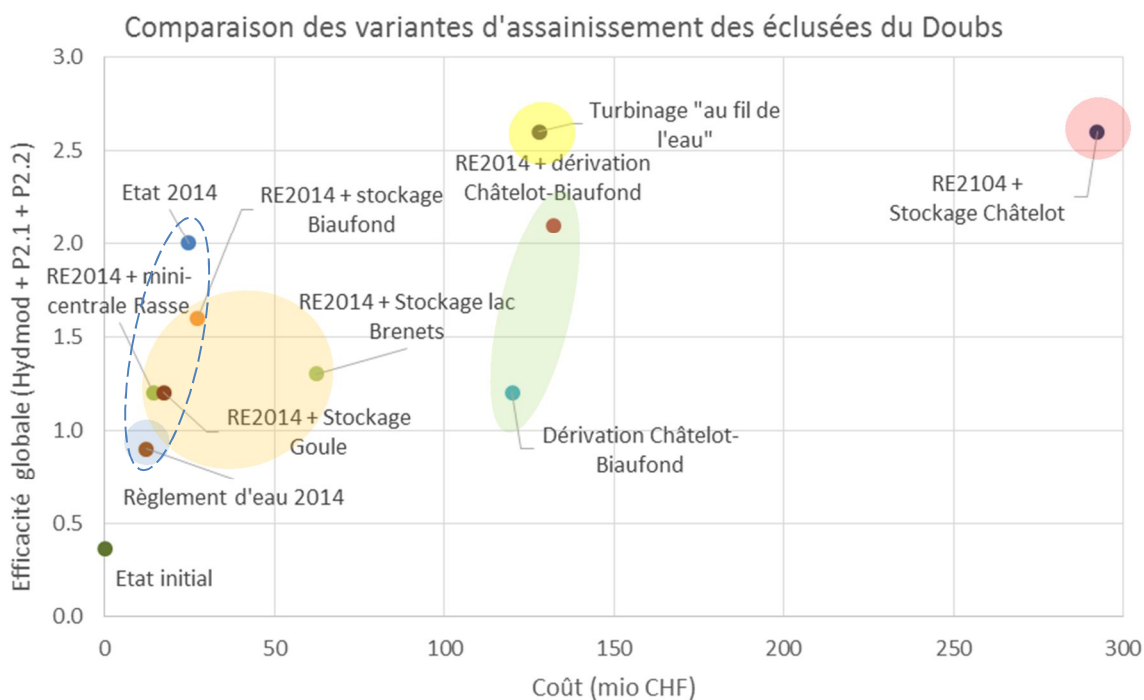
- **M11 : Mesures morphologiques ponctuelles**

Cette mesure typiquement locale possède un réel intérêt pour réduire les phénomènes d'échouage observés dans certains secteurs particulièrement sensibles, actuellement bien identifiés et régulièrement suivis. L'effort devrait être prioritairement concentré sur le tronçon T2 (Châtelot-éclusées), qui est actuellement le plus touché par cette problématique.

7.5.2.2 Mesures globales

Le graphique ci-dessous montre le rapport coût – efficacité de l'ensemble des mesures, hormis les mesures complémentaires, qui sont traitées au chapitre ci-avant. Les mesures sont regroupées dans cinq catégories différentes :

- Le règlement d'eau 2014
- Les mesures de stockage de surface
- Les mesures de dérivation
- La mesure de stockage en souterrain
- La mesure d'exploitation "au fil de l'eau"



7.5.2.3 Règlement d'eau 2014

Le règlement d'eau 2014 obtient une note d'efficacité limitée, ne permettant pas d'atteindre les objectifs d'assainissement des éclusées.

Par contre, l'exploitation du nouveau règlement d'eau durant l'année 2014 montre une efficacité largement supérieure car les installations ont été exploitées cette année-là de manière bien plus douce que ce que permet le règlement d'eau.

Ce constat laisse penser qu'il existe une possibilité d'optimisation du règlement d'eau pour en augmenter son efficacité. Cette optimisation ne pourra toutefois être envisagée qu'avec l'accord des exploitants et aura un coût, que nous avons évalué hypothétiquement au double du RE2014 actuel.

Un règlement d'eau optimisé tel qu'évoqué ci-avant permettrait vraisemblablement d'atteindre un niveau d'assainissement satisfaisant en aval du Refrain mais pas dans le tronçon directement en aval de l'usine du Châtelot (T2).

Cette mesure est à conserver pour la suite de la planification

7.5.2.4 Solutions de stockage en surface

Cette famille de mesure comprend les mesures suivantes :

- Augmentation du volume de stockage à la Goule
- Mini-centrale + stockage à la Rasse
- Augmentation du stockage à Biaufond
- Stockage de volumes de crue dans le lac des Brenets

Ces mesures de stockage de surface possèdent un bon rapport coût-efficacité mais engendrent des impacts sur le milieu importants, notés comme étant "critiques" dans l'évaluation multicritères.

Le stockage dans le lac des Brenets possède un impact nettement moins important mais son efficacité est également limitée, puisqu'il ne permet pas de démoduler les éclusées mais uniquement de soutenir les étiages.

Ces mesures sont à écarter dans la suite de la planification en raison des impacts inacceptables sur l'écosystème du Doubs

7.5.2.5 Dérivation Châtelot-Refrain

La dérivation Châtelot-Biaufond présente un rapport coût-efficacité assez mauvais. Associée au RE2014, elle devient nettement plus intéressante. Son intérêt consiste principalement dans le fait qu'elle est complémentaire au RE2014, puisqu'elle assaini les éclusées dans le tronçon qui reste le plus touché, même avec la mise en application du nouveau règlement d'eau. Cette mesure est toutefois évaluée comme "critique" en raison de son impact sur le débit moyen du cours d'eau, vraisemblablement peu acceptable dans le contexte des objectifs de protection du Doubs. Cet impact très négatif n'est pas compensé par un autre avantage (protection contre les crues, augmentation de production d'énergie, ...). En conséquent, elle ne doit à notre avis pas être retenue pour la suite.

Cette mesure est à écarter dans la suite de la planification en raison des impacts inacceptables sur l'écosystème du Doubs

7.5.2.6 Stockage souterrain

La mesure de stockage souterrain est une mesure très onéreuse et complexe à réaliser mais qui permet d'atteindre un très bon niveau d'assainissement des éclusées du Doubs. À ce stade du projet, elle est maintenue dans la planification comme solution envisageable si les mesures réglementaires (associées à des mesures constructives complémentaires locales) ne sont pas à même d'assurer un niveau d'assainissement suffisant.

Cette mesure est à conserver pour la suite de la planification

7.5.2.1 Exploitation "au fil de l'eau"

Cette mesure reste la meilleure en termes d'efficacité d'assainissement des éclusées pour un coût très inférieure à la solution de stockage souterrain. L'évaluation financière reste toutefois très incertaine puisqu'elle dépend principalement de l'évolution du marché de l'électricité durant les 40 prochaines années. Comme toute mesure d'exploitation, elle ne peut être mise en œuvre qu'avec l'accord des exploitants. Avec cette mesure, les exploitants perdraient en grande partie leur flexibilité de production.

Cette mesure est à conserver pour la suite de la planification

7.7 Conclusions

Au terme de cette analyse, plusieurs mesures ont été écartées en raison de leurs impacts négatifs trop conséquents sur l'écosystème du Doubs. Il s'agit des mesures de stockage de surface ainsi que des mesures de dérivation du cours d'eau. D'autres mesures ont été classées dans les "mesures complémentaires", car leur intérêt est principalement local.

Les trois mesures qui possèdent les caractéristiques permettant de répondre durablement et globalement à la nécessité d'assainir les éclusées du Doubs sont les suivantes:

1. Le **règlement d'eau**, qui n'est pas suffisant en l'état, mais devrait encore pouvoir être optimisé et amélioré par des mesures complémentaires. Cette mesure possède les deux inconvénients suivants :
 - Son optimisation ne pourra se faire qu'avec l'accord des exploitants, car il s'agit d'une mesure d'exploitation.
 - Même après optimisation et avec la mise en œuvre de mesures complémentaires, il n'est pas certain qu'il soit suffisant pour atteindre un état écologique satisfaisant. En effet, des échouages ont été constatés même sur de petits événements d'éclusées, ce qui semble montrer que le Doubs est un milieu particulièrement sensible aux éclusées.
2. Le **stockage en caverne** est une solution lourde et onéreuse. C'est une solution à envisager s'il s'avère que l'optimisation du règlement d'eau amélioré par des mesures complémentaires s'avère n'être pas suffisante.
3. Le **turbinage "au fil de l'eau"** est certainement la meilleure solution pour l'écosystème du Doubs. Il s'agit néanmoins d'une contrainte très lourde pour les exploitants mais cette solution devra être mise en balance avec la solution de "stockage en caverne" s'il s'avère que la mise en œuvre du règlement d'eau optimisé et couplé aux mesures complémentaires n'est pas suffisante.

7.8 Réflexions complémentaires

7.8.1 Gestion des événements extraordinaires

Actuellement les impacts des trois aménagements du Doubs sur la faune piscicole sont provoqués par divers types d'évènements, qui peuvent être classés dans trois catégories différentes :

- Les éclusées
- La baisse de débit en fin de crue ou le week-end
- Les arrêts extraordinaires (panne ou arrêts programmés)

Ces dernières années, les arrêts extraordinaires ont provoqués à plusieurs reprises des dégâts parfois conséquents sur l'écosystème. Pourtant, le règlement d'eau ne prévoit aucune contrainte de procédure par rapport à ces arrêts programmés, si ce n'est le principe de "limiter les dommages environnementaux et la mortalité piscicole". Pour réduire les impacts des arrêts extraordinaires, deux pistes de réflexion devraient être menées :

- **Solution d'exploitation** : intégrer au règlement d'eau des contraintes pour les arrêts programmés (périodes autorisées, vitesse d'arrêt des turbines, ...)

- **Solution constructive** : construction d'un by-pass dans les usines permettant de maintenir un débit suffisant en aval durant l'arrêt des turbines.

Les arrêts extraordinaires ne sont pas des éclusées mais leur impact sur le milieu résulte indirectement de la gestion par éclusée. Cette problématique pourrait donc également être intégrée à l'assainissement des éclusées.

7.8.2 Piste d'amélioration du règlement d'eau 2014

Cette étude nous amène à proposer quelques pistes d'optimisation du règlement d'eau, qu'il serait à notre avis important d'étudier plus en détail :

- Réflexion sur la variation des débits planchers en aval du Refrain et de la Goule. Durant certaines périodes hivernales (frai), il serait peut-être préférable d'éviter de maintenir un débit plancher trop élevé pour éviter l'installation de frayère sur des surfaces qui seront ensuite mises à sec par les éclusées.
- Pour améliorer la situation en aval du Châtelot, tronçon qui reste le plus gravement atteint, il serait intéressant d'étudier la possibilité de réduire le gradient de descente pour les petits débits ($< 10 \text{ m}^3/\text{s}$) à la fin des crues mais également à la fin des éclusées (cette mesure implique la construction de la petite turbine au Châtelot).
- Intégrer des contraintes sur la gestion des arrêts programmés (période autorisée, vitesse d'arrêt des turbines, ...)
- Lors des phases d'émergence et de développement des alevins de salmonidés et dans des conditions hydrologiques précises tels qu'étiages en particuliers, une solution permettant d'éviter les échouages et piégeages piscicoles consisterait à interdire temporairement les éclusées au Châtelot au profit d'un turbinage au fils de l'eau.

7.9 Planification

7.9.1 Synthèse et délais

Le tableau ci-dessous synthétise les mesures retenues à ce stade de la planification de l'assainissement des éclusées du Doubs et les délais de planification prévus :

Installation	Mesure	Priorité	Délai de planification	Délai de réalisation	Coût estimatif	Coût total
Phase 1						
Châtelot + Refrain + Goule	Règlement d'eau 2014	1	-	- (en service)	12.3 mio CHF (sur 40 ans)	40 à 50 mio CHF
	Installation d'une mini-turbine au Châtelot	1	2016	2018	5.3 mio CHF	
	Réaménagement de la restitution du Refrain	1	2016	2018	1 - 10 mio CHF	
	Mesures morphologiques locales	1	2016	2020	1 - 5 mio CHF	
	Suivi du RE2014 (monitoring)	1	2015	2015 - 2020	1 mio CHF	
	Augmentation du débit plancher au Châtelot	2	2020	2022	7 mio CHF (sur 40 ans)	
	Adaptation du règlement d'eau	2	2020	2022	12 mio CHF (sur 40 ans)	
Phase 2 (si nécessaire)						
Châtelot + Refrain + Goule	Stockage souterrain	3	2020	2030	280 mio CHF	128 à 280 mio CHF
	Exploitation "au fil de l'eau"	3	2025	2030	128 mio CHF	

Tableau 38 Synthèse de la planification des mesures d'assainissement (mesures, priorité, délais et coût estimatif)

7.9.2 Coordinations

7.9.2.1 Coordination intercantonale

La présente étude a été mandatée par les deux cantons concernés par le Doubs, soit les cantons de Neuchâtel et du Jura. L'OFEV et l'OFEN ont également été associés au groupe de travail accompagnant l'élaboration de ce rapport final d'assainissement des éclusées du Doubs.

7.9.2.2 Information aux exploitants

Des contacts avec les exploitants ont été pris à plusieurs reprises au cours de l'élaboration de cette étude. Deux séances d'information ont été organisées aux mois de mars et de juin 2015 pour leur présenter l'avancée du projet.

7.9.2.3 Coordination internationale

Les autorités françaises ont été informées de la démarche de planification d'assainissement des cours d'eau entrepris dans le cadre légal suisse. Ils ont été intégrés à plusieurs séances de discussion, aux mois de février, mars et juin 2015.

7.9.2.4 Coordination inter-domaines

Le tableau ci-dessous rappelle les décisions d'assainissement des domaines "migration piscicole" et "charriage", pour les installations traités dans le présent rapport :

Installation	Migration piscicole		Charriage
	Montaison	Dévalaison	
Châtelot	Décision reportée	Décision reportée	-
Le Refrain	Décision reportée	Décision reportée	À assainir par mesure d'exploitation (gravier à l'aval)
La Goule	À assainir	À assainir	À assainir par mesure d'exploitation (gravier à l'aval)
(La Rasse)	À assainir	Pas d'obstacle	À assainir par mesure constructive (dérasement)

Tableau 39 Décision d'assainissement "migration piscicole" et "charriage"

Les synergies et conflits potentiels entre les différents domaines de l'assainissement ont été pris en compte dans l'évaluation multicritères des mesures d'assainissement.

7.9.2.5 Coordination revitalisation

La planification concernant la revitalisation des cours d'eau du canton de Neuchâtel n'intègre aucun tronçon situé sur le Doubs. Dans le Jura, on trouve un petit secteur dans la région de St-Ursanne (en bleu sur la carte ci-dessous) :

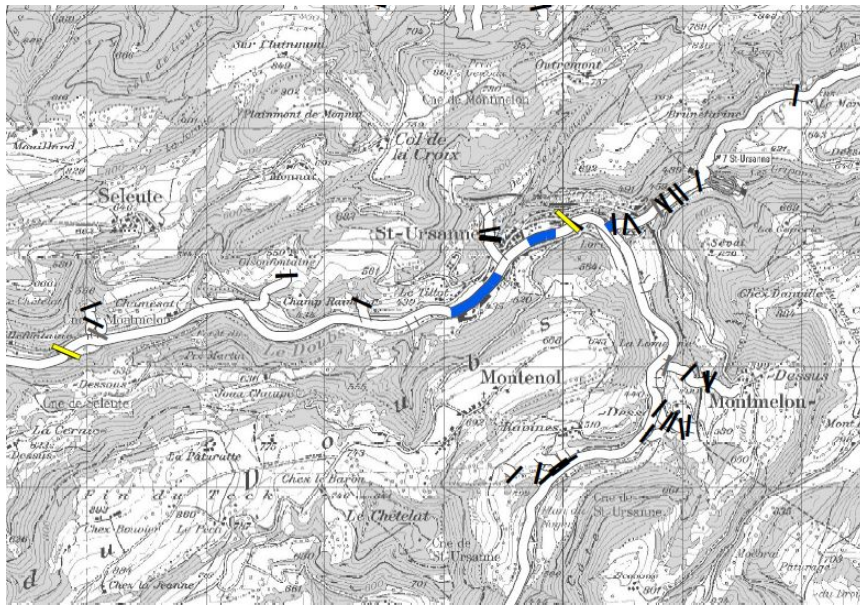


Figure 34 Tronçons du Doubs concernés par la planification "revitalisation"

7.9.2.6 Coordination protection contre les crues

Les impacts positifs ou négatifs des mesures d'assainissement sur la protection contre les crues ont été traités dans l'analyse multicritères de variantes d'assainissement.

8 SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

Sur le Doubs binational et suisse, trois aménagements (Le Châtelot, le Refrain et la Goule) forment en cascade un système complexe de gestion des débits par éclusée. Principalement influencé par le Châtelot, ce système porte, dans l'état initial, des atteintes graves au cours d'eau. Les effets du turbinage par éclusées sont perceptibles sur un linéaire qui va bien au-delà des tronçons concessionnés, jusqu'au barrage de Vaufrey en France.

Même si le principal responsable de l'atteinte grave est l'installation amont (Le Châtelot), les aménagements situés à l'aval n'ont pas été écartés de la planification car ils portent une part de responsabilité dans les atteintes subies par le cours d'eau. Le présent rapport d'assainissement des éclusées sur le Doubs conclut à la nécessité d'assainir les centrales du Châtelot, du Refrain et de la Goule. Pour la définition des mesures d'assainissement, les trois aménagements sont considérés comme faisant partie du même système à assainir.

Mis en œuvre depuis quelques mois, le règlement d'eau 2014 a apporté une amélioration sensible en termes d'intensité et de fréquence des éclusées sur tous les tronçons touchés par les éclusées. Du point de vue hydraulique, la situation des éclusées mesurées durant l'année 2014 peut pratiquement être qualifiée "d'assainie" en aval du Refrain grâce à la démodulation réalisée par la retenue de Biaufond.

Les principaux problèmes persistants depuis la mise en œuvre du RE2014 sont les suivants :

- La situation reste mauvaise sur le tronçon T2 (depuis l'usine du Châtelot jusqu'à la retenue de Biaufond).
- Des échouages sont toujours observés sur l'ensemble des tronçons touchés par les éclusées, même en aval du Refrain où les indicateurs hydrauliques sont bons. Les données disponibles sont encore insuffisantes pour comprendre l'importance relative et les interactions des facteurs influençant ces échouages.
- Sur l'ensemble des tronçons subsistent de gros événements appelés "éclusées-aigües", provoqués par des éclusées non démodulables, des arrêts ou pannes des installations. Ces événements sont en partie responsables des échouages observés.

Ces constatations nous amènent à évaluer que le RE2014 ne permet pas un assainissement suffisant des éclusées du Doubs, même en aval du Refrain. Cette évaluation devra être confirmée par le monitoring prévu pour accompagner le suivi d'efficacité du règlement d'eau.

La planification cantonale d'assainissement des éclusées propose de poursuivre les efforts entamés avec la mise en action du nouveau règlement d'eau. Les deux axes principaux sont :

- 1) Mise en œuvre rapide de mesures constructives complémentaires, qui permettront de régler des problèmes particuliers et locaux, qui sont pour la plupart bien identifiés.
- 2) Optimisation du RE2014 sur la base des résultats d'un monitoring. Les principales pistes d'améliorations identifiées à ce stade sont : l'augmentation du débit plancher au Châtelot durant certaines périodes sensibles de l'année, l'établissement de contraintes pour procéder à des arrêts programmés.

S'il s'avère que ces mesures ne sont pas suffisantes pour atteindre un niveau d'assainissement suffisant, il faudra envisager dans un second temps des solutions plus conséquentes pour permettre d'assainir les éclusées de ce cours d'eau d'exception, dont la biodiversité est unique et une des plus riches du pays. Les solutions envisageables sont : un stockage souterrain (complexe, lourd et très onéreux) ou le passage à une exploitation au fil de l'eau.

Annexe 1 : Synthèse bibliographique

Annexe 1 : Synthèse bibliographique

Classification	Estimation de degré de fiabilité
Rapport d'expert(s)	Fiabilité bonne / Qualité bonne
Littérature/article scientifique	D'une manière générale, la littérature classée dans ces catégories est de bonne qualité et fiable. Elle est issue d'organismes compétents et reconnus en la matière.
Travail universitaire/doctorat	
Littérature descriptive	Information générale. Susceptibles de contenir des appréciations orientées.
Autres	

Auteur(s)	Année	Titre	Pages	Remarques	Outil fiable d'évaluation utilisé dans le rapport
Aquarius	En cours	Suivi des mesures d'atténuation des éclusées sur le Doubs franco-suisse et jurassien. Rapport de documentation. Rapport pour l'office fédéral de l'environnement, Berne.		Rapport d'expert(s)	Oui
Aquarius	2014	Monitoring du Toxostome Parachondrostoma toxostoma (Vallot, 1837). Rapport de Suivi - Années 2011, 2012, 2013.		Rapport d'expert(s)	Oui
Aquarius	2014	OFEV – Suivi des mesures d'atténuation des éclusées sur le Doubs franco-suisse et jurassien. Echouages piscicoles. Rapport de documentation.		Rapport d'expert(s)	Oui
Aquarius	2013	Suivi des mesures d'atténuation des éclusées sur le Doubs franco-suisse et jurassien. Rapport préliminaire. Rapport pour l'office fédéral de l'environnement, Berne.	21	Rapport d'expert(s)	Oui
Aquarius	2013	Assainissement des débits résiduels au sens de l'article 80 et ss, LEaux. Rapport intermédiaire, phase 1 du canton de Neuchâtel. Rapport pour le service de l'énergie et de l'environnement, Neuchâtel.	37	Rapport d'expert(s)	
Aquarius	2013	Rétablissement de la migration du poisson, Planification stratégique. Rapport intermédiaire du canton de Neuchâtel. Rapport pour le service de l'énergie et de l'environnement, Neuchâtel.	29	Rapport d'expert(s)	Oui
Aquarius	2013	Rétablissement de la migration du poisson, Planification stratégique. Rapport intermédiaire du canton du Jura. Rapport pour l'office de l'environnement jurassien, Ste-Ursanne.	68	Rapport d'expert(s)	Oui
Aquarius	2010	Apron (<i>Zingel asper</i> , L.), programme de monitoring : Rapport de synthèse 2000-2009, proposition pour la poursuite du monitoring. Rapport pour l'office fédéral de l'environnement, Berne.		Rapport d'expert(s)	Oui

Auteur(s)	Année	Titre	Pages	Remarques	Outil fiable d'évaluation utilisé dans le rapport
Aquarius	2008	Société des forces électriques de la Goule, Rapport d'impact sur l'environnement en vue du renouvellement de concession suisse. Rapport pour la société des forces électriques de la Goule, Le Noirmont.	60	Rapport d'expert(s)	Oui
Aquarius et al.	2012	Bassin du Doubs Neuchâtelois. Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface. Rapport pour le service de l'énergie et de l'environnement, Neuchâtel.	152	Rapport d'expert(s)	Oui
Baumann P., Kirchhofer A., Schälchli U.	2012	Assainissement des éclusées – Planification stratégique. Un module d'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1203.	127	Rapport d'expert(s)	Oui
Baumann P. & Klaus I.	2003	Conséquences écologiques des éclusées, étude bibliographique. Office fédéral de l'environnement, Berne.	112	Rapport d'expert(s)	
BG	2011	PSEaux Module 33 Cours d'eau du Doubs Rapport phase 1 : Etat actuel et déficits. Version finale a. Rapport pour l'office de l'environnement jurassien, Ste-Ursanne.	68	Rapport d'expert(s)	Oui
Boismartel M.	2009	Actualisation des connaissances sur les populations d'apron du Rhône (<i>Zingel asper</i>) dans le Doubs – linéaire du futur parc naturel régional franco-suisse. Préconisations de gestion en faveur de l'espèce et de son milieu. Rapport de stage, Université François-Rabelais de Tours.	72	Travail universitaire/Doct orat	
Bonnaire F.	2012	Actualisation des connaissances sur la population d'aprons du Rhône (<i>Zingel asper</i>) dans le Doubs franco-suisse – linéaire du futur parc naturel régional transfrontalier. Propositions d'actions en faveur de l'espèce et de son milieu. Rapport de stage, Université François-Rabelais de Tours.		Travail universitaire/Doct orat	
Borderelle A-L.	2011	Etude de la qualité piscicole sur trois stations du Doubs franco-helvétique. Rapport pour l'ONEMA et délégation inter-régionale Bourgogne Franche-Comté.	33	Littérature/Article scientifique	Oui
Bovee K.D.	1982	A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. Washington, DC: USDI Fish and Wildlife Service Instream Flow Information Paper #12, FWS/OBS-82/26.	248	Littérature/Article scientifique	
Cavalli L., Knight CM., Durbec M., Chappaz R. & Gozlan RE.	2009	Twenty-four hours in the life on Apron Zingel asper. Journal of Fish Biology, 75 :723-727.		Littérature/Article scientifique	
Champigneulle A. & Cachera S.	2003	Evaluation of large-scale stocking of early stages of brown trout, <i>Salmo trutta</i> , to angler catches in the French-Swiss part of the River Doubs. Fisheries Management and Ecology, 2003, 10, 79–85.	7	Littérature/Article scientifique	

Auteur(s)	Année	Titre	Pages	Remarques	Outil fiable d'évaluation utilisé dans le rapport
Champigneulle A. & al.	2002	Dynamique temporelle de la contribution du repeuplement en stades précoces de truite (<i>Salmo trutta L.</i>) dans la population en place et dans la pêche sur le Doubs franco-suisse. <i>Bull. Fr. Pêche Piscic.</i> 365/366 : 471-485.	16	Littérature/Article scientifique	
Courret D. & Larinier M.	2008	Suivi de l'amélioration du Doubs franco-suisse. Analyse hydrologique. Rapport pour la direction générale de l'environnement Franche-Comté, Besançon.	40	Littérature/Article scientifique	Oui
Deforet T. & al.	2009	Do parafluvial zones have an impact in regulating river pollution ? Spatial and temporal dynamics of nutrients, carbon, and bacteria in a large gravel bar of the Doubs River (France). <i>Hydrobiologia</i> (2009) 623:235–250.	16	Littérature/Article scientifique	
Degiorgi F.	2008	Etat initial du Doubs franco-suisse en 2005 dans le cadre du suivi de l'effet de l'amélioration de la gestion des débits. Rapport pour l'AAPPMA « La Franco-Suisse », Goumois.	126	Littérature/Article scientifique	Oui
Degiorgi F. et al.	2001	Le Doubs franco-suisse de Morteau à Bremoncourt. Bilan des connaissances sur la rivière et le bassin versant. Hiérarchisation des causes d'altérations. Proposition d'un programme de restauration. Rapport pour la direction générale de l'environnement Franche-Comté, Besançon.	142	Littérature/Article scientifique	
Degiorgi F. et al.	2000	Diagnose piscicole et mesure de l'efficacité des alevinages en truite sur le Doubs Franco-Helvétique. Synthèse des rapports de 1994-1999 de l'INRA, Thonon-les-bains.	83	Littérature/Article scientifique	
EPRI	2011	Projet d'EPRI du Bassin Rhône-Méditerranée soumis à concertation. Unité de présentation du Doubs.	48	Rapport d'expert(s)	
Epteau	2014	Etude des éclusées sur le Doubs franco-suisse. Premiers traitements des données issues de la modélisation hydraulique 2D. Cartographie et évolution des surfaces mouillées.		Rapport d'expert(s)	Oui
Epteau	2012	Etudes des éclusées sur le Doubs Franco-Suisse. Evaluation des habitats piscicoles. Rapport pour EDF.	161	Rapport d'expert(s)	Oui
Fischer B. & Schneider T.	2011	Artenvielfalt in der integralen Wasserwirtschaft am Beispiel des Doubs. Rapport de semestre, Université de Berne.	18	Travail universitaire/Doctorat	
Fruget J-F. et al.	1998	The fish fauna of the Doubs River prior to completion of the Rhine-Rhone connection. Environ Manage. Jan;22(1):129-44.	17	Littérature/Article scientifique	
Fruget J-F. et al.	1996	Macroinvertebrate communities of the Doubs River prior to completion of the Rhine-Rhone connection.	15	Littérature/Article scientifique	

Auteur(s)	Année	Titre	Pages	Remarques	Outil fiable d'évaluation utilisé dans le rapport
		Regulated rivers: Research & Management, vol. 12, 617-631			
Gogniat S.	2011	Estimating the benefits of an improvement in water quality and flow regulation : Case study of the Doubs. Travail de Master, Université de Neuchâtel.	53	Travail universitaire/Doctorat	
Jucá Jardim Oliveira T.	2013	Analyse et synthèse des mortalités piscicoles survenues sur le Doubs franco-suisse. Rapport de stage, Direction générale de l'environnement Franche-Comté, Besançon.	35	Littérature descriptive	
Kirchhofer A. et al.	2007	Liste rouge poissons et cyclostomes. Office fédéral de l'environnement, Berne et Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel. L'environnement pratique No 0734.	64	Littérature/Article scientifique	
LABONNE J.,	2001	Contribution à la conservation de l'Apron du Rhone (Zingel asper) : dynamique des populations, sélection de l'habitat et modélisation. These, Université Lyon I, Villeurbanne.	202	Littérature/Article scientifique	
LABONNE J., ALLOUCHE S., GAUDIN P.	2003	Use of generalised linear model to test habitat preferences : the example of Zingel asper, an endemic endangered percid of the Rhone river. Freshwater biology, 48 : 687-697.		Littérature/Article scientifique	
Liébault F. & Piegay H.	2002	Cause of 20th century channel narrowing in mountain and piedmont rivers of southeastern France. Earth Surf. Process. Landforms 27, 425-444.	20	Littérature/Article scientifique	
Lièvre, A, G. Périat et J-J. Roth	2003	Contamination en toxiques des cours d'eau jurassiens. Etat initial 2003 (décembre 2003).		Rapport d'experts	Oui
Lièvre A. et al.	2004	Etude des causes de diminution des populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens. Rapport pour la fédération des pêcheurs jurassiens.	97	Littérature/Article scientifique	
Limnex	2001	Schwall/Sunk-Betrieb in schweizerischen Fliessgewässern. Rapport pour l'office fédéral de l'environnement, Berne.	33	Littérature/Article scientifique	
Limnex	2007	Morphologie und Schwallbetrieb in Fliessgewässern. Bericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Abteilung Wasser, Bern.	70	Littérature/Article scientifique	Oui
Maier J. et al.	1995	Distribution et reproduction des espèces du genre <i>Chondrostoma</i> en Suisse. Rapport pour l'office fédéral de l'environnement, Berne.	65	Littérature/Article scientifique	Oui
MEDDTL (France)	2012	Menaces pour l'Apron du Rhône (<i>Zingel asper</i>) dans le Doubs (France) et dans les cantons du Jura et de Neuchâtel (Suisse) : Rapport du gouvernement de la France.	21	Littérature descriptive	
Mouthon J.	2007	Inventaire des mollusques de la rivière Doubs (Franche-Comté, France). MalaCo, 4 : 158-162.	6	Littérature/Article scientifique	
OFEV	2012	Menaces pour l'Apron du Rhône (<i>Zingel asper</i>) dans le Doubs (France) et dans les cantons du Jura	10	Littérature descriptive	

Auteur(s)	Année	Titre	Pages	Remarques	Outil fiable d'évaluation utilisé dans le rapport
		et de Neuchâtel (Suisse) : Rapport du gouvernement de la Suisse.			
Pfaundler M. & al.	2011	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Hydrologie – Régime d'écoulement niveau R (région). Rapport pour l'office fédéral de l'environnement, Berne.	113	Rapport d'expert(s)	Oui
Plomb J.	2010	Le Doubs franco-suisse - Secteur du Châtelot (NE). Evaluation comparative de 2 stations du Doubs franco-suisse grâce la méthode de l'IBCH. Comparaison d'une station soumise à un débit résiduel avec une station soumis à un régime par éclusées (non publié).		Travail universitaire/Doctorat	Oui
Pro Natura	2012	La Suisse se défile face à la disparition du Roi du Doubs. Communiqué aux médias du 5 juin, Bâle/Zürich.	2	Autre	
Richard S. & Baran P.	2005	Etude de la qualité du Doubs Franco-Helvétique. Définition d'un état initial. Rapport CSP.		Littérature/Article scientifique	
Riegler K.	1985	Evaluation de l'importance de la fraye naturelle de la truite de rivière (Salmo trutta L.) dans les principales rivières du Canton de Neuchâtel. Diplôme de licence de sciences naturelles. Institut de zoologie de l'Université de Neuchâtel. 1 vol.,	105	Littérature/Article scientifique	Oui
Roche P., Boucansaud C., Amiot F. Béjan M.	2010	Guide pour la réintroduction de l'apron du Rhône. Version provisoire basée sur les premiers retours d'expérience de l'opération pilote de réintroduction dans la rivière Drôme.	63	Littérature/Article scientifique	Oui
Rossé L.	2011	Ist der Doubs noch zu retten? Natur und mensch 3 / 2011	4	Autre	
Schmid Peter & al.	2010	Polychlorobiphényles (PCB) dans les eaux en Suisse. Données concernant la contamination des poissons et des eaux par les PCB et les dioxines: évaluation de la situation. Connaissance de l'environnement n° 1002. Office fédéral de l'environnement, Berne.	104	Littérature/Article scientifique	Oui
Sirugue C. & al. (EPTB Saône & Doubs)	2011	Projet intégré Doubs franco-suisse : Etat des lieux / diagnostic du bassin versant. Rapport principal validé par le comité technique de pilotage en mai 2011. Rapport pour l'établissement public territorial du bassin Saône & Doubs.	182	Rapport d'expert(s)	Oui
Stucki P.	2010	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoobenthos – niveau R. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1026..	61	Littérature/Article scientifique	Oui
Stucki P. & Wagner A.	2012	Suivi de la qualité biologique des cours d'eau par la méthode IBCH (MZB – NIVEAU R), Rapport d'activité 2012. Rapport pour l'office de l'environnement jurassien, Ste-Ursanne.	7	Rapport d'expert(s)	Oui

Auteur(s)	Année	Titre	Pages	Remarques	Outil fiable d'évaluation utilisé dans le rapport
Stucki P. & Wagner A.	2011	Suivi de la qualité biologique des cours d'eau par la méthode IBCH (MZB – NIVEAU R), Rapport d'activité 2011, Aquabug Neuchâtel. Rapport pour l'office de l'environnement jurassien, Ste-Ursanne.	9	Rapport d'expert(s)	Oui
Triboulet C.	2010	Historique et observations visuelles du phénomène de coupures de l'usine EDF du Refrain ainsi que des mortalités de poissons et dégâts sur la faune et la flore. Rapport pour l'AAPPMA « La Franco-Suisse ».	23	Littérature descriptive	Oui
Triboulet C. et al.	2010	Eclusées sur le Doubs franco-suisse. Rapport pour l'AAPPMA « La Franco-Suisse ».	13	Littérature descriptive	
Université de Namur, Unité de recherche en biologie environnementale et évolutive	2011	Etude limnologique de la retenue de Biaufond. Rapport pour le comité gestion des débits du Doubs.	6	Littérature/Article scientifique	Oui
Valentin S.	1997	Effets écologiques des éclusées en rivière. Gestion des milieux aquatiques. Études du CEMAGREF, série Gestion des milieux aquatiques, Nr. 13	79	Littérature/Article scientifique	
Verneaux J.	1973	Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Thèse de doctorat, Université de Besançon.	257	Littérature/Article scientifique	
Verneaux J.	1972	Faune dulçaquicole du Franche-Comté. Le bassin du Doubs (Massif du Jura). Quatrième partie : les Ephéméroptères. Université de Besançon, Zoologie, Physiologie et Biologie animale, 3 ^{ème} série, fasc., 8.	12	Travail universitaire/Doctorat	
Verneaux J. et al.	2003	Benthic insects and fish of the Doubs River system : typological traits and the development of a species continuum in a theoretically extrapolated watercourse. Hydrobiologia 490: 63–74.	12	Littérature/Article scientifique	
Wencker J.	2006	Du nouveau sur le Doubs franco-suisse : Elle tourne, la turbine. La Lettre eau, France Nature Environnement 36 : 8-13.	6	Autre	
Zaugg B. et al.	2003	Pisces, Atlas. Fauna Helvetica 7. Centre Suisse de Cartographie de la Faune. Neuchâtel.	233	Littérature/Article scientifique	

Annexe 2 : Synthèse des constats d'observation de Patrice Malavaux

SITUATION												PROSPECTION	Espèces et stades observés							REMARQUES	
Date	Heure	Responsable	Perturbation hydrologique	Station de mesure	Débit max.	Débit min.	Intervalle [h]	Débit obs.	Zone sensible	Habitat	Cond. prospection	Chabot Juvénile	Loche Juvénile	Ombre Alevin	Truite Alevin	Vairon Juvénile	Autre Juvénile	Total	Indice de mortalité	Remarques particulières	
23.11.09		PM / FS		Goumois					Seignottes	Frayère	Bonne				11			11	IM 2	Assèchement de frayères de truites aux Seignottes (Goumois). Il s'agit d'œufs exondés.	
24.11.12	14:00	PM / FS	Etiage week-end	Combe des Sarrasins	18.0	9.0	8.0	11.0	Aval Refrain rive droite	Gouille	Bonne					101		101	IM 4	La baisse de débit ayant probablement piégé les poissons est celle de 18 à 11 m3/s. Dès 11m3/s, celle-ci est beaucoup moins rapide.	
25.11.12	08:00	PM / FS	Etiage week-end	Goumois	7.0	5.5	2.0	5.5	Seignottes	Frayère	Bonne				11			11	IM 2	Assèchement de frayères de truites aux Seignottes (Goumois). Il s'agit d'œufs exondés à 5.5 m3/s. Cette frayère était encore immergée à 7 m3/s.	
24.11.13	10:00	PM / FS	Etiage week-end	Goumois	25.0	10.5	31.0	10.5	Sauçotte	Gravière	Bonne							0	IM 0	Aucune mortalité constatée autant sur les gravières que les gouilles.	
24.11.13	11:00	PM / FS	Etiage week-end	Goumois	25.0	10.5	31.0	10.5	Moulin Jeannotat	Gravière	Bonne		15			15		30	IM 2	Poissons piégés mais encore vivants dans une cuvette piègeuse déconnectée du lit principal.	
24.11.13	12:00	PM / FS	Etiage week-end	Goumois	25.0	10.5	31.0	10.5	Seignottes	Frayère	Bonne							0	IM 0	La frayère est encore immergée à ce débit. Pas d'assèchement d'œufs lors de l'observation.	
25.11.13	08:30	PM / FS	Etiage week-end	Combe des Sarrasins	25.0	10.5	31.0	10.5	Aval Refrain rive droite	Gouille	Bonne					1	2	3	IM 1	"Autre juvénile", il s'agit de deux petits cyprinidés. Le turbinage au Refrain n'avait pas encore recommencé lors de la prospection. Nous sommes donc toujours en conditions "etiage du week-end".	
15.03.14	11:30	PM / FS	Etiage week-end	Goumois	23.0	9.0	14.0	9.0	Sauçotte	Gravière	Bonne		2					2	IM 1	Prospection des gravières et des gouilles.	
15.03.14	12:00	PM / FS	Etiage week-end	Goumois	23.0	9.0	14.0	9.0	Moulin Jeannotat	Gravière	Bonne							0	IM 0	Aucune mortalité constatée.	
29.03.14	14:00	PM / FS	Etiage week-end	Goumois	23.5	8.0	15.0	8.0	Sauçotte	Gravière	Bonne		2					2	IM 1	Prospection des gravières et des gouilles.	
29.03.14	15:00	PM / FS	Etiage week-end	Goumois	23.5	8.0	15.0	8.0	Seignottes	Frayère	Bonne							0	IM 0	La frayère est encore immergée à ce débit. Pas d'assèchement d'œufs lors de l'observation.	
29.03.14	17:30	PM / FS	Etiage week-end	Combe des Sarrasins	55.0	14.0	14.0	14.0	Aval Refrain rive droite	Gouille	Bonne		5			2		7	IM 1	Assèchements d'œufs de batraciens également observés.	
18.04.14	07:00	PM / FS	Essai baisse progressive	Goumois				5.6	Seignottes	Frayère	Bonne				70			70	IM 3	Il s'agit d'un arrêt programmé des turbines de l'usine du Refrain. Assèchement de frayères et mortalités d'alevins vésiculés de truites.	
18.04.14	09:00	PM / FS	Essai baisse progressive	Combe des Sarrasins				3.6	Aval Refrain rive droite	Gouille	Bonne	5	10	20				35	IM 2	Il s'agit d'un arrêt programmé du Refrain.	
19.04.14	08:00	PM / FS	Essai baisse progressive	Goumois					Seignottes	Frayère	Bonne			10	91			101	IM 4	Il s'agit d'un arrêt programmé du Refrain. Les observations ont été réalisées à un débit inférieur à 5.6 m3/s mais nous n'avons pas d'informations plus précises sur ce débit. Il s'agit d'observations œufs et/ou de larves vésiculées.	
19.04.14	14:00	PM / FS	Essai baisse progressive	Goumois					Station de pompage	Frayère	Bonne			20				20	IM 2	Il s'agit d'un arrêt programmé du Refrain. Les observations ont été réalisées à un débit inférieur à 5.6 m3/s mais nous n'avons pas d'informations plus précises sur ce débit. Il s'agit d'observations œufs et/ou de larves vésiculées.	
19.04.14	14:00	PM / FS	Essai baisse progressive	Goumois					La Goule	Frayère	Bonne			11				11	IM 2	Il s'agit d'un arrêt programmé du Refrain. Les observations ont été réalisées à un débit inférieur à 5.6 m3/s mais nous n'avons pas d'informations plus précises sur ce débit. Il s'agit d'observations œufs et/ou de larves vésiculées.	

Annexe 3 : Méthodologie employée pour évaluer le potentiel écologique du Doubs (bureau Natura)

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

Extrait

RAPPORT

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



L'Areuse à Boudry, BOAE

Décembre 2014

GROUPE DE TRAVAIL

Direction de projet

C. Brossard

Collaboration

O. Grandjean

Fichiers concernés

390_20141211_Rapport02v11.docx

TABLE DES MATIÈRES

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

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

2.3 POTENTIEL ÉCOLOGIQUE ET IMPORTANCE POUR LE PAYSAGE

2.3.1 Démarche méthodologique

Principes

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

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

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

Estimation du potentiel écologique des secteurs

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

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

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

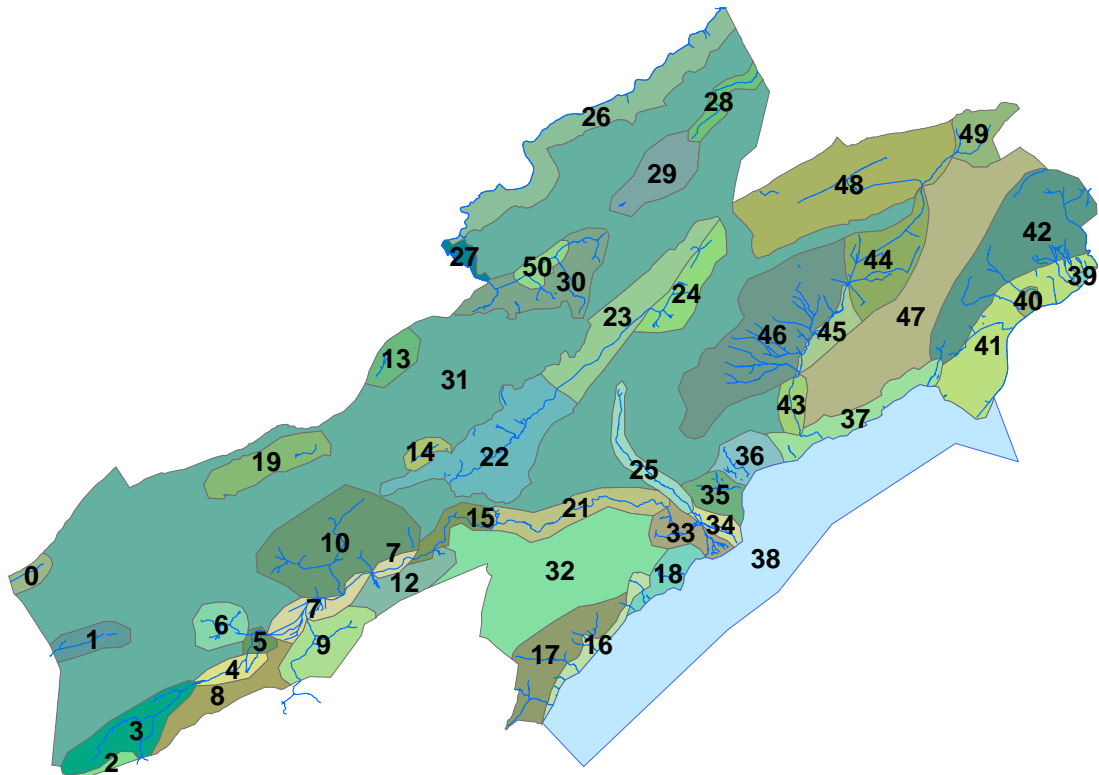


Figure 8 : Carte des secteurs utilisés

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

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

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

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

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

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

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

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

Corrections individuelles de tronçons

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

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

Au final, 45 tronçons répondent à ces caractéristiques.

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

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

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

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

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

2.3.2 Critères

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

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

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

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

Remarques

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

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

Pondération des critères

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

2.3.3 Attribution de la note

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

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

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

⁷ Centre Suisse de cartographie de la faune, Dr. Schmidt Benedikt et Fivaz Fabien. Tronçons de cours d'eau présentant une diversité en espèces élevée ou contenant des espèces prioritaires au niveau national. Données de base pour la planification des revitalisations. Neuchâtel, octobre 2013.

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

Limites de classes

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

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

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

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

2.3.4 Résultats

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

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

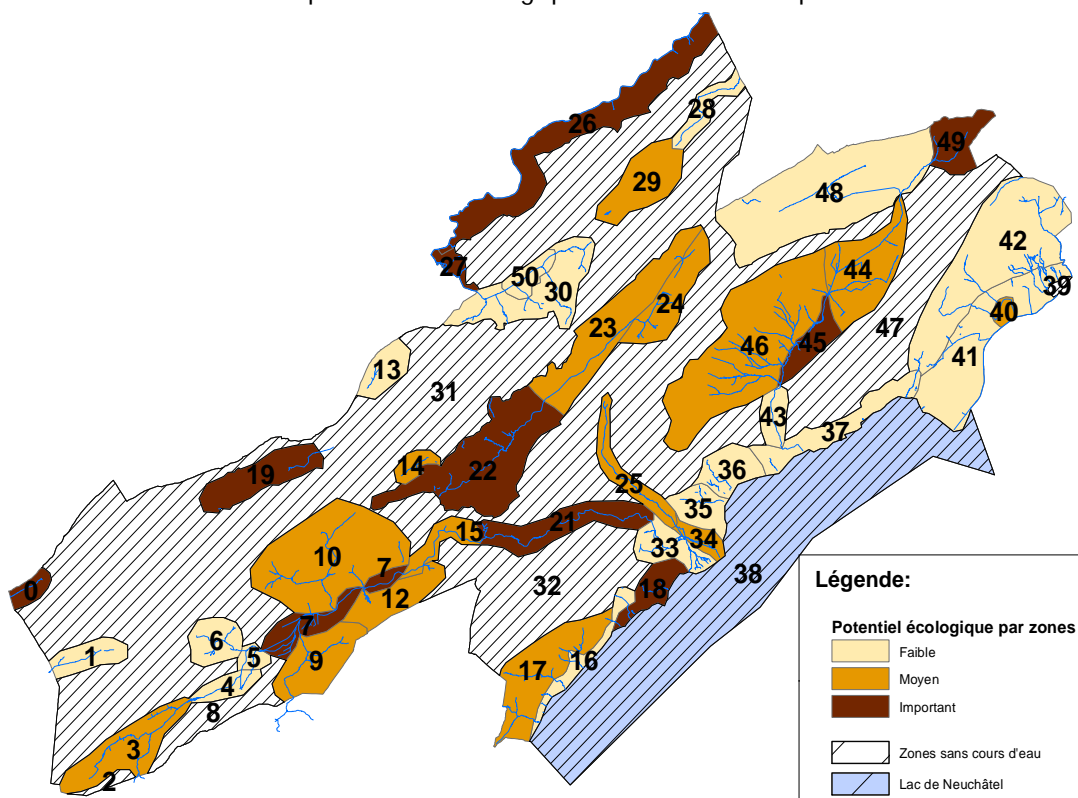


Figure 9: Répartition du potentiel écologique: faible (brun clair), moyen (chamois), important (brun foncé)

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

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

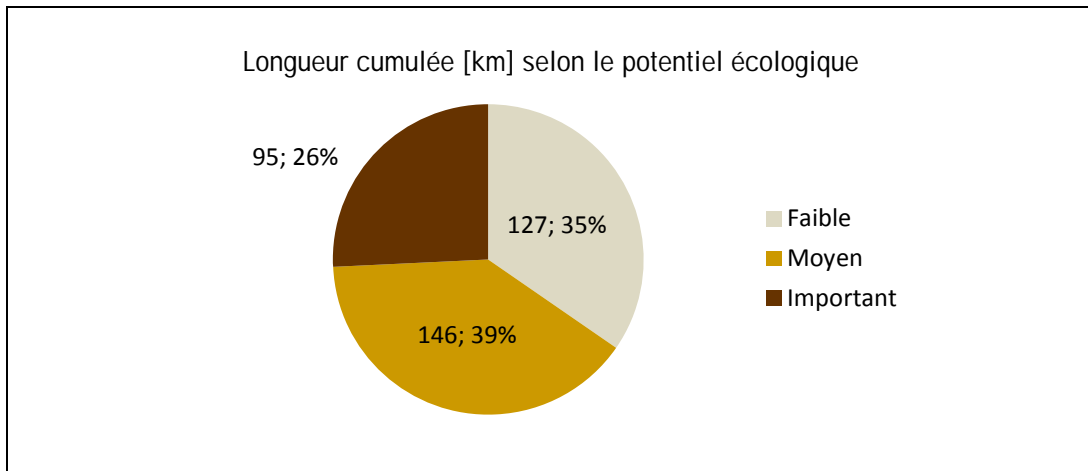


Figure 10 : Linéaire de cours d'eau classé selon leur classe de potentiel écologique (en km), y compris les corrections individuelles.

EXTRAIT

RAPPORT

**Planification stratégique de la
revitalisation des cours d'eau du canton du
Jura**



Rapport 02

Novembre 2014

GROUPE DE TRAVAIL

Direction de projet

C.Brossard, Natura biologie appliquée Sàrl

Collaboration

O.Grandjean, Natura biologie appliquée Sàrl

Fichier concerné

420 rap 20141104 Rapport final v06

TABLE DES MATIERES

Introduction	4
1 Étape 1 : Potentiel de valorisation	5
1.1 Réseau hydrographique analysé	5
1.1.1 Résultats	6
1.2 Coût de déplacement des installations	6
1.2.1 Définition de l'espace réservé aux eaux	6
1.2.2 Démarche méthodologique	7
1.2.3 Données utilisées	11
1.2.4 Résultats	12
1.3 Potentiel de valorisation	14
1.3.1 Démarche méthodologique	14
1.3.2 Résultats	14
2 Étape 2 : Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles	15
2.1 Potentiel écologique et importance pour le paysage.....	15
2.1.1 Démarche méthodologique	15
2.1.2 Critères et agrégation.....	17
2.1.3 Résultats	18
2.2 Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles.....	20
2.2.1 Démarche méthodologique	20
2.2.2 Résultats intermédiaires.....	20
3 Etape 3 : Contrôle de vraisemblance.....	21
3.1 Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles (BNPC) ..	21
3.1.1 Démarche méthodologique	21
3.1.2 Experts consultés	21
3.1.3 Résultats finaux et respect des directives de l'OFEV.....	22
4 Étape 4 : Priorisation	24
4.1 Stratégie cantonale.....	24
4.1.1 Synergies et conflits d'intérêts	24
4.1.2 Intégration des seuils.....	25
4.1.3 Coordination avec les autres planifications stratégiques.....	29
4.1.4 Coordination avec les cantons et les pays voisins.....	29
4.1.5 Priorisations.....	30
4.2 Résultats	31
4.2.1 Priorisation dans le temps	31
4.2.2 Mesures types	33
5 Géodonnées.....	34
6 Conclusion	36
7 Bibliographie.....	37

2 ÉTAPE 2 : BÉNÉFICE POUR LA NATURE ET LE PAYSAGE AU REGARD DES COÛTS PRÉVISIBLES

2.1 POTENTIEL ÉCOLOGIQUE ET IMPORTANCE POUR LE PAYSAGE¹

2.1.1 Démarche méthodologique

Principes

Au vu du nombre de tronçons à évaluer lors de cette étape, une optique de travail par secteurs a été choisie par simplification. Le potentiel écologique et importance pour le paysage a donc été estimé pour chaque secteur, et attribué automatiquement à tous les cours d'eau présents dans celui-ci. Dans un second temps, le potentiel des tronçons qui semblaient s'écarter de cette moyenne a été modifié, d'abord systématiquement (tronçons à forte pente, voir ci-dessous), puis individuellement.

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

En parallèle, les tronçons à forte pente, souvent forestiers et en tête de bassin ont été sélectionnés et se sont vu attribuer un potentiel écologique Faible, conformément aux recommandations du rapport du 12 août 2008 de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil des États (CEATE-E, FF 2008 7307²).

Estimation du potentiel écologique des secteurs

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

Le nombre de secteurs se monte à 24, dont deux ne comprennent pas de cours d'eau et dont le potentiel écologique n'a donc pas été évalué.

¹ La NT05 en annexe 9, détaille la démarche des évaluations du potentiel écologique et présente un tableau des résultats pour chaque critère.

² In Revitalisation des cours d'eau. Planification stratégique. OFEV, 2012

Pour chaque secteur, plusieurs experts ont donné leur évaluation personnelle qualitative des différents critères présentés dans l'aide à l'exécution, en tenant compte dans cette évaluation de la proximité au réseau hydrographique. Chaque critère de chaque secteur a été évalué selon l'une des 3 valeurs suivantes : « aucun » (A), « restreint » (R), ou « conséquent » (C). Ces valeurs ont ensuite été « vérifiées » et « homogénéisées ». Davantage d'importance a été attribuée si le réseau hydrographique d'un secteur traverse une réserve naturelle que s'il existe une réserve, mais plutôt éloignée. Chaque tronçon hérite de la valeur des critères de son secteur. Les critères utilisés sont présentés au ch. 2.1.2. Le tableau résultant des évaluations des secteurs se trouve en Annexe 9.

Tronçons à forte pente

La pente moyenne des tronçons a été calculée sur la base du MNT1m. La différence entre l'altitude des deux extrémités du tronçon a été divisée par la longueur de ce dernier. Les tronçons présentant une pente moyenne égale ou supérieure à 5 % et une largeur de 4 m ou moins ont été classés avec un potentiel écologique et importance pour le paysage Faible, quelle que soit la valeur attribuée au secteur dans lequel ils se trouvent. En effet, il s'agit là principalement de tronçons qui ne sont pas piscicoles, à forte pente et en tête de bassins, souvent situés dans des combes ou des ravins.

Corrections individuelles de tronçons

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

- Présence de poissons rares (réévaluation du critère avec la présence de toxostome et de petite lamproie, ou alors présence localisée d'ombre et de blageon non évalués à l'échelle du secteur),
- Cours d'eau rares (nouveau critère, seulement pour le Creugenat),
- Connectivité piscicole (nouveau critère, évalué pour les tronçons dont la revitalisation permettrait une meilleure connectivité piscicole; sans tenir compte de l'assainissement des ouvrages, qui sera pris en compte lors de la phase des synergies). Nous avons pris en compte les tronçons enterrés, situés dans une zone piscicole, mesurant plus de 50 m de longueur et plus de 1 m de largeur,
- Présence d'écrevisses à pattes blanches : sur le Jonc et l'Erveratte la présence d'écrevisses n'a pas été prise en compte lors de l'évaluation des secteurs, et a été rajoutée lors des corrections.

Ce deuxième lot de critères a été ajouté à la valeur de base du secteur pour les tronçons considérés.

Finalement, pour chaque tronçon (corrigé ou non), l'attribution de la valeur du potentiel écologique est basée principalement sur le nombre de critères ayant été évalués comme « conséquent ». Les corrections individuelles ne peuvent donc entraîner qu'une correction vers le haut.

2.1.2 Critères et agrégation

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

Inventaires et habitats	
1) Inventaires d'importance nationale	Présence de zones alluviales, bas marais, haut marais, sites marécageux, IFP, sites fédéraux de reproduction de batraciens, avec plus d'importance selon la proximité du réseau hydrologique.
2) Inventaires d'importance cantonale	Présence de bas-marais, sites cantonaux de reproduction de batraciens, réserves naturelles, avec plus d'importance selon la proximité du réseau hydrologique. Une certaine redondance avec les inventaires fédéraux est présente.
Faune	
3) Présence d'écrevisses à pattes blanches	Carte papier fournie par l'ENV, ainsi que shapes des inventaires Écrevisse 2001 et 2006 (hors potentiel de colonisation).
4) Présence de poissons rares (apron, blageon, ombre, truite lacustre)	Carte papier de l'ENV, et discussion avec C. Noël (inspecteur pêche ; hors potentiel de colonisation), avec correction éventuelle par tronçon si la présence est très localisée dans un secteur. Chaque espèce a été évaluée séparément et agrégée dans un seul critère. La présence d'une seule espèce de poisson suffit à rendre le critère général 'conséquent'.
Morphologie et paysage	
5) Cours d'eau naturel ou ayant le potentiel	Avec une écomorphologie naturelle ou peu atteinte, ou dans un environnement non urbanisé (potentialité).
6) Objet de grande valeur pour le paysage	Gorges, cascades et paysages particuliers.
7) Importance générale comme élément de réseau terrestre	Cours d'eau en zones ouvertes (ni en zone forestière ni en zone urbanisée), avec cordons boisés, ou cours d'eau qui ont ou pourraient avoir un rôle majeur dans le transit de la faune terrestre.
8) Charriage proche du naturel	Estimation basée sur des données partielles de charriage du bureau Flussbau (planification stratégique de l'assainissement du régime de charriage), complétée par des données de pièges à gravier et sédiments, et des ouvrages perturbant le transit alluvionnaire.
9) Débit non influencé	Deux paramètres influençant le débit ont été pris en compte : les tronçons court-circuités à débit résiduels et les tronçons à éclusées.
10) Embouchures et confluences	Jugées pour le cours d'eau principal.
Potentiel d'évolution	
11) Potentiel d'évolution hydromorphologique	Estimation sur la base de cartes historiques (carte Siegfried 1871-1901, et carte Dufour 1850), ainsi que des connaissances des corrections historiques de cours d'eau.
12) Potentiel de colonisation faune menacée	Possibilité de colonisation du secteur par des poissons rares ou des écrevisses à pattes blanches en cas de revitalisation. Estimation globale par secteur basée sur une discussion avec C. Noël, inspecteur pêche pour les poissons, et des cartes d'endroits favorables aux écrevisses. En cas d'endroits favorables, mais sans aucune population proche, le critère a pris la valeur 'aucun' ou 'restreint'. Si le critère était estimé comme important pour au moins l'une des espèces rares, le secteur s'est vu évalué comme 'conséquent' concernant ce critère.

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

Remarques

- Critère 9 : En termes de débits résiduels, seul l'aménagement de la Goule porte une atteinte importante. Il n'est pas clair si la situation va changer prochainement. Quant aux éclusées, il n'est pas encore clair quelles mesures seront finalement réalisées dans le cadre de l'assainissement des éclusées. L'assainissement des débits résiduels et des éclusées n'a donc pas été considéré.
- Pondération des critères : Le critère « inventaires d'importance nationale » a reçu une pondération double de celle de tous les autres critères.
- Limites de classes : Dans une logique portant sur des secteurs, c'est la présence en nombre important de chacun des éléments des critères qui est déterminante (un seul objet d'inventaire placé à une extrémité d'un secteur ne peut avoir une influence déterminante sur l'ensemble des tronçons de cours d'eau). Par ailleurs, les secteurs obtenant un grand nombre de « R (restreint) » comportent très souvent 2 critères ou plus ayant obtenu la valeur « C (conséquent) ». De ce fait, seul le nombre de critères « C » a été retenu comme limite de classe.

Le nombre de « C (conséquent) » apparaît entre 0 et 8 fois dans les secteurs. Plusieurs scénarios ont été testés avant de fixer les limites de classes suivantes :

Nombre de critères 'conséquent'	Potentiel écologique	Nombre de secteurs
De 0 à 1	Faible	4 (dont 2 sans cours d'eau)
De 2 à 3	Moyen	11
≥ 4	Important	9

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

Ces limites ont été établies en se basant sur un avis d'experts afin que l'analyse SIG soit la plus proche de la réalité régionale. Une dizaine d'experts de l'ENV ont été réunis pour cet exercice et cette répartition a remporté une large approbation en raison de sa fidélité par rapport à la réalité de terrain.

2.13 Résultats¹

→ Carte « Potentiel écologique et importance paysagère » en annexe 2

Le résultat de l'évaluation du potentiel écologique de chaque secteur est présenté dans la Figure 8. Les secteurs classés Faible sont généralement ceux situés en tête de bassin. Ces résultats concordent avec les attentes générales concernant le potentiel écologique.

¹ Le détail des résultats obtenus peut être consulté à l'annexe 9. La note technique ayant été rédigée avant la correction attribuée aux tronçons à forte pente, les résultats ne sont valables que jusqu'à la page 6 comprise. À partir de la figure 3, les graphiques ne sont pas à jour. Le tableau 6 de cette note technique reste lui valable.

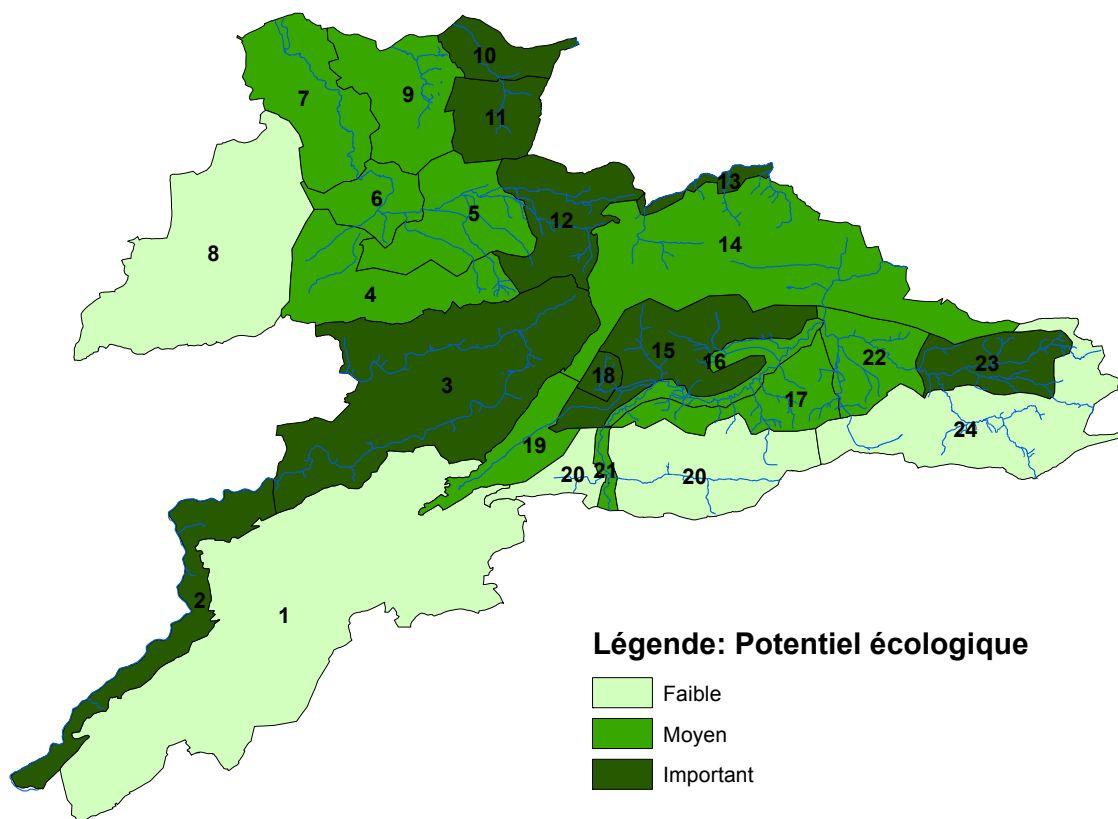


Figure 8: Répartition du potentiel écologique par secteur.

La Figure 9 présente les résultats obtenus au niveau de chaque tronçon, après les corrections individuelles. La majorité des tronçons (42%) obtient un potentiel écologique Important, correspondant à la grande richesse du canton du Jura en milieux naturels.

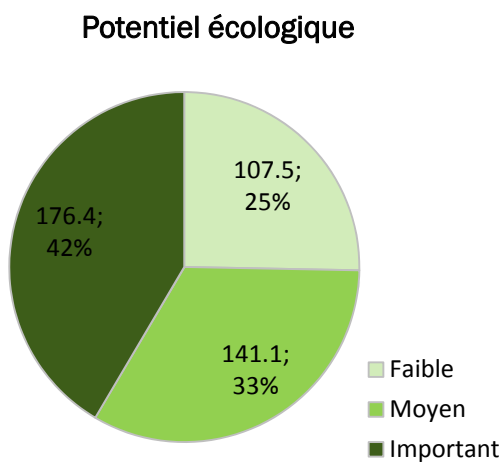


Figure 9 : Linéaire de cours d'eau classés selon leur classe de potentiel écologique (en kilomètre), y compris corrections individuelles et liées à la pente.

2.2 BÉNÉFICE POUR LA NATURE ET LE PAYSAGE AU REGARD DES COÛTS PRÉVISIBLES

2.2.1 Démarche méthodologique

Le bénéfice pour la nature et le paysage est obtenu en combinant le potentiel de valorisation obtenu à l'étape précédente et le potentiel écologique, selon le Tableau 6 ci-dessous, issu des recommandations de l'OFEV. Ces résultats ont été ensuite modifiés selon les connaissances et remarques du groupe d'experts cours d'eau (voir chapitre 3, contrôle de vraisemblance).

La valeur du potentiel de valorisation a été déterminée automatiquement lors de cette phase d'analyse SIG. Le tableau original de la directive de l'OFEV a été complété pour tenir compte des tronçons à potentiel de valorisation nul (voir Tableau 3).

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

Tableau 6: Attribution du bénéfice pour la nature et le paysage en fonction du potentiel de valorisation et du potentiel écologique.

A la demande de l'OFEV, le bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles a également été déterminé pour certains seuils. La méthodologie et les résultats sont présentés au ch. 4.1.2.

2.2.2 Résultats intermédiaires

Les résultats de cette analyse SIG sont présentés dans la Figure 10. Ces résultats ne respectent pas les proportions maximales fixées par l'OFEV ; une proportion trop importante de tronçons est classée en Important et Moyen à cette étape. En effet, 59.8km de tronçons sont classés comme Important, au lieu des 45.6km découlant de la directive de l'OFEV. 115.8 km ont été attribués à la catégorie Moyen au lieu des 91.3km selon cette directive. Ces résultats intermédiaires ont guidé le contrôle de vraisemblance, poussant les experts à revoir les résultats de cette analyse vers le bas.

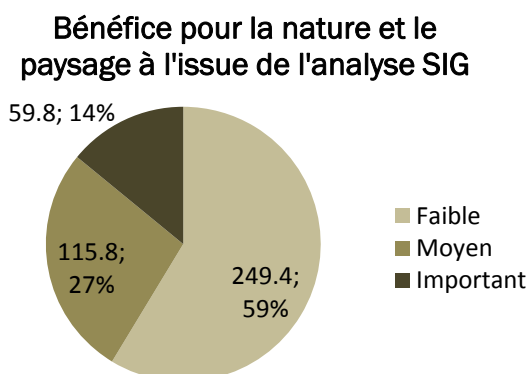


Figure 10 : Linéaire de cours d'eau classés selon leur classe de bénéfice pour la nature et le paysage par rapport aux coûts prévisibles (en kilomètres) à l'issue de l'analyse SIG. Le bénéfice présenté ici ayant été calculé d'après l'analyse SIG, celui-ci dépasse largement les valeurs de la Directive de l'OFEV.

Annexe 4 : Grille d'évaluation multicritère des mesures d'assainissement

Grille d'évaluation multicritère des mesures d'assainissement

Critères d'évaluation principaux	Elements d'évaluation				
	favorable	neutre	pas favorable	Critique	
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)					
GA1	Performance de la mesure (critère physique) : nombre de classes gagnées (indicateur Hydmod)	3 ou 4	2	1	0
GA2	Portée de la mesure	La mesure rétablit le régime hydrologique sur un tronçon plus long que celui influencé par l'installation.	Tronçon assaini = tronçon influencé par l'installation	Tronçon assaini inférieur au tronçon influencé par l'installation	Longueur assainie non significative (à l'échelle du réseau hydro.)
GA3	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	Prime au très atteint (atteinte grave/très grave)	Atteinte notable	pas utilisé	pas utilisé
GA4	Incertitude sur les performances	Peu d'incertitude sur les performances : expériences transposables existent	Incertitude faible (normale) : réponse prévisible (par modélisation), expériences similaires existent	Direction de la réponse prévisible, mais ampleur incertaine (positif, mais de combien ?)	Réponse complexe et mal connue, peut être nulle voire négative
GA5	Incertitude sur le devenir	Une intervention unique	Plusieurs interventions mais pérennité assurée, financement de l'entretien nul ou assuré	Financement incertain à long terme ou contexte/conditions cadres du bon fonctionnement pas garanties	Probabilité importante de disparition du financement ou des conditions cadres du bon fonctionnement
B) Axe Potentiel écologique (augmentation de la valeur écologique des tronçons influencés par la mesure)					
PE1	Performance de la mesure (critère biotique 1) : Echouage P2.1	Plus d'atteinte (classe 1 ou 2)	Si indic. critique : gain \geq 1 classe, sinon : gain 2 classes	Si indic. critique : gain < 1 classe, sinon : gain 1 classe	Pas d'amélioration significative
PE2	Performance de la mesure (critère biotique 2) : Frayères P2.2	Plus d'atteinte (classe 1 ou 2)	Si indic. critique : gain \geq 1 classe, sinon : gain 2 classes	Si indic. critique : gain < 1 classe, sinon : gain 1 classe	Pas d'amélioration significative
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	La majorité des fonctions du CE seront rétablies (faune piscicole (frais, habitats, juvéniles), flore, biotope).		Les fonctions du CE ne seront pas rétablies de manière significative.	
PE4	Portée de la mesure	La mesure assainit les atteintes sur un tronçon plus long que celui influencé par l'installation.	Tronçon assaini = tronçon influencé par l'installation	Tronçon assaini inférieur au tronçon influencé par l'installation	Longueur assainie non significative (à l'échelle du réseau hydro.)
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	pas utilisé	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation.	L'assainissement des éclusées influence de manière secondaire de la revalorisation.	L'assainissement des éclusées n'est pas déterminant pour la revalorisation du cours d'eau.
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	Indicateur Hydmod : gain \geq 1 classe ET classe 1 ou 2	Indicateur Hydmod : gain = 0 classe OU gain \geq 1 classe et classe > 2	Indicateur Hydmod : gain < 0 ET classe < 4	Indicateur Hydmod : gain < 0 ET classe \geq 4
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	Prime pour potentiel écologique à l'état valorisable élevé ou tronçon important		pas utilisé	pas utilisé
PE8	Incertitudes sur les performances	Peu d'incertitude sur les performances : expériences transposables existent	Incertitude faible (normale) : réponse prévisible (par modélisation), expériences similaires existent	Direction de la réponse prévisible, mais ampleur incertaine (positif, mais de combien ?)	Réponse complexe et mal connue, peut être nulle voire négative
PE9	Incertitude sur le devenir	Une intervention unique	Plusieurs interventions, mais gestion du site assurée (par ex. plan de gestion), financement de l'entretien nul ou assuré	Financement incertain à long terme ou contexte/conditions cadres du bon fonctionnement pas garanties interventions fréquentes	Probabilité importante de disparition du financement ou des conditions cadres du bon fonctionnement

Grille d'évaluation multicritère des mesures d'assainissement

Critères d'évaluation principaux (suite)		Elements d'évaluation																																																
		favorable	neutre	pas favorable	Critique																																													
C) Proportionnalité des coûts																																																		
C1	Rapport coût / efficacité	voir matrice coût vs efficacité																																																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">Coût</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Très bas < 2 mb</th> <th>Bas 2 - 10 mb</th> <th>Moyen 10 - 25 mb</th> <th>Elevé 25-50 mb</th> <th>Très élevé > 50 mb</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="5">Performance</th> <th>Très élevée E > 2.4</th> <td>Favorable</td> <td>Favorable</td> <td>Favorable</td> <td>Favorable</td> <td>Favorable</td> </tr> <tr> <th>Elevée 1.8 < E < 2.4</th> <td>Favorable</td> <td>Favorable</td> <td>Favorable</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>Moyenne 1.2 < E < 1.8</th> <td>Favorable</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>pas favorable</td> </tr> <tr> <th>Basse 0.8 < E < 1.2</th> <td></td> <td></td> <td>pas favorable</td> <td>pas favorable</td> <td>Critique</td> </tr> <tr> <th>Très basse E < 0.8</th> <td>pas favorable</td> <td>pas favorable</td> <td>Critique</td> <td>Critique</td> <td>Critique</td> </tr> </tbody> </table>						Coût							Très bas < 2 mb	Bas 2 - 10 mb	Moyen 10 - 25 mb	Elevé 25-50 mb	Très élevé > 50 mb	Performance	Très élevée E > 2.4	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	Elevée 1.8 < E < 2.4	Favorable	Favorable	Favorable			Moyenne 1.2 < E < 1.8	Favorable				pas favorable	Basse 0.8 < E < 1.2			pas favorable	pas favorable	Critique	Très basse E < 0.8	pas favorable	pas favorable	Critique	Critique	Critique
		Coût																																																
		Très bas < 2 mb	Bas 2 - 10 mb	Moyen 10 - 25 mb	Elevé 25-50 mb	Très élevé > 50 mb																																												
Performance	Très élevée E > 2.4	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable																																												
	Elevée 1.8 < E < 2.4	Favorable	Favorable	Favorable																																														
	Moyenne 1.2 < E < 1.8	Favorable				pas favorable																																												
	Basse 0.8 < E < 1.2			pas favorable	pas favorable	Critique																																												
	Très basse E < 0.8	pas favorable	pas favorable	Critique	Critique	Critique																																												
C2	Incertitude sur le coût	Peu : techniques éprouvées dans des contextes similaires, robustesse intrinsèque	Incertitudes identifiées mais maîtrisables moyennant des précautions/aménagements	Pas de retour positif sur les techniques, risque technologique identifié, fonctionnement "fragile"	Incertitude telle qu'un coût critique (au sens du critère E1) peut être atteint																																													
C3	Incertitudes sur l'efficacité	Peu d'incertitude sur les performances : expériences transposables existent	Incertitude faible (normale) : réponse prévisible (par modélisation), expériences similaires existent	Direction de la réponse prévisible, mais ampleur incertaine (positif, mais de combien ?)	Réponse complexe et mal connue, peut être nulle voire négative																																													
D) Intérêt de la protection contre les crues																																																		
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	Améliore la protection contre les crues de manière direct ou indirect	Pas d'incidence	Diminution légère ou significative mais compensable	Diminution significative et non compensable																																													
E) Politique énergétique																																																		
E1	Impact sur la production énergétique	Améliore la la production en quantité / souplesse	Pas d'impact	Péjore légèrement la production en quantité / souplesse	Péjore significativement la production en quantité / souplesse																																													

Grille d'évaluation multicritère des mesures d'assainissement

Evaluation de l'efficacité	Elements d'évaluation				
	Très bonne	Bonne	Faible	Nulle	Critique
Pronostic de performance					
Hydmod Eclusées	Plus d'atteinte (classe 1 ou 2)	indic. critique, gain \geq 1 classe non critique, gain 2 classes	Indic. critique, gain < 1 classe non critique, gain 1 classe	Indic. critique, pas d'amélioration significative	péjoration de la situation
Echouage P2.1	Plus d'atteinte (classe 1 ou 2)	indic. critique, gain \geq 1 classe non critique, gain 2 classes	Indic. critique, gain < 1 classe non critique, gain 1 classe	Indic. critique, pas d'amélioration significative	péjoration de la situation
Echouage P2.2	Plus d'atteinte (classe 1 ou 2)	indic. critique, gain \geq 1 classe non critique, gain 2 classes	Indic. critique, gain < 1 classe non critique, gain 1 classe	Indic. critique, pas d'amélioration significative	péjoration de la situation
Coût de la mesure	Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
Coût de la mesure (classes selon module "financement")	< 2 mio	2 - 10 mio	10 - 25 mio	25-50 mio	> 50 mio

Grille d'évaluation multicritère des mesures d'assainissement

Critères d'évaluation secondaires		Elements d'évaluation			
		favorable	neutre	pas favorable	Critique
Faisabilité					
F1	Maîtrise foncière	Les terrains nécessaires sont très majoritairement propriété du concessionnaire ou du canton		Nécessite un droit de servitude / propriétaire et bénéficiaire sont en partie différents	Nécessite un droit de servitude +/- propriétaire et bénéficiaire sont en majoritairement différents
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	<i>Pas de difficulté identifiée,</i>	Difficultés mineures	1 sur 3 : techniques innovantes, difficultés de réalisation, fonctionnement incertain	2 sur 3 : techniques innovantes, difficultés de réalisation, fonctionnement incertain
F3	Faisabilité administrative	La mesure ne génère aucune modification réglementaire	Quelques dérogations mineures au cadre réglementaire, pas de blocage identifié.	Difficulté présumée du changement de cadre réglementaire partielle	Conflit majeur avec cadre réglementaire actuel --> impossibilité
F4	Faisabilité organisationnelle	Opportunité de simplifier / améliorer une organisation existante ?	pas d'organisation nouvelle à mettre en place	Demande une nouvelle organisation (MO délégué, syndicat ...), forme et acteurs identifiés, acteurs ok	Demande une nouvelle organisation, forme mal identifiée et/ou acteurs pas ok
Impacts					
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	Mesure apportant une plus-value environnementale externe au cours d'eau	Pas/peu d'impact environnemental	Impact environnemental négatif,	Impact environnemental très négatif, potentiellement critique
I2	Paysage	<i>Mesure à priori positive au niveau du paysage</i>	Pas d'impact sur le paysage ou Bonne intégration paysagère possible	Impact sur le paysage notable	Très fort impact paysager réduisant potentiellement la faisabilité du projet
I3	Emprise foncière	Réduction de l'emprise foncière de l'aménagement hydroélectrique (p. ex. démantèlement)	Assainissement sans emprise foncière / avec emprise foncière localisée	Emprise foncière majeure (grands ouvrages)	Emprise foncière très importante et potentiellement critique
Acceptabilité (synergie/opportunité)					
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	Bénéfice direct pour l'exploitant	Bénéfice indirect	Entrave à l'exploitation	Conflit d'intérêt majeur, rendant la mesure non pérenne à long terme
S2	Synergie avec usages	Favorise des usages existants ou souhaitables (promenade / pêche / utilisation de l'eau, etc.)	Incidence marginale sur usages identifiés ou souhaités	Conflit avec des usages identifiés (promenade / ski / pêche / chasse, etc.) mais solutions possibles	Conflit sans solution (compensation, déplacement, adaptation ...) permettant de maintenir l'usage
S3	Synergies avec projets	Synergie avec des projets ou intentions identifiées (sécurité, usages, économie etc ...)		Conflit avec projets avec solutions (compensation, dplct, adaption) ou projet de faible importance	Conflit sans solution (compensation, déplacement, adaptation ...) ou projet important
S4	Opportunité	S'inscrit dans un projet (de revitalisation, de rénovation, de protection) déjà planifié	Pas d'opportunité identifiée	pas utilisé	pas utilisé
Coordination					
X1	Dépendances	oui La réalisation de la mesure dépend de la réalisation d'une autre mesure d'assainissement	non		
X2	Incompatibilités	oui La réalisation de la mesure est incompatible avec la réalisation d'une autre mesure d'assainissement	non		

Annexe 5 : Règlement d'eau (version 8 du 26.03.2015)

Révision du Règlement d'eau 1969

Consultation du GT : projet v8/ 26.03. 2015

Vu l'article 4 alinéa 2 de la convention du 19/11/1930 entre la Suisse et la France au sujet de la concession de la chute du Châtelot,

Vu l'article 8 du règlement de manœuvre des ouvrages de l'usine hydraulique du Châtelot sur le Doubs du 17/04/1953 et le nouveau règlement de manœuvre du 09/11/2012,

Vu l'article 7 alinéa 1 de la concession suisse du 28/01/1947 et l'article 15 alinéa 1 du cahier des charges français du 16/01/1954 pour l'usine du Châtelot,

Vu les articles 1, 5, 15, 16 et 18 du cahier des charges français du 22/01/1962 et l'article 6 alinéa 1 de la concession suisse du 24/03/1961 pour l'usine du Refrain,

Vu l'article 6 de l'arrêté du Préfet du Doubs du 20/06/1898 concernant l'usine de la Goule, modifié le 27/05/1955, et (XXX),

Vu la prolongation de l'autorisation française pour la continuation de l'exploitation octroyée à l'aménagement de La Goule jusqu'en 2024 signifiée par lettre du 21/02/1995,

Vu l'art. 5 de l'autorisation octroyée le 28/11/1961 par le Conseil fédéral à la Société des forces électriques de la Goule, ainsi que les mesures provisionnelles octroyées le 27/10/1995 par le Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie à ladite société pour la continuation de l'exploitation de son usine de la Goule sur le Doubs,

Vu le décret n° 53-192 du 14/03/1953 modifié relatif à la ratification et à la publication des engagements internationaux souscrits par la France,

Vu le décret n° 66-599 du 06/08/1966 portant publication de l'échange de notes entre la France et la Suisse des 05/02/1948 et 15/06/1948 concernant la pêche dans les eaux limitrophes du Doubs,

Vu la loi n° 93-805 du 21/04/1993 autorisant l'approbation d'un accord entre le Gouvernement de la République française et le Conseil fédéral suisse concernant l'exercice de la pêche et la protection des milieux aquatiques dans la partie du Doubs formant frontière entre les deux États (ensemble une annexe, un règlement d'application et d'une délibération),

Vu la Loi n° 2005-781 du 13/07/2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique,

Vu le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, arrêté le 20/11/2009 N° DEV00927244A,

Vu la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) du 24/01/1991, révisée le 01/01/2011,

Vu la loi Française n°2012-1460 du 27/12/2012, art.1, alinéa 1 et 2 sur le développement durable,

Vu le Code de l'énergie, notamment le livre V relatif à l'utilisation de la force hydraulique,

Vu le Code de l'environnement et notamment son livre II relatif à l'eau et aux milieux aquatiques,

Vu le Code de la propriété des personnes publiques,

Vu le Code rural et de la pêche maritime,

Considérant la nécessité de minimiser l'impact de l'exploitation des aménagements hydroélectriques sur les milieux aquatiques et les espèces présentes, afin d'une part de les préserver et d'autre part de restaurer un état écologique satisfaisant au regard du potentiel de cet écosystème remarquable, et la nécessité d'empêcher ou éliminer les atteintes graves que l'exploitation des aménagements hydroélectriques peut porter à la faune et la flore indigène et à leur biotope,

Considérant que la production d'électricité hydroélectrique d'origine renouvelable est considérée par les deux pays comme un pilier porteur pour assurer l'approvisionnement en électricité futur,

Considérant que le Comité permanent de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, dans sa recommandation no.169 (2013) sur l'apron du Rhône (Zingel Asper) dans le Doubs (France) et dans le canton du Jura (Suisse), constate une présence de l'apron en aval des trois aménagements et recommande à la France et la Suisse de fixer dans le cadre de la révision du Règlement d'Eau des modalités d'exploitation qui réduisent les effets négatifs sur l'écosystème aquatique.

L'Office fédéral de l'énergie, et la DREAL Franche-Comté ont convenu de la révision du règlement d'eau du 05/02/1969.

1. Principe et coordination

Le présent règlement s'applique aux ouvrages situés sur la rivière Doubs dans sa partie formant frontière entre la Suisse et la France et listés ci-après :

Barrage et usine du Châtelot

Barrage et usine du Refrain

Barrage et usine de La Goule

Le présent règlement d'eau fixe dans le respect des dispositions des concessions, les conditions techniques relatives aux dispositions d'exploitation normale des ouvrages du Châtelot, du Refrain et de La Goule dans toutes les hypothèses connues et prévisibles. Il décline les dispositions contractuelles figurant dans les concessions.

Toutes les consignes ou instructions nécessaires à la gestion de l'aménagement au titre de la sûreté et la sécurité hydraulique, qui doivent respecter le présent règlement d'eau, sont traitées dans des documents séparés et approuvés le cas échéant par les deux autorités concédantes.

En vue d'assurer l'élimination ou la réduction de l'impact de l'exploitation des ouvrages sur la faune et la flore aquatique et leurs biotopes, l'exploitation des usines du Châtelot, du Refrain et de la Goule sera coordonnée de manière qu'en tout temps chacune d'elles soit en mesure de satisfaire au présent règlement. Pour ce faire les concessionnaires sont tenus de coordonner leurs programmes de production électrique et de les adapter pour les rendre compatibles au présent règlement en fonction des conditions hydrologiques constatées ou prévues. Une attention particulière en terme d'exploitation doit être apportée notamment aux situations suivantes : éclusées,

démodulation, week-end, fin de crue, arrêts programmés et respect des cycles biologiques, notamment les périodes de fraie et l'émergence des alevins des espèces cibles selon l'article 5.

Les concessionnaires sont responsables de la coordination entre les différents ouvrages.

Les concessionnaires de chacune des usines sont tenus de s'assurer que leurs aménagements se trouvent dans un bon état technique pour pouvoir satisfaire au présent règlement.

L'usine du Châtelot, équipée pour un débit supérieur à ceux que peuvent turbiner les usines d'aval (Le Refrain et La Goule), est exploitée comme usine de pointe. Elle module sa production en pratiquant des éclusées pour suivre la demande en électricité. Cela impose des mesures en aval, dites de démodulation, pour atténuer les effets de ces éclusées sur le milieu aquatique. Selon l'article 12, l'aménagement du Châtelot doit adapter son programme de turbinage en fonction des possibilités de démodulation des éclusées par l'aménagement du Refrain. Le concessionnaire du Châtelot est tenu de lâcher le volume d'eau permettant aux concessionnaires de maintenir le débit déterminé à l'aval de La Goule défini aux articles 9, 10 et 13.

Le concessionnaire de l'aménagement du Refrain est tenu de faire jouer à son usine du Refrain – qui dispose du bassin de compensation de Biaufond – le rôle de régularisatrice des débits sortant de celle du Châtelot dont la démodulation des éclusées.

En exploitation courante, l'usine de La Goule assure la restitution du débit instantané tel que défini à l'article 10 et participe dans la mesure de ses propres moyens techniques au processus de démodulation des éclusées sans aggravation des gradients des débits entrants dans la retenue de La Goule.

2. Débits déterminants

Une partie des débits prescrits dans le présent règlement sont fixés en fonction des débits du Doubs à la sortie du lac des Brenets. On entend par débit sortant du lac des Brenets le débit total des émissaires superficiels et des apports souterrains. Ce débit est déterminé en fonction du niveau du lac mesuré à la station limnigraphique des Brenets de l'Office fédéral de l'environnement. La relation entre ce niveau et le débit du Doubs, établie par cet office, fait foi.

La mesure de référence à la sortie du lac des Brenets s'effectue à 7h00 du matin et les contraintes de gestion s'y référant doivent être mises en application au plus tard le lendemain pour autant qu'elles soient toujours d'actualité et que la mesure soit effectuée un jour ouvrable (lundi-vendredi). Pour les week-ends et les jours fériés, ainsi que pour le premier jour suivant, la mesure du dernier jour ouvrable s'applique.

3. Caractéristiques des ouvrages hydrauliques concédés

Ouvrage hydraulique	Cote normale d'exploitation	Cote minimale d'exploitation	Cote maximale d'exploitation	Débit maximum dérivé
Châtelot	-	686 msm	716 msm	44 m ³ /s
Refrain	609.50 mNGF	607.50 mNGF	609.50 mNGF	23 m ³ /s
La Goule	537.80 msm	537.40 msm	-	23 m ³ /s

4. Sécurité des tiers

Les concessionnaires mènent toutes les actions utiles à la bonne information du public fréquentant les cours d'eau. Ils définissent une politique adaptée en la matière dont ils informent le cas échéant les autorités.

Ils procèdent à un affichage des informations relatives à la sûreté aval, consignes, réglementation (arrêtés), numéros d'appel d'urgence au niveau des 3 usines ainsi qu'au niveau des sites des barrages qu'ils entretiennent et mettent à jour régulièrement.

Les concessionnaires sont tenus de procéder régulièrement à une analyse de l'évolution des risques en fonction des informations dont ils disposent et si nécessaire d'apporter les modifications ou compléments de signalisation utiles.

5. Modalités de gestion pour raisons écologiques

La gestion des aménagements doit éviter tout le long de l'année, par des gradients de baisse des débits turbinés définis aux articles 12, 13 et 14 et par le maintien d'un débit de base défini à l'article 10, l'échouage/piégeage des espèces cibles suivantes : chabot, loche, viron et alevins truites et ombres.

La gestion des aménagements doit tenir compte de la période sensible qui démarre le premier décembre de chaque année et dure cinq mois et demi. L'objectif est de protéger, par le maintien d'un débit de base défini à l'article 10.1., les frayères et l'émergence des alevins des espèces cibles suivantes : truite, ombre.

Hors conditions hydrologiques défavorables, les présentes dispositions remplissent les objectifs susmentionnés.

6. Mesure des niveaux

Les mesures des niveaux sont à faire de manière coordonnée entre les 3 aménagements et l'échange des informations doit être garanti pour permettre aux autres concessionnaires d'adapter leur programme en cas de besoin.

6.1. Châtelot

Le niveau du bassin de retenue de Moron et celui de l'eau dans le canal de fuite de l'usine sont mesurés et enregistrés à l'aide de télélimnimètres installés à des endroits appropriés par le concessionnaire et les transmettant de façon continue à l'usine ;

6.2. Refrain

Le niveau du bassin de retenue du Refrain est mesuré et enregistré, d'une part à l'aide de deux puits limnimétriques installés par le concessionnaire à proximité de la prise d'eau et les données sont transmises de manière continue à l'usine Pour le concessionnaire de l'aménagement du Refrain, les valeurs faisant foi sont celles des deux puits limnimétriques.

6.3. La Goule

Le niveau du bassin de retenue de La Goule est mesuré et enregistré au moyen du limnigraphe installé à l'endroit de la prise d'eau et appartenant au concessionnaire.

7. Mesure des débits

Les mesures des débits sont à faire de manière coordonnée entre les 3 aménagements et l'échange des informations doit être garanti pour permettre aux autres concessionnaires d'adapter leur programme en cas de besoin.

7.1. Châtelot

Le débit évacué au barrage du Châtelot (débit sortant du bassin de Moron et s'écoulant à l'aval dans le lit naturel du Doubs, en particulier le débit réservé fixé à l'article 9 ci-dessous) est déterminé à la station limnigraphique située au droit de l'auberge du Châtelot. Cette station appartient au concessionnaire mais est exploitée par l'Office fédéral de l'environnement. La relation entre le niveau du Doubs et son débit, déterminée par l'Office fédéral de l'environnement, fait foi

Le débit restitué par l'usine du Châtelot est mesuré au moyen d'appareils installés sur les conduites d'amenée aux turbines. Ces appareils doivent être étalonnés ;

7.2. Refrain

Le débit du Doubs à l'aval de l'usine est déterminé à la station limnigraphique située au lieu-dit la Combe des Sarrasins et appartenant à l'Office fédéral de l'environnement. La relation entre le niveau de la rivière et son débit, déterminée par cet office, fait foi

7.3. La Goule

Le débit du Doubs à l'aval de l'usine est déterminé à la station limnigraphique située à l'aval immédiat de l'usine de La Goule dénommée « Noirmont – La Goule » et appartenant à l'Office fédéral de l'environnement. La relation entre le niveau de la rivière et son débit déterminée par cet office fait foi.

8. Envoi des données

Le concessionnaire envoie à la demande des autorités concédantes et gratuitement les données de niveaux et de débits enregistrées ;

De leurs côtés, les autorités publient sur des sites internet dédiés les données issues des stations hydrométriques dont ils ont la charges.

9. Débit à maintenir dans le tronçon court-circuité à l'aval des barrages

Le débit à maintenir dans le tronçon court-circuité à l'aval des barrages correspond au « débit résiduel » selon l'article 4 lettre k de LEaux et correspond au « débit réservé » selon l'article L.214-18-IV du code de l'environnement français.

9.1. Châtelot

Un débit réservé de 2 m³/s sera maintenu constamment dans le tronçon court-circuité en aval du barrage du Châtelot excepté quand le débit sortant du lac des Brenets est inférieur à 2 m³/s auquel cas le concessionnaire est dans l'obligation d'assurer à l'aval du barrage un débit instantané au moins égal au débit sortant du lac des Brenets ;

9.2. Refrain

Un débit réservé de 2.66 m³/s sera maintenu constamment dans le lit du tronçon court-circuité en aval du barrage du Refrain excepté quand le débit entrant dans la retenue de Biaufond est inférieur à cette valeur auquel cas le concessionnaire est dans l'obligation d'assurer à l'aval du barrage un débit au moins égal au débit entrant.

9.3. La Goule

Un débit réservé de 1.3 m³/s sera maintenu constamment dans le tronçon court-circuité en aval du barrage de la Goule excepté quand le débit entrant dans la retenue de La Goule est inférieur à cette valeur auquel cas le concessionnaire est dans l'obligation d'assurer à l'aval du barrage un débit instantané au moins égal au débit entrant dans l'aménagement.

(La nécessité d'un débit complémentaire est à l'étude et une valeur sera proposée à l'échéance du 1.12.2015.)

10. Débits à restituer par les aménagements

Les débits à l'aval de La Goule définis ci-dessous s'entendent au niveau de la station de mesure de l'OFEV dénommée « Noirmont – La Goule ».

10.1. Pendant la période sensible définie à l'article 5 :

Lorsque le débit à la sortie du lac des Brenets est égal ou supérieur à 5.6 m³/s, le débit instantané à restituer 7 jours/7 à l'aval de La Goule doit être au minimum de 7 m³/s (les débits intermédiaires sont inclus).

Lorsque le débit à la sortie du lac des Brenets est compris entre 5.6 - 2 m³/s et que le lac de Moron est à une cote supérieure à 700 msm, le débit instantané à restituer 7 jours/7 à l'aval de La Goule doit être au minimum de 7 m³/s (les débits intermédiaires sont inclus).

Lorsque le débit à la sortie du lac des Brenets est compris entre 5.6 - 2 m³/s avec une tendance à la baisse et que le lac de Moron est à une cote inférieure à 700 msm, le débit instantané à restituer 7 jours/7 à l'aval de La Goule doit faire l'objet d'une baisse d'au plus de 1 m³/s tous les 2 jours jusqu'à atteindre 1.25 fois le débit à la sortie du lac des Brenets.

Lorsque le débit à la sortie du lac des Brenets est inférieur à 2 m³/s, le débit instantané à restituer 7 jours/7 à l'aval de La Goule est au moins égal au débit entrant dans l'aménagement.

La transition entre le débit instantané à restituer 7 jours/7 à l'aval de La Goule de la période sensible et celui défini en 10.2. s'effectue avec une baisse d'au plus de 1 m³/s tous les 2 jours.

10.2. En dehors de la période sensible définie à l'article 5 :

Le débit instantané à restituer 7 jours/7 à l'aval de La Goule est au moins égal à 5 m³/s. Lorsque le débit à la sortie du lac des Brenets est inférieur à 4 m³/s le débit instantané à restituer 7 jours/7 à l'aval de La Goule doit être au minimum égal à 1.25 fois le débit à la sortie du lac des Brenets.

Lorsque le débit à la sortie du lac des Brenets est inférieur à 2 m³/s le débit instantané à restituer 7 jours/7 à l'aval de La Goule est au moins égal au débit entrant dans l'aménagement.

11. Gestion des retenues

11.1. Châtelot

La retenue du lac de Moron est exploitée entre un niveau haut correspondant à la cote de retenue normale de 716 msm et un niveau minimal d'exploitation de 696.5 msm.

Pour des raisons de sécurité des ouvrages liées à la géologie, le niveau du lac de Moron ne doit pas descendre de plus de 2 m sur 24 h. Le respect de cette limite de vitesse d'abaissement prime sur toutes les autres mesures d'exploitation du présent règlement.

11.2. Refrain

La retenue de Biaufond est exploitée entre un niveau haut correspondant à la cote de retenue normale de 609,50 mNGF et un niveau minimal d'exploitation de 607,50 mNGF. La régulation du niveau de la retenue est assurée par les débits turbinés par les groupes de l'usine puis par les manœuvres de deux vannes toit au barrage dont le seuil de déversement est calé à une cote comprise entre les niveaux 609.3 mNGF et 609.5 mNGF.

11.3. La Goule

La retenue de La Goule est exploitée en situation normale (c.à.d. sans débordement et hors gestion par démodulation) entre les cotes 537.80 msm (couronnement du barrage) et 537.60 msm (-20 cm par rapport au couronnement).

12. Gestion par démodulation

Lorsque le débit à la sortie du lac des Brenets est inférieur à 10 m³/s, une gestion par démodulation est appliquée par les trois aménagements.

Dans ce mode de gestion, le Châtelot applique des éclusées du type démodulable (voir article 14). Une éclusée de type démodulable consiste en un volume d'eau lâché par le Châtelot entrant dans le lac de Biaufond (y compris les apports intermédiaires entre Châtelot et Refrain) qui peut être accumulé dans le lac de Biaufond.

La retenue de Biaufond remplit un rôle de bassin de compensation pour les débits sortant de l'aménagement du Châtelot permettant une démodulation des débits de cet aménagement. Pour éviter la survenance d'un déversement et pour limiter l'amplitude des débits déversés lors de la gestion par démodulation, le niveau maximal de la retenue est fixé en ce mode d'exploitation par démodulation à 609.45 mNGF. La retenue est abaissée en anticipation de l'arrivée du débit d'une éclusée démodulable du Châtelot. Pour éviter l'exondement de la retenue de Biaufond, le niveau minimal en exploitation par démodulation est fixé à la cote 608.70 mNGF.

Un déversement par les vannes toit du barrage du Refrain peut survenir selon les apports intermédiaires du bassin versant aval Châtelot.

Les concessionnaires peuvent déroger à ce principe de gestion en cas de conditions hydrologiques particulières (p.ex. : annonce d'une crue). Ces situations sont expliquées dans le rapport conjoint annuel visé à l'article 21.

Lors d'une gestion par démodulation le niveau de la retenue de La Goule est maintenu à la cote 537.60 msm (-20 cm par rapport au couronnement), dans le but de conserver une capacité suffisante de remplissage de la retenue afin de pouvoir amortir un éventuel débordement résiduel au barrage du Refrain.

13. Transition de débits après un turbinage continu

Après une période de turbinage continu d'au moins 5 jours, les dispositions suivantes doivent être appliquées lors qu'on repasse pour la première fois au-dessous de la valeur minimale durant cette période :

13.1. Châtelot

La baisse du débit turbiné à l'usine s'effectue par paliers et doit avoir lieu progressivement. Les valeurs de gradient de baisse sont les suivantes :

Au-delà de 20 m³/s : gradient de baisse maximal de 1.5 m³/s par heure

Entre 20 m³/s et 7 m³/s : gradient de baisse maximal de 1.5 m³/s par 2 heures

Entre 7 m³/s et 0 m³/s : aucun palier n'est actuellement techniquement applicable.

13.2. Refrain

La baisse du débit turbiné à l'usine du Refrain doit avoir lieu progressivement. Les valeurs de gradient de baisse sont les suivantes :

Entre 23 m³/s et 3 m³/s : gradient maximal de 1 m³/s par 2 heures.

Entre 3 m³/s et 0 m³/s : un seul palier intermédiaire à 2 m³/s est techniquement applicable, hors arrêt ou avarie du groupe 2 de l'usine du Refrain.

13.3. La Goule

Entre 23 m³/s et 0.5 m³/s l'usine de La Goule reproduit le gradient de baisse du Refrain.

14. Exploitation par éclusées

14.1. Châtelot

Les éclusées type définies ci-dessous sont praticables au maximum une fois par jour.

Afin de préciser des modalités respectueuses de l'environnement, ces éclusées peuvent être de toutes formes, toute nature, puissance ou durée à l'intérieur des 4 profils « d'éclusées types » ci-dessous :

Eclusées à mi-puissance de type démodulable :

Le concessionnaire est tenu d'engager au maximum 2 roues ($Q_{\text{usine}} = 22 \text{ m}^3/\text{s} \pm 10\%$) lorsque le débit aux Brenets est inférieur à 4 m³/s. La réalisation d'une éclusée de ce type se termine par un minimum de 2 paliers intermédiaires, réguliers sur la puissance, d'une durée minimale de 1h chacun.

Eclusées à pleine puissance de type démodulable :

La réalisation d'une éclusée de ce type débute par un palier intermédiaire à mi-puissance d'une durée de 1h et de turbinage à Q_{max} de 3h maximum. Elle se termine par un minimum de 4 paliers intermédiaires d'une durée minimale de 1h chacun. Pour les 2 derniers paliers les conditions de l'éclusée à mi-puissance de type démodulable s'appliquent.

Eclusées à double amplitude de type démodulable :

La réalisation d'éclusées de ce type se fait au maximum à 3 roues ($Q_{usine} = 33 \text{ m}^3/\text{s} \pm 10\%$, en fonction du niveau du lac), et passe par un débit minimal $Q_{usine} = 7 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\pm 10\%$, en fonction du niveau du lac) entre 2 éclusées. Une éclusée de ce type respecte les paliers indiqués pour la réalisation d'éclusées quotidiennes types à mi-puissance ou à pleine puissance.

Eclusées à pleine puissance de type non démodulable :

La réalisation d'une éclusée de ce type débute par un palier intermédiaire à mi-puissance d'une durée de 1h. Elle se termine par un minimum de 4 paliers intermédiaires d'une durée minimale de 1h chacun. Aux 2 derniers paliers s'appliquent les conditions de l'éclusée à mi-puissance de type démodulable.

14.2. Refrain

Hors déversés au barrage, les baisses du débit turbiné à l'usine sont conduites selon un gradient limité à $1 \text{ m}^3/\text{s/h}$.

En cas de variation imprévue du débit entrant des apports du bassin versant intermédiaires entraînant un abaissement du niveau de la retenue sous la cote 608,80 mNGF, le gradient autorisé de baisse du débit turbiné peut déroger au gradient défini ci-dessus.

14.3 La Goule

Hors déversés au barrage, les baisses du débit turbiné à l'usine sont conduites selon un gradient limité à $1 \text{ m}^3/\text{s/h}$.

15. Arrêt programmé

Tout arrêt programmé d'un aménagement doit s'effectuer avec toutes les dispositions et moyens permettant de conduire cette opération en limitant les dommages environnementaux et notamment la mortalité piscicole. Les concessionnaires sont tenus d'informer préalablement les autorités concédantes ainsi que l'OFEV, l'ONEMA et les cantons de Neuchâtel et du Jura.

16. Gestion des sédiments

Chaque concessionnaire met en place les dispositions nécessaires afin d'assurer la continuité sédimentaire et la bonne gestion des sédiments accumulés au niveau des seuils et retenues selon les législations des deux pays. Le concessionnaire concerné demande aux autorités compétentes les autorisations nécessaires.

17. Dérogations

17.1. Réparations

Lorsque pour faire des réparations imposant de déroger momentanément à certaines dispositions du présent règlement d'eau, le concessionnaire devra requérir préalablement l'autorisation des autorités concédantes et il avise les autres usiniers.

17.2. Urgence

En cas d'urgence, le concessionnaire pourra déroger au présent règlement d'eau sans en demander au préalable l'autorisation. Toutefois il devra avertir dans les plus brefs délais les autorités concédantes ainsi que l'OFEV, l'ONEMA et les cantons de Neuchâtel et du Jura.

18. Révision

Le présent règlement d'eau général a vocation à s'appliquer jusqu'au renouvellement des concessions.

À l'issue du suivi et du bilan réalisés en application de l'article 22 du présent règlement, l'opportunité d'une révision sera examinée par les autorités concédantes.

Toutefois, il pourra être révisé à la demande de l'une quelconque des administrations intéressées ou de l'un des concessionnaires. La décision de révision appartiendra conjointement aux deux autorités concédantes.

19. Alerte des autorités

En cas d'accident ou de gestion imprévue des aménagements susceptible de générer des dommages écologiques ou des atteintes à la faune et flore, les concessionnaires sont tenus d'alerter dans les meilleurs délais les autorités concédantes ainsi que l'OFEV, l'ONEMA et les cantons de Neuchâtel et du Jura.

20. Comités de pilotage et de suivi

Il est créé un comité de pilotage co-présidé par l'OFEN et la DREAL composé des 3 concessionnaires, d'un représentant de l'ONEMA, du Service de la Police de l'Eau de la DDT du Doubs, d'un représentant de l'OFEV, d'un représentant du canton du Jura et d'un représentant du canton de Neuchâtel. A tout moment, le comité de pilotage peut prendre l'attache des services non représentés et des représentants des parties prenantes pour examiner des points particuliers.

La fréquence de la tenue de ce comité est ajustée en fonction du contexte mais à minima une fois par an.

En application du présent règlement d'eau, le comité de pilotage est chargé d'examiner le rapport conjoint des concessionnaires prescrit à l'article 21, ainsi que les résultats des études et des suivis. Ce comité formule des recommandations aux autorités concédantes.

Un comité de suivi environnemental est créé pour échanger et informer les parties intéressées dont les représentants des associations et des pêcheurs suisses et français. Il se réunit à l'initiative du comité de pilotage.

21. Rapport conjoint des concessionnaires

Les concessionnaires adressent aux autorités concédantes au plus tard le 15 septembre de chaque année, un bilan annuel relatif à la coordination de leur exploitation portant sur la période précédente du 15 mai au 14 mai.

Ce rapport comprend une synthèse des informations prévues dans le présent règlement (suivi des gradients, jours de démodulation, débits, ...) ainsi que, plus généralement, tout élément d'information pertinent sur l'exploitation des installations dans la période écoulée.

Pour les opérations d'entretien et ayant une incidence sur l'environnement, le rapport fait mention des circonstances des mesures prises pour maîtriser les impacts sur le milieu, de l'évaluation des mesures compensatoires et du constat d'un préjudice biologique.

Le rapport des concessionnaires est adressé aux membres du comité de pilotage défini à l'article 20.

22. Monitoring

Un programme de monitoring pertinent devra être assuré par les concessionnaires dans le but de suivre l'atteinte des objectifs visés par le présent règlement d'eau.

Les détails seront réglés dans une annexe au présent règlement et pourront être adaptés selon les besoins du monitoring ou les nouvelles connaissances acquises.

Le monitoring sera développé selon le cahier des charges validé par les autorités concernées.

Le monitoring sera réalisé sur une première période de 5 années à compter de l'entrée en vigueur du présent règlement d'eau.

23. Entrée en vigueur

Le présent règlement entrera en vigueur le 1^{er} décembre 2015, date à laquelle le règlement de 1969 est abrogé.

Annexe 6 : Fiches descriptives des mesures d'assainissement

Fiche de mesure

Mesure 1 : Règlement d'eau 2014 (RE 2014)

**Cours d'eau : Doubs
Installation : toutes**

Principe de fonctionnement / Description

But : Réduire l'impact des éclusées en coordonnant le turbinage entre les 3 installations (Châtelot, Refrain et Goule)

Principe :

- Mesure d'exploitation
- Démodulation des éclusées du Châtelot dans la retenue de Biaufond et secondairement dans la retenue de la Goule (V disponible ~ 300'000 m³)
- Augmentation du débit plancher en période sensible

Principales caractéristiques

RE2014, Art. 5 : "La gestion des aménagements doit éviter tout le long de l'année par des gradients de baisse des débits turbinés et par le maintien d'un débit de base l'échouage/piégeage des espèces cibles suivantes : chabot, loche, vairon et alevins truites et ombres"

Principales contraintes :

- Le débit plancher à l'aval de la Goule est fixé à 5 m³/s (7 m³/s en période sensible)
- Le Châtelot est contraint de faire des éclusées démodulables lorsque QBrenets < 10 m³/s
- Le Refrain et la Goule doivent abaisser le niveau de leur retenue avant éclusée.
- Après une période de turbinage continu, la baisse du débit turbiné doit être très lente

Coût (estimation Groupe E)

Mise en place	0.5 mio [CHF]
Gestion des week-end (65 kCHF/an)	2.6 mio [CHF]
Gestion des décrues (90 kCHF/an)	3.6 mio [CHF]
Gestion des éclusées (75 kCHF/an)	3.0 mio [CHF]
Suivi des mesures (50 kCHF/an)	2.0 mio [CHF]
Prévision hydrologique (15 kCHF/an)	0.6 mio [CHF]
<u>Coût total de la mesure (sur 40 ans)</u>	<u>12.3 mio [CHF]</u>

Points faibles / contraintes

- Pas de réduction des éclusées dans le tronçon immédiatement en aval de l'usine du Châtelot.
- Pas de démodulation lorsque le débit du Doubs est supérieur à 10 m³/s.
- Le maintien d'un débit plancher élevé pourrait poser problème en cas d'étiage sévère.
- Impact négatif sur la production hydroélectrique

Points forts / synergies

- Mesure en fonction depuis décembre 2014 (en cours d'évaluation)
- Coordination en les 3 installations
- Absence d'impact négatif sur l'environnement

Fiche de mesure

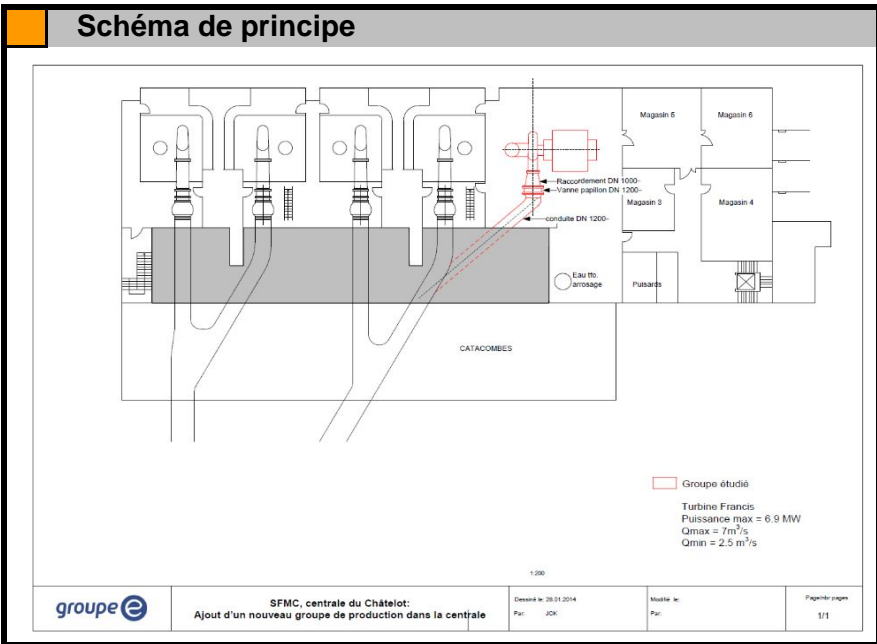
Mesure 2 : Mini turbine au Châtelot	Cours d'eau : Doubs Installation : Châtelot
--	--

Principe de fonctionnement / Description

But : Eviter l'arrêt brutal du dernier palier de turbinage du Châtelot ($7 \rightarrow 0 \text{ m}^3/\text{s}$)

Principe :

- Installation d'une nouvelle turbine à l'usine électrique du Châtelot.
- Modification du RE2014 : après un turbinage continu, imposer un gradient de baisse maximal de $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ en 2 heures entre $7 \text{ m}^3/\text{s}$ et $3 \text{ m}^3/\text{s}$.



Dimensions caractéristiques

Débit maximal : $7 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit minimal : $3 \text{ m}^3/\text{s}$

Coût (Selon Groupe E)

Coût de construction	5.0 mio [CHF]
Pertes d'exploitation (estimation BG sur 40 ans)	0.1 mio [CHF]
<u>Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris)</u>	<u>5.1 mio [CHF]</u>

Points faibles / contraintes

- Effet sur un tronçon limité (aval de l'usine du Châtelot)
- Effet principalement en gestion "turbinage continu" (peu d'effet en gestion par éclusées)

Points forts / synergies

Fiche de mesure

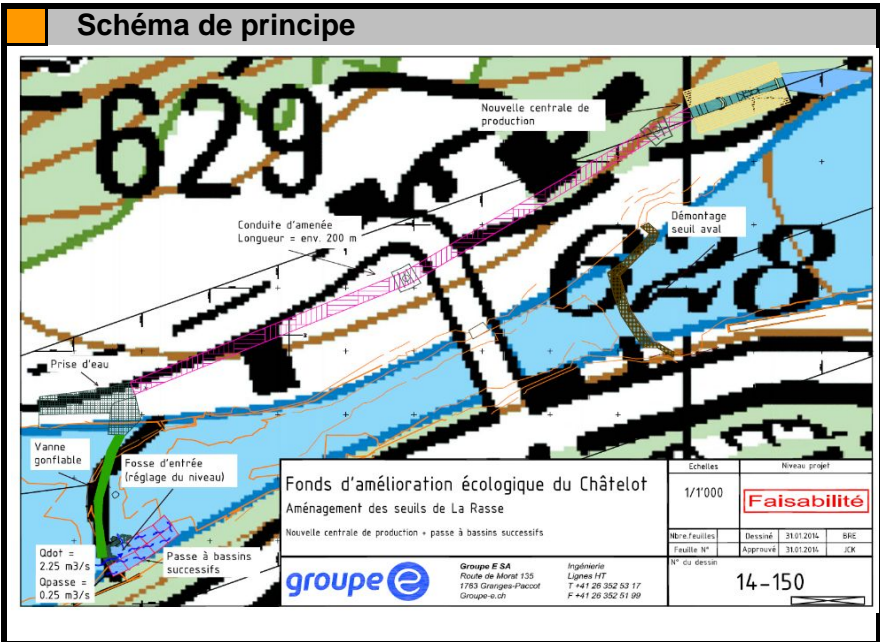
Mesure 3 :	Mini-centrale à la Rasse	Cours d'eau : Doubs Installation : La Rasse
-------------------	---------------------------------	--

Principe de fonctionnement / Description

But : Atténuer l'arrêt brutal du dernier palier de turbinage du Châtelot (7 → 0 m³/s) et augmenter le volume de rétention pour démoduler les éclusées du Châtelot

Principe :

- Rehaussement du seuil de la Rasse (+ 0.7 m) avec un barrage gonflable.
- Exploitation de la retenue par marnage (V = 60'000 m³) pour la démodulation.
- Construction d'une échelle à poissons (assainissement migration piscicole).
- (- Construction d'une nouvelle mini-centrale)



Dimensions caractéristiques

Débit de l'installation : 12-13 m³/s
 Débit minimal : 1.5 m³/s

Coût (d'après données Groupe E adaptées)

Côût total de l'aménagement	5.9 mio [CHF]
- Part "barrage et exploitation par marnage"	2.0 mio [CHF]
- Part "échelle à poissons" (assainissement migration piscicole)	0.6 mio [CHF]
- Part "centrale" (hors assainissement)	3.3 mio [CHF]
<u>Cout total de l'assainissement (frais d'entretien et d'exploitation non compris)</u>	<u>2.0 mio [CHF]</u>

Points faibles / contraintes

- Contradictoire avec le projet de dérasement du seuil en cours de discussion au sein du Groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse
- Contradictoire avec la planification stratégique de l'assainissement du régime de charriage

Impacts environnementaux :

- Prolongement de la retenue de la Rasse (faciès lenthique)
- Gestion de la retenue avec variations artificielles des niveaux d'eau
- Création d'un tronçon court-circuité de plus de 150 m

Points forts / synergies

- Augmentation de la production d'électricité (production annuelle estimée : 3'000 MWh)
- Assainissement possible du régime de charriage
- Assainissement de la migration piscicole

Fiche de mesure

Mesure 4 :

**Galerie de dérivation Châtelot -
Biaufond**

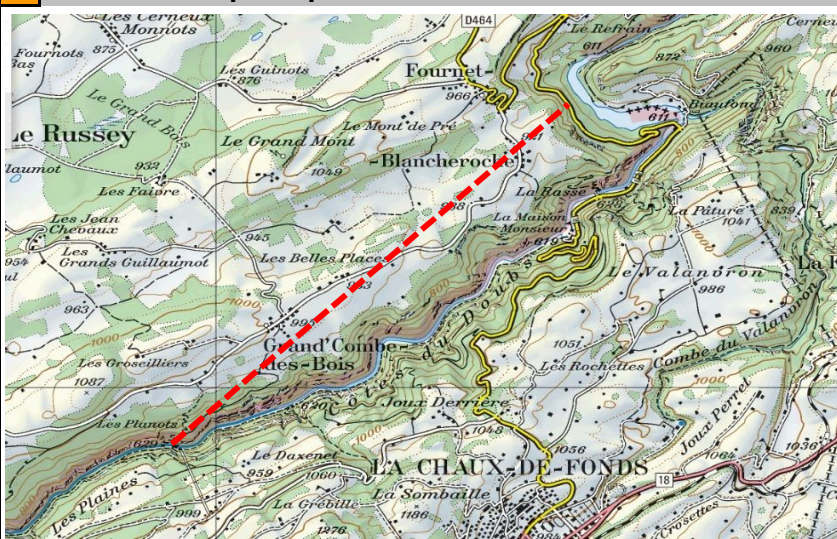
**Cours d'eau : Doubs
Installation : -**

Principe de fonctionnement / Description

But : Eliminer les éclusées dans le tronçon situé en aval de l'usine du Châtelot (L=7.1 km) et disposer d'un volume de stockage supplémentaire pour démoduler les éclusées à l'aval du Refrain.

Principe : Construction d'une galerie de dérivation des débits d'éclusées entre l'usine du Châtelot et la retenue de Biaufond. La galerie fonctionnerai en écoulement gravitaire et fournirait un volume de stockage supplémentaire d'environ 160'000 m³.

Schéma de principe



**Dimensions
caractéristiques**

Longueur dérivation [km]	8
Débit dérivé [m ³ /s] :	40
Chute [m] :	12
Section galerie [m ²] :	12

Coût

Dérivation (y compris galerie + prise d'eau + restitution + ...) 120 mio [CHF]

Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris) **120 mio [CHF]**

Points faibles / contraintes

- Création d'un nouveau tronçon court-circuité de plus de 7 km.
- Pas d'opportunité de turbinage du débit dérivé (chute trop faible)

Points forts / synergies

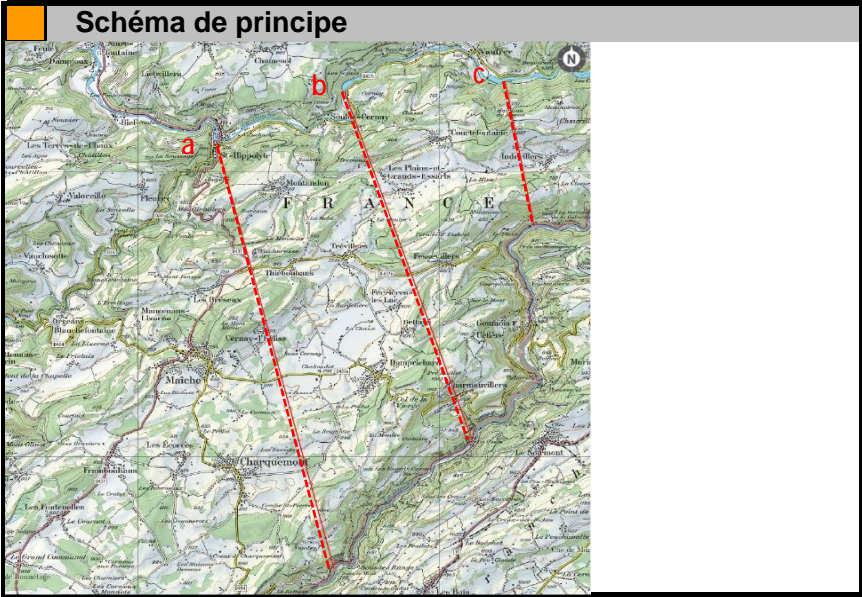
Fiche de mesure

Mesure 5 :	Galerie de dérivation en aval du Refrain	Cours d'eau : Doubs Installation : -
-------------------	---	---

Principe de fonctionnement / Description

But : Eliminer les éclusées dans: (a) les tronçon T4-T6 (L=52 km)
(b) le tronçon T6 (L=45 km) (c) le secteur du Clos du Doubs (L=35 km)

Principe : Construction d'une galerie de dérivation des débits d'éclusée jusqu'à (a) St-Hippolyte (b) Soulce-Cernay (c) la retenue de Vaufrey, avec opportunité de construire un nouveau palier de turbinage



Dimensions caractéristiques

Longueur dérivation [kr 6-16	
Débit dérivé [m ³ /s] :	20
Chute [m] :	73-170
Section galerie [m ²] :	~ 6

Coût

Dérivation (y compris galerie + prise d'eau + restitution + ...)	non évalué
Perte d'eau pour les usiniers aval	non évalué

Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris)

Points faibles / contraintes

- Création d'un nouveau tronçon court-circuité de plusieurs dizaines de kilomètres.
- Mesure discuté et abandonnée lors de l'élaboration de la stratégie énergétique 2035 du canton du Jura.
- Mesure clairement incompatible avec le "plan national d'action en faveur du Doubs".

Mesure abandonnée à la demande des cantons du Jura et de Neuchâtel en raison de ses multiples impacts négatifs et de son incompatibilité avec le cadre légal actuel du Doubs.

Cette mesure ne sera pas évaluée dans la suite de l'étude.

Points forts / synergies

- Protection contre les crues
- Opportunité de créer un nouveau palier de turbinage

Fiche de mesure

Mesure 6 :
**Augmentation du volume de stockage
à Biaufond**
**Cours d'eau : Doubs
Installation : Refrain**

Principe de fonctionnement / Description

But : Augmenter le volume de stockage utile dans le retenue de Biaufond pour améliorer la démodulation des éclusées du Châtelot.

Principe :

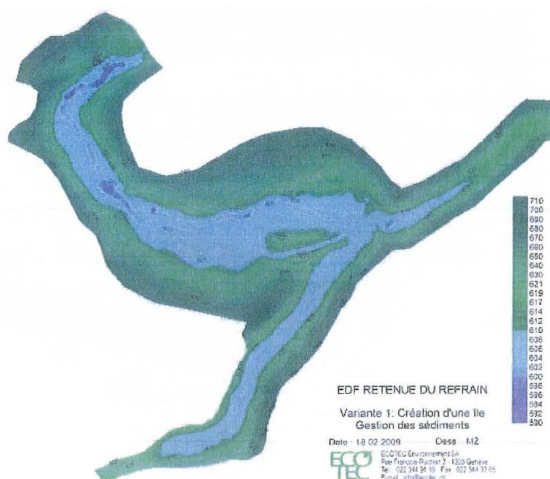
- Etat actuel : volume de marnage utile d'environ 0.3 mio m³.
- Hypothèse : augmentation du volume de marnage de 0.2 mio m³.

Solutions possibles :

- Augmentation de la tranche de marnage et/ou
- Curage des sédiments et/ou
- Révision du fonctionnement des vannes-toit du Refrain

Schéma de principe

Variante retenue dans l'étude Ecotec : curage avec création d'une île



Source : étude ECOTEC 2010, Barrage du Refrain : Optimisation de la gestion de la retenue et de la valeur écologique du site

Dimensions

caractéristiques

 Volume supplém. 0.2 mio m³

Coût

Curage par aspiration (selon étude ECOTEC)	5 mio [CHF]
Création de l'île	5 mio [CHF]
Révision des vannes + pertes d'exploitation	5 mio [CHF]
<i>Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris)</i>	15 mio [CHF]

Points faibles / contraintes

- Incompatibilité avec les considérations de l'inventaire Emeraude
- Impacts potentiellement significatifs sur le paysage, incompatibles avec les objectifs IFP
- Impacts potentiellement significatifs sur les communautés animales et végétales riveraines
- Impacts pot. significatifs sur le site d'importance nationale pour leur reproduction des batraciens
- Problème de stabilité de certains secteurs

Points forts / synergies

Fiche de mesure

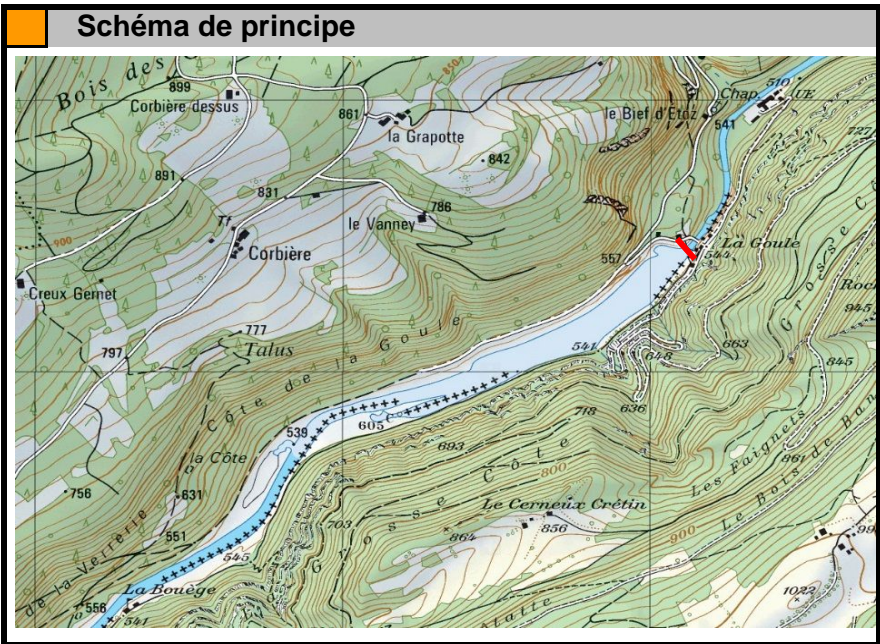
Mesure 7 :	Augmentation du volume de stockage à la Goule	Cours d'eau : Doubs Installation : Goule
-------------------	--	---

Principe de fonctionnement / Description

But : Augmenter le volume de stockage utile dans le retenue de la Goule pour contribuer à démoduler les éclusées du Châtelot.

Principe :

- Rehaussement du barrage de la Goule (+ 1 m) avec un barrage gonflable.
- Exploitation du volume supplémentaire par marnage ($V \cong 100'000 \text{ m}^3$) pour la démodulation.



Dimensions caractéristiques

Largeur seuil [m]	30
Surélévation [m]	1

Coût

Coût de construction	5 mio [CHF]
<i>Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris)</i>	<u>5 mio [CHF]</u>

Points faibles / contraintes

Impacts environnementaux :

- Prolongement de la retenue au détriment d'espèces rhéophiles caractéristiques du Doubs.
- Gestion de la retenue avec variations artificielles des niveaux d'eau accentués.
- Impact paysagers

Points forts / synergies

- Impact positif sur la production électrique (augmentation de la chute)

Fiche de mesure

Mesure 8a :	Stockage Refrain	Cours d'eau : Doubs
		Installation : Refrain

Principe de fonctionnement / Description	
<u>But :</u>	Eviter l'exondation du bras rive gauche en aval en cas d'arrêt de l'usine; éventuellement réduire le gradient de baisse de débit en situation d'étiage.
<u>Principe :</u>	Construction d'un bassin semi-enterré pour assurer l'alimentation du bras rive-gauche en cas d'arrêt de l'usine. Un volume de 30'000 m ³ permet de maintenir le débit de base de 3 m ³ /s pendant 3 heures

Schéma de principe	Dimensions caractéristiques				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Surface [m²]</td> <td style="text-align: right;">10'000</td> </tr> <tr> <td>Volume [m³]</td> <td style="text-align: right;">30'000</td> </tr> </table>	Surface [m ²]	10'000	Volume [m ³]	30'000
Surface [m ²]	10'000				
Volume [m ³]	30'000				

Coût	
Bassin (coût total)	12 mio [CHF]
<u>Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris)</u>	<u>12 mio [CHF]</u>

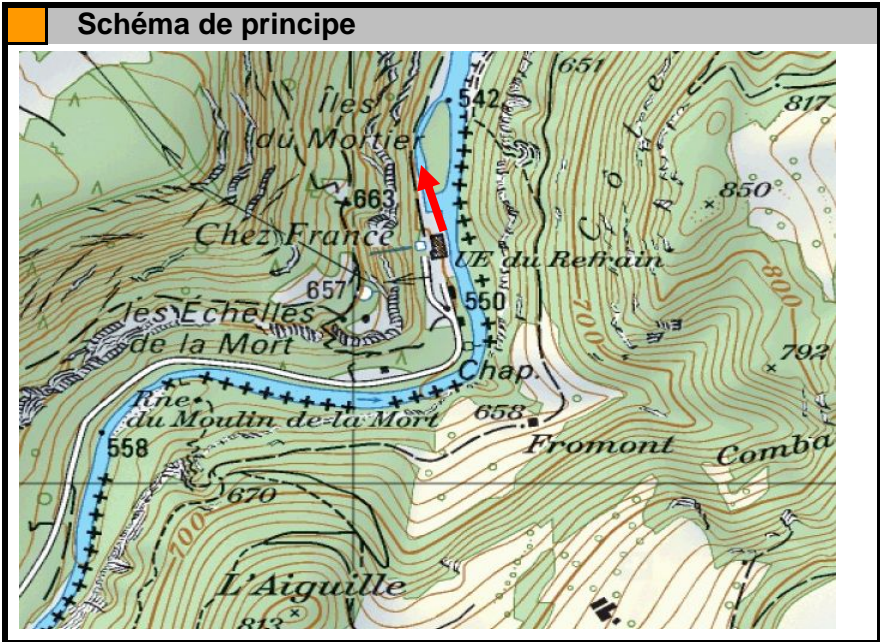
Points faibles / contraintes
- Mesure ayant un impact principalement local

Points forts / synergies

Fiche de mesure

Mesure 8b :	Déplacement de la restitution	Cours d'eau : Doubs Installation : Refrain
--------------------	-------------------------------	---

Principe de fonctionnement / Description	<p><u>But :</u> Eviter les échouages massifs de poissons provoqués par l'exondation du bras rive gauche en cas d'arrêt de l'usine.</p> <p><u>Principe :</u> Variante 1 : Réaménagement du lit pour permettre la mise en eau du bras rive gauche lorsque le cours d'eau est alimenté uniquement par le débit résiduel Variante 2 : Construction d'un by-pass pour alimenter le bras rive-gauche lorsque l'usine est à l'arrêt.</p>
---	---



Dimensions caractéristiques	
------------------------------------	--

Coût		
	Réaménagement de la restitution	1 mio [CHF]
	<u>Coût total de l'aménagement</u>	<u>1 mio [CHF]</u>

Points faibles / contraintes	- Mesure ayant un impact uniquement local
-------------------------------------	---

Points forts / synergies	
---------------------------------	--

Fiche de mesure		
Mesure 9 :	Augmentation du débit résiduel Goule	Cours d'eau : Doubs Installation : Refrain

Principe de fonctionnement / Description
<p><u>But :</u> Augmenter le débit résiduel (= débit plancher) à la Goule de 1.3 m³/s à 2.9 m³/s</p> <p><u>Principe :</u> Le débit résiduel assuré dans le tronçon court-circuité est augmenté de 1.3 à 2.9 m³/s. Le débit résiduel n'est actuellement pas turbiné. Même en cas d'augmentation, son turbinage ne sera vraisemblablement pas rentable économiquement en raison de la faible hauteur du barrage (4m).</p>

Schéma de principe	Dimensions caractéristiques
	<p>Qres [m³/s] 2.9</p>

Coût	
Perte de production (estimation sur 40 ans)	10 mio [CHF]
<u>Coût total de la mesure</u>	<u>10 mio [CHF]</u>

Points faibles / contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Mesure ayant un impact sur un tronçon court (0.7 km) - Mesure d'exploitation, réalisable uniquement avec l'accord de l'exploitant

Points forts / synergies
<ul style="list-style-type: none"> - Respect de la législation française concernant les débits résiduels

Fiche de mesure

Mesure 10a : Augmentation du débit plancher en aval de l'usine du Châtelot

Cours d'eau : Doubs
Installation : Châtelot

Principe de fonctionnement / Description

But : Augmentation du débit plancher au Châtelot à 5 m³/s (période sensible) et 3 m³/s (hors période sensible)

Principe :

- Installation d'une nouvelle turbine à l'usine électrique du Châtelot.
- Turbinage en bande de 1 m³/s ou 3 m³/s pour augmenter le débit plancher.
- Baisse très progressive du débit plancher en période d'étiage (comme prévu dans le RE2014 pour l'aval).

Schéma de principe

Débit plancher actuel : 2 m³/s (débit résiduel)

Débit plancher prévu en période sensible : 5 m³/s

Débit plancher prévu hors période sensible : 3 m³/s

Dimensions caractéristiques

Débit [m³/s] 1 -3

Coût

Coût de construction (voir M2) 5 mio [CHF]

Perte de production (estimation sur 40 ans) 7 mio [CHF]

Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris) **12 mio [CHF]**

Points faibles / contraintes

- Mesure d'exploitation, réalisable uniquement avec l'accord de l'exploitant

Points forts / synergies

Fiche de mesure

Mesure 10b : Stockage Lac des Brenets

**Cours d'eau : Doubs
Installation : -**

Principe de fonctionnement / Description

But : Stocker des volumes de crues dans le lac des Brenets pour faire du soutien d'étiage et augmenter le débit plancher au Châtelot

Principe :

- Construction d'un seuil vanné au niveau du restaurant du Saut du Doubs.
- Stockage de volumes de crue dans le lac des Brenets
- Le volume stocké durant les crues permet d'augmenter le débit plancher de 2 m³/s en aval de l'usine du Châtelot sans risque en période d'étiage
- Les pertes de production liées à l'augmentation du débit plancher sont compensés par les volumes supplémentaires turbinables

Schéma de principe



Dimensions caractéristiques

Tranche stockage 2 m
V stockage 1.5 mio m³

Coût

Construction du barrage vanné + gestion et régulation 50.0 mio [CHF]
Perte de production (estimation sur 40 ans) - mio [CHF]

Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris) 50.0 mio [CHF]

Points faibles / contraintes

- Nécessité de maintenir des crues (2-3 pas année) pour garantir la dynamique morphologique du lit.
- Faisabilité très aléatoire
- Existence de pertes (failles) dans le fond du lac des Brenets.

Points forts / synergies

- Régulation du niveau du lac des Brenets

Fiche de mesure		
Mesure 11 :	Mesures morphologiques	Cours d'eau : Doubs Installation : -

Principe de fonctionnement / Description
<p><u>But :</u> Modifier localement la morphologie du lit afin de le rendre moins sensible aux phénomènes d'échouage et d'exondation de frayères.</p> <p><u>Principe :</u> Cette mesure consiste à travailler très localement la morphologie certaines zones piégeuses sur lesquelles s'échouent systématiquement les organismes aquatiques. L'objectif est notamment de créer un ou plusieurs points de fuites sur des zones de dépressions régulièrement mises à sec en aménageant une connexion avec le lit principal, comme déjà réalisé sur certains sites (p. ex. à l'aval du Refrain).</p>

Schéma de principe	Dimensions caractéristiques
	

Coût
5.0 mio [CHF]
<u>5.0 mio [CHF]</u>
<i>Cout total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris)</i>

Points faibles / contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Seules quelques formes de zones sensibles sont envisageables d'être traitées par ce type de mesure, en particulier les bras morts et les grosses dépressions. - Les épisodes de hautes eaux ainsi que les crues sont susceptibles de modifier plus ou moins rapidement la morphologie de telles mesures en les rendant inopérantes. - La mesure peut, très localement, avoir une incidence sur la perception du caractère naturel du paysage par une légère artificialisation de la morphologie du Doubs.

Points forts / synergies
<ul style="list-style-type: none"> - Peut être rapidement et facilement mise en œuvre. - La problématique du piégeage d'organismes aquatiques est potentiellement localement significativement atténuée. - L'efficacité de la mesure peut être suivie relativement facilement et précisément. - Des informations utiles concernant la sensibilité des surfaces exposées aux exondations peuvent potentiellement être collectées.

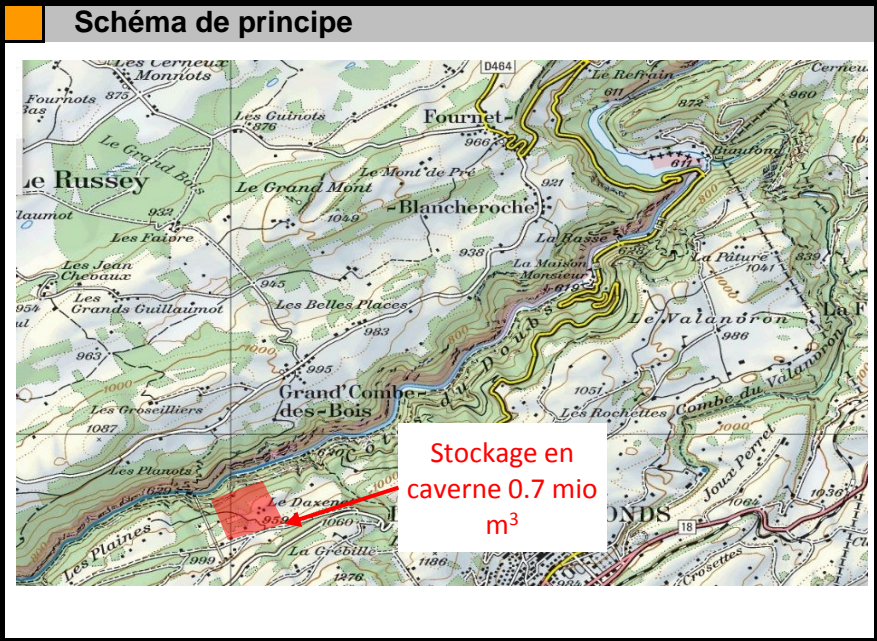
Fiche de mesure

Mesure 12 :	Stockage "total" des éclusées	Cours d'eau : Doubs Installation : Refrain
--------------------	--------------------------------------	---

Principe de fonctionnement / Description

But : Augmenter le volume de stockage utile pour démoduler toutes les éclusées du Châtelot.

Principe : - Construction d'un volume de stockage supplémentaire de 0.7 mio m³ en caverne à la restitution du Châtelot



Dimensions caractéristiques

Châtelot	0.7 mio m ³
----------	------------------------

Coût

Stockage en caverne 0.7 mio m ³	280 mio [CHF]
<u>Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris)</u>	<u>280 mio [CHF]</u>

Points faibles / contraintes

Caverne de stockage :

- Ouvrage volumineux, complexe et onéreux
- Impacts importants liés au chantier de construction

Points forts / synergies

Fiche de mesure

Mesure 13 : Turbinage "au fil de l'eau"

Cours d'eau : Doubs
Installation : Toutes

Principe de fonctionnement / Description

But : Réduire fortement les éclusées du Doubs en exploitant les 3 aménagements pratiquement au fil de l'eau, c'est-à-dire en limitant l'intensité des éclusées à 1.5

Principe : Mesure d'exploitation qui consisterait à modifier l'exploitation pour turbiner les eaux du Doubs pratiquement au fil de l'eau. L'intensité des éclusées serait limitée à 1.5.
Le lac de Moron servirait principalement de stockage de crue.

Schéma de principe

*Variation journalière du débit turbiné autorisé
pour maintenir une intensité d'éclusee inférieure à 1.5*

Gamme de variation des débits turbinés (hautes-eaux)

<i>Châtelot</i>	29 à 44 m ³ /s
<i>Refrain</i>	14.5 à 23 m ³ /s
<i>Goule</i>	11.5 à 18 m ³ /s

Dimensions caractéristiques

$$Q_e/Q_p = 1.5$$

Coût

Coût de construction (voir M2)	5 mio [CHF]
Perte de production (estimation sur 40 ans)	123 mio [CHF]

Coût total de l'aménagement (frais d'entretien et d'exploitation non compris) **128 mio [CHF]**

Points faibles / contraintes

- Mesure d'exploitation, réalisable uniquement avec l'accord des exploitants

Points forts / synergies

- Permet de retrouver un régime hydrologique proche du naturel sans impact sur l'environnement

Annexe 7 : Tableaux d'évaluation de l'efficacité des mesures d'assainissement

Pronostic d'efficacité

M1 : RE2014							Note global	Pt
Pronostic de performance (éclusées aigüe)								
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6			
Qe	46	23	46	28	46			
Qp	2	2.66	9.2	1.3	9.2			
Qe/Qp	23.00	8.65	5.00	21.54	5.00			
Longueur	8900	2950	5200	660	44000			
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%			
Potentiel écologique	3	3	3	3	3			
Hydmod Eclusées	5	5	4	5	4	4.20	0.0	
Surfaces mises à sec (P2.1)	36%	42%	16%	52%	12%	0.18	0.6	
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17	0.31	0.4	
Total points							0.9	

Pronostic d'efficacité

Exploitation 2014							
Pronostic de performance (éclusées chronique)							
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt
Qe (mesures 2014)	37.59	15	44.1	11	43.9		
Qp (mesures 2014)	2.73	2.66	9.55	1.3	8.7		
Qe/Qp (T2, T4 et T6: selon mesures)	6.14	5.64	1.80	8.46	1.93		
Longueur	8900	2950	5200	660	44000		
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%		
Potentiel écologique	3	3	3	3	3		
Hydmod Eclusées	4	3	1	4	1	1.6	0.8
Surfaces mises à sec (P2.1)	32%	36%	15%	44%	12%	17%	0.6
Vitesse de descente (P2.2)	0.2	0.15	0.16	0.09	0.2	0.19	0.6
						Total points	2.0

Pronostic d'efficacité

M1 + M2 : RE 2014 + turbine 7-0 Châtelot									
Pronostic de performance (éclusées chronique)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	46	23	46	28	46				
Qp	2	2.66	9.2	1.3	9.2				
Qe/Qp	23.00	8.65	5.00	21.54	5.00				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	5	5	4	5	4	4.2	0.0		
Surfaces mises à sec (P2.1)	36%	42%	16%	52%	12%	18%	0.6		
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17	0.31	0.4		
						Total points	0.9		

Pronostic d'efficacité

M1 + M3 : RE2104 + mini-centrale Rasse									
Pronostic de performance (éclusées)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	46	23	46	28	46				
Qp	2	2.66	10.22	1.3	10.22				
Qe/Qp	23.00	8.65	4.50	21.54	4.50				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	5	5	3	5	3	3.4	0.2		
Surfaces mises à sec (P2.1)	36%	42%	15%	52%	10%	16%	0.6		
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17	0.31	0.4		
						Total points	1.2		

Pronostic d'efficacité

M4 : Dérivation Châtelot									
Pronostic de performance (éclusées)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	2	23	46	28	46				
Qp	2	2.66	5.11	1.3	5.11				
Qe/Qp	1.00	8.65	9.00	21.54	9.00				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	1	5	5	5	5	4.4	0.0		
Surfaces mises à sec (P2.1)	0%	42%	21%	52%	18%	17%	0.6		
Vitesse de descente (P2.2)	0	0.32	0.46	0.19	0.20	0.20	0.6		
						Total points	1.2		

Pronostic d'efficacité

M1 + M4 : RE2014 + dérivation Châtelot									
Pronostic de performance (éclusées)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	2	23	35	28	35				
Qp	2	2.66	10	1.3	10				
Qe/Qp	1.00	8.65	3.50	21.54	3.50				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	1	5	2	5	2	2.0	0.7		
Surfaces mises à sec (P2.1)	0%	42%	14%	52%	9%	10%	0.7		
Vitesse de descente (P2.2)	0.00	0.15	0.30	0.09	0.17	0.16	0.7		
						Total points	2.1		

Pronostic d'efficacité

M1 + M6 : RE2014 + Stockage Refrain									
Pronostic de performance (éclusées)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	46	7	30	12	30				
Qp	2	2.66	10	1.3	10				
Qe/Qp	23.00	2.63	3.00	9.23	3.00				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	5	1	2	5	2	2.4	0.6		
Surfaces mises à sec (P2.1)	36%	26%	13%	45%	8%	14%	0.7		
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17	0.31	0.4		
						Total points	1.6		

Pronostic d'efficacité

M1 + M7 : RE2014 + stockage Goule							
Pronostic de performance (éclusées)							
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt
Qe	46	23	46	28	46		
Qp	2	2.66	9.2	1.3	11.50		
Qe/Qp	23.00	8.65	5.00	21.54	4.00		
Longueur	8900	2950	5200	660	44000		
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%		
Potentiel écologique	3	3	3	3	3		
Hydmod Eclusées	5	5	4	5	3	3.5	0.2
Surfaces mises à sec (P2.1)	36%	42%	16%	52%	9%	16%	0.6
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17	0.31	0.4
						Total points	1.2

Pronostic d'efficacité

M1 + M9 : RE2013 + Qres Goule à 2.9									
Pronostic de performance (éclusées)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	46	23	46	28	46				
Qp	2	2.66	9.2	2.9	9.2				
Qe/Qp	23.00	8.65	5.00	9.66	5.00				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	5	5	4	5	4	4.2	0.0		
Surfaces mises à sec (P2.1)	36%	42%	16%	41%	12%	18%	0.6		
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17	0.31	0.4		
						Total points	0.9		

Pronostic d'efficacité

M1 + M10a : RE2014 + augmentation Qp Châtelot

Pronostic de performance (éclusées)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	46	23	46	28	46				
Qp	5	2.66	9.2	1.3	9.2				
Qe/Qp	9.20	8.65	5.00	21.54	5.00				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	5	5	4	5	4	4.2	0.0		
Surfaces mises à sec (P2.1)	23%	42%	16%	52%	12%	16%	0.6		
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17	0.31	0.4		
						Total points	1.0		

M1 + M10b : RE2014 + Stockage Brenets

Pronostic de performance (éclusées)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	46	23	46	28	46				
Qp	4	2.66	11.2	1.3	11.2				
Qe/Qp	11.50	8.65	4.11	21.54	4.11				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	5	5	3	5	3	3.4	0.2		
Surfaces mises à sec (P2.1)	27%	42%	15%	52%	10%	15%	0.6		
Vitesse de descente (P2.2)	1.05	0.15	0.30	0.09	0.17	0.31	0.4		
						Total points	1.3		

Pronostic d'efficacité

Pronostic de performance

M1 + M12 : RE2014 + Stockage Châtelot									
Pronostic de performance (éclusées)									
Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt		
Qe	46	2.66	20	1.3	20				
Qp	15	2.66	13	1.3	13				
Qe/Qp	3.0	1.0	1.5	1.0	1.5				
Longueur	8900	2950	5200	660	44000				
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%				
Potentiel écologique	3	3	3	3	3				
Hydmod Eclusées	3	1	1	1	1	1.3	0.9		
Surfaces mises à sec (P2.1)	9%	0%	5%	0%	3%	4%	0.9		
Vitesse de descente (P2.2)	0.20	0	0.09	0	0.09	0.10	0.8		
						Total points	2.6		

Pronostic d'efficacité

Pronostic de performance

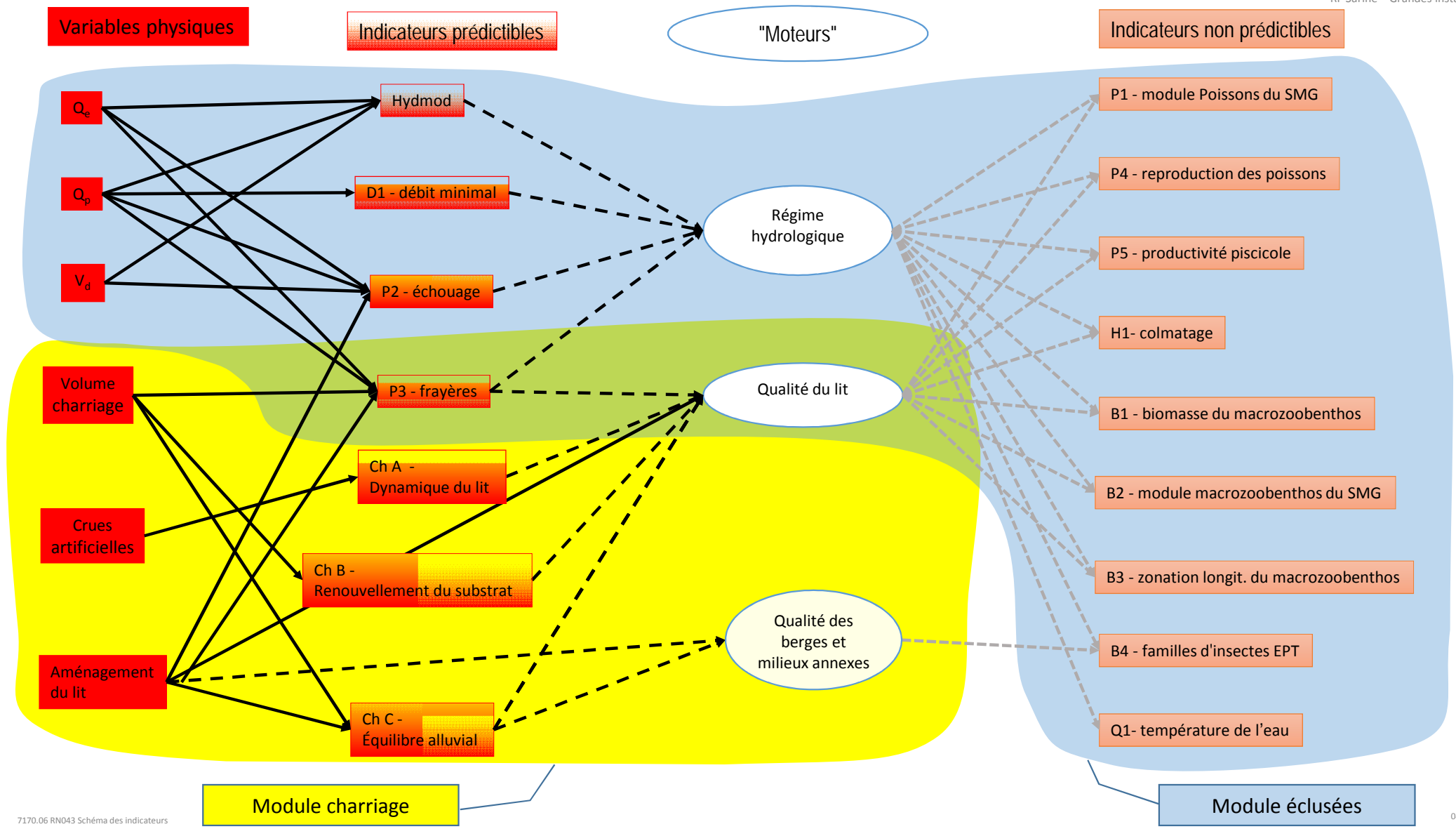
Situation hautes-eaux

M13 : Turbinage au fil de l'eau

Pronostic de performance (éclusées)

Tronçon	T2	T3	T4	T5	T6	Note global	Pt
Qe	46	2.66	25.7	1.3	19.3		
Qp	31	2.66	17	1.3	13		
Qe/Qp	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5		
Longueur	8900	2950	5200	660	44000		
Pondération	14.4%	4.8%	8.4%	1.1%	71.3%		
Potentiel écologique	3	3	3	3	3		
Hydmod Eclusées	1	1	1	1	1	1.0	1.0
Surfaces mises à sec (P2.1)	1%	0%	6%	0%	3%	3%	0.9
Vitesse de descente (P2.2)	0.2	0	0.16	0	0.2	0.18	0.6
						Total points	2.6

Annexe 8 : Schéma présentant les interactions entre les paramètres physiques et les différents indicateurs des éclusées et du charriage



Annexe 9 : Résultats de l'évaluation multicritères

- a. Fiches d'évaluation par mesure**
- b. Synthèse 1 (détail)**
- c. Synthèse 2 (résumé)**

Mesure 1 Règlement d'eau 2014

- Mesure d'exploitation
- Démodulation des éclusées du Châtelot dans la retenue de Biaufond et secondairement dans la retenue de la Goule (V disponible - 300'000 m3)
- Augmentation du débit plancher en période sensible

Indicateurs		Évaluation	Règlement d'eau 2014
			Commentaire
Pronostic de performance			
	Hydmod Eclusées	faible	État initial : 5, état assaini : 4
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	État initial : 25%, état assaini : 18%
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	État initial : > 0.5 cm/min; état assaini : 0.27 cm/min
1.33	<i>Synthèse</i>	bonne	
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Moyen	12.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	pas favorable	
GA2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -	-	
GA3	Portée de la mesure	favorable	Mesure globale; influence positive sur les tronçons T4 et T6.
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5	Incertitudes sur les performances	neutre	Performance de la démodulation incertaine
GA6	Incertitude sur le devenir	favorable	Règlement négocié et accepté par toutes les parties
0.33	<i>Synthèse</i>	neutre	
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	neutre	fonctions du CE en partie améliorées
PE4	Portée de la mesure	favorable	Mesure globale; influence positive sur les tronçons T4 et T6.
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Pas d'impact
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	
PE8	Incertitudes sur les performances	pas favorable	Incertitudes sur la performance (observations d'échouages en 2014)
PE9	Incertitude sur le devenir	favorable	Règlement négocié et accepté par toutes les parties
0.44	<i>Synthèse</i>	neutre	
C) Proportionnalité des coûts			
C1	Rapport coût / efficacité	pas favorable	
C2	Incertitude sur le coût	neutre	Règles de dédommagement des mesures d'exploitation pas encore définies.
C3	Incertitudes sur l'efficacité	neutre	RE2014 pas assez contraignant pour assurer l'état 2014
-0.33	<i>Synthèse</i>	pas favorable	
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
E1	Impact sur la production énergétique	pas favorable	Péjore la souplesse d'exploitation
F) Faisabilité			
F1	Maîtrise foncière	favorable	mesure d'exploitation
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	mesure d'exploitation
F3	Faisabilité administrative	favorable	Cadre légal mis en place
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	RE2014 peu contraignant; mise en œuvre dépend de la bonne volonté et de la coordination entre les exploitants
0.75	<i>Synthèse</i>	favorable	
G) Impacts			
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	neutre	
I2	Paysage	neutre	Pas de modifications
I3	Emprise foncière	neutre	Pas de modifications
0.00	<i>Synthèse</i>	neutre	
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	neutre	pour le Refrain et la Goule (exploitation en fonction du Châtelot)
S2	Synergie avec usages	neutre	Pas d'incidence
S3	Synergies avec projets	neutre	Pas d'incidence
S4	Opportunité	neutre	Pas d'incidence
0.00	<i>Synthèse</i>	neutre	
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1	Dépendances	non	
X2	Incompatibilités	non	
0.00	<i>Synthèse</i>	non	

Mesure 1 + Mesure 2 RE2014 + mini turbine Châtelot

- Installation d'une nouvelle turbine à l'usine électrique du Châtelot.
- Modification du RE2014 : après un turbinage continu, imposer un gradient de baisse maximal de 1.5 m3/s en 2 heures entre 7 m3/s et 3 m3/s.

Indicateurs		Evaluation	RE2014 + mini turbine Châtelot
Indicateurs		Evaluation	Commentaire
Pronostic de performance			
	Hydmod Eclusées	faible	Etat assaini : 4, idem M1 aigüe ps
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	Etat assaini : 18%, idem M1 aigüe ps
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	Etat assaini : 0.27 cm/min, idem M1 aigüe ps
1.33	<i>Synthèse</i>		bonne
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Moyen	17.4 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
	Performance de la mesure : critère physique 1 Charrriage : charrriage nécessaire Eclusées : Hydmod	pas favorable	
GA1	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : mobilisation lit Eclusées : -		
GA2	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA3	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA4	Incertitudes sur les performances	neutre	
GA5	Incertitude sur le devenir	favorable	Identique à M1; pas de problème lié à la turbine
GA6	<i>Synthèse</i>		neutre
0.40			
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charrriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE1	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE2	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	neutre	
PE3	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
PE4	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE5	Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Pas d'impact
PE6	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	
PE7	Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1
PE8	Incertitude sur le devenir	favorable	Intervention unique
PE9	<i>Synthèse</i>		neutre
0.44			
C) Proportionnalité des coûts			
	C1 Rapport coût / efficacité	pas favorable	
	C2 Incertitude sur le coût	neutre	idem M1, faibles incertitudes sur M2
	C3 Incertitudes sur l'efficacité	neutre	idem M1; performance M2 incertaine
-0.33	<i>Synthèse</i>		pas favorable
D) Intérêt de la protection contre les crues			
	D1 Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
	E1 Impact sur la production énergétique	pas favorable	Idem M1
F) Faisabilité			
	F1 Maîtrise foncière	favorable	
	F2 Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	Pas de difficulté identifiée
	F3 Faisabilité administrative	neutre	
	F4 Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.50	<i>Synthèse</i>		favorable
G) Impacts			
	I1 Impact environnement (hors cours d'eau)	neutre	
	I2 Paysage	neutre	
	I3 Emprise foncière	neutre	
0.00	<i>Synthèse</i>		neutre
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
	S1 Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	favorable	Nouvelle turbine; flexibilité
	S2 Synergie avec usages	neutre	
	S3 Synergies avec projets	neutre	
	S4 Opportunité	neutre	
0.25	<i>Synthèse</i>		favorable
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
	X1 Dépendances	non	
	X2 Incompatibilités	non	
0.00	<i>Synthèse</i>		non

Mesure 1 + Mesure 3 RE2014 + mini-centrale Rasse

- Rehaussement du seuil de la Rasse (+ 0.7 m) avec un barrage gonflable.
- Exploitation de la retenue par marnage (V = 60'000 m3) pour la démodulation.
- Construction d'une échelle à poissons (assainissement migration piscicole).
- (- Construction d'une nouvelle mini-centrale)

Indicateurs		Evaluation	RE2014 + mini-centrale Rasse
Pronostic de performance			Commentaire
Hydmod Eclusées		bonne	M1 aigüe: 4, Etat assaini : 3
Surfaces mises à sec (P2.1)		très bonne	M1 aigüe: 18%, Etat assaini : 16%
Vitesse de descente (P2.2)		très bonne	Etat assaini : 0.27 cm/min, idem M1 aigüe ps
1.67	Synthèse		très bonne
Coût de la mesure			
Coût de la mesure (classes selon module "financement")		Moyen	14.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	neutre	
GA2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -		
GA3	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5	Incertitudes sur les performances	neutre	
GA6	Incertitude sur le devenir	favorable	Identique à M1; pas de problème lié à la mini-centrale
0.60	Synthèse		favorable
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	pas favorable	moins bon que M1
PE4	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Pas d'impact
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	
PE8	Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1
PE9	Incertitude sur le devenir	favorable	Intervention unique
0.33	Synthèse		pas favorable
C) Proportionnalité des coûts			
C1	Rapport coût / efficacité	neutre	
C2	Incertitude sur le coût	neutre	Idem M1, faible incertitudes sur M3
C3	Incertitudes sur l'efficacité	neutre	Idem M1; performance M3 incertaine
0.00	Synthèse		neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
E1	Impact sur la production énergétique	neutre	M1 : pas favorable; M3 : favorable
F) Faisabilité			
F1	Maîtrise foncière	pas favorable	Terrain en territoire français
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	Pas de difficulté identifiée
F3	Faisabilité administrative	pas favorable	Coordination franco-suisse
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	
-0.25	Synthèse		neutre
G) Impacts			
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	neutre	
I2	Paysage	pas favorable	
I3	Emprise foncière	pas favorable	Emprise foncière potentiellement en territoire français
-0.67	Synthèse		pas favorable
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	favorable	Nouvelle centrale
S2	Synergie avec usages	pas favorable	Surélévation du seuil (paysage, ...)
S3	Synergies avec projets	pas favorable	Dérasement du seuil (assainissement migration piscicole)
S4	Opportunité	neutre	
-0.25	Synthèse		pas favorable
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1	Dépendances	non	
X2	Incompatibilités	oui	Dérasement du seuil (assainissement migration piscicole)
0.00	Synthèse		oui

Mesure 1 + Mesure 4 RE2014 + dérivation Châtelot-Biaufond

Construction d'une galerie de dérivation des débits d'éclusées entre l'usine du Châtelot et la retenue de Biaufond. La galerie fonctionnera en écoulement gravitaire et fournira un volume de stockage supplémentaire d'environ 160'000 m3.

Indicateurs		Évaluation	RE2014 + dérivation Châtelot-Biaufond
Pronostic de performance			Commentaire
	Hydmod Eclusées	très bonne	M1 aigue: 4, Etat assaini : 2
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	M1 aigue: 18%, Etat assaini : 10%
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	M1 aigue: 0.27 cm/min, Etat assaini : 0.16 cm/min
2.00	Synthèse		très bonne
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Très élevé	132.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
	Performance de la mesure : critère physique 1 Charrriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	favorable	
	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : mobilisation lit Eclusées : -		
	GA3 Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
	GA4 Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
	GA5 Incertitudes sur les performances	neutre	
	GA6 Incertitude sur le devenir	favorable	
0.80	Synthèse		favorable
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
	PE1 Performance de la mesure : critère biotique 1 Charrriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
	PE3 Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	neutre	
	PE4 Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
	PE5 Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
	PE6 Incidence de la mesure sur le Qmoy	critique	Réduction du débit moyen dans le tronçon T2
	PE7 Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	
	PE8 Incertitudes sur les performances	neutre	
	PE9 Incertitude sur le devenir	favorable	Intervention unique
0.33	Synthèse		critique
C) Proportionnalité des coûts			
	C1 Rapport coût / efficacité	neutre	
	C2 Incertitude sur le coût	pas favorable	Pas d'évaluation précise des coûts
	C3 Incertitudes sur l'efficacité	neutre	Idem M1; peu d'incertitude sur M4
-0.33	Synthèse		neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues			
	D1 Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
	E1 Impact sur la production énergétique	pas favorable	Idem M1
F) Faisabilité			
	F1 Maîtrise foncière	neutre	
	F2 Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	pas favorable	Technique éprouvée, incertitude géologique non négligeable
	F3 Faisabilité administrative	pas favorable	Sur territoire français; nouvelle concession ?
	F4 Faisabilité organisationnelle	neutre	
-0.50	Synthèse		pas favorable
G) Impacts			
	I1 Impact environnement (hors cours d'eau)	pas favorable	Prise d'eau / restitution
	I2 Paysage	pas favorable	
	I3 Emprise foncière	pas favorable	Prise d'eau / restitution
-1.00	Synthèse		pas favorable
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
	S1 Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	neutre	
	S2 Synergie avec usages	pas favorable	Orésiduel : pêche, paysage, ...)
	S3 Synergies avec projets	neutre	
	S4 Opportunité	neutre	
-0.25	Synthèse		pas favorable
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
	X1 Dépendances	non	
	X2 Incompatibilités	non	
0.00	Synthèse		non

Mesure 1 + Mesure 6 RE2014 + stockage Biaufond

- Etat actuel : volume de marnage utile d'environ 0.3 mio m3.
- Hypothèse : augmentation du volume de marnage de 0.2 mio m3.
Solutions possibles :
- Augmentation de la tranche de marnage et/ou
- Curage des sédiments et/ou
- Révision du fonctionnement des vannes-toit du Refrain

		RE2014 + stockage Biaufond
Indicateurs	Evaluation	Commentaire
Pronostic de performance		
Hydmod Eclusées	très bonne	M1 aigüe: 4, Etat assaini : 2
Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	M1 aigüe: 18%, Etat assaini : 14%
Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	Etat assaini : 0.27 cm/min, idem M1 aigüe ps
2.00	Synthèse	très bonne
Coût de la mesure		
Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Elevé	27.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)		
GA1 Performance de la mesure : critère physique 1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	favorable	
GA2 (Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -		
GA3 Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA4 Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5 Incertitudes sur les performances	neutre	Idem à M1
GA6 Incertitude sur le devenir	favorable	
0.80	Synthèse	favorable
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure		
PE1 Performance de la mesure : critère biotique 1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2 (Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3 Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	pas favorable	Moins bon que M1
PE4 Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
PE5 Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6 Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Pas d'impact
PE7 Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	
PE8 Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1
PE9 Incertitude sur le devenir	pas favorable	Risque d'interventions multiples en cas d'envasement
0.11	Synthèse	pas favorable
C) Proportionnalité des coûts		
C1 Rapport coût / efficacité	pas favorable	
C2 Incertitude sur le coût	neutre	Idem M1
C3 Incertitudes sur l'efficacité	neutre	Idem M1
-0.33	Synthèse	pas favorable
D) Intérêt de la protection contre les crues		
D1 Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique		
E1 Impact sur la production énergétique	neutre	M1 : pas favorable; M6 : favorable
F) Faisabilité		
F1 Maîtrise foncière	favorable	
F2 Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	neutre	
F3 Faisabilité administrative	neutre	
F4 Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.25	Synthèse	neutre
G) Impacts		
I1 Impact environnement (hors cours d'eau)	pas favorable	
I2 Paysage	pas favorable	Marnage de la retenue de Biaufond
I3 Emprise foncière	neutre	
-0.67	Synthèse	pas favorable
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)		
S1 Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	neutre	
S2 Synergie avec usages	pas favorable	Marnage de la retenue de Biaufond
S3 Synergies avec projets	neutre	
S4 Opportunité	neutre	
-0.25	Synthèse	pas favorable
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement		
X1 Dépendances	non	
X2 Incompatibilités	non	
0.00	Synthèse	non

Mesure 1 + Mesure 7 RE2014 + Stockage Goule

- Rehaussement du barrage de la Goule (+ 1 m) avec un barrage gonflable.
- Exploitation du volume supplémentaire par marnage (V @ 100'000 m3) pour la démodulation.

Indicateurs		Evaluation	RE2014 + Stockage Goule
			Commentaire
Pronostic de performance			
	Hydmod Eclusées	faible	M1 aigüe: 4, Etat assaini : 4
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	M1 aigüe: 18%, Etat assaini : 16%
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	Etat assaini : 0.27 cm/min, idem M1 aigüe ps
1.33	<i>Synthèse</i>	bonne	
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Moyen	17.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	pas favorable	
GA2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -		
GA3	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5	Incertitudes sur les performances	neutre	Idem M1
GA6	Incertitude sur le devenir	favorable	Idem M1
0.40	<i>Synthèse</i>	neutre	
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	pas favorable	Moins bon que M1
PE4	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Pas d'impact
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	
PE8	Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1
PE9	Incertitude sur le devenir	pas favorable	Risque d'interventions multiples en cas d'envasement
0.11	<i>Synthèse</i>	pas favorable	
C) Proportionnalité des coûts			
C1	Rapport coût / efficacité	neutre	
C2	Incertitude sur le coût	neutre	idem M1
C3	Incertitudes sur l'efficacité	neutre	Idem M1
0.00	<i>Synthèse</i>	neutre	
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
E1	Impact sur la production énergétique	neutre	M1 : pas favorable; M7 : favorable
F) Faisabilité			
F1	Maîtrise foncière	favorable	
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	Pas de difficulté identifiée
F3	Faisabilité administrative	neutre	
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.50	<i>Synthèse</i>	favorable	
G) Impacts			
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	pas favorable	
I2	Paysage	pas favorable	Marnage de la retenue de la Goule
I3	Emprise foncière	neutre	
-0.67	<i>Synthèse</i>	pas favorable	
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	favorable	Augmentation de la hauteur de disposition
S2	Synergie avec usages	pas favorable	Marnage de la retenue de la Goule
S3	Synergies avec projets	neutre	
S4	Opportunité	neutre	
0.00	<i>Synthèse</i>	neutre	
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1	Dépendances	non	
X2	Incompatibilités	non	
0.00	<i>Synthèse</i>	non	

Mesure 1 + Mesure 8a RE2014 + petit bassin Refrain

Construction d'un bassin semi-enterré pour assurer l'alimentation du bras rive-gauche en cas d'arrêt de l'usine.
Un volume de 30'000 m3 permet de maintenir le débit de base de 3 m3/s pendant 3 heures

Indicateurs		Evaluation	RE2014 + petit bassin Refrain
Pronostic de performance			Commentaire
Hydmod Ecluesées		faible	Etat initial : 5, état assaini : 4
Surfaces mises à sec (P2.1)		très bonne	Etat initial : 25%, état assaini : 18%
Vitesse de descente (P2.2)		très bonne	Etat initial : > 0.5 cm/min; état assaini : 0.27 cm/min
1.33	<i>Synthèse</i>	bonne	
Coût de la mesure			
Coût de la mesure (classes selon module "financement")		Moyen	24.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Charrriage : charriage nécessaire Ecluesées : Hydmod	pas favorable	
GA2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : mobilisation lit Ecluesées : -	-	
GA3	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5	Incertitudes sur les performances	neutre	Idem M1
GA6	Incertitude sur le devenir	favorable	Idem M2
0.33	<i>Synthèse</i>	neutre	
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charrriage : dynamique morphologique Ecluesées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : - Ecluesées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	neutre	Idem M1
PE4	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des écluesées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Pas d'impact
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	Idem; Importance écologique élevée du bras rive gauche
PE8	Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1; peu d'incertitude sur la performance locale de la mesure M8a
PE9	Incertitude sur le devenir	favorable	Intervention unique
0.44	<i>Synthèse</i>	neutre	
C) Proportionnalité des coûts			
C1	Rapport coût / efficacité	pas favorable	
C2	Incertitude sur le coût	neutre	Idem M1
C3	Incertitudes sur l'efficacité	neutre	Idem M1
-0.33	<i>Synthèse</i>	pas favorable	
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
E1	Impact sur la production énergétique	pas favorable	Idem M1
F) Faisabilité			
F1	Maitrise foncière	favorable	
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	Pas de difficulté identifiée
F3	Faisabilité administrative	pas favorable	Sur territoire français
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.25	<i>Synthèse</i>	neutre	
G) Impacts			
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	neutre	
I2	Paysage	neutre	
I3	Emprise foncière	neutre	Emprise locale
0.00	<i>Synthèse</i>	neutre	
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	neutre	
S2	Synergie avec usages	neutre	
S3	Synergies avec projets	neutre	
S4	Opportunité	neutre	
0.00	<i>Synthèse</i>	neutre	
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1	Dépendances	non	
X2	Incompatibilités	non	
0.00	<i>Synthèse</i>	non	

Mesure 1 + Mesure 8b RE2014 + réaménagement de la restitution Refrain

Variante 1 : Réaménagement du lit pour permettre la mise en eau du bras rive gauche lorsque le cours d'eau est alimenté uniquement par le débit résiduel
Variante 2 : Construction d'un by-pass pour alimenter le bras rive-gauche lorsque l'usine est à l'arrêt.

Indicateurs		Evaluation	RE2014 + réaménagement de la restitution Refrain Commentaire
Pronostic de performance			
	Hydmod Eclusées	faible	Etat initial : 5, état assaini : 4
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	Etat initial : 25%, état assaini : 18%
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	Etat initial : > 0.5 cm/min; état assaini : 0.27 cm/min
1.33	<i>Synthèse</i>		bonne
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Moyen	13.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
	Performance de la mesure : critère physique 1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	pas favorable	
	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -	-	
	GA3 Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
	GA4 Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
	GA5 Incertitudes sur les performances	neutre	Idem M1
	GA6 Incertitude sur le devenir	favorable	
0.33	<i>Synthèse</i>		neutre
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
	Performance de la mesure : critère biotique 1 PE1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
	(Performance de la mesure : critère physique 2 PE2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
	PE3 Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	neutre	Idem M1
	PE4 Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
	PE5 Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
	PE6 Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Pas d'impact
	PE7 Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	Idem; Importance écologique élevée du bras rive gauche
	PE8 Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1; peu d'incertitude sur la performance locale de la mesure M8b
	PE9 Incertitude sur le devenir	favorable	Intervention unique
0.44	<i>Synthèse</i>		neutre
C) Proportionnalité des coûts			
	C1 Rapport coût / efficacité	pas favorable	
	C2 Incertitude sur le coût	neutre	Idem M1
	C3 Incertitudes sur l'efficacité	neutre	Idem M1
-0.33	<i>Synthèse</i>		pas favorable
D) Intérêt de la protection contre les crues			
	D1 Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
	E1 Impact sur la production énergétique	pas favorable	Idem M1
F) Faisabilité			
	F1 Maîtrise foncière	favorable	
	F2 Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	Pas de difficulté identifiée
	F3 Faisabilité administrative	neutre	
	F4 Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.50	<i>Synthèse</i>		favorable
G) Impacts			
	I1 Impact environnement (hors cours d'eau)	neutre	
	I2 Paysage	neutre	
	I3 Emprise foncière	neutre	
0.00	<i>Synthèse</i>		neutre
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
	S1 Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	neutre	
	S2 Synergie avec usages	neutre	
	S3 Synergies avec projets	neutre	
	S4 Opportunité	neutre	
0.00	<i>Synthèse</i>		neutre
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
	X1 Dépendances	non	
	X2 Incompatibilités	non	
0.00	<i>Synthèse</i>		non

Mesure 1 + Mesure 9 RE 2014 + augmentation Ores à la Goule

Le débit résiduel assuré dans le tronçon court-circuité est augmenté de 1.3 à 2.9 m3/s. Le débit résiduel n'est actuellement pas turbiné. Même en cas d'augmentation, son turbinage ne sera vraisemblablement pas rentable économiquement en raison de la faible hauteur du barrage (4m).

Indicateurs		Evaluation	RE 2014 + augmentation Ores à la Goule
Pronostic de performance			Commentaire
	Hydmod Eclusées	faible	M1 aigüe: 4, Etat assaini : 4
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	M1 aigüe: 18%, Etat assaini : 18%
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	Etat assaini : 0.27 cm/min, idem M1 aigüe ps
1.33	<i>Synthèse</i>	bonne	
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Moyen	22.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Charrriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	pas favorable	
GA2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : mobilisation lit Eclusées : -		
GA3	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5	Incertitudes sur les performances	neutre	Idem M1
GA6	Incertitude sur le devenir	favorable	
0.40	<i>Synthèse</i>	neutre	
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charrriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	favorable	Augmentation du Ores
PE4	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	favorable	Augmentation du débit moyen dans le tronçon T5
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	Idem M1; M9 : importance écologique moyenne du tronçon court-circuité
PE8	Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1
PE9	Incertitude sur le devenir	favorable	
0.67	<i>Synthèse</i>	neutre	
C) Proportionnalité des coûts			
C1	Rapport coût / efficacité	pas favorable	
C2	Incertitude sur le coût	neutre	Idem M1
C3	Incertitudes sur l'efficacité	neutre	Idem M1 : peu d'incertitude sur M9
-0.33	<i>Synthèse</i>	pas favorable	
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
E1	Impact sur la production énergétique	pas favorable	M1 : perte de souplesse; M9 : perte de volume
F) Faisabilité			
F1	Maîtrise foncière	favorable	
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	Pas de difficulté identifiée
F3	Faisabilité administrative	neutre	
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.50	<i>Synthèse</i>	favorable	
G) Impacts			
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	favorable	
I2	Paysage	favorable	
I3	Emprise foncière	neutre	
0.67	<i>Synthèse</i>	favorable	
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	pas favorable	Réduction des volumes turbinables
S2	Synergie avec usages	neutre	
S3	Synergies avec projets	neutre	
S4	Opportunité	favorable	Lien avec le projet d'augmentation du Ores de la Goule
0.00	<i>Synthèse</i>	neutre	
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1	Dépendances	non	
X2	Incompatibilités	non	
0.00	<i>Synthèse</i>	non	

Mesure 1 + Mesure 10a RE2014 + Augmentation Qp Châtelot

- Installation d'une nouvelle turbine à l'usine électrique du Châtelot.
- L'augmentation du débit plancher nécessite l'affectation d'un volume d'environ 150'000 m3 du lac de Moron pour le "soutien d'étiage"

		RE2014 + Augmentation Qp Châtelot
Indicateurs	Evaluation	Commentaire
Pronostic de performance		
Hydmod Eclusées	faible	M1 aigue: 4, Etat assaini : 4
Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	M1 aigue: 18%, Etat assaini : 17%
Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	Etat assaini : 0.27 cm/min, idem M1 aigue ps
1.33	Synthèse	bonne
Coût de la mesure		
Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Moyen	24.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)		
GA1 Performance de la mesure : critère physique 1 Charrriage : charrriage nécessaire Eclusées : Hydmod	pas favorable	
GA2 (Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : mobilisation lit Eclusées : -		
GA3 Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA4 Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5 Incertitudes sur les performances	neutre	Idem M1
GA6 Incertitude sur le devenir	favorable	
0.40	Synthèse	neutre
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure		
PE1 Performance de la mesure : critère biotique 1 Charrriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2 (Performance de la mesure : critère physique 2 Charrriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3 Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	favorable	ugmentation du Qp
PE4 Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
PE5 Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6 Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Aucun impact
PE7 Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	Idem M1
PE8 Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1
PE9 Incertitude sur le devenir	favorable	
0.56	Synthèse	neutre
C) Proportionnalité des coûts		
C1 Rapport coût / efficacité	pas favorable	
C2 Incertitude sur le coût	neutre	Idem M1
C3 Incertitudes sur l'efficacité	neutre	Idem M1, peu d'incertitude sur M10
-0.33	Synthèse	pas favorable
D) Intérêt de la protection contre les crues		
D1 Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique		
E1 Impact sur la production énergétique	pas favorable	M1 : perte de souplesse; M10 : perte de volume
F) Faisabilité		
F1 Maîtrise foncière	favorable	
F2 Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	Pas de difficulté identifiée
F3 Faisabilité administrative	neutre	
F4 Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.50	Synthèse	favorable
G) Impacts		
I1 Impact environnement (hors cours d'eau)	favorable	
I2 Paysage	favorable	
I3 Emprise foncière	neutre	
0.67	Synthèse	favorable
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)		
S1 Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	pas favorable	Perte de production
S2 Synergie avec usages	neutre	
S3 Synergies avec projets	neutre	
S4 Opportunité	neutre	
-0.25	Synthèse	pas favorable
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement		
X1 Dépendances	non	
X2 Incompatibilités	non	
0.00	Synthèse	non

Mesure 10b RE2014 + Stockage lac Brenets

- Construction d'un seuil vanné au niveau du restaurant du Saut du Doubs.
- Stockage de volumes de crue dans le lac des Brenets
- Le volume stocké durant les crues permet d'augmenter le débit plancher de 2 m3/s en aval de l'usine du Châtelot sans risque en période d'étiage
- Les pertes de production liées à l'augmentation du débit plancher sont compensés par les volumes supplémentaires turbinables

Indicateurs		Evaluation	RE2014 + Stockage lac Brenets
Pronostic de performance			Commentaire
Hydmod Eclusées		bonne	M1 aigüe: 4, Etat assaini : 3
Surfaces mises à sec (P2.1)		très bonne	M1 aigüe: 18%, Etat assaini : 15%
Vitesse de descente (P2.2)		très bonne	Etat assaini : 0.27 cm/min, idem M1 aigüe ps
1.67 Synthèse		très bonne	
Coût de la mesure			
Coût de la mesure (classes selon module "financement")		Très élevé	62.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
Performance de la mesure : critère physique 1 GA1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod		neutre	
(Performance de la mesure : critère physique 2 GA2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -			
GA3 Portée de la mesure		favorable	Identique à M1
GA4 Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)		favorable	Atteinte grave
GA5 Incertitudes sur les performances		pas favorable	Efficacité du stockage incertaine
GA6 Incertitude sur le devenir		neutre	
0.20 Synthèse		neutre	
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
Performance de la mesure : critère biotique 1 PE1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec		favorable	
(Performance de la mesure : critère physique 2 PE2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente		favorable	
PE3 Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini		favorable	Augmentation des Qp
PE4 Portée de la mesure		favorable	Identique à M1
PE5 Facteur déterminant de la revalorisation		neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6 Incidence de la mesure sur le Qmoy		neutre	Aucun impact
PE7 Potentiel écologique ou importance élevée		favorable	Idem M1
PE8 Incertitudes sur les performances		pas favorable	Idem M1; performance de M10b pas assurée
PE9 Incertitude sur le devenir		favorable	Intervention unique
0.56 Synthèse		neutre	
C) Proportionnalité des coûts			
C1 Rapport coût / efficacité		pas favorable	
C2 Incertitude sur le coût		pas favorable	Pas d'évaluation précise des coûts
C3 Incertitudes sur l'efficacité		pas favorable	M1 neutre; M10b assez incertain
-1.00 Synthèse		pas favorable	
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1 Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues		favorable	Réduction possible des débits de pointe
E) Politique énergétique			
E1 Impact sur la production énergétique		favorable	Augmentation des volumes turbinables
F) Faisabilité			
F1 Maîtrise foncière		neutre	
F2 Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)		pas favorable	Incertitudes sur la capacité de rétention du lac des Brenets (failles)
F3 Faisabilité administrative		pas favorable	Gestion artificielle des débits du Saut du Doubs
F4 Faisabilité organisationnelle		neutre	
-0.50 Synthèse		pas favorable	
G) Impacts			
I1 Impact environnement (hors cours d'eau)		neutre	Inconnus
I2 Paysage		pas favorable	Construction d'un seuil
I3 Emprise foncière		neutre	
-0.33 Synthèse		neutre	
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1 Bénéfice direct pour le responsable de l'installation		favorable	Augmentation des volumes turbinables
S2 Synergie avec usages		favorable	Réduction des étiages du lac des Brenets ?
S3 Synergies avec projets		neutre	
S4 Opportunité		neutre	
0.50 Synthèse		favorable	
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1 Dépendances		non	
X2 Incompatibilités		non	
0.00 Synthèse		non	

Mesure 11 RE2014 + Mesures morphologiques

Cette mesure consiste à travailler très localement la morphologie certaines zones piégeuses sur lesquelles s'échouent systématiquement les organismes aquatiques. L'objectif est notamment de créer un ou plusieurs points de fuites sur des zones de dépressions régulièrement mises à sec en aménageant une connexion avec le lit principal, comme déjà réalisé sur certains sites (p. ex. à l'aval du Refrain).

Indicateurs		Evaluation	RE2014 + Mesures morphologiques
			Commentaire
Pronostic de performance			
	Hydmod Eclusées	faible	Etat initial : 5, état assaini : 4
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	Etat initial : 25%, état assaini : 18%
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	Etat initial : > 0.5 cm/min; état assaini : 0.27 cm/min
1.33	<i>Synthèse</i>		bonne
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Moyen	17.5 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	pas favorable	
GA2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -	-	
GA3	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5	Incertitudes sur les performances	neutre	Idem M1
GA6	Incertitude sur le devenir	pas favorable	
0.00	<i>Synthèse</i>		neutre
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	favorable	
PE4	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Aucun impact
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	Idem M1
PE8	Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1; la performance de mesures morphologiques est également incertaine
PE9	Incertitude sur le devenir	pas favorable	Intervention multiples
0.33	<i>Synthèse</i>		neutre
C) Proportionnalité des coûts			
C1	Rapport coût / efficacité	pas favorable	
C2	Incertitude sur le coût	neutre	Coûts M11 : ordre de grandeur très grossier
C3	Incertitudes sur l'efficacité	pas favorable	
-0.67	<i>Synthèse</i>		pas favorable
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
E1	Impact sur la production énergétique	pas favorable	Idem M1
F) Faisabilité			
F1	Maitrise foncière	favorable	
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	Pas de difficulté identifiée
F3	Faisabilité administrative	neutre	
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.50	<i>Synthèse</i>		favorable
G) Impacts			
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	favorable	Si bonne intégration environnementale
I2	Paysage	favorable	Si bonne intégration paysagère
I3	Emprise foncière	neutre	
0.67	<i>Synthèse</i>		favorable
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	neutre	
S2	Synergie avec usages	neutre	
S3	Synergies avec projets	neutre	
S4	Opportunité	neutre	
0.00	<i>Synthèse</i>		neutre
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1	Dépendances	non	
X2	Incompatibilités	non	
0.00	<i>Synthèse</i>		non

Mesure 12 RE2104 + Stockage Châtelot

- Construction d'un volume de stockage supplémentaire de 0.7 mio m3 en caverne à la restitution du Châtelot

Indicateurs		Evaluation	RE2104 + Stockage Châtelot
			Commentaire
Pronostic de performance			
	Hydmod Eclusées	très bonne	M1 aigue: 4, Etat assaini : 2
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	M1 aigue: 18%, Etat assaini : 4%
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	M1 aigue: 0.27 cm/min, Etat assaini : 0.11 cm/min
2.00	Synthèse		très bonne
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Très élevé	292.3 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	favorable	
GA2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -		
GA3	Portée de la mesure	favorable	Identique à M1
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5	Incertitudes sur les performances	favorable	
GA6	Incertitude sur le devenir	favorable	
1.00	Synthèse		favorable
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	neutre	
PE4	Portée de la mesure	favorable	
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	Aucun impact
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	Idem M1
PE8	Incertitudes sur les performances	pas favorable	Idem M1
PE9	Incertitude sur le devenir	favorable	Intervention unique
0.44	Synthèse		favorable
C) Proportionnalité des coûts			
C1	Rapport coût / efficacité	neutre	
C2	Incertitude sur le coût	pas favorable	Pas d'évaluation précise des coûts
C3	Incertitudes sur l'efficacité	favorable	Peu d'incertitude sur la performance
0.00	Synthèse		neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
E1	Impact sur la production énergétique	neutre	
F) Faisabilité			
F1	Maitrise foncière	neutre	
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	neutre	Gros ouvrage souterrain en caverne
F3	Faisabilité administrative	pas favorable	Coordination franco-suisse
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	
-0.25	Synthèse		neutre
G) Impacts			
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	pas favorable	
I2	Paysage	neutre	
I3	Emprise foncière	neutre	Stockage Châtelot : caverne
-0.33	Synthèse		neutre
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	favorable	Réduction des contraintes d'exploitation
S2	Synergie avec usages	neutre	
S3	Synergies avec projets	neutre	
S4	Opportunité	neutre	
0.25	Synthèse		neutre
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1	Dépendances	non	
X2	Incompatibilités	non	
0.00	Synthèse		non

Mesure 13 Turbinage "au fil de l'eau"

Modification du mode d'exploitation des usines pour exploiter pratiquement au fil de l'eau (Oe/Qp = 1.5)

Indicateurs		Evaluation	Commentaire
Pronostic de performance			
	Hydmod Eclusées	très bonne	M1 aigue: 4, Etat assaini : 1
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	M1 aigue: 18%, Etat assaini : 3%
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	M1 aigue: 0.27 cm/min, Etat assaini : 0.08 cm/min
2.00	Synthèse		très bonne
Coût de la mesure			
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Très élevé	128 mio (fiche mesure)
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)			
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Charriage : charriage nécessaire Eclusées : Hydmod	favorable	
GA2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : mobilisation lit Eclusées : -		
GA3	Portée de la mesure	favorable	Mesure globale
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	Atteinte grave
GA5	Incertitudes sur les performances	favorable	
GA6	Incertitude sur le devenir	favorable	
1.00	Synthèse		favorable
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure			
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Charriage : dynamique morphologique Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	
PE2	(Performance de la mesure : critère physique 2 Charriage : - Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état actuel/état assaini	favorable	
PE4	Portée de la mesure	favorable	
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	L'assainissement des éclusées est un critère déterminant de la revalorisation
PE6	Incidence de la mesure sur le Gmoy	neutre	Aucun impact
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	
PE8	Incertitudes sur les performances	favorable	
PE9	Incertitude sur le devenir	favorable	
0.78	Synthèse		favorable
C) Proportionnalité des coûts			
C1	Rapport coût / efficacité	neutre	
C2	Incertitude sur le coût	pas favorable	Dépens de l'évolution du marché de l'électricité
C3	Incertitudes sur l'efficacité	favorable	Peu d'incertitude sur la performance
0.00	Synthèse		neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues			
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	
E) Politique énergétique			
E1	Impact sur la production énergétique	pas favorable	Réduction de la souplesse d'exploitation
F) Faisabilité			
F1	Maîtrise foncière	favorable	
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	
F3	Faisabilité administrative	pas favorable	Grosse contrainte réglementaire
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	
0.25	Synthèse		neutre
G) Impacts			
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	favorable	
I2	Paysage	favorable	
I3	Emprise foncière	neutre	
0.67	Synthèse		favorable
H) Acceptabilité (synergie/opportunité)			
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	critique	Importante contrainte d'exploitation
S2	Synergie avec usages	neutre	
S3	Synergies avec projets	neutre	
S4	Opportunité	neutre	
-0.50	Synthèse		critique
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement			
X1	Dépendances	non	
X2	Incompatibilités	non	
0.00	Synthèse		non

Indicateurs		M1	M1+M2	M1+M3	M1+M4	M1+M6	M1+M7	M1+M8a	M1+M8b	M1+M9	M1+M10a	M1+M10b	M1+M11	M1+M12	M13
		Règlement d'eau 2014	RE2014 + mini turbine Châtelot	RE2014 + mini-centrale Rasse	RE2014 + dérivation Châtelot-Biaufond	RE2014 + stockage Biaufond	RE2014 + Stockage Goule	RE2014 + petit bassin Refrain	RE2014 + réaménagement de la restitution Refrain	RE 2014 + augmentation Ores à la Goule	RE2014 + Augmentation Op Châtelot	RE2014 + Stockage lac Brenets	RE2014 + Mesures morphologiques	RE2104 + Stockage Châtelot	Turbinae "au fil de l'eau"
Pronostic de performance (éclusées)															
	Hydromod Eclusées	faible	faible	bonne	très bonne	très bonne	faible	faible	faible	faible	faible	bonne	faible	très bonne	très bonne
	Surfaces mises à sec (P2.1)	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne
	Vitesse de descente (P2.2)	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne
2.00	Synthèse	bonne	bonne	très bonne	très bonne	très bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	très bonne	bonne	très bonne	très bonne
Coût de la mesure															
	Coût de la mesure (classes selon module "financement")	Moyen	Moyen	Moyen	Très élevé	Elevé	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Très élevé	Moyen	Très élevé	Très élevé
A) Degré de gravité de l'atteinte (réduction de la gravité de l'atteinte dans le tronçon influencé par la mesure)															
GA1	Performance de la mesure : critère physique 1 Eclusées : Hydromod	pas favorable	pas favorable	neutre	favorable	favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	pas favorable	favorable	favorable
GA3	Portée de la mesure	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable
GA4	Degré de gravité de l'atteinte avant assainissement (uniquement pour priorisation)	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable
GA5	Incertitudes sur les performances	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	pas favorable	neutre	favorable
GA6	Incertitude sur le devenir	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	neutre	pas favorable	favorable
0.50	Synthèse	neutre	neutre	favorable	favorable	favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	favorable
B) Axe Potentiel écologique = (augmentation du potentiel écologique - au sens revit) des tronçons influencés par la mesure															
PE1	Performance de la mesure : critère biotique 1 Eclusées : P2.1 : Surfaces mises à sec	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable
PE2	Performance de la mesure : critère physique 2 Eclusées : P2.2 Vitesse de descente	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable
PE3	Potentiel de valorisation biologique de la mesure (mise en réseau / robustesse / qualité milieu assaini) entre état	neutre	neutre	pas favorable	neutre	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	favorable	favorable	favorable	favorable	neutre	favorable
PE4	Portée de la mesure	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable
PE5	Facteur déterminant de la revalorisation	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
PE6	Incidence de la mesure sur le Qmoy	neutre	neutre	neutre	critique	neutre	neutre	neutre	neutre	favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
PE7	Potentiel écologique ou importance élevée	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable
PE8	Incertitudes sur les performances	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	favorable
PE9	Incertitude sur le devenir	favorable	favorable	favorable	favorable	pas favorable	pas favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	pas favorable	favorable	favorable
0.33	Synthèse	neutre	neutre	pas favorable	critique	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	favorable
C) Proportionnalité des coûts															
C1	Rapport coût / efficacité	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	pas favorable	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre
C2	Incertitude sur le coût	neutre	neutre	neutre	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	pas favorable	neutre	pas favorable
C3	Incertitudes sur l'efficacité	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	favorable
0.33	Synthèse	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	pas favorable	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues															
D1	Impact de l'ouvrage pour la protection contre les crues	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	favorable	neutre	neutre
E) Politique énergétique															
E1	Impact sur la production énergétique	pas favorable	pas favorable	neutre	pas favorable	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	favorable	pas favorable	neutre	pas favorable
F) Faisabilité															
F1	Maîtrise foncière	favorable	favorable	pas favorable	neutre	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	neutre	favorable	neutre	favorable
F2	Faisabilité technique (incertitude de performance, difficulté d'intervention, nb d'intervention // efficacité)	favorable	favorable	favorable	pas favorable	neutre	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	favorable	pas favorable	favorable	neutre
F3	Faisabilité administrative	favorable	neutre	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	pas favorable	neutre	pas favorable
F4	Faisabilité organisationnelle	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
0.50	Synthèse	favorable	favorable	neutre	pas favorable	neutre	favorable	neutre	favorable	favorable	favorable	favorable	pas favorable	favorable	neutre
Impacts															
I1	Impact environnement (hors cours d'eau)	neutre	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	favorable	favorable	neutre	favorable	pas favorable	favorable
I2	Paysage	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	favorable	favorable	pas favorable	favorable	neutre	favorable
I3	Emprise foncière	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
0.33	Synthèse	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	favorable	favorable	neutre	favorable	neutre	favorable
Acceptabilité (synergie/opportunité)															
S1	Bénéfice direct pour le responsable de l'installation	neutre	favorable	favorable	neutre	neutre	favorable	neutre	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	favorable	neutre	favorable
S2	Synergie avec usages	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	favorable	neutre	neutre
S3	Synergies avec projets	neutre	neutre	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
S4	Opportunité	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
0.00	Synthèse	neutre	favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	pas favorable	favorable	neutre	neutre
Coordination avec les autres domaines de l'assainissement															
X1	Dépendances	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
X2	Incompatibilités	non	non	oui	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
0.00	Synthèse	non	non	oui	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non



Critères	M1	M1+M2	M1+M3	M1+M4	M1+M6	M1+M7	M1+M8a	M1+M8b	M1+M9	M1+M10a	M1+M10b	M1+M11	M1+M12	M13
	Règlement d'eau 2014	RE2014 + mini turbine Châtelot	RE2014 + mini-centrale Rasse	RE2014 + dérivation Châtelot-Biaufond	RE2014 + stockage Biaufond	RE2014 + Stockage Goule	RE2014 + petit bassin Refrain	RE2014 + réaménagement de la restitution Refrain	RE 2014 + augmentation Cres à la Goule	RE2014 + Augmentation Op Châtelot	RE2014 + Stockage lac Brenets	RE2014 + Mesures morphologiques	RE2104 + Stockage Châtelot	Turbinage "au fil de l'eau"
Pronostic de performance (éclusées)	bonne	bonne	très bonne	très bonne	très bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	très bonne	bonne	très bonne	très bonne
Coût de la mesure	Moyen	Moyen	Moyen	Très élevé	Élevé	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Très élevé	Moyen	Très élevé	Très élevé
A) Degré de gravité de l'atteinte	neutre	neutre	favorable	favorable	favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	favorable	favorable
B) Axe Potentiel écologique	neutre	neutre	pas favorable	critique	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	favorable	favorable
C) Proportionnalité des coûts	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	pas favorable	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre
D) Intérêt de la protection contre les crues	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	favorable	neutre	neutre
E) Politique énergétique	pas favorable	pas favorable	neutre	pas favorable	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	favorable	pas favorable	neutre
Faisabilité	favorable	favorable	neutre	pas favorable	neutre	favorable	neutre	favorable	favorable	favorable	favorable	pas favorable	favorable	neutre
Impacts	neutre	neutre	pas favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	favorable	favorable	favorable	neutre	favorable	neutre
Acceptabilité (synergie/opportunité)	neutre	favorable	pas favorable	pas favorable	pas favorable	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	pas favorable	favorable	neutre	neutre
Dépendance avec les autres domaines de l'assainissement	non	non	oui	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non

A conserver :	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Raisons de l'élimination :			Impacts	Potentiel écologique	Impacts	Impacts								
----------------------------	--	--	---------	----------------------	---------	---------	--	--	--	--	--	--	--	--

Annexe 10 : Détail du monitoring biologique

Paramètres /groupe	Indicateur	Description, principe	OFEV - module éclusées (aide 2015)	Effort / nb de stations à analyser	Période	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ciblé sur les éclusées	Compatible avec le suivi standard de la qualité des eaux	Nombre d'années de suivi	Coût annuel par campagne	Coût total du suivi de l'indicateur
Physiques	HYD-Mod	Intensité, fréquence des éclusées, etc.	-	6 tronçons comme pour état référence	-		x		x		x	Oui	Non	3	CHF 30'000	CHF 90'000
	Températures	Suivi de la température de l'eau, relevés ponctuels 2 x par année.	Q1	6 stations (8 sondes)	Mesure en continu	x	x	x				Oui	Oui	3	CHF 7'000	CHF 21'000
Poissons	Composition générale	Pêches quantitatives.*	F1	6 stations, identiques aux actuelles	Fin août à fin octobre	x			x		(x)	Non	Oui	3	CHF 150'000	CHF 450'000
	Echouage	Suivi des poissons piégés et échoués lors d'événements hydrologiques spécifiques (éclusées particulières, essais, arrêts, périodes sensibles, etc).*	(F2)	10 stations suivies annuellement en moyenne 5 fois	Lors d'événements susceptibles d'être impactants	x	x	x				Oui	Non	3	CHF 40'000	CHF 120'000
	Piégeage	Tests et investigations complémentaires sur la composition et les comportements piscicoles dans les zones de bordure (pêches ciblées comparatives, suivis vidéos, etc.).	-	3 stations	Juillet à octobre	x	x					Oui	Non	2	CHF 30'000	CHF 60'000
	Reproduction	Lorsque les conditions hydrologiques le permettent, suivi des frayères de truites et d'ombres de rivière, suivi des alevins d'ombre.	(F3)	5 stations	Novembre à mai	(x)	x	x	x	(x)		Non	Non	4	CHF 30'000	CHF 120'000
	Espèces menacées	Suivi en plongée du comportement de l'apron lors d'éclusées.	-	2 stations (6 sorties)	Avril à octobre	x	x					Oui	Non	2	CHF 30'000	CHF 60'000
Macrozoobenthos	IBCH +	Prélèvement IBCH, 8 placettes lit mineur, 8 placettes complémentaires sur zone de marnage (position échantillonnage à définir au cas par cas), détermination et analyse séparée par substrat, avec évaluation de la biomasse, espèces EPT et zonation longitudinale.	B1, B2, B3, B4	6 stations	Mars à mai	x		x		x		Oui	Oui	3	CHF 50'000	CHF 150'000
	Drift MZB	Suivi d'une éclusées type, objectifs à déterminer.	D1	3 stations	Selon éclusées		x	x				Oui	Non	2	CHF 50'000	CHF 100'000

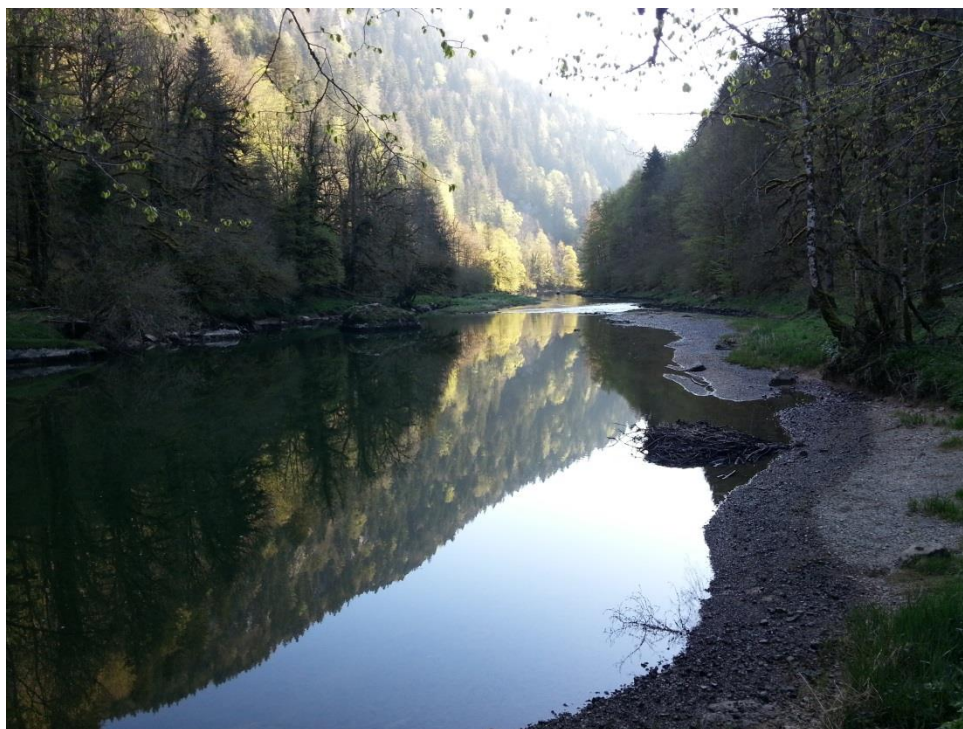
* Les coûts de ces suivis sont présentés à titre purement indicatif, notamment dans la mesure où ses derniers sont susceptibles d'être réalisés partiellement ou totalement par des services publics avec la participation potentielle de sociétés de pêche. **CHF 417'000** **CHF 1'171'000**

Annexe 11 : Constat d'échouage depuis la mise en place du règlement d'eau

- a. Évènement du 24.04.2015**
- b. Évènement du 17.05.2015**
- c. Évènement du 28.05.2015**



DOUBS FRANCO-SUISSE
Monitoring biologique



ARRÊT PROGRAMMÉ DU 24.04.2015 AU CHÂTELOT
RAPPORT DE SUIVI

Neuchâtel, le 05 mai 2015



Environnement et sciences aquatiques
BP 1767, CH-2001 Neuchâtel
+41 32 724 72 62
www.netaquarius.ch

Crédits photographiques :

- © AQUARIUS

Auteur(s) du rapport :		Mandant :	Dernière modification :
AQUARIUS : Jérôme Plomb,		Groupe E SA	Neuchâtel, le 5 mai 2015

Table des matières

1. CADRE DU RAPPORT	2
2. OBJECTIFS DE LA CAMPAGNE DE TERRAIN DU 24.04.2015	2
3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE TERRAIN DU 24.04.2015	3
3.1 <i>Impacts de l'arrêt programmé du Châtelot.....</i>	3
3.1.1 Faune piscicole	3
3.1.2 Invertébrés aquatiques.....	5

Liste des figures

Figure 1	Débits au limnigraphe de la Rasse (source : http://www.rdbmrc.com/hydroreel2/station.php?codestation=604= .).....	2
Figure 2	Zone des Gravieres lors de l'abaissement du 24.04.2015, aux alentours de 8h00.....	3
Figure 3	Chabot et alevins de truite piégés lors de l'arrêt programmé des turbines du Châtelot le 24.04.2015.	4
Figure 4	Autres alevins de truite échoués lors de l'arrêt programmé des turbines du Châtelot le 24.04.2015.	5
Figure 5	Différents groupes d'invertébrés (Limnephilidae, heptageniidae, Baetidae, Ancyliidae, Lymnaeidae) piégés dans une gouille. Si les températures et l'ensoleillement ne sont pas trop importants, plusieurs espèces d'invertébrés benthiques sont capables de tenir quelques heures dans ce type de « piège ».	6
Figure 6	Besdolos Imhoffi est une espèce de plécoptère potamale en danger d'extinction. Cette espèce est actuellement présente en Suisse uniquement dans le Doubs et localement dans l'Aar. Plusieurs individus ont été trouvés dépérissant ou en train de regagner le lit mouillé.	6
Figure 7	Plusieurs formes d'organismes différents ont été exondés lors de l'abaissement des eaux consécutif à l'arrêt programmé des turbines du Châtelot le 24.04.2015. Ci-dessus Gammaridae, Ephemeridae, Lymnaeidae et Limnephilidae.	7

Liste des tableaux

Tableau 1	Echantillon indicatif d'espèces retrouvées piégées suite à l'arrêt programmé des turbines du Châtelot le 24.04.2015. Liste rouge : VU= vulnérable, EN = en danger.	7
-----------	---	---

1. CADRE DU RAPPORT

Dans le cadre des réflexions actuellement menées sur le monitoring biologique à mettre en œuvre sur le Doubs franco-suisse (DFS), Groupe E a fait une demande spécifique, le 23.04.2015, pour qu'Aquarius suive l'incidence de l'arrêt programmé du Châtelot le 24.04.2015 sur les zones sensibles à l'échouage des organismes aquatiques.

Le présent rapport constitue le rapport d'observations de la visite du 24.04.2015.

2. OBJECTIFS DE LA CAMPAGNE DE TERRAIN DU 24.04.2015

L'arrêt programmé de l'usine du Châtelot a été planifié le 24.04.2015 de 7h00 à environ 11h00 (Bertrand Rey, Groupe E, comm. personnelle).

Cet arrêt a eu pour conséquence de diminuer progressivement le débit du Doubs jusqu'au seuil plancher minimal de 2 m³/s (sans comptabiliser les apports intermédiaires), correspondant au débit de dotation délivré au barrage du Châtelot. Compte tenu notamment des débits planchers globalement soutenus des semaines qui ont précédé l'arrêt programmé et de la période sensible pour les alevins de salmonidés, un suivi de cette opération a été demandé.

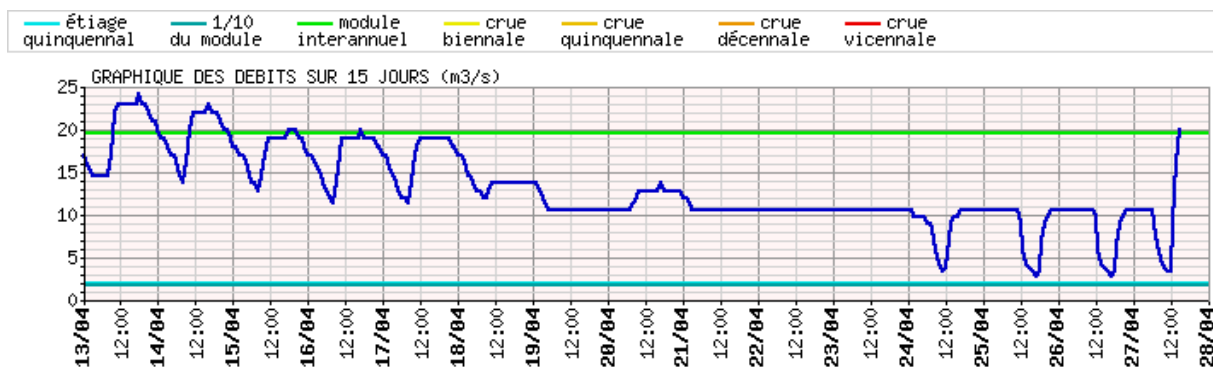


Figure 1 Débits au limnigraphe de la Rasse (source : <http://www.rdbmrc.com/hydroreel2/station.php?codestation=604=->)

Le type de suivi sollicité s'appuie sur le protocole réalisé dans le cadre du suivi des mesures d'atténuation des écluses sur le Doubs franco-suisse (suivi échouage - AQUARIUS, en préparation).

Conformément à l'étude susmentionnée, deux secteurs sensibles principaux ont été suivis sur la rive suisse située entre l'usine du Châtelot et la retenue du Refrain. Il s'agit des secteurs « des Graviers » et du « Creux des Noyers ». Compte tenu du temps limité à disposition, ces secteurs ont été prospectés dans leur ensemble de manière superficielle et localement plus ponctuellement, de manière minutieuse avec retournement des alluvions grossiers et évaluation des biocénoses piégées dans premiers centimètres de substrat.

3. RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE DE TERRAIN DU 24.04.2015

3.1 Impacts de l'arrêt programmé du Châtelot

3.1.1 Faune piscicole

Une vingtaine d'individus échoués ont été trouvés pour environ 200 m² de zones sensibles prospectées. Le détail de ces observations figure à l'annexe 1. Deux espèces ont été recensées : la truite de rivière et le chabot. Les recherches ayant débuté très peu de temps après l'abaissement et les zones exondées étant encore à l'ombre au moment de la visite, quelques poissons ont pu être sauvés.



Figure 2 Zone des Gravieres lors de l'abaissement du 24.04.2015, aux alentours de 8h00.

Les alevins de truites étaient pour la plupart piégés dans les anfractuosités du substrat composé majoritairement d'alluvions grossiers (gravieres à petites pierres qui constituent un habitat préférentiel des alevins de truite de rivière). Ces derniers n'ont pu être découverts qu'en retournant minutieusement les alluvions. Seule une très petite surface a été prospectée de cette manière (environ 5%). Il en découle que le nombre d'alevins piégés est potentiellement plus élevé. Ceci est notamment confirmé par le constat d'un autre groupe d'observateurs conduit notamment de M. Berruex, garde-faune auxiliaire, qui ont prospecté de manière très minutieuse et avec plus d'insistance d'autres placettes à proximité immédiate des sites des Gravieres et du Creux des Noyers et qui ont constaté l'échouage de plus de 250 poissons (cf. annexe 2), en grande majorité des alevins de truites, ainsi que des vairons, loches et chabots.

Des observations similaires ont été réalisées sur la rive française (Patrice Malavaux, communication personnelle, mai 2015).



Figure 3 Chabot et alevins de truite piégés lors de l'arrêt programmé des turbines du Châtelot le 24.04.2015.



Figure 4 *Autres alevins de truite échoués lors de l'arrêt programmé des turbines du Châtelot le 24.04.2015.*

3.1.2 Invertébrés aquatiques

Lors de la campagne de terrain, il a été observé un piégeage de nombreux organismes aquatiques (macrozoobenthos). Les conditions de débits planchers supérieur à $10 \text{ m}^3/\text{s}$ durant les semaines qui ont précédé (cf. figure 1) ont contribué à une colonisation importante de cette zone de bordure habituellement sujette à un marnage régulier.

Les observations ayant eu lieu peu après l'abaissement, il a pu être constaté que les conditions de température assez fraîches ainsi que l'absence de soleil ont permis à une partie des organismes les plus proches du lit mouillé et les plus mobiles de regagner la rivière. Certains invertébrés benthiques ont visiblement également pu localement s'enfouir dans le substrat (potentiellement jusque dans la zone hyporhénique pour certains taxons), dans l'attente d'une augmentation des débits.

Une partie de la macrofaune qui occupait la zone de marnage a toutefois péri, par absence d'eau ou en raison du rayonnement solaire et de l'échauffement subséquent (rive française en particulier). Un très large spectre d'organismes, dont une bonne partie constitue la principale ressource alimentaire de la faune piscicole, sont néanmoins restés exondés.

Un échantillon indicatif d'invertébrés échoués a été collecté pour détermination en laboratoire (cf. tableau 2). Il ne s'agit pas d'un prélèvement normé ou protocolé, seules les principales formes visibles ont été récoltées sur une surface d'environ 5 m^2 .



Figure 5 Différents groupes d'invertébrés (*Limnephilidae*, *heptageniidae*, *Baetidae*, *Ancylidae*, *Lymnaeidae*) piégés dans une gouille. Si les températures et l'ensoleillement ne sont pas trop importants, plusieurs espèces d'invertébrés benthiques sont capables de tenir quelques heures dans ce type de « piège ».



Figure 6 *Besdolus Imhoffi* est une espèce de plécoptère potamale en danger d'extinction. Cette espèce est actuellement présente en Suisse uniquement dans le Doubs et localement dans l'Aar¹. Plusieurs individus ont été trouvés dépérissant ou en train de regagner le lit mouillé.

¹ Lubini V., Knispel S., Sartori M., Vicentini H., Wagner A. 2012: Listes rouges Ephémères, Plécoptères, Trichoptères. Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel. L'environnement pratique n° 1212: 111 p.



Figure 7 Plusieurs formes d'organismes différents ont été exondés lors de l'abaissement des eaux consécutif à l'arrêt programmé des turbines du Châtelot le 24.04.2015. Ci-dessus Gammaridae, Ephemeridae, Lymaeidae et Limnephilidae.

Non – EPT

<i>Ancylus fluviatilis</i>	1
<i>Sialis sp.</i>	1
<i>Radix balthica</i>	1
<i>Gammarus pulex</i>	3
<i>Asellus aquaticus</i>	1

Ephemeroptera [E]

<i>Baetis rhodani</i>	2
<i>Ecdyonurus venosus</i>	6
<i>Epeorus assimilis</i>	1
<i>Ephemera danica</i>	6
<i>Torleya major</i>	VU 1

Plecoptera [P]

<i>Besdolus imhoffi</i>	EN 1
<i>Leuctra sp.</i>	1
<i>Nemoura sp.</i>	2
<i>Siphonoperla torrentium</i>	10

Trichoptera [T]

<i>Halesus radiatus</i>	1
<i>Hydropsyche sp.</i>	1
<i>Melampophylax mucoreus</i>	3
<i>Odontocerum albicorne</i>	1
<i>Rhyacophila s.str.</i>	1
<i>Sericostoma sp.</i>	10

Tableau 1 Echantillon indicatif d'espèces retrouvées piégées suite à l'arrêt programmé des turbines du Châtelot le 24.04.2015. Liste rouge : VU= vulnérable, EN = en danger.

Annexe 1

Constats de mortalités piscicoles sur le Doubs

Cantons de Neuchâtel et Jura (CH), Département du Doubs (FR)

Protocole d'observation - AQUARIUS

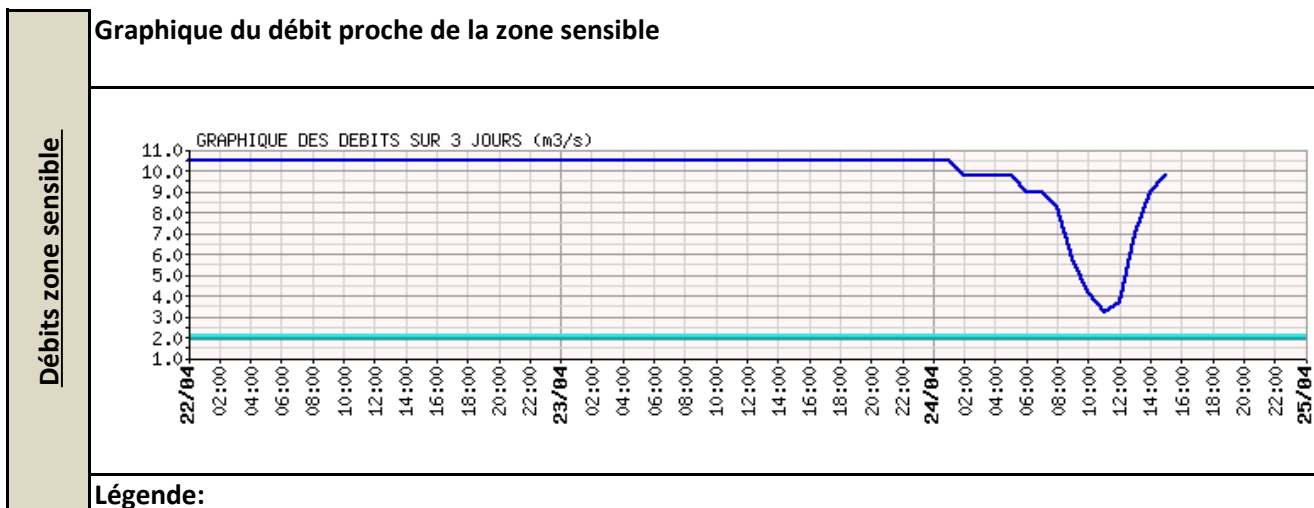
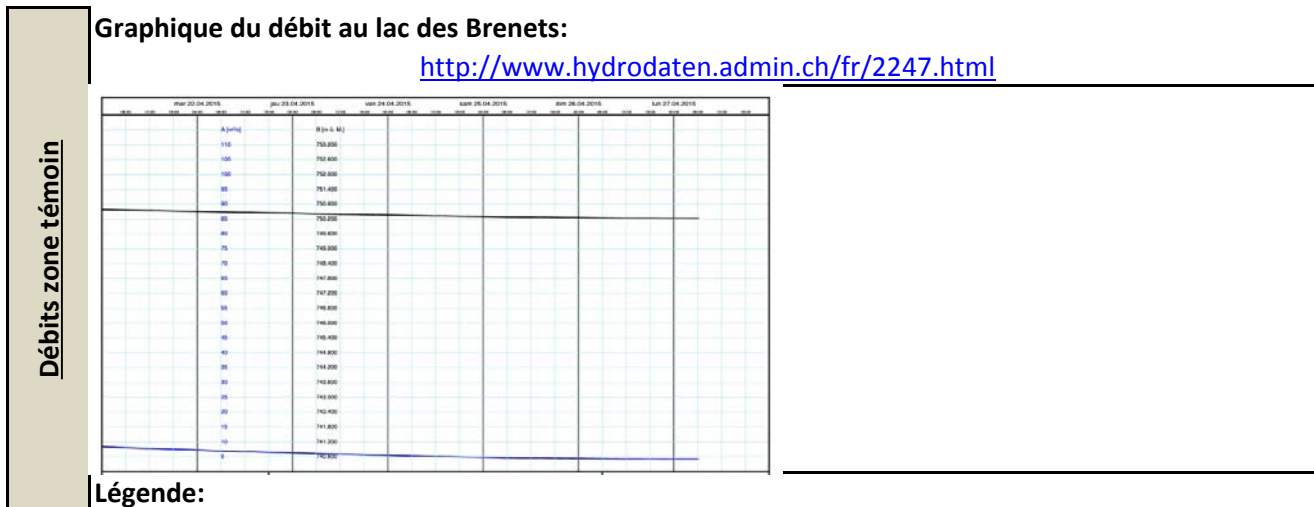
Date : 24.04.2015, 7h00 à 8h00

Protocole de terrain

Situation	Date:	<input type="text" value="24.04.2015"/>	Responsable/Canton:	<input type="text" value="AQUARIUS"/>
	Heure:	<input type="text" value="7 h00 à 8h00"/>	Station de mesure:	<input type="text" value="La Rasse"/>
	Perturbation hydro:	<input type="text" value="Perturbation de base arrêt programmé"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>
	Débit max [m ³ /sec]:	<input type="text" value="10.5"/>	Débit min [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>
	Débit obs. [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>	Intervalle [h]:	<input type="text" value="10"/>
	Zone sensible:	<input type="text" value="Les Graviers"/>		
Prospection	Habitats:	<input type="checkbox"/> Haut-fond	<input checked="" type="checkbox"/> Gravière	<input type="checkbox"/> Gouille
		<input type="checkbox"/> Frayère	<input type="checkbox"/> Bras intermittent	
	Cond. prospection	<input type="checkbox"/> Mauvaise	<input type="checkbox"/> Moyenne	<input type="checkbox"/> Bonne
	Température eau	<input type="text"/>		
	surface exondée [m ²]	<input type="text" value="120"/>	surface prospectée [m ²]	<input type="text" value="60"/>
	Nbr poissons trouvés	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 1-10	<input type="checkbox"/> 11-50
	<input type="checkbox"/> 51-100	<input type="checkbox"/> 101-300	<input type="checkbox"/> >300	
Espèces & Stades		Alevin	Juvénile	Adulte
	Vairon			
	Loche franche			
	Chabot			1
	Truite	5		
	Ombre			
	Autre			
<i>Le nombre de poissons (divisé encore selon leur stade) échoués ou morts trouvé sur la surface exondée prospectée:</i>				
Coordination	Nom	Secteur	Date	Heure
Remarques	<p>Le chabot a été retrouvé dans le creux d'une grosse pierre qui lui servait de refuge. L'individu était encore en vie. Les alevins de truite, de petites tailles mais au stade de nage libre, se retrouvaient piégés dans le gravier. Il était nécessaire de remuer le gravier pour les trouver. De nombreux invertébrés aquatiques de tous ordres étaient également échoués.</p>			

Graphiques et photos

Situation	Date:	24.04.2015	Responsable/Canton:	AQUARIUS
	Zone sensible	Les Gravieres	Station de mesure:	La Rasse



Remarques



Remarques: Le turbinage à l'usine du Châtelot ayant complètement cessé lors de notre intervention sur les zones sensibles.
Nous considérons que 1.2 m3/s sur les 3.2 m3/s mesurés à la station de la Rasse sont le résultats d'apports intermédiaires.
Il s'agissait d'un arrêt programmé de l'usine.

Liens vers les stations de mesures retenues:

La Rasse	http://www.rdbmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=604
Combe des Sarrasins	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2270.html
La Goule	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2370.html
Goumois	http://www.rdbmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=29
Ocourt	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2210.html

Graphiques et photos

Photo de la zone sensible	Photo de vue d'ensemble de la zone sensible observée
	
	Légende:

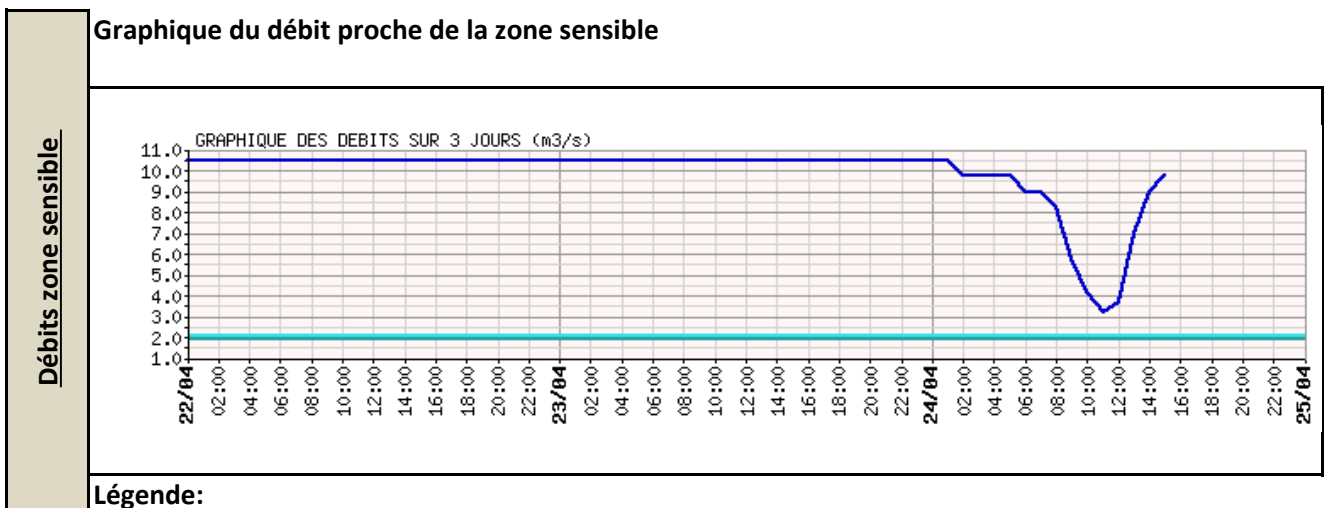
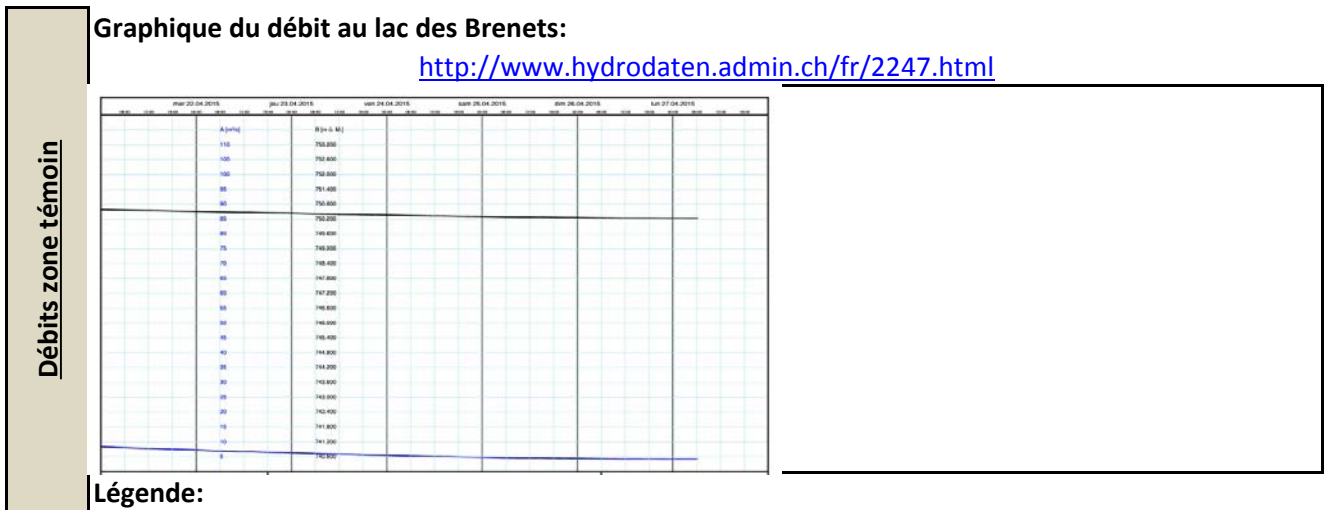
Photos représentatives des observations faites	Photo d'observations de poissons échoués (indiquer la ou les espèces présentées sur les photos)	
		
	Légende: Chabot juvénile	Légende: Truite alevin
	Légende:	Légende:

Protocole de terrain

Situation	Date:	<input type="text" value="24.04.2015"/>	Responsable/Canton:	<input type="text" value="AQUARIUS"/>
	Heure:	<input type="text" value="7h00 à 8h00"/>	Station de mesure:	<input type="text" value="La Rasse"/>
	Perturbation hydro:	<input type="text" value="Perturbation de base arrêt programmé"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>
	Débit max [m ³ /sec]:	<input type="text" value="10.5"/>	Débit min [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>
	Débit obs. [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>	Intervalle [h]:	<input type="text" value="10"/>
	Zone sensible:	<input type="text" value="Le Creux des Noyés"/>		
Prospection	Habitats:	<input type="checkbox"/> Haut-fond	<input checked="" type="checkbox"/> Gravière	<input checked="" type="checkbox"/> Gouille
		<input type="checkbox"/> Frayère	<input type="checkbox"/> Bras intermittent	
	Cond. prospection	<input type="checkbox"/> Mauvaise	<input type="checkbox"/> Moyenne	<input checked="" type="checkbox"/> Bonne
	Température eau	<input type="text"/>		
Espèces & Stades	surface exondée [m ²]	<input type="text" value="150"/>	surface prospectée [m ²]	<input type="text" value="100"/>
	Nbr poissons trouvés	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1-10	<input checked="" type="checkbox"/> 11-50
		<input type="checkbox"/> 51-100	<input type="checkbox"/> 101-300	<input type="checkbox"/> >300
Coordination		Alevin	Juvenile	Adulte
	Vairon			
	Loche franche			
	Chabot			
	Truite		15	
	Ombre			
	Autre			
<i>Le nombre de poissons (divisé encore selon leur stade) échoués ou morts trouvé sur la surface exondée prospectée:</i>				
Remarques	Nom	Secteur	Date	Heure
<p>Les alevins de truite, de petites tailles mais au stade de nage libre, se retrouvaient piégés dans le gravier. Il était nécessaire de remuer le gravier pour les trouver. Il est, dans ce contexte, difficile de quantifier réellement l'importance de l'impact de cette perturbation sur cette espèce à ce stade. De nombreux invertébrés aquatiques de tous ordres étaient également exondés.</p>				

Graphiques et photos

Situation	Date:	24.04.2015	Responsable/Canton:	AQUARIUS
	Zone sensible	Le Creux des Noyés	Station de mesure:	La Rasse



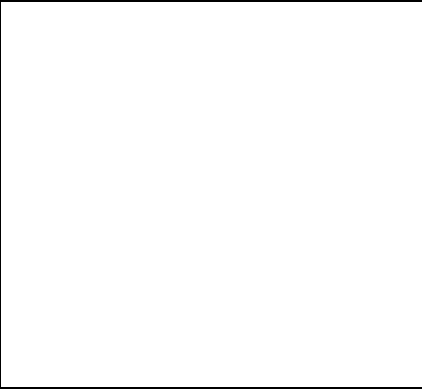

Remarques



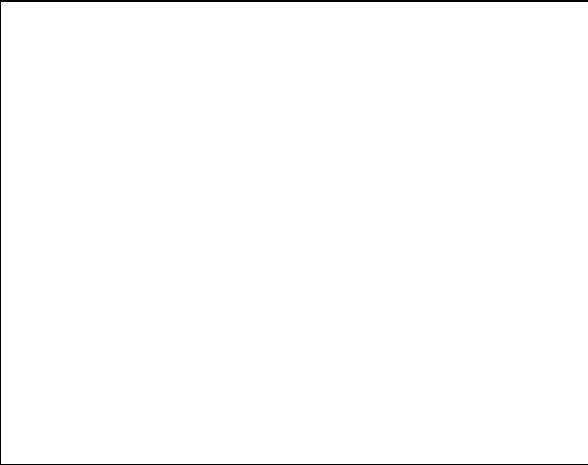
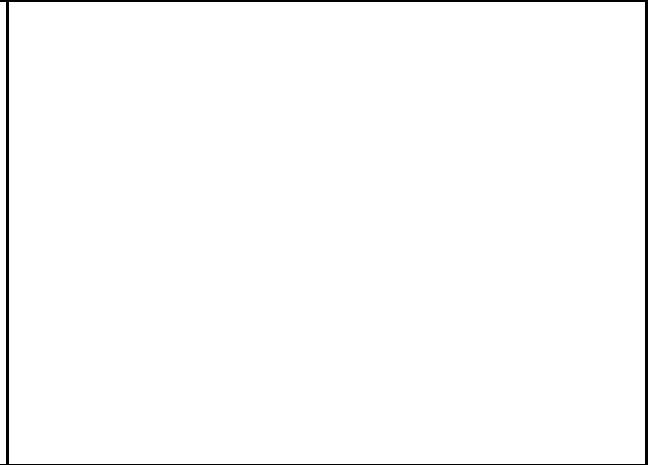
Remarques: Le turbinage à l'usine du Châtelot ayant complètement cessé lors de notre intervention sur les zones sensibles. Nous considérons que 1.2 m3/s sur les 3.2 m3/s mesurés à la station de la Rasse sont le résultats d'apports intermédiaires. Il s'agissait d'un arrêt programmé de l'usine.

Liens vers les stations de mesures retenues:

La Rasse	http://www.rdbmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=604
Combe des Sarrasins	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2270.html
La Goule	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2370.html
Goumois	http://www.rdbmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=29
Ocourt	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2210.html

Graphiques et photos

Photo de la zone sensible	Photo de vue d'ensemble de la zone sensible observée	
		
	Légende: Site sensible prospecté	

Photos représentatives des observations faites	Photo d'observations de poissons échoués (indiquer la ou les espèces présentées sur les photos)	
		
	Légende: Truites alevins	Légende: Truite alevin
		
	Légende:	Légende:

Annexe 2

Constats de mortalités piscicoles sur le Doubs

Cantons de Neuchâtel et Jura (CH), Département du Doubs (FR)

Protocole d'observation – Didier Berruex

Date : 24.04.2015, 9h00 à 12h00

Protocole de terrain

Situation	Date:	<input type="text" value="24.04.2015"/>	Responsable/Canton:	<input type="text" value="SB / NE"/>	
	Heure:	<input type="text" value="9h-12h"/>	Station de mesure:	<input type="text" value="La Rasse"/>	
	Perturbation hydro:	<input type="text" value="Perturbation de base"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>	
	Débit max [m ³ /sec]:	<input type="text" value="9m3"/>	Débit min [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2m3"/>	
	Débit obs. [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2m3"/>	Intervalle [h]:	<input type="text" value="1h"/>	
	Zone sensible:	<input type="text" value="Les Graviers-Creux des Noyers"/>			
Prospection	Habitats:	<input checked="" type="checkbox"/> Haut-fond	<input type="checkbox"/> Gravière	<input checked="" type="checkbox"/> Gouille	
		<input type="checkbox"/> Frayère	<input type="checkbox"/> Bras intermittent		
	Cond. prospection	<input checked="" type="checkbox"/> Mauvaise	<input type="checkbox"/> Moyenne	<input checked="" type="checkbox"/> Bonne	
	Température eau	<input type="text" value="8.8"/>			
Espèces & Stades	surface exondée [m ²]	<input type="text" value="230m3"/>		surface prospectée [m ²]	<input type="text" value="40m2"/>
	Nbr poissons trouvés	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1-10	<input type="checkbox"/> 11-50	
		<input type="checkbox"/> 51-100	<input checked="" type="checkbox"/> 101-300	<input type="checkbox"/> >300	
Coordination		Alevin	Juvenile	Adulte	
	Vairon		9	85	
	Loche franche		1	4	
	Chabot		1	2	
	Truite	172			
	Ombre				
	Autre				
<i>Le nombre de poissons (divisé encore selon leur stade) échoués ou morts trouvé sur la surface exondée prospectée:</i>					
	Nom	Secteur	Date	Heure	

Remarques

J'étais accompagné par Thierry Christen, président de La Gaule, Patrice Malavaux et Cédric Jacot. Vers 10h30, Mrs. Malavaux et Christen sont allés voir sur France pour comparer juste avant la montée des eaux. Il y ont trouvé des mortalités similaires. En fin de matinée, nous avons aussi croisé M. Ray du Groupe E. Nous avons pris beaucoup de temps sur les deux stations du Creux des Noyers. Environ 1 heure par station où nous avons soulevé pierre après pierre pour découvrir notamment les truitelles qui avaient essayé de s'enfuir. Nous avons découvert deux types de mortalité: la première, dans les fonds des gouilles, avec des poissons concentrés des les endroits les plus bas. La deuxième, des poissons échoués à des endroits plutôt en hauteur où on ne s'attend pas à en voir. Les observations de mortalité étaient très étalées sur les secteurs. Nous avons observé une grosse mortalité chez les larves d'éphémères et les larves de mouches de mai, moins sur les gammares et les trichoptères. Nous avons aussi rencontré bien des pontes de grenouilles hors de l'eau. Sur la station des Gravieres, nous avons observé que 2 truitelles mortes. Des cailloux posés par des pêcheurs l'année dernière ont permis de créer quelques grosses gouilles où les truitelles ont pu rester en sécurité pendant cette coupure de 5 heures. Il y'en avait une vingtaine réparties dans ces deux gouilles. Ces truitelles se trouvent néanmoins dans le décompte car avec une coupure plus longue, elles auraient aussi succombées. Par chance, la rive suisse était quasiment à l'ombre pendant tout le temps de la coupure et qu'avec du soleil, les dégâts auraient été beaucoup plus importants comme cela c'est sans doute produit du côté français. Monsieur Malavaux a trouvé la recherche de poissons beaucoup plus difficile que sur ses parcours en raison d'une granulométrie beaucoup plus favorable à la disparition des poissons dans les graviers.

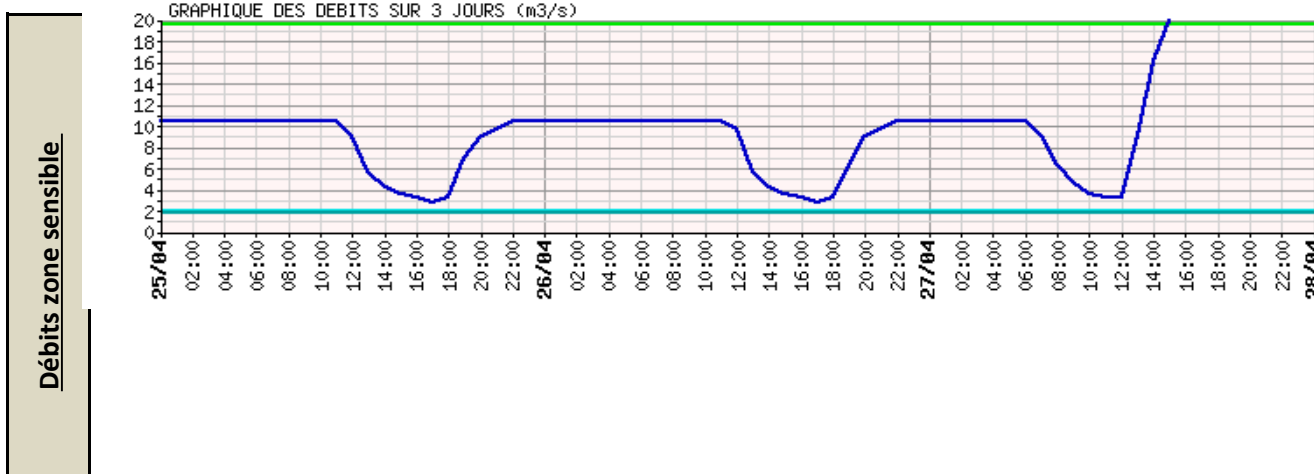
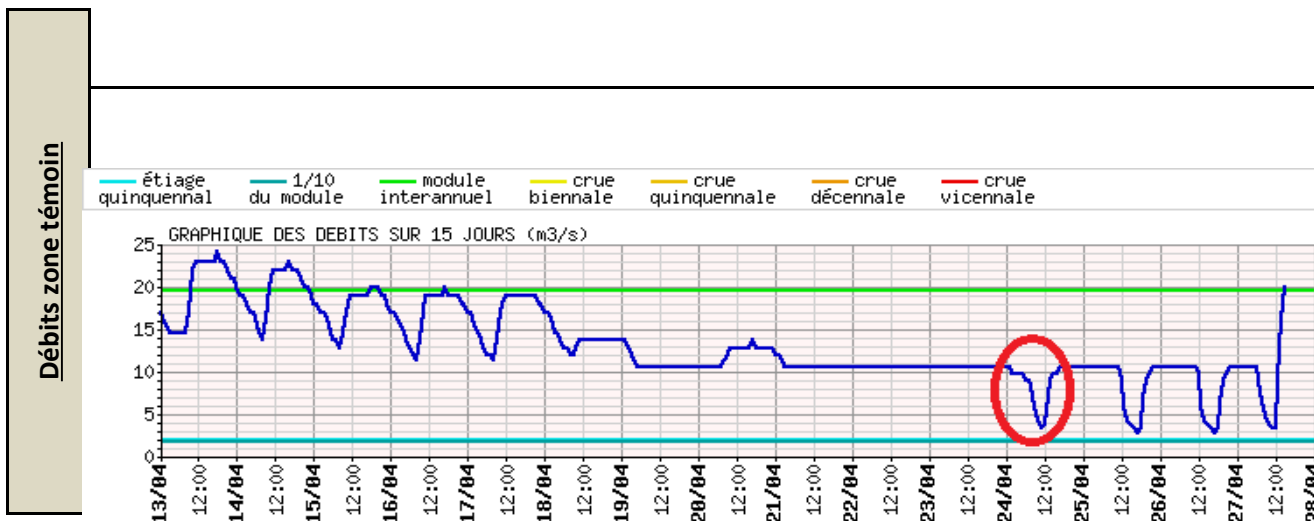
Raymond

Christen

Malavaux

Graphiques et photos

Situation	Date:	24.04.2015	Responsable/Canton:	SB / NE
	Zone sensible	Secteur Les Gravieres	Station de mesure:	La Rasse



Légende:

Remarques

Remarques:

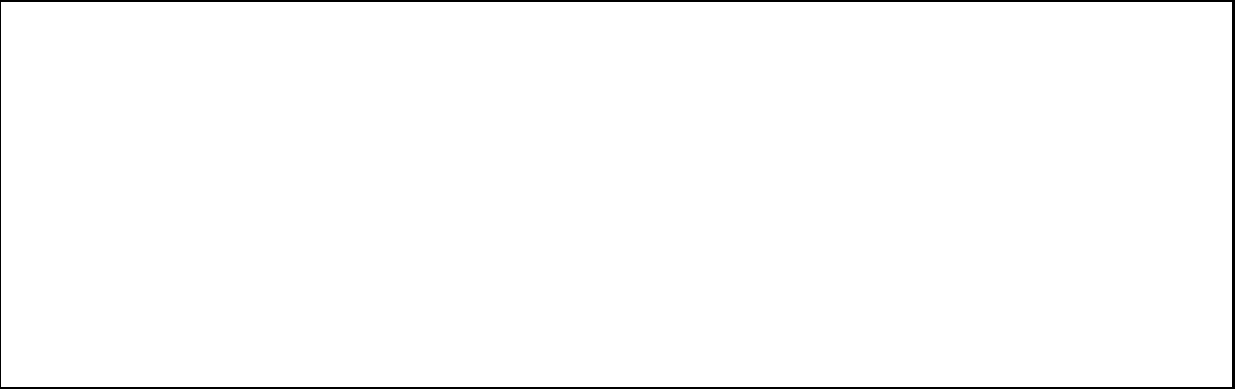
Liens vers les stations de mesures retenues:

La Rasse	http://www.rdbmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=604
Combe des Sarrasins	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2270.html
La Goule	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2370.html
Goumois	http://www.rdbmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=29
Ocourt	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2210.html

Graphiques et photos

Photo de vue d'ensemble de la zone sensible observée


Photo de la zone sensible




Légende:

Photo d'observations de poissons échoués
(indiquer la ou les espèces présentées sur les photos)

Photos représentatives des observations faites



Légende: vairons et loche (Creux des noyers haut) Légende: truitelles et vairon (Creux des noyers bas)



Légende: truitelles et gammares (Creux des Noyers) Légende: truitelles (Creux des noyers bas)

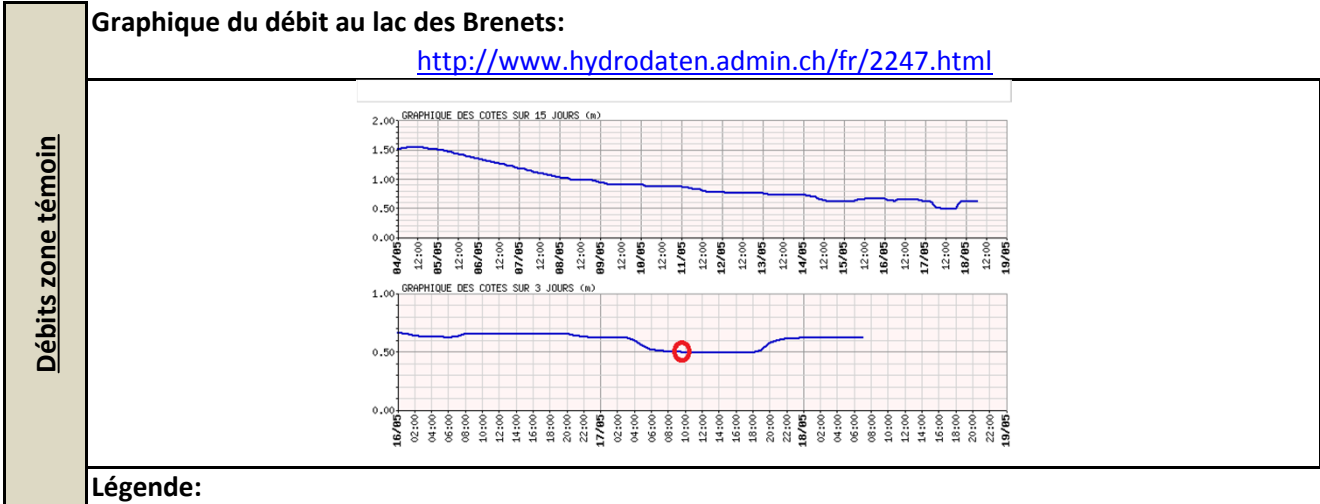
Protocole de terrain

Situation	Date:	<input type="text" value="17.05.2015"/>	Responsable/Canton:	<input type="text" value="SB / NE"/>																												
	Heure:	<input type="text" value="08:30"/>	Station de mesure:	<input type="text" value="La Rasse"/>																												
	Perturbation hydro:	<input type="text" value="Perturbation de base"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>																												
	Débit max [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>	Débit min [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>																												
	Débit obs. [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>	Intervalle [h]:	<input type="text"/>																												
	Zone sensible:	<input type="text" value="Creux de Noyés (Aval et Amont)/ Les Gravieres/ La Rasse"/>																														
Prospection	Habitats:	<input type="checkbox"/> Haut-fond	<input checked="" type="checkbox"/> Gravière	<input type="checkbox"/> Gouille																												
		<input type="checkbox"/> Frayère	<input type="checkbox"/> Bras intermittent																													
	Cond. prospection	<input type="checkbox"/> Mauvaise	<input checked="" type="checkbox"/> Moyenne	<input type="checkbox"/> Bonne																												
	Température eau	<input type="text" value="12"/>																														
Espèces & Stades	surface exondée [m ²]	<input type="text"/>																														
	Nbr poissons trouvés	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1-10	<input type="checkbox"/> 11-50																												
		<input type="checkbox"/> 51-100	<input type="checkbox"/> 101-300	<input checked="" type="checkbox"/> >300																												
Coordination	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Alevin</th> <th>Juvénile</th> <th>Adulte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vairon</td> <td></td> <td></td> <td>2071</td> </tr> <tr> <td>Loche franche</td> <td></td> <td></td> <td>129</td> </tr> <tr> <td>Chabot</td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Truite</td> <td>628</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ombre</td> <td>76</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Autre</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Alevin	Juvénile	Adulte	Vairon			2071	Loche franche			129	Chabot			2	Truite	628			Ombre	76			Autre			
		Alevin	Juvénile	Adulte																												
	Vairon			2071																												
	Loche franche			129																												
	Chabot			2																												
	Truite	628																														
	Ombre	76																														
Autre																																
<i>Le nombre de poissons (divisé encore selon leur stade) échoués ou morts trouvé sur la surface exondée prospectée:</i>																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nom</th> <th>Secteur</th> <th>Date</th> <th>Heure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				Nom	Secteur	Date	Heure																									
Nom	Secteur	Date	Heure																													
Remarques	<p>Suite au téléphone que j'ai reçu samedi soir de Thierry Christen, nous nous sommes rendu sur place dès 08:30. Messieurs Laurent Giroud (Garde assermenté NE), Patrice Malavaux (Garde assermenté Franco-Suisse, Thierry Christen (Président de la Gaule, observateur), Claude Mironneau (membre de la Gaule, observateur) et un observateur de la Franco-Suisse. Nous avons constaté une grande mortalité, le débit était à 2m³/sec. La baisse de débit s'est effectuée à 03:00 du matin, elle est passée de 7m³/ sec à 2m³/sec. Un palier supplémentaire de 4m³/ sec serait favorable pour éviter une grande mortalité, mais actuellement ce n'est pas possible techniquement selon l'info que j'ai reçu de Monsieur Ruffieux du groupe E. Je n'ai pas été informé par le Groupe E de cette baisse, pourquoi???</p>																															

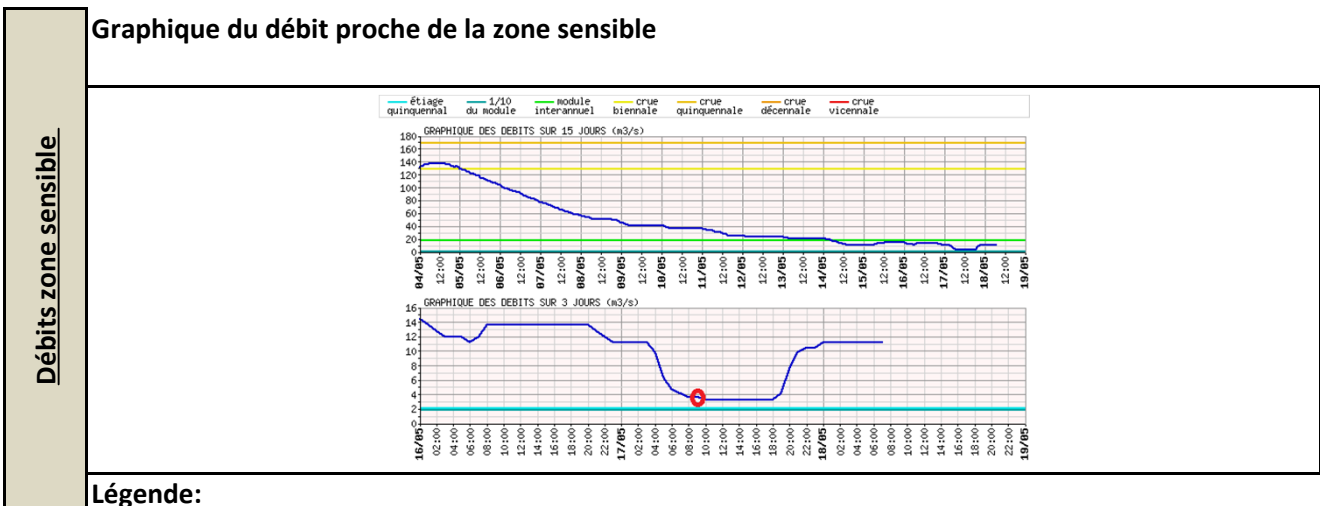
Constat de mortalités piscicoles sur le Doubs
Cantons de Neuchâtel et Jura (CH), Département du Doubs (FR)

Graphiques et photos

Situation	Date:	17.05.2015	Responsable/Canton:	SB / NE
	Zone sensible	Reux des Noyés/ Les Gravie	Station de mesure:	La Rasse



Légende:



Légende:

Remarques:

Liens vers les stations de mesures retenues:

La Rasse	http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=604
Combe des Sarrasins	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2270.html
La Goule	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2370.html
Goumois	http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=29
Ocourt	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2210.html

Graphiques et photos

Photo de la zone sensible

Photo de vue d'ensemble de la zone sensible observée



Légende: Zones de vairons observée au Creux des Noyés et aux Gravieres

Photos représentatives des observations faites

Photo d'observations de poissons échoués
(indiquer la ou les espèces présentées sur les photos)



2071 Vairons morts



Poissons que j'ai pu sauver, dont 26 ombrets.



129 loches mortes



628 truitelles mortes

Protocole de terrain

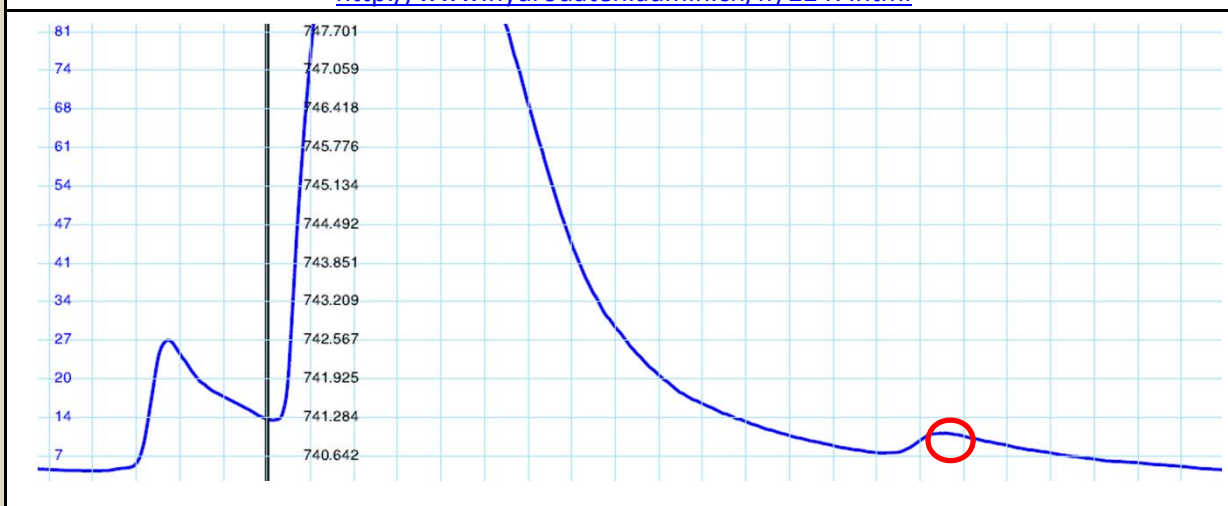
Situation	Date:	<input type="text" value="18.05.2015"/>	Responsable/Canton:	<input type="text" value="AQ"/>	
	Heure:	<input type="text" value="15:00"/>	Station de mesure:	<input type="text" value="La Goule"/>	
	Perturbation hydro:	<input type="text" value="Perturbation de base étiage week-end"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>	
	Débit max [m ³ /sec]:	<input type="text" value="25"/>	Débit min [m ³ /sec]:	<input type="text" value="10"/>	
	Débit obs. [m ³ /sec]:	<input type="text" value="22"/>	Intervalle [h]:	<input type="text"/>	
	Zone sensible:	<input type="text" value="Creux de Gros Gipoux"/>			<input type="text" value="562'300 / 231'313"/>
Prospection	Habitats:	<input type="checkbox"/> Haut-fond	<input type="checkbox"/> Gravière	<input type="checkbox"/> Gouille	
		<input type="checkbox"/> Frayère	<input checked="" type="checkbox"/> Bras intermittent		
	Cond. prospection	<input type="checkbox"/> Mauvaise	<input checked="" type="checkbox"/> Moyenne	<input type="checkbox"/> Bonne	
	Température eau	<input type="text" value="13"/>			
Espèces & Stades	surface exondée [m ²]	<input type="text"/>		surface prospectée [m ²]	<input type="text" value="30"/>
	Nbr poissons trouvés	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1-10	<input type="checkbox"/> 11-50	<input type="checkbox"/> >300
		<input type="checkbox"/> 51-100	<input checked="" type="checkbox"/> 101-300	<input type="checkbox"/>	
Coordination		Alevin	Juvenile	Adulte	
	Vairon		180	60	
	Loche franche				
	Chabot		1		
	Truite				
	Ombre	15			
	Autre				
Remarques	<i>Le nombre de poissons (divisé encore selon leur stade) échoués ou morts trouvé sur la surface exondée prospectée:</i>				
	Nom	Secteur	Date	Heure	
Observations effectuées dans le cadre du suivi des alevins d'ombre. L'évènement impactant date du 17.05.2015. La zone sensible était en eau lors de l'observation. La zone est vaseuse et très difficile à prospector.					

Graphiques et photos

Situation	Date:	18.05.2015	Responsable/Canton:	AQ
	Zone sensible	Creux de Gros Gipoux	Station de mesure:	La Goule

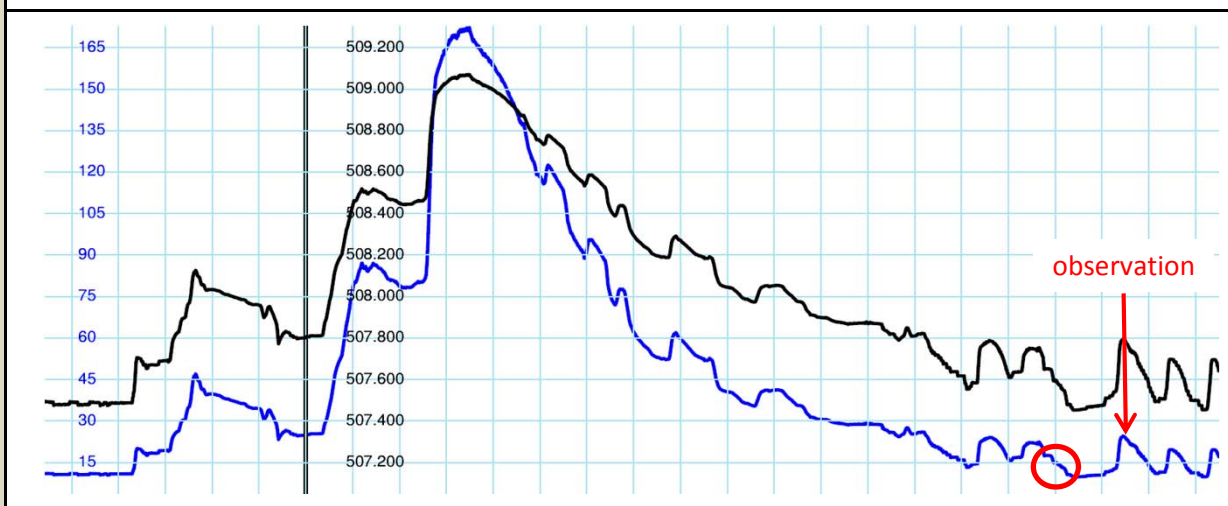
Graphique du débit au lac des Brenets:

<http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2247.html>



Légende:

Graphique du débit proche de la zone sensible



Légende:

Remarques	Remarques: Observation le 18.05.2015 pour un évènement impactant survenu le 17.05.2015
------------------	--

Liens vers les stations de mesures retenues:

La Rasse	http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=604
Combe des Sarrasins	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2270.html
La Goule	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2370.html
Goumois	http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=29
Ocourt	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2210.html

Graphiques et photos

Photo de vue d'ensemble de la zone sensible observée

Photo de la zone sensible

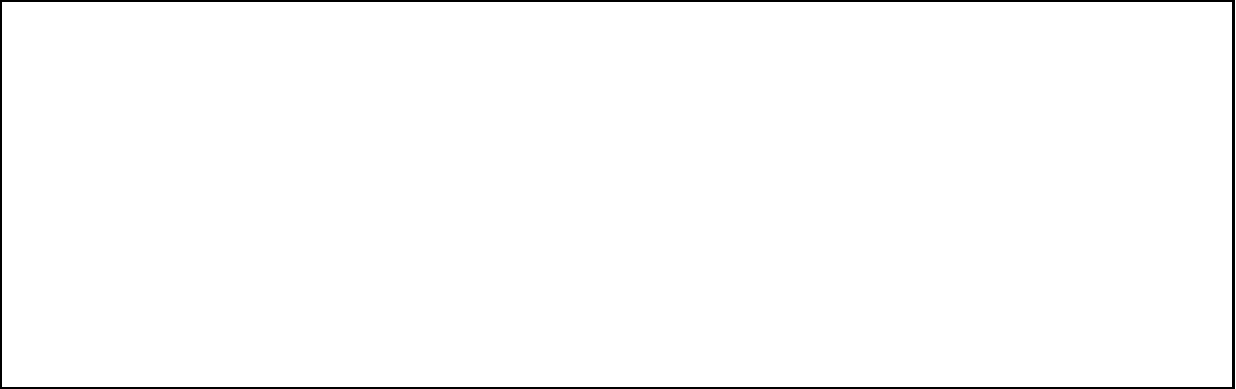


Photo d'observations de poissons échoués
(indiquer la ou les espèces présentées sur les photos)

Photos représentatives des observations faites



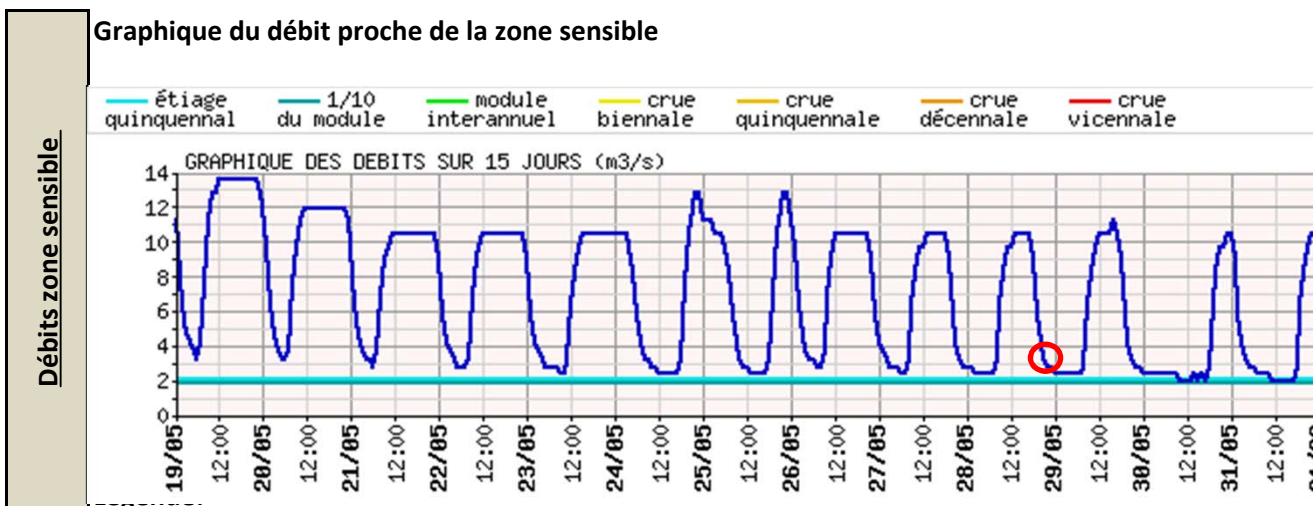
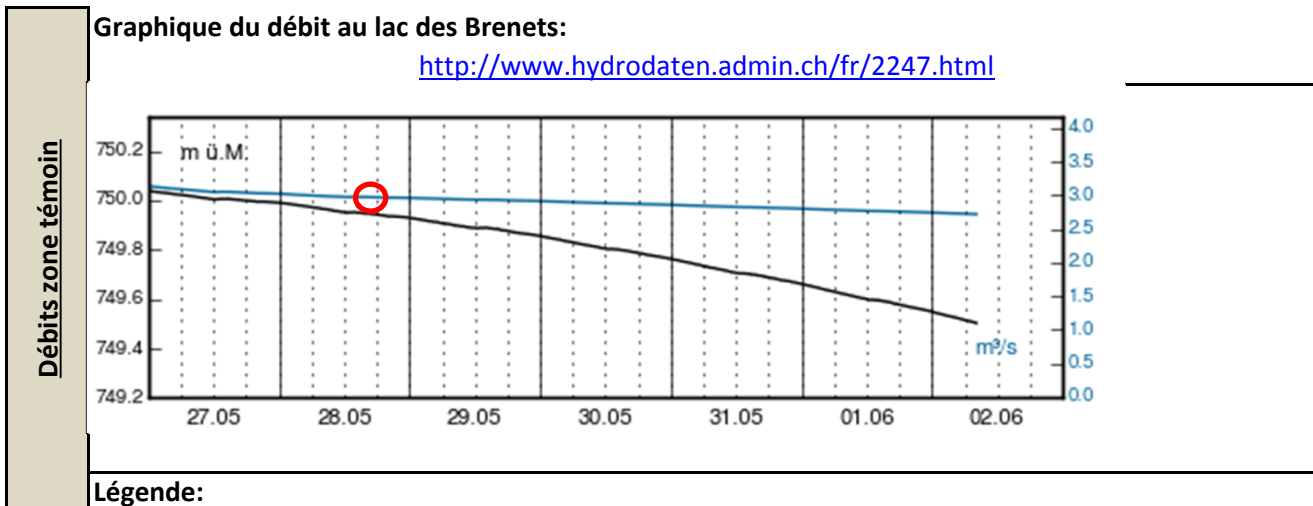
Vairons Observés sur le site du Creux de Gros Gipoux

Protocole de terrain

Situation	Date:	<input type="text" value="28.05.15"/>	Responsable/Canton:	<input type="text" value="SB / NE"/>
	Heure:	<input type="text" value="17:00:00"/>	Station de mesure:	<input type="text" value="La Rasse"/>
	Perturbation hydro:	<input type="text" value="Perturbation de base éclusée quotidienne"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>	<input type="text" value="Perturbation additionnelle"/>
	Débit max [m ³ /sec]:	<input type="text" value="9"/>	Débit min [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>
	Débit obs. [m ³ /sec]:	<input type="text" value="2"/>	Intervalle [h]:	<input type="text" value="3"/>
	Zone sensible:	<input type="text" value="Creux de Noyés"/>		
Prospection	Habitats:	<input type="checkbox"/> Haut-fond	<input checked="" type="checkbox"/> Gravière	<input type="checkbox"/> Gouille
		<input type="checkbox"/> Frayère	<input type="checkbox"/> Bras intermittent	
	Cond. prospection	<input type="checkbox"/> Mauvaise	<input checked="" type="checkbox"/> Moyenne	<input type="checkbox"/> Bonne
	Température eau	<input type="text" value="14"/>		
Espèces & Stades	surface exondée [m ²]	<input type="text" value="600"/>	surface prospectée [m ²]	<input type="text" value="600"/>
	Nbr poissons trouvés	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1-10	<input type="checkbox"/> 11-50
		<input type="checkbox"/> 51-100	<input type="checkbox"/> 101-300	<input checked="" type="checkbox"/> >300
Coordination		Alevin	Juvenile	Adulte
	Vairon		2615	17
	Loche franche			
	Chabot			
	Truite	5		
	Ombre			
	Autre			
Remarques	<i>Le nombre de poissons (divisé encore selon leur stade) échoués ou morts trouvé sur la surface exondée prospectée:</i>			
	Nom	Secteur	Date	Heure
Remarques	Chaude après-midi => beaucoup de vairons dans les bords pour la fraie. La baisse a piégé beaucoup de juvéniles dans les flaques qui se sont fermées pendant la baisse.			

Graphiques et photos

Situation	Date:	17.05.2015	Responsable/Canton:	SB / NE
	Zone sensible	Creux des Noyés	Station de mesure:	La Rasse



Remarques

Remarques:

Liens vers les stations de mesures retenues:

La Rasse	http://www.rdbmrc.com/hydroreel2/station.php?codestation=604
Combe des Sarrasins	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2270.html
La Goule	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2370.html
Goumois	http://www.rdbmrc.com/hydroreel2/station.php?codestation=29
Ocourt	http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2210.html

Graphiques et photos

Photo de la zone sensible

Photo de vue d'ensemble de la zone sensible observée



Légende: Zones de vairons observées au Creux des Noyés

Photos représentatives des observations faites

Photo d'observations de poissons échoués
(indiquer la ou les espèces présentées sur les photos)



Grande quantité de vairons morts trouvés sur la

Annexe 12 : Capacité d'assainissement des mesures de stockage

Hypothèses

- Assainissement des éclusées du Châtelot
- Le débit plancher est de 2 m³/s et le débit d'écluse de 46 m³/s
- Permet d'assainir l'écluse quotidienne, mais pas les arrêts de production (week-end, ...)
- Les volumes sont des volumes utiles

	Etat actuel		Assainissement Qe/Qp = 1		Assainissement Qe/Qp = 2		Assainissement Qe/Qp = 5		Assainissement Qe/Qp = 10	
	Débit [m ³ /s]	Durée [h]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]
Débit plancher	2	14	20	907'200	14.5	630'000	7.6	282'240	4.3	115'920
Débit d'écluse	46	10	20	936'000	29	612'000	38	288'000	43	108'000
Qe/Qp	23		1		2		5		10	
Amplitude	44		0		14.5		30.4		38.7	
Stockage nécessaire (ordre de grandeur)				936'000		630'000		288'000		115'920

	Etat actuel		Assainissement Qe/Qp = 1		Assainissement Qe/Qp = 2		Assainissement Qe/Qp = 5		Assainissement Qe/Qp = 10	
	Débit [m ³ /s]	Durée [h]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]
Débit plancher	2	19	11	615'600	9	478'800	6.1	280'440	3.9	129'960
Débit d'écluse	46	5	11	630'000	18	504'000	30.5	279'000	39	126'000
Qe/Qp	23		1		2		5		10	
Amplitude	44		0		9		24.4		35.1	
Stockage nécessaire (ordre de grandeur)				630'000		504'000		280'440		129'960

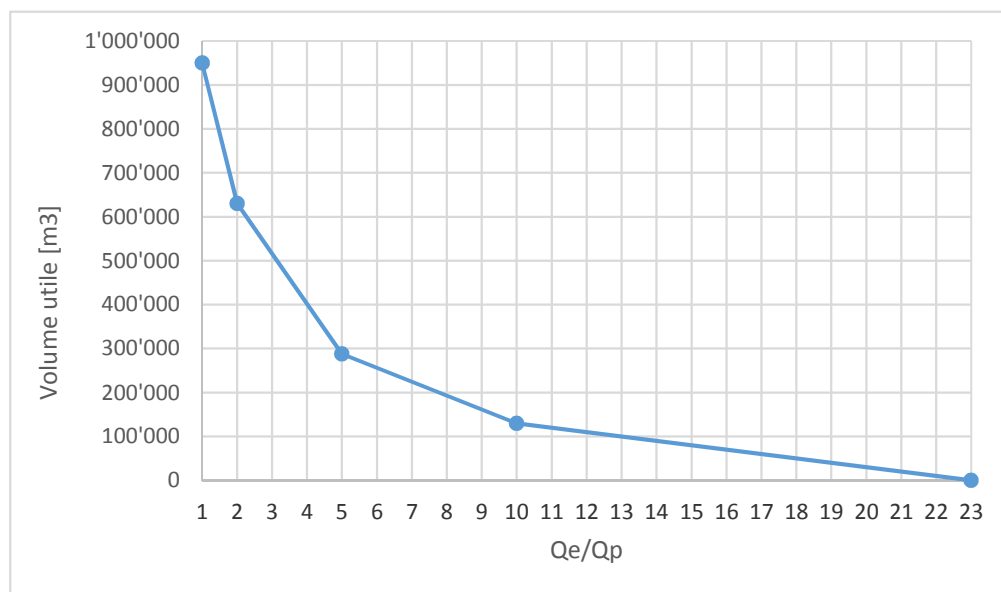
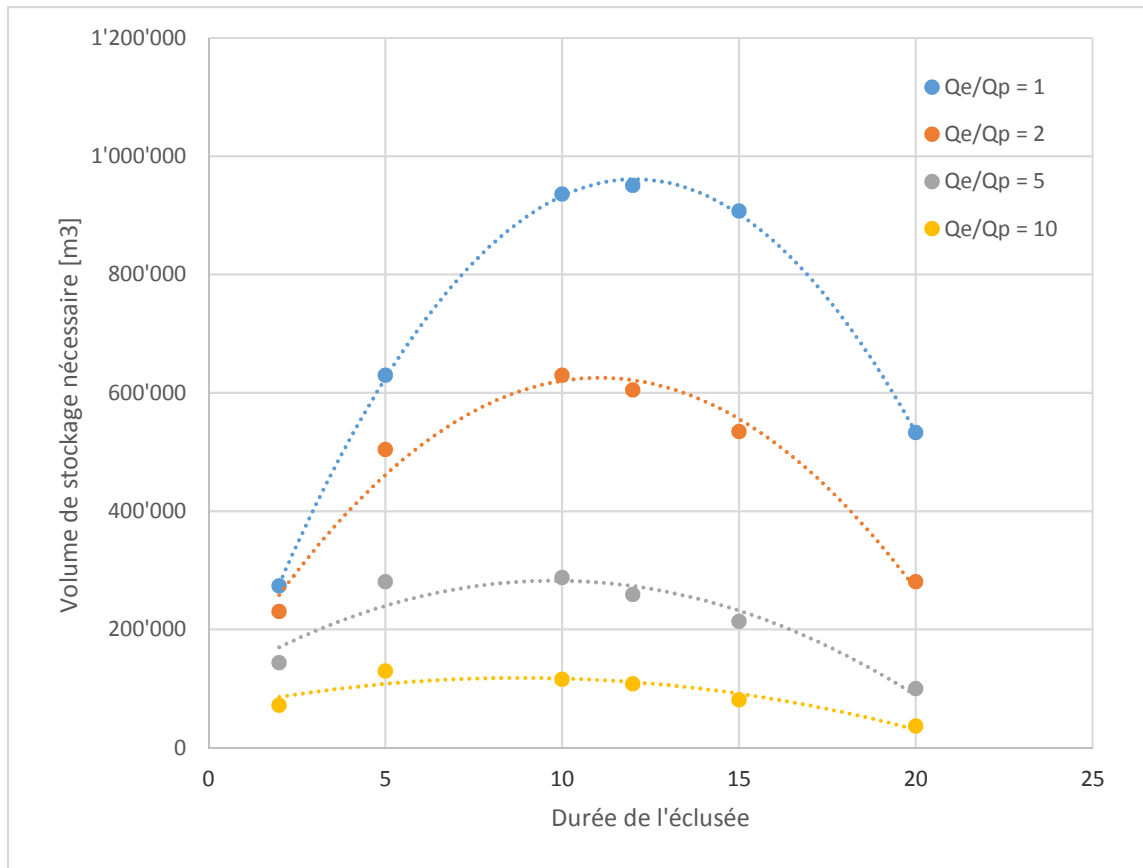
	Etat actuel		Assainissement Qe/Qp = 1		Assainissement Qe/Qp = 2		Assainissement Qe/Qp = 5		Assainissement Qe/Qp = 10	
	Débit [m ³ /s]	Durée [h]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]
Débit plancher	2	9	30	907'200	18.5	534'600	8.6	213'840	4.5	81'000
Débit d'écluse	46	15	30	864'000	37	486'000	43	162'000	45	54'000
Qe/Qp	23		1		2		5		10	
Amplitude	44		0		18.5		34.4		40.5	
Stockage nécessaire (ordre de grandeur)				907'200		534'600		213'840		81'000

	Etat actuel		Assainissement Qe/Qp = 1		Assainissement Qe/Qp = 2		Assainissement Qe/Qp = 5		Assainissement Qe/Qp = 10	
	Débit [m ³ /s]	Durée [h]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]
Débit plancher	2	4	39	532'800	21.5	280'800	8.94	99'936	4.55	36'720
Débit d'éclusee	46	20	39	504'000	43	216'000	44.7	93'600	45.5	36'000
Qe/Qp	23		1		2		5		10	
Amplitude	44		0		21.5		35.76		40.95	
Stockage nécessaire (ordre de grandeur)				532'800		280'800		99'936		36'720

	Etat actuel		Assainissement Qe/Qp = 1		Assainissement Qe/Qp = 2		Assainissement Qe/Qp = 5		Assainissement Qe/Qp = 10	
	Débit [m ³ /s]	Durée [h]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]
Débit plancher	2	12	24	950'400	16	604'800	8	259'200	4.35	101'520
Débit d'éclusee	46	12	24	950'400	32	604'800	40	259'200	43.5	108'000
Qe/Qp	23		1		2		5		10	
Amplitude	44		0		16		32		39.15	
Stockage nécessaire (ordre de grandeur)				950'400		604'800		259'200		108'000

	Etat actuel		Assainissement Qe/Qp = 1		Assainissement Qe/Qp = 2		Assainissement Qe/Qp = 5		Assainissement Qe/Qp = 10	
	Débit [m ³ /s]	Durée [h]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]	Débit [m ³ /s]	Stock. [m ³]
Débit plancher	2	12	8	259'200	7	216'000	5.2	138'240	3.6	69'120
Débit d'éclusee	46	2	8	273'600	14	230'400	26	144'000	36	72'000
Qe/Qp	23		1		2		5		10	
Amplitude	44		0		7		20.8		32.4	
Stockage nécessaire (ordre de grandeur)				273'600		230'400		144'000		72'000

Volumes stockage [m ³]	Qe/Qp			
Durée éclusée [h]	1	2	5	10
2	273'600	230'400	144'000	72'000
5	630'000	504'000	280'440	129'960
10	936'000	630'000	288'000	115'920
12	950'400	604'800	259'200	108'000
15	907'200	534'600	213'840	81'000
20	532'800	280'800	99'936	36'720



- On estime qu'un volume utile de 1 mio m3 permettrait d'assainir la majeure partie des éclusées du Doubs.

- Le volume de 1 mio m3 est suffisant pour autant qu'un règlement d'eau fixe des contraintes d'exploitation pour la gestion du bassin.

- En 2014, le rapport Q_e/Q_p calculé avec HYDOMD en aval du Refrain était proche de 5, avec une volume utile dans la retenue de Biaufond d'environ 300'000 m3.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la
communication DETEC
Office fédéral de l'énergie OFEN
Section Force Hydraulique



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET DE LA REGION DE FRANCHE-COMTE
**Direction Régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement**

Assainissement des éclusées – Rapport final, 19 juin 2015

Position du Groupe de travail « Gestion des débits » du Doubs franco-suisse

Introduction

Le rapport final du 19 juin 2015 « assainissement des éclusées, planification stratégique, Le Doubs tronçon binational et suisse » a été établi par les bureaux BG Ingénieurs-Conseils SA et Aquarius Sàrl. La planification stratégique sert de base pour l'assainissement de la Force hydraulique en Suisse.

Analyse

Le groupe de travail « gestion des débits » du Doubs franco-suisse (ci-après le Groupe de Travail) est d'avis que le rapport est de qualité et correspond aux attentes de la planification stratégique. Il constate que le rapport montre clairement que le Doubs franco-suisse subit une atteinte grave par l'utilisation de la force hydraulique. Dans ce sens, il est démontré la nécessité d'assainissement des éclusées pour les trois aménagements Châtelot, Refrain et La Goule.

Pour le Groupe de Travail, l'élément principal consiste en la nécessité d'assainir le tronçon franco-neuchâtelois T2 Châtelot-Biaufond. A titre secondaire, le Groupe de Travail note également l'atteinte grave spécifique du bras rive gauche en sortie d'usine du Refrain.

Le Groupe de Travail est également d'avis que le régime dérogatoire au Règlement d'eau de 1969 (ci-après RE), mis en place depuis le 1^{er} décembre 2014, constitue une action allant dans le sens d'une atténuation des effets des éclusées mais n'est pas suffisant pour éliminer toutes les atteintes que les éclusées portent à la faune et la flore aquatiques et leurs biotopes (notamment sur le tronçon franco-neuchâtelois T2 Châtelot-Biaufond). La suite des travaux se fera en trois étapes : a) entrée en vigueur du RE et mesures anticipées pour le tronçon T2 ; b) mesures de monitoring et si nécessaire optimisation du RE et c) à plus long terme des mesures complémentaires, si nécessaire. Les mesures de monitoring seront mises en place de manière progressive dès la fin 2015. Il est prévu que le Règlement d'eau dans sa version définitive soit formellement approuvé au plus tard le 1^{er} décembre 2016.

Le Groupe de Travail prend acte des variantes d'assainissement mentionnées dans le rapport. Certaines d'entre elles devront être détaillées dans le cadre des études de variantes qui seront imposées par les Autorités. Des mesures complémentaires constructives et d'exploitation pourront, le cas échéant, compléter les mesures du RE.

Du fait des grandes incertitudes dans le modèle utilisé, le Groupe de Travail relativise les résultats du rapport concernant l'évaluation du Règlement d'eau ainsi que les chapitres 7.4 et 7.5 concernant l'efficacité et la comparaison des variantes. Le contenu peut être considéré comme des pistes à suivre. Les variantes qui seront analysées de façon plus détaillée par le propriétaire de l'installation, à l'issue des décisions d'assainissement ordonnées par les autorités - ou à sa demande dans le cas des mesures d'exploitation - permettront d'évaluer les différentes variantes avec la pesée des intérêts la plus adéquate possible (en particulier les aspects technique, économique, environnementaux et juridique).

Pour le groupe de travail « Gestion des débits » du Doubs franco-suisse :

Office Fédéral de l'Énergie

Christian DUPRAZ

Responsable section Force Hydraulique

Direction Régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement

Hugues DOLLAT
Directeur adjoint

OFEV – ASSAINISSEMENT DES ECLUSEES
Planification stratégique



Rapport final
Canton de Neuchâtel, à l'exception du Doubs

Neuchâtel, le 17 décembre 2014



Auteur(s) du rapport :	Mandants :	Dernière modification :
AQUARIUS : Kevin Huguenin, Blaise Zaugg	SENE (NE)	Neuchâtel, le 17 décembre 2014

Table des matières

0. INTRODUCTION	3
1. CONTEXTE.....	3
2. DESCRIPTION DE LA RANÇONNIÈRE	3
3 EVALUATION DE L'ATTEINTE.....	6
3.1 Quantification de l'importance du phénomène éclusée selon la méthode HYDMOD.....	6
3.1.1 Exploitation en considérant le débit d'équipement actuel et un débit résiduel assaini	6
3.1.2 Worst case scénario	7
3.1.3 Conclusions	8
3.2 Evaluation des indicateurs abiotiques	9
3.2.1 Indicateur abiotique – Débit minimum.....	9
3.2.2 Indicateur abiotique – Qualité de l'eau	9
3.2.3 Conclusions	10
3.3 Evaluation des indicateurs biologiques.....	11
3.3.1 Evaluation du pourcentage des surfaces mises à sec	11
3.3.2 Evaluation de la vitesse de diminution du débit	14
3.3.3 Conclusions	15
3.4 Evaluation de l'atteinte de l'exploitation hydroélectrique de la Rançonnière	15
4. POTENTIEL ÉCOLOGIQUE.....	16
4.1 Potentiel écologique selon la planification revitalisation des cours d'eau	16
4.2 Potentiel écologique, référentiel biologique	17
4.2.1 Faune macrozoobenthique	18
4.2.2 Faune piscicole.....	19
4.3 Conclusions.....	19
5. MESURES D'ASSAINISSEMENT	21
5.1 Contexte global & coordination avec d'autres mesures	21
5.2 Mesures d'assainissement envisageables et évaluation.....	23
5.2.1 Augmentation du débit plancher	23
5.2.2 Diminution de la vitesse de descente du débit	23
5.2.3 Bassin de démodulation.....	24
5.2.4 Arrêt du turbinage par éclusées.....	24
5.3 Evaluation des coûts et proportionnalité des mesures	24
6. CONCLUSIONS ET PERPECTIVES.....	24
7. PRINCIPALE BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE ET CITÉE	25

Liste des figures

Figure 1 : Caractéristiques générales de l'aménagement de La Rançonnière.....	4
Figure 2 : Classes d'état servant à apprécier le phénomène d'éclusées dans HYDMOD ; OFEV 2012.....	8
Figure 3 : Lit de la Rançonnière sur un secteur exposé aux rayonnements du soleil.	9
Figure 4 : Situation sur orthophoto du profil en travers de la Rançonnière mesuré le 14.08.2014	12
Figure 5 : Photographies du profil sensible retenu pour les mesures des surfaces mises à sec.	12
Figure 6 : Profil en travers effectué le 14.08.2014. Débit plancher de 72 l/s (niveau eau témoin) et débit d'éclusée de 1,8 m ³ /s (niveau eau éclusée). Des mesures ont été réalisées à intervalles réguliers lors de la descente de l'éclusée.	13

Figure 7 : Evaluation des classes d'état en regard de la vitesse de diminution du débit d'après l'aide à l'exécution proposée par l'OFEV (2012).....	14
Figure 8 : Liens identifiés entre les différents domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux sur la Rançonnière.	22
Figure 9 : Perspectives de bénéfices écologiques en fonction de différents scénarios d'assainissements (Le projet du « Lac noir » n'apparaît pas car trop marginal pour permettre d'apprécier à ce stade les éventuels bénéfices écologiques y relatifs).	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif du calcul des valeurs indicatrices définies pour l'indicateur d'évaluation phénomène éclusée.....	7
Tableau 2 : Récapitulatif du calcul des valeurs indicatrices définies pour l'indicateur d'évaluation phénomène éclusée pour l'approche « worst case ».....	8
Tableau 3 : Qualité des eaux – les chiffres sont tirés des analyses en autocontrôle, plus nombreuses que les analyses cantonales, à l'exception du COD, qui n'est pas demandé aux STEP pour l'autocontrôle et qui est donc tiré des analyses du service cantonal de l'énergie et de l'environnement (SENE). Habitants raccordés : 10'052 (en 2010) / Débit moyen 2010 : 7'638 m ³ /j / Débit moyen 2011 : 5'828 m ³ /j. Exigences légales fédérales selon OEaux annexe 3 : Les normes fédérales changent pour les installations de plus de 10'000 EH, la STEP étant à la limite, le Canton a conservé les normes pour les STEP de moins de 10'000 EH dans l'attente de la nouvelle installation.....	10
Tableau 4 : Liste des indicateurs biologiques proposés d'être évalués dans l'aide à l'exécution de l'OFEV.....	11
Tableau 5 : Evaluation des classes d'état en regard du pourcentage des surfaces mises à sec d'après l'aide à l'exécution proposée par l'OFEV (2012).....	13
Tableau 6 : Résultats des mesures de vitesse de descente du niveau d'eau (diminution du débit) effectuées le 14.08.2014.....	14
Tableau 7 : Grille d'évaluation des critères par périmètre (adapté d'après NATURA).....	17
Tableau 8 : Relevés du macrozoobenthos effectués entre 1993-2014 dans le bassin versant de la Rançonnière.....	18
Tableau 9 : Élément à coordonner dans la mise en œuvre de la protection des eaux du bassin de la Rançonnière.....	21

Annexes

Annexe 1 : Carte 1 :25'000 du potentiel écologique du bassin de la Rançonnière établi par le bureau NATURA (2014) dans le cadre de la planification stratégique concernant la revitalisation des cours d'eau (Natura, 2014).

Annexe 2 : Résultats IBCH : Listes faunistiques des relevés 2011-2014.

Annexe 3 : Rapport de coordination entre les domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux rédigé par le bureau AQUARIUS (2014) pour le service de l'énergie et de l'environnement du canton de Neuchâtel (SENE).

Annexe 4 : Bref descriptif du projet en cours d'étude du « Lac noir » sur la commune du Locle selon les informations disponibles publiquement.

0. INTRODUCTION

Conformément à l'art. 39a, al. 1, et à l'art. 83a de la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20), les détenteurs de centrales hydroélectriques existantes sont tenus d'éliminer d'ici au 31 décembre 2030, au moyen de mesures d'assainissement adaptées, les atteintes graves que des variations subites et artificielles du débit d'un cours d'eau (éclusées) portent à la faune et à la flore indigènes et à leurs biotopes.

Selon l'art. 83b, al.1, LEaux, les cantons sont tenus de planifier les mesures d'assainissement nécessaires à l'élimination des atteintes causées par les éclusées issues des installations existantes et de fixer les délais de leur mise en œuvre. Cette planification stratégique doit être remise à la Confédération pour le 31 décembre 2014, conformément à l'art. 83b, al.2, LEaux. Selon l'art. 41f, al.1, et l'annexe 4a, ch.2, al.1, de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201), la planification comprend un rapport intermédiaire, à remettre pour le 30 juin 2013 à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Les exigences relatives au contenu du rapport intermédiaire et du rapport final sur l'assainissement des éclusées sont réglementées à l'annexe 4a, ch.2, OEaux.

1. CONTEXTE

Dans le rapport intermédiaire rédigé par le bureau AQUARIUS sous mandat du Service de l'énergie et de l'environnement du canton de Neuchâtel (SENE), l'inventaire de toutes les installations hydroélectriques du canton de Neuchâtel a été effectué (à l'exception de celles sur le Doubs dont l'analyse fait l'objet d'un rapport spécifique). Il en ressort que seule l'installation de La Rançonnière fonctionne par éclusées et est donc directement concernée par cette planification stratégique. Le présent document traite le cas de l'installation de la Rançonnière et constitue le rapport final de la planification stratégique de l'assainissement des éclusées dans le canton de Neuchâtel, à l'exception du Doubs.

2. DESCRIPTION DE LA RANÇONNIÈRE

L'exploitation hydroélectrique de La Rançonnière appartient à la société VITEOS basée dans le canton de Neuchâtel. Cet aménagement stocke puis turbine, en énergie de pointe, les eaux du Bied du Locle, du cours supérieur de la Rançonnière et du rejet des eaux de la station d'épuration du Locle. La galerie souterraine de stockage se situe dans la montagne du Col-des-Roches de laquelle, par le biais d'une conduite forcée, les eaux sont turbinées à l'usine se trouvant au pied de la dépression géologique.

Les caractéristiques générales de l'exploitation hydroélectrique sont décrites dans le tableau ci-après.

Caractéristiques techniques	
Numéro SAHE	509800
Ouvrage	Galerie de stockage souterraine dans la montagne du Col-des-Roches
Concessionnaire	VITEOS
Début du droit	1890, droit perpétuel
Fonctionnement	Par éclusées
Retenue, volume exploitable	~ 6'000 m ³ (estimation)
Hauteur brute de chute	90 mètres
Débit dotation	0 l/s
Débit d'équipement	2 m ³ /s, droit selon concession 3 m ³ /s
Turbines	2 Francis
Puissance maximale	~ 1'400 KW
Détail des équipements et tronçons de cours d'eau concernés	
Prise d'eau	545'725 / 211'141 (coordonnées CH-1903)
Bassin d'accumulation sous-terrain	545'519 / 211'310 (coordonnées CH-1903)
Zone de passage du cours d'eau originel de la Rançonnière à travers le Col-des-Roches	545'454 / 211'337 (coordonnées CH-1903)
Conduite de dérivation	~ 350 mètres de longueur
Tronçon à ciel ouvert non soumis aux éclusées	~ 400 mètres de longueur
Usine de turbinage	545'084 / 211'578 (coordonnées CH-1903)
Station de mesure hydrologique	545'025 / 211'575 (coordonnées CH-1903)
Tronçon impacté par les éclusées	~ 2'500 mètres de longueur

Figure 1 : Caractéristiques générales de l'aménagement de La Rançonnière.

La carte ci-après représente la situation générale du bassin versant de la Rançonnière mettant en évidence les équipements de l'exploitation hydroélectrique et son influence sur les différents tronçons du cours d'eau.

Aménagement de la Rançonnière

Echelle situation: 1 : 25'000
Format: 297 x 420 mm

Unités: [-]
Altitudes: [-]

Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel

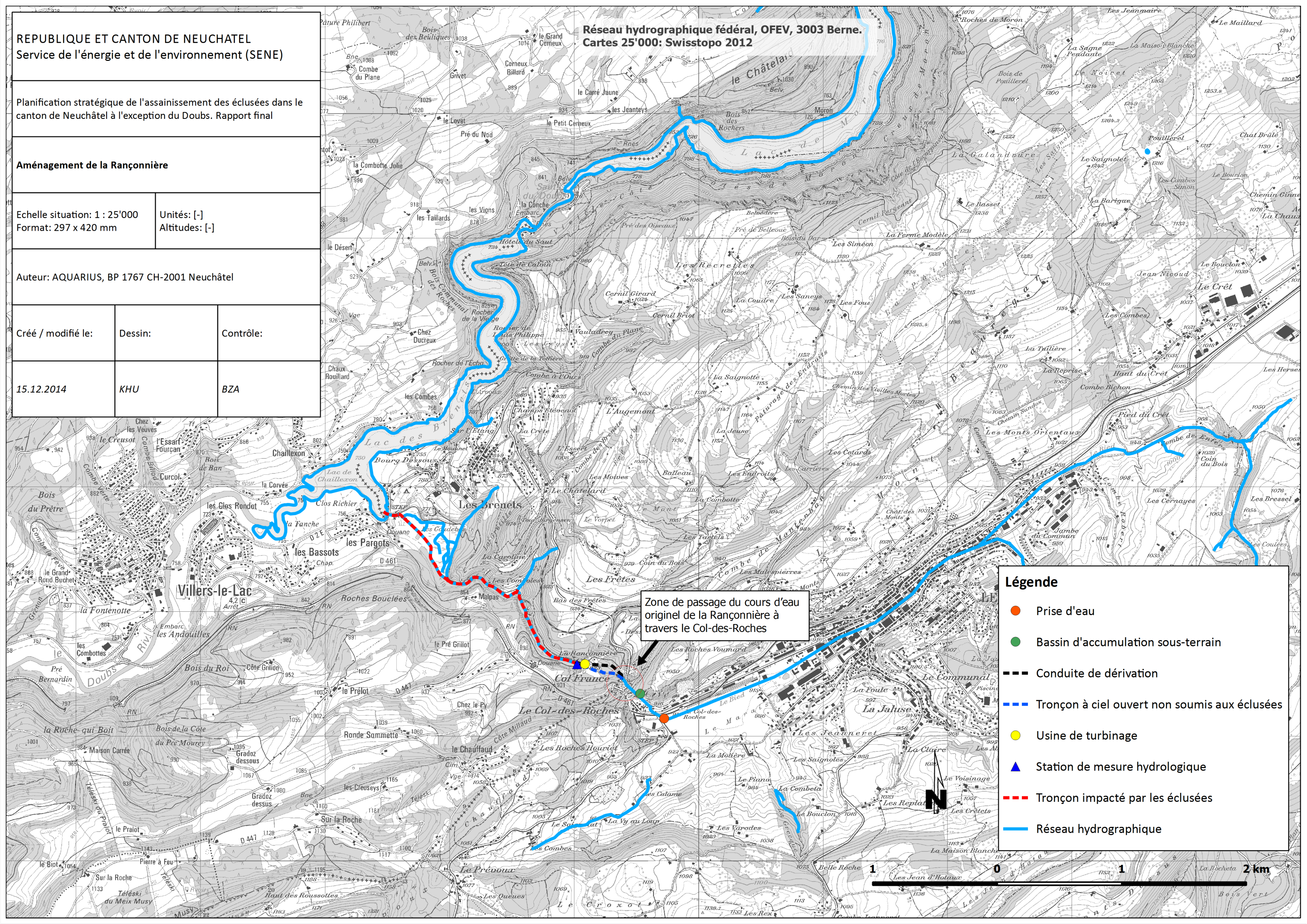
Créé / modifié le: Dessin: Contrôle:

15.12.2014

KHU

BZA

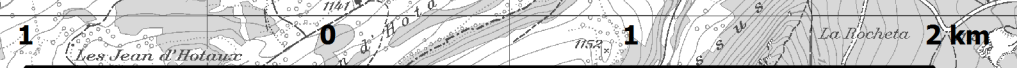
**Réseau hydrographique fédéral, OFEV, 3003 Berne.
Cartes 25'000: Swisstopo 2012**



Zone de passage du cours d'eau original de la Rançonnière à travers le Col-des-Roches

Légende

- Prise d'eau
- Bassin d'accumulation sous-terrain
- Conduite de dérivation
- Tronçon à ciel ouvert non soumis aux éclusées
- Usine de turbinage
- ▲ Station de mesure hydrologique
- Tronçon impacté par les éclusées
- Réseau hydrographique



3 EVALUATION DE L'ATTEINTE

3.1 Quantification de l'importance du phénomène éclusée selon la méthode HYDMOD

L'aide à l'exécution de l'OFEV propose l'utilisation de la méthode HYDMOD pour quantifier l'importance hydrologique du phénomène d'éclusée. Deux valeurs indicatrices sont définies pour l'indicateur d'évaluation « phénomène éclusée » :

- L'intensité d'impulsion d'éclusée $I_{p,é/p}$, qui correspond au rapport débit d'éclusée / débit plancher $V_{é/p}$ complété par un facteur de correction pour le taux de montée et de descente du niveau d'eau lors des éclusées.
- Le stress hydraulique dû au débit d'éclusée $I_{h,éclusée}$, défini par le rapport débit d'éclusée $Q_{éclusée}$ / débit annuel moyen de l'état de référence MQ_r complété par un facteur de correction pour la surface du bassin versant.

La valeur indicatrice intensité de l'impulsion d'éclusée $IP_{é/p}$ se calcule comme suit :

$$I_{p,é/p} = V_{é/p} \times k_{TN,é/p}$$

$V_{é/p}$ représente le rapport débit d'éclusée/débit plancher défini par la formule suivante :

$$V_{é/p} = (Q_{turbine} + Q_{résiduel})/Q_{résiduel}$$

Selon la demande formulée dans le préavis de l'OFEV du 9 mai 2014 relatif au rapport intermédiaire, cette quantification a été réalisée selon les deux scénarii décrits aux chapitres suivants.

3.1.1 Exploitation en considérant le débit d'équipement actuel et un débit résiduel assaini

Utilisation de la valeur du débit d'éclusée selon le débit d'équipement de l'exploitation hydroélectrique, à savoir $2 \text{ m}^3/\text{s}$, et utilisation de la valeur de 70 l/s comme débit plancher. Cette dernière valeur a été déterminée sur la base du débit de dotation minimum (actuellement 0 l/s) tel qu'il serait s'il était assaini selon l'Art. 31 al. 1 LEaux, soit 58 l/s ajouté de quelques apports intermédiaires estimés à 12 l/s .

Ainsi nous pouvons poser l'équation suivante :

$$V_{é/p} = (2'000 + 70)/70 = 29,5 \text{ l/s}$$

Le facteur de correction $k_{TN,é/p}$ pour le taux de montée et de descente du niveau d'eau lors des éclusées se calcul à l'aide du taux maximal de changement du niveau d'eau lors des éclusées. Ce taux maximal correspond à la plus grande valeur des deux valeurs taux de montée du niveau d'eau $TN_{éclusée}$ et taux de descente du niveau d'eau $TN_{plancher}$.

- $k_{TN,é/p} = 0,65$ pour un taux maximal de changement du niveau d'eau $\leq 0,5 \text{ cm/min}$;
- $k_{TN,é/p} = 0,75$ pour un taux maximal de changement du niveau d'eau = 1 cm/min ;
- $k_{TN,é/p} = 1,00$ pour un taux maximal de changement du niveau d'eau $\leq 2 \text{ cm/min}$;
- $k_{TN,é/p} = 1,50$ pour un taux maximal de changement du niveau d'eau $\geq 4 \text{ cm/min}$;

Dans le cas présent, des mesures effectuées lors d'investigations de terrain (voir chap. 3.3.2) permettent d'établir que le taux de montée et de descente du niveau d'eau lors d'éclusées générées par l'exploitation hydroélectrique induit le facteur de correction $K_{TN,é/p} = 0,75$.

La valeur indicatrice stress hydraulique dû au débit d'éclusée $I_{h,é/p}$ se calcul comme suit :

$$I_{h,éclusée} = (Q_{éclusée}/MQ_r) k_{BV}$$

$Q_{éclusée}$ représentant le débit d'éclusée déjà calculé précédemment ($(Q_{turbine} + Q_{résiduel}) = 2'070$ l/s).

MQ_r représentant le débit annuel moyen de référence donné par la station de mesure hydrologique de la Rançonnière = **450** l/s.

k_{BV} étant un facteur de correction pour la surface du bassin versant défini comme suit :

- $k_{BV} = 0,50$ pour une surface du bassin versant $A_{BV} \leq 250$ km² ;
- $k_{BV} = 0,75$ pour une surface du bassin versant $A_{BV} = 750$ km² ;
- $k_{BV} = 1,00$ pour une surface du bassin versant $A_{BV} \geq 1'250$ km² ;

Le bassin versant de la Rançonnière, 38 km², étant inférieur à 250 km², le facteur de correction $k_{BV} = 0,50$ doit être retenu.

Nous pouvons dès lors résumer maintenant les valeurs indicatrices et calculer leur valeur :

Intensité d'impulsion ($I_{p,é/p}$)		Stress hydraulique dû au débit d'éclusée ($I_{h,éclusée}$)		
$I_{p,é/p} = V_{é/p} \times k_{TN,é/p}$		$I_{h,éclusée} = (Q_{éclusée}/MQ_r) k_{BV}$		
$V_{é/p}$	$k_{TN,é/p}$	$Q_{éclusée}$	MQ_r	k_{BV}
29,50	0,65	2'070	450	0,50
19,175 = 29,50 x 0,65		2,3 = (2'070 / 450) x 0,50		

Tableau 1 : Récapitulatif du calcul des valeurs indicatrices définies pour l'indicateur d'évaluation phénomène éclusée.

3.1.2 Worst case scénario

Selon le préavis de l'OFEV du 9 mai 2014, le second scénario doit être analysé sans débit résiduel et en utilisant la valeur maximale du débit d'éclusée selon la concession, à savoir 3m³/s. La valeur de 1 l/s comme débit plancher a été utilisée à la place de 0 l/s (actuelle valeur de débit de dotation) pour des raisons mathématiques (division par 0 impossible).

Sur la base de ces chiffres, les calculs ont été effectués de manière identique à ceux développés au chapitre précédent (3.1.1).

Intensité d'impulsion ($I_{p,é/p}$)		Stress hydraulique dû au débit d'éclusee ($I_{h,éclusee}$)		
$I_{p,é/p} = V_{é/p} \times k_{TN,é/p}$		$I_{h,éclusee} = (Q_{éclusee}/MQ_r) k_{BV}$		
$V_{é/p}$	$k_{TN,é/p}$	$Q_{éclusee}$	MQ_r	k_{BV}
3'001	0,65	3'001	450	0,50
1'950,65 = 3'001 x 0,65		3,33 = (3'001 / 450) x 0,50		

Tableau 2 : Récapitulatif du calcul des valeurs indicatrices définies pour l'indicateur d'évaluation phénomène éclusée pour l'approche « worst case ».

3.1.3 Conclusions

Les résultats des calculs effectués selon les deux scénarios sont éloquents. En effet, dans les deux cas, si l'on reporte les valeurs respectivement en abscisse et ordonnée du tableau ci-dessus, on constate que l'atteinte peut sans conteste être qualifiée de grave.

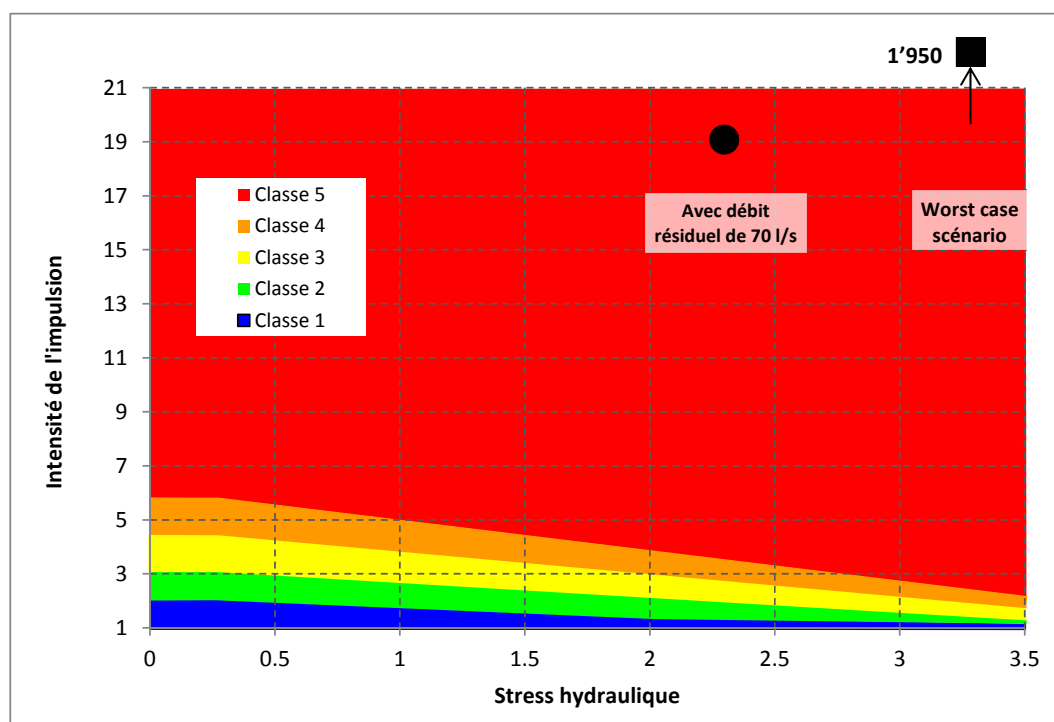


Figure 2 : Classes d'état servant à apprécier le phénomène d'éclusées dans HYDMOD ; OFEV 2012

3.2 Evaluation des indicateurs abiotiques

3.2.1 Indicateur abiotique – Débit minimum

La Rançonnière est actuellement dépourvue de débit de dotation, son état biologique en est fortement impacté.

3.2.2 Indicateur abiotique – Qualité de l'eau

Les informations présentées ci-après proviennent du Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface du bassin du Doubs neuchâtelois (AQUARIUS, AQUABUG, PHYCOECO. 2012). L'apport d'eaux parasites perturbe considérablement le bilan de l'épuration. Les eaux épurées et les eaux excédentaires déversées par temps de pluie dans le Bied du Locle avant la galerie de la Rançonnière provoquent des nuisances importantes dans l'exutoire et, tout particulièrement, dans le vallon de la Rançonnière, dans le marais de Goudebas et le lac des Brenets.

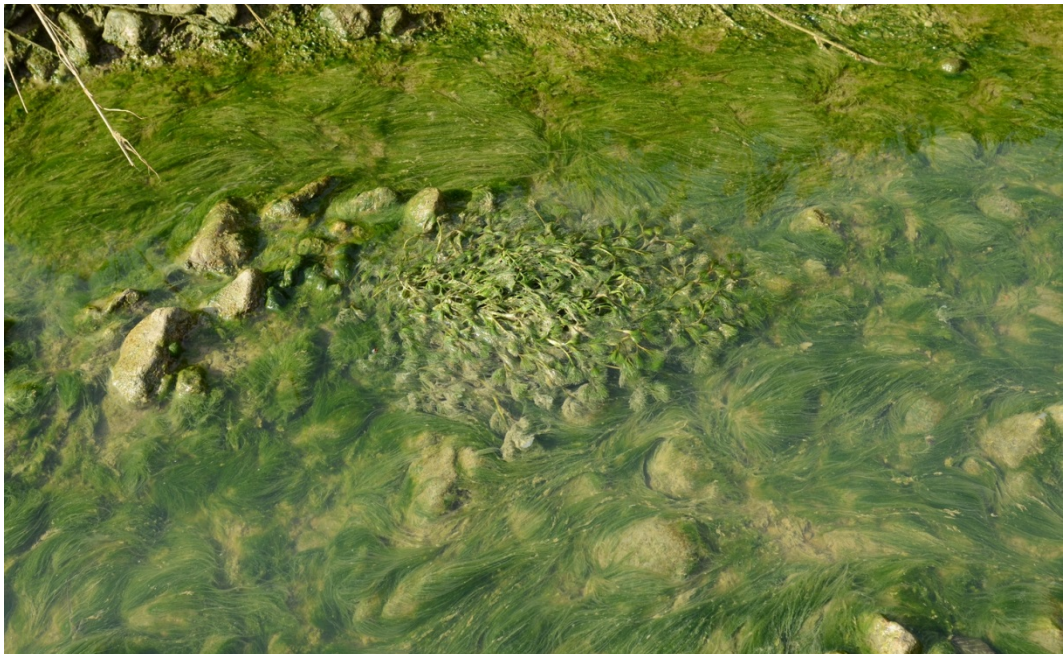


Figure 3 : Lit de la Rançonnière sur un secteur exposé aux rayonnements du soleil.

Par temps sec, le fait de turbiner les eaux du Bied du Locle supprime temporairement l'apport d'eau minimum dans la Rançonnière et, lors du turbinage, les sédiments provoqués par le mauvais rendement de l'épuration et par la rétention créent un apport de boues important et momentané, en fin de turbinage. Les normes de rejet ne sont pas respectées et l'installation ne dispose pas d'une dénitrification, même si celle-ci se fait en partie naturellement durant l'été. Le bilan actuel de l'épuration est très préoccupant (tableau 3).

L'inauguration en 2011 d'une installation de traitement complémentaire à la STEP par un système dit Actiflo permet déjà d'améliorer la qualité des eaux dans la Rançonnière.

Le projet de centralisation des installations d'épuration du Locle et des Brenets (voir chapitre 5.1) permettra à terme d'améliorer la qualité des eaux de la Rançonnière puisque les eaux épurées n'y seront plus rejetées.

2010	Rendement d'épuration	Exigence de rendement OEaux	Charge entrée	Charge sortie	Valeur rejet moyen sortie	Exigences cantonales	Exigences OEaux	Nb. d'analyses	Nb. de dépassements	Nb. de dépassements autorisés (OEaux)
			kg/j	kg/j	mg/l	mg/l	mg/l			
DBO ₅	84%	90%	1062	170	22.3	20	15	31	20 (15 si 20 mg/l)	4
DCO	82%		1534	276	36.1					
COD	64%	85%	130	47	6.2		10	8	1	2
Ptot	72%	80%	18	5	0.7	0.8	0.8	31	14	4
MES					17.7	20	15	31	21 (10 si 20mg/l)	4

2011	Rendement d'épuration	Exigence de rendement OEaux	Charge entrée	Charge sortie	Valeur rejet moyen sortie	Exigences cantonales	Exigences OEaux	Nb. d'analyses	Nb. de dépassements	Nb. de dépassements autorisés (OEaux)
			kg/j	kg/j	mg/l	mg/l	mg/l			
DBO ₅	83%	90%	811	140	24	20	15	31	23 (22) *	4
DCO	82%		1557	284	48.7					
COD	57%	85%	105	45	7.7		10	8	1	2
Ptot	80%	80%	20	4	0.7	0.8	0.8	31	9	4
MES					19	20	15	31	21 (13)	4

* Deux dépassements de DBO₅ dans l'année 2011 sont au-dessus de la valeur maximale admissible qui est de 40mg/l

Tableau 3 : Qualité des eaux – les chiffres sont tirés des analyses en autocontrôle, plus nombreuses que les analyses cantonales, à l'exception du COD, qui n'est pas demandé aux STEP pour l'autocontrôle et qui est donc tiré des analyses du service cantonal de l'énergie et de l'environnement (SENE). Habitants raccordés : 10'052 (en 2010) / Débit moyen 2010 : 7'638 m³/j / Débit moyen 2011 : 5'828 m³/j. Exigences légales fédérales selon OEaux annexe 3 : Les normes fédérales changent pour les installations de plus de 10'000 EH, la STEP étant à la limite, le Canton a conservé les normes pour les STEP de moins de 10'000 EH dans l'attente de la nouvelle installation.

3.2.3 Conclusions

L'absence de débit de dotation ne permet pas, à ce jour, l'évaluation de l'indicateur abiotique « débit minimum ». L'assainissement des débits résiduels est en cours de traitement par l'Autorité et devrait être assaini au sens des articles 80 ss LEaux.

La qualité actuelle des eaux turbinées par l'exploitation de la Rançonnière est mauvaise comme l'indiquent les analyses. Le projet de centralisation des STEP des communes des Brenets et du Locle modifiera cette situation et engendrera potentiellement des modifications notables dans le mode d'exploitation de l'installation hydroélectrique de la Rançonnière (voir chapitre 5.1).

3.3 Evaluation des indicateurs biologiques

Les indicateurs biologiques proposés d'être évalués dans l'aide à l'exécution de l'OFEV se basent sur des analyses des faunes piscicole et benthique.

La liste exhaustive des indicateurs biologiques proposés par l'OFEV dans son module d'aide à l'exécution ainsi que leur utilisation potentielle dans le cas de la Rançonnière sont présentées dans le tableau ci-après.

Indicateurs	Code	Utilisable	Raison
Module Poissons du SMG	P1	Non	Cours d'eau actuellement non piscicole
Echouage de poissons	P2	Partiellement	Deux critères sur 3 peuvent être évalués (voir plus loin)
Frayères	P3	Non	Cours d'eau actuellement non piscicole
Reproduction de l'ichtyofaune	P4		
Productivité piscicole	P5		
Biomasse du macrozoobenthos	B1	Non	L'absence de débit de dotation et la trop faible quantité d'apports intermédiaires ne permettent pas le développement de communautés benthiques caractéristiques d'un cours d'eau permanent.
Module Macrozoobenthos du SMG	B2		
Zonation longitudinale du macrozoobenthos	B3		
Familles d'insectes EPT	B4		
Colmatage interne	H1	Non	Non relevant – sédiments fins provenant actuellement essentiellement de l'alimentation par des eaux usées.
Débit minimal	A1	Non	Absence de débit de dotation
Température de l'eau	Q1	Non	Absence de données

Tableau 4 : Liste des indicateurs biologiques proposés d'être évalués dans l'aide à l'exécution de l'OFEV.

L'indicateur P2, échouage piscicole, comporte trois critères dont deux peuvent être évalués sur le cours d'eau de la Rançonnière, il s'agit :

- de la diminution de la surface mouillée ;
- de la vitesse de montée et de descente du niveau d'eau.

Ces critères sont mesurables sur ce cours d'eau alors que le troisième critère, « nombre de poissons échoués », n'est pas utilisable puisque la Rançonnière est actuellement dépourvue de faune piscicole.

3.3.1 Evaluation du pourcentage des surfaces mises à sec

La diminution de la surface mouillée mesurée entre le débit d'écluse et le débit plancher peut être évaluée par des calculs hydrauliques confirmés par des investigations sur le terrain. Ce critère prend en compte le pourcentage des surfaces mises à sec sur une distance de 100 mètres. Il s'évalue par le biais de mesures de profils répétés à plusieurs gammes de débits.

Le débit plancher retenu est de 70 l/s (se référer au chapitre 3.1.1).

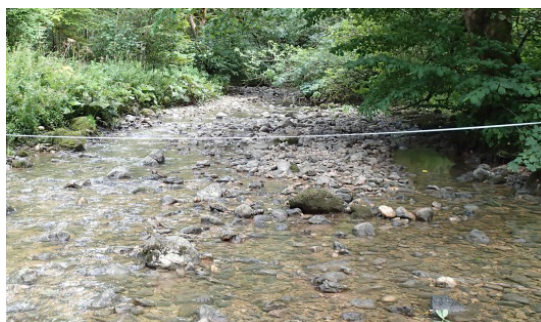
Compte tenu de l'absence de débit de dotation, il a fallu attendre des conditions pluviométriques susceptibles de générer des apports intermédiaires aussi proches que possible du débit résiduel recherché, pour rappel environ 70 l/s. Ces conditions spécifiques ont été réunies le 14 août 2014, date à laquelle, les apports intermédiaires constituaient un débit « plancher » mesuré au moulinet de ~ 72 l/s. Les variations rapides de débit et de salinité n'ont pas permis de confirmer cette valeur grâce à un jaugeage au sel. Compte tenu de la rapidité avec laquelle les débits varient lors du passage d'un débit plancher au débit d'écluse, un seul profil en travers a pu être réalisé sur ce tronçon jugé sensible du point de vue de la perte de surface immergée.

Lors du passage de l'écluse, des mesures ont été effectuées à intervalles réguliers de 10 minutes entre le débit plancher de 72 l/s et le débit maximal rencontré de $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figure 4 : Situation sur orthophoto du profil en travers de la Rançonnière mesuré le 14.08.2014

Le site retenu pour les mesures se situe sur un tronçon de la Rançonnière localisé juste en aval du début de sa zone d'engorgement. La morphologie du cours d'eau est naturelle avec une largeur du lit relativement importante comparé aux tronçons situés plus en amont. Le lit est naturel et essentiellement composé de galets formant un petit « îlot » dans la partie centrale du cours d'eau.



Îlot de galets au débit « naturel » (~ 72 l/s)



Îlot de galets au débit d'écluse ($1'800$ l/s)

Figure 5 : Photographies du profil sensible retenu pour les mesures des surfaces mises à sec.

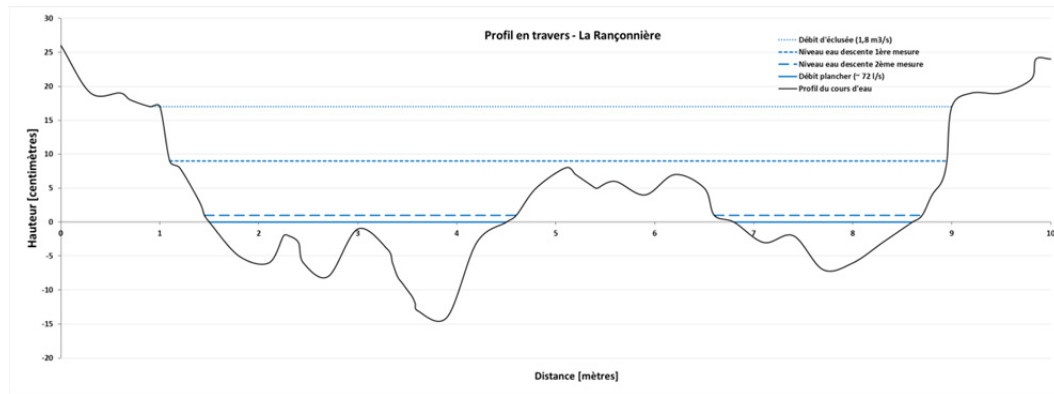


Figure 6 : Profil en travers effectué le 14.08.2014. Débit plancher de 72 l/s (niveau eau témoin) et débit d'éclusee de 1,8 m³/s (niveau eau éclusee). Des mesures ont été réalisées à intervalles réguliers lors de la descente de l'éclusee.

Sur la base des mesures de profil ainsi que de mesures de zones de grèves exondées/inondées, nous avons évalué que la zone de marnage « moyenne » pour cette station est égale à 2.8 m lors du passage d'un débit de 1.8 m³/s à 72 l/s. Considérant une largeur du lit mouillé moyenne de 7.8 m à 1.8 m³/s sur ce profil, le pourcentage calculé des surfaces mises à sec est de :

$$(2.8 / 7.8) * 100 = \underline{35.9\% \text{ de surfaces mises à sec}}$$




Evaluation	Etat	Critère: pourcentage des surfaces mises à sec
	excellent	< 10 %
	bon	10–30 %
	moyen-mauvais	> 30 %

Tableau 5 : Evaluation des classes d'état en regard du pourcentage des surfaces mises à sec d'après l'aide à l'exécution proposée par l'OFEV (2012)

Selon l'évaluation proposée par l'aide à l'exécution de l'OFEV, une diminution de la surface mouillée supérieure à 30 % doit être considérée comme « **moyen-mauvaise** ».

Les arguments suivants doivent également être pris en considération :

- Selon la concession de l'exploitation, l'amplitude maximale des éclusées pouvant être lâchées est de 3 m³/s. Dans ces conditions, la surface exondée est plus importante que celle mesurée lors de l'éclusee de 1.8 m³/s relevée lors de nos mesures.
- Des secteurs dépourvus d'apports hydrauliques autres que les éclusées n'ont pas de débit constant en raison de l'absence actuelle de débit de dotation. Il en ressort que le pourcentage des surfaces mises à sec est largement supérieur à 50%.

Compte tenu des éléments susmentionnés, la valeur calculée de 35.9 % de surfaces mises à sec est certainement **sous-évaluée**.

3.3.2 Evaluation de la vitesse de diminution du débit

L'évaluation de la vitesse de diminution du débit s'appuie sur l'aide à l'exécution proposée par l'OFEV qui repose, elle-même, sur des ouvrages spécialisés dans ce domaine (Saltveit et al. 2001, Halleraker et al. 2003 ; Irvine et al. 2009 ; Limnex 2004). La méthodologie consiste à prendre en considération la vitesse de descente du niveau d'eau lorsque la profondeur est inférieure à 20 centimètres. Cette limite entend qu'un poisson se trouvant dans une hauteur d'eau supérieure à 20 centimètres aura suffisamment de temps pour se déplacer en dehors de la zone de marnage lors de la diminution du niveau d'eau.

Les mesures de la vitesse de descente du niveau d'eau doivent être effectuées à intervalles réguliers (5-10 minutes).

Simultanément aux relevés effectués lors de l'établissement du profil en travers (chapitre 3.3.1) des mesures de vitesse de descente du niveau d'eau ont été effectuées lors du passage du débit d'écluse au débit plancher jusqu'à l'atteinte du débit plancher

Débit [m ³ /s]	Mesures	Hauteur d'eau [cm]	Temps écoulé [minutes]	Vitesse de diminution du débit [cm/min]	Moyenne
Débit éclusée (1,8 m ³ /s)	Mesure 1	17	0	-	0,56 cm/min
Descente 1 ^{ère} mesure	Mesure 2	9	10	0,8 cm/min	
Descente 2 ^{ème} mesure	Mesure 3	1	20	0,8 cm/min	
Débit plancher (0,07 m ³ /s)	Mesure 4	0	30	0,1 cm/min	

Tableau 6 : Résultats des mesures de vitesse de descente du niveau d'eau (diminution du débit) effectuées le 14.08.2014.

Le profil en travers montre une absence totale de profondeurs d'eau supérieures à 20 centimètres lors des mesures effectuées.

Les mesures réalisées permettent d'évaluer la moyenne de la vitesse de diminution des débits à 0,56 cm/min ce qui, selon la classification issue de l'aide à l'exécution proposée par l'OFEV, classe ce paramètre dans la catégorie « **moyen-mauvais** ».




Evaluation	Etat	Critère: vitesse de diminution du débit
	excellent	< 0,3 cm/min
	bon	0,3–0,5 cm/min
	moyen-mauvais	> 0,5 cm/min

Figure 7 : Evaluation des classes d'état en regard de la vitesse de diminution du débit d'après l'aide à l'exécution proposée par l'OFEV (2012)

Soulignons à nouveau que les mesures ont été effectuées à un débit d'écluse de 1,8 m³/s alors que le débit d'écluse maximum concessionné est de 3 m³/s. Sans pouvoir augurer qu'une écluse à 3 m³/s augmenterait significativement la vitesse de descente, on peut toutefois admettre qu'elle ne saurait la diminuer.

3.3.3 Conclusions

L'évaluation des critères « pourcentage des surfaces mises à sec » et « vitesse de diminution du débit » ont été réalisées sur le terrain. Des conditions spécifiques ont été nécessaires afin d'effectuer ces évaluations lorsque les apports intermédiaires constituaient un débit dans la Raçonnière proche de 70 l/s (se référer au chapitre 3.1.1).

Les résultats obtenus à la suite d'une mesure d'un profil en travers (pourcentage des surfaces mises à sec) et des plusieurs mesures d'hauteur d'eau à intervalles réguliers (5-10 minutes) concluent à une évaluation « **moyen-mauvaise** » de ces critères biologiques.

3.4 Evaluation de l'atteinte de l'exploitation hydroélectrique de la Raçonnière

Dans son module d'aide à l'exécution, l'OFEV propose une première sélection entre les aménagements à assainir ou non selon le rapport entre le débit d'éclusee et le débit plancher. Si celui-ci est inférieur à 1,5 :1, nous pouvons d'emblée considérer que le tronçon de cours d'eau concerné ne subit pas d'atteintes ou que celles-ci sont insignifiantes.

Les calculs HYDMOD effectués selon les deux approches (chapitre 3.1) indiquent clairement que l'atteinte liée aux éclusées portée à la Raçonnière par l'exploitation électrique est **importante**. Du point de vue des indicateurs abiotiques, aucune évaluation ne peut être faite. En effet, dans les conditions actuelles de la Raçonnière, à savoir absence de débit de dotation et très mauvaise qualité de ses eaux, l'utilisation de ces indicateurs n'est pas possible.

En ce qui concerne les indicateurs biologiques, l'évaluation approfondie portée sur l'installation hydroélectrique de la Raçonnière n'a pu être effectuée à l'aide que d'un seul des indicateurs proposés dans le module d'aide à l'exécution, ceci en raison de l'absence de débit de dotation et de faune piscicole et benthique permanente dans le cours d'eau.

L'indicateur P2 ayant pu être utilisé est composé de 3 critères :

- Evaluation du pourcentage des surfaces mises à sec.
- Evaluation de la vitesse de diminution du débit
- Evaluation du nombre de poissons échoués / 100m (évaluation : non réalisée)

Compte tenu de l'absence de faunes piscicole et macrobenthique, seuls les deux premiers critères ont pu être utilisés.

4. POTENTIEL ÉCOLOGIQUE

4.1 Potentiel écologique selon la planification revitalisation des cours d'eau

L'art 33a OEaux mentionne que le potentiel écologique des eaux est déterminé notamment en fonction de l'importance écologique que les eaux pourraient revêtir après réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme, dans une mesure impliquant des coûts proportionnés. La classification sommaire de ce potentiel écologique en trois catégories (important, moyen, restreint) a été réalisée pour le canton de Neuchâtel dans le cadre de la planification stratégique concernant la revitalisation des cours d'eau (annexe I, Natura, 2014).

Dans ce contexte, le calcul du bénéfice pour la nature et le paysage a été effectué sur la base d'une division du bassin de la Rançonnière en 3 périmètres supposés homogènes et sur l'attribution à chacun de ces périmètres d'un potentiel écologique au travers d'une grille d'évaluation comprenant plusieurs critères répartis dans les domaines suivants : Inventaires et habitats ; faune ; morphologie et paysage ; potentiel d'évolution.

Les critères de cette grille ont ensuite été combinés afin de déterminer le potentiel écologique de chaque périmètre. A l'intérieur d'un périmètre, il est ensuite possible de corriger individuellement les tronçons qui s'écarteraient trop de cette moyenne.

Le potentiel écologique de chaque périmètre a été évalué sur la base des différents critères dont l'impact a été donné selon trois classes, « aucun (A) », « restreint (R) » et « conséquent (C) ». Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

L'évaluation a été réalisée de façon qualitative en tenant compte de la proximité du réseau hydrographique. Par exemple, un impact plus conséquent a été donné lorsque le réseau hydrographique d'un périmètre traverse une zone inscrite à un inventaire fédéral, par rapport à un cas similaire où l'inventaire fédéral est situé à distance du cours d'eau. A la demande de l'OFEV, le critère « Inventaires d'importance nationale » a été pondéré d'un facteur 2 tandis que les autres critères ont chacun le même poids dans l'analyse. La grille d'évaluation par périmètre est illustrée dans le tableau ci-dessous.

Périmètres	Inventaires d'importance nationale	Inventaires d'importance cantonale	Présence d'écrevisses à pattes blanches	Présence de poissons rares	Cours d'eau naturel ou ayant le potentiel	Objet de grande valeur pour le paysage	Importance général comme élément de réseau	Charriage proche du naturel	Débit non influencé	Embouchures et confluences	Potentiel d'évolution hydromorphologique	Potentiel de colonisation faune menacée (écrevisses, poissons)
	Poids	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Affluents et secteur amont de la Rançonnière hormis secteur urbain de la ville du Locle	A	A	A	A	R	A	R	A	R	R	A	-
Bied du Locle à l'intérieur de la ville	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-
Tronçon de la Rançonnière impacté par les éclusées	C	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A	R

Tableau 7 : Grille d'évaluation des critères par périmètre (adapté d'après NATURA).

Le potentiel écologique est donné par le nombre total de « C » obtenu:

- De 0 à 1, potentiel écologique **faible**,
- de 2 à 3, potentiel écologique **moyen**,
- 4 et plus, potentiel écologique **important**.

Avec 6 « C », le potentiel écologique du périmètre de la Rançonnière gravement impacté par les éclusées se classe dans la catégorie « **important** ».

4.2 Potentiel écologique, référentiel biologique

La définition du potentiel écologique repose non seulement sur l'appréciation de la réparation de certaines atteintes anthropiques « prévisibles » et « chiffrables » telle que la restauration écomorphologique d'un cours d'eau corrigé par exemple mais prend aussi en considération le potentiel de développement des biocénoses aquatiques consécutif à

l'amélioration de l'habitabilité de leur biotope. Ce potentiel est plus difficile à chiffrer et repose le plus souvent sur un référentiel bien connu, idéalement un tronçon du cours d'eau concerné à l'état naturel ou très peu atteint. Ce référentiel sert d'une part à mesurer la gravité des atteintes mais également à suivre l'efficacité des mesures mises en place ainsi qu'à formuler des objectifs de développement. Dans le cas de la Rançonnière, des références fiables et pertinentes font défaut pour les raisons suivantes :

- Aucun tronçon de référence non perturbé sur la Rançonnière (mauvaise qualité des eaux et/ou débit temporaire et/ou éclusées).
- Mauvaise qualité des eaux et/ou débit temporaire et/ou conditions de développement (altitude) non comparables sur ses affluents.

4.2.1 Faune macrozoobenthique

Des campagnes d'échantillonnages selon les protocoles IBGN et IBCH ont été réalisées entre 1993 et 2011 dans le bassin versant de la Rançonnière (Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface du bassin du Doubs neuchâtelois -Aquarius, PhycEco, Aquabug, 2012) ainsi qu'en 2014 dans le cadre du présent mandat (Résultats IBCH des relevés faunistiques de 2011-2014 en annexe II).

Cours d'eau	Lieux-dit	Coord. X	Coord. Y	Indice IBGN	Date	Année
La Rançonnière		543522	212777	3	15.11.2005	2005
La Rançonnière	Le Locle, aval station limnim.	545000	211581	1	15.11.2005	2005
La Rançonnière	Le Locle, aval station limnim.	545000	211581	1	03.12.1993	1993
La Rançonnière	Le Locle, aval station limnim.	545000	211581	1	19.12.1996	1996
La Rançonnière	UE Le Locle	544990	211595	0 (IBCH)	21.04.2011	2011
La Rançonnière	Les Pargots	543520	212775	3 (IBCH)	21.04.2011	2011
Le Bied du Locle	Le Locle, amont de la STEP	547720	211140	3	03.12.1993	1993
Le Bied du Locle	Le Locle, amont de la STEP	545720	211140	4	19.12.1996	1996
Le Bied du Locle		545720	211140	4	15.11.2005	2005
Le Bied du Locle	Le Locle, devant Rolex	546720	211550	11	19.12.1996	1996
Le Bied du Locle		546700	211525	4	15.11.2005	2005
Le Bied du Locle	Le Locle	546685	211425	10 (IBCH)	22.04.2011	2011
Chez Sagne	Les Goudebas	544101	212677	14 (IBCH)	07.04.2014	2014

Tableau 8 : Relevés du macrozoobenthos effectués entre 1993-2014 dans le bassin versant de la Rançonnière.

L'essentiel des échantillonnages ayant été effectués dans des cours d'eau déjà fortement impactés par les activités humaines, il est difficile de les utiliser pour apprécier la valeur potentielle hydrobiologique de la Rançonnière.

On peut toutefois augurer, en se référant notamment à la valeur IBCH du ruisseau « Chez Sagne », que si la qualité de l'eau était améliorée, le débit assuré toute l'année et l'effet des éclusées atténué, le potentiel hydrobiologique de la Rançonnière, dont l'état écomorphologique est qualifié de naturel à semi naturel, pourrait être qualifié de **bon**.

4.2.2 Faune piscicole

La valeur piscicole potentielle de la Rançonnière peut être évaluée d'aval en amont de la manière suivante :

Secteur A :

Affluent du lac des Brenets, sans obstacle entravant la libre circulation des poissons jusqu'à environ 1.0 km de son embouchure, la Rançonnière revêt une valeur piscicole potentielle importante puisqu'accessible sans entrave à toute la faune piscicole présente dans le lac.

Secteur B :

A l'amont de ce premier obstacle naturel, occasionnellement franchissable par des espèces aux bonnes capacités natatoires lorsque le débit est moyen à élevé, se situe un tronçon d'une longueur d'environ 1,5 km dont la capacité d'accueil est bonne, mais dont la pente et l'accessibilité font que son spectre piscicole potentiel se limite aux espèces rhéophiles typiques de la zone à truite.

Secteur C :

La valeur piscicole potentielle du troisième secteur, séparé de l'aval par un obstacle artificiel totalement infranchissable, puis par l'obstacle naturel également infranchissable du Col-des-Roches, est très faible. En effet, son lit est fréquemment asséché par des pertes d'eau et infiltrations dans le karst et seules quelques vasques, peu propices à la vie piscicole, restent en eau.

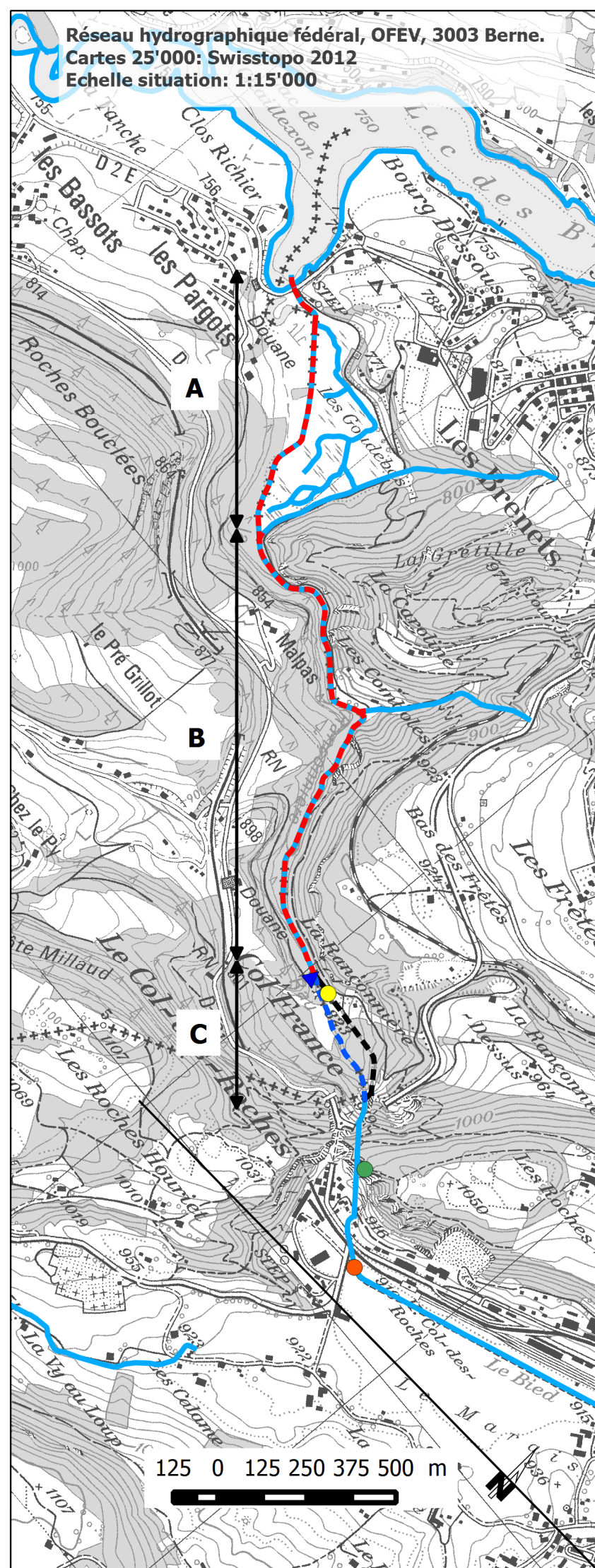
Les délimitations cartographiques ainsi que des photos illustratives, présentées en page suivante, complètent le descriptif ci-dessus.

On peut conclure qu'en conditions non perturbées par les activités anthropiques, le potentiel piscicole de la Rançonnière des deux secteurs aval qui sont impactés par les éclusées, peut être qualifié de **bon**.

4.3 Conclusions

Selon la planification revitalisation des cours d'eau, le potentiel écologique de la du périmètre de la Rançonnière gravement impacté par les éclusées se classe dans la catégorie « **important** ».

Du point de vue des référentiels biologiques, les potentiels « macrozoobenthos » et piscicoles sont qualifiés de **bons**.



Secteur A : Embouchure du lac des Brenets - 1er obstacle naturellement difficilement franchissable pour la faune piscicole
Longueur: environ 1 km



Vue direction amont de l'embouchure de la Rançonnière avec le Doubs (Lac des Brenets)



Vue direction amont de la Rançonnière lors de son passage dans le marais des Goudebas



Vue direction amont de la Rançonnière proche de la fin du marais des Goudebas

Secteur B: 1er obstacle naturellement difficilement franchissable pour la faune piscicole - seuil artificiel au niveau de l'usine de turbinage
Longueur: environ 1,5 km



1er obstacle naturel infranchissable à la faune piscicole situé entre le début de la zone d'engorgement du cours d'eau et le lieu-dit les Comboles



Vue direction amont de la Rançonnière vers le lieu-dit les Comboles



Vue direction amont de la Rançonnière à environ 400 mètres de l'usine de turbinage

Secteur C: Seuil artificiel au niveau de l'usine de turbinage - obstacle naturel du Col-des-Roches
Longueur: environ 400 m



Second obstacle artificiel infranchissable depuis l'emplacement de l'usine de turbinage sur la partie amont de la Rançonnière



Vue direction aval du lit de la Rançonnière avec en rive droite l'usine de turbinage



Vue direction amont du lit de la Rançonnière depuis l'usine de turbinage

5. MESURES D'ASSAINISSEMENT

5.1 Contexte global & coordination avec d'autres mesures

Les nombreuses planifications et projets concernant la protection des eaux, des milieux aquatiques et de l'environnement dans le bassin du Doubs suisse et franco-suisse auquel appartient le bassin de la Rançonnière, engendrent la nécessité d'une coordination importante entre ceux-ci dans leur mise en œuvre. En ce sens, un rapport de coordination entre les domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux (AQUARIUS, 2014) a été établi à la demande du Service de l'énergie et de l'environnement neuchâtelois (SENE). Ce document (annexe III), axé sur la Rançonnière, synthétise les différents éléments nécessaires d'être coordonnés ainsi que les objectifs à atteindre.

Le principe de la coordination est ancré dans l'art. 46, al. 1, de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201), mais répond aussi à l'obligation de coordonner inscrite dans la législation sur l'aménagement du territoire pour les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire.

On peut subdiviser les éléments à coordonner en 4 groupes :

A	Planifications stratégiques cantonales concernant la renaturation des eaux	<i>Comprend 3 domaines particuliers : éclusées, charriage et migration piscicole</i>
B	Assainissement des débits résiduels	<i>Assainissement des débits résiduels au sens de l'art. 80 et ss, LEaux</i>
C	Groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse	<i>Amélioration des systèmes d'assainissement collectifs, notamment par la construction d'une nouvelle STEP aux Brenets</i>
D	Autres	<i>Projet du « Lac noir » de la commune du Locle (annexe IV) Mesure compensatoire à la construction de la H20</i>

Tableau 9 : Elément à coordonner dans la mise en œuvre de la protection des eaux du bassin de la Rançonnière.

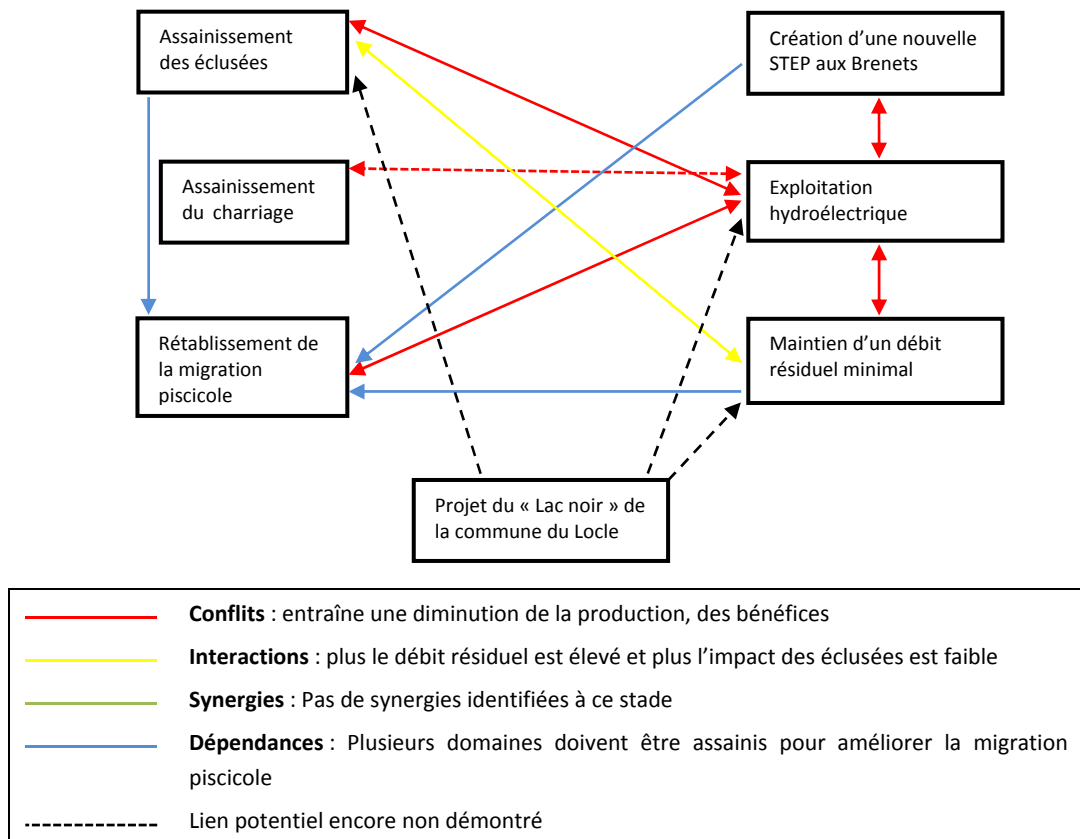


Figure 8 : Liens identifiés entre les différents domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux sur la Rançonnière.

	Assainissement des éclusées	Assainissement du charriage	Rétablissement de la migration piscicole	Création d'une nouvelle STEP aux Brenets	Maintien d'un débit résiduel minimal	Bénéfice écologique Rançonnière	Bénéfice écologique Doubs
Mise en œuvre unique 1	✓					rouge	rouge
Mise en œuvre unique 2		✓				orange	orange
Mise en œuvre unique 3			✓			orange	orange
Mise en œuvre unique 4				✓		jaune	orange
Mise en œuvre unique 5					✓	jaune	orange
Mise en œuvre conjointe 1			✓	✓	✓	orange	vert
Mise en œuvre conjointe 2		✓	✓	✓	✓	orange	vert
Mise en œuvre conjointe 3	✓		✓	✓	✓	vert	vert
Mise en œuvre conjointe 4	✓	✓	✓	✓	✓	bleu	bleu

rouge	Bénéfice écologique nul ou insignifiant
orange	Bénéfice écologique faible
jaune	Bénéfice écologique moyen
vert	Bénéfice écologique bon
bleu	Bénéfice écologique très bon

Figure 9 : Perspectives de bénéfices écologiques en fonction de différents scénarios d'assainissements (Le projet du « Lac noir » n'apparaît pas car trop marginal pour permettre d'apprécier à ce stade les éventuels bénéfices écologiques y relatifs).

Actuellement, au vu de la quantité d'éléments en interrelation plus ou moins étroite et des délais de réalisation différents, il apparaît que les nombreuses inconnues qui subsistent conduisent à considérer l'assainissement des éclusées de l'exploitation hydroélectrique de la Rançonnière comme étant une situation complexe nécessitant une prolongation du délai quant aux décisions des mesures d'assainissements concrètes (selon les dispositions figurant dans l'annexe 4a, ch. 1 OEaux).

5.2 Mesures d'assainissement envisageables et évaluation

Le rapport final d'assainissement des éclusées doit décrire les mesures d'assainissement envisageables, procéder à leur évaluation et indiquer les délais fixés pour leur réalisation (annexe 4a, ch. 2, al. 1, let. D & let. A, OEaux).

Comme décrit ci-avant, l'exploitation hydroélectrique de la Rançonnière constitue un cas complexe susceptible de subir de nombreuses modifications, encore difficilement prédictibles, au cours des prochaines années. Dès lors, seuls des principes et lignes de conduite relatifs aux mesures d'assainissement envisageables peuvent à ce stade être présentés.

5.2.1 Augmentation du débit plancher

Le rapport débit d'écluse / débit plancher est un paramètre qui permet rapidement d'identifier si une installation hydroélectrique risque de porter des atteintes au cours d'eau ou si elles sont négligeables voir nulles dans le cas d'un rapport inférieur à 1,5/1.

Dans le cas de la Rançonnière, l'absence de débit de dotation et d'apports intermédiaires significatifs empêche d'avoir un débit plancher permanent sur tout le tronçon concerné par les éclusées. Or compte tenu des débits équipés (2'000 l/s) et concessionnés (3'000 l/s), un débit plancher de respectivement 1'333 l/s et 2'000 l/s permettrait théoriquement, par l'obtention d'un rapport 1,5/1, d'annihiler l'influence négative des éclusées. Ces débits planchers sont totalement impossibles à obtenir compte tenu du régime hydrologique de la Rançonnière. Pour rappel, le débit de dotation minimum qui devrait être délivré selon l'Art 31 al. 1 est de 58 l/s.

5.2.2 Diminution de la vitesse de descente du débit

Selon l'indicateur « vitesse de diminution de débit » évalué au chapitre 3.3.2, la classe obtenue est jugée mauvaise.

Des mesures d'exploitation consistant en un lissage des éclusées, en particulier en diminuant la vitesse de descente du débit, jusqu'à atteindre le débit plancher, permettraient d'atténuer significativement l'impact des éclusées. Idéalement, une vitesse de descente du débit inférieure à 0,3 cm/minutes, serait l'optimum à atteindre. Cette mesure n'aurait toutefois de sens qu'une fois un débit de dotation fixé pour l'exploitation.

5.2.3 Bassin de démodulation

La mise en place d'un bassin de démodulation est une construction importante nécessitant d'être proche de l'usine de turbinage de l'installation hydroélectrique. Le principe permet de dériver les éclusées lors de leur lâché par le bassin d'accumulation et de pouvoir les restituer, via ce bassin de démodulation, sous forme d'un débit continu. En raison de la situation géographique de l'usine de turbinage, des coûts importants et des de la proximité d'inventaires fédéraux et réserves naturelles, ce type de mesure constructive semble dans ce cas peu applicable. Elle ne saurait toutefois être exclue sans analyses complémentaires.

5.2.4 Arrêt du turbinage par éclusées

Le turbinage par éclusées réclame la présence d'un bassin d'accumulation en amont de l'usine de turbinage. Ce bassin, alimenté par le ou les cours d'eau court-circuités, permet le maintien d'une réserve d'eau suffisante dont un certain volume sera turbiné lors des demandes d'énergie de pointe quotidiennes. La situation future de l'exploitation de la Rançonnière, face aux divers projets déjà présentés dans le présent document, pourrait être modifiée dans quelques années. Dès lors, il est également à envisager, que la pratique du turbinage par éclusées ne soit à futur plus possible. Dans ce cas de figure, il n'y aurait de fait plus de nécessité de mise en œuvre de mesures d'assainissement propres aux éclusées.

5.3 Evaluation des coûts et proportionnalité des mesures

Dans la situation complexe actuelle et face aux différentes synergies nécessaires entre les projets en cours, les planifications stratégiques et l'exploitation de la Rançonnière, il est à ce jour impossible d'estimer des coûts relatifs aux mesures d'assainissement qui pourraient être entreprises ainsi que de procéder à l'évaluation de leur proportionnalité.

6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les évaluations effectuées mettent en évidence une atteinte grave des éclusées portées sur le tronçon de la Rançonnière concerné par l'exploitation hydroélectrique de Viteos.

Il ressort des analyses menées dans le cadre de la planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau ainsi que des investigations effectuées dans le cadre du présent document, que la Rançonnière, dont la valeur écologique potentielle est importante, est impactée gravement que ce soit aux niveaux des éclusées, de la migration piscicole et du charriage.

Des mesures d'assainissement ne peuvent pas encore être fixées en raison de circonstances particulières (annexe 4, ch. 2 OEaux). En effet, de nombreux domaines devant être coordonnés dans les prochaines années sont susceptibles d'influencer significativement le mode de turbinage actuel ainsi que l'efficacité des mesures d'atténuation des éclusées.

Le délai au terme duquel le canton déterminera si des mesures d'assainissement s'imposent et, le cas échéant, lesquelles et dans quel délai elles devront être planifiées et réalisées est fixé à 2018.

7. PRINCIPALE BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE ET CITÉE

- AQUARIUS, AQUABUG, PHYCOECO. 2012 : Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface du bassin du Doubs neuchâtelois. Département de la gestion du territoire. République et canton de Neuchâtel. 150 p.
- AQUARIUS. 2013 : Rétablissement de la migration du poisson dans le canton de Neuchâtel, rapport intermédiaire, planification stratégique. Département de la gestion du territoire, République et canton de Neuchâtel. 35 p.
- AQUARIUS. 2013 Assainissement des débits résiduels au sens de l'article 80 et ss, LEaux dans le canton de Neuchâtel, rapport intermédiaire, phase 1 : inventaire des prélèvements, méthodologie appliquée, tri et catégorisation des installations. Département de la gestion du territoire. République et canton de Neuchâtel. 37 p.
- Baumann P., Kirchhofer A., Schälchli U. 2012: Assainissement des éclusées – Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution. Renaturation des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n°1203 : 127p.
- BG. 2011: Plan sectoriel des eaux, 33 cours d'eau – Doubs, Description de l'état actuel et des déficits. Département de l'environnement et de l'équipement. République et canton du Jura. 72 p.
- Kirchhofer A., Breitenstein M., Zaugg B. 2007: Liste rouge poissons et cyclostomes. Office fédéral de l'environnement, Berne et Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel. L'environnement pratique No 0734: 64 p.
- Mauler SA, Ribl SA, AQUARIUS. 2010: Etude de faisabilité pour la création d'une station d'épuration intercommunale aux Brenets. Ville du Locle et commune des Brenets. 14 p.
- Mauler SA, Ribl SA, AQUARIUS. 2010: Centralisation des installations d'épuration. Ville du Locle et commune des Brenets. 22 p.
- NATURA. 2014 : Revitalisation des cours d'eau dans le canton de Neuchâtel, extrait du rapport final en cours d'élaboration, planification stratégique. Département de la gestion du territoire. République et canton de Neuchâtel.
- Stucki P. 2010: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoobenthos – niveau R. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1026: 61 p.
- Zaugg B., Stucki P., Pedroli J.-C. & Kirchhofer A., 2003: PISCES, Atlas. Fauna Helvetica 7, Centre Suisse de Cartographie de la Faune. Neuchâtel. 233 p.

Annexes

- I Carte 1 :25'000 du potentiel écologique du bassin de la Rançonnière établi par le bureau NATURA (2014) dans le cadre de la planification stratégique concernant la revitalisation des cours d'eau (Natura, 2014).

- II Résultats IBCH : Listes faunistiques des relevés 2011-2014

- III Rapport de coordination entre les domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux rédigé par le bureau AQUARIUS (2014) pour le service de l'énergie et de l'environnement du canton de Neuchâtel (SENE).

- IV Bref descriptif du projet en cours d'étude du « Lac noir » sur la commune du Locle selon les informations disponibles publiquement.

Annexe I

Carte 1 :25'000 du potentiel écologique du bassin de la Rançonnaire établi par le bureau NATURA (2014) dans le cadre de la planification stratégique concernant la revitalisation des cours d'eau (Natura, 2014).

Planification stratégique de l'assainissement des éclusées dans le canton de Neuchâtel à l'exception du Doubs. Rapport final

Potentiel écologique du bassin de la Rançonnière

Echelle situation: 1 : 25'000
Format: 297 x 420 mm

Unités: [-]
Altitudes: [-]

Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel

Créé / modifié le:

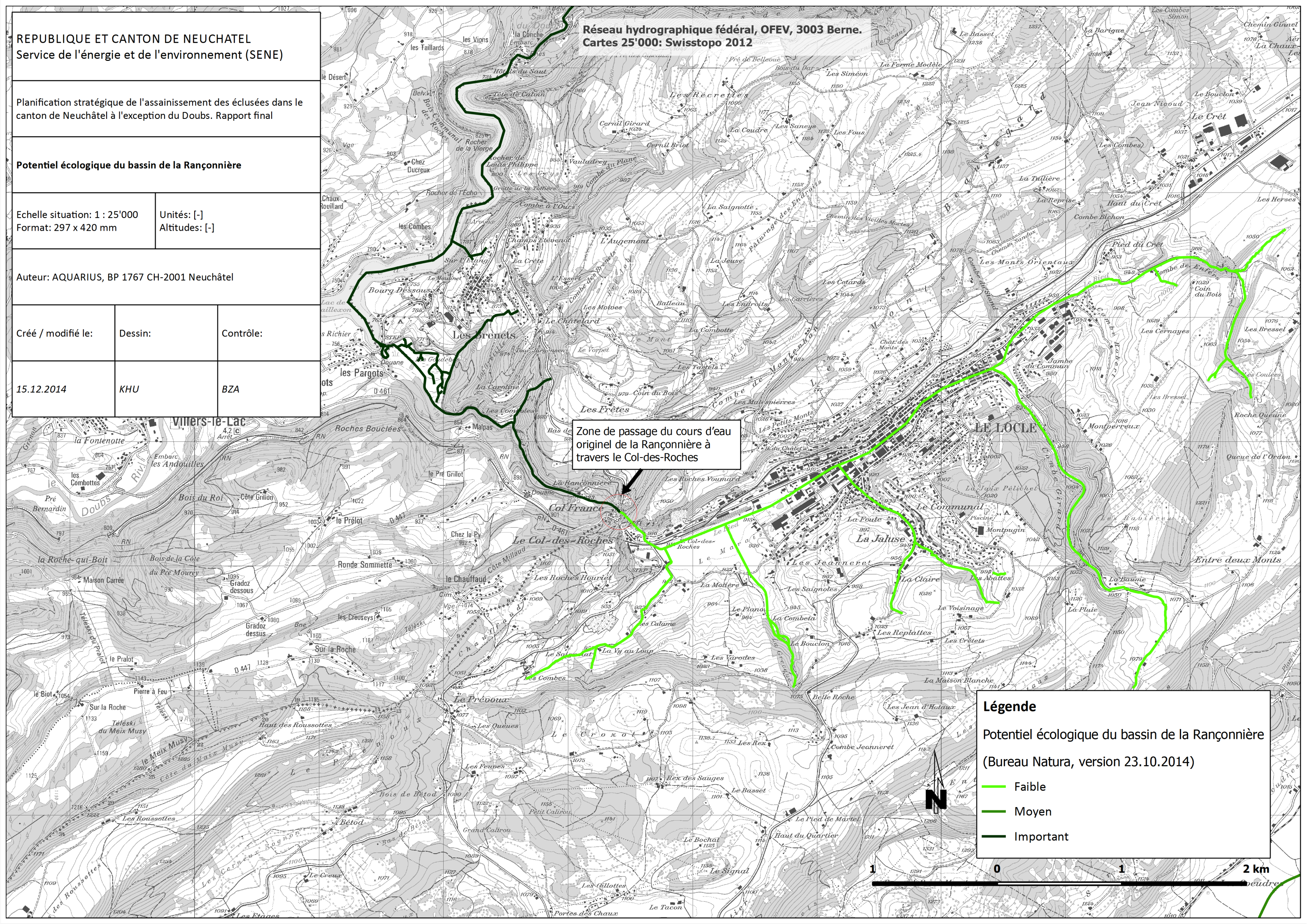
Dessin:

Contrôle:

15.12.2014

KHU

BZA



Zone de passage du cours d'eau
originel de la Rançonnière à
travers le Col-des-Roches

Légende

Potentiel écologique du bassin de la Rançonnière
(Bureau Natura, version 23.10.2014)

- Faible
- Moyen
- Important



Annexe II

Résultats IBCH : Listes faunistiques des relevés 2011-2014

Cours d'eau : Bied du Locle

Date : 22.04.2011

Point de départ (X/Y) : 546485 | 211425

Lieu : Le Locle

Altitude : 915

Opérateur(trice) : Pascal Stucki

LISTE DES TAXONS

PORIFERA	
CNIDARIA	
BRYOZOA	

PLATYHELMINTHES

Dendrocoelidae	
Dugesidae	11
Planariidae	
"NEMATHELMINTHES"	10

ANNELIDA

Hirudinea	
Erpobdellidae	
Glossiphoniidae	
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	

Oligochaeta 1 384

MOLLUSCA

Gastropoda	2	
Acroloxidae		
Ancylidae (Tachet)		3
Bithyniidae		
Ferrissidae (Tachet)		
Hydrobiidae		
Lymnaeidae		13
Neritidae		
Physidae		
Planorbidae		
Valvatidae		
Viviparidae		
Bivalvia		
Corbiculidae		
Dreissenidae		
Sphaeriidae		1
Unionidae		

ARTHROPODA

Arachnida (Inf.-Cl.) Acari		
Hydracarina		302
Malacostraca (Crustacea)		
Branchiopoda		
Amphipoda		
Corophiidae		
Gammaridae	2	14
Niphargidae		
Isopoda		
Asellidae		
Janiridae		
Mysida		
Mysidae		
Decapoda		
Astacidae		
Cambaridae		

Insecta

Ephemeroptera		
Ameletidae		
Baetidae	2	674
Caenidae		
Ephemerellidae		
Ephemeridae		
Heptageniidae		
Leptophlebiidae		
Oligoneuriidae		
Polymitarcyidae		
Potamanthidae		
Siphonuridae		

Odonata

Aeshnidae		
Calopterygidae		
Coenagrionidae		
Cordulegasteridae		
Corduliidae		
Gomphidae		
Lestidae		
Libellulidae		
Platycnemididae		

Plecoptera

Capniidae		
Chloroperlidae		
Leuctridae		1
Nemouridae	6	4
Perlidae		
Perlodidae		
Taeniopterygidae		

Heteroptera

Aphelocheiridae		
Corixidae		
Gerridae		
Hebridae		
Hydrometridae		
Mesoveliidae		
Naucoridae		
Nepidae		
Notonectidae		
Pleidae		
Veliidae		

Megaloptera

Sialidae		
----------	--	--

Neuroptera

Osmyliidae		
Sisyridae		

Coleoptera

Curculionidae		
Chrysomelidae		
Dryopidae		
Dytiscidae		
Elmidae		1
Gyrinidae		
Halipidae		
Helophoridae		
Hydraenidae		
Hydrochidae		
Hydrophilidae		
Hydroscaphidae		
Hygrobiidae		
Noteridae		
Psephenidae		
Scirtidae (=Helodidae)		
Spercheidae		

Hymenoptera

Trichoptera		
Apataniidae		
Beraeidae		
Brachycentridae		
Ecnomidae		
Glossomatidae		
Goeridae		
Helicopsychidae		
Hydropsychidae		
Hydroptilidae		
Lepidostomatidae		
Leptoceridae		
Limnephilidae		3
Molannidae		
Odontoceridae		
Philopotamidae		
Phryganeidae		
Polycentropodidae		
Psychomyiidae		
Ptilocolepidae		
Rhyacophilidae		
Sericostomatidae		

Lepidoptera

Diptera		
Anthomyiidae/Muscidae		
Athericidae		
Blephariceridae		
Ceratopogonidae		
Chaoboridae		
Chironomidae	1	2525
Culicidae		
Cylindrotomidae		
Dixidae		
Dolichopodidae		
Empididae		
Ephydriidae		
Limoniidae/Pedidae		
Psychodidae		
Ptychopteridae		
Rhagionidae		
Scatophagidae		
Sciomyzidae		
Simuliidae		134
Stratiomyidae		
Syrphidae		
Tabanidae		
Thaumaleidae		
Tipulidae		1

Abondances : 1-10 => nombre absolu • 11-100 => 11 • 101-1000 => 101 • >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	16	=> Classe de variété VT	5
	Groupe indicateur GI (max.) :	6	Valeur IBCH	10
			robustesse	6

Cours d'eau : Rançonnière

Date : 21.04.2011

Point de départ (X/Y) : 544990 | 211595

Lieu : UE Le Locle

Altitude : 823

Opérateur(trice) : Pascal Stucki

LISTE DES TAXONS

PORIFERA	
CNIDARIA	
BRYOZOA	

PLATYHELMINTHES	
Dendrocoelidae	
Dugesidae	
Planariidae	
"NEMATHELMINTHES"	

ANNELIDA	
Hirudinea	
Erpobdellidae	
Glossiphoniidae	
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	

Oligochaeta	
--------------------	--

MOLLUSCA	
Gastropoda	
Acroloxidae	
Ancylidae (Tachet)	
Bithyniidae	
Ferrissidae (Tachet)	
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	
Neritidae	
Physidae	
Planorbidae	
Valvatidae	
Viviparidae	
Bivalvia	
Corbiculidae	
Dreissenidae	
Sphaeriidae	
Unionidae	

ARTHROPODA	
Arachnida (Inf.-Cl.) Acari	
Hydracarina	
Malacostraca (Crustacea)	
Branchiopoda	
Amphipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	
Niphargidae	
Isopoda	
Asellidae	
Janiridae	
Mysida	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	

Insecta	
Ephemeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	
Caenidae	
Ephemerellidae	
Ephemeridae	
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	
Oligoneuriidae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	

Odonata	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	

Plecoptera	
Capniidae	
Chloroperlidae	
Leuctridae	
Nemouridae	
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	

Megaloptera	
Sialidae	

Neuroptera	
Osmylidae	
Sisyridae	

Coleoptera	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	
Gyrinidae	
Halipidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydrosaphidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	

Hymenoptera	
--------------------	--

Trichoptera	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecnomidae	
Glossomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	
Hydroptilidae	
Lepidostomatidae	
Leptoceridae	
Limnephilidae	
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	
Sericostomatidae	

Lepidoptera	
--------------------	--

Diptera	
Anthomyiidae/Muscidae	
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	
Chaoboridae	
Chironomidae	
Culicidae	
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	
Ephydriidae	
Limoniidae/Pedidae	
Psychodidae	
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	

Abondances : 1-10 => nombre absolu • 11-100 => 11 • 101-1000 => 101 • >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :		=> Classe de variété VT
	Groupe indicateur GI (max.) :		Valeur IBCH

Cours d'eau : Rançonnière

Date : 21.04.2011

Point de départ (X/Y) : 543520 | 212775

Lieu : Les Pargots

Altitude : 760

Opérateur(trice) : Pascal Stucki

LISTE DES TAXONS

PORIFERA	
CNIDARIA	
BRYOZOA	
PLATYHELMINTHES	
Dendrocoelidae	
Dugesidae	
Planariidae	
"NEMATHELMINTHES"	
ANNELIDA	
Hirudinea	
Erpobdellidae	1
Glossiphoniidae	
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	
Oligochaeta	1 24
MOLLUSCA	
Gastropoda	
Acroloxidae	
Ancylidae (Tachet)	
Bithyniidae	
Ferrissidae (Tachet)	
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	
Neritidae	
Physidae	
Planorbidae	
Valvatidae	
Viviparidae	
Bivalvia	
Corbiculidae	
Dreissenidae	
Sphaeriidae	
Unionidae	
ARTHROPODA	
Arachnida (Inf.-Cl.) Acari	
Hydracarina	
Malacostraca (Crustacea)	
Branchiopoda	
Amphipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	2
Niphargidae	
Isopoda	
Asellidae	2
Janiridae	
Mysida	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	
Insecta	
Ephemeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	
Caenidae	
Ephemerellidae	
Ephemeridae	
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	
Oligoneuriidae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	
Odonata	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	
Plecoptera	
Capniidae	
Chloroperlidae	
Leuctridae	
Nemouridae	
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	
Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	
Megaloptera	
Sialidae	
Neuroptera	
Osmylidae	
Sisyridae	
Coleoptera	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	
Gyrinidae	
Halipidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydroscaphidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	
Hymenoptera	
Trichoptera	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecnomidae	
Glossosomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	
Hydroptilidae	
Lepidostomatidae	
Leptoceridae	
Limnephilidae	
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	
Sericostomatidae	
Lepidoptera	
Diptera	
Anthomyiidae/Muscidae	
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	
Chaoboridae	
Chironomidae	1 75
Culicidae	
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	
Ephydriidae	
Limoniidae/Pedidae	
Psychodidae	
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	16
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	1

Abondances : 1-10 => nombre absolu • 11-100 => 11 • 101-1000 => 101 • >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	7	=> Classe de variété VT	3
	Groupe indicateur GI (max.) :	1	Valeur IBCH	3
			robustesse	3

Cours d'eau : Chez SagneDate : 07.04.2014

Point de départ (X/Y) :

544101 | 212677Lieu : Témoins, GoudebasAltitude : 760Opérateur(trice) : Jérôme Plomb

LISTE DES TAXONS

PORIFERA

CNIDARIA

BRYOZOA

PLATYHELMINTHES

Dendrocoelidae

Dugesiidae

Planariidae

"NEMATHELMINTHES"

ANNELIDA

Hirudinea

Erpobdellidae

Glossiphoniidae

Hirudidae (Tachet)

Piscicolidae

Oligochaeta

MOLLUSCA

Gastropoda

Acroloxidae

Ancyliidae (Tachet)

Bithyniidae

Ferrissiidae (Tachet)

Hydrobiidae

Lymnaeidae

Neritidae

Physidae

Planorbidae

Valvatidae

Viviparidae

Bivalvia

Corbiculidae

Dreissenidae

Sphaeriidae

Unionidae

ARTHROPODA

Arachnida (Inf.-Cl.) Acari

Hydracarina

Malacostraca (Crustacea)

Branchiopoda

Amphipoda

Corophiidae

Gammaridae

Niphargidae

Isopoda

Asellidae

Janiridae

Mysida

Mysidae

Decapoda

Astacidae

Cambaridae

Insecta

Ephemeroptera

Ameletidae

Baetidae

Caenidae

Ephemerellidae

Ephemeridae

Heptageniidae

Leptophlebiidae

Oligoneuriidae

Polymitarcyidae

Potamanthidae

Siphonuridae

Odonata

Aeshnidae

Calopterygidae

Coenagrionidae

Cordulegasteridae

Corduliidae

Gomphidae

Lestidae

Libellulidae

Platycnemididae

Plecoptera

Capniidae

Chloroperlidae

Leuctridae

Nemouridae

Perlidae

Perlodidae

Taeniopterygidae

Heteroptera

Aphelocheiridae

Corixidae

Gerridae

Hebridae

Hydrometridae

Mesoveliidae

Naucoridae

Nepidae

Notonectidae

Pleidae

Veliidae

Megaloptera

Sialidae

Neuroptera

Osmyliidae

Sisyridae

Coleoptera

Curculionidae

Chrysomelidae

Dryopidae

Dytiscidae

Elmidae

Gyrinidae

Halplidae

Helophoridae

Hydraenidae

Hydrochidae

Hydrophilidae

Hydroscaphidae

Hygrobiidae

Noteridae

Psephenidae

Scirtidae (=Helodidae)

Spercheidae

Hymenoptera

Trichoptera

Apataniidae

Beraeidae

Brachycentridae

Ecnomidae

Glossosomatidae

Goeridae

Helicopsychidae

Hydropsychidae

Hydroptilidae

Lepidostomatidae

Leptoceridae

Limnephilidae

Molannidae

Odontoceridae

Philopotamidae

Phryganeidae

Polycentropodidae

Psychomyiidae

Ptilocolepidae

Rhyacophilidae

Sericotomatidae

Lepidoptera

Diptera

Anthomyiidae/Muscidae

Athericidae

Blephariceridae

Ceratopogonidae

Chaoboridae

Chironomidae

Culicidae

Cylindrotomidae

Dixidae

Dolichopodidae

Empididae

Ephydriidae

Limoniidae/Pediciidae

Psychodidae

Ptychopteridae

Rhagionidae

Scatophagidae

Sciomyzidae

Simuliidae

Stratiomyidae

Syrphidae

Tabanidae

Thaumaleidae

Tipulidae

Abondances : 1-10 => nombre absolu • 11-100 => 11 • 101-1000 => 101 • >1000 => 1001

Résultat indice IBCH

Σ taxons : 19
Groupe indicateur GI (max.) : 9=> Classe de variété VT 6
Valeur IBCH 14

Annexe III

Rapport de coordination entre les domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux rédigé par le bureau AQUARIUS (2014) pour le service de l'énergie et de l'environnement du canton de Neuchâtel (SENE).

La Rançonnière



Rapport de coordination entre les domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux

*CH-Neuchâtel, le 13 juin 2014
modifié le 17.12.2014*



BP 1767, CH-2001 Neuchâtel
Tél.: +41 32 724 72 62
Fax.: +41 32 835 30 78
www.netaquarius.ch

Bureau pilote :
AQUARIUS : Jérôme Plomb, Blaise Zaugg



Mandant :	Dernière modification :
République et canton de NE - SENE	Neuchâtel, le 13 juin 2014

Table des matières

1. INTRODUCTION – CADRE	2
2. DESCRIPTION DES SUJETS A COORDONNER	2
2.1 Planifications stratégiques cantonales concernant la renaturation des eaux	2
2.1.1 Eclusées.....	3
2.1.2 Charriage.....	3
2.1.3 Migration piscicole.....	4
2.2 Assainissement des débits résiduels	5
2.3 Construction d’une nouvelle STEP aux Brenets	6
2.4 Objectifs de la coordination.....	8
2.5 Liens entre les objets à coordonner.....	8
3. SOLUTIONS ENVISAGEABLES	10

Liste des figures

Figure 1	Liens identifiés entre les différents domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux sur la Rançonnière. ..	9
----------	--	---

Liste des tableaux

Tableau 1	Perspectives de bénéfices écologiques en fonction de différents scénarios d’assainissements.	9
Tableau 2	Description des conflits potentiels entre les domaines de la protection des eaux et l’exploitation hydroélectrique.	10

1. INTRODUCTION – CADRE

Le présent rapport résulte de la volonté et de la nécessité de coordonner la mise en œuvre de plusieurs stratégies, planifications et projets concernant la protection des eaux et de la faune aquatique sur le bassin de la Rançonnière et plus largement sur le bassin du Doubs suisse et franco-suisse. Ces derniers sont issus de bases légales cantonales et fédérales mais concernent également la France. On peut subdiviser les éléments à coordonner en 3 groupes :

A Planifications stratégiques cantonales concernant la renaturation des eaux	<i>Comprend 3 domaines particuliers : éclusées ; charriage et migration piscicole</i>
B Assainissement des débits résiduels	<i>Assainissement des débits résiduels au sens de l'art. 80 et ss, LEaux</i>
C Groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse	<i>Amélioration des systèmes d'assainissement collectifs, notamment par la construction d'une nouvelle STEP aux Brenets</i>

Le principe de la coordination est ancré dans l'art. 46, al. 1, de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201), mais répond aussi à l'obligation de coordonner inscrite dans la législation sur l'aménagement du territoire pour les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire.

2. DESCRIPTION DES SUJETS À COORDONNER

2.1 Planifications stratégiques cantonales concernant la renaturation des eaux

Le 11 décembre 2009, les Chambres fédérales ont adopté un projet modifiant la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20), la loi fédérale du 21 juin 1991 sur l'aménagement des cours d'eau (LACE, RS 721.100), la loi du 26 juin 1998 sur l'énergie (LEne, RS 730.0) et la loi fédérale du 4 octobre 1991 sur le droit foncier rural (LDFR, RS 211.412.11). Entrées en vigueur le 1er janvier 2011, ces modifications décidées par le Parlement portent sur la renaturation des eaux. Elles définissent plusieurs orientations dont en particulier la réduction des effets néfastes engendrés par l'utilisation de la force hydraulique :

- > Atténuation des effets des éclusées en aval des centrales hydroélectriques ;
- > réactivation du régime de charriage ;
- > assainissements au sens de l'art. 10 de la loi fédérale du 21 juin 1991 sur la pêche (LFSP, RS 923.0, art. 19), tel le rétablissement de la migration du poisson.

2.1.1 Eclusées

Contexte	Mise en œuvre des nouvelles dispositions légales concernant la renaturation des eaux. Application de l'aide à l'exécution relative aux éclusées : Baumann P., Kirchofer A., Schälchli U. 2012: Assainissement des éclusées – Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1203: 127 p.
Problématique(s)	La pratique des éclusées est susceptible d'affecter significativement un cours d'eau en provoquant notamment des atteintes graves aux biocénoses aquatiques qui s'y développent. Les nouvelles dispositions légales (OEaux en particulier) demandent : <ul style="list-style-type: none"> > De recenser et d'évaluer les atteintes existantes provoquées par des variations soudaines du débit dans un cours d'eau ; > de déterminer l'obligation d'assainir ainsi que le type des mesures à prendre au niveau des centrales hydroélectriques en cause.
Rapport(s) spécifique(s)	AQUARIUS, 2014 : OFEV – Assainissement des éclusées, Planification stratégique. Rapport intermédiaire - Canton de Neuchâtel, à l'exception du Doubs.
Décision(s)	Compte tenu de l'absence de débit résiduel sur la Rançonnière, il est impossible de mesurer l'impact des éclusées sur les biocénoses aquatiques. L'approche théorique basée notamment sur les amplitudes des éclusées ainsi que les vitesses de montée et de descente confirme une atteinte très importante ainsi que la nécessité potentielle d'assainir. La confirmation du degré d'atteinte ainsi que la nécessité d'assainir seront réalisées dans le rapport final.
En cours	Assainissement des éclusées, Planification stratégique. Rapport final

2.1.2 Charriage

Contexte	Mise en œuvre des nouvelles dispositions légales concernant la renaturation des eaux. Application de l'aide à l'exécution relative au charriage: Schälchli U., Kirchofer A. 2012: Assainissement du régime de charriage – Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1226: 71 p.
Problématique(s)	Le régime de charriage constitue une caractéristique déterminante d'un cours d'eau. Les matériaux charriés depuis l'amont lors des crues remplacent ceux qui ont été emportés par l'érosion et assurent à intervalles réguliers le renouvellement des bancs de gravier et du substrat. Les nouvelles dispositions légales (OEaux en particulier) demandent de déterminer : <ul style="list-style-type: none"> > Les tronçons de cours d'eau où une modification du régime de charriage porte gravement atteinte à la faune et à la flore indigènes, à leurs biotopes, au régime des eaux souterraines ou à la protection contre les crues ; > les installations provoquant ces atteintes ; > le potentiel écologique des tronçons de cours d'eau en question ; > les mesures d'assainissement à prendre.
Rapport(s) spécifique(s)	Jaeggi M., 2009 : Revitalisation du bas-marais des Goudebais, La Rançonnière. Étude morphologique. Rapport. BG, AQUARIUS, 2014 : Planification stratégique de l'assainissement du régime de

	charriage. Rapport intermédiaire.
Décision(s)	Compte tenu de l'absence de débit résiduel sur la Rançonnière, il est impossible de mesurer l'impact de l'exploitation hydroélectrique sur le régime de charriage et par là son incidence sur les biocénoses aquatiques. La confirmation du degré d'atteinte ainsi que la nécessité d'assainir seront réalisées dans le rapport final.
En cours	Planification stratégique de l'assainissement du régime de charriage. Rapport final

2.1.3 Migration piscicole

Contexte	Mise en œuvre des nouvelles dispositions légales concernant la renaturation des eaux. Application de l'aide à l'exécution relative au rétablissement de la migration du poisson : Könitzer C., Zaugg C., Wagner T., Pedroli J.C., Mathys L. 2012: Rétablissement de la migration du poisson. Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 54 S.
Problématique(s)	<p>La Rançonnière est un cours d'eau qui actuellement présente les caractéristiques suivantes du point de vue piscicole :</p> <ul style="list-style-type: none"> > La Rançonnière est connectée directement au Doubs sur sa partie aval. Le premier obstacle difficilement franchissable se trouve environ 1.2 km à l'amont de la confluence. Il s'agit d'un obstacle naturel potentiellement franchissable pour certaines espèces piscicole lors de débit moyens à élevés. > Plus à l'amont, des pertes d'eau significatives sont mentionnées et sont susceptibles de diminuer le potentiel piscicole du cours d'eau qui devient nul au niveau du Col des Roches (obstacle naturel totalement infranchissable). > L'absence totale de débit de dotation limite, voire localement empêche totalement le développement et les déplacements de la faune piscicole. > La mauvaise qualité des eaux limite, voire localement empêche totalement le développement de faune piscicole. <p>L'ordonnance fédérale relative à la loi sur la pêche (OLFP, RS 923.01) précise que la planification cantonale doit notamment comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Une liste d'obstacles existants liés à l'exploitation hydroélectrique qui sont érigés sur des eaux propices au bon développement du poisson ; > des données sur les installations qui entravent gravement la migration du poisson ; > des indications sur l'éventuelle nécessité de prendre des mesures d'assainissement.
Rapport(s) spécifique(s)	AQUARIUS, 2013 : OFEV – Rétablissement de la migration du poisson. Planification stratégique. Rapport intermédiaire.
Décision(s)	Compte tenu de l'absence de débit résiduel sur la Rançonnière, la migration piscicole n'est pas possible. Cette situation doit être assainie. Il s'agit notamment de pouvoir évaluer l'aptitude des poissons à coloniser certains secteurs en fonction du débit naturel et en fonction d'un débit résiduel donné.
En cours	Rétablissement de la migration du poisson. Planification stratégique. Rapport final

2.2 Assainissement des débits résiduels

Contexte	<p>Les prélèvements d'eau sur les cours d'eau et en particulier les concessions octroyées pour l'utilisation des forces hydrauliques sont souvent de longue durée, dès lors ce n'est qu'à leur échéance que la situation environnementale peut être adaptée à la législation actuelle et dans certains cas nettement améliorée (débit de dotation en particulier). Pour cette raison, la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20), avec ses dispositions relatives aux débits résiduels, prévoit notamment à l'article 80 et ss des possibilités d'assainissement hors du délai de renouvellement des droits d'eau.</p> <p>Dans ce contexte, le canton de Neuchâtel a entrepris en 2012 la réalisation d'un inventaire des prélèvements d'eau existants, soumis à autorisation ainsi que d'un examen des prélèvements recensés visant à apprécier la nécessité et l'étendue d'éventuelles mesures d'assainissement¹.</p> <p>L'intégralité des assainissements devait en principe être terminée à fin 2012 au plus tard (art. 81, al. 2, LEaux).</p>
Problématique(s)	<p>La Rançonnière est un affluent du Doubs. Son cours supérieur est totalement dérivé dans une galerie de stockage. Actuellement dépourvu de débit résiduel, ce cours d'eau traverse un inventaire fédéral des bas-marais d'importance nationale : Les Goudebas, objet n° 233 ainsi que l'inventaire fédéral des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale, objet NE106. L'absence de débit résiduel ainsi qu'une qualité d'eau insuffisante empêchent le cours d'eau d'atteindre son potentiel environnemental.</p> <p>L'assèchement artificiel récurrent total du lit limite également l'utilisation d'indicateurs biologiques pour l'évaluation d'autres domaines de la renaturation des eaux.</p>
Rapport(s) spécifique(s)	<p>AQUARIUS, 2013 : Assainissement des débits résiduels au sens de l'article 80 et ss, LEaux. Rapport intermédiaire, phase 1 : Inventaire des prélèvements, méthodologie appliquée, tri et catégorisation des installations.</p>
Décision(s)	<p>L'absence totale de débit de dotation sur la Rançonnière n'est pas conforme aux dispositions de la LEaux car cela contribue à limiter significativement le potentiel environnemental du cours d'eau ainsi que les processus d'autoépuration.</p> <p>Une coordination est nécessaire pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Préciser quel serait le potentiel des biocénoses aquatiques de la Rançonnière, en particulier à l'aval de la centrale de turbinage de VITEOS en considérant l'octroi d'un débit résiduel ainsi qu'une amélioration de la qualité des eaux. > L'avenir et le fonctionnement projeté de l'installation hydroélectrique après la construction de la nouvelle STEP du Locle et des Brenets. > L'influence de la gestion du débit résiduel sur le marais des Goudebas.
En cours	<p>Assainissement des débits résiduels au sens de l'article 80 et ss, LEaux. Rapport final.</p>

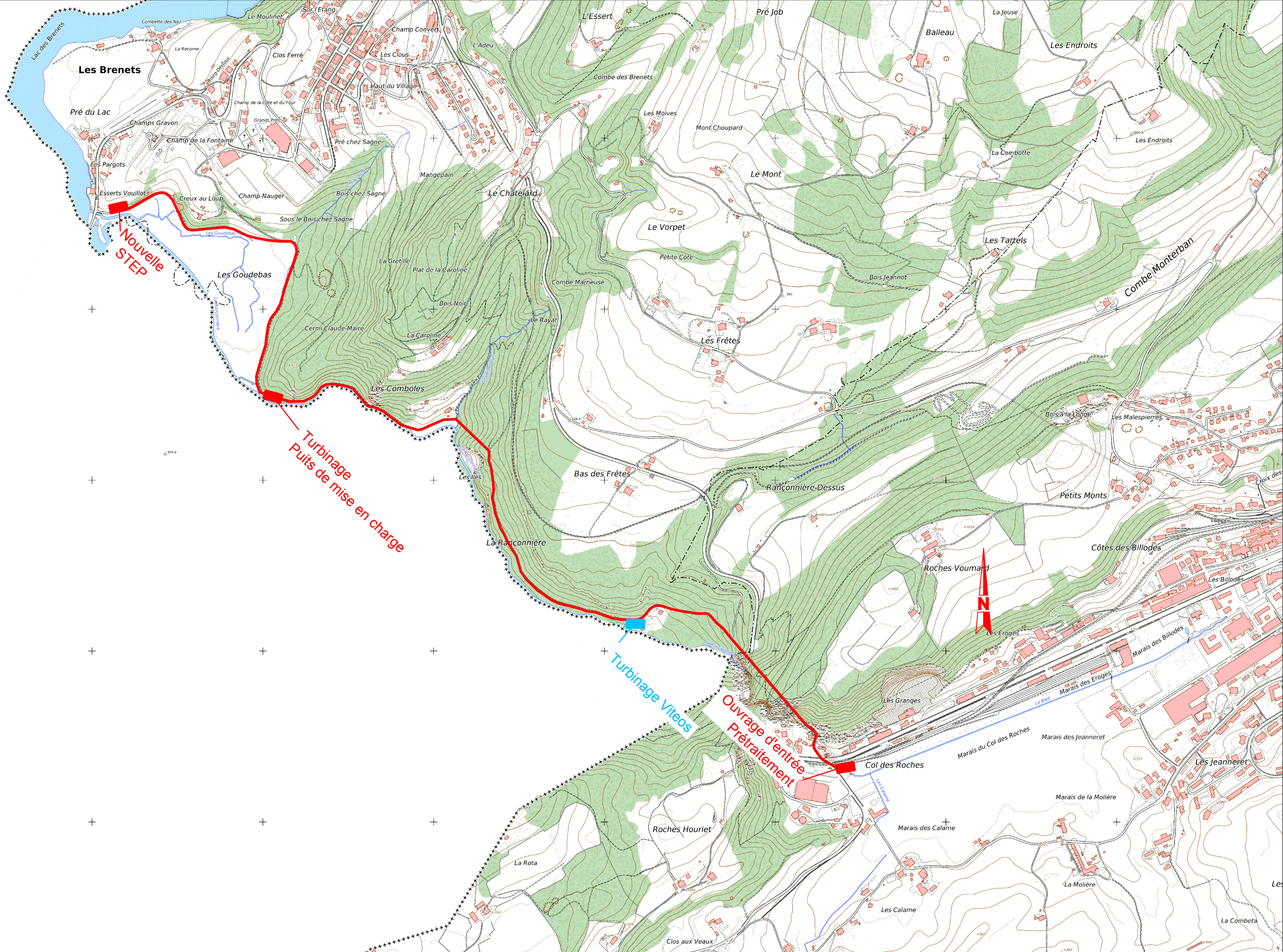
¹ OFEV – Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (1997): Prélèvements d'eau. Rapport d'assainissement. Assainissement selon art. 80 al. 1 de la loi sur la protection des eaux. Informations concernant les eaux No 25. Berne.

Broder, B., Sansoni, M., Kasper, H., Fahrländer, K.L. (2000): Prélèvements d'eau – Démarche pour l'assainissement selon l'art. 80 al. 2 LEaux. Informations concernant la protection des eaux no 39, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne.

2.3 Construction d'une nouvelle STEP aux Brenets

Contexte	Le Groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse traite des aspects environnementaux du Doubs franco-suisse, tels que la qualité de l'eau, la protection des espèces, la morphologie du cours d'eau. Il s'appuie sur un groupe technique chargé du suivi de l'état de la qualité des eaux et des milieux aquatiques.
Problématique(s)	Les différents suivis réalisés sur le Doubs binational et suisse montrent que de nombreux polluants d'origine anthropique sont présents dans le cours d'eau. Ces polluants contribuent à réduire le potentiel environnemental du Doubs et impactent potentiellement significativement certaines espèces rares ou/et menacées. Une partie de ces polluants transite via les stations d'épuration du Locle et des Brenets dont l'efficacité de traitement est limitée et parfois très insuffisante.
Rapport(s) spécifique(s)	Groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse. Janvier 2014 : Plan d'action visant à réduire les impacts des activités humaines sur la qualité du Doubs Franco-suisse. Fiches actions. Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. Comité permanent. Recommandation n° 169 (2013) du Comité permanent, adoptée le 6 décembre 2013, sur l'Apron du Rhône (<i>Zingel asper</i>) dans le Doubs (France) et dans le canton du Jura (Suisse)
Décision(s)	ACTION A.1.3 Programme d'amélioration des systèmes d'assainissement collectifs sur le sous-bassin versant Suisse. Construction d'une nouvelle STEP pour les communes des Brenets et du Locle, située aux Brenets avec traitement des micropolluants.
Recommandation(s)	Recommandations du conseil de l'Europe : <ul style="list-style-type: none"> > Accélérer l'application des dispositions légales diverses d'assainissement pour améliorer les différentes composantes de l'eau du Doubs dans son bassin versant ; > appliquer un programme de rénovation des anciennes STEP ; > accroître la lutte contre l'eutrophisation (excès de nitrates et de phosphates générateurs de proliférations algales) d'origine diffuse (agriculture) et plus ponctuelle (rejets de STEP) ; > assainir les eaux urbaines sortant des stations d'épuration pour les micropolluants tels que les métaux lourds, les pesticides, les résidus de médicaments et les perturbateurs endocriniens.
En cours	Etude d'impact sur l'environnement relative à la construction d'une nouvelle station d'épuration aux Brenets. Avant-projet de STEP aux Brenets projeté fin 2014.

Le principe général du projet de nouvelle STEP (étude de faisabilité) est présenté sur la situation de la page suivante.



2.4 Objectifs de la coordination

Les objectifs recherchés par la présente coordination sont notamment les suivants :

- > Trouver des solutions efficaces tenant compte des interdépendances et permettant par là même le déploiement des effets recherchés dans les différents secteurs;
- > élargir le champ des solutions possibles et donc la marge de manœuvre, grâce à une coordination à l'échelle du bassin versant;
- > résoudre ou tout au moins atténuer les conflits d'objectifs;
- > exploiter les synergies;
- > assurer les ressources financières et les subventions nécessaires à la mise en œuvre des activités prévues (là par exemple où une planification coordonnée constitue une condition à l'octroi de subventions);
- > définir correctement les priorités (au plan thématique ou temporel comme au plan spatial)
- > trouver des solutions durables: une approche coordonnée permet de prendre en compte d'éventuelles répercussions négatives sur d'autres domaines, évitant de devoir procéder par la suite à des coûteuses corrections ou adaptations;
- > informer les exploitants et mettre à disposition de ces derniers une documentation synthétique aussi claire que possible de la problématique

2.5 Liens entre les objets à coordonner

Selon l'aide à l'exécution concernant la renaturation des eaux (OFEV, 2013)², il existe plusieurs types de liens nécessitant une coordination.

Cet examen, qui se fonde sur les critères énumérés ci-après, peut servir de base à l'estimation des besoins de coordination.

- > **Conflits:** les résultats des mesures prises dans un domaine freinent ou bloquent la réalisation des objectifs dans un autre domaine.
- > **Interactions:** les mesures prises dans un domaine agissent sur les conditions générales d'un autre domaine ou subissent l'influence de celui-ci.
- > **Synergies:** les mesures prises dans un domaine donné influent favorablement sur les résultats obtenus dans un autre, justifiant ainsi une coordination.
- > **Dépendances:** l'efficacité et les résultats des mesures prises dans un domaine donné présupposent certaines mesures à prendre ou circonstances à garantir dans d'autres domaines (voir exemple décrit dans l'encadré n° 2).

² OFEV 2013: Coordination des activités de gestion des eaux. Coordination intra- et intersectorielle, multi-niveaux et à l'échelle du bassin versant. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. L'environnement pratique n° 1311: 58 p.

Le schéma ci-après tente de synthétiser les liens entre les différents objets à coordonner.

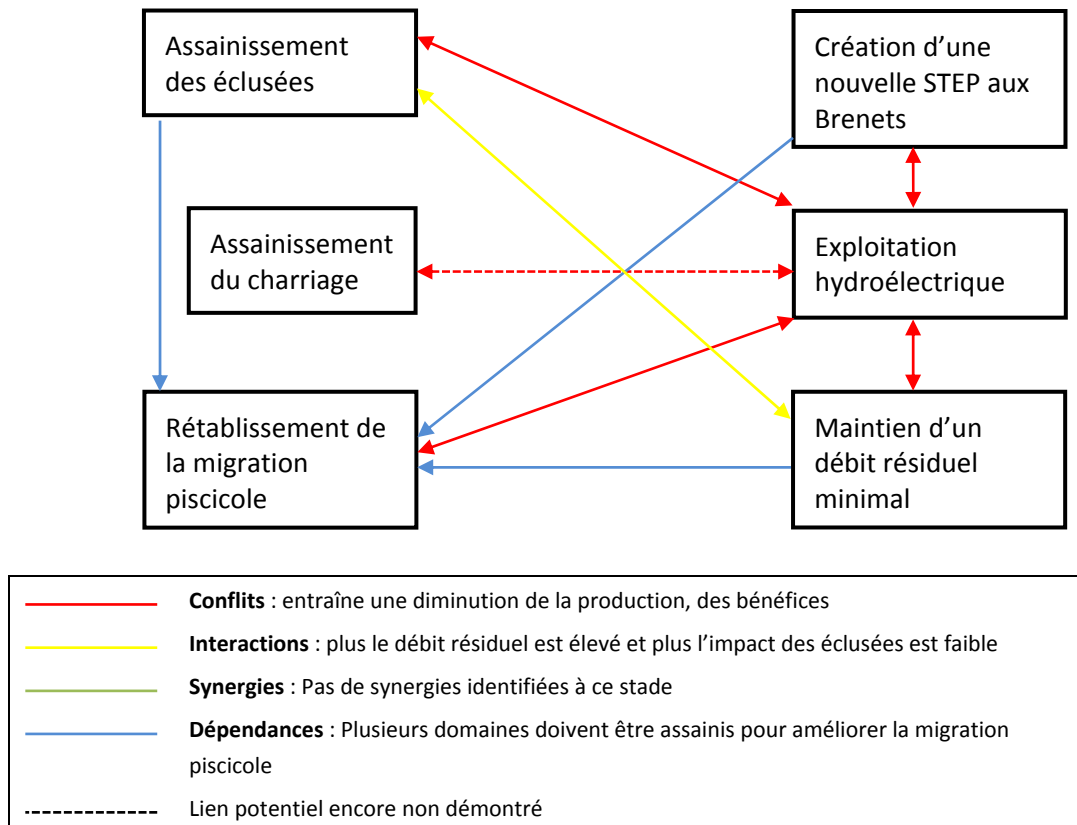


Figure 1 Liens identifiés entre les différents domaines concernés par la mise en œuvre de la protection des eaux sur la Rançonnière.

	Assainissement des éclusées	Assainissement du charriage	Rétablissement de la migration piscicole	Création d'une nouvelle STEP aux Brenets	Maintien d'un débit résiduel minimal	Bénéfice écologique Rançonnière	Bénéfice écologique Doubs
Mise en œuvre unique 1	✓						
Mise en œuvre unique 2		✓					
Mise en œuvre unique 3			✓				
Mise en œuvre unique 4				✓			
Mise en œuvre unique 5					✓		
Mise en œuvre conjointe 1			✓	✓	✓		
Mise en œuvre conjointe 2		✓	✓	✓	✓		
Mise en œuvre conjointe 3	✓		✓	✓	✓		
Mise en œuvre conjointe 4	✓	✓	✓	✓	✓		

	Bénéfice écologique nul ou insignifiant
	Bénéfice écologique faible
	Bénéfice écologique moyen
	Bénéfice écologique bon
	Bénéfice écologique très bon

Tableau 1 Perspectives de bénéfices écologiques en fonction de différents scénarios d'assainissements.

Il est toutefois à relever que les bénéfices environnementaux pour la Raçonnière scénarisés dans le tableau ci-avant peuvent être limités par :

- > La qualité des eaux du Bied du Locle actuellement qualifiée de moyenne à médiocre ;
- > les processus naturels de pertes par infiltration, localement importants.

Les conflits potentiels concernant l'exploitation hydroélectrique sont résumés dans le tableau ci-dessous (sans prise en compte d'autres projets tel que celui du Lac Noir) :

Domaine	Commentaire	Entraîne une perte de production	Réduit la production de pointe
Eclusées	Mesures constructives ou mesures d'exploitations envisageables.	Potentiellement	Oui
Charriage	Etude en cours, mesures potentielles à définir.	Non	Potentiellement
Migration piscicole	Scénario avec débit permanent avec une lame d'eau suffisante de 15 à 20 cm.	Oui	Oui
Assainissement des débits résiduels	Selon LEaux, min. 50 l/s en permanence comme débit résiduel.	Oui	Oui
Construction d'une nouvelle STEP aux Brenets	Dérivation d'une partie des eaux actuellement turbinées par Viteos dans une autre galerie.	Oui	Oui

Tableau 2 Description des conflits potentiels entre les domaines de la protection des eaux et l'exploitation hydroélectrique.

L'amélioration des conditions environnementales sur la Raçonnière se justifie par rapport aux objectifs des différents inventaires cantonaux et fédéraux en matière de protection environnementale et paysagère.

3. SOLUTIONS ENVISAGEABLES

- > Mise en œuvre des mesures (constructives et d'exploitation) de protection des eaux entraînant une modification du mode de turbinage actuel avec une diminution de la production (financement Swissgrid si débits résiduels assainis).
- > Elaboration d'un nouveau projet d'exploitation hydroélectrique en synergie avec le projet de nouvelle STEP ou d'autres projets futurs (par exemple Lac Noir).
- > Solutions concertées, selon discussions avec les différents acteurs.

Annexe IV

Bref descriptif du projet en cours d'étude du « Lac noir » sur la commune du Locle selon les informations disponibles publiquement.

La commune du Locle souhaite revaloriser un périmètre de 43 hectares situé au Col-des-Roches dans le prolongement ouest de la ville. Ce projet poursuit 4 objectifs à savoir :

- Créer un nouveau plan d'eau – le Lac noir,
- construire un nouveau quartier d'habitation et d'activités,
- valoriser la gare voyageurs,
- développer des activités culturelles et touristiques dans l'ancienne carrière du Col-des-Roches.

La nouvelle zone naturelle autour du Lac noir accueillera des activités de détente et de loisirs. Selon les dernières informations accessibles, ce projet devrait voir le jour dès 2018. U