

CSD INGENIEURS SA
Rue de la Jeunesse 1
Case postale
CH-2800 Delémont 1
+41 32 465 50 30
delemont@csd.ch
www.csd.ch

CSD INGENIEURS+
INGÉNIEUX PAR NATURE



RCJU - Service du développement territorial **Gestion du seuil de Bellefontaine**

Analyse des intérêts de production et de protection

Delémont, le 8 mars 2023 / FCH001818

En collaboration avec :



Environnement et sciences aquatiques
BP 1767, CH-2001 Neuchâtel



Biologie appliquée SA

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Contexte et objectifs de l'étude	1
1.2	Historique et projets antérieurs	1
1.3	Configuration actuelle du site	3
1.4	Planification stratégique cantonale de revitalisation des cours d'eau	6
2	Méthodologie	8
2.1	Bases de travail	8
2.2	Evolutions du cadre légal	8
2.3	Appréciation des intérêts	9
2.3.1	Méthode de référence	9
2.3.2	Méthode d'appréciation des intérêts d'utilisation	10
2.3.3	Méthode d'appréciation des intérêts de protection	10
2.3.4	Pesée des intérêts d'utilisation et des intérêts de protection	11
3	Intérêts d'utilisation	12
3.1	Principe général de production d'électricité	12
3.2	Bases de calculs du potentiel de production	12
3.3	Energie électrique annuelle moyenne	13
3.4	Energie électrique théorique déterminée en fonction des débits	14
3.5	Appréciation du potentiel de production électrique	17
3.6	Coûts d'investissement et rentabilité économique	18
3.7	Synthèse des intérêts d'utilisation	20
4	Intérêts de protection	21
4.1	Contexte environnemental	21
4.2	Intérêts de protection classés à des inventaires	22
4.2.1	Paysages, sites et monuments naturels (IFP)	22
4.2.2	Site de reproduction de batraciens (IBN)	23
4.2.3	Site Emeraude	24
4.2.4	Réserve naturelle cantonale	26
4.2.5	Bas-marais d'importance locale JU-128	27
4.3	Autres intérêts de protection	28
4.3.1	Parc naturel régional	28
4.3.2	Forêt et milieux naturels terrestres riverains	29
4.3.3	Espèces végétales et milieux naturels rares et menacés	30
4.3.4	Espèces faunistiques rares et menacées - habitats piscicoles particuliers	30
4.3.5	Eaux de surface	30
4.3.6	Eaux souterraines	32
4.3.7	Sols, air, bruit, déchets, sites pollués	32

4.3.8	Accidents majeurs	33
4.3.9	Patrimoine et archéologie	33
4.3.10	Tourisme	34
4.3.11	Agriculture	35
4.3.12	Infrastructures et dangers naturels	35
4.4	Synthèse.....	36
5	Pesée des intérêts d'utilisation et de protection	38
5.1	Pesée des intérêts selon la matrice de l'OFEV	38
5.2	Pesée générale des intérêts	39
5.3	Analyse de sensibilité et robustesse de l'analyse	39
6	Prochaines étapes.....	40
6.1	Principales variantes d'assainissement identifiées	40
6.2	Analyse des variantes d'assainissement	43
7	Impressum	45
8	Références bibliographiques	46
9	Disclaimer	47

Liste des figures

Figure 1.1	Extrait de la carte Siegfried de 1915. Source : Géoportail JU.	2
Figure 1.2	Situation du seuil de Bellefontaine et de l'ancienne centrale hydraulique. Source : Géoportail JU.	3
Figure 1.3	Situation générale du site de Bellefontaine. Source : Géoportail JU.	4
Figure 1.4	Seuil d'une hauteur de 3 m avec semelle bétonnée en aval	4
Figure 1.5	Photo subaquatique de l'affouillement sous la semelle en béton. Source : Aquarius Sàrl.....	4
Figure 1.6	Vanne de régulation à l'entrée du canal	5
Figure 1.7	Canal d'aménée d'eau vers la centrale.....	5
Figure 1.8	Bâtiment de l'ancienne centrale hydroélectrique.	5
Figure 1.9	Ligne aérienne Ocourt – Fontenais située à quelques centaines de mètres de la centrale.	5
Figure 1.10	Bâtiment administratif inscrit au RBC	6
Figure 1.11	Rural en aval de l'usine.....	6
Figure 1.12	RC 249 et canal (vue depuis l'Ouest)	6
Figure 1.13	Arrivée d'un ruisseau latéral (vue depuis l'Est).....	6
Figure 1.14	Extrait de la planification stratégique cantonale de revitalisation du Doubs dans le secteur de Bellefontaine. Le triangle indique le seuil de Bellefontaine à assainir pour la migration piscicole. Source : Géoportail JU.	7
Figure 2.1	Matrice de l'OFEV adaptée utilisée dans la présente étude pour la pesée des intérêts de protection liés à des inventaires.....	11
Figure 2.2	Illustration de la pesée de tous les intérêts considérés dans la présente étude.	11
Figure 3.1	Courbe des débits classés en bleu et courbe de l'énergie théorique produite sur 10 ans (2012 – 2021) en rouge.....	15

Figure 3.2	Courbe des débits classés en bleu et courbe de l'énergie théorique annuelle pour l'année 2020 en rouge. Les traits horizontaux noirs indiquent les limites de l'art. 8 OEn (10 GWh et 20 GWh).	15
Figure 3.3	Courbe des débits classés en bleu et courbe de l'énergie théorique annuelle pour l'année 2021 en rouge. Les traits horizontaux noirs indiquent les limites de l'art. 8 OEn (10 et 20 GWh). ...	16
Figure 3.4	Coûts d'investissement en fonction de la puissance de la centrale hydraulique. Source : Suisse énergie [12].	18
Figure 3.5	Coût de revient par kWh en fonction de la puissance de la centrale hydraulique. Source : Suisse énergie [12].	19
Figure 4.1	Carte regroupant tous les objets naturels dignes d'intérêt dans les environs de Bellefontaine. La surface verte en transparence regroupe plusieurs objets (IFP, réserve naturelle et site Emeraude). Source : Géoportail JU.	21
Figure 4.2	Périmètre de l'IFP n°1006 Vallée du Doubs. Source : Géoportail JU.	22
Figure 4.3	Seuil de Bellefontaine et Doubs en amont du seuil avec des berges naturelles et boisées.	23
Figure 4.4	Vallée du Doubs en aval de l'ancienne usine avec pentes boisées.	23
Figure 4.5	Site IBN en amont du seuil en rive gauche avec secteur A (site de reproduction) en quadrillé et secteur B (habitat terrestre) en hachuré horizontal. Source : Géoportail JU.	24
Figure 4.6	Réserve naturelle cantonale du Doubs dans le secteur de Bellefontaine. Source : Géoportail JU.	26
Figure 4.7	Réserve naturelle cantonale du Doubs dans le secteur de Bellefontaine. Source : Géoportail JU.	27
Figure 4.8	Etendue du périmètre du PNRD. Source : Géoportail JU.	28
Figure 4.9	Secteurs forestiers en périphérie de Bellefontaine (surfaces vertes) et zone alluviale de Chamesat (surface jaune). Source : Swisstopo.	29
Figure 4.10	Faible bénéfique pour la nature en cas de revitalisation par rapport aux coûts prévisibles (trait beige) et seuil à assainir uniquement pour la migration piscicole (triangle orange) selon la planification stratégique cantonale. Source : Géoportail JU.	31
Figure 4.11	Ancienne usine hydroélectrique inscrite au cadastre des sites pollués (surface bleue). Source : Géoportail JU.	32
Figure 4.12	Objets du patrimoine recensés à Bellefontaine). Source : Géoportail JU.	33
Figure 4.13	Itinéraires touristiques dans les environs de Bellefontaine et camping résidentiel. Source : Géoportail JU.	34
Figure 4.14	Surfaces agricoles avec en hachuré, les surfaces de promotion de biodiversité SPB. Source : Géoportail JU.	35
Figure 4.15	Extrait de la carte cantonale des dangers d'érosion des berges dans le secteur de Bellefontaine. Source : Géoportail JU.	36
Figure 5.1	Matrice de l'OFEV adaptée pour la pesée des intérêts de protection et d'utilisation.	38
Figure 5.2	Balance représentant la pesée de l'ensemble des intérêts étudiés.	39
Figure 6.1	Variante d'assainissement avec une passe à poissons technique en berge gauche. Dessin : Biotec, TA.	41
Figure 6.2	Variante d'assainissement avec un ruisseau de contournement en berge gauche. Dessin : Biotec, TA.	41
Figure 6.3	Variante d'assainissement avec une rampe rugueuse. Dessin : Biotec, TA.	42
Figure 6.4	Variante d'assainissement avec suppression totale du seuil (dérasement). Dessin : Biotec, TA.	42
Figure 6.5	Procédure de mise en œuvre et d'indemnisation de mesures d'assainissement. Source : OFEV, 2016 [24].	43

Liste des tableaux

Tableau 1.1 Rappel des conditions-cadres pour la production d'électricité sur le site de Bellefontaine	1
Tableau 3.1 Production annuelle possible avec le seuil actuel en turbinant 5 ou 10 m ³ /s durant 8'760 h/an.	13
Tableau 3.2 Comparaison des puissances électriques calculées à Bellefontaine avec d'autres centrales hydrauliques régionales. En jaune, les centrales hydroélectriques régionales avec des spécificités techniques (débit turbinable, hauteur de chute, ...) proches du potentiel de Bellefontaine.....	14
Tableau 3.3 Production électrique théorique annuelle [GWh/an] et puissance électrique (calculée en divisant la production annuelle par 8'760 h).....	16
Tableau 3.4 Production électrique théorique annuelle et puissance électrique sans et avec passe à poissons.	17
Tableau 3.5 Catégorie du potentiel électrique d'un cours d'eau selon l'OFEV à gauche et selon le Canton du Jura à droite. Source : Rapport explicatif fiche 5.10 [2].	17

Liste des annexes

Annexe A	Critères d'appréciation des intérêts d'utilisation et des intérêts de protection (classés et autres)
Annexe B	Tableau de calcul de puissance en fonction de la courbe des débits classés
Annexe C	IFP n°1006 Vallée du Doubs
Annexe D	IBN n°JU6604 Bellefontaine
Annexe E	Arrêté cantonal de mise sous protection du Doubs
Annexe F	Extrait du rapport d'assainissement du charriage dans le bassin du Doubs
Annexe G	Recommandation n°169 du Comité permanent
Annexe H	Mesure n°304 du plan d'action national en faveur du Doubs
Annexe I	Liste des espèces aquatiques prioritaires du plan d'action national en faveur du Doubs

1 Introduction

1.1 Contexte et objectifs de l'étude

Pour concrétiser les objectifs de la conception cantonale de l'énergie, le Canton du Jura doit évaluer les options envisageables pour augmenter la production locale d'énergie renouvelable, notamment dans le domaine de la production de courant hydroélectrique.

La fiche 5.10 « Energie hydraulique » du Plan directeur cantonal (ci-après PDirC) proposait, dans sa révision de 2017 [1], le maintien du seuil de Bellefontaine le long du Doubs, notamment afin de développer la production cantonale électrique d'origine hydraulique. Suite à l'analyse de cette fiche par les instances fédérales, des avis divergents ont été émis de la part de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Dans le prolongement de ces prises de position, l'Office fédéral du développement territorial (ARE) a demandé au Service cantonal du développement territorial (SDT), par le biais de l'accord administratif du 10 février 2021 [4], l'établissement d'une analyse de variantes d'assainissement du seuil de Bellefontaine, avec et sans poursuite de la production d'énergie.

Au début 2022, le SDT a pris contact avec le bureau CSD Ingénieurs SA afin d'évaluer les variantes d'assainissement proposées dans l'accord administratif. Les prestations demandées pour cette étude de variantes ont été détaillées dans le cahier des charges du 22 octobre 2021.

En accord avec les autorités cantonales et suite à la séance de démarrage du 25 août 2022, il a été décidé de réaliser, dans un premier temps, une description et une pesée des intérêts entre les objectifs de protection et les objectifs d'utilisation du site de Bellefontaine à des fins de production d'électricité. Il s'agit donc d'étudier les intérêts de protection de la nature et du paysage de même que les intérêts économiques de production d'électricité dans les conditions imposées dans l'accord administratif en cas de poursuite de la production d'électricité. Ces conditions sont également reprises dans la fiche 5.10 du PDirC et définissent très clairement le cadre à considérer pour une éventuelle réhabilitation du site pour la production d'électricité :

Rappel des conditions-cadres de l'accord administratif et de la fiche 5.10 du PDirC
le projet ne doit pas impliquer de rehaussement du seuil existant
l'exploitation doit se faire au fil de l'eau sans tronçon court-circuité
l'exploitation ne doit pas se faire par éclusées ou micro-éclusées

Tableau 1.1 Rappel des conditions-cadres pour la production d'électricité sur le site de Bellefontaine

Le but de la présente étude est donc de présenter une analyse comparative des intérêts de production d'électricité et des intérêts de protection de l'environnement pour permettre aux autorités de poursuivre, en connaissance de cause, le processus de décision de l'avenir à donner à ce site.

1.2 Historique et projets antérieurs

La première trace d'exploitation hydraulique du Doubs à Bellefontaine date du XVI^{ème} siècle avec la construction d'un barrage et d'une forge en 1563. Au début du XVII^{ème} siècle, la production de fer cessa durant plus d'un siècle et fut reprise au milieu du XVIII^{ème} siècle pour produire de l'acier. A ce moment-là, le site accueillait plusieurs centaines d'ouvriers [5] jusqu'en 1861, date de l'arrêt de la forge.

Avec la demande croissante en énergie électrique au cours du XIX^{ème} siècle, les communes de Porrentruy et de Fontenais créent la Société des Forces Motrices du Doubs (SFMD) avec le propriétaire de l'époque. En 1903, le canal de dérivation est bétonné et une première usine électrique avec 3 turbines Francis est construite. La SFMD produit de l'électricité pour plusieurs communes d'Ajoie jusqu'en 1912, date de la fusion de la SFMD avec les Forces Motrices Bernoises (FMB).

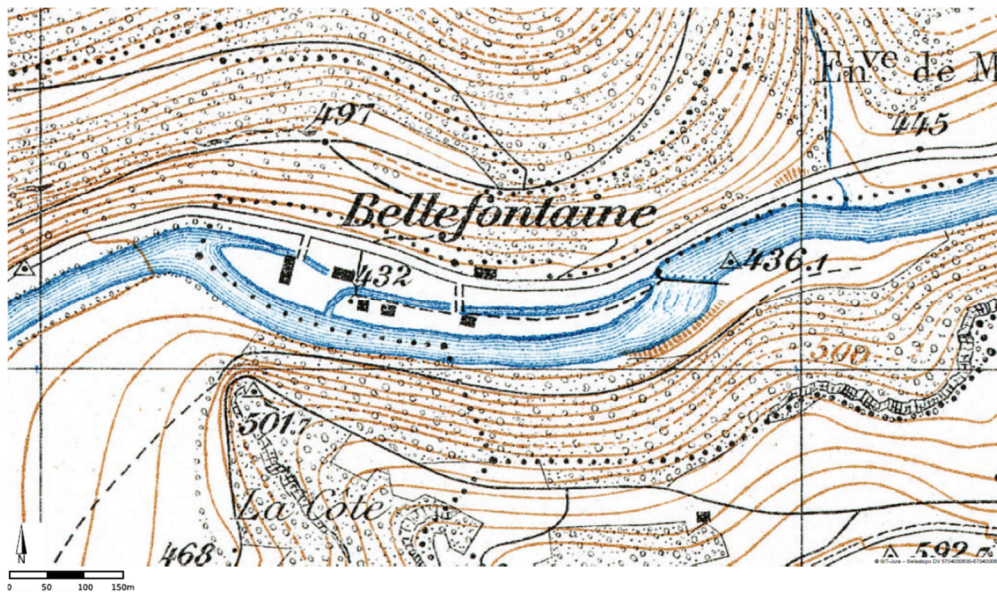


Figure 1.1 Extrait de la carte Siegfried de 1915. Source : Géoportail JU.

En 1953, les FMB construisent une nouvelle usine hydraulique (bâtiment actuel) équipée d'une turbine Kaplan alimentée avec un débit de 23 m³/s. Le seuil n'est par contre pas restauré et en 1972, la production électrique cesse à Bellefontaine, principalement en raison d'une réfection trop coûteuse du seuil et de la concurrence des autres sources de production (centrales nucléaires et barrages alpins).

Depuis les années 2000, il y a eu plusieurs études de réhabilitation des installations de production hydroélectrique à Bellefontaine [5], dont notamment :

- ◆ 2005 : projet de réactivation de la centrale par BKW et Energie du Jura - EDJ. Ce projet prévoyait le réaménagement des infrastructures actuelles en maintenant le canal de dérivation (tronçon à débit résiduel maintenu) et en réhaussant le seuil d'une hauteur supplémentaire de 1.2 m. Le projet a été refusé par les autorités cantonales pour des raisons environnementales.
- ◆ 2010 : étude de faisabilité commandée par SolE, une filiale de BKW, auprès du bureau d'ingénieurs BCF Hydro. L'étude comparait 4 variantes. La variante retenue, principalement pour ses avantages environnementaux, portait sur la construction d'une turbine Kaplan au seuil. Cette turbine de 25 m³/s produirait 4.9 GWh/an avec un rehaussement d'une hauteur supplémentaire de 2 m. Ce projet n'a pas abouti à cause du prix du marché de l'électricité très bas de l'époque.

En 2012, Julien Lucchina a réalisé une étude de variantes d'assainissement du seuil de Bellefontaine dans le cadre de son travail de diplôme ECOFOC de l'Université de Neuchâtel [5]. Cette étude très complète compare trois variantes :

- ◆ Variante 1 : abandon de la production hydroélectrique, maintien du seuil et construction d'une passe à poissons
- ◆ Variante 2 : création d'une microcentrale hydraulique sur le seuil, maintien du seuil et construction d'une passe à poissons (sur la base de l'avant-projet établi en 2010 par BKW)
- ◆ Variante 3 : abandon de la production hydroélectrique et déconstruction du seuil

M. Lucchina a évalué qualitativement les trois variantes sur la base de critères écologiques, sociaux et économiques en reprenant les critères du standard Greenhydro [6] et les recommandations de l'OFEV relatives à l'élaboration de stratégies cantonales de protection et d'utilisation dans le domaine des petites centrales hydroélectriques [7]. L'étude ne conclut pas sur le choix d'une variante, mais renvoie sur les priorités environnementales et de production hydroélectrique des autorités. Le travail relève toutefois le mauvais état de la structure du seuil de Bellefontaine et la valeur écologique élevée du secteur. Selon cette étude, une intervention serait indispensable pour améliorer la qualité environnementale du site.

La présente analyse des intérêts de production et de protection fait référence à ces anciennes études et aux documents de la fiches 5.10 du PDirC, notamment à son rapport explicatif [2]. La méthodologie de l'OFEV [7], utilisée par l'Office cantonal de l'environnement (ENV) pour établir le rapport explicatif a été réutilisée, adaptée et complétée par différents critères individuels dans la présente étude. Le détail de la méthodologie est présenté dans le chapitre 2.

1.3 Configuration actuelle du site

Les infrastructures encore présentes sur le site de Bellefontaine sont le seuil, le canal d'aménée d'eau, le bâtiment de l'ancienne centrale hydroélectrique ainsi que le canal de fuite qui rejoint le lit du Doubs plus en aval. L'ancienne centrale se situe à 370 m du seuil de Bellefontaine et était alimentée par un canal artificiel créant un tronçon à débit résiduel de plus de 700 m.

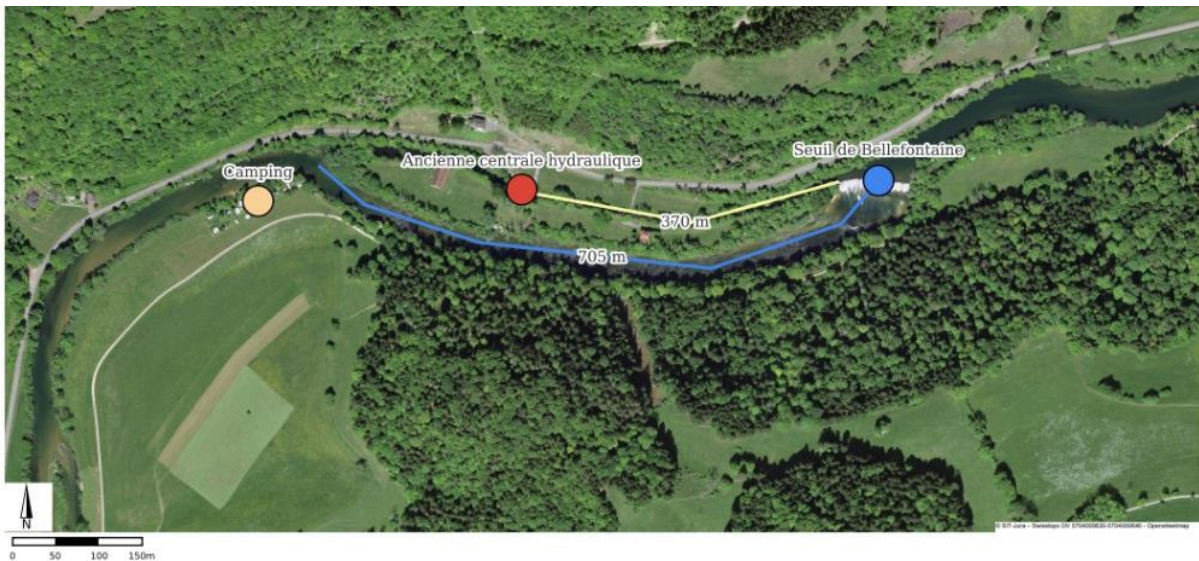


Figure 1.2 Situation du seuil de Bellefontaine et de l'ancienne centrale hydraulique. Source : Géoportail JU.

Toutes ces installations sont propriété de BKW Energie SA. Le canal crée une île comportant deux autres bâtiments et des zones de prairies.

Un camping résidentiel est situé en rive gauche juste en aval du rejet du canal de fuite.

La route cantonale RC 249 reliant St-Ursanne à Ocourt, puis la frontière française, longe le Doubs à quelques dizaines de mètres en rive droite. Elle s'en rapproche à moins de 5 mètres au niveau du léger méandre à l'amont du seuil de Bellefontaine.

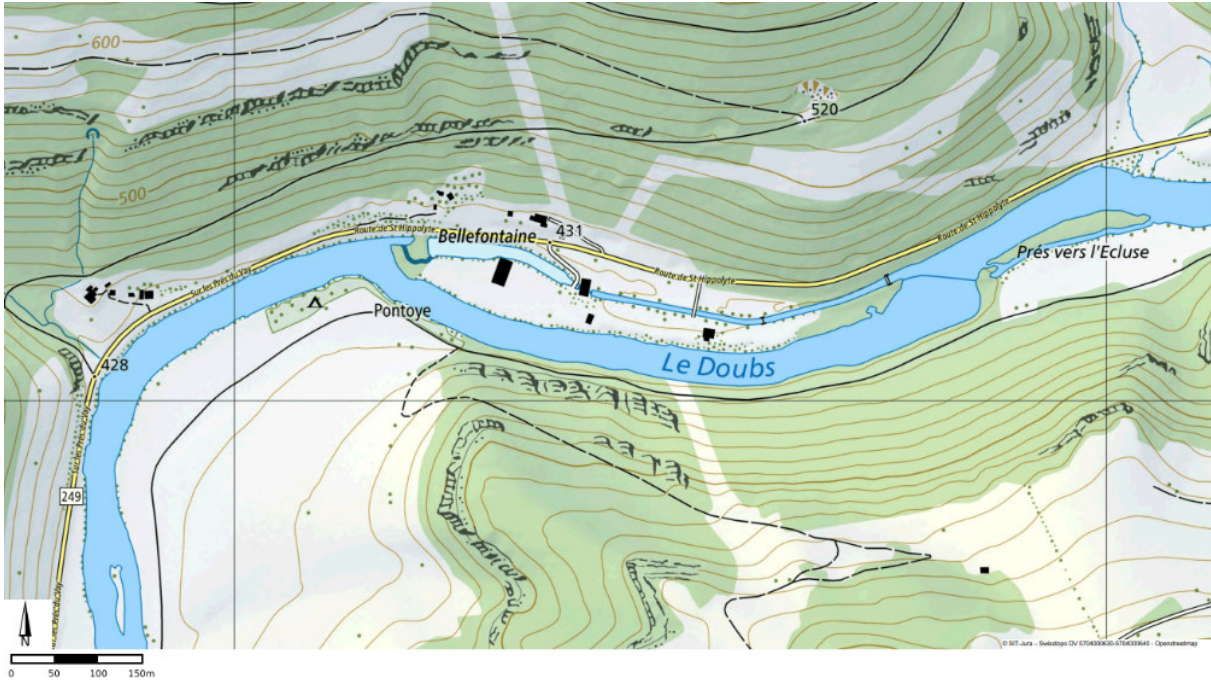


Figure 1.3 Situation générale du site de Bellefontaine. Source : Géoportail JU.

Le seuil, constitué en partie de béton, a une hauteur d'~3 m et une longueur de ~85 m. La constitution et le mode de construction de cet ouvrage ne sont pas connus avec précision. Cette infrastructure paraît actuellement relativement détériorée et sa stabilité à long terme ne semble pas assurée. La semelle en béton située au pied du seuil est, par exemple, clairement affouillée, comme l'ont révélé les observations réalisées par Aquarius Sàrl lors de plongées réalisées dans le cadre du recensement de l'apron entre 2002 et 2012.



Figure 1.4 Seuil d'une hauteur de 3 m avec semelle bétonnée en aval



Figure 1.5 Photo subaquatique de l'affouillement sous la semelle en béton. Source : Aquarius Sàrl.

Le canal d'amenée d'eau en béton a une largeur de 4 m et une profondeur de ~2.5 m pour une longueur totale de 375 m. Ce canal n'a actuellement aucune affectation et est en mauvais état (fissures apparentes).



Figure 1.6 Vanne de régulation à l'entrée du canal



Figure 1.7 Canal d'amenée d'eau vers la centrale

Le bâtiment de l'ancienne centrale hydroélectrique est actuellement désaffecté. Le bâtiment est vide et ne contient plus d'équipements techniques, ni de machines (turbine ou générateur). Le bâtiment n'est plus raccordé à la ligne électrique aérienne Ocourt – Fontenais.



Figure 1.8 Bâtiment de l'ancienne centrale hydroélectrique.



Figure 1.9 Ligne aérienne Ocourt – Fontenais située à quelques centaines de mètres de la centrale.

En aval de l'usine, le canal de restitution est actuellement d'aspect semi-naturel. Ce canal reçoit un faible débit d'eau et sa jonction avec le Doubs est en grande partie comblée.

De la douzaine de bâtiments que le site comptait au milieu du XIX^{ème} siècle ne subsistent plus que l'usine hydroélectrique, un bâtiment administratif en mauvais état, un ancien rural et une petite maison.

Le bâtiment administratif est inscrit au répertoire des biens culturels jurassiens (RBC). Son accès est aujourd'hui interdit pour des raisons de sécurité. Plus en aval, un rural plus ancien est situé entre le Doubs et le canal de restitution.



Figure 1.10 Bâtiment administratif inscrit au RBC



Figure 1.11 Rural en aval de l'usine

Un petit ruisseau latéral, issu de la surverse d'une source captée dans une fontaine au pied du coteau, se déverse dans le canal depuis le Nord.

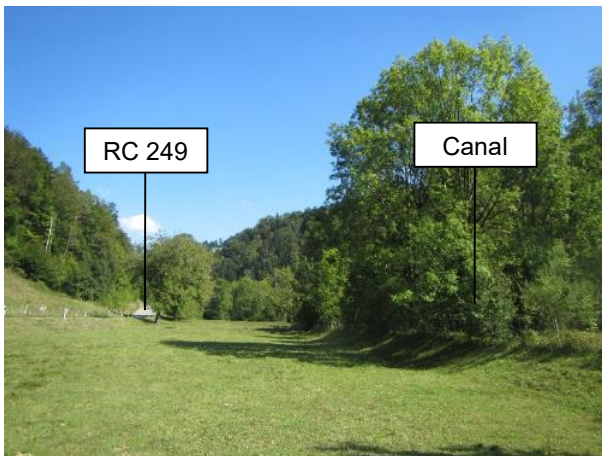


Figure 1.12 RC 249 et canal (vue depuis l'Ouest)

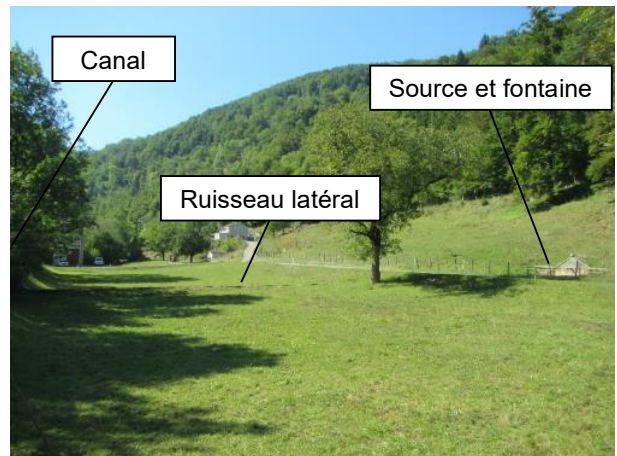


Figure 1.13 Arrivée d'un ruisseau latéral (vue depuis l'Est)

1.4 Planification stratégique cantonale de revitalisation des cours d'eau

Le seuil de Bellefontaine est inscrit comme site à assainir pour la migration piscicole dans la planification stratégique cantonale. Les tronçons du Doubs présents en amont et en aval du seuil ont un potentiel écologique élevé en cas de revitalisation selon la planification stratégique cantonale. Le bénéfice pour la nature et le paysage par rapport aux coûts prévisibles est cependant jugé faible à cause des nombreuses infrastructures présentes dans le périmètre réservé aux eaux.

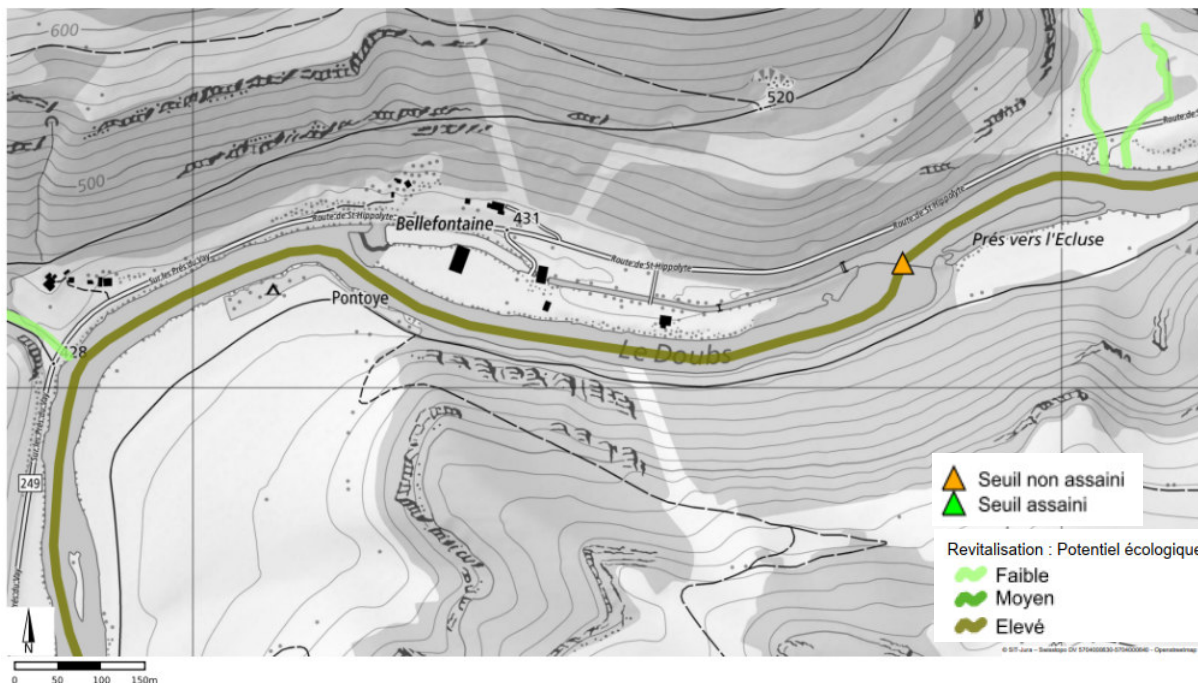


Figure 1.14 Extrait de la planification stratégique cantonale de revitalisation du Doubs dans le secteur de Bellefontaine. Le triangle indique le seuil de Bellefontaine à assainir pour la migration piscicole. Source : Géoportail JU.

2 Méthodologie

2.1 Bases de travail

Les informations de base proviennent du rapport explicatif de la fiche 5.10 du PDirC [2], ainsi que du rapport d'examen de l'ARE [3]. La condition n°2.2.7 de l'accord administratif entre la Confédération et la République et canton du Jura [4] reprend les contraintes définies dans la fiche 5.10 et fixe les modalités de réhabilitation du seuil de Bellefontaine en cas de poursuite de production d'électricité (pas de rehaussement du seuil, pas de tronçon à débit résiduel et pas d'éclusées).

Selon les conditions-cadre définies et au vu des anciennes études de réhabilitation réalisées (cf. chapitre 1.2), la viabilité économique d'une réhabilitation d'une centrale hydraulique à Bellefontaine doit être prise en compte pour évaluer l'intérêt de production.

Etant donné que le site de Bellefontaine possède une valeur naturelle et paysagère d'importance nationale, comme décrit plus loin au chapitre 4, la production hydroélectrique doit, par conséquent, également atteindre un niveau d'importance nationale pour être envisagée, sur la base de l'article 6 de la Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage LPN. L'appréciation de l'intérêt national pour les installations hydroélectriques est précisée à l'article 8 de l'Ordonnance fédérale sur l'énergie OEne :

Section 2 Intérêt national

Art. 8 Installations hydroélectriques revêtant un intérêt national

¹ Les nouvelles installations hydroélectriques revêtent un intérêt national si elles atteignent:

- a. une production moyenne attendue d'au moins 20 GWh par an, ou
- b. une production moyenne attendue d'au moins 10 GWh par an et au moins 800 heures de capacité de retenue à pleine puissance.

² Les installations hydroélectriques existantes revêtent un intérêt national si elles atteignent:

- a. une production moyenne attendue d'au moins 10 GWh par an, ou
- b. une production moyenne attendue d'au moins 5 GWh par an et au moins 400 heures de capacité de retenue à pleine puissance.¹⁶

Dans le cas de Bellefontaine, la production hydroélectrique est à l'arrêt depuis de nombreuses années. Cependant, les infrastructures sont encore présentes (seuil, canal d'amenée d'eau, bâtiment de la centrale). Les autorités cantonales considèrent l'installation hydroélectrique comme existante.

Sur la base de l'art. 8 OEne, une réhabilitation du site devrait conduire à une production minimale de 10 GWh/an pour revêtir une importance nationale.

2.2 Evolutions du cadre légal

L'Ordonnance fédérale sur l'énergie a été révisée en 2022 (ajout de l'art. 7a), afin de permettre la réalisation de centrales hydroélectriques, même si elles n'ont pas été prévues dans un plan directeur cantonal et à condition qu'elles n'aient pas d'incidence importante sur le territoire et l'environnement.

Au début du mois de septembre 2022, au vu du contexte géopolitique européen et de l'évolution rapide du marché international de l'énergie, la commission fédérale de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil des Etats (CEATE-E) a proposé que des installations de production d'énergie renouvelables puissent être installées également dans des biotopes d'importance nationale. La CEATE-E proposait aussi que l'intérêt de production d'énergie renouvelable prime sur les autres intérêts (priorité à la sécurité d'approvisionnement).

Le Conseil des Etats a toutefois refusé cette proposition le 22 septembre 2022, mais a néanmoins accepté les objectifs d’approvisionnement en énergie renouvelable (35 TWh d’électricité devront être produits grâce aux énergies renouvelables en 2035, et 45 TWh en 2050), ainsi que la mise en place d’aides financières pour y parvenir.

Le 30 septembre 2022, le Conseil fédéral a, par ailleurs, décidé d’augmenter la quantité d’eau disponible pour la production d’électricité pour les centrales qui satisfont à des exigences environnementales accrues. Il s’agit de diminuer temporairement le débit résiduel de ces centrales au cours de l’hiver 2022/2023 par le biais d’une ordonnance. Cette ordonnance entre en vigueur au 1^{er} octobre 2022 pour une durée de 7 mois, soit jusqu’au 30 avril 2023.

Même avec un contexte énergétique national perturbé, les bases légales (notamment art. 8 OEné) restent pour l’heure d’actualité et doivent être appliquées dans le cas du seuil de Bellefontaine.

2.3 Appréciation des intérêts

2.3.1 Méthode de référence

La méthodologie de référence pour apprécier les intérêts à utiliser un cours d’eau et les intérêts de protection du cours d’eau est celle de l’OFEV utilisée pour l’élaboration des stratégies cantonales [7]. L’objectif n’est pas ici de reproduire, ni remettre en question l’étude réalisée par le canton à l’échelle du Doubs dans le cadre de la révision de la fiche 5.10 du PDirC, mais plutôt d’appliquer de manière plus détaillée et ciblée la méthode au tronçon du Doubs à Bellefontaine, notamment en incluant des critères d’appréciation propres au site.

Les intérêts à utiliser le cours d’eau pour la production d’énergie (ci-après intérêt d’utilisation) sont appréciés à l’aide des critères suivants selon la recommandation de l’OFEV [7] :

- ◆ pente du cours d’eau
- ◆ régime d’écoulement
- ◆ rapport pente/régime
- ◆ équipement
- ◆ constance du régime d’écoulement
- ◆ existence d’un ouvrage d’accumulation
- ◆ utilisation optimale du cours d’eau
- ◆ autres critères individuels propres au tronçon de cours d’eau concerné

Les intérêts de protection du cours d’eau (ci-après intérêts de protection) sont appréciés à l’aide de différents critères selon la recommandation de l’OFEV [7] :

- ◆ cours d’eau situé dans un inventaire fédéral
- ◆ cours d’eau situé dans une autre zone protégée
- ◆ cours d’eau à morphologie variée et possédant une valeur paysagère
- ◆ cours d’eau situé dans un milieu digne de protection
- ◆ autres critères individuels propres au tronçon de cours d’eau concerné

L’échelle d’appréciation de l’OFEV (faible, moyen, élevé) a été retenue pour l’évaluation des intérêts d’utilisation, par contre, elle a été légèrement adaptée pour apprécier les intérêts de protection en fonction de leur classification à un inventaire ou non. A noter que la méthodologie de l’OFEV comprend un niveau d’exclusion dans l’appréciation des intérêts de protection. Si ce niveau est atteint pour l’un des critères, la directive suggère alors de ne pas poursuivre l’évaluation et de ne pas entrer en matière sur une utilisation du cours d’eau pour la production d’électricité. Plusieurs critères rempliraient a priori ce niveau d’exclusion dans le cas de Bellefontaine (IFP, IBN, présence d’espèces piscicoles en voie d’extinction, ...). L’objectif de la présente étude est d’évaluer tous les intérêts concernés par le site de Bellefontaine et de ne pas exclure d’office la production d’électricité au motif que le site se trouve dans un inventaire d’importance nationale par exemple.

En concertation avec les instances cantonales, l'échelle d'appréciation de l'OFEV pour les intérêts de protection (faible, moyen, élevé, national) a été légèrement modifiée afin de permettre une évaluation plus spécifique pour la situation de Bellefontaine à une échelle locale. Cela permet d'évaluer les intérêts spécifiques au site de Bellefontaine à une échelle locale, par rapport à un objet d'importance nationale qui concerne l'ensemble d'une région (IFP par exemple).

La méthodologie pour l'appréciation des différents critères est décrite ci-après pour les intérêts d'utilisation et les intérêts de protection.

2.3.2 Méthode d'appréciation des intérêts d'utilisation

Les intérêts d'utilisation ont été évalués à l'aide des caractéristiques morphologiques et physiques du Doubs à Bellefontaine, afin de calculer dans un premier temps :

- ◆ la production électrique annuelle moyenne [GWh/an]
- ◆ la puissance électrique théorique [kW]

Ces données ont été comparées aux statistiques de production des centrales hydroélectriques suisses [12] pour déterminer la rentabilité économique d'une future installation et son influence sur les objectifs de la fiche 5.10 du PDirC. Les critères suivants sont synthétisés en Annexe A et décrits au chapitre 3 :

- ◆ potentiel de production électrique du site
- ◆ rentabilité économique d'une nouvelle installation
- ◆ participation aux objectifs cantonaux de production hydroélectrique
- ◆ couverture des besoins cantonaux en électricité

Chaque critère a été évalué selon l'échelle d'appréciation de l'OFEV : faible, moyen, élevé.

2.3.3 Méthode d'appréciation des intérêts de protection

Les intérêts de protection doivent être évalués différemment selon leur classification :

- ◆ intérêts de protection classés à des inventaires
- ◆ autres intérêts de protection

Pour la présente étude, les critères listés dans des ordonnances fédérales ou cantonales, donc qui sont liés à des inventaires de protection légalisés, ont été évalués selon l'échelle d'appréciation : faible, moyen, élevé, très élevé. Ces critères sont les suivants et sont synthétisés en Annexe A et décrits au chapitre 4.2 :

- ◆ paysage, site et monuments naturels (IFP)
- ◆ site de reproduction de batraciens (IBN)
- ◆ site Emeraude
- ◆ réserve naturelle cantonale
- ◆ bas-marais d'importance locale JU-128

Les autres intérêts de protection avec des critères qui ne sont pas liés à une législation fédérale ou cantonale spécifique ne peuvent pas être appréciés selon une échelle d'appréciation similaire. Ils ont donc été appréciés selon leurs caractéristiques locales en lien avec le site de Bellefontaine au moment de l'étude, mais n'ont pas été « notés ». Ces critères sont les suivants et sont synthétisés en Annexe A et décrits au chapitre 4.3 :

- ◆ parc naturel régional
- ◆ forêt et milieux naturels terrestres riverains
- ◆ espèces végétales et milieux naturels rares et menacés
- ◆ espèces faunistiques rares et menacées – habitats piscicoles particuliers
- ◆ eaux de surface
- ◆ eaux souterraines

- ◆ sols, air, bruit, déchets, sites pollués
- ◆ accidents majeurs
- ◆ patrimoine et archéologie
- ◆ tourisme
- ◆ agriculture
- ◆ infrastructures et dangers naturels

2.3.4 Pesée des intérêts d'utilisation et des intérêts de protection

Les intérêts de protection liés à des inventaires sont évalués selon l'échelle d'appréciation faible, moyen, élevé, très élevé. Leur combinaison avec les intérêts d'utilisation se réalise à l'aide de la matrice ci-dessous inspirée de la méthodologie de l'OFEV.

Intérêt de protection	Très élevé	noir	noir	noir
	Elevé	rouge	rouge	jaune
	Moyen	rouge	jaune	vert
	Faible	jaune	vert	vert
		Faible	Moyen	Elevé
		Intérêt d'utilisation		

Figure 2.1 Matrice de l'OFEV adaptée utilisée dans la présente étude pour la pesée des intérêts de protection liés à des inventaires.

Les autres intérêts de protection qui ne sont pas liés à des inventaires ne sont pas intégrés dans la matrice de l'OFEV. Ils entrent toutefois dans la pesée des intérêts dans le cadre de l'étude de Bellefontaine. Leur appréciation est schématisée à l'aide d'une balance qui regroupe l'ensemble des intérêts identifiés (intérêts d'utilisation et intérêts de protection liés ou pas à des inventaires). Cela permet d'obtenir une évaluation finale pour le site de Bellefontaine qui indique si la réhabilitation d'une centrale hydroélectrique est opportune.

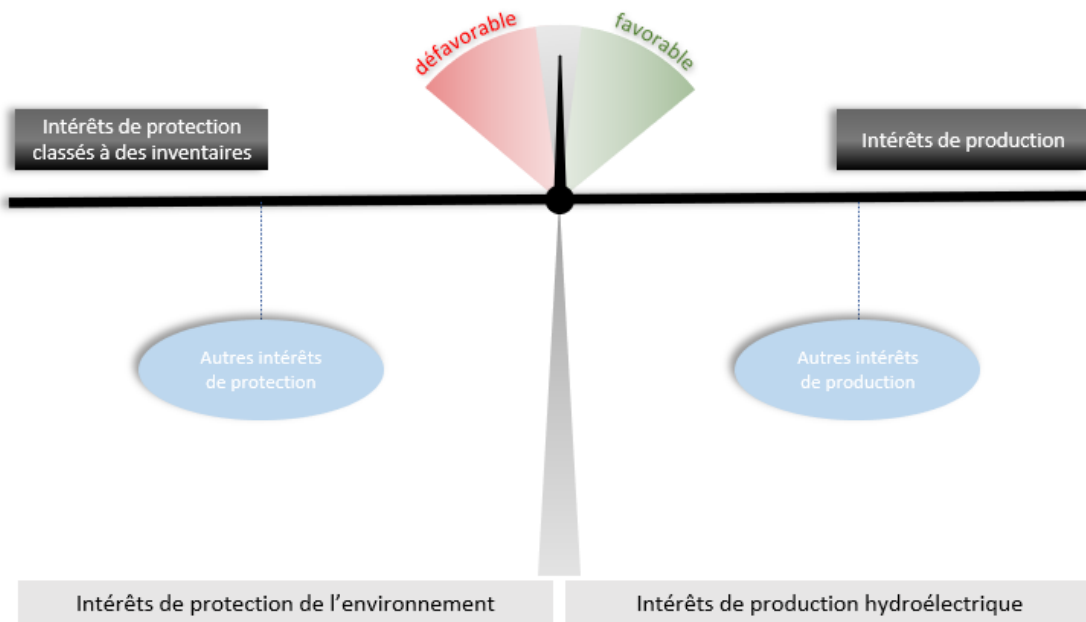


Figure 2.2 Illustration de la pesée de tous les intérêts considérés dans la présente étude.

3 Intérêts d'utilisation

3.1 Principe général de production d'électricité

En cas de réhabilitation du site pour la production d'électricité, le principe consisterait à placer des turbines sur ou au droit immédiat du seuil, afin de respecter les conditions fixées dans l'accord administratif (pas de rehaussement du seuil, pas de tronçon à débit résiduel et pas d'écluse) et d'assurer en particulier une restitution des eaux turbinées au pied du seuil. Du point de vue constructif, les interventions techniques à planifier seraient les suivantes :

- ◆ Réfection partielle ou totale du seuil (en fonction de sa qualité structurelle et statique)
- ◆ Construction d'un nouveau bâtiment technique
- ◆ Installation de nouvelles turbines
- ◆ Réalisation d'un accès (route) et d'un nouveau raccordement électrique.

Toute autre technique de production d'énergie entrerait a priori en contradiction avec les conditions-cadres et n'a par conséquent pas été prise en compte à ce stade (barrage avec éclusées, rehaussement du seuil, nouveau canal de dérivation, ...)

La décision de déconstruire ou de maintenir les autres installations existantes (canal d'amenée d'eau, ancienne usine, ...) dépendra par ailleurs des intérêts écologiques et patrimoniaux et n'est pas évalué à ce stade.

3.2 Bases de calculs du potentiel de production

Les critères d'appréciation retenus portent essentiellement sur la capacité hydraulique du Doubs à produire de l'électricité en fonction de son débit et sur la rentabilité économique d'une nouvelle centrale hydroélectrique.

Pour déterminer la production envisageable d'électricité, l'étude se base sur les recommandations fédérales en la matière, notamment :

- ◆ Manuel petites centrales hydrauliques – Informations sur la planification, la construction et l'exploitation, OFEN 2012 et son homologue en allemand de 2014 [8]
- ◆ Petites centrales hydrauliques – Turbines hydrauliques – Journées de formation pour ingénieurs, Office fédéral des questions conjoncturelles, 1995 [9]
- ◆ Guide pour l'étude sommaire de petites centrales hydrauliques, HES-SO Valais de 2009 [10].

La puissance hydraulique P_{hyd} d'une turbine est calculée en fonction des paramètres suivants :

$$P_{hyd} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \quad (W)$$

ρ : masse volumique de l'eau (1'000 [kg/m³])

Q : débit turbiné [m³/s]

g : constante de gravité (9.81 [m/s²])

H : hauteur de chute [m]

La puissance hydraulique peut être convertie en puissance mécanique, puis électrique en la multipliant par un coefficient de rendement de la turbine et par un coefficient de rendement du générateur électrique. Ces deux coefficients de rendement peuvent être combinés en coefficient de rendement total de l'installation qui sera multiplié à la puissance hydraulique pour obtenir la puissance électrique finale :

$$P_{el} = \eta P_h$$

η : coefficient de rendement total

Les coefficients de rendement total varient en fonction du type de turbine et de générateur. Pour la présente étude, les calculs ont été effectués avec des coefficients de rendement total de 70% et 80%, correspondant à un niveau de performance couramment observé sur des installations existantes selon les recommandations fédérales.

La production annuelle d'électricité peut ensuite être calculée en fonction du temps de fonctionnement de la turbine :

$$E_{el} = P_{el} \Delta t$$

Δt : temps de fonctionnement [h]

L'énergie électrique moyenne annuelle attendue peut ainsi être évaluée en première approximation en fonction du temps de fonctionnement à pleine puissance et durant toute l'année (8'760 h par exemple). Dans le cas de Bellefontaine, cette production électrique annuelle moyenne a été estimée et est présentée au chapitre 3.3 ci-dessous.

Dans un deuxième temps, afin de correspondre aux réalités du terrain et des débits effectivement turbinables, le temps de fonctionnement d'une turbine a été calculé en fonction des débits disponibles du cours d'eau. Dans le cas de Bellefontaine, les débits sont bien documentés et sont mesurés en continu à la station hydrologique de l'OFEV d'Ocourt située 3 km en aval du seuil de Bellefontaine. Ces statistiques intègrent les effets de régulation apportés par les ouvrages hydroélectriques situés plus à l'amont, en particulier les barrages du Châtelot et du Refrain à proximité de la ville de la Chaux-de-Fonds.

L'énergie électrique théorique peut être estimée de manière plus fine à l'aide de la courbe des débits classés. Cette courbe indique le nombre de jours par année durant lequel un débit donné est atteint. A partir de cette courbe, l'énergie électrique théorique peut être calculée en fonction du débit réellement turbinable. Cette méthode a été appliquée dans la présente étude et est détaillée au chapitre 3.4 ci-dessous. Les tableaux de calcul sont présents en Annexe B.

3.3 Energie électrique annuelle moyenne

Comme indiqué ci-dessus, la production électrique moyenne d'une turbine peut être déterminée à l'aide de paramètres de terrain simples. Selon les caractéristiques actuelles du seuil de Bellefontaine et des conditions-cadres fixées, la hauteur de chute exploitable à Bellefontaine est de 3 m (altitude seuil 429.2 msm et altitude Doubs aval seuil ~426 msm). Le débit maximal pouvant être turbiné sur le Doubs tous les jours de l'année est situé à ~5 m³/s selon les débits mesurés à la station hydrologique d'Ocourt. Une extrapolation avec un débit turbinable de 10 m³/s a aussi été utilisée pour les calculs, afin d'avoir une idée de la puissance atteinte avec un tel débit. Cette hypothèse n'est toutefois pas valable tous les jours de l'année. Sur cette base, la puissance électrique annuelle moyenne varie entre 100 et 240 kW.

Avec une telle gamme de puissances, la production annuelle moyenne serait comprise entre 1 et 2 GWh avec un fonctionnement continu (8'760 heures/an) et selon les débits turbinés suivants :

Hauteur de chute [m]	Q [m ³ /s]	Rendement [%]	Puissance exploitable [kW]	Production électrique annuelle [GWh]
3	5	80	118	1.0
3	10	80	235	2.1
3	5	70	103	0.9
3	10	70	206	1.8

Tableau 3.1 Production annuelle possible avec le seuil actuel en turbinant 5 ou 10 m³/s durant 8'760 h/an.

Selon les mesures de la station hydrologique d'Ocourt, les débits du Doubs n'atteignent pas 10 m³/s tous les jours de l'année, mais uniquement ~250 jours/an en moyenne ces 10 dernières années. La production électrique estimée de 2 GWh correspond dès lors à une valeur optimiste difficilement atteignable en réalité.

Les puissances calculées ci-dessus correspondent aux puissances des centrales régionales similaires à Bellefontaine. On remarque dans les exemples du Tableau 3.2 ci-dessous qu'une puissance électrique d'~120 kW est atteinte avec une hauteur de chute de ~3 m et un débit turbinable de ~5 m³/s. Dans de telles conditions, les centrales existantes produisent ~0.5 GWh/an, ce qui tend à confirmer que l'appréciation présentée ci-dessus pour Bellefontaine correspond plutôt à des valeurs maximales.

Le tableau ci-dessous indique que seules les grandes installations, avec une hauteur de chute importante (plusieurs dizaines de mètres) permettent une production annuelle supérieure à 5 GWh.

Nom	Cours d'eau	h [m]	Q [m3/s]	Rendement 80%	Puissance exploitable [kW]	Puissance exploitable selon rapport explicatif fiche 5.10 PDirC [kW]	Puissance installée selon producteur [kW]	Production électrique annuelle [GWh/an]
La Goule	Doubs	28	23	0.8	5000	4613	7500	25
Moulin Grillon	Doubs	2.7	5.3	0.8	112	90	110	0.6
Bellefontaine étude actuelle	Doubs	3	10	0.8	235		235	2
		3	5	0.8	118		118	1
Bellefontaine projet SolE 2010	Doubs	5	25	0.8	981		907	4.87
Grande écluse	Sorne	4.2	3.8	0.8	125	120	120	0.4
Gorges de Court	Birse	90	1	0.8	706		800	5

Tableau 3.2 Comparaison des puissances électriques calculées à Bellefontaine avec d'autres centrales hydrauliques régionales. En jaune, les centrales hydroélectriques régionales avec des spécificités techniques (débit turbinable, hauteur de chute, ...) proches du potentiel de Bellefontaine.

Afin de valider cette première approche, un calcul plus précis a été effectué avec les débits du Doubs mesurés à Ocourt (cf. Chapitre 3.4 ci-dessous).

3.4 Energie électrique théorique déterminée en fonction des débits

L'énergie électrique théorique d'une centrale hydraulique est l'énergie pouvant être produite par les quantités d'eau effectivement débitées par le cours d'eau [10]. Les débits moyens du Doubs à Bellefontaine ont été calculés avec les débits mesurés ces 10 dernières années (2012 à 2021) à la station d'Ocourt. La courbe des débits classés indique un débit moyen de 31.5 m³/s et un débit d'étiage Q₃₄₇ de 5.2 m³/s. Les statistiques de l'OFEV indiquent un débit le plus faible durant 7 jours (NMQ7) de 5.5 m³/s. Afin de comparer la moyenne des débits avec une année sèche et une année à plus fort débit, la courbe des débits classés a aussi été déterminée pour les années 2020 (année sèche avec un débit annuel moyen de 22.1 m³/s) et 2021 (année à fort débit avec un débit annuel moyen de 36.2 m³/s). Les tableaux correspondant à ces 2 années sont présents en Annexe B.

L'énergie électrique théorique a été calculée pour chaque ligne des tableaux avec des hauteurs de chute variant entre 2.5 m et 3.5 m et des coefficients de rendement de 70% et 80%. L'énergie théorique annuelle est obtenue en faisant la moyenne sur l'année. Les courbes des débits classés et de l'énergie théorique sont présentés ci-dessous (période 2012 à 2021, année 2020 et année 2021) avec une hauteur de chute de 3 m et un coefficient de rendement de 80%. L'énergie théorique du premier graphique est calculée sur une période de 10 ans (moyenne de 15.7 GWh sur 10 ans, soit 1.57 GWh/an).

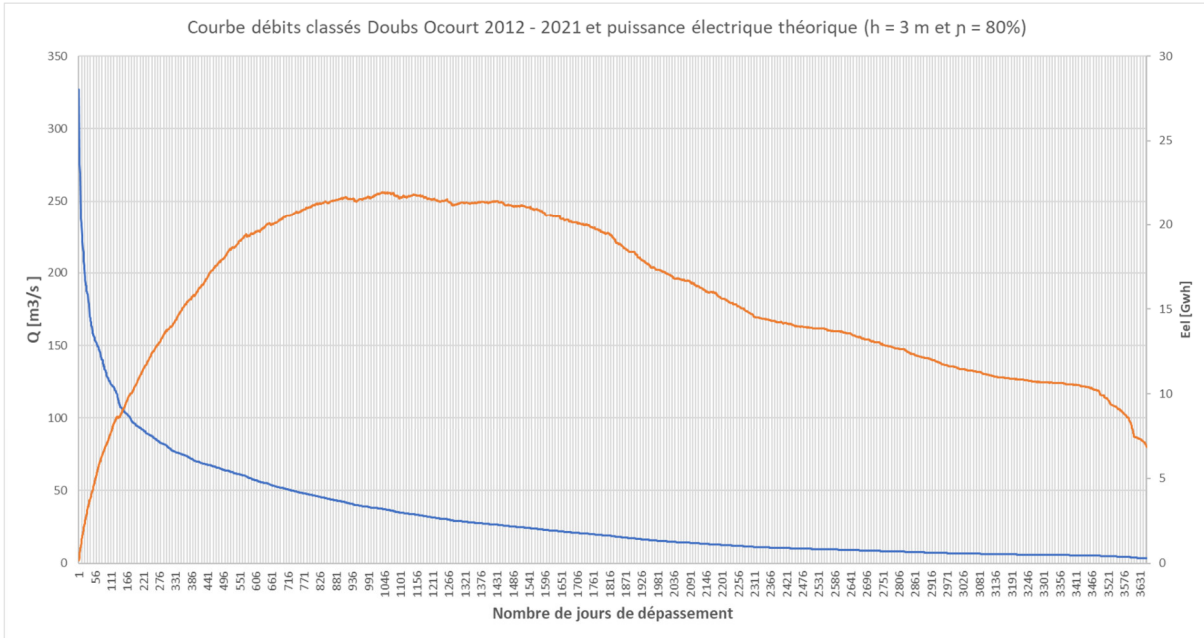


Figure 3.1 Courbe des débits classés en bleu et courbe de l'énergie théorique produite sur 10 ans (2012 – 2021) en rouge.

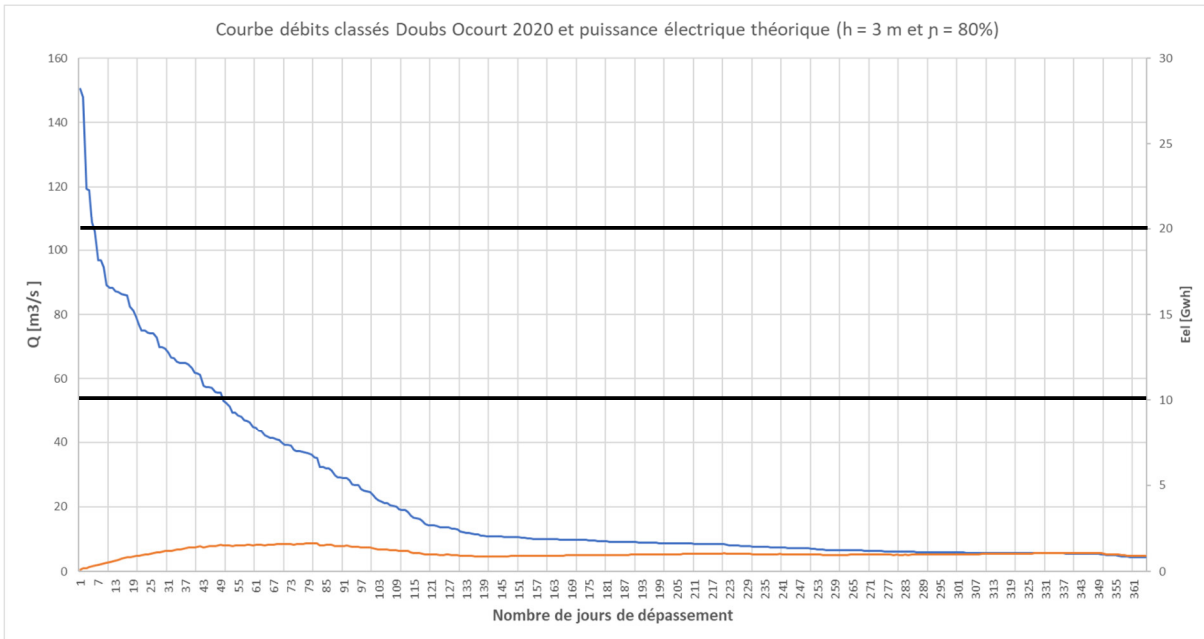


Figure 3.2 Courbe des débits classés en bleu et courbe de l'énergie théorique annuelle pour l'année 2020 en rouge. Les traits horizontaux noirs indiquent les limites de l'art. 8 OEn (10 GWh et 20 GWh).

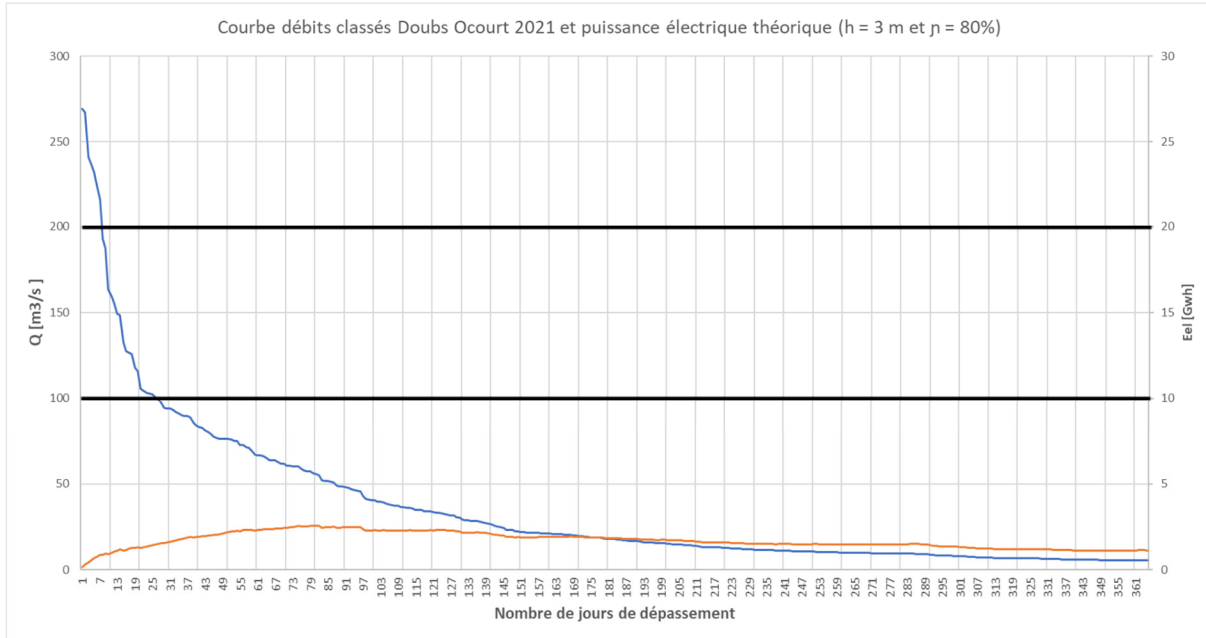


Figure 3.3 Courbe des débits classés en bleu et courbe de l'énergie théorique annuelle pour l'année 2021 en rouge. Les traits horizontaux noirs indiquent les limites de l'art. 8 OEné (10 et 20 GWh).

Les graphes ci-dessus et le Tableau 3.3 ci-dessous indiquent une production électrique théorique moyenne annuelle de 1.6 GWh pour la période 2012-2021, de 1.1 GWh pour l'année 2020 et de 1.7 GWh pour l'année 2021, pour une hauteur de chute de 3 m et un rendement de 80%. En admettant un fonctionnement annuel continu (8'760 h/an), la puissance électrique théorique se situe entre 122 kW pour une année sèche (2020) et 194 kW pour une année à fort débit (2021) avec une hauteur de chute de 3 m et un rendement de 80%.

Les calculs ont été effectués pour différentes hauteurs de chute et des coefficients de rendement de 70% et 80%. Les niveaux de production électrique théoriques obtenus et les puissances théoriques sont les suivants :

Production électrique moyenne annuelle sur 10 ans [GWh] et puissance électrique [kW]					
Rendement	80%			70%	
Hauteur chute [m]					
3.5	1.8 [GWh]	209 [kW]		1.6 [GWh]	183 [kW]
3	1.6 [GWh]	179 [kW]		1.4 [GWh]	157 [kW]
2.5	1.3 [GWh]	149 [kW]		1.1 [GWh]	131 [kW]

Production électrique moyenne annuelle pour l'année 2020 [GWh] et puissance électrique [kW]					
Rendement	80%			70%	
Hauteur chute [m]					
3.5	1.2 [GWh]	142 [kW]		1.1 [GWh]	124 [kW]
3	1.1 [GWh]	122 [kW]		0.9 [GWh]	107 [kW]
2.5	0.9 [GWh]	101 [kW]		0.8 [GWh]	89 [kW]

Production électrique moyenne annuelle pour l'année 2021 [GWh] et puissance électrique [kW]					
Rendement	80%			70%	
Hauteur chute [m]					
3.5	2.0 [GWh]	227 [kW]		1.7 [GWh]	198 [kW]
3	1.7 [GWh]	194 [kW]		1.5 [GWh]	170 [kW]
2.5	1.4 [GWh]	162 [kW]		1.2 [GWh]	142 [kW]

Tableau 3.3 Production électrique théorique annuelle [GWh/an] et puissance électrique (calculée en divisant la production annuelle par 8'760 h).

Ces valeurs ont été calculées sans pertes de débit due à une infrastructure annexe (passe à poissons par exemple). Avec une passe à poissons, la perte de débit turbinable est estimée à 5 m³/s en continu, tenant compte du débit transitant dans l'ouvrage de franchissement piscicole ainsi que d'un débit nécessaire pour obtenir perpétuellement une lame d'eau sur la crête du seuil pour des raisons paysagères (conditions similaires fixées par la CFNP pour le seuil amont du Moulin Grillon à St-Ursanne). Cette diminution de débit turbinable occasionne une perte de production électrique estimée à 30%.

Cette perte importante est liée aux faibles débits observés dans le Doubs (débit < 5 m³/s) qui ne permettrait pas le turbinage durant plus de 15 jours/an en moyenne ces 10 dernières années avec une passe à poissons. Une diminution du débit turbinable de 5 m³/s occasionne aussi une perte d'~50 jours/an de turbinage à pleine puissance. Pris avec une chute de 3 m et un rendement de 80%, les débits du Doubs mesurés ces 10 dernières années permettraient une production électrique théorique moyenne annuelle de 1.6 GWh/an. Avec une passe à poissons, cette production s'abaisse à 1.1 GWh/an, soit une perte d'~30%.

Rendement	80%		80%	
Hauteur chute [m]	Sans passe à poissons		Avec passe à poissons (- 5 m ³ /s)	
3	1.6 [GWh]	179 [kW]	1.1 [GWh]	126 [kW]

Tableau 3.4 Production électrique théorique annuelle et puissance électrique sans et avec passe à poissons.

Les résultats présentés ci-dessus montrent qu'avec les débits du Doubs relevés ces 10 dernières années, la production électrique théorique escomptée serait inférieure à 2 GWh/an pour des années à fort débit et proche de 1 GWh/an pour des années à faible débit. La puissance électrique se situe entre 100 et 200 kW pour une hauteur de chute de 3 m selon les années. Ces calculs ne prennent pas en compte le débit à réserver pour un ouvrage de franchissement (passe à poissons exigée en cas de production électrique) et constituent dès lors des valeurs maximales à considérer dans l'appréciation de l'intérêt de production.

3.5 Appréciation du potentiel de production électrique

Les résultats présentés aux chapitres précédents montrent que la production électrique maximale possible au seuil de Bellefontaine, sans rehaussement du seuil, sans tronçon à débit résiduel et sans éclusées se situe entre 1 et 2 GWh/an. L'intérêt national de production de 10 GWh/an selon l'art. 8 OEna n'est donc clairement pas atteint. Même avec les hypothèses les plus favorables (hauteur de chute de 5 m, débit de turbinage de 10 m³/s toute l'année, rendement de 80%), la production électrique annuelle resterait inférieure à 5 GWh (~3.4 GWh/an selon les calculs).

Appliqué sur un tronçon d'1 km selon la méthode d'estimation du potentiel hydroélectrique de l'OFEN [11], le potentiel hydroélectrique du Doubs serait de 0.9 kW/m pris avec un débit moyen annuel de 30 m³/s et une chute maximale de 3 m. Les calculs plus réalistes avec des débits turbinés de 5 et 10 m³/s (cf. Chapitre 3.3) montrent un potentiel hydroélectrique du tronçon du Doubs à Bellefontaine inférieur à 0.2 kW/m, donc faible selon la classification de l'OFEN et du rapport explicatif du PDirC.

Catégorie	Valeur minimale [kW/m]	Valeur maximale [kW/m]	Catégorie	Valeur minimale [kW/m]	Valeur maximale [kW/m]
Très faible	0.0	0.1	Exclusion	0.0	0.05
Faible	0.1	0.3	Faible	0.05	0.2
Moyen	0.3	1.0	Moyen	0.2	0.6
Elevé	1.0	3.0	Elevé	0.6	10.0
Très élevé	3.0	60.0			

Tableau 3.5 Catégorie du potentiel électrique d'un cours d'eau selon l'OFEV à gauche et selon le Canton du Jura à droite. Source : Rapport explicatif fiche 5.10 [2].

L'intérêt national de production électrique n'est pas atteint à Bellefontaine en moyenne de production annuelle (GWh). La puissance électrique (kW) envisageable dans les conditions fixées peut être considérée comme faible.

Production électrique	
<p>Argumentaire :</p> <p>Intérêt national de 10 GWh/an non atteint (1 à 2 GWh/an)</p> <p>Faible potentiel de production hydroélectrique (100 à 200 kW sur 1'000 m)</p>	<p>Appréciation :</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Faible"/> <input checked="" type="button" value="Moyen"/> <input type="button" value="Elevé"/> </p>

3.6 Coûts d'investissement et rentabilité économique

Il existe plusieurs méthodes de calcul permettant d'estimer les coûts d'investissement et d'apprécier la rentabilité d'une centrale hydroélectrique. Le manuel de l'OFEN sur les petites centrales hydrauliques [8], ainsi que le module III – Aspects économiques de Suisse énergie [12] donnent des statistiques de prix de revient et de coûts d'investissement d'installations en fonction de la hauteur de chute et de la puissance turbinable. Les graphiques utilisés pour calculer les paramètres économiques d'une nouvelle centrale hydraulique à Bellefontaine sont présentés et commentés ci-après.

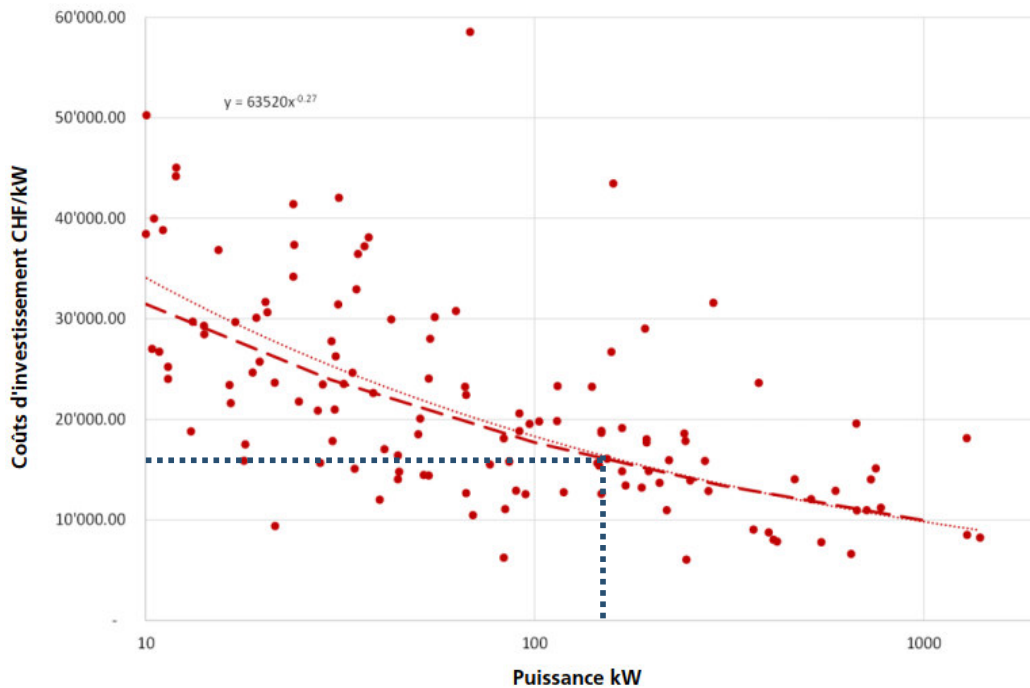


Figure 3.4 Coûts d'investissement en fonction de la puissance de la centrale hydraulique. Source : Suisse énergie [12].

Le graphique ci-dessus indique, pour le cas de Bellefontaine avec une puissance maximale admise de 200 kW (cf. Chapitre 3.4), que l'investissement nécessaire serait de l'ordre de 3 mio de CHF (~15'000 CHF * 200 kW). Ce montant constitue une estimation basée sur une moyenne des coûts indiqués dans les études préliminaires de projet d'autres petites centrales hydrauliques. La structure du seuil de Bellefontaine est endommagée et vieillissante. Datant de 1892, le seuil a été remis en état en 1901 lors de la mise en fonction de l'usine hydroélectrique. Aucun entretien du seuil n'a été effectué depuis le début du siècle passé. Une expertise a été réalisée en 1954 après la rénovation de la centrale hydroélectrique. A l'époque, les coûts de réfection du seuil avaient été estimés entre 4.2 et 5.2 mio de CHF. Ces montants ne pouvaient être supportés par la capacité de production électrique annuelle et le droit de force hydraulique a été abandonné en 1975 [5]. Le montant de 3 mio de CHF estimé ci-dessus correspond donc à une valeur minimale et concerne uniquement

la construction d'une nouvelle centrale. La réfection partielle ou totale du seuil, qui semble nécessaire selon les expertises antérieures, augmenterait considérablement les coûts.

Le graphique ci-dessous permet d'apprécier les coûts de production moyens en fonction de la hauteur de chute et de la puissance installée. Appliqué au cas de Bellefontaine, on constate que le coût de revient du kWh serait particulièrement élevé en raison notamment de la faible hauteur de chute disponible.

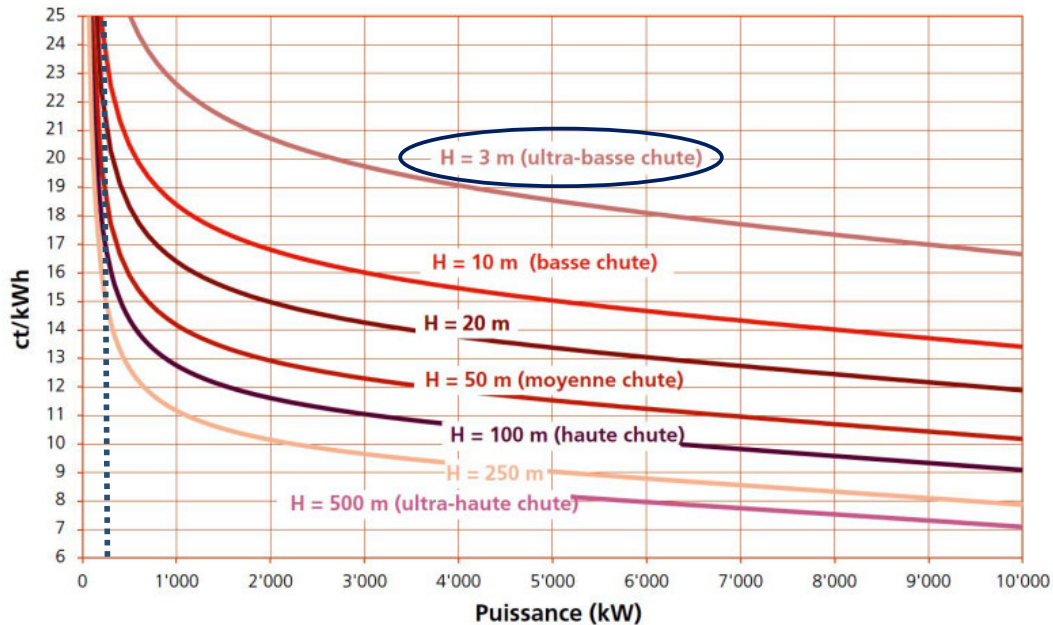


Figure 3.5 Coût de revient par kWh en fonction de la puissance de la centrale hydraulique. Source : Suisse énergie [12].

Dans le cas de Bellefontaine, avec une hauteur de chute de 3 m et une puissance installée de 200 kW, le prix de revient du kWh serait clairement supérieur à 25 ct. selon le graphique ci-dessus, soit un montant particulièrement élevé pour répondre de manière concurrentielle aux exigences du marché.

Selon un autre moyen de calcul de Suisse Energie [12], les frais de fonctionnement annuels (coûts d'exploitation et d'entretien, coûts du capital comprenant notamment l'amortissement et les intérêts, puis les taxes) s'élèvent à ~8% des coûts d'investissement (3 mio CHF) dans un cas optimal, soit ~250'000 CHF/an, correspondant à ~25 ct/kWh (calculé sur la production annuelle de 1 GWh, ce qui correspond au tableau ci-dessus). Avec une réfection du seuil estimée à 5 mio de CHF lors d'anciennes expertises, l'investissement total s'élèverait à 8 mio de CHF, soit ~650'000 CHF/an. Le coût de revient du kWh (> 60 ct/kWh) atteindrait un niveau non supportable économiquement, même dans les meilleures conditions du marché.

Ces 2 manières de calculer selon Suisse Energie [12] montrent un coût de revient minimum d'~25 ct/kWh.

Selon l'art. 24 de la Loi fédérale sur l'énergie LEne, une contribution à l'investissement n'est possible que pour des centrales hydroélectriques d'une puissance située entre 300 kW et 10 MW. Avec une puissance maximale théorique de 200 kW, une contribution à l'investissement ne serait manifestement pas envisageable à Bellefontaine. Au vu des conditions actuelles, l'amortissement des installations (y compris des frais de fonctionnement) reposerait donc essentiellement sur le système de rétribution à l'injection (SRI, anciennement RPC) calculé à partir du prix du marché de l'électricité.

Les coûts de production de l'électricité avec une potentielle centrale hydraulique à Bellefontaine seraient élevés par rapport à d'autres sources d'énergie [13]. Néanmoins, avec l'augmentation du prix de l'énergie constatée entre 2021 et 2022 dans le contexte géopolitique européen, il y a actuellement un intérêt économique croissant à réhabiliter d'anciens sites de production électrique. Par contre, si le prix du marché de l'électricité devait retrouver le niveau d'avant 2021, la rentabilité de petites centrales hydroélectriques comme celle qui pourrait être installée à Bellefontaine resterait précaire. Pour mémoire, les quelques producteurs intéressés à la réhabilitation des installations de Bellefontaine ont tous abandonné leurs projets notamment pour ce motif (cf. Chapitre 1.2).

Rentabilité économique	
Argumentaire :	Appréciation :
Rentabilité difficile à assurer à long terme selon le coût de production au kWh	<div style="text-align: center;">▼</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Faible Moyen Elevé </div>

3.7 Synthèse des intérêts d'utilisation

Les calculs du potentiel de production montrent que le site de Bellefontaine pourrait produire 1 à 2 GWh/an d'électricité en maintenant le seuil dans sa configuration actuelle. Une telle production correspond à la consommation d'~500 ménages (consommation annuelle moyenne de 4'000 kWh/an/ménage), soit moins du 0.5% des besoins annuels cantonaux en électricité (~500 GWh/an). Pour mémoire, les calculs réalisés par le passé pour des projets de réhabilitation du seuil de Bellefontaine, qui ne respectaient cependant pas les conditions-cadre fixées par l'ARE et par la fiche 5.10 du PDirC (cf. Chapitre 1.1), atteignaient des productions annuelles de 4.5 GWh (projet SolE de 2006) et 6.5 GWh (projet BCF Hydro de 2010).

L'intérêt national de production (10 GWh/an) selon l'art. 8 OEné ne peut clairement pas être atteint avec les conditions fixées dans la fiche 5.10 du PDirC et rappelées dans l'accord administratif (pas de rehaussement seuil, pas de tronçon à débit résiduel et pas d'éclusée).

La production hydroélectrique cantonale atteint 41 GWh/an ces dernières années selon la fiche 5.10 du PDirC. La production escomptée à Bellefontaine représenterait donc une part d'environ 2 à 5 % de la production cantonale. La réhabilitation de la production électrique à Bellefontaine permettrait d'atteindre le 20% des objectifs cantonaux de production hydroélectrique supplémentaire (+ 10 GWh/an d'ici 2035).

Le type de centrale découlant des conditions fixées dans l'accord administratif (turbine au fil de l'eau) induit un prix de revient au kWh élevé (> 25 ct/kWh) en comparaison avec d'autres centrales plus puissantes et avec une hauteur de chute plus élevée.

Synthèse des intérêts d'utilisation	
Argumentaire :	Appréciation :
Intérêt national de production pas atteint selon art.8 OEné et faible potentiel de production électrique	<div style="text-align: center;">▼</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Faible Moyen Elevé </div>
Rentabilité difficile à assurer à long terme (coûts de production élevés, > 25 ct/kWh)	<div style="text-align: center;">▼</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Faible Moyen Elevé </div>
Participation à 20% des objectifs cantonaux de production hydroélectrique supplémentaire du PDirC	<div style="text-align: center;">▼</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Faible Moyen Elevé </div>
Production de moins du 0.5% des besoins cantonaux en électricité	<div style="text-align: center;">▼</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Faible Moyen Elevé </div>

La détermination du potentiel de production électrique suggère que l'intérêt d'utilisation du Doubs pour la production hydroélectrique est globalement faible sur le site de Bellefontaine et qu'il ne peut clairement pas atteindre le niveau d'importance nationale défini dans l'OEné.

4 Intérêts de protection

4.1 Contexte environnemental

Bellefontaine se situe dans un contexte environnemental de grande valeur écologique, le long d'une rivière naturelle « Le Doubs » et dans une vallée inscrite à plusieurs inventaires régionaux, nationaux et internationaux. Ce contexte particulier n'a jusqu'ici pas permis aux instances fédérales et cantonales de trancher sur une réhabilitation ou non de la production d'électricité.

L'étude se base essentiellement sur les relevés et les inventaires existants. Aucune étude complémentaire, ni relevé de terrain spécifique n'a été effectué dans le cadre de la présente évaluation. L'extrait du Géoportail jurassien ci-dessous indique de manière générale la présence de nombreux objets naturels dignes d'intérêt et/ou protégés dans le secteur de Bellefontaine (des extraits de carte sont repris par domaine dans les chapitres ci-dessous) :

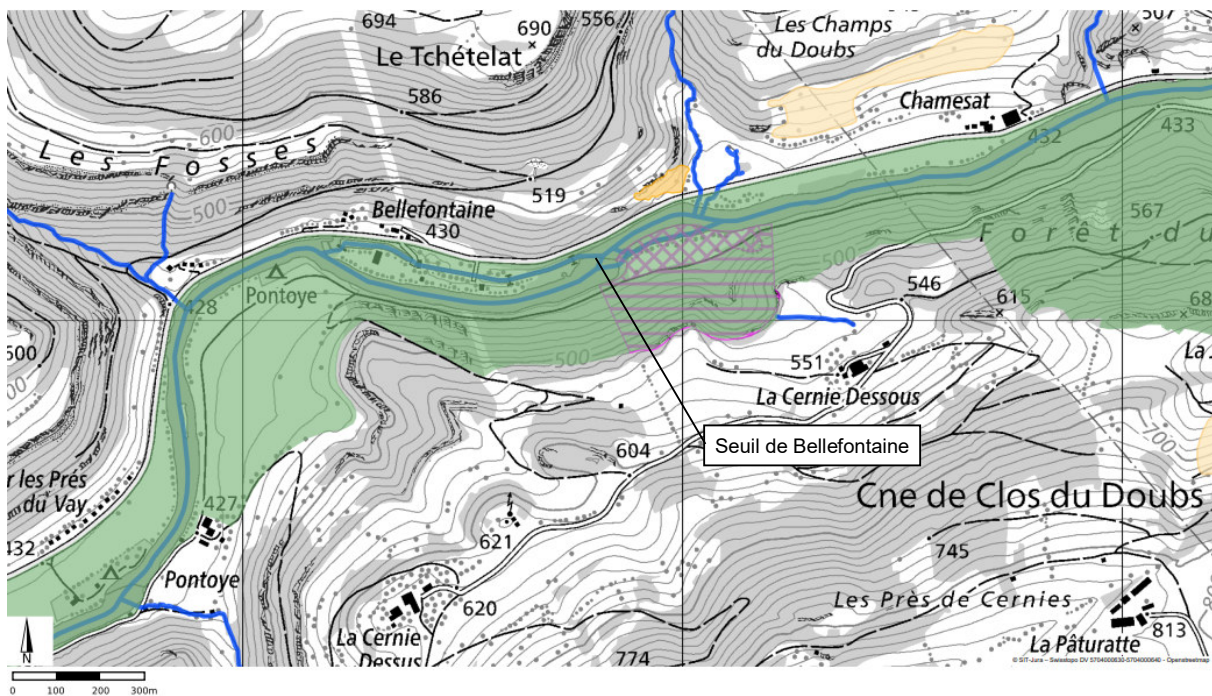


Figure 4.1 Carte regroupant tous les objets naturels dignes d'intérêt dans les environs de Bellefontaine. La surface verte en transparence regroupe plusieurs objets (IFP, réserve naturelle et site Émeraude). Source : Géoportail JU.

Selon la recommandation de l'OFEV relative à l'élaboration de stratégies cantonales de protection et d'utilisation dans le domaine des petites centrales hydroélectriques [7], les intérêts de protection sont étudiés à l'aide de différents critères listés au chapitre 2.3. Ces intérêts sont décrits dans les chapitres ci-dessous en 2 groupes distincts : intérêts de protection liés à des inventaires fédéraux ou cantonaux et autres intérêts de protection.

Comme indiqué au chapitre 2, seuls les intérêts de protection liés à des inventaires fédéraux ou cantonaux sont évalués selon l'échelle d'appréciation : faible, moyen, élevé, très élevé. Les autres intérêts de protection sont appréciés selon leurs caractéristiques locales en lien avec le site de Bellefontaine au moment de l'étude.

4.2 Intérêts de protection classés à des inventaires

4.2.1 Paysages, sites et monuments naturels (IFP)

Bellefontaine est situé dans le périmètre d'un site inscrit à l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale IFP n°1006 Vallée du Doubs.

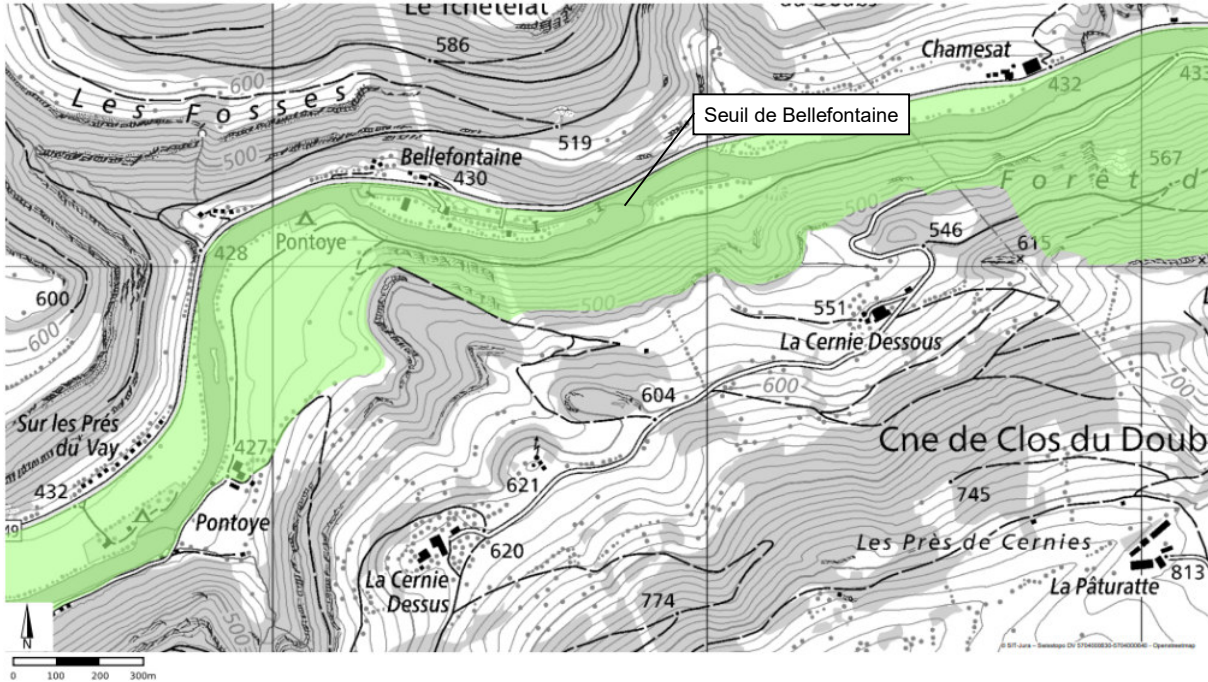


Figure 4.2 Périmètre de l'IFP n°1006 Vallée du Doubs. Source : Géoportail JU.

Cette région qui s'étend sur ~40 km² a été classée à l'inventaire pour les raisons suivantes :

1. Paysage fluvial naturel et sauvage
2. Profonde vallée encaissée dans une succession de dépressions synclinales
3. Important milieu fluvial abritant des espèces rares de poissons
4. Rivière à dynamique complexe avec méandres
5. Associations végétales très variées
6. Importants milieux naturels pour la flore et la faune
7. Vastes forêts de pente et ravins

La description du site IFP est détaillée dans la fiche de l'Annexe C. Le site de Bellefontaine est certes associé un historique industriel qui a laissé des traces sur le Doubs et ses abords, mais le type de paysage des environs est caractéristique et peu commun dans la région et en Suisse, d'où sa présence à l'inventaire. Compte tenu de la surface importante de cet objet et la portée générale des objectifs de l'IFP, une modification localisée au niveau du seuil existant serait peu significative sur l'IFP en général.

Les objectifs et l'intérêts de protection restent toutefois élevés, mais a priori, certains objectifs ne sont pas totalement incompatibles avec le maintien des éléments anthropiques existants (conserver le paysage rural avec ses bâtiments typiques, conserver les éléments historiques caractéristiques par ex.).



Figure 4.3 Seuil de Bellefontaine et Doubs en amont du seuil avec des berges naturelles et boisées.



Figure 4.4 Vallée du Doubs en aval de l'ancienne usine avec pentes boisées.

Le site de Bellefontaine ne permet toutefois pas d'atteindre tous les objectifs de protection définis dans la fiche descriptive de l'IFP n°1006 (Annexe C). En effet, la dynamique fluviale du Doubs est fortement influencée par le seuil qui crée une zone lenticule sur plus d'1 km en amont de Bellefontaine. Cette zone d'eau calme n'est pas caractéristique du Doubs dans ce secteur.

Les fonctions écologiques de la rivière, ainsi que sa biocénose (notamment sa faune piscicole) sont également perturbées par le seuil qui empêche actuellement la remontée piscicole et perturbe les échanges longitudinaux.

A Bellefontaine, l'atteinte du seuil pourrait être considérée comme grave sur l'IFP (selon la terminologie de la méthodologie OFEV), car sa présence, dans la configuration actuelle, ne permet pas d'atteindre les objectifs de protection.

Paysages, sites et monuments naturels (IFP)	
<p>Argumentaire :</p> <p>Site naturel et paysager unique et de valeur particulièrement élevée</p> <p>Objectifs de protection de l'IFP non atteints en raison du seuil</p>	<p>Appréciation :</p> <p>Faible Moyen Elevé Très élevé</p>

4.2.2 Site de reproduction de batraciens (IBN)

Le seuil de Bellefontaine se situe à l'extérieur, mais à proximité immédiate d'un site de reproduction des batraciens d'importance nationale (sites IBN n° JU 6604 Bellefontaine). La rive gauche du Doubs en amont du seuil de Bellefontaine y est inscrite depuis 2001. Les espèces de batraciens suivantes ont été observées lors de l'établissement de l'inventaire (cf. fiche de l'inventaire en Annexe D) :

- ◆ Triton alpestre *Ichtiosaura alpestris*, non menacé au niveau suisse (LC)
- ◆ Triton palmé *Lissotriton helveticus*, menacé d'extinction (VU)
- ◆ Crapaud accoucheur *Alytes obstetricans*, en danger d'extinction (EN)
- ◆ Crapaud commun *Bufo bufo*, menacé d'extinction (VU)
- ◆ Grenouille rousse *Rana temporaria*, non menacé au niveau suisse (LC)

L'inventaire est relativement ancien et aucun recensement plus récent n'a été effectué. La rive gauche du Doubs en amont du seuil est inscrite à l'IBN principalement en raison du bras secondaire du Doubs qui présente des biotopes humides favorables à la reproduction des batraciens.

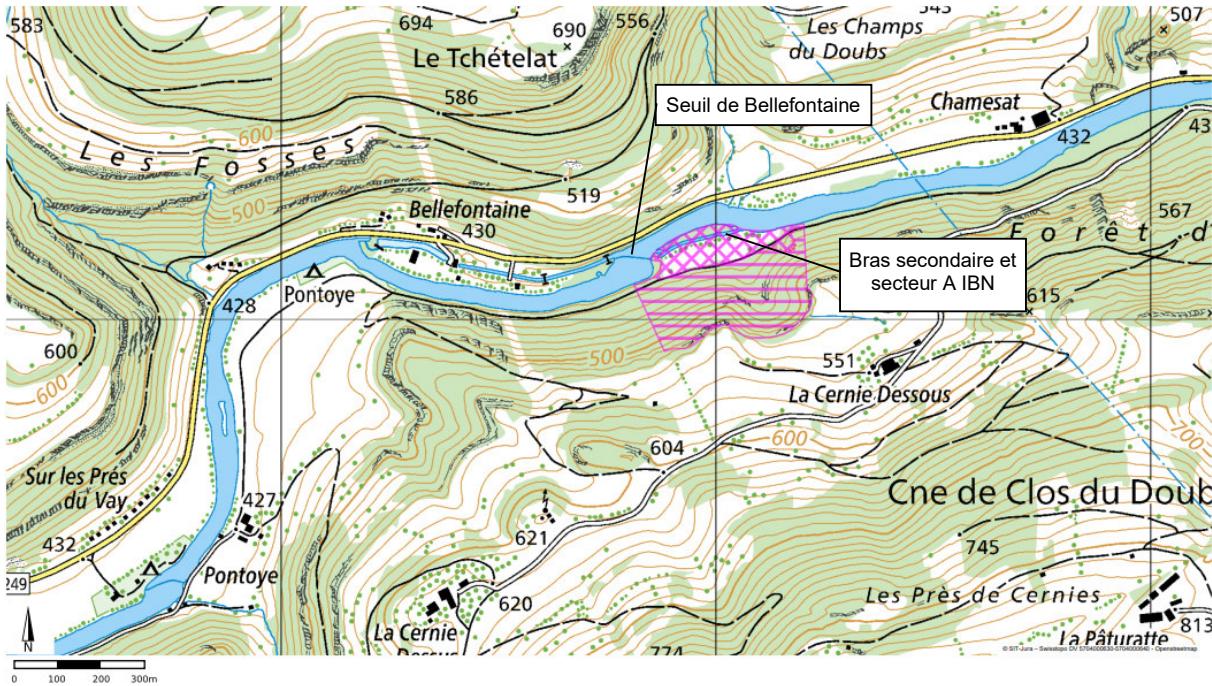


Figure 4.5 Site IBN en amont du seuil en rive gauche avec secteur A (site de reproduction) en quadrillé et secteur B (habitat terrestre) en hachuré horizontal. Source : Géoportail JU.

La présence du site IBN semble liée à la retenue d'eau du seuil de Bellefontaine (selon Lucchina, 2012 [5]). Le niveau d'eau du bras secondaire correspond au niveau d'eau du Doubs. Un abaissement du seuil pourrait influencer négativement la qualité de l'IBN selon l'évaluation donnée par J. Lucchina dans son travail. Toute intervention au niveau du seuil exercerait manifestement une influence sur la qualité du site IBN.

Même si le seuil est situé en dehors du site IBN, il influence sa qualité. L'intérêt de protection de cet objet est dans tous les cas élevé, bien que des mesures peuvent être envisagées pour limiter ou compenser les atteintes.

Site de reproduction de batraciens (IBN)	
<p>Argumentaire :</p> <p>Site IBN peu influencé en cas de maintien du seuil</p> <p>Atteinte prévisible sur le site IBN en cas d'intervention sur le seuil</p>	<p>Appréciation :</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p style="text-align: center;"> <input type="radio"/> Faible <input checked="" type="radio"/> Moyen <input checked="" type="radio"/> Elevé <input type="radio"/> Très élevé </p>

4.2.3 Site Emeraude

Le réseau européen Emeraude a pour vocation de protéger les espèces et les milieux naturels de valeur écologique particulièrement élevée. Les sites Emeraude sont définis par le Comité permanent de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne [16]). Le site Emeraude «CH02 – Clos du Doubs» concerne un périmètre d'~20 km² correspondant au périmètre IFP dans le secteur de Bellefontaine (cf. Figure 4.2). On y dénombre 259 espèces prioritaires pour la Suisse. Parmi elles, 67 espèces présentent une priorité élevée à très élevée au niveau national, notamment trois espèces d'odonates, sept plécoptères, neuf éphéméroptères, six trichoptères, trois mollusques, une écrevisse, onze poissons, un cyclostome.


L'annexe 3 de la convention de Berne liste les espèces de la faune strictement protégées et protégées. Parmi les espèces strictement protégées, on trouve l'apron *Zingel asper*, espèce emblématique du Doubs. La convention de Berne a émis des recommandations, notamment la recommandation n°169 adoptée en 2013 par le Comité permanent (cf. Annexe G). Cette recommandation demande notamment aux pays signataires (France et Suisse) :

- ◆ d'améliorer et d'assurer la mise en œuvre des mesures nécessaires pour maintenir ou restaurer, dans un état de conservation favorable, le milieu naturel et la population de l'Apron (*Zingel asper*) à l'horizon 2016, dans le secteur transfrontalier du Doubs en Suisse et en France, (...);
- ◆ d'améliorer la qualité écologique du site Emeraude CH02 - Clos du Doubs/Saint-Ursanne (...) 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 (...) qui revêtent une importance majeure pour l'Apron (*Zingel asper*) et pour d'autres espèces protégées;
- ◆ de rétablir, en priorité, la connectivité entre les habitats vitaux pour l'Apron (*Zingel asper*), en particulier dans le secteur de Saint-Ursanne, notamment en éliminant rapidement les obstacles ou, si ce n'est pas légalement ni techniquement réalisable, en réalisant rapidement des moyens efficaces permettant d'atténuer l'impact du blocage des couloirs de migration de l'amont vers l'aval et inversement;
- ◆ de rechercher des solutions pour restaurer la dynamique naturelle du cours d'eau, surtout dans les secteurs concernés par des micro-producteurs d'électricité privés;

Afin de répondre à la recommandation n°169, la Confédération et les cantons de Neuchâtel et du Jura ont développé un plan d'action national en faveur du Doubs, dans le but de rétablir le bon fonctionnement des écosystèmes liés au Doubs et de pérenniser l'unique population d'apron vivant dans le Doubs. Ce plan d'action national en faveur du Doubs comprend le plan de gestion du site Emeraude « Clos du Doubs ».

Parmi les mesures du plan d'action, la mesure « 304 – Rétablir la migration du poisson au seuil de Bellefontaine » concerne particulièrement l'objet de la présente étude (Annexe H). L'intérêt lié à l'assainissement de la migration piscicole est traité dans les autres intérêts de protection décrits au chapitre 4.3.4.

Le site Emeraude «CH02 – Clos du Doubs» est protégé par décret cantonal (réserve naturelle du Doubs) et fait intégralement partie de l'IFP Vallée du Doubs. Vu la valeur écologique élevée qu'implique la classification de la vallée du Doubs dans le site Emeraude, le secteur de Bellefontaine, qui fait partie du réseau Emeraude, a donc un intérêt de protection élevé.

Site Emeraude	
<p>Argumentaire :</p> <p>Le site de Bellefontaine fait partie d'un ensemble de milieux naturels de valeur écologique élevée</p>	<p>Appréciation :</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">Faible</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; background-color: #0070C0; color: white;">Moyen</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; background-color: #0070C0; color: white;">Elevé</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; background-color: black; color: white;">Très élevé</div> </div>

4.2.4 Réserve naturelle cantonale

Les infrastructures de Bellefontaine (seuil, canal d'amenée d'eau et ancienne centrale hydraulique) se situent dans le périmètre de la réserve naturelle cantonale du Doubs.

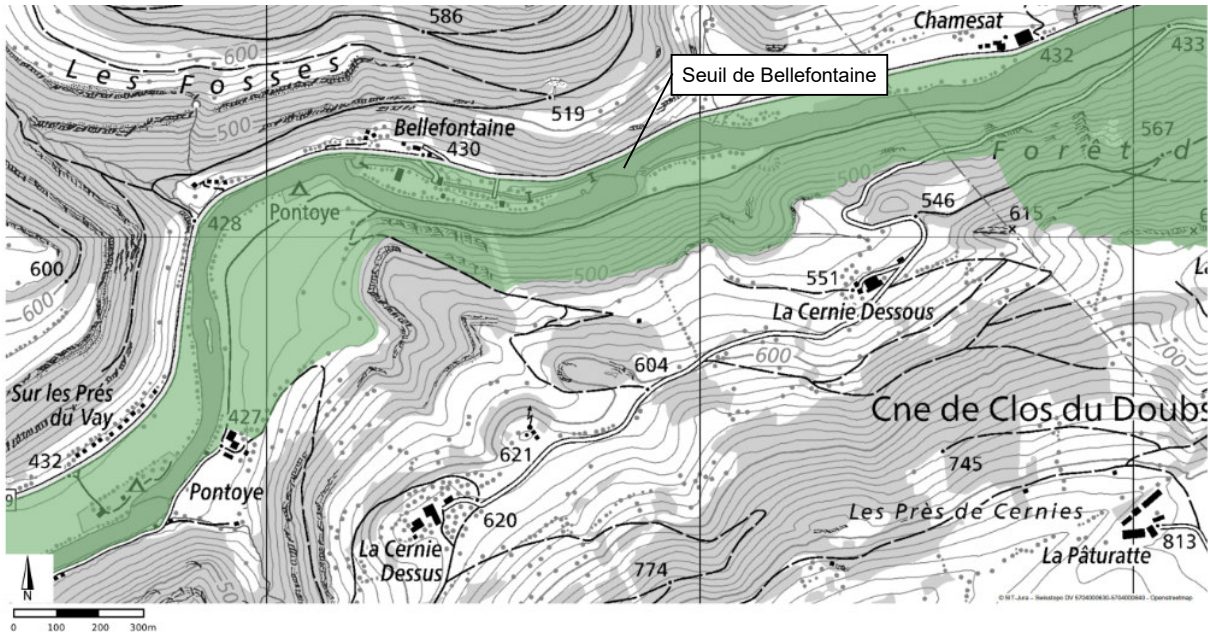


Figure 4.6 Réserve naturelle cantonale du Doubs dans le secteur de Bellefontaine. Source : Géoportail JU.

Cette réserve est liée à l'arrêté 451.311 qui met le Doubs et ses environs situés sur le territoire jurassien sous la protection de la République et Canton du Jura (cf. Annexe E). L'arrêté indique des dispositions de protection et interdit, à l'art. 3, toute modification de l'état naturel de la réserve, comme :

- ◆ ériger des constructions, ouvrages ou installations
- ◆ déposer ou abandonner des déchets
- ◆ camper, dresser des abris, garer et laver des véhicules, ...
- ◆ souiller les eaux ou y déverser des eaux usées
- ◆ perturber les animaux
- ◆ endommager la végétation
- ◆ troubler la tranquillité
- ◆ plonger à l'aide de moyens techniques
- ◆ chasser sous l'eau
- ◆ naviguer en bateau à moteur.

La réhabilitation du seuil de Bellefontaine à des fins de production d'énergie hydraulique entre en contradiction avec l'art. 3 de l'arrêté (ériger des constructions, ouvrages ou installations et perturber les animaux). Cette réhabilitation pourrait être autorisée exceptionnellement si elle est conforme à la planification en matière d'aménagement du territoire (PDirC par exemple), étant donné que l'exploitation de la force hydraulique est imposée par sa destination le long des eaux de surface. Au vu de ce qui précède, la situation de Bellefontaine dans la réserve naturelle cantonale ne semble pas interdire la production d'électricité (exception).

Réserve naturelle cantonale	
<p>Argumentaire :</p> <p>Situation du seuil de Bellefontaine dans la réserve naturelle du Doubs, contradiction partielle avec les objectifs de protection</p>	<p>Appréciation :</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Faible"/> <input checked="" type="button" value="Moyen"/> <input type="button" value="Elevé"/> <input type="button" value="Très élevé"/> </p>

4.2.5 Bas-marais d'importance locale JU-128

Le Canton du Jura a inventorié les zones humides dignes de protection présents sur le territoire cantonal. Actuellement, cet inventaire n'est pas encore officialisé, mais regroupe des milieux naturels protégés au sens de l'annexe 1 de l'Ordonnance fédérale sur la protection de la nature et du paysage OPN.

Un bas-marais présent dans l'inventaire cantonal (objet n° JU-128) est présent en rive droite du Doubs, ~300 m en amont du seuil de Bellefontaine. D'une surface d'~1'000 m², il est composé des associations végétales protégées suivantes :

- ◆ Filipendulion sur ~60% de la surface
- ◆ Magnocaricion sur ~20% de la surface

Ce bas-marais se situe à la confluence de 2 ruisseaux avec le Doubs. Ce milieu humide semble donc lié principalement à ces 2 cours d'eau. L'influence du Doubs et de la retenue d'eau du seuil de Bellefontaine sur le bas-marais n'est pas exclue.

Les associations végétales relevées sont toutefois courantes dans les environs du Doubs (Filipendulion notamment) et ne semblent pas exclusivement liées à la présence de la retenue d'eau. L'intérêt de protection est considéré comme faible.

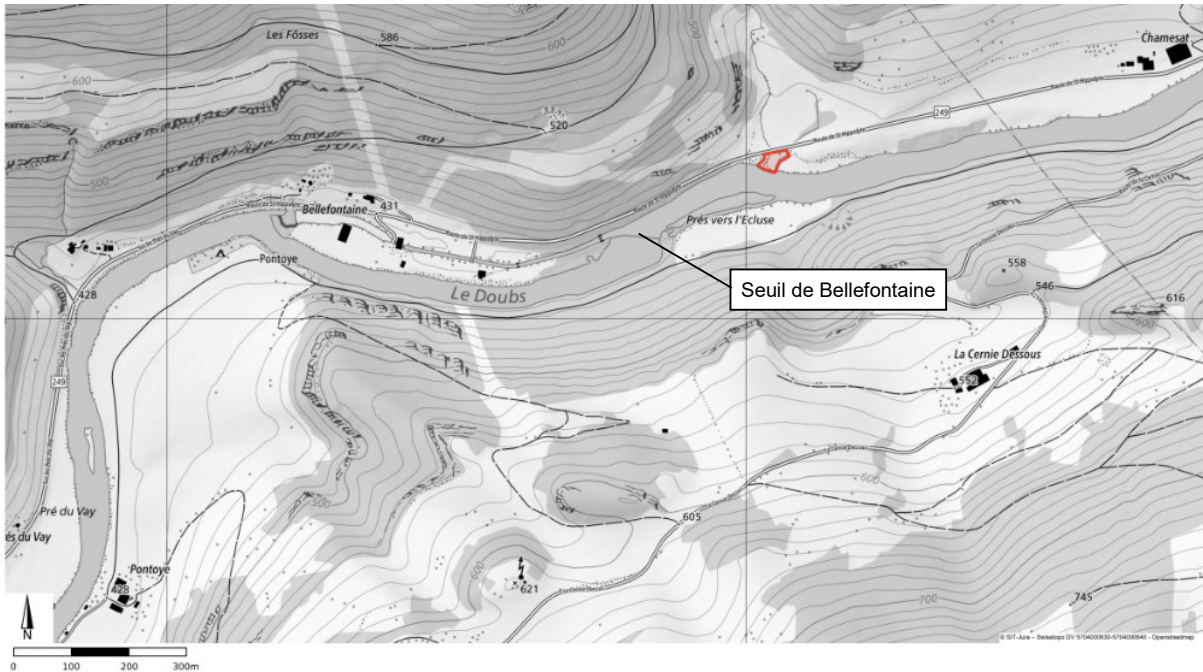


Figure 4.7 Réserve naturelle cantonale du Doubs dans le secteur de Bellefontaine. Source : Géoportail JU.

Bas-marais d'importance locale JU-128	
<p>Argumentaire :</p> <p>Bas-marais peu influencés en cas de maintien du seuil ou d'intervention sur le seuil</p>	<p>Appréciation :</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Faible"/> <input checked="" type="button" value="Moyen"/> <input type="button" value="Elevé"/> <input type="button" value="Très élevé"/> </p>

4.3 Autres intérêts de protection

4.3.1 Parc naturel régional

Bellefontaine se situe dans le parc naturel régional du Doubs (ci-après PNRD) totalisant une surface d'~300 km² sur les cantons de Neuchâtel et du Jura.

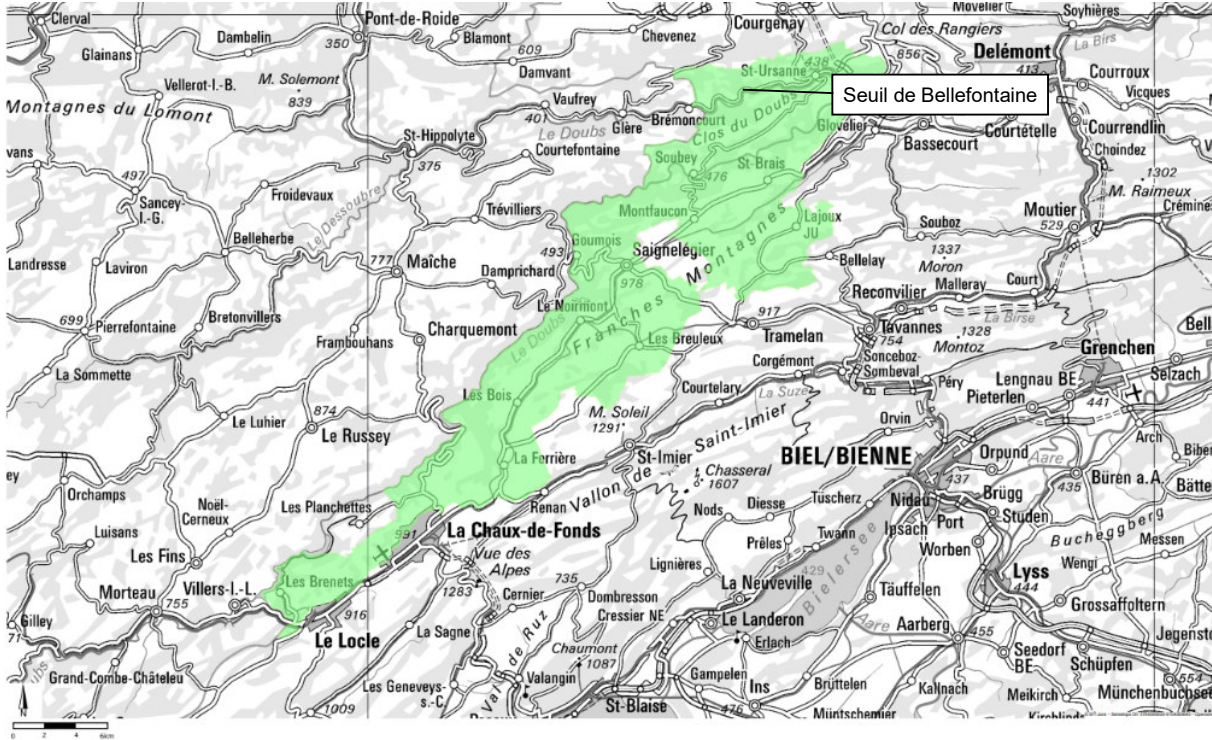


Figure 4.8 Etendue du périmètre du PNRD. Source : Géoportail JU.

Le parc a été labellisé parc naturel d'importance régionale en 2013. Le label a été renouvelé en août 2022 par la Confédération et une nouvelle charte a été rédigée pour une durée de 10 ans (2023-2032). Les objectifs énoncés dans la charte sont les suivants :

- ◆ préservation et la mise en valeur de la nature et du paysage
- ◆ renforcement des activités économiques axées sur le développement durable
- ◆ sensibilisation et éducation au développement durable
- ◆ gestion, coordination et communication du Parc
- ◆ recherche

La réhabilitation du seuil de Bellefontaine pour la production d'énergie hydraulique entre en contradiction avec certains objectifs du parc (préservation de la nature et du paysage), mais répond par ailleurs à d'autres objectifs, notamment celui du renforcement des activités économiques axées sur le développement durable. En tant qu'énergie renouvelable neutre en CO₂, la production d'énergie hydraulique peut être considérée comme une activité économique répondant au concept de développement durable. La production d'énergie hydraulique à Bellefontaine n'entre donc pas en contradiction avec la charte du PNRD.

Parc naturel régional

Evaluation :

Situation du seuil de Bellefontaine dans le parc naturel régional du Doubs, contradiction partielle avec certains objectifs (protection de la nature et du paysage par ex.)

4.3.2 Forêt et milieux naturels terrestres riverains

Le cordon boisé rivulaire présent entre le seuil et l'usine ne se situe pas en secteur forestier.

Seule une portion de cordon boisé située en amont du seuil en rive gauche est incluse en forêt et pourrait être concernée selon l'évolution donnée au site.

Une zone alluviale (Chamesat) est située en rive gauche du Doubs, 1 km en amont du seuil de Bellefontaine.



Figure 4.9 Secteurs forestiers en périphérie de Bellefontaine (surfaces vertes) et zone alluviale de Chamesat (surface jaune). Source : Swisstopo.

La présence de forêt en amont du seuil en rive gauche pourrait concerner les interventions futures envisagées sur le seuil de Bellefontaine. Les défrichements sont interdits par principe selon la loi forestière, avec toutefois des dérogations possibles lorsqu'une justification suffisante peut être apportée.

Compte tenu de la faible pente présente en amont du seuil, la zone alluviale de Chamesat pourrait probablement être influencée selon l'évolution donnée au site de Bellefontaine (répercussion de la modification des niveaux d'eau au niveau du seuil).

Forêt et milieux naturels terrestres riverains

Evaluation :

Petit secteur de forêt et zone alluviale à préserver

4.3.3 Espèces végétales et milieux naturels rares et menacés

Le site de Bellefontaine n'a pas fait l'objet de relevé floristique exhaustif dans le cadre de la présente étude. Le secteur ne semble toutefois pas connu pour accueillir des populations importantes d'espèces végétales rares ou emblématiques du Doubs. Les secteurs de Fritillaire pintade *Fritillaria meleagris*, sont situés plus en amont et Bellefontaine n'est pas concerné par les projets existants de réintroduction de cette espèce.

Les rives du Doubs sont connues pour abriter des espèces végétales rares dans des milieux protégés par les ordonnances cantonales et fédérales sur la protection de la nature (OPN) (cf. Chapitre 4.2.5). La scolopendre ou langue de cerf *Phyllitis scolopendrium* ou l'iris *Iris pseudacorus*, protégées par l'OPN sont par exemple présentes dans le secteur de Bellefontaine. Les rives du Doubs possèdent aussi de nombreux milieux naturels dignes de protection selon l'OPN (mégaphorbiaies, saulaies, aulnaies, ...).

Espèces végétales et milieux naturels rares et menacés

Evaluation :

Présence d'espèces végétales rares et de milieux naturels protégés

4.3.4 Espèces faunistiques rares et menacées - habitats piscicoles particuliers

Le site de Bellefontaine abrite plusieurs espèces faunistiques prioritaires du site Emeraude (cf. Chapitre 4.2.3). En ce qui concerne plus spécifiquement les espèces de la faune aquatique, on trouve notamment dans les espèces prioritaires trois odonates, sept plécoptères, neuf éphéméroptères, six trichoptères, trois mollusques, une écrevisse, onze poissons, un cyclostome. Ces espèces sont listées dans le tableau présent en Annexe I.

Des espèces piscicoles en danger d'extinction sont présentes en Suisse uniquement dans la région du Doubs: il s'agit de l'apron (*Zingel asper*) et de la sofie ou toxostome (*Parachondrostoma toxostoma*). L'ichtyofaune du Doubs comprend plusieurs espèces spécifiques du bassin rhodanien comme l'apron, le toxostome et la truite zébrée (*Salmo rhodanensis*) ainsi qu'une population d'ombre (*Thymallus thymallus*) d'importance nationale.

Le seuil de Bellefontaine fragmente le continuum longitudinal aquatique, notamment pour la faune piscicole. Cependant, de nombreuses espèces aquatiques inféodées aux eaux calmes et stagnantes, parmi lesquelles figurent plusieurs espèces en danger d'extinction, se retrouvent dans la retenue d'eau et le canal d'aménée d'eau (invertébrés aquatiques notamment).

Espèces faunistiques rares et menacées - habitats piscicoles particuliers

Evaluation :

Présence d'espèces faunistiques rares et menacées, dont plusieurs sont en danger d'extinction

4.3.5 Eaux de surface

Plusieurs études sur la qualité physico-chimique des eaux du Doubs ont été menées par le Canton du Jura [18] et l'institut fédéral Suisse des sciences et technologie des eaux (EAWAG) [19]. Le programme d'observation national de la qualité des eaux de surfaces (NAWA) [20], mis en place par l'OFEV, documente plusieurs paramètres physico-chimiques de l'eau du Doubs, notamment grâce à une station de mesure en continu située à Ocourt, à 3 km de Bellefontaine. Les analyses effectuées montrent globalement une bonne qualité des eaux : faible concentration d'éléments azotés, peu ou pas de métaux lourds et peu de micropolluants. Les études concluent à une bonne qualité des eaux du Doubs, mais également à une sensibilité aux températures élevées lors d'étiage par rapport à d'autres cours d'eau. Ceci est dû à la faible lame d'eau présente sur un lit relativement large.

Du point de vue écomorphologique, le tronçon du Doubs en amont et en aval du seuil de Bellefontaine a été classé comme « peu atteint » selon la méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse - écomorphologie – Niveau R (région) [14]. Il n'atteint pas l'état « naturel / semi-naturel » en raison de la faible variabilité de la largeur du lit (notamment pour le tronçon amont en lien direct avec la retenue d'eau) et d'une largeur insuffisante de la berge boisée par rapport à celle du cours d'eau. Cette faible largeur est liée à la présence d'un chemin et d'une route sur les rives.

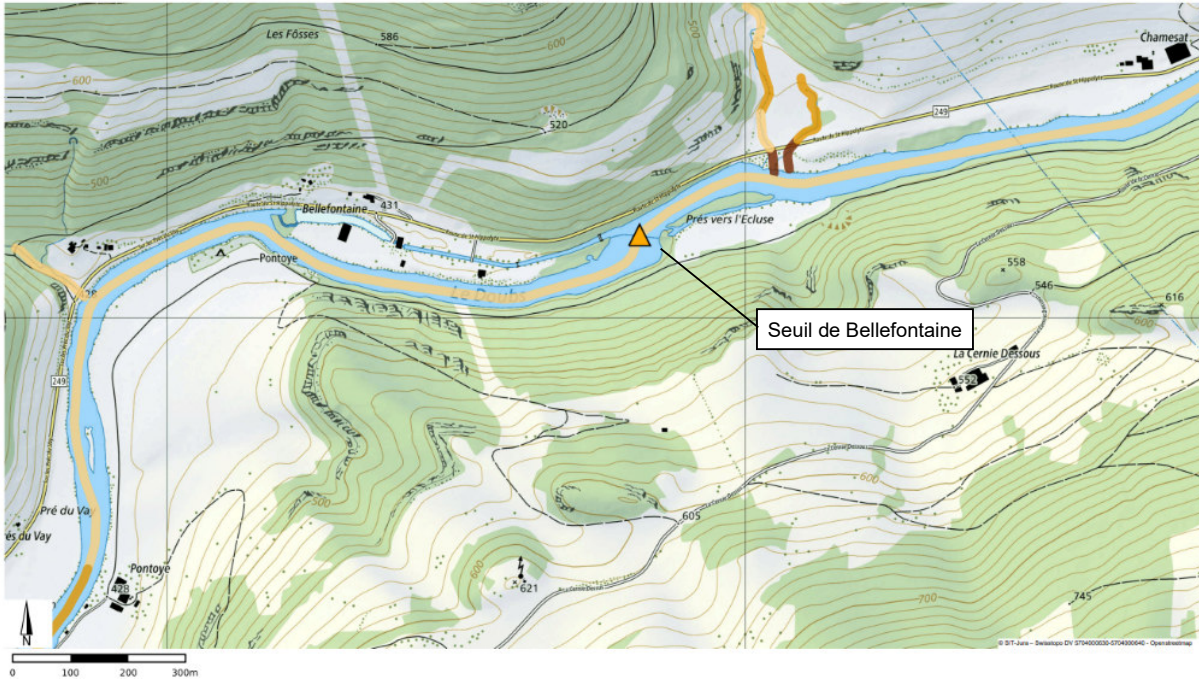


Figure 4.10 Faible bénéfique pour la nature en cas de revitalisation par rapport aux coûts prévisibles (trait beige) et seuil à assainir uniquement pour la migration piscicole (triangle orange) selon la planification stratégique cantonale. Source : Géoportail JU.

Selon la planification stratégique cantonale de revitalisation, le tronçon du Doubs à Bellefontaine est classé comme ayant un faible bénéfique pour la nature et le paysage par rapport aux coûts prévisibles de revitalisation. Ce tronçon n'est donc pas à revitaliser selon la planification stratégique cantonale. L'assainissement du seuil de Bellefontaine est par contre nécessaire pour permettre la migration piscicole.

Concernant le charriage, le passage de matériaux charriés par-dessus le seuil de Bellefontaine n'est possible qu'à partir d'un débit de crue du Doubs de 200 m³/s qui a lieu ~3x par an en moyenne selon les statistiques de débits.

Le seuil de Bellefontaine n'est pas à assainir pour permettre le transport de sédiments selon la planification stratégique cantonale de l'assainissement du régime de charriage (cf. extrait du rapport en Annexe F). Selon l'étude de 2014 du bureau Flussbau AG [15], l'effet du seuil de Bellefontaine sur le régime de charriage est faible et aucune mesure n'est proposée.

Dans la situation actuelle, la présence du seuil impacte la dynamique naturelle du Doubs à l'amont du seuil, sur un linéaire très conséquent, par la création d'une zone où les courants sont ralentis.

Eaux de surface

Evaluation :

Bonne qualité des eaux de surface à préserver

Etat écomorphologique du Doubs peu atteint à Bellefontaine

Faible influence du seuil sur le régime de charriage

Seuil à assainir pour la migration piscicole selon la planification stratégique cantonale

Seuil impactant la dynamique naturelle du Doubs à l'amont

4.3.6 Eaux souterraines

Le site de Bellefontaine est situé en secteur A_u de protection des eaux souterraines, mais est relativement éloigné de sources utilisées pour l'alimentation en eau potable. L'intérêt de protection des eaux souterraines est donc moyen à Bellefontaine. Quelques sources non captées sont présentes dans les environs de Bellefontaine, mais elles ne sont manifestement pas influencées par la rivière.

Eaux souterraines

Evaluation :

Nappe alluviale à protéger, aucun captage d'eau potable existant concerné

4.3.7 Sols, air, bruit, déchets, sites pollués

Ces domaines environnementaux sont peu concernés à Bellefontaine pour décider de l'avenir du site, car il ne possède pas ou peu de sols, est situé loin de locaux sensibles au bruit et l'exploitation du site ne génère pas de polluant atmosphérique, ni de déchets. Ces domaines ne présentent pas d'enjeux significatifs pour décider de l'avenir à donner au site. Ils seront en revanche concernés directement en cas d'intervention sur le seuil ou dans les environs et nécessiteront l'engagement de mesures de protection spécifiques en phase de réalisation (à évaluer ultérieurement).

La qualité des sédiments retenus par le seuil n'a jamais été analysée. D'autres sédiments situés en amont et en aval de Bellefontaine ont été analysés en 2002 par Lièvre, Périat et Roth [21]. Les analyses ont montré des teneurs significatives en hydrocarbures aromatiques polycycliques, toluène et xylène, ainsi qu'en métaux lourds (arsenic, cuivre, plomb et nickel) [5]. Vu l'ancienneté de l'étude (~20 ans), de nouvelles investigations devront être menées dans une phase ultérieure d'étude pour déterminer la qualité des sédiments présents en amont du seuil de Bellefontaine.

L'usine hydroélectrique est inscrite au cadastre cantonal des sites pollués, car il s'agit d'une ancienne aire d'exploitation. On ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode pour l'environnement et ce site ne nécessite pas d'assainissement selon l'Ordonnance fédérale sur les sites pollués (OSites).

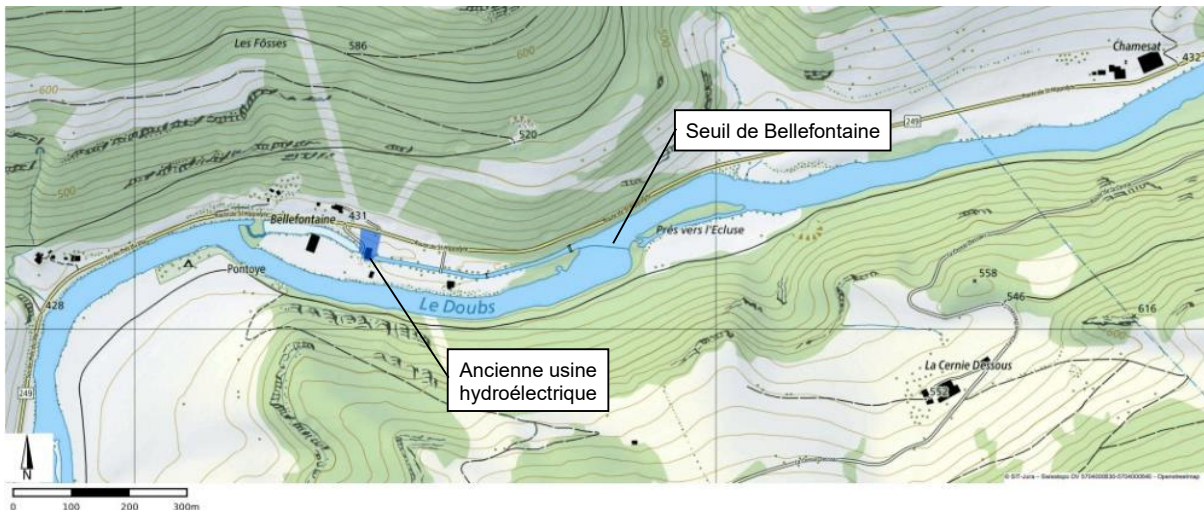


Figure 4.11 Ancienne usine hydroélectrique inscrite au cadastre des sites pollués (surface bleue). Source : Géoportail JU.

Sols, air, bruit, déchets, sites pollués

Evaluation :

Domaines exerçant une influence faible sur les décisions de principes concernant l'avenir du site
Evaluation de détail, compléments et mesures de protection à évaluer dans une phase ultérieure

4.3.8 Accidents majeurs

La route cantonale RC 249 est considérée comme une route de grand transit selon l'Ordonnance fédérale sur les accidents majeurs (OPAM). Selon le module de l'OPAM « Route à grand transit » [22], le détenteur de l'installation, dans le cas présent le Canton du Jura, doit mettre en œuvre des mesures de sécurité pour prévenir tout accident en lien avec la densité du trafic, la configuration de la chaussée ainsi que les dangers naturels.

La RC 249 est située à proximité immédiate du Doubs à Bellefontaine (~15 mètres de la berge au niveau du seuil de Bellefontaine) et est de plus concernée par un secteur de danger élevé d'érosion des berges (cf. Chapitre 4.3.12 ci-dessous). Un accident routier impliquant des substances dangereuses est susceptible d'entraîner des dommages environnementaux importants sur les eaux superficielles et les milieux naturels du Doubs.

Accidents majeurs
<p>Evaluation :</p> <p>Route RC 249 soumise à l'OPAM et située à proximité de la rivière, conséquences d'un accident routier potentiellement grave sur le Doubs</p>

4.3.9 Patrimoine et archéologie

Deux objets situés en périphérie du seuil de Bellefontaine sont répertoriés dans des inventaires cantonaux du patrimoine et de préservation des sites archéologiques. Il s'agit de l'ancien bâtiment administratif inscrit au répertoire des biens culturels jurassiens d'importance locale (RBC, cf. chapitre 1.3) et des environs de l'usine hydroélectrique inscrits à l'inventaire cantonal des sites archéologiques et paléontologiques (ancienne construction agricole).

La route RC249 est inscrite à l'inventaire des voies de communication historiques de la Suisse (IVS) d'importance régionale.

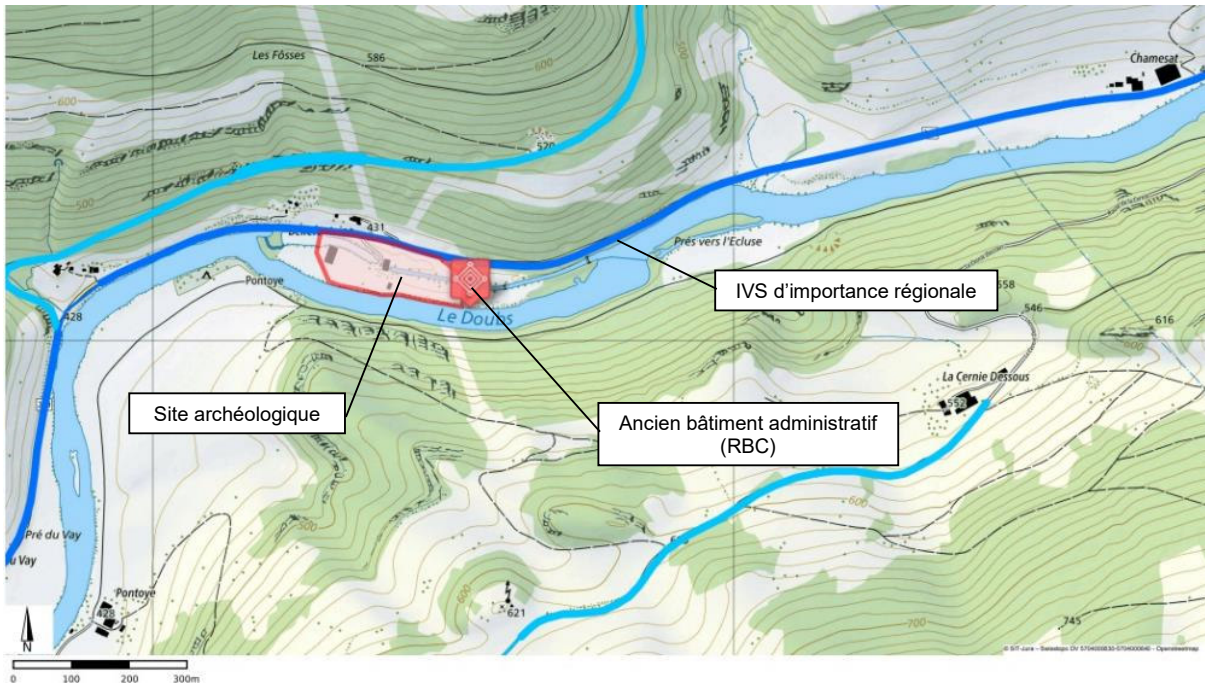


Figure 4.12 Objets du patrimoine recensés à Bellefontaine). Source : Géoportail JU.

Étant situés relativement loin du seuil de Bellefontaine (> 200 m), ces éléments du patrimoine ne sont pas directement concernés par l'évolution du site.

Patrimoine et archéologie

Evaluation :

Objets du patrimoine historique et archéologique situés à bonne distance du seuil de Bellefontaine

4.3.10 Tourisme

La Vallée du Doubs ainsi que sa rivière constituent un haut lieu touristique de la région. L'office du tourisme « Jura Trois - Lacs » propose notamment des descentes du Doubs en canoé et la région regorge d'itinéraires pédestres, cyclables et équestres.

A Bellefontaine, un itinéraire principal (pédestre, VTT et équestre) est présent en rive gauche du Doubs, sur un chemin existant en forêt.

Un camping résidentiel est présent en aval de Bellefontaine et un camping touristique est situé plus en aval à Ocourt.

Toute la vallée du Doubs est prisée pour le délassément, la randonnée, la baignade ou encore la pêche. A Bellefontaine, la pêche est possible en amont et en aval du seuil. La retenue d'eau de Bellefontaine n'est toutefois pas renommée pour être un haut lieu de baignade.

Le site de Bellefontaine se situe dans une région particulièrement fréquentée avec des infrastructures et activités touristiques variées.

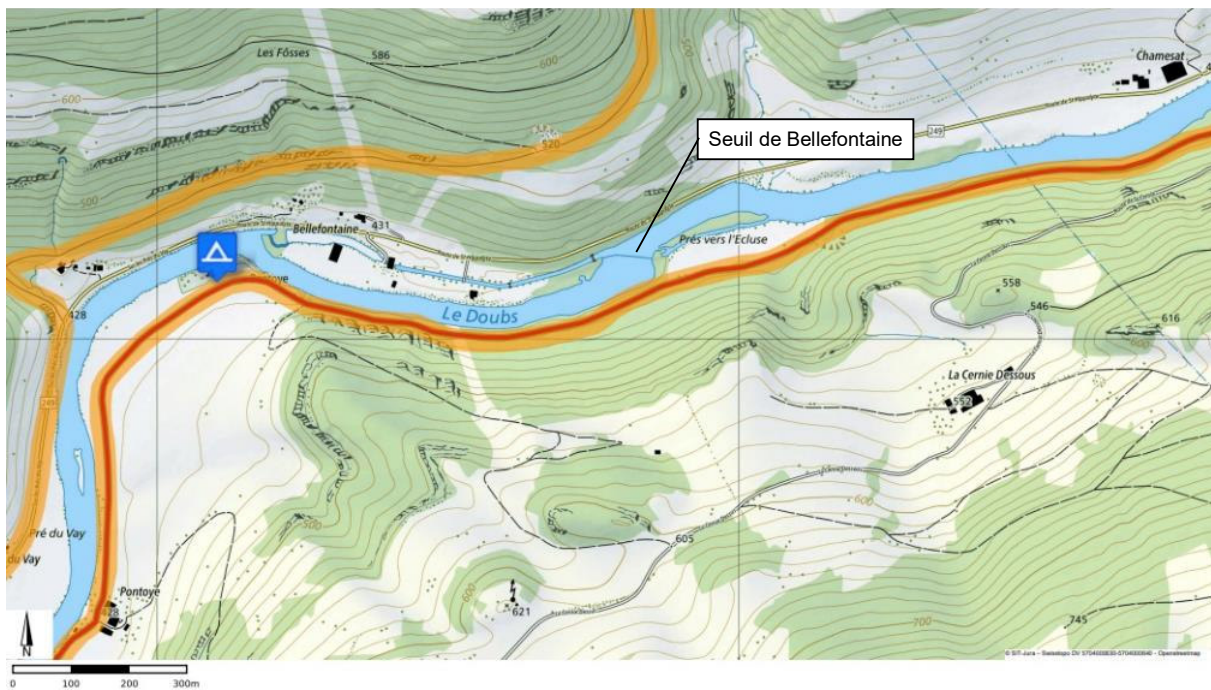


Figure 4.13 Itinéraires touristiques dans les environs de Bellefontaine et camping résidentiel. Source : Géoportail JU.

Tourisme

Evaluation :

Situé dans une région très touristique et avec des itinéraires et activités à proximité

4.3.11 Agriculture

Les rives du Doubs dans le secteur de Bellefontaine ne comportent pas de terres assolées à proximité immédiate du seuil. L'île située entre le Doubs et le canal d'aménée d'eau est classée en surface de promotion de la biodiversité (prairie permanente) et fait partie du réseau écologique de la Vallée du Doubs.

L'agriculture et la présence de surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) sont indépendantes du seuil de Bellefontaine.

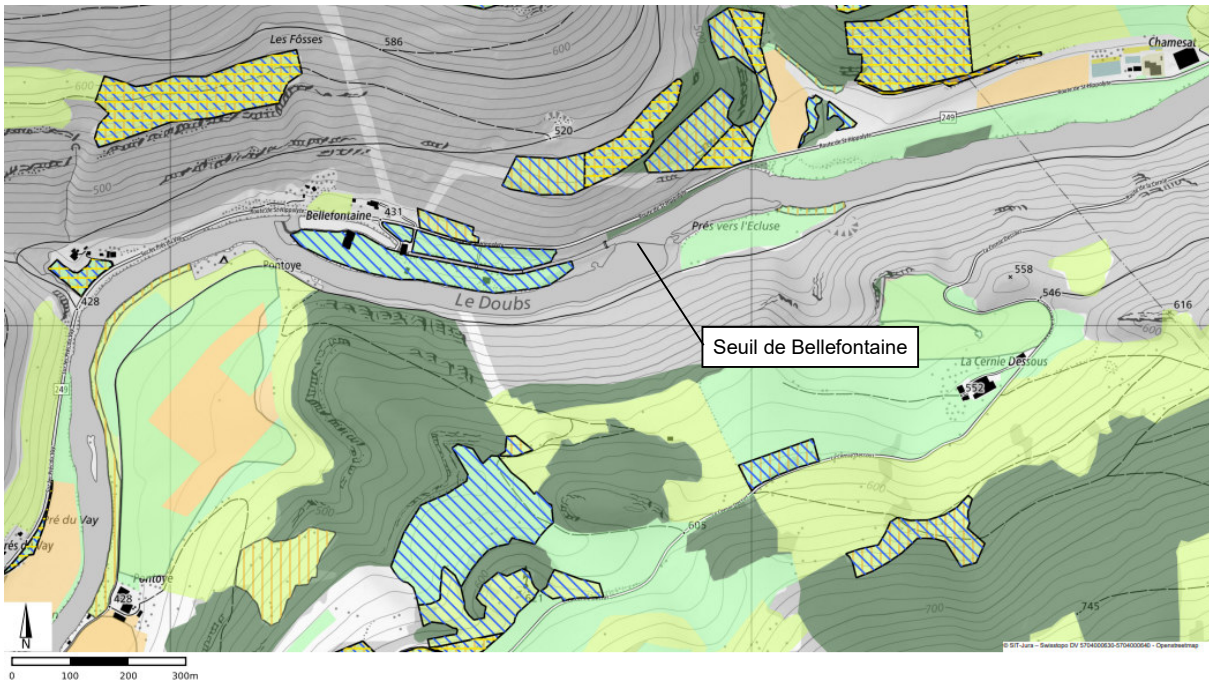


Figure 4.14 Surfaces agricoles avec en hachuré, les surfaces de promotion de biodiversité SPB. Source : Géoportail JU.

Agriculture

Evaluation :

Surfaces agricoles indépendantes du seuil de Bellefontaine

4.3.12 Infrastructures et dangers naturels

Les infrastructures présentes en périphérie du seuil de Bellefontaine sont les suivantes :

- ◆ seuil de Bellefontaine
- ◆ canal d'aménée d'eau
- ◆ ancienne usine hydroélectrique
- ◆ 3 bâtiments sur l'île
- ◆ route cantonale RC 249 en rive droite
- ◆ chemin forestier et de randonnée en rive gauche

Le site ne comporte pas de pont ni de canalisations en lien avec le seuil de Bellefontaine.

La carte des dangers d'inondations montre que les périmètres de danger « moyen » et « élevé » restent limités au chenal de la rivière. Il n'y a pas de débordement conséquent à attendre dans le secteur de Bellefontaine en cas de crue majeure du Doubs.

La carte des dangers d'érosion des berges identifie plusieurs secteurs de fragilité, notamment en rive droite à proximité immédiate de la route cantonale. La RC 249 est en effet concernée par le danger d'érosion de la berge droite en amont du seuil, car elle est située à l'extérieur du méandre où les forces d'arrachement sont les plus élevées en cas de crue.

Le seuil de Bellefontaine qui règle le niveau du Doubs en amont influence donc le comportement de la rivière et les forces d'arrachement dans les berges de la retenue d'eau lors de crues. Une analyse de détail est nécessaire pour préciser l'effet d'une modification du seuil sur les risques d'érosions des berges, notamment de la berge droite au droit de la RC 249.

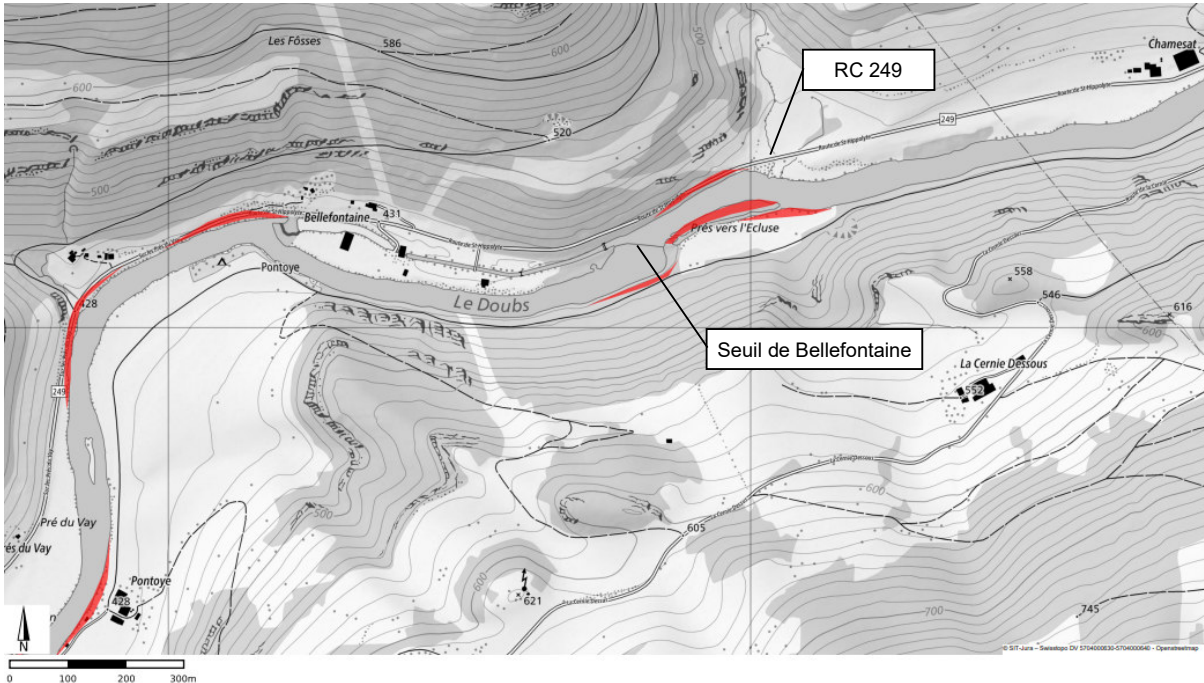


Figure 4.15 Extrait de la carte cantonale des dangers d'érosion des berges dans le secteur de Bellefontaine. Source : Géoportail JU.

Infrastructures et dangers naturels

Evaluation :

Route RC 249 située en danger élevé d'érosion susceptible d'être en lien avec le seuil de Bellefontaine

4.4 Synthèse

Selon l'échelle d'appréciation retenue (faible, moyen, élevé, très élevé), l'analyse montre un intérêt de protection élevé à très élevé pour une majorité des critères de protection classés à des inventaires. La présence du site dans le périmètre de l'IFP n°1006 Vallée du Doubs induit un intérêt de protection de la nature très élevé qui entre en conflit avec une potentielle réhabilitation d'une centrale hydroélectrique à Bellefontaine, si cette dernière revêtait un intérêt national de production.

Les autres intérêts de protection qui ne sont pas inscrits à des inventaires cantonaux ou nationaux indiquent pour la plupart d'entre eux la présence de milieux naturels protégés et d'espèces végétales et animales protégées voire menacées d'extinction. Une potentielle réhabilitation d'une centrale hydroélectrique à Bellefontaine entrerait en contradiction avec les objectifs de protection de ces espèces. D'autres critères ont peu d'intérêt pour une prise de décision de réhabiliter ou non la production d'électricité sur le site, mais devront faire l'objet d'une évaluation ultérieure en cas d'intervention sur le seuil.

Intérêts de protection classés à des inventaires																																					
Critères :	Appréciation :																																				
Paysages, sites et monuments naturels (IFP)	<table border="1"> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> </table>	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
Site de reproduction de batraciens (IBN)	<table border="1"> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> </table>	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
Site Emeraude	<table border="1"> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> </table>	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
Réserve naturelle cantonale	<table border="1"> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> </table>	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
Bas-marais d'importance local JU-128	<table border="1"> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>▼</td> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Elevé</td> <td>Très élevé</td> </tr> </table>	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé				▼	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
			▼																																		
Faible	Moyen	Elevé	Très élevé																																		
Autres intérêts de protection																																					
Critères :																																					
Parc naturel régional -> contradiction partielle avec objectifs du parc																																					
Forêt et milieux naturels terrestres riverains -> présence de milieux à préserver																																					
Espèces végétales et milieux naturels rares et menacés -> en présence																																					
Espèces faunistiques rares et menacés - habitats piscicoles particuliers -> en présence																																					
Eaux de surface -> bonne qualité du Doubs à préserver																																					
Eaux souterraines -> nappe alluviale à protéger																																					
Sols, air, bruit, déchets, sites pollués -> peu concerné pour la prise de décision, évaluation ultérieure																																					
Accidents majeurs -> présence route à proximité pouvant occasionner une pollution du Doubs																																					
Patrimoine et archéologie -> peu concerné pour la prise de décision																																					
Tourisme -> présence d'activités touristiques																																					
Agriculture -> peu concerné pour la prise de décision																																					
Infrastructures et dangers naturels -> RC249 situé en zone de danger en lien avec le seuil																																					

L'évaluation globale des enjeux environnementaux associés à l'évolution du site de Bellefontaine montre que les intérêts de protection du cours d'eau et de ses environs sont globalement élevés. La protection des milieux naturels et de la faune aquatique revêt en particulier une importance nationale dans le cas présent.

5 Pesée des intérêts d'utilisation et de protection

5.1 Pesée des intérêts selon la matrice de l'OFEV

Comme indiqué au chapitre 2.3, la pesée des intérêts d'utilisation et des intérêts de protection classés à des inventaires peut se représenter par une matrice d'évaluation tirée de la méthode de l'OFEV utilisée pour l'élaboration de stratégies cantonales [7].

Plusieurs objets d'importance nationale ont un intérêt de protection élevé à très élevé à Bellefontaine selon l'analyse et nécessiteraient que l'intérêt de production électrique ait également un niveau national, au sens de l'art. 6 LPN, pour envisager la construction d'une nouvelle centrale hydraulique.

Les conditions-cadres fixées pour la réhabilitation d'une installation hydroélectrique restreignent la hauteur de chute utilisable et conduisent à une production potentielle d'électricité relativement modeste (1 à 2 GWh par an) dans le contexte cantonal. Les calculs détaillés et l'évaluation technique montrent que l'intérêt national de 10 GWh selon l'art.8 OEna n'est clairement pas atteint. De plus, l'analyse montre une mauvaise rentabilité économique d'une nouvelle centrale hydraulique en lien avec des investissements importants pour réfectionner le seuil et des débits du Doubs insuffisants.

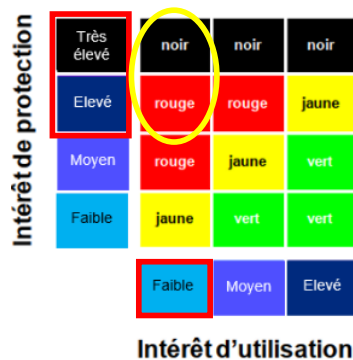
Selon l'évaluation réalisée, les intérêts de protection du Doubs et de ses milieux annexes sont particulièrement élevés et apparaissent comme clairement supérieurs aux intérêts de production d'électricité hydraulique à Bellefontaine.

Une réhabilitation du seuil de Bellefontaine à des fins de production électrique induirait par rapport à l'état naturel du site :

- ◆ des impacts sur les milieux naturels (Doubs et milieux naturels riverains, site IBN)
- ◆ des impacts sur des espèces protégées et en danger d'extinction (faune aquatique)
- ◆ des impacts sur le paysage local, protégé à différents titres

La rentabilité financière de l'installation serait aussi difficile à assurer même avec un prix élevé du marché de l'électricité.

La matrice d'évaluation ci-dessous présente de manière graphique le résultat de l'évaluation :



Noir	<p>Exclusion → pas d'utilisation L'utilisation du cours d'eau est exclue a priori, il n'y a aucune pesée d'intérêts. Cette classe doit être appliquée lorsque:</p> <ul style="list-style-type: none"> — la loi prévoit une protection absolue; p. ex. pour les marais et les sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale, — il existe un intérêt de protection d'importance nationale, et qu'une intervention entraînerait une atteinte grave, — l'utilisation de la force hydraulique est systématiquement incompatible avec les objectifs de protection existant dans la région considérée.
Rouge	<p>Protection → toute utilisation est généralement proscrite L'intérêt écologique et/ou paysager que présentent les cours d'eau de cette classe est en général plus grand que l'intérêt qu'il y aurait à en exploiter la force hydraulique. L'utilisation constitue par conséquent une atteinte grave, le cours d'eau est protégé. Une autorisation ne peut être délivrée que dans des cas exceptionnels et compte tenu de conditions très strictes.</p>

Figure 5.1 Matrice de l'OFEV adaptée pour la pesée des intérêts de protection et d'utilisation.

5.2 Pesée générale des intérêts

Comme indiqué au chapitre 2.3.4, la matrice de l'OFEV n'est pas utilisée pour les intérêts de protection qui ne sont pas classés dans des inventaires. L'illustration ci-dessous visualise l'ensemble des intérêts présentés dans ce rapport.

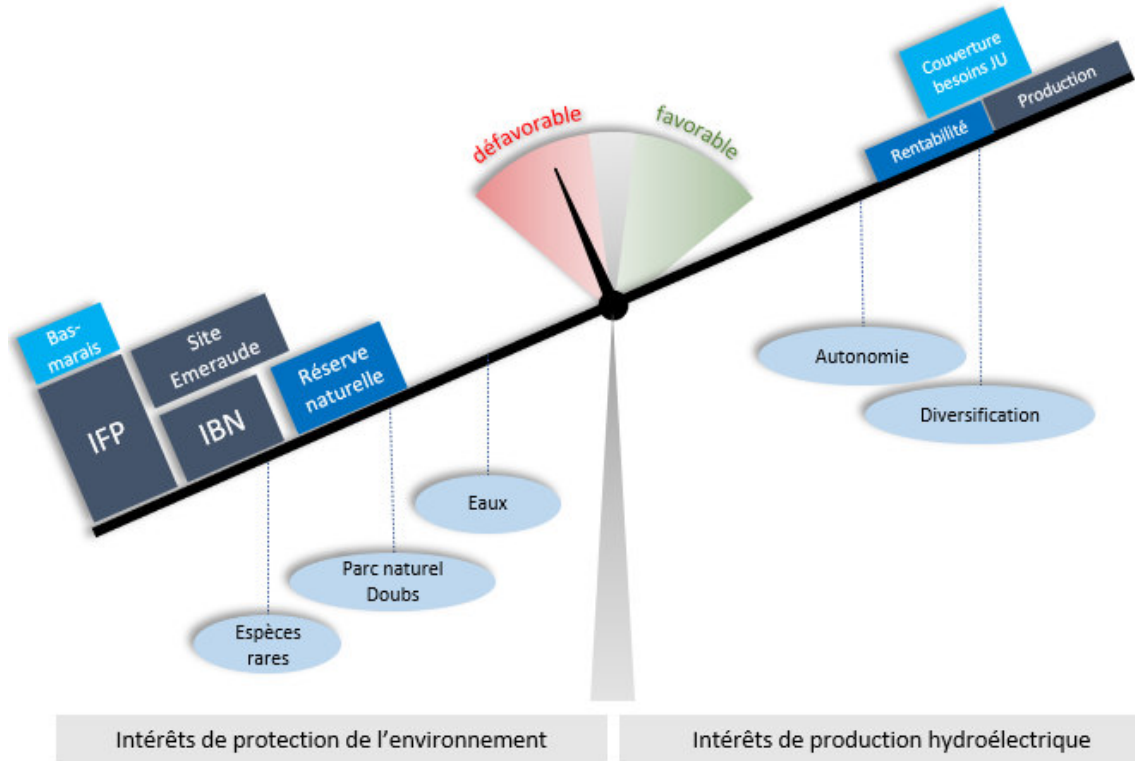


Figure 5.2 Balance représentant la pesée de l'ensemble des intérêts étudiés.

Les critères qui ne figurent pas dans la balance ne sont pas ou peu concernés pour la prise de décision. **Le résultat de l'analyse présentée ci-dessus conduit à privilégier la protection du cours d'eau et à renoncer à la production d'électricité, même sur un ancien ouvrage existant et même avec de bonnes conditions de marché de l'électricité.**

Ce résultat tend à confirmer l'analyse effectuée en 2015 dans le rapport explicatif de la fiche 5.10 du PDirC qui excluait toute utilisation du Doubs pour produire de l'énergie hydraulique à Bellefontaine. L'opportunité de reprendre une production d'hydroélectricité sur le site de Bellefontaine ne peut aujourd'hui pas être démontrée.

5.3 Analyse de sensibilité et robustesse de l'analyse

La robustesse de l'analyse et des conclusions présentées au chapitre précédent a été évaluée au cours de la présente étude et peut être argumentée de la manière suivante :

- ◆ Les hypothèses retenues pour déterminer la production potentielle d'électricité correspondent à des valeurs ambitieuses, qui répondent toutefois aux conditions-cadres fixées (pas de rehaussement du seuil, pas de tronçon à débit résiduel et pas d'éclusées).
- ◆ Une variation des paramètres de base dans des fourchettes réalistes (puissance, débits, rendement) ne modifient pas fondamentalement le résultat de la production d'électricité envisageable.
- ◆ Selon la grille d'évaluation de l'OFEV, l'appréciation de l'intérêt de production correspondra dans tous les cas au niveau « faible » pour Bellefontaine avec les conditions-cadres fixées.
- ◆ Concernant les intérêts de protection, plusieurs indicateurs conduisent à considérer un niveau « élevé », voire « très élevé » de protection du cours d'eau et de ses abords.

Ainsi, même en admettant une nuance sur l'appréciation globale des intérêts en jeu (par exemple la modification d'une classe dans la Figure 5.1), la pondération finale resterait dans tous les cas défavorable à une réhabilitation de la production d'électricité.

Cette analyse de sensibilité confirme ainsi la robustesse des conclusions présentées.

6 Prochaines étapes

Comme indiqué au chapitre 5, l'étude suggère que l'exploitation hydroélectrique du site de Bellefontaine est aujourd'hui inopportune, selon les conditions-cadre fixées ainsi que selon la méthodologie employée.

Un assainissement du seuil doit dès lors être envisagé, au profit de la restauration de conditions favorables aux paysages, milieux et espèces justifiant les intérêts de protection, conformément au principe d'aménagement (n°4) décrit dans la fiche 5.10 du PDirC.

Une description et une évaluation fine des variantes d'assainissement envisageables sur le seuil de Bellefontaine (sans exploitation hydroélectrique) devra donc être menée. Dans le prolongement de la présente évaluation, les variantes principales d'assainissement du seuil qui semblent se dégager sont décrites ci-dessous.

6.1 Principales variantes d'assainissement identifiées

Selon la planification stratégique cantonale [23], le seuil de Bellefontaine doit être assaini pour la montaison piscicole avec un délai fixé au 31 décembre 2030. L'assainissement du régime de charriage n'est en revanche pas nécessaire selon la planification stratégique [15].

Le rétablissement de la connexion longitudinale pourrait être envisagée selon deux axes – et familles de variantes – principaux :

- ◆ Conservation du seuil, impliquant la réalisation d'un ouvrage de franchissement ou d'une rampe
- ◆ Abaissement du seuil (arasement total ou partiel)

A ce stade d'étude, les propositions de variantes d'assainissement de la montaison piscicole sont les suivantes :

1. Réalisation d'une passe à poissons technique
2. Réalisation d'un ruisseau de contournement
3. Construction d'une rampe rugueuse
4. Suppression totale du seuil

Ces variantes sont schématisées ci-après.

1. Passe à poissons technique

Principe : maintien du seuil et construction d'un ouvrage technique de franchissement pour la montaison piscicole (échelle, rampe, ...)

Caractéristiques principales : longueur environ 250 m, hauteur environ 3.5 m, pente compatible pour l'apron

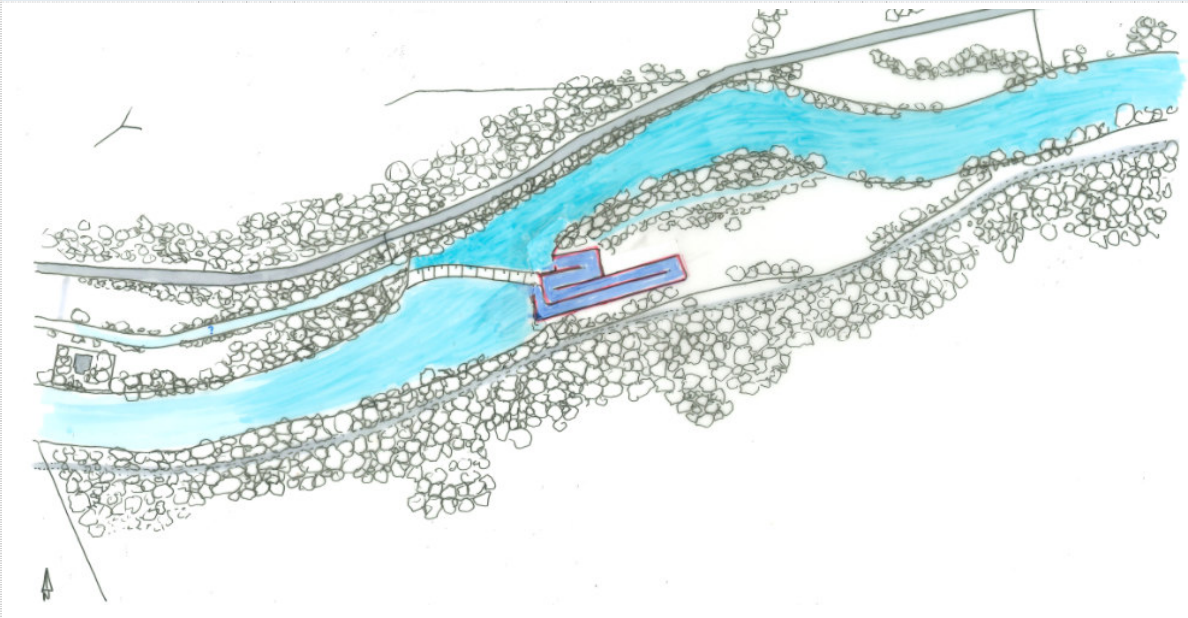


Figure 6.1 Variante d'assainissement avec une passe à poissons technique en berge gauche. Dessin : Biotec, TA.

2. Ruisseau de contournement

Principe : maintien du seuil et construction d'un ouvrage rustique de franchissement pour la montaison piscicole (ruisseau artificiel)

Caractéristiques principales : longueur environ 250 m, hauteur environ 3.5 m, pente compatible pour l'apron

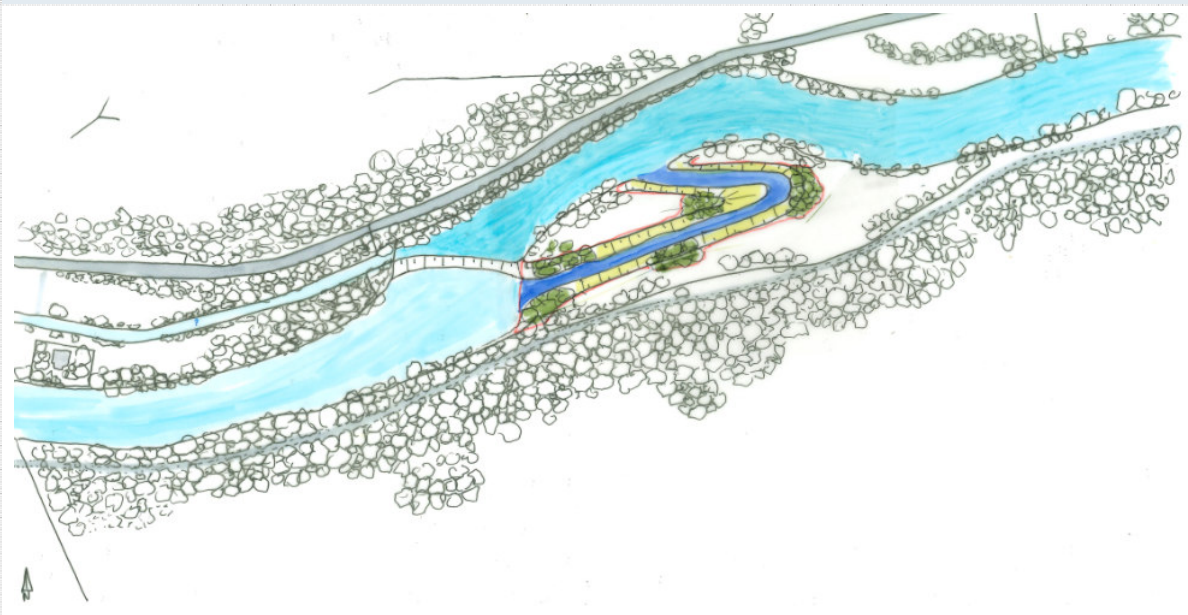


Figure 6.2 Variante d'assainissement avec un ruisseau de contournement en berge gauche. Dessin : Biotec, TA.

3. Rampe rugueuse

Principe : maintien total ou partiel du seuil et comblement du lit à l'aval par une rampe permettant le franchissement pour la montaison piscicole

Caractéristiques principales : longueur environ 250 m, hauteur environ 3.5 m, pente compatible pour l'apron

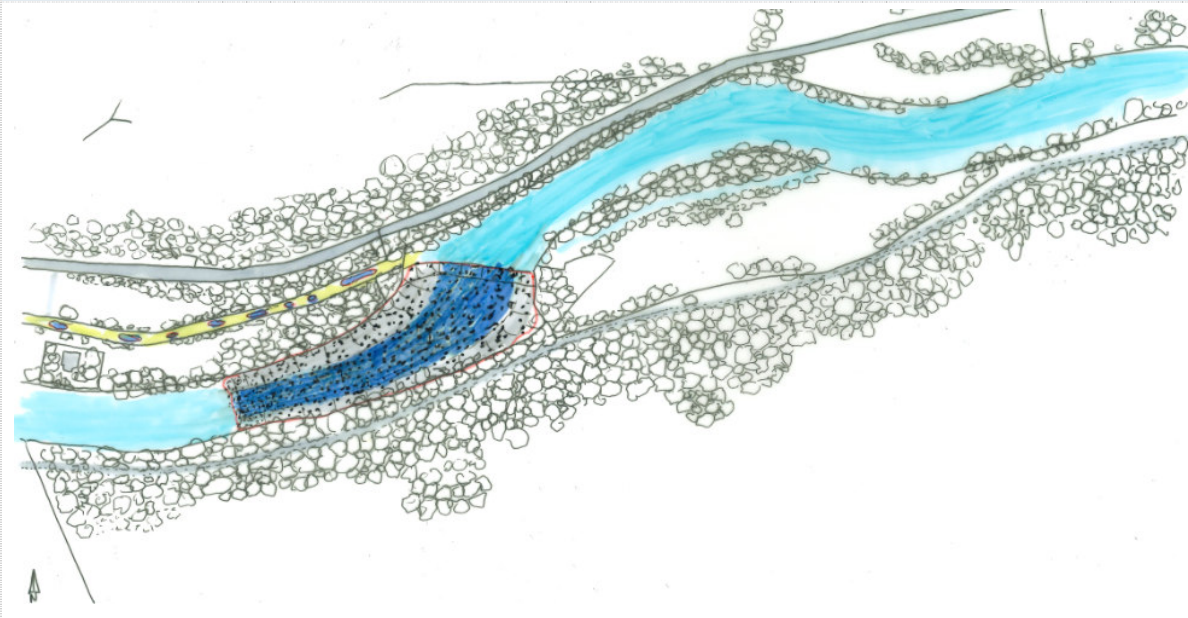


Figure 6.3 Variante d'assainissement avec une rampe rugueuse. Dessin : Biotec, TA

4. Suppression totale du seuil

Principe : suppression totale des éléments anthropiques du seuil

Caractéristiques principales : dépend des caractéristiques naturelles du fond du lit, à préciser

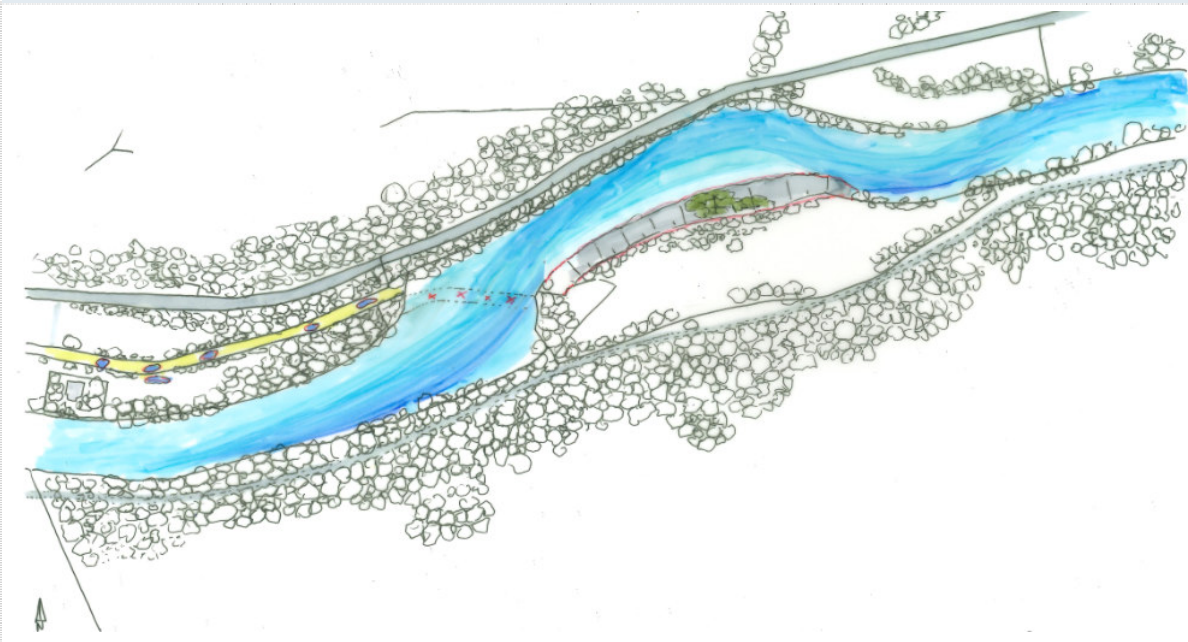


Figure 6.4 Variante d'assainissement avec suppression totale du seuil (dérasement). Dessin : Biotec, TA.

D'autres variantes, sous-variantes ou combinaison de variantes, pourront aussi être envisagées. Des interventions annexes, portant par exemple sur le réaménagement du canal d'aménée d'eau devront également être évaluées dans une étape ultérieure.

6.2 Analyse des variantes d'assainissement

La variante d'assainissement qui sera choisie pour la migration piscicole au seuil de Bellefontaine devra notamment répondre aux objectifs de l'art. 9 de la Loi fédérale sur la pêche (LFSP) tout en étant économiquement supportable (art. 10 LFSP). L'analyse coût / efficacité d'une mesure d'assainissement se réalise selon le module de l'aide à l'exécution de l'OFEV concernant l'assainissement écologique des centrales hydrauliques existantes [24]. Une indemnisation complète est également prévue par la loi en cas de démantèlement d'installations.

Les exigences d'une demande d'indemnisation sont définies à l'annexe 3 OEne et comportent :

- ◆ le respect l'art. 10 LFSP (dans le cas présent, le charriage et les éclusées ne sont pas concernés), ce qui sera le cas sachant que l'art. 34 LEne prévoit un financement à 100% des mesures d'assainissement de la migration du poisson par Swissgrid ;
- ◆ le caractère économique de la mesure (rapport coût / efficacité).

Conformément à l'aide à l'exécution de l'OFEV et afin de garantir le subventionnement par Swissgrid, la prochaine étape consiste à réaliser l'étude des variantes d'assainissement (chapitre 6.1). La procédure générale est schématisée ci-dessous :

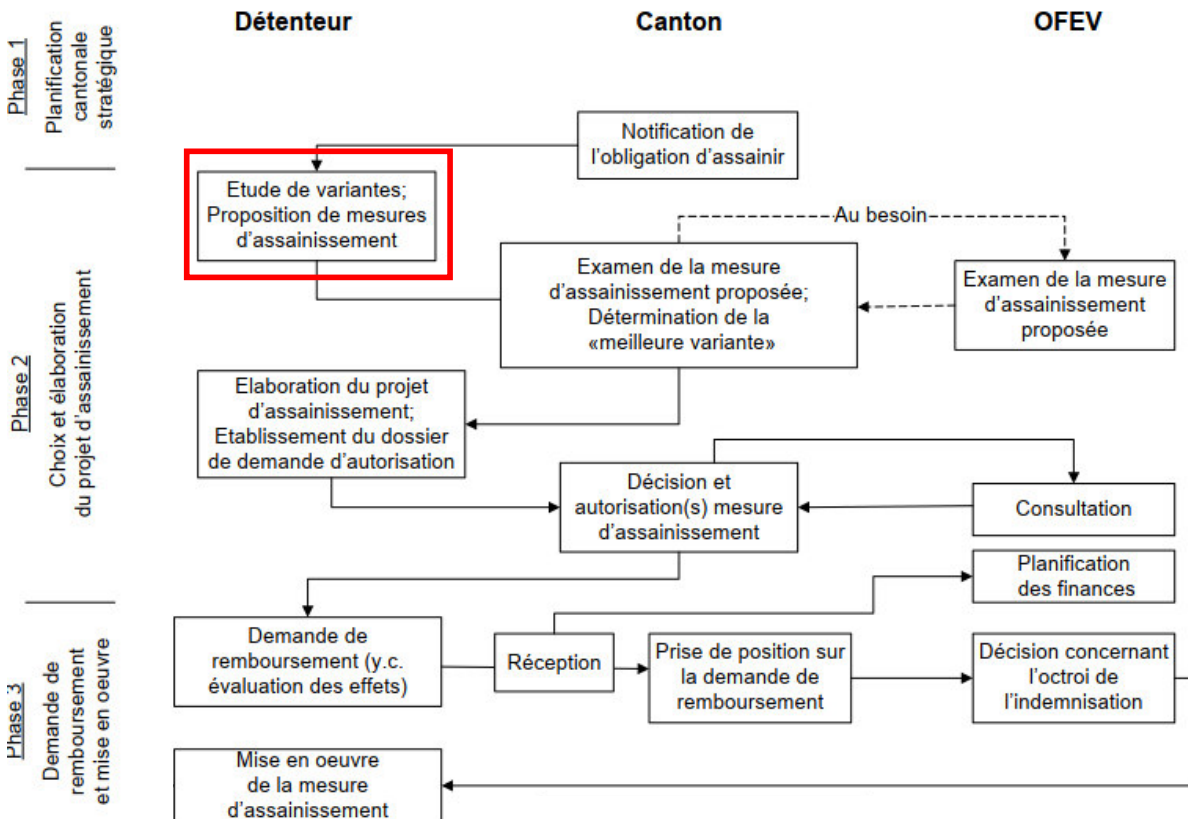


Figure 6.5 Procédure de mise en œuvre et d'indemnisation de mesures d'assainissement. Source : OFEV, 2016 [24].

L'évaluation détaillée des variantes d'assainissement nécessitera de les développer chacune au stade d'avant-projet, de manière à en valider la faisabilité technique et définir les coûts avec une précision suffisante. Dans ce cadre, des investigations de détail seront nécessaires dans les domaines de :

- ◆ la géologie (caractéristiques du fond du lit à l'amont du seuil)
- ◆ l'hydrogéologie (influence du seuil sur les niveaux d'eau des terrains présents en amont)
- ◆ la géotechnique et le génie-civil (mode constructif et statique actuelle du seuil)
- ◆ les dangers naturels (risques d'érosion de la route RC 249)
- ◆ la biologie (relevés faunistiques et floristiques)
- ◆ la gestion des matériaux (volumes et qualité des matériaux présents)

La sélection de la meilleure variante se basera sur les critères principaux suivants :

- ◆ Effet du projet sur la faune aquatique, la migration piscicole en particulier
- ◆ Effet du projet sur les milieux naturels annexes et sur les batraciens
- ◆ Effet du projet sur la qualité des eaux superficielles (température par ex.)
- ◆ Effet du projet sur le paysage
- ◆ Effet du projet sur les infrastructures annexes (route cantonale par ex.)
- ◆ Avantages et inconvénients techniques (gestion des matériaux, emprises nécessaires et état foncier, mode de réalisation, délais, ...)
- ◆ Avantages et inconvénients économiques (coûts de réalisation, subventionnement, ...)

Quelle que soit la solution retenue au terme de la future analyse de variantes d'assainissement (maintien du seuil par ex.), les conclusions de l'évaluation présentées au chapitre 5 resteront valables et tendent à montrer qu'il n'y aura pas de possibilité de justifier la reprise de la production électrique sur le site de Bellefontaine ni de délivrer les autorisations nécessaires.

7 Impressum

Delémont, le 8 mars 2023

Collaborateurs/trices ayant participé au projet

Fabian Lachat (CSD Ingénieurs SA, ingénieur en environnement, chef de projet)

David Lehmann (CSD Ingénieurs SA, ingénieur en environnement)

Jérôme Plomb (Aquarius Sàrl, ingénieur en environnement, spécialiste faune piscicole et benthique)

Thierry Arnet (Biotec Biologique appliquée SA, biologiste, spécialiste des milieux naturels)

CSD INGENIEURS SA

Fabian Lachat

David Lehmann

8 Références bibliographiques

- [1] République et canton du Jura, 2017. Fiche 5.10 du plan directeur cantonal – Energie hydraulique.
- [2] Office de l'environnement, 2015. Stratégie de protection et d'utilisation en matière de force hydraulique – Rapport explicatif.
- [3] ARE, 2021. Plan directeur du canton du Jura. Approbation des adaptations 2017 (fiche 5.10 Energie hydraulique) – Rapport d'examen.
- [4] Confédération, République et canton du Jura, 2021. Accord administratif entre la Confédération et la République et canton du Jura relatif au processus et démarches visant à garantir l'assainissement des seuils de Moulin du Doubs et de Bellefontaine, tous sis dans la commune de Clos du Doubs.
- [5] Lucchina, 2012. Ecofoc – Université de Neuchâtel. Quelles solutions pour l'avenir du seuil de Bellefontaine sur le Doubs jurassien
- [6] EAWAG, 2001. Certification des centrales hydroélectriques d'après le standard Greenhydro.
- [7] OFEV, 2011. Recommandation relative à l'élaboration de stratégies cantonales de protection et d'utilisation dans le domaine des petites centrales hydroélectriques.
- [8] OFEN, 2012. Manuel petites centrales hydrauliques – Informations sur la planification, la construction et l'exploitation et son homologue en allemand de 2014
- [9] Office fédéral des questions conjoncturelles, 1995. Petites centrales hydrauliques – Turbines hydrauliques – Journées de formation pour ingénieurs
- [10] HES-SO Valais, 2009. Guide pour l'étude sommaire de petites centrales hydrauliques.
- [11] OFEN, 2012. Documentation « Modèle de géodonnées » - Potentiel des cours d'eau suisses pour la petite hydraulique.
- [12] Suisse énergie, 2020. Petite hydraulique – Module III : Aspects économiques.
- [13] OFEN, 2017. Potentiels, coûts et impact environnemental des installations de production d'électricité – Synthèse.
- [14] OFEFP, 1998. Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse – Ecomorphologie – Niveau R (région), l'environnement pratique, informations concernant la protection des eaux n°27.
- [15] Flussbau, 2014. Assainissement du régime de charriage – Planification stratégique – Bassin versant du Doubs, rapport final et annexes.
- [16] Confédération helvétique, 1979. Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe – 0.455.
- [17] OFEV, 2015 et 2022. Plan d'action national en faveur du Doubs – Démarche générale et Catalogue de mesures (version 2022).
- [18] ENV, 2021. Monitoring de la qualité des eaux de surface – Campagne 2020 – Rapport.
- [19] EAWAG, 2019. Mesures en temps réel des produits phytosanitaires et de certains marqueurs d'effluents dans le Doubs – Rapport final de l'EAWAG.
- [20] OFEV, 2022. Eaux Suisses – Etat et mesures – Annexes.
- [21] Lièvre, Périat et Roth, 2003. Contamination en toxiques des cours d'eau jurassiens – Etat initial 2003.
- [22] OFEV, 2018. Routes de grand transit. Un module du manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM).
- [23] Aquarius, 2015. OFEV – Rétablissement de la migration du poisson – Planification stratégique – Rapport final. RCJU - Office de l'environnement.
- [24] OFEV, 2022. Procédure de financement de mesures d'assainissement.

9 Disclaimer

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- ◆ le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- ◆ les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- ◆ sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

Annexe A Critères d'appréciation des intérêts d'utilisation et des intérêts de protection (classés et autres)

République et Canton du Jura
Service du développement territorial
Assainissement du seuil de Bellefontaine

Critères d'appréciation des intérêts d'utilisation

Évaluation reprise de la Recommandation fédérale relative à l'élaboration de stratégie cantonale de protection et d'utilisation dans le domaine des petites centrales électriques

Méthodologie identique à celle utilisée pour l'établissement de la fiche 5.10 Énergie du PDirC (cf. Rapport explicatif), mais focalisée sur le tronçon du Doubs à Bellefontaine

INTERETS D'UTILISATION	Echelle d'appréciation			Remarques
	Intérêt faible	Intérêt moyen	Intérêt élevé	
Critères				
Intérêt national de production selon art.8 OÉne et potentiel de production électrique	$E_{th} < 5 \text{ GWh/an}$ $E_{pot} < 0.2 \text{ kW/m}$	$5 \text{ GWh/an} < E_{th} < 10 \text{ GWh/an}$ $0.2 \text{ kW/m} < E_{pot} < 0.6 \text{ kW/m}$	$E_{th} > 10 \text{ GWh/an}$ $E_{pot} > 0.6 \text{ kW/m}$	Selon art. 8 OÉne, E_{th} calculé = ~1 à 2 GWh/an dans la configuration actuelle. Classification du potentiel hydroélectrique selon rapport explicatif fiche 5.10 du PDirC et avec les conditions de l'ARE (à 2 kW pris sur 1 km -> 0.1 à 0.2 kW/m).
Rentabilité économique des installations calculé en fonction du coût de revient au kWh	Coûts de revient > 25 ct/kWh	15 ct/kWh < Coûts de revient < 25 ct/kWh	Coûts de revient < 15 ct/kWh	Le coût de revient calculé est > 25 ct/kWh, ce qui est considéré comme élevé selon Suisse Energie.
Participation aux objectifs cantonaux de production hydroélectrique du PDirC (+ 10 GWh/an d'ici 2035)	Participation < 10%	10% < participation < 25%	Participation > 25%	L'objectif cantonal du PDirC est d'augmenter de 10 GWh/an la production hydroélectrique. Avec 1 à 2 GWh/an attendus à Bellefontaine, c'est ~20% des besoins cantonaux.
Production des besoins cantonaux en électricité	Production < 1% des besoins cantonaux (5 GWh/an)	1% des besoins cantonaux < production < 2% des besoins cantonaux (20 GWh/an)	production > 2% des besoins cantonaux (20 GWh/an)	Les besoins cantonaux en électricité s'élèvent à 500 GWh/an. La production attendue à Bellefontaine est de 1 à 2 GWh/an, correspondant à <1% des besoins cantonaux.

Bellefontaine

République et Canton du Jura
 Service du développement territorial
 Assainissement du seuil de Bellefontaine

Critères d'appréciation des intérêts de protection classés à des inventaires

Evaluation reprise de la Recommandation fédérale adaptée relative à l'élaboration de stratégie cantonale de protection et d'utilisation dans le domaine des petites centrales électriques

Méthodologie identique à celle utilisée pour l'établissement de la fiche 5.10 Energie du PDirC (cf. Rapport explicatif), mais focalisée sur le tronçon du Doubs à Bellefontaine

INTERETS DE PROTECTION	Echelle d'appréciation				Remarques
	Intérêt faible	Intérêt moyen	Intérêt élevé	Intérêt très élevé	
Critères					
Intérêts classés à des inventaires					
Paysages, sites et monuments naturels IFP	Hors IFP		Atteinte mineure ou inexistante	Atteinte grave	Site naturel et paysager unique de valeur particulièrement élevée et objectifs de protection de l'IFP non atteints en raison du seuil.
Site de reproduction de batraciens (IBN)	Site IBN non influencé	Faible influence sur site IBN	Influence sur un site IBN	Atteinte grave	Site IBN peu influencé en cas de maintien du seuil et atteinte prévisible sur le site IBN en cas d'intervention sur le seuil.
Site Emeraude	Hors site Emeraude	Dans site Emeraude, mais sans espèces prioritaires	Dans site Emeraude avec espèces prioritaires		Le site de Bellefontaine fait partie d'un ensemble de milieux naturels de valeur écologique élevée
Réserve naturelle cantonale "Réserve du Doubs"	Répond aux objectifs de protection	Répond partiellement aux objectifs de protection	Ne répond pas aux objectifs de protection		Contradiction partielle avec les objectifs de protection de la réserve naturelle cantonale.
Bas-marais d'importance locale JU-128	Bas-marais pas/peu influencé par le seuil		Bas-marais influencé par le seuil		Bas-marais peu influencés en cas de maintien du seuil ou d'intervention sur le seuil.

Bellefontaine

République et Canton du Jura
Service du développement territorial
Assainissement du seuil de Bellefontaine

Critères d'appréciation des autres intérêts de protection

Évaluation selon caractéristiques locales, sans échelle d'appréciation.

Autre méthodologie que celle utilisée pour l'établissement de la fiche 5.10 Énergie du PDirC.

	Remarques
Critères	
Autres intérêts de protection	
Parc naturel régional de la Vallée du Doubs PNRD	Contradiction partielle avec les objectifs du PNRD (protection de la nature et du paysage notamment).
Forêt et milieux naturels terrestres riverains	Seuil et canal situés hors forêt. Forêt et zone alluviale en amont à préserver en cas d'intervention sur le seuil.
Espèces végétales et milieux naturels rares et menacés	Présence d'espèce rares et de milieux naturels protégés selon l'OPN: mégaphorbiaies, saulaies, aulnaies
Espèces faunistiques rares et menacées - habitats piscicoles	Présence d'espèce rares et menacées: apron, sofie (toxostome) et invertébrés aquatiques. Plusieurs espèces sont en danger d'extinction.
Eaux de surface	Bonne qualité des eaux de surface à préserver, état écomorphologique peu atteint, faible influence du seuil sur le régime de charriage et seuil à assainir pour la migration piscicole selon la planification stratégique cantonale de revitalisation.
Eaux souterraines	Nappe alluviale à protéger, aucun captage d'eau potable existant concerné
Sols - air - bruit - déchets -sites pollués	Domaines ayant une influence faible sur les décisions de principes concernant l'avenir du site, analyses complémentaires nécessaires dans une phase ultérieure (qualité des sédiments présents en amont du seuil par ex.).
Accidents majeurs	Barrage situé à ~15 m d'une route à grand transit RC249 pouvant entraîner des dommages environnementaux importants en cas d'accident.
Patrimoine et archéologie	Seuil éloigné d'objets inventoriés.
Tourisme	Situé dans une région très touristique et présence d'itinéraires et d'activités touristiques dans les environs.
Agriculture	Surfaces agricoles indépendantes du seuil de Bellefontaine.
Infrastructures et dangers naturels	Route cantonale RC249 présente à ~15 m au Nord du seuil et érodée en cas de débordement du Doubs. Érosion susceptible d'être en lien avec le seuil de Bellefontaine

Annexe B Tableau de calcul de puissance en fonction de la courbe des débits classés

Courbe débits classés Doubs Occourt 2021

Date	Nombre de jours	Q [m³/s]	Q [m³/s] -5 m3/s	p	g	H	P _{hyd} [W]	P _{hyd} [kW]	η _t rendement	P _{mec} [kW]	Δt [h]	E _{el} [kWh]	E _{el} [GWh]	P _{bm} [kW]	Prix [15'000 CHF/kWh]	Coûts [CHF]
06.03.2020	1	150.48	145.48	1000	9.81	3	4428626.4	4428.6264	0.8	3542.90112	24	85029.6289	0.085	4428.6264	15'000.00 CHF	53'143'516.80 CHF
07.03.2020	2	147.968	142.968	1000	9.81	3	4354698.24	4354.69824	0.8	3483.75859	48	167220.412	0.167	4354.69824	15'000.00 CHF	52'256'378.88 CHF
05.02.2020	3	119.447	114.447	1000	9.81	3	3515325.21	3515.32521	0.8	2812.26017	72	202482.732	0.202	3515.32521	15'000.00 CHF	42'183'902.52 CHF
08.03.2020	4	119	114	1000	9.81	3	3502170	3502.17	0.8	2801.736	96	268966.656	0.269	3502.17	15'000.00 CHF	42'026'040.00 CHF
12.03.2020	5	108.678	103.678	1000	9.81	3	3198393.54	3198.39354	0.8	2558.71483	120	307045.78	0.307	3198.39354	15'000.00 CHF	38'380'722.48 CHF
11.03.2020	6	105.826	100.826	1000	9.81	3	3114459.18	3114.45918	0.8	2491.56734	144	358785.698	0.359	3114.45918	15'000.00 CHF	37'373'510.16 CHF
04.03.2020	7	96.915	91.915	1000	9.81	3	2852208.45	2852.20845	0.8	2281.76676	168	383336.816	0.383	2852.20845	15'000.00 CHF	34'226'501.40 CHF
06.02.2020	8	96.764	91.764	1000	9.81	3	2847764.52	2847.76452	0.8	2278.21162	192	437416.63	0.437	2847.76452	15'000.00 CHF	34'173'174.24 CHF
09.03.2020	9	94.682	89.682	1000	9.81	3	2786491.26	2786.49126	0.8	2229.19301	216	481505.69	0.482	2786.49126	15'000.00 CHF	33'437'895.12 CHF
13.03.2020	10	89.244	84.244	1000	9.81	3	2626450.92	2626.45092	0.8	2101.16074	240	504278.577	0.504	2626.45092	15'000.00 CHF	31'517'411.04 CHF
05.03.2020	11	88.33	83.33	1000	9.81	3	2599551.9	2599.5519	0.8	2079.64152	264	549025.361	0.549	2599.5519	15'000.00 CHF	31'194'622.80 CHF
10.03.2020	12	88.321	83.321	1000	9.81	3	2599287.03	2599.28703	0.8	2079.42962	288	598875.732	0.599	2599.28703	15'000.00 CHF	31'191'444.36 CHF
15.02.2020	13	87.255	82.255	1000	9.81	3	2567914.65	2567.91465	0.8	2054.33172	312	640951.497	0.641	2567.91465	15'000.00 CHF	30'814'975.80 CHF
04.02.2020	14	86.957	81.957	1000	9.81	3	2559144.51	2559.14451	0.8	2047.31561	336	687898.044	0.688	2559.14451	15'000.00 CHF	30'709'734.12 CHF
14.02.2020	15	86.455	81.455	1000	9.81	3	2544370.65	2544.37065	0.8	2035.49652	360	732778.747	0.733	2544.37065	15'000.00 CHF	30'532'447.80 CHF
02.03.2020	16	86.227	81.227	1000	9.81	3	2537660.61	2537.66061	0.8	2030.12849	384	779569.339	0.780	2537.66061	15'000.00 CHF	30'451'927.32 CHF
03.03.2020	17	85.955	80.955	1000	9.81	3	2529655.65	2529.65565	0.8	2023.72452	408	825679.604	0.826	2529.65565	15'000.00 CHF	30'355'867.80 CHF
12.02.2020	18	82.399	77.399	1000	9.81	3	2425002.57	2425.00257	0.8	1940.00206	432	838080.888	0.838	2425.00257	15'000.00 CHF	29'100'030.84 CHF
03.02.2020	19	81.134	76.134	1000	9.81	3	2387773.62	2387.77362	0.8	1910.2189	456	871059.817	0.871	2387.77362	15'000.00 CHF	28'653'283.44 CHF
01.03.2020	20	79.199	74.199	1000	9.81	3	2330826.57	2330.82657	0.8	1864.66126	480	895037.403	0.895	2330.82657	15'000.00 CHF	27'969'918.84 CHF
16.02.2020	21	76.998	71.998	1000	9.81	3	2266051.14	2266.05114	0.8	1826.84091	504	913671.82	0.914	2266.05114	15'000.00 CHF	27'192'613.68 CHF
27.10.2020	22	74.931	69.931	1000	9.81	3	2205219.33	2205.21933	0.8	1764.17546	528	931484.645	0.931	2205.21933	15'000.00 CHF	26'462'631.96 CHF
13.02.2020	23	74.88	69.88	1000	9.81	3	2203718.4	2203.7184	0.8	1762.97472	552	973162.045	0.973	2203.7184	15'000.00 CHF	26'444'620.80 CHF
01.02.2020	24	74.236	69.236	1000	9.81	3	2184765.48	2184.76548	0.8	1747.81238	576	1006739.93	1.007	2184.76548	15'000.00 CHF	26'217'185.76 CHF
07.02.2020	25	74.231	69.231	1000	9.81	3	2184618.33	2184.61833	0.8	1747.69466	600	1048616.8	1.049	2184.61833	15'000.00 CHF	26'215'419.96 CHF
14.03.2020	26	74.06	69.06	1000	9.81	3	2179585.8	2179.5858	0.8	1743.66864	624	1088049.23	1.088	2179.5858	15'000.00 CHF	26'155'029.60 CHF
11.02.2020	27	72.802	67.802	1000	9.81	3	2142562.86	2142.56286	0.8	1714.05029	648	1110704.59	1.111	2142.56286	15'000.00 CHF	25'710'754.32 CHF
17.02.2020	28	69.928	64.928	1000	9.81	3	2057981.04	2057.98104	0.8	1646.38483	672	1106370.61	1.106	2057.98104	15'000.00 CHF	24'695'772.48 CHF
18.02.2020	29	69.872	64.872	1000	9.81	3	2056332.96	2056.33296	0.8	1645.06637	696	1144966.19	1.145	2056.33296	15'000.00 CHF	24'675'995.52 CHF
02.02.2020	30	69.311	64.311	1000	9.81	3	2039822.73	2039.82273	0.8	1631.85818	720	1174937.89	1.175	2039.82273	15'000.00 CHF	24'477'872.76 CHF
28.10.2020	31	68.116	63.116	1000	9.81	3	2004653.88	2004.65388	0.8	1603.7231	744	1193169.99	1.193	2004.65388	15'000.00 CHF	24'055'846.56 CHF
15.03.2020	32	66.593	61.593	1000	9.81	3	1959831.99	1959.83199	0.8	1567.86559	768	1204120.77	1.204	1959.83199	15'000.00 CHF	23'517'983.88 CHF
29.02.2020	33	66.389	61.389	1000	9.81	3	1953828.27	1953.82827	0.8	1563.06262	792	1237945.59	1.238	1953.82827	15'000.00 CHF	23'445'939.24 CHF
28.02.2020	34	65.293	60.293	1000	9.81	3	1921572.99	1921.57299	0.8	1537.25839	816	1254402.85	1.254	1921.57299	15'000.00 CHF	23'058'875.88 CHF
30.10.2020	35	64.988	59.988	1000	9.81	3	1912596.84	1912.59684	0.8	1530.07747	840	1285265.08	1.285	1912.59684	15'000.00 CHF	22'951'162.08 CHF
08.02.2020	36	64.967	59.967	1000	9.81	3	1911978.81	1911.97881	0.8	1529.58305	864	1321559.75	1.322	1911.97881	15'000.00 CHF	22'943'745.72 CHF
29.10.2020	37	64.849	59.849	1000	9.81	3	1908506.07	1908.50607	0.8	1526.80486	888	1355802.71	1.356	1908.50607	15'000.00 CHF	22'902'072.84 CHF
19.02.2020	38	64.377	59.377	1000	9.81	3	1894615.11	1894.61511	0.8	1515.69209	912	1382311.18	1.382	1894.61511	15'000.00 CHF	22'735'381.32 CHF
16.12.2020	39	63.445	58.445	1000	9.81	3	1867186.35	1867.18635	0.8	1493.74908	936	1398149.14	1.398	1867.18635	15'000.00 CHF	22'406'230.20 CHF
31.01.2020	40	61.805	56.805	1000	9.81	3	1818921.15	1818.92115	0.8	1455.13692	960	1396931.44	1.397	1818.92115	15'000.00 CHF	21'827'053.80 CHF
17.12.2020	41	61.598	56.598	1000	9.81	3	1812829.14	1812.82914	0.8	1450.26331	984	1427059.1	1.427	1812.82914	15'000.00 CHF	21'753'949.68 CHF
01.01.2020	42	61.29	56.29	1000	9.81	3	1803764.7	1803.7647	0.8	1443.01176	1008	1454555.85	1.455	1803.7647	15'000.00 CHF	21'645'176.40 CHF
25.10.2020	43	57.768	52.768	1000	9.81	3	1700112.24	1700.11224	0.8	1360.08979	1032	1400112.24	1.401	1700.11224	15'000.00 CHF	20'401'346.88 CHF
26.10.2020	44	57.483	52.483	1000	9.81	3	1691724.69	1691.72469	0.8	1353.37975	1056	1429169.02	1.429	1691.72469	15'000.00 CHF	20'300'696.28 CHF
09.02.2020	45	57.389	52.389	1000	9.81	3	1688958.27	1688.95827	0.8	1351.16662	1080	1459259.95	1.459	1688.95827	15'000.00 CHF	20'267'499.24 CHF
31.10.2020	46	57.266	52.266	1000	9.81	3	1685338.38	1685.33838	0.8	1348.2707	1104	1488490.86	1.488	1685.33838	15'000.00 CHF	20'224'060.56 CHF
27.02.2020	47	55.963	50.963	1000	9.81	3	1646991.09	1646.99109	0.8	1317.59287	1128	1486244.74	1.486	1646.99109	15'000.00 CHF	19'763'893.08 CHF
18.12.2020	48	55.705	50.705	1000	9.81	3	1639398.15	1639.39815	0.8	1311.51852	1152	1510869.34	1.511	1639.39815	15'000.00 CHF	19'672'777.80 CHF
20.02.2020	49	55.704	50.704	1000	9.81	3	1639368.72	1639.36872	0.8	1311.49498	1176	1542318.09	1.542	1639.36872	15'000.00 CHF	19'672'424.64 CHF
10.02.2020	50	53.106	48.106	1000	9.81	3	1562909.58	1562.90958	0.8	1250.32766	1200	1503093.2	1.500	1562.90958	15'000.00 CHF	18'754'914.96 CHF
21.02.2020	51	52.433	47.433	1000	9.81	3	1543103.19	1543.10319	0.8	1234.48255	1224	1511006.64	1.511	1543.10319	15'000.00 CHF	18'517'238.28 CHF
16.03.2020	52	51.454	46.454	1000	9.81	3	1514291.22	1514.29122	0.8	1211.43298	1248	1511868.35	1.512	1514.29122	15'000.00 CHF	18'171'494.64 CHF
17.03.2020	53	49.564	44.564	1000	9.81	3	1458668.52	1458.66852	0.8	1166.93482	1272	1484341.09	1.484	1458.66852	15'000.00 CHF	17'504'022.24 CHF
25.12.2020	54	49.412	44.412	1000	9.81	3	1454195.16	1454.19516	0.8	1163.35613	1296	1457709.54	1.508	1454.19516	15'000.00 CHF	17'450'341.92 CHF
02.01.2020	55	48.694	43.694	1000	9.81	3	1433064.42	1433.06442	0.8	1146.45154	1320	1513316.03	1.513	1433.06442	15'000.00 CHF	17'196'773.04 CHF
19.12.2020	56	48.269	43.269	1000	9.81	3	1420556.67	1420.55667	0.8	1136.44534	1344	1527382.53	1.527	1420.55667	15'000.00 CHF	17'046'680.04 CHF
24.12.2020	57	47.147	42.147	1000	9.81	3	1387536.21	1387.53621	0.8	1110.02897	1368	1518519.63	1.519	1387.53621	15'000.00 CHF	16'650'434.52 CHF
18.06.2020	58	46.851	41.851	1000	9.81	3	1378824.93	1378.82493	0.8	1103.05994	1392	1535459.44	1.535	1378.82493	15'000.00 CHF	16'545'899.16 CHF
26.02.2020	59	46.373	41.373	1												

13.01.2020	131	12.431	7.431	1000	9.81	3	365844.33	365.84433	0.8	292.675464	3144	920171.659	0.920	365.84433	15'000.00 CHF	4'390'131.96 CHF
25.06.2020	132	12.198	7.198	1000	9.81	3	358987.14	358.98714	0.8	287.189712	3168	909817.008	0.910	358.98714	15'000.00 CHF	4'307'845.68 CHF
08.11.2020	133	11.917	6.917	1000	9.81	3	350717.31	350.71731	0.8	280.573848	3192	895591.723	0.896	350.71731	15'000.00 CHF	4'208'607.72 CHF
22.06.2020	134	11.857	6.857	1000	9.81	3	348951.51	348.95151	0.8	279.161208	3216	897782.445	0.898	348.95151	15'000.00 CHF	4'187'418.12 CHF
09.10.2020	135	11.757	6.757	1000	9.81	3	346008.51	346.00851	0.8	276.806808	3240	896854.058	0.897	346.00851	15'000.00 CHF	4'152'102.12 CHF
14.01.2020	136	11.454	6.454	1000	9.81	3	337091.22	337.09122	0.8	269.672976	3264	880212.594	0.880	337.09122	15'000.00 CHF	4'045'094.64 CHF
12.06.2020	137	11.443	6.443	1000	9.81	3	336767.49	336.76749	0.8	269.413992	3288	885833.206	0.886	336.76749	15'000.00 CHF	4'041'209.88 CHF
27.02.2020	138	11.152	6.152	1000	9.81	3	328203.36	328.20336	0.8	262.562688	3312	869607.623	0.870	328.20336	15'000.00 CHF	3'938'440.32 CHF
12.01.2020	139	11.125	6.125	1000	9.81	3	327408.75	327.40875	0.8	261.927	3336	873788.472	0.874	327.40875	15'000.00 CHF	3'928'905.00 CHF
17.01.2020	140	10.96	5.96	1000	9.81	3	322552.8	322.5528	0.8	258.04224	3360	867021.926	0.867	322.5528	15'000.00 CHF	3'870'633.60 CHF
21.11.2020	141	10.901	5.901	1000	9.81	3	320816.43	320.81643	0.8	256.653144	3384	868514.239	0.869	320.81643	15'000.00 CHF	3'849'797.16 CHF
21.01.2020	142	10.878	5.878	1000	9.81	3	320139.54	320.13954	0.8	256.111632	3408	872828.442	0.873	320.13954	15'000.00 CHF	3'841'674.48 CHF
28.06.2020	143	10.815	5.815	1000	9.81	3	318285.45	318.28545	0.8	254.62836	3432	873884.532	0.874	318.28545	15'000.00 CHF	3'819'425.40 CHF
19.01.2020	144	10.794	5.794	1000	9.81	3	317667.42	317.66742	0.8	254.133936	3456	878286.883	0.878	317.66742	15'000.00 CHF	3'812'009.04 CHF
03.07.2020	145	10.793	5.793	1000	9.81	3	317637.99	317.63799	0.8	254.110392	3480	884304.164	0.884	317.63799	15'000.00 CHF	3'811'655.88 CHF
15.01.2020	146	10.733	5.733	1000	9.81	3	315872.19	315.87219	0.8	252.697752	3504	885452.923	0.885	315.87219	15'000.00 CHF	3'790'466.28 CHF
17.10.2020	147	10.677	5.677	1000	9.81	3	314224.11	314.22411	0.8	251.379288	3528	886866.128	0.887	314.22411	15'000.00 CHF	3'770'689.32 CHF
14.10.2020	148	10.674	5.674	1000	9.81	3	314135.82	314.13582	0.8	251.308656	3552	892648.346	0.893	314.13582	15'000.00 CHF	3'769'629.84 CHF
09.12.2020	149	10.659	5.659	1000	9.81	3	313694.37	313.69437	0.8	250.955496	3576	897416.854	0.897	313.69437	15'000.00 CHF	3'764'332.44 CHF
05.06.2020	150	10.636	5.636	1000	9.81	3	313017.48	313.01748	0.8	250.413984	3600	901490.342	0.901	313.01748	15'000.00 CHF	3'756'209.76 CHF
30.06.2020	151	10.632	5.632	1000	9.81	3	312899.76	312.89976	0.8	250.319808	3624	907158.984	0.907	312.89976	15'000.00 CHF	3'754'797.12 CHF
16.01.2020	152	10.511	5.511	1000	9.81	3	309338.73	309.33873	0.8	247.470984	3648	902774.15	0.903	309.33873	15'000.00 CHF	3'712'064.76 CHF
18.01.2020	153	10.348	5.348	1000	9.81	3	304541.64	304.54164	0.8	243.633312	3672	894621.522	0.895	304.54164	15'000.00 CHF	3'654'499.68 CHF
20.01.2020	154	10.314	5.314	1000	9.81	3	303541.02	303.54102	0.8	242.832816	3696	897510.088	0.898	303.54102	15'000.00 CHF	3'642'492.24 CHF
29.03.2020	155	10.272	5.272	1000	9.81	3	302304.96	302.30496	0.8	241.843968	3720	899659.561	0.900	302.30496	15'000.00 CHF	3'627'659.52 CHF
22.01.2020	156	10.102	5.102	1000	9.81	3	297301.86	297.30186	0.8	237.841488	3744	890478.531	0.890	297.30186	15'000.00 CHF	3'567'622.32 CHF
30.03.2020	157	10.05	5.05	1000	9.81	3	295771.5	295.7715	0.8	236.6172	3768	891573.61	0.892	295.7715	15'000.00 CHF	3'549'258.00 CHF
23.01.2020	158	10.027	5.027	1000	9.81	3	295094.61	295.09461	0.8	236.075688	3792	895199.009	0.895	295.09461	15'000.00 CHF	3'541'135.32 CHF
23.10.2020	159	10.025	5.025	1000	9.81	3	295035.75	295.03575	0.8	236.0286	3816	900685.138	0.901	295.03575	15'000.00 CHF	3'540'429.00 CHF
21.05.2020	160	10.008	5.008	1000	9.81	3	294535.44	294.53544	0.8	235.628352	3840	904812.772	0.905	294.53544	15'000.00 CHF	3'534'425.28 CHF
08.12.2020	161	10.002	5.002	1000	9.81	3	294358.86	294.35886	0.8	235.487088	3864	909922.108	0.910	294.35886	15'000.00 CHF	3'532'406.32 CHF
24.01.2020	162	9.964	4.964	1000	9.81	3	293240.52	293.24052	0.8	234.592416	3888	912095.313	0.912	293.24052	15'000.00 CHF	3'518'886.24 CHF
12.10.2020	163	9.939	4.939	1000	9.81	3	292504.77	292.50477	0.8	234.003816	3912	915422.928	0.915	292.50477	15'000.00 CHF	3'510'057.24 CHF
10.12.2020	164	9.93	4.93	1000	9.81	3	292239.9	292.2399	0.8	233.79192	3936	920204.997	0.920	292.2399	15'000.00 CHF	3'506'878.80 CHF
25.01.2020	165	9.871	4.871	1000	9.81	3	290503.53	290.50353	0.8	232.402824	3960	920315.183	0.920	290.50353	15'000.00 CHF	3'486'042.36 CHF
05.10.2020	166	9.864	4.864	1000	9.81	3	290297.52	290.29752	0.8	232.238016	3984	925236.256	0.925	290.29752	15'000.00 CHF	3'483'502.28 CHF
01.12.2020	167	9.853	4.853	1000	9.81	3	289973.79	289.97379	0.8	231.979032	4008	929771.96	0.930	289.97379	15'000.00 CHF	3'479'685.48 CHF
26.01.2020	168	9.831	4.831	1000	9.81	3	289326.33	289.32633	0.8	231.461064	4032	933251.01	0.933	289.32633	15'000.00 CHF	3'471'915.96 CHF
06.12.2020	169	9.772	4.772	1000	9.81	3	287589.96	287.58996	0.8	230.071968	4056	933171.902	0.933	287.58996	15'000.00 CHF	3'451'079.52 CHF
09.11.2020	170	9.74	4.74	1000	9.81	3	286648.2	286.6482	0.8	229.31856	4080	935619.725	0.936	286.6482	15'000.00 CHF	3'439'778.40 CHF
18.10.2020	171	9.732	4.732	1000	9.81	3	286412.76	286.41276	0.8	229.130208	4104	940350.374	0.940	286.41276	15'000.00 CHF	3'436'953.12 CHF
27.01.2020	172	9.726	4.726	1000	9.81	3	286236.18	286.23618	0.8	228.988944	4128	945266.361	0.945	286.23618	15'000.00 CHF	3'434'834.16 CHF
08.05.2020	173	9.725	4.725	1000	9.81	3	286206.75	286.20675	0.8	228.9654	4152	950664.341	0.951	286.20675	15'000.00 CHF	3'434'481.00 CHF
01.07.2020	174	9.705	4.705	1000	9.81	3	285618.15	285.61815	0.8	228.49452	4176	954193.116	0.954	285.61815	15'000.00 CHF	3'427'417.80 CHF
24.05.2020	175	9.669	4.669	1000	9.81	3	284558.67	284.55867	0.8	227.646936	4200	956117.131	0.956	284.55867	15'000.00 CHF	3'414'704.04 CHF
15.10.2020	176	9.643	4.643	1000	9.81	3	283793.49	283.79349	0.8	227.034792	4224	958994.961	0.959	283.79349	15'000.00 CHF	3'405'521.88 CHF
17.11.2020	177	9.558	4.558	1000	9.81	3	281291.94	281.29194	0.8	225.033552	4248	955942.529	0.956	281.29194	15'000.00 CHF	3'375'053.28 CHF
13.10.2020	178	9.437	4.437	1000	9.81	3	277730.91	277.73091	0.8	222.184728	4272	949173.158	0.949	277.73091	15'000.00 CHF	3'332'770.92 CHF
31.03.2020	179	9.415	4.415	1000	9.81	3	277083.45	277.08345	0.8	221.66676	4296	952280.401	0.952	277.08345	15'000.00 CHF	3'325'001.40 CHF
11.05.2020	180	9.382	4.382	1000	9.81	3	276112.26	276.11226	0.8	220.889808	4320	954243.971	0.954	276.11226	15'000.00 CHF	3'313'347.12 CHF
11.10.2020	181	9.27	4.27	1000	9.81	3	272816.1	272.8161	0.8	218.25288	4344	948090.511	0.948	272.8161	15'000.00 CHF	3'273'793.20 CHF
07.12.2020	182	9.238	4.238	1000	9.81	3	271874.34	271.87434	0.8	217.499472	4368	950037.694	0.950	271.87434	15'000.00 CHF	3'262'492.08 CHF
22.11.2020	183	9.216	4.216	1000	9.81	3	271226.88	271.22688	0.8	216.981504	4392	952982.766	0.953	271.22688	15'000.00 CHF	3'254'222.56 CHF
01.04.2020	184	9.206	4.206	1000	9.81	3	270932.58	270.93258	0.8	216.746064	4416	957150.619	0.957	270.93258	15'000.00 CHF	3'251'190.96 CHF
02.04.2020	185	9.139	4.139	1000	9.81	3	268960.77	268.96077	0.8	215.168616	4440	955348.655	0.955	268.96077	15'000.00 CHF	3'227'529.24 CHF
12.11.2020	186	9.133	4.133	1000	9.81	3	268784.19	268.78419	0.8	215.027352	4464	959882.099	0.960	268.78419	15'000.00 CHF	3'225'410.28 CHF
02.07.2020	187	9.132	4.132	1000	9.81	3	268754.76	268.75476	0.8	215.003808	4488	964937.09	0.965	268.75476	15'000.00 CHF	3'225'057.12 CHF
11.12.2020	188	9.116	4.116	1000	9.81	3	268283.88	268.28388	0.8	214.627104	4512	968397.493	0.968	268.28388	15'000.00 CHF	3'219'406.56 CHF
03.04.2020	189	9.09	4.09	1000	9.81	3	267518.7	267.5187	0.8	214.01496	4536	970771.859	0.971	267.5187	15'000.00 CHF	3'210'224.40 CHF
05.12.2020	190	9.081	4.081	1000	9.81	3	267253.83	267.25383	0.8	213.803064	4560	974941.972	0.975	267.25383	15'000.00 CHF	3'207'045.96 CHF
10.11.2020	191	9.045	4.045	1000	9.81	3	266194.35	266.19435	0.8	212.95548	4584					

04.06.2020	263	6.51	1.51	1000	9.81	3	191589.3	191.5893	0.8	153.27144	6312	967449.329	0.967	191.5893	15'000.00 CHF	2'299'071.60 CHF
30.11.2020	264	6.51	1.51	1000	9.81	3	191589.3	191.5893	0.8	153.27144	6336	971127.844	0.971	191.5893	15'000.00 CHF	2'299'071.60 CHF
04.08.2020	265	6.503	1.503	1000	9.81	3	191383.29	191.38329	0.8	153.106632	6360	973758.18	0.974	191.38329	15'000.00 CHF	2'296'599.48 CHF
07.06.2020	266	6.491	1.491	1000	9.81	3	191030.13	191.03013	0.8	152.824104	6384	975629.08	0.976	191.03013	15'000.00 CHF	2'292'361.56 CHF
01.10.2020	267	6.476	1.476	1000	9.81	3	190588.68	190.58868	0.8	152.470944	6408	977033.809	0.977	190.58868	15'000.00 CHF	2'287'064.16 CHF
22.04.2020	268	6.47	1.47	1000	9.81	3	190412.1	190.4121	0.8	152.32968	6432	979784.502	0.980	190.4121	15'000.00 CHF	2'284'945.20 CHF
23.04.2020	269	6.419	1.419	1000	9.81	3	188911.17	188.91117	0.8	151.128936	6456	975688.411	0.976	188.91117	15'000.00 CHF	2'266'934.04 CHF
30.08.2020	270	6.381	1.381	1000	9.81	3	187792.83	187.79283	0.8	150.234264	6480	973518.031	0.974	187.79283	15'000.00 CHF	2'253'513.96 CHF
10.06.2020	271	6.342	1.342	1000	9.81	3	186645.06	186.64506	0.8	149.316048	6504	971151.576	0.971	186.64506	15'000.00 CHF	2'239'740.72 CHF
02.08.2020	272	6.336	1.336	1000	9.81	3	186468.48	186.46848	0.8	149.174784	6528	973812.99	0.974	186.46848	15'000.00 CHF	2'237'621.76 CHF
24.04.2020	273	6.329	1.329	1000	9.81	3	186262.47	186.26247	0.8	149.009976	6552	976313.363	0.976	186.26247	15'000.00 CHF	2'235'149.64 CHF
27.09.2020	274	6.289	1.289	1000	9.81	3	185085.27	185.08527	0.8	148.068216	6576	973696.588	0.974	185.08527	15'000.00 CHF	2'221'023.24 CHF
26.09.2020	275	6.255	1.255	1000	9.81	3	184084.65	184.08465	0.8	147.26772	6600	971966.952	0.972	184.08465	15'000.00 CHF	2'209'015.80 CHF
08.06.2020	276	6.217	1.217	1000	9.81	3	182966.31	182.96631	0.8	146.373048	6624	969575.07	0.970	182.96631	15'000.00 CHF	2'195'595.72 CHF
29.08.2020	277	6.198	1.198	1000	9.81	3	182407.14	182.40714	0.8	145.925712	6648	970114.133	0.970	182.40714	15'000.00 CHF	2'188'885.68 CHF
29.05.2020	278	6.178	1.178	1000	9.81	3	181818.54	181.81854	0.8	145.454832	6672	970474.639	0.970	181.81854	15'000.00 CHF	2'181'822.48 CHF
28.09.2020	279	6.138	1.138	1000	9.81	3	180641.34	180.64134	0.8	144.513072	6696	967659.53	0.968	180.64134	15'000.00 CHF	2'167'696.08 CHF
09.06.2020	280	6.137	1.137	1000	9.81	3	180611.91	180.61191	0.8	144.489528	6720	970969.628	0.971	180.61191	15'000.00 CHF	2'167'342.92 CHF
30.05.2020	281	6.097	1.097	1000	9.81	3	179434.71	179.43471	0.8	143.547768	6744	968086.147	0.968	179.43471	15'000.00 CHF	2'153'216.52 CHF
31.05.2020	282	6.084	1.084	1000	9.81	3	179052.12	179.05212	0.8	143.241696	6768	969459.799	0.969	179.05212	15'000.00 CHF	2'148'625.44 CHF
17.07.2020	283	6.068	1.068	1000	9.81	3	178581.24	178.58124	0.8	142.864992	6792	970339.026	0.970	178.58124	15'000.00 CHF	2'142'974.88 CHF
01.09.2020	284	6.033	1.033	1000	9.81	3	177551.19	177.55119	0.8	142.040952	6816	968151.129	0.968	177.55119	15'000.00 CHF	2'130'614.28 CHF
01.06.2020	285	6.031	1.031	1000	9.81	3	177492.33	177.49233	0.8	141.993864	6840	971238.03	0.971	177.49233	15'000.00 CHF	2'129'907.96 CHF
16.07.2020	286	6.031	1.031	1000	9.81	3	177492.33	177.49233	0.8	141.993864	6864	974645.882	0.975	177.49233	15'000.00 CHF	2'129'907.96 CHF
11.07.2020	287	6.028	1.028	1000	9.81	3	177404.04	177.40404	0.8	141.923232	6888	977567.222	0.978	177.40404	15'000.00 CHF	2'128'848.48 CHF
15.08.2020	288	5.997	0.997	1000	9.81	3	176491.71	176.49171	0.8	141.193368	6912	975928.56	0.976	176.49171	15'000.00 CHF	2'117'900.52 CHF
15.07.2020	289	5.994	0.994	1000	9.81	3	176403.42	176.40342	0.8	141.122736	6936	978827.297	0.979	176.40342	15'000.00 CHF	2'116'841.04 CHF
14.08.2020	290	5.979	0.979	1000	9.81	3	175961.97	175.96197	0.8	140.769576	6960	979756.249	0.980	175.96197	15'000.00 CHF	2'111'543.64 CHF
03.06.2020	291	5.97	0.97	1000	9.81	3	175697.1	175.6971	0.8	140.55768	6984	981654.837	0.982	175.6971	15'000.00 CHF	2'108'365.20 CHF
13.07.2020	292	5.96	0.96	1000	9.81	3	175402.8	175.4028	0.8	140.32224	7008	983378.258	0.983	175.4028	15'000.00 CHF	2'104'833.60 CHF
18.07.2020	293	5.96	0.96	1000	9.81	3	175402.8	175.4028	0.8	140.32224	7032	986745.992	0.987	175.4028	15'000.00 CHF	2'104'833.60 CHF
12.07.2020	294	5.945	0.945	1000	9.81	3	174961.35	174.96135	0.8	139.96908	7056	987621.828	0.988	174.96135	15'000.00 CHF	2'099'536.20 CHF
02.06.2020	295	5.943	0.943	1000	9.81	3	174902.49	174.90249	0.8	139.921992	7080	990647.703	0.991	174.90249	15'000.00 CHF	2'098'829.88 CHF
11.08.2020	296	5.943	0.943	1000	9.81	3	174902.49	174.90249	0.8	139.921992	7104	994005.831	0.994	174.90249	15'000.00 CHF	2'098'829.88 CHF
14.07.2020	297	5.942	0.942	1000	9.81	3	174873.06	174.87306	0.8	139.898448	7128	997196.137	0.997	174.87306	15'000.00 CHF	2'098'476.72 CHF
01.05.2020	298	5.916	0.916	1000	9.81	3	174107.88	174.10788	0.8	139.286304	7152	991675.646	0.996	174.10788	15'000.00 CHF	2'089'294.56 CHF
19.07.2020	299	5.884	0.884	1000	9.81	3	173166.12	173.16612	0.8	138.532896	7176	994112.062	0.994	173.16612	15'000.00 CHF	2'077'993.44 CHF
20.07.2020	300	5.845	0.845	1000	9.81	3	172018.35	172.01835	0.8	137.61468	7200	990825.696	0.991	172.01835	15'000.00 CHF	2'064'220.20 CHF
17.08.2020	301	5.839	0.839	1000	9.81	3	171841.77	171.84177	0.8	137.473416	7224	993107.957	0.993	171.84177	15'000.00 CHF	2'062'101.24 CHF
21.07.2020	302	5.82	0.82	1000	9.81	3	171282.6	171.2826	0.8	137.02608	7248	993165.028	0.993	171.2826	15'000.00 CHF	2'055'391.20 CHF
30.04.2020	303	5.816	0.816	1000	9.81	3	171164.88	171.16488	0.8	136.931904	7272	995768.806	0.996	171.16488	15'000.00 CHF	2'053'978.56 CHF
02.09.2020	304	5.809	0.809	1000	9.81	3	170958.87	170.95887	0.8	136.767096	7296	997852.732	0.998	170.95887	15'000.00 CHF	2'051'506.44 CHF
22.07.2020	305	5.803	0.803	1000	9.81	3	170782.29	170.78229	0.8	136.625832	7320	1000101.09	1.000	170.78229	15'000.00 CHF	2'049'387.48 CHF
29.04.2020	306	5.8	0.8	1000	9.81	3	170694	170.694	0.8	136.5552	7344	1002861.39	1.003	170.694	15'000.00 CHF	2'048'328.00 CHF
05.08.2020	307	5.795	0.795	1000	9.81	3	170546.85	170.54685	0.8	136.43748	7368	1005271.35	1.005	170.54685	15'000.00 CHF	2'046'562.20 CHF
12.08.2020	308	5.792	0.792	1000	9.81	3	170458.56	170.45856	0.8	136.366848	7392	1008023.74	1.008	170.45856	15'000.00 CHF	2'045'502.72 CHF
01.08.2020	309	5.788	0.788	1000	9.81	3	170340.84	170.34084	0.8	136.272672	7416	1010598.14	1.011	170.34084	15'000.00 CHF	2'044'090.08 CHF
23.07.2020	310	5.767	0.767	1000	9.81	3	169722.81	169.72281	0.8	135.778248	7440	1010190.17	1.010	169.72281	15'000.00 CHF	2'036'673.72 CHF
16.08.2020	311	5.76	0.76	1000	9.81	3	169516.8	169.5168	0.8	135.61344	7464	1012218.72	1.012	169.5168	15'000.00 CHF	2'034'201.60 CHF
18.08.2020	312	5.75	0.75	1000	9.81	3	169222.5	169.2225	0.8	135.378	7488	1013710.46	1.014	169.2225	15'000.00 CHF	2'030'670.00 CHF
06.09.2020	313	5.741	0.741	1000	9.81	3	168957.63	168.95763	0.8	135.166104	7512	1015367.77	1.015	168.95763	15'000.00 CHF	2'027'491.56 CHF
24.07.2020	314	5.74	0.74	1000	9.81	3	168928.2	168.9282	0.8	135.14256	7536	1018434.33	1.018	168.9282	15'000.00 CHF	2'027'138.40 CHF
25.04.2020	315	5.737	0.737	1000	9.81	3	168839.91	168.83991	0.8	135.071928	7560	1021143.78	1.021	168.83991	15'000.00 CHF	2'026'078.92 CHF
06.08.2020	316	5.736	0.736	1000	9.81	3	168810.48	168.81048	0.8	135.048384	7584	1024206.94	1.024	168.81048	15'000.00 CHF	2'025'725.76 CHF
27.07.2020	317	5.716	0.716	1000	9.81	3	168221.88	168.22188	0.8	134.577504	7608	1023865.65	1.024	168.22188	15'000.00 CHF	2'018'662.56 CHF
13.08.2020	318	5.716	0.716	1000	9.81	3	168221.88	168.22188	0.8	134.577504	7632	1027095.51	1.027	168.22188	15'000.00 CHF	2'018'662.56 CHF
07.08.2020	319	5.708	0.708	1000	9.81	3	167986.44	167.98644	0.8	134.389152	7656	1028883.35	1.029	167.98644	15'000.00 CHF	2'015'837.28 CHF
05.09.2020	320	5.707	0.707	1000	9.81	3	167957.01	167.95701	0.8	134.365608	7680	1031927.81	1.032	167.95701	15'000.00 CHF	2'015'484.12 CHF
27.04.2020	321	5.706	0.706	1000	9.81	3	167927.58	167.92758	0.8	134.342064	7704	1034971.26	1.035	167.92758	15'000.00 CHF	2'015'130.96 CHF
26.07.2020	322	5.706	0.706	1000	9.81	3	167927.58	167.92758	0.8	134.342064	7728	1038195.47	1.038	167.92758	15'000.00 CHF	2'015'130.96 CHF
29.07.2020	323	5.705	0.705	1000	9.81	3	167898.15	167.89815	0.8	134.31852	7752	1041237.17	1.041	167.89815	15'000.00 CHF	2'014'77

Courbe débits classés Doubs Occourt 2021

Date	Nombre de jours	Q [m³/s]	Q [m³/s] -5 m3/s	p	g	H	P _{hyd} [W]	P _{hyd} [kW]	η _t rendement	P _{mec} [kW]	Δt [h]	E _{el} [kWh]	E _{el} [GWh]	P _{bm} [kW]	Prix [15'000 CHF/kWh]	Coûts [CHF]
30.01.2021	1	269.117	264.117	1000	9.81	3	7920113.31	7920.11331	0.8	6326.09065	24	152066.176	0.152	7920.11331	15'000.00	95041'359.72
31.01.2021	2	267.09	262.09	1000	9.81	3	7860458.7	7860.4587	0.8	6288.36696	48	301841.614	0.302	7860.4587	15'000.00	94'325'504.40
01.02.2021	3	241.316	236.316	1000	9.81	3	7101929.88	7101.92988	0.8	5681.5439	72	409071.161	0.409	7101.92988	15'000.00	85'223'158.56
02.02.2021	4	237.222	232.222	1000	9.81	3	6981443.46	6981.44346	0.8	5585.15477	96	369174.858	0.536	6981.44346	15'000.00	83'777'321.52
03.02.2021	5	232.646	227.646	1000	9.81	3	6846771.78	6846.77178	0.8	5477.41742	120	657290.091	0.657	6846.77178	15'000.00	82'161'281.36
04.02.2021	6	225.123	220.123	1000	9.81	3	6625369.89	6625.36989	0.8	5300.29591	144	763242.611	0.763	6625.36989	15'000.00	79'504'438.68
15.07.2021	7	216.187	211.187	1000	9.81	3	6362383.41	6362.38341	0.8	5089.90673	168	855104.33	0.855	6362.38341	15'000.00	76'348'600.92
17.07.2021	8	192.701	187.701	1000	9.81	3	5671190.43	5671.19043	0.8	4536.95234	192	871094.85	0.871	5671.19043	15'000.00	68'054'285.16
05.02.2021	9	187.408	182.408	1000	9.81	3	5515417.44	5515.41744	0.8	4412.33395	216	953064.134	0.953	5515.41744	15'000.00	66'185'009.28
15.07.2021	10	163.686	158.686	1000	9.81	3	4817278.98	4817.27898	0.8	3853.82318	240	924917.564	0.925	4817.27898	15'000.00	57'807'347.76
29.01.2021	11	159.581	154.581	1000	9.81	3	4696468.83	4696.46883	0.8	3757.17506	264	991894.217	0.992	4696.46883	15'000.00	56'357'625.96
13.07.2021	12	154.912	149.912	1000	9.81	3	4559060.16	4559.06016	0.8	3647.24813	288	1050407.46	1.050	4559.06016	15'000.00	54'708'721.92
18.07.2021	13	149.286	144.286	1000	9.81	3	4393486.98	4393.48698	0.8	3514.78958	312	1096614.35	1.097	4393.48698	15'000.00	52'721'843.76
06.02.2021	14	148.488	143.488	1000	9.81	3	4370001.84	4370.00184	0.8	3496.00147	336	1174656.49	1.175	4370.00184	15'000.00	52'440'022.08
29.12.2021	15	132.771	127.771	1000	9.81	3	3907450.53	3907.45053	0.8	3125.96042	360	1125345.75	1.125	3907.45053	15'000.00	46'889'406.36
30.12.2021	16	127.851	122.851	1000	9.81	3	3762654.93	3762.65493	0.8	3010.12394	384	1155887.59	1.156	3762.65493	15'000.00	45'151'859.16
31.12.2021	17	126.79	121.79	1000	9.81	3	3731429.7	3731.4297	0.8	2985.14376	408	1217938.65	1.218	3731.4297	15'000.00	44'777'156.40
14.07.2021	18	126.305	121.305	1000	9.81	3	3717156.15	3717.15615	0.8	2973.72492	432	1284649.17	1.285	3717.15615	15'000.00	44'605'873.80
19.07.2021	19	118.276	113.276	1000	9.81	3	3480862.68	3480.86268	0.8	2784.69014	456	1269818.71	1.270	3480.86268	15'000.00	41'770'352.16
07.02.2021	20	116.046	111.046	1000	9.81	3	3415233.78	3415.23378	0.8	2732.18702	480	1311449.77	1.311	3415.23378	15'000.00	40'982'805.36
05.12.2021	21	106.156	101.156	1000	9.81	3	3124171.08	3124.17108	0.8	2499.33686	504	1259665.78	1.260	3124.17108	15'000.00	37'490'052.96
23.05.2021	22	104.65	99.65	1000	9.81	3	3079849.5	3079.8495	0.8	2463.8796	528	1300928.43	1.301	3079.8495	15'000.00	36'958'194.00
27.12.2021	23	103.472	98.472	1000	9.81	3	3045180.96	3045.18096	0.8	2436.14477	552	1344751.91	1.345	3045.18096	15'000.00	36'542'171.52
22.05.2021	24	103.305	98.305	1000	9.81	3	3040266.15	3040.26615	0.8	2432.21292	576	1400954.64	1.401	3040.26615	15'000.00	36'483'193.80
23.01.2021	25	102.755	97.755	1000	9.81	3	3024079.65	3024.07965	0.8	2419.26372	600	1451558.23	1.452	3024.07965	15'000.00	36'288'955.80
15.01.2021	26	101.207	96.207	1000	9.81	3	2978522.01	2978.52201	0.8	2382.81761	624	1486878.19	1.487	2978.52201	15'000.00	35'742'264.12
28.12.2021	27	99.71	94.71	1000	9.81	3	2934465.3	2934.4653	0.8	2347.57224	648	1521226.81	1.521	2934.4653	15'000.00	35'213'583.60
26.12.2021	28	97.343	92.343	1000	9.81	3	2864804.49	2864.80449	0.8	2291.84359	672	1540118.89	1.540	2864.80449	15'000.00	34'377'653.88
18.05.2021	29	94.209	89.209	1000	9.81	3	2772570.87	2772.57087	0.8	2218.0567	696	1543767.46	1.544	2772.57087	15'000.00	33'270'850.44
08.02.2021	30	94.059	89.059	1000	9.81	3	2768156.37	2768.15637	0.8	2214.5251	720	1594458.07	1.594	2768.15637	15'000.00	33'217'876.44
12.05.2021	31	93.982	88.982	1000	9.81	3	2765890.26	2765.89026	0.8	2212.71221	744	1646257.88	1.646	2765.89026	15'000.00	33'190'683.12
20.05.2021	32	93.01	88.01	1000	9.81	3	2737284.3	2737.2843	0.8	2189.82744	768	1681787.47	1.682	2737.2843	15'000.00	32'847'411.60
16.01.2021	33	91.897	86.897	1000	9.81	3	2704528.71	2704.52871	0.8	2163.62297	792	1713589.39	1.714	2704.52871	15'000.00	32'454'342.52
13.05.2021	34	90.962	85.962	1000	9.81	3	2677011.66	2677.01166	0.8	2141.60933	816	1747553.21	1.748	2677.01166	15'000.00	32'124'139.92
20.07.2021	35	89.929	84.929	1000	9.81	3	2646610.47	2646.61047	0.8	2117.28838	840	1778522.24	1.779	2646.61047	15'000.00	31'759'325.64
24.01.2021	36	89.624	84.624	1000	9.81	3	2637634.32	2637.63432	0.8	2110.10746	864	1823132.84	1.823	2637.63432	15'000.00	31'651'611.84
11.05.2021	37	89.53	84.53	1000	9.81	3	2634867.9	2634.8679	0.8	2107.89432	888	1871810.16	1.872	2634.8679	15'000.00	31'618'414.80
19.05.2021	38	88.861	83.861	1000	9.81	3	2615179.23	2615.17923	0.8	2092.14338	912	1908034.77	1.908	2615.17923	15'000.00	31'382'150.76
06.12.2021	39	85.591	80.591	1000	9.81	3	2518943.13	2518.94313	0.8	2015.1545	936	1886184.62	1.886	2518.94313	15'000.00	30'227'317.56
21.05.2021	40	84.01	79.01	1000	9.81	3	2472414.3	2472.4143	0.8	1977.93144	960	1898814.18	1.899	2472.4143	15'000.00	29'668'971.60
17.05.2021	41	82.977	77.977	1000	9.81	3	2442013.11	2442.01311	0.8	1953.61049	984	1922352.72	1.922	2442.01311	15'000.00	29'304'157.32
09.07.2021	42	82.735	77.735	1000	9.81	3	2434891.05	2434.89105	0.8	1947.91284	1008	1963496.14	1.963	2434.89105	15'000.00	29'218'692.60
24.05.2021	43	81.224	76.224	1000	9.81	3	2390422.32	2390.42232	0.8	1912.33786	1032	1923422.32	1.974	2390.42232	15'000.00	28'685'067.84
25.01.2021	44	80.385	75.385	1000	9.81	3	2365730.55	2365.73055	0.8	1892.58444	1056	1998569.17	1.999	2365.73055	15'000.00	28'388'766.60
07.12.2021	45	79.219	74.219	1000	9.81	3	2331415.17	2331.41517	0.8	1865.13214	1080	2014342.71	2.014	2331.41517	15'000.00	27'976'982.04
10.07.2021	46	77.548	72.548	1000	9.81	3	2282237.64	2282.23764	0.8	1825.79011	1104	2026722.28	2.026	2282.23764	15'000.00	27'386'851.68
11.07.2021	47	76.679	71.679	1000	9.81	3	2256662.97	2256.66297	0.8	1805.33038	1128	2036412.66	2.036	2256.66297	15'000.00	27'079'955.64
22.01.2021	48	76.411	71.411	1000	9.81	3	2248775.73	2248.77573	0.8	1799.02058	1152	2072471.71	2.072	2248.77573	15'000.00	26'985'308.72
12.07.2021	49	76.284	71.284	1000	9.81	3	2245038.12	2245.03812	0.8	1796.0305	1176	2112131.86	2.112	2245.03812	15'000.00	26'940'457.44
09.02.2021	50	76.214	71.214	1000	9.81	3	2242978.02	2242.97802	0.8	1794.38242	1200	2153258.9	2.153	2242.97802	15'000.00	26'915'736.24
14.05.2021	51	76.091	71.091	1000	9.81	3	2239358.13	2239.35813	0.8	1791.48665	1224	2192779.48	2.193	2239.35813	15'000.00	26'872'297.56
21.07.2021	52	75.649	70.649	1000	9.81	3	2226350.07	2226.35007	0.8	1781.08006	1248	2222787.91	2.223	2226.35007	15'000.00	26'716'200.84
28.01.2021	53	75.056	70.056	1000	9.81	3	2208898.08	2208.89808	0.8	1767.11846	1272	2247774.69	2.248	2208.89808	15'000.00	26'506'776.96
08.12.2021	54	74.867	69.867	1000	9.81	3	2203358.81	2203.35881	0.8	1762.66865	1296	2284418.57	2.284	2203.35881	15'000.00	26'440'029.72
09.12.2021	55	72.598	67.598	1000	9.81	3	2136559.14	2136.55914	0.8	1709.24731	1320	2256206.45	2.256	2136.55914	15'000.00	25'638'709.68
26.01.2021	56	72.591	67.591	1000	9.81	3	2136353.13	2136.35313	0.8	1709.0825	1344	2297006.89	2.297	2136.35313	15'000.00	25'636'237.56
10.02.2021	57	71.625	66.625	1000	9.81	3	2107923.75	2107.92375	0.8	1686.339	1368	2306911.75	2.307	2107.92375	15'000.00	25'295'085.00
25.05.2021	58	70.968	65.968	1000	9.81	3	2088588.24	2088.58824	0.8	1670.87059	1392	2325851.86	2.326	2088.58824	15'000.00	25'063'058.88
17.01.2021	59	69.267	64.267	1000	9.81	3	2038527.81	2038.52781	0.8	1630.82225						

01.01.2021	131	29.086	24.086	1000	9.81	3	856000.98	856.00098	0.8	684.800784	3144	2153013.66	2.153	856.00098	15'000.00 CHF	10'272'011.76 CHF
20.02.2021	132	28.969	23.969	1000	9.81	3	852557.67	852.55767	0.8	682.046136	3168	2160722.16	2.161	852.55767	15'000.00 CHF	10'230'692.04 CHF
10.06.2021	133	28.643	23.643	1000	9.81	3	842963.49	842.96349	0.8	674.370792	3192	2152591.57	2.153	842.96349	15'000.00 CHF	10'115'651.88 CHF
29.07.2021	134	28.465	23.465	1000	9.81	3	837724.95	837.72495	0.8	670.17996	3216	2155298.75	2.155	837.72495	15'000.00 CHF	10'052'699.40 CHF
25.03.2021	135	28.381	23.381	1000	9.81	3	835252.83	835.25283	0.8	668.202264	3240	2164975.34	2.165	835.25283	15'000.00 CHF	10'023'033.96 CHF
17.12.2021	136	28.355	23.355	1000	9.81	3	834487.65	834.48765	0.8	667.59012	3264	2179014.15	2.179	834.48765	15'000.00 CHF	10'013'851.80 CHF
06.05.2021	137	28.104	23.104	1000	9.81	3	827100.72	827.10072	0.8	661.680576	3288	2175605.73	2.176	827.10072	15'000.00 CHF	9'925'208.64 CHF
29.05.2021	138	27.409	22.409	1000	9.81	3	806646.87	806.64687	0.8	645.317496	3312	2137291.55	2.137	806.64687	15'000.00 CHF	9'679'762.44 CHF
03.12.2021	139	27.349	22.349	1000	9.81	3	804881.07	804.88107	0.8	643.904856	3336	2148066.6	2.148	804.88107	15'000.00 CHF	9'658'572.84 CHF
13.08.2021	140	26.586	21.586	1000	9.81	3	782425.98	782.42598	0.8	625.940784	3360	2103161.03	2.103	782.42598	15'000.00 CHF	9'389'111.76 CHF
05.05.2021	141	26.213	21.213	1000	9.81	3	771448.59	771.44859	0.8	617.158872	3384	2088465.62	2.088	771.44859	15'000.00 CHF	9'257'383.08 CHF
02.12.2021	142	25.561	20.561	1000	9.81	3	752260.23	752.26023	0.8	601.808184	3408	2050962.29	2.051	752.26023	15'000.00 CHF	9'027'122.76 CHF
13.01.2021	143	25.058	20.058	1000	9.81	3	737456.94	737.45694	0.8	589.965552	3432	2024761.77	2.025	737.45694	15'000.00 CHF	8'849'483.28 CHF
21.12.2021	144	24.626	19.626	1000	9.81	3	724743.18	724.74318	0.8	579.794544	3456	2003769.94	2.004	724.74318	15'000.00 CHF	8'696'918.16 CHF
18.12.2021	145	24.466	19.466	1000	9.81	3	720034.38	720.03438	0.8	576.027504	3480	2004575.71	2.005	720.03438	15'000.00 CHF	8'640'412.56 CHF
09.05.2021	146	23.303	18.303	1000	9.81	3	685807.29	685.80729	0.8	548.645832	3504	1922455	1.922	685.80729	15'000.00 CHF	8'229'687.48 CHF
21.02.2021	147	23.036	18.036	1000	9.81	3	677949.48	677.94948	0.8	542.359584	3528	1913444.61	1.913	677.94948	15'000.00 CHF	8'135'393.76 CHF
16.03.2021	148	23.002	18.002	1000	9.81	3	676948.86	676.94886	0.8	541.559088	3552	1923617.88	1.924	676.94886	15'000.00 CHF	8'123'386.32 CHF
04.08.2021	149	22.468	17.468	1000	9.81	3	661233.24	661.23324	0.8	528.986592	3576	1891656.05	1.892	661.23324	15'000.00 CHF	7'934'798.88 CHF
24.03.2021	150	22.455	17.455	1000	9.81	3	660850.65	660.85065	0.8	528.68052	3600	1903249.87	1.903	660.85065	15'000.00 CHF	7'930'207.80 CHF
28.06.2021	151	21.902	16.902	1000	9.81	3	644575.86	644.57586	0.8	515.660688	3624	1868754.33	1.869	644.57586	15'000.00 CHF	7'734'910.32 CHF
14.08.2021	152	21.798	16.798	1000	9.81	3	641515.14	641.51514	0.8	513.212112	3648	1872197.78	1.872	641.51514	15'000.00 CHF	7'698'182.44 CHF
03.08.2021	153	21.676	16.676	1000	9.81	3	637924.68	637.92468	0.8	510.339744	3672	1873967.54	1.874	637.92468	15'000.00 CHF	7'655'096.16 CHF
24.02.2021	154	21.502	16.502	1000	9.81	3	632803.86	632.80386	0.8	506.243088	3696	1871074.45	1.871	632.80386	15'000.00 CHF	7'593'646.32 CHF
23.03.2021	155	21.498	16.498	1000	9.81	3	632686.14	632.68614	0.8	506.148912	3720	1882873.95	1.883	632.68614	15'000.00 CHF	7'592'200.68 CHF
30.07.2021	156	21.452	16.452	1000	9.81	3	631332.36	631.33236	0.8	505.065888	3744	1890966.68	1.891	631.33236	15'000.00 CHF	7'575'988.32 CHF
25.02.2021	157	21.45	16.45	1000	9.81	3	631273.5	631.2735	0.8	505.0188	3768	1902910.84	1.903	631.2735	15'000.00 CHF	7'575'282.00 CHF
23.02.2021	158	21.256	16.256	1000	9.81	3	625564.08	625.56408	0.8	500.451264	3792	1897711.19	1.898	625.56408	15'000.00 CHF	7'506'768.96 CHF
22.02.2021	159	21.25	16.25	1000	9.81	3	625387.5	625.3875	0.8	500.31	3816	1909182.96	1.909	625.3875	15'000.00 CHF	7'504'650.00 CHF
17.03.2021	160	21.185	16.185	1000	9.81	3	623474.55	623.47455	0.8	498.77964	3840	1915313.82	1.915	623.47455	15'000.00 CHF	7'481'694.80 CHF
27.06.2021	161	21	16	1000	9.81	3	618030	618.03	0.8	494.424	3864	1910454.34	1.910	618.03	15'000.00 CHF	7'416'360.00 CHF
26.02.2021	162	20.885	15.885	1000	9.81	3	614645.55	614.64555	0.8	491.71644	3888	1911793.52	1.912	614.64555	15'000.00 CHF	7'375'746.60 CHF
19.12.2021	163	20.686	15.686	1000	9.81	3	608788.98	608.78898	0.8	487.031184	3912	1905265.99	1.905	608.78898	15'000.00 CHF	7'305'467.76 CHF
02.01.2021	164	20.579	15.579	1000	9.81	3	605639.97	605.63997	0.8	484.511976	3936	1907039.14	1.907	605.63997	15'000.00 CHF	7'267'679.64 CHF
03.04.2021	165	20.559	15.559	1000	9.81	3	605051.37	605.05137	0.8	484.041096	3960	1916802.74	1.917	605.05137	15'000.00 CHF	7'260'616.44 CHF
19.03.2021	166	20.538	15.538	1000	9.81	3	604433.34	604.43334	0.8	483.546672	3984	1926443.94	1.926	604.43334	15'000.00 CHF	7'253'200.08 CHF
22.12.2021	167	20.466	15.466	1000	9.81	3	602314.38	602.31438	0.8	481.851504	4008	1931260.83	1.931	602.31438	15'000.00 CHF	7'227'772.56 CHF
20.12.2021	168	20.39	15.39	1000	9.81	3	600077.7	600.0777	0.8	480.06216	4032	1935610.63	1.936	600.0777	15'000.00 CHF	7'200'932.40 CHF
18.03.2021	169	20.1	15.1	1000	9.81	3	591543	591.543	0.8	473.2344	4056	1919438.73	1.919	591.543	15'000.00 CHF	7'098'516.00 CHF
09.04.2021	170	19.915	14.915	1000	9.81	3	586098.45	586.09845	0.8	468.87876	4080	1913025.34	1.913	586.09845	15'000.00 CHF	7'033'181.40 CHF
01.06.2021	171	19.698	14.698	1000	9.81	3	579712.14	579.71214	0.8	463.769712	4104	1903310.9	1.903	579.71214	15'000.00 CHF	6'956'545.68 CHF
08.04.2021	172	19.605	14.605	1000	9.81	3	576975.15	576.97515	0.8	461.58012	4128	1905402.74	1.905	576.97515	15'000.00 CHF	6'923'701.80 CHF
11.06.2021	173	19.292	14.292	1000	9.81	3	567763.56	567.76356	0.8	454.210848	4152	1885884.44	1.886	567.76356	15'000.00 CHF	6'813'162.72 CHF
05.01.2021	174	19.186	14.186	1000	9.81	3	564643.98	564.64398	0.8	451.715184	4176	1886362.61	1.886	564.64398	15'000.00 CHF	6'775'727.76 CHF
02.08.2021	175	18.847	13.847	1000	9.81	3	554667.21	554.66721	0.8	443.733768	4200	1863681.83	1.864	554.66721	15'000.00 CHF	6'656'006.52 CHF
01.08.2021	176	18.796	13.796	1000	9.81	3	553166.28	553.16628	0.8	442.533024	4224	1869259.49	1.869	553.16628	15'000.00 CHF	6'637'995.36 CHF
04.01.2021	177	18.698	13.698	1000	9.81	3	550282.14	550.28214	0.8	440.225712	4248	1870078.82	1.870	550.28214	15'000.00 CHF	6'603'385.68 CHF
31.05.2021	178	18.615	13.615	1000	9.81	3	547839.45	547.83945	0.8	438.27156	4272	1872296.1	1.872	547.83945	15'000.00 CHF	6'574'073.40 CHF
30.05.2021	179	18.534	13.534	1000	9.81	3	545455.62	545.45562	0.8	436.364496	4296	1874621.87	1.875	545.45562	15'000.00 CHF	6'545'467.44 CHF
31.07.2021	180	18.082	13.082	1000	9.81	3	532153.26	532.15326	0.8	425.722608	4320	1839121.67	1.839	532.15326	15'000.00 CHF	6'385'839.12 CHF
23.12.2021	181	18.029	13.029	1000	9.81	3	530593.47	530.59347	0.8	424.474776	4344	1843918.43	1.844	530.59347	15'000.00 CHF	6'367'121.64 CHF
20.03.2021	182	17.901	12.901	1000	9.81	3	526826.43	526.82643	0.8	421.461144	4368	1840942.28	1.841	526.82643	15'000.00 CHF	6'321'917.16 CHF
02.06.2021	183	17.785	12.785	1000	9.81	3	523412.55	523.41255	0.8	418.73004	4392	1839062.34	1.839	523.41255	15'000.00 CHF	6'280'950.60 CHF
24.12.2021	184	17.587	12.587	1000	9.81	3	517685.41	517.68541	0.8	414.068328	4416	1828525.74	1.829	517.68541	15'000.00 CHF	6'211'024.92 CHF
17.08.2021	185	17.516	12.516	1000	9.81	3	515495.88	515.49588	0.8	412.396704	4440	1831041.37	1.831	515.49588	15'000.00 CHF	6'185'950.56 CHF
18.08.2021	186	17.107	12.107	1000	9.81	3	503459.01	503.45901	0.8	402.767208	4464	1797952.82	1.798	503.45901	15'000.00 CHF	6'041'508.12 CHF
12.06.2021	187	17.104	12.104	1000	9.81	3	503370.72	503.37072	0.8	402.696576	4488	1807302.23	1.807	503.37072	15'000.00 CHF	6'040'448.64 CHF
27.02.2021	188	16.885	11.885	1000	9.81	3	496925.55	496.92555	0.8	397.54044	4512	1793702.47	1.794	496.92555	15'000.00 CHF	5'963'106.60 CHF
07.04.2021	189	16.885	11.885	1000	9.81	3	496925.55	496.92555	0.8	397.54044	4536	1803243.44	1.803	496.92555	15'000.00 CHF	5'963'106.60 CHF
06.01.2021	190	16.67	11.67	1000	9.81	3	490598.1	490.5981	0.8	392.47848	4560	1789701.87	1.790	490.5981	15'000.00 CHF	5'887'177.20 CHF
08.06.2021	191	16.544	11.544	1000												

22.08.2021	263	9.919	4.919	1000	9.81	3	291916.17	291.91617	0.8	233.532936	6312	1474059.89	1.474	291.91617	15'000.00 CHF	3'502'994.04 CHF
19.04.2021	264	9.915	4.915	1000	9.81	3	291798.45	291.79845	0.8	233.43876	6336	1479067.98	1.479	291.79845	15'000.00 CHF	3'501'581.40 CHF
10.03.2021	265	9.878	4.878	1000	9.81	3	290709.54	290.70954	0.8	232.567632	6360	1479130.14	1.479	290.70954	15'000.00 CHF	3'488'514.48 CHF
30.04.2021	266	9.799	4.799	1000	9.81	3	288384.57	288.38457	0.8	230.707656	6384	1472837.68	1.473	288.38457	15'000.00 CHF	3'460'614.84 CHF
08.11.2021	267	9.788	4.788	1000	9.81	3	288060.84	288.06084	0.8	230.448672	6408	1476715.09	1.477	288.06084	15'000.00 CHF	3'456'730.08 CHF
16.11.2021	268	9.738	4.738	1000	9.81	3	286589.34	286.58934	0.8	229.271472	6432	1474674.11	1.475	286.58934	15'000.00 CHF	3'439'072.08 CHF
20.04.2021	269	9.724	4.724	1000	9.81	3	286177.32	286.17732	0.8	228.941856	6456	1478048.62	1.478	286.17732	15'000.00 CHF	3'434'127.84 CHF
28.08.2021	270	9.697	4.697	1000	9.81	3	285382.71	285.38271	0.8	228.306168	6480	1479423.97	1.479	285.38271	15'000.00 CHF	3'424'592.52 CHF
21.04.2021	271	9.668	4.668	1000	9.81	3	284529.24	284.52924	0.8	227.623392	6504	1480462.54	1.480	284.52924	15'000.00 CHF	3'414'350.88 CHF
17.11.2021	272	9.642	4.642	1000	9.81	3	283764.06	283.76406	0.8	227.011248	6528	1481929.43	1.482	283.76406	15'000.00 CHF	3'405'168.72 CHF
11.01.2021	273	9.627	4.627	1000	9.81	3	283322.61	283.32261	0.8	226.658088	6552	1485063.79	1.485	283.32261	15'000.00 CHF	3'399'871.32 CHF
22.04.2021	274	9.625	4.625	1000	9.81	3	283263.75	283.26375	0.8	226.611	6576	1490193.94	1.490	283.26375	15'000.00 CHF	3'399'165.00 CHF
07.03.2021	275	9.602	4.602	1000	9.81	3	282586.86	282.58686	0.8	226.069488	6600	1492058.62	1.492	282.58686	15'000.00 CHF	3'391'042.32 CHF
07.11.2021	276	9.555	4.555	1000	9.81	3	281203.65	281.20365	0.8	224.96292	6624	1490154.38	1.490	281.20365	15'000.00 CHF	3'374'443.80 CHF
08.03.2021	277	9.466	4.466	1000	9.81	3	278584.38	278.58438	0.8	222.867504	6648	1481623.17	1.482	278.58438	15'000.00 CHF	3'343'012.56 CHF
12.11.2021	278	9.466	4.466	1000	9.81	3	278584.38	278.58438	0.8	222.867504	6672	1486971.99	1.487	278.58438	15'000.00 CHF	3'343'012.56 CHF
23.04.2021	279	9.459	4.459	1000	9.81	3	278378.37	278.37837	0.8	222.702696	6696	1491217.25	1.491	278.37837	15'000.00 CHF	3'340'540.44 CHF
25.04.2021	280	9.357	4.357	1000	9.81	3	275376.51	275.37651	0.8	220.301208	6720	1480424.12	1.480	275.37651	15'000.00 CHF	3'304'518.12 CHF
24.04.2021	281	9.355	4.355	1000	9.81	3	275317.65	275.31765	0.8	220.25412	6744	1485393.79	1.485	275.31765	15'000.00 CHF	3'303'811.80 CHF
26.04.2021	282	9.338	4.338	1000	9.81	3	274817.34	274.81734	0.8	219.853872	6768	1487971.01	1.488	274.81734	15'000.00 CHF	3'297'808.08 CHF
01.09.2021	283	9.32	4.32	1000	9.81	3	274287.6	274.2876	0.8	219.43008	6792	1490369.1	1.490	274.2876	15'000.00 CHF	3'291'451.20 CHF
18.11.2021	284	9.302	4.302	1000	9.81	3	273757.86	273.75786	0.8	219.006288	6816	1492746.86	1.493	273.75786	15'000.00 CHF	3'274'499.52 CHF
09.03.2021	285	9.297	4.297	1000	9.81	3	273610.71	273.61071	0.8	218.888568	6840	1497197.81	1.497	273.61071	15'000.00 CHF	3'283'328.52 CHF
29.04.2021	286	9.274	4.274	1000	9.81	3	272933.82	272.93382	0.8	218.347056	6864	1498734.19	1.499	272.93382	15'000.00 CHF	3'275'205.84 CHF
20.06.2021	287	9.272	4.272	1000	9.81	3	272874.96	272.87496	0.8	218.299968	6888	1503650.18	1.504	272.87496	15'000.00 CHF	3'274'499.52 CHF
28.04.2021	288	9.159	4.159	1000	9.81	3	269549.37	269.54937	0.8	215.639496	6912	1490500.2	1.491	269.54937	15'000.00 CHF	3'234'592.44 CHF
27.04.2021	289	9.13	4.13	1000	9.81	3	268695.9	268.6959	0.8	214.95672	6936	1490939.81	1.491	268.6959	15'000.00 CHF	3'224'350.80 CHF
02.09.2021	290	8.969	3.969	1000	9.81	3	263957.67	263.95767	0.8	211.166136	6960	1469716.31	1.470	263.95767	15'000.00 CHF	3'167'492.04 CHF
31.08.2021	291	8.668	3.668	1000	9.81	3	255099.24	255.09924	0.8	204.079392	6984	1425290.47	1.425	255.09924	15'000.00 CHF	3'061'190.88 CHF
03.09.2021	292	8.538	3.538	1000	9.81	3	251273.34	251.27334	0.8	201.018672	7008	1408738.85	1.409	251.27334	15'000.00 CHF	3'015'280.08 CHF
04.09.2021	293	8.332	3.332	1000	9.81	3	245210.76	245.21076	0.8	196.168608	7032	1379457.65	1.379	245.21076	15'000.00 CHF	2'942'529.12 CHF
30.08.2021	294	8.236	3.236	1000	9.81	3	242385.48	242.38548	0.8	193.908384	7056	1368217.56	1.368	242.38548	15'000.00 CHF	2'908'625.76 CHF
29.08.2021	295	8.207	3.207	1000	9.81	3	241532.01	241.53201	0.8	193.225608	7080	1368037.3	1.368	241.53201	15'000.00 CHF	2'898'384.12 CHF
23.11.2021	296	8.167	3.167	1000	9.81	3	240354.81	240.35481	0.8	192.283848	7104	1365984.46	1.366	240.35481	15'000.00 CHF	2'884'257.72 CHF
09.10.2021	297	8.149	3.149	1000	9.81	3	239825.07	239.82507	0.8	191.860056	7128	1367578.48	1.368	239.82507	15'000.00 CHF	2'877'900.84 CHF
24.11.2021	298	8.113	3.113	1000	9.81	3	238765.59	238.76559	0.8	191.012472	7152	1366121.2	1.366	238.76559	15'000.00 CHF	2'865'187.08 CHF
25.11.2021	299	8.004	3.004	1000	9.81	3	235557.72	235.55772	0.8	188.446176	7176	1352289.76	1.352	235.55772	15'000.00 CHF	2'826'692.64 CHF
05.09.2021	300	7.958	2.958	1000	9.81	3	234203.94	234.20394	0.8	187.363152	7200	1349014.69	1.349	234.20394	15'000.00 CHF	2'810'447.28 CHF
13.11.2021	301	7.785	2.785	1000	9.81	3	229112.55	229.11255	0.8	183.29004	7224	1324087.25	1.324	229.11255	15'000.00 CHF	2'749'350.60 CHF
01.12.2021	302	7.748	2.748	1000	9.81	3	228023.64	228.02364	0.8	182.418912	7248	1322172.27	1.322	228.02364	15'000.00 CHF	2'736'283.68 CHF
06.09.2021	303	7.728	2.728	1000	9.81	3	227435.04	227.43504	0.8	181.948032	7272	1323126.09	1.323	227.43504	15'000.00 CHF	2'729'220.48 CHF
07.09.2021	304	7.456	2.456	1000	9.81	3	219430.08	219.43008	0.8	175.544064	7296	1280769.49	1.281	219.43008	15'000.00 CHF	2'633'160.96 CHF
15.11.2021	305	7.385	2.385	1000	9.81	3	217340.55	217.34055	0.8	173.87244	7320	1272746.26	1.273	217.34055	15'000.00 CHF	2'608'086.60 CHF
11.10.2021	306	7.332	2.332	1000	9.81	3	215780.76	215.78076	0.8	172.624608	7344	1267755.12	1.268	215.78076	15'000.00 CHF	2'589'369.12 CHF
10.10.2021	307	7.19	2.19	1000	9.81	3	211601.7	211.6017	0.8	169.28136	7368	1247265.06	1.247	211.6017	15'000.00 CHF	2'539'220.40 CHF
20.11.2021	308	7.025	2.025	1000	9.81	3	206745.75	206.74575	0.8	165.3966	7392	1222611.67	1.223	206.74575	15'000.00 CHF	2'480'949.00 CHF
30.11.2021	309	6.991	1.991	1000	9.81	3	205745.13	205.74513	0.8	164.596104	7416	1220644.71	1.221	205.74513	15'000.00 CHF	2'468'941.56 CHF
14.11.2021	310	6.976	1.976	1000	9.81	3	205303.68	205.30368	0.8	164.242944	7440	1221967.5	1.222	205.30368	15'000.00 CHF	2'463'644.16 CHF
13.09.2021	311	6.962	1.962	1000	9.81	3	204891.66	204.89166	0.8	163.913328	7464	1223449.08	1.223	204.89166	15'000.00 CHF	2'458'699.92 CHF
27.11.2021	312	6.887	1.887	1000	9.81	3	202684.41	202.68441	0.8	162.147528	7488	1214160.69	1.214	202.68441	15'000.00 CHF	2'432'212.92 CHF
22.11.2021	313	6.766	1.766	1000	9.81	3	199123.38	199.12338	0.8	159.298704	7512	1196651.86	1.197	199.12338	15'000.00 CHF	2'389'480.56 CHF
21.09.2021	314	6.72	1.72	1000	9.81	3	197769.6	197.7696	0.8	158.21568	7536	1192313.36	1.192	197.7696	15'000.00 CHF	2'373'235.20 CHF
09.09.2021	315	6.705	1.705	1000	9.81	3	197328.15	197.32815	0.8	157.86252	7560	1193440.65	1.193	197.32815	15'000.00 CHF	2'367'937.80 CHF
08.09.2021	316	6.701	1.701	1000	9.81	3	197210.43	197.21043	0.8	157.768344	7584	1196515.12	1.197	197.21043	15'000.00 CHF	2'366'525.16 CHF
10.09.2021	317	6.694	1.694	1000	9.81	3	197004.42	197.00442	0.8	157.603536	7608	1199047.7	1.199	197.00442	15'000.00 CHF	2'364'053.04 CHF
01.11.2021	318	6.683	1.683	1000	9.81	3	196680.69	196.68069	0.8	157.344552	7632	1200853.62	1.201	196.68069	15'000.00 CHF	2'360'168.28 CHF
29.11.2021	319	6.627	1.627	1000	9.81	3	195032.61	195.03261	0.8	156.026088	7656	1194535.73	1.195	195.03261	15'000.00 CHF	2'340'391.32 CHF
11.09.2021	320	6.616	1.616	1000	9.81	3	194708.88	194.70888	0.8	155.767104	7680	1196291.36	1.196	194.70888	15'000.00 CHF	2'336'506.56 CHF
26.11.2021	321	6.608	1.608	1000	9.81	3	194473.44	194.47344	0.8	155.578752	7704	1198578.71	1.199	194.47344	15'000.00 CHF	2'333'681.28 CHF
12.09.2021	322	6.601	1.601	1000	9.81	3	194267.43	194.26743	0.8	155.413944	7728	1201038.96	1.201	194.26743	15'000.00 CHF	2'331'209.16 CHF
19.11.2021	323	6.584	1.584	1000	9.81	3	193767.12	193.76712	0.8	155.013696	7752	1201662.1	1.			

Annexe C IFP n°1006 Vallée du Doubs



IFP 1006 Vallée du Doubs

Cantons	Communes	Surface
Neuchâtel	La Chaux-de-Fonds, Le Locle, Les Brenets, Les Planchettes	3923 ha
Jura	Clos du Doubs, Le Noirmont, Les Bois, Muriaux, Saignelégier, Saint-Brais, Soubey	



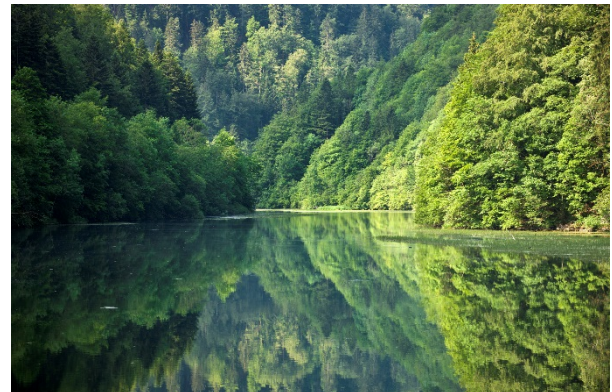
Lac de Moron, Creux de Moron et Le Châtelard



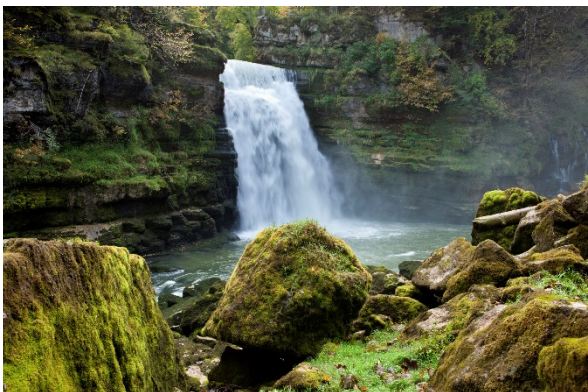
IFP 1006 Vallée du Doubs



Pont de la ville de Saint-Ursanne



Le Doubs et ses flancs boisés à Biaufond



Saut du Doubs



Falaises sur lac des Brenets

1 Justification de l'importance nationale

- 1.1 Paysage fluvial naturel et sauvage
- 1.2 Profonde vallée encaissée dans une succession de dépressions synclinales
- 1.3 Important milieu fluvial abritant des espèces rares de poissons
- 1.4 Rivière à dynamique complexe avec méandres
- 1.5 Associations végétales très variées
- 1.6 Importants milieux naturels pour la flore et la faune
- 1.7 Vastes forêts de pente et ravins

2 Description

2.1 Caractère du paysage

Longue, sauvage, sinueuse et profonde, occupée essentiellement par le cours d'eau qui l'a creusée, la Vallée du Doubs est protégée par des flancs abrupts et très boisés. Dessinant la frontière franco-suisse, elle entaille profondément les hauts plateaux jurassiens.

Le paysage est dominé par la rivière, tantôt large et paisible, tantôt étroite et tumultueuse, formant parfois des lacs naturels ou artificiels. Elle est encaissée entre des falaises et des forêts raides le long de la partie supérieure de son cours. À partir de Soubey, le paysage s'ouvre par endroits et la rivière serpente au milieu de pâtures, de prairies et de forêts.

En aval des Brenets, le Doubs forme un lac allongé, enserré entre falaises et côtes rocheuses jusqu'au Saut du Doubs, chute spectaculaire de 27 m, alimentant plus bas le lac de Moron. Au-dessus des côtes de Moron, cirque naturel rocheux de plus de 400 m de haut, les pâturages boisés et les marais des Saingnoles dominent la vallée. Plus en aval, le Doubs poursuit son cours dans des gorges sauvages avec localement les élargissements des lacs artificiels de Biaufond et de la Goule. Jusqu'à l'amorce de sa boucle, à Goumois, il présente son tronçon le plus sauvage, peu pourvu en ponts, fortement encaissé entre des flancs très raides et boisés qui restent difficiles d'accès. Sur son autre rive, dès Soubey, il enserre et contourne le Clos du Doubs, dont il fait une entité presque insulaire. Le Doubs poursuit son cours dans un lit élargi dessinant ses méandres, créant de petits îlots de graviers et débordant sur les rives plus planes de sa partie ajoulote.

La dynamique de la rivière, en partie naturelle, se caractérise par une forte variation des débits, qui fluctuent en fonction des précipitations et du système karstique, mais qui sont aussi nettement influencés par les retenues et les turbinages.

La Vallée du Doubs est restée très naturelle et peu construite, à l'exception de quelques ouvrages destinés à la production d'électricité. Les espaces forestiers des flancs de la vallée ainsi que certains secteurs du Theusseret, du Clos du Doubs et autour des rochers du Creux de Moron ont un caractère particulièrement tranquille.

2.2 Géologie et géomorphologie

Longeant la frontière franco-suisse en direction du nord-ouest, le Doubs s'écoule au fond d'une profonde gorge aux pentes escarpées, comprenant localement des falaises, particulièrement spectaculaires au cirque de Moron. Il se faufile dans une succession de dépressions synclinales, déviant obliquement de l'une à l'autre en raison de modifications des structures tectoniques ou de décrochements importants (géotope).

Au début du plissement du Jura, au Miocène, le cours d'eau divaguait dans une pénéplaine, formant des méandres qui se sont ensuite progressivement encaissés pour creuser un canyon il y a une dizaine de millions d'années, à la fin du plissement du Jura. La rivière entaille principalement les calcaires et les argiles du Malm et, par endroits, comme près de Biaufond, les calcaires plus anciens

du Dogger. Les méandres encaissés que forme le Doubs sont remarquables à l'est du lac des Brenets, où l'érosion est particulièrement visible et a donné naissance à de hautes falaises de plusieurs dizaines de mètres.

Le Saut du Doubs, chute de 27 m, s'est formé à la fin de la dernière glaciation suite à deux éboulements successifs des falaises en rive droite et en rive gauche. Pendant toute la durée du Quaternaire, des éboulements de même type se sont produits en divers points de la vallée, entraînant la formation de lacs comme celui des Brenets ou de dépressions comme celle de Biaufond, avec son cirque imposant, aujourd'hui partiellement comblé par des alluvions récentes. Du fait de leur pente et du type de roches qu'ils recourent, les flancs de la vallée sont aujourd'hui encore instables, générant de nombreux glissements et éboulements locaux.

Le fond de cette vallée joue le rôle de drain principal pour les eaux souterraines contenues dans les aquifères traversés par le Doubs. De très nombreuses sources karstiques sourdent ainsi le long de son cours, une des plus importantes étant la source de l'Arvoux, située dans le lac des Brenets à l'entrée du canyon. Le régime du Doubs est également influencé par des pertes karstiques, notamment au Saut du Doubs.

2.3 Milieux naturels

Souvent très étroite et abrupte, la Vallée du Doubs présente la plus grande variété de milieux naturels dans ses secteurs les plus larges, comme le Clos du Doubs au nord, les Côtes du Doubs au sud et le Theusseret au centre. Ces différents milieux, répartis entre la rivière, les pentes raides boisées et les plateaux agricoles qui les surplombent, sont de grande importance pour la faune. Les vastes forêts souvent sauvages et inaccessibles constituent des milieux naturels favorables au gibier et à de nombreuses espèces d'oiseaux forestiers. Les falaises sont colonisées par un grand nombre d'espèces spécialisées, tel le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*).

La rivière, avec ses rives naturelles, ses méandres et ses quelques petites îles, accueille de nombreuses espèces de poissons, dont l'Apron (*Zingel asper*), aussi appelé Roi du Doubs, une espèce de poisson rare et au bord de l'extinction. Le cours du Doubs – qui forme trois zones alluviales d'importance nationale, chacune avec ses habitats typiques – héberge également la Mulette manchotte (*Unio mancus*), un mollusque en danger qu'on ne trouve, en Suisse, que dans le Doubs et au sud du Tessin. Le lit mineur est occupé par les eaux courantes, les milieux aquatiques d'eau calme, les plages d'alluvions et les roselières fluviatiles. Les milieux aquatiques avec végétation flottante fixée (*Nymphaeion*) ou libre (*Lemnion*) occupent les zones calmes de la rivière et constituent plusieurs sites de reproduction de batraciens d'importance nationale. Les terrasses alluviales sont colonisées par divers types de forêts humides à bois tendre – à l'exemple de la saulaie blanche (*Salicetum albae*), association très rare et bien reconnaissable à son feuillage argenté – et par des forêts à bois durs comme la frênaie à érable (*Aceri fraxinetum*). Ces forêts riveraines abritent des espèces de papillons spécialisées et en danger, comme le Grand Sylvain (*Limenitis populi*). Les prairies inondables du Clos du Doubs hébergent également de nombreuses plantes aquatiques ou paludicoles rares, à l'exemple de la Fritillaire pintade (*Fritillaria meleagris*), une espèce en danger et exclusive du Jura qui colonise les prairies à populage (*Calthion*) inondées par le Doubs.

Les forêts de pente de la Vallée du Doubs sont dominées par plusieurs types de hêtraies et notamment par une hêtraie à laïches (*Carici-Fagetum*) des stations sèches, ainsi que par une tillaie à érable (*Aceri-Tiliatum*) des pentes d'éboulis ensoleillées. Des pessières-sapinières à asplénium sur gros blocs (*Asplenio-Abieti-Piceetum*) et des pessières-sapinières à myrtille (*Vaccinio myrtilli-Abieti-Piceetum*) occupent les stations fraîches et ombragées du fond de la vallée.

Les nombreuses falaises constituent des milieux particuliers, également diversifiés en raison de leur exposition variable. Sauvages et inaccessibles, elles abritent une végétation saxicole intacte et hébergent une faune spécifique, notamment diverses espèces d'oiseaux qui y nichent.

Sur le haut des forêts, les prairies sèches accueillent des espèces thermophiles de papillons, d'orthoptères et de reptiles, ainsi que des plantes rares et au bord de l'extinction comme l'Ibérus intermédiaire (*Iberis intermedia*), une brassicacée des éboulis calcaires. Le plateau supérieur est structuré par un réseau de haies de grande valeur naturelle qui constitue un terrain de chasse favorable pour le Petit Rhinolophe fer à cheval (*Rhinolophus hipposideros*), une espèce de chauve-souris au bord de l'extinction. Au Clos du Doubs, le paysage est composé de prairies et pâturages secs, donc plusieurs sont d'importance nationale. Ces milieux sont colonisés par des pelouses mi-sèches médio-européennes (*Mesobromion*).

À l'est du Creux de Moron, un haut-marais et un bas-marais d'importance nationale sont enchâssés dans une petite bande de forêt. Ces milieux humides sont colonisés notamment par une forêt de tourbière rare, la pineraie de montagne à sphaignes (*Sphagno-Pinetum montanae*), et abritent plusieurs espèces spécialisées.

Les milieux terrestres de la Vallée du Doubs sont plutôt bien conservés, mais les espèces et les écosystèmes aquatiques subissent des perturbations liées à l'exploitation hydroélectrique et à la qualité des eaux.

2.4 Paysage historico-culturel

Paysage à forte composante naturelle, la Vallée du Doubs ne porte que peu l'empreinte des activités humaines. L'urbanisation se limite à quelques villages et à un habitat rural traditionnel dispersé.

Rivière frontière, le Doubs compte peu de points de passage en raison de sa topographie encaissée: douanes ou péages avec pont sur le Doubs à La Rasse, Biaufond, Goumois, Soubey et Saint-Ursanne. Sur ses rives, des chemins difficiles, comme les Échelles de la Mort près de l'usine électrique du Refrain, permettaient aux piétons et aux contrebandiers de franchir les falaises. La Vallée du Doubs est caractérisée par plusieurs voies de communication historiques d'importance nationale, l'une des plus remarquables étant le pont du bourg médiéval de Saint-Ursanne. De dimensions généreuses, tout en pierres de taille, ce pont est scellé aux bâtiments historiques qui bordent la rivière. Mentionné dès le début du XV^e siècle, il était l'unique accès à l'enclave topographique formée par la boucle du Doubs.

Si l'industrie a presque disparu, une agriculture d'élevage traditionnel subsiste encore dans les villages de Soubey, Goumois et Ocourt, dans les fermes isolées qui bordent la rivière, ainsi que sur les rives neuchâteloises du Doubs. Dans un environnement calcaire où les cours d'eau sont rares, le Doubs a été rapidement exploité pour faire fonctionner des moulins. La quinzaine de petits moulins au fil de l'eau, qui servaient à la meunerie, au sciage, au laminage ou à la teinture, sont pour la plupart en ruine ou à l'abandon, à l'exemple du moulin de Soubey, qui a cessé son activité il y a une trentaine d'années.

Les eaux du Doubs sont turbinées par trois usines électriques. Alimentées par les eaux de barrages construits au siècle passé, elles forment des lacs qui paraissent naturels.

3 Objectifs de protection

- 3.1 Conserver l'état naturel et sauvage du paysage fluvial.
- 3.2 Conserver les formes géologiques et géomorphologiques.
- 3.3 Conserver la dynamique fluviale du Doubs.
- 3.4 Conserver la qualité et la fonction écologique des milieux humides.
- 3.5 Conserver les écosystèmes aquatiques et riverains du Doubs, la qualité de ses eaux ainsi que les espèces piscicoles rares et caractéristiques.
- 3.6 Conserver la mosaïque des différents milieux naturels terrestres ainsi que leurs espèces spécialisées.
- 3.7 Conserver le paysage rural avec ses bâtiments typiques.
- 3.8 Conserver les éléments historiques caractéristiques.
- 3.9 Conserver les voies de communication historiques, tant pour leur substance que pour leur caractère paysager.
- 3.10 Conserver la tranquillité dans les espaces forestiers des flancs de la vallée.

Annexe D IBN n°JU6604 Bellefontaine

Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung
Inventory fédéral des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale
Inventario federale dei siti di riproduzione di anfibi di importanza nazionale
Inventari federal dals territoris da frega d'amfibis d'impurtanza naziunala

Kanton(e) Canton(s) Cantone(i) Chantun(s)	JU	Objekt Objet Oggetto Object	JU6604
Gemeinde(n) Commune(s) Comune(i) Vischnanca(s)	Clos du Doubs		
Lokalität Localité Località Localitad	Bellefontaine		
Koordinaten Coordonnées Coordinate Coordinatas	2'575'020 / 1'245'070		
Höhe ü. M. Altitude Altitudine Autezza sur mar	465 m		
Fläche Surface Superficie Surfatscha	8.70 ha		

Fläche Bereich A
Surface secteur A
Estensione settore A
Surfatscha sector A

2.26 ha

Fläche Bereich B
Surface secteur B
Estensione settore B
Surfatscha sector B

6.45 ha

Amphibienbestände* / Peuplement en amphibiens* / Popolazione di anfibi* / Effectivs d'amfibis*

<i>Ichthyosaura alpestris</i>	2	<i>Rana temporaria</i>	4
<i>Lissotriton helveticus</i>	2		
<i>Alytes obstetricans</i>	1		
<i>Bufo bufo</i>	2		

Population / population / popolazione / populaziun 1 = klein oder nicht bekannt / petite ou non connue / piccola o di dimensione sconosciuta / pitschna u nunconuscenta
2 = mittel / moyenne / media / mesauna 3 = gross / grande / grande / gronda 4 = sehr gross / très grande / molto grande / fitg gronda

Hinweise / Indications / Indicazioni / Indicaziuns

* Les effectifs décrivent la valeur d'un objet au moment de son inscription à l'inventaire.

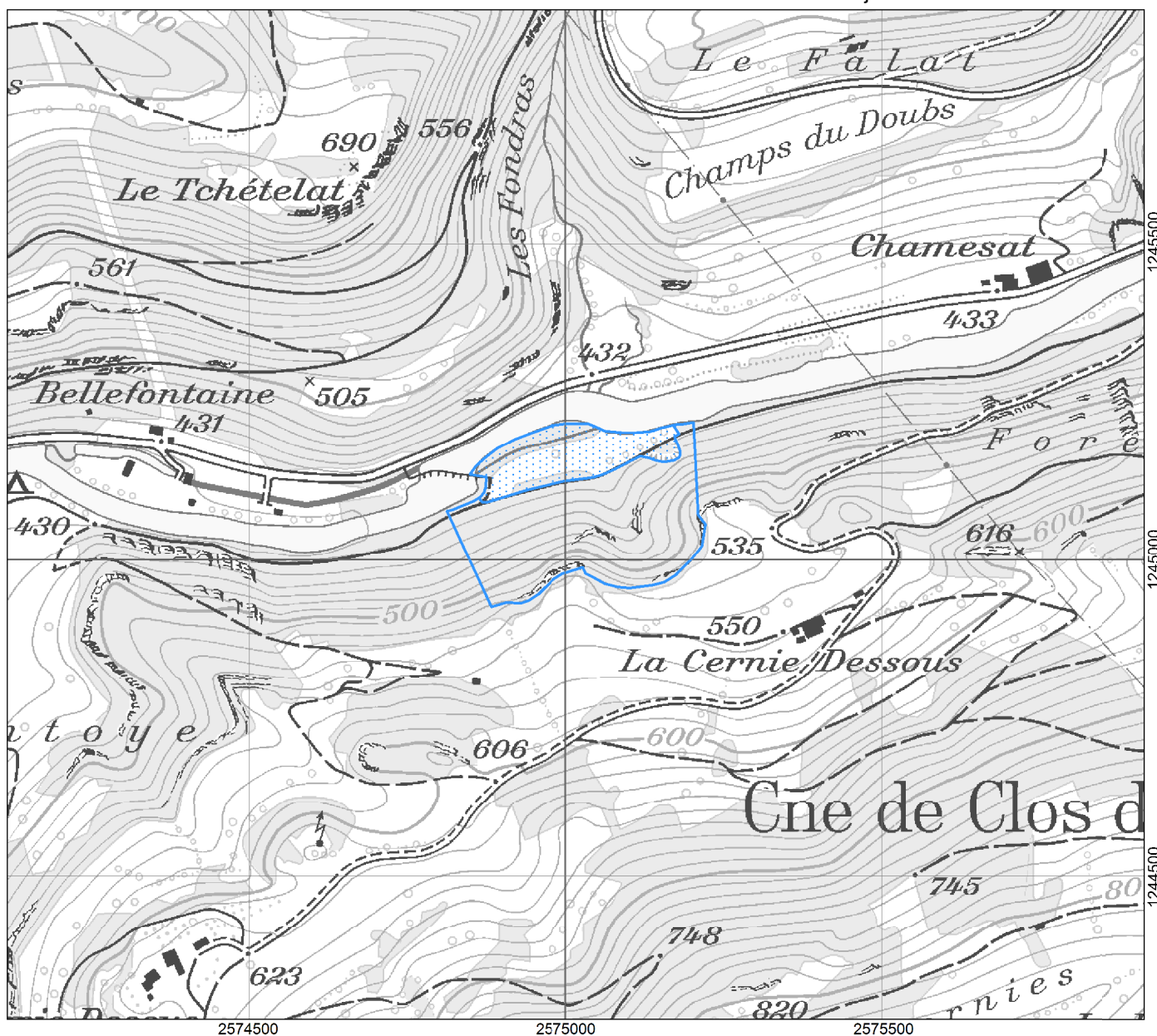
Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung
Inventaire fédéral des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale
Inventario federale dei siti di riproduzione di anfibi di importanza nazionale
Inventari federal dals territoris da frega d'amfibis d'importanza naziunala

Lokalität
 Localité
 Località
 Localitad

Bellefontaine

Objekt
 Objet
 Oggetto
 Object

JU6604



1:10'000

- Bereich A / Secteur A / Settore A / Sectar A
- Bereich B / Secteur B / Settore B / Sectar B
- ★ Wanderobjekte / Objets itinérants / Oggetti mobili / Objects movibels
- Nicht definitiv bereinigte Objekte / Objets dont la mise au net n'est pas terminée
 Oggetti non ancora delimitati in modo definitivo / Objects che n'èn anc betg surlavurads definitivamain
- Weitere Objekte / Autres objets / Altri Oggetti / Auters objects

Ausschnitt aus der LK 1:25'000
 Fragment de la CN 1:25'000
 Frammento della CN 1:25'000
 Part da la CTN 1:25'000

1085

Inscription: 2001
 Révision:

©BAFU / OFEV
 UFAM / UFAM 2017

Annexe E Arrêté cantonal de mise sous protection du Doubs

**Arrêté
mettant le Doubs et ses environs immédiats situés en
territoire jurassien sous la protection de l'Etat**

du 5 février 1980

Le Gouvernement de la République et Canton du Jura,

vu l'article 81 de la loi du 9 novembre 1978¹⁾ sur l'introduction du Code civil suisse,

vu l'article 5 de la loi du 9 novembre 1978²⁾ sur l'introduction du Code pénal suisse,

vu l'ordonnance du 6 décembre 1978 sur la protection de la nature³⁾,

arrête :

SECTION 1 : Mise sous protection et limites

Article premier Le Doubs et ses environs immédiats, pour autant qu'ils se trouvent en territoire cantonal, sont placés sous la protection de l'Etat et portés sur la liste des réserves naturelles sous la désignation "N I, RN 03, réserve naturelle du Doubs".

Art. 2 La réserve figure sur une carte au 1 : 25 000 faisant partie intégrante du présent arrêté. Un exemplaire de cette carte est déposé au secrétariat communal de toutes les communes touchées par le présent arrêté (Les Bois, Le Noirmont, Muriaux, Goumois, Les Pommerats, Soubey, Epiquez, Saint-Brais, Epauvillers, Montmelon, Saint-Ursanne, Ocourt), ainsi qu'aux bureaux du registre foncier de Saignelégier et de Porrentruy, où chacun peut la consulter librement.

SECTION 2 : Dispositions de protection

Art. 3 Dans la réserve, toute modification de l'état naturel est interdite, en particulier :

- a) ériger des constructions, ouvrages et installations;
- b) déposer ou abandonner des matériaux ou des déchets de tout genre;
- c) camper, dresser des tentes ou autres abris, faire stationner des roulettes ou des caravanes, garer et laver des automobiles ou autres véhicules;
- d) souiller les eaux ou y déverser des eaux usées;

- e) perturber ou inquiéter les animaux, ainsi que laisser rôder les chiens;
- f) endommager la végétation, par exemple en allumant des feux à proximité des roseaux, de buissons ou d'arbres;
- g) troubler la tranquillité, notamment par l'utilisation bruyante de récepteurs de radio (transistors) et autres appareils de musique;
- h) plonger à l'aide de moyens techniques;
- i) amener des engins et des équipements servant à la chasse sous l'eau;
- j) naviguer en bateau à moteur.

SECTION 3 : Dispositions particulières

Art. 4 Demeurent réservés :

- a) l'exploitation agricole et forestière usuelle;
- b) la construction et la transformation d'immeubles agricoles et forestiers en harmonie avec le paysage; pour ces travaux, l'approbation de l'Office des eaux et de la protection de la nature doit être requise, en plus des permis obligatoires;
- c) la construction et l'entretien de chemins forestiers et de dévestiture, pour autant qu'ils ne portent pas atteinte au paysage;
- d) les dispositions légales concernant la chasse, la pêche, la protection de la nature et la navigation.

Art. 5 L'Office des eaux et de la protection de la nature, d'entente avec les communes et les organisations intéressées, peut exceptionnellement autoriser l'installation de places de camping et de parcs à véhicules; demeurent réservées d'autres autorisations exigées en vertu des prescriptions légales en la matière.

Art. 6 L'Office des eaux et de la protection de la nature peut accorder des autorisations exceptionnelles à des fins scientifiques (plongée, baguage d'oiseaux, etc.). Pour la plongée faite dans l'intérêt public (recherches et sauvetage), aucune autorisation spéciale n'est nécessaire.

Art. 7 L'Office des eaux et de la protection de la nature, d'entente avec les communes et les organisations intéressées, est autorisé, dans des cas dûment motivés, à permettre d'autres exceptions aux dispositions de protection, pour autant qu'elles se conforment à un plan d'aménagement local ou régional. L'Office des eaux et de la protection de la nature est également habilité à accorder des autorisations d'exception pour les installations destinées à l'alimentation en eau potable et à l'épuration des eaux.

Art. 8 La surveillance de la réserve et sa désignation au public sont réglées par l'Office des eaux et de la protection de la nature en collaboration avec l'Association "Pro Doubs".

Art. 9 En cas d'inobservation des prescriptions du présent arrêté, l'Office des eaux et de la protection de la nature peut ordonner le rétablissement de l'état antérieur dans un délai approprié, ainsi que la démolition ou la modification des constructions édifiées illicitement. S'il n'est pas donné suite à une telle injonction, l'Office des eaux et de la protection de la nature est autorisé à faire appliquer les mesures nécessaires aux frais du contrevenant.

Art. 10 Les contrevenants au présent arrêté sont passibles d'amendes ou d'arrêts.

SECTION 4 : Dispositions finales

Art. 11 L'arrêté du 6 décembre 1978 concernant la réserve naturelle du Doubs⁴⁾ est abrogé.

Art. 12 Le présent arrêté entre en vigueur immédiatement.

Delémont, le 5 février 1980

AU NOM DU GOUVERNEMENT DE LA
REPUBLIQUE ET CANTON DU JURA

Le président : Jean-Pierre Beuret
Le chancelier : Joseph Boinay

¹⁾ [RSJU 211.1](#)

²⁾ [RSJU 311](#)

³⁾ [RSJU 451.11](#)

⁴⁾ ROJU 1978 451.311

Annexe F Extrait du rapport d'assainissement du charriage dans le bassin du Doubs

7.9 Bellefontaine

Installation	Bellefontaine Installation hydroélectrique, n° 114, km 6.05
Coordonnées	574'762 / 245'141
Exploitant-concessionnaire	BKW-FMB SA est responsable de l'ouvrage jusqu'au 29 juin 2034. Mais dans le but de se départir de ses obligations, les FMB ont signé une convention la liant à la commune de St-Ursanne qui se rend responsable de l'entretien des installations sises dans le lit mouillé du Doubs contre le paiement d'une indemnité unique de 160'000 CHF, indépendamment de la territorialité.
Cours d'eau	Doubs
Commune	Clos du Doubs
Description de l'ouvrage (type, conception)	Déversoir fixe, disposé obliquement (env. 100 m de long) avec prise côté droit dans le canal en amont. Pas de parties mobiles.
Fonctionnement	Hors service Le niveau d'eau n'est pas régulé.
Accumulations (matériaux charriés, matière fine, débris flottants)	Dépôts de sédiments faibles en aval le long de la rive convexe.
Composition	Gravier, plutôt fin.
Exploitation, volumes d'extraction	Pas de prélèvements connus.
Modèle	Le modèle hydraulique se fonde sur des relevés du profil transversal de 2008 [14]. A la fin du modèle, la géométrie du barrage a été prise en compte.
Débits	Les calculs hydrauliques ont été effectués pour les débits caractéristiques suivants : $Q_{18j} = 101\text{m}^3/\text{s}$ $Q_{9j} = 136\text{m}^3/\text{s}$ $Q_{1j} = 239\text{m}^3/\text{s}$ $Q_5 = 286\text{m}^3/\text{s}$ $Q_{10} = 322\text{m}^3/\text{s}$
Estimation grossière régime de charriage, passage de matériaux charriés. Image 7.47	Le passage du charriage a été testé à l'aide de calculs hydrauliques. (Base : relevés de profil en travers OFEV 2008). Installation franchissable pour des débits à partir de $200\text{m}^3/\text{s}$ (env. Q_{3j}).
Quantité de matériaux charriés, caractérisation des matériaux solides (diamètre max)	Moyenne. Pierres et gravier, émoussées à légèrement angulaires. Dmax env. 12 cm ->LZA2.
Morphologie du bief amont et aval	Bief amont : chenal avec faible vitesse d'écoulement en débit d'étiage. Bief aval : vitesse d'écoulement élevée avec virage à droite. Lit pavé.
Degré de l'atteinte	Faible
Atteinte grave oui/non	Morphologie non Protection contre les crues non Eaux souterraines non
Potentiel écologique	Important
Importance du charriage	Important
Mesure	Aucune

Image 7.44

Seuil de Bellefontaine. Déversoir fixe, disposé obliquement.

23.7.2013



Image 7.45

Bassin d'amortissement avec virage à droite et sédiments fins (brun clair, sur la rive droite).

23.7.2013





Image 7.46 Kilométrage le long du Doubs près du barrage de Bellefontaine

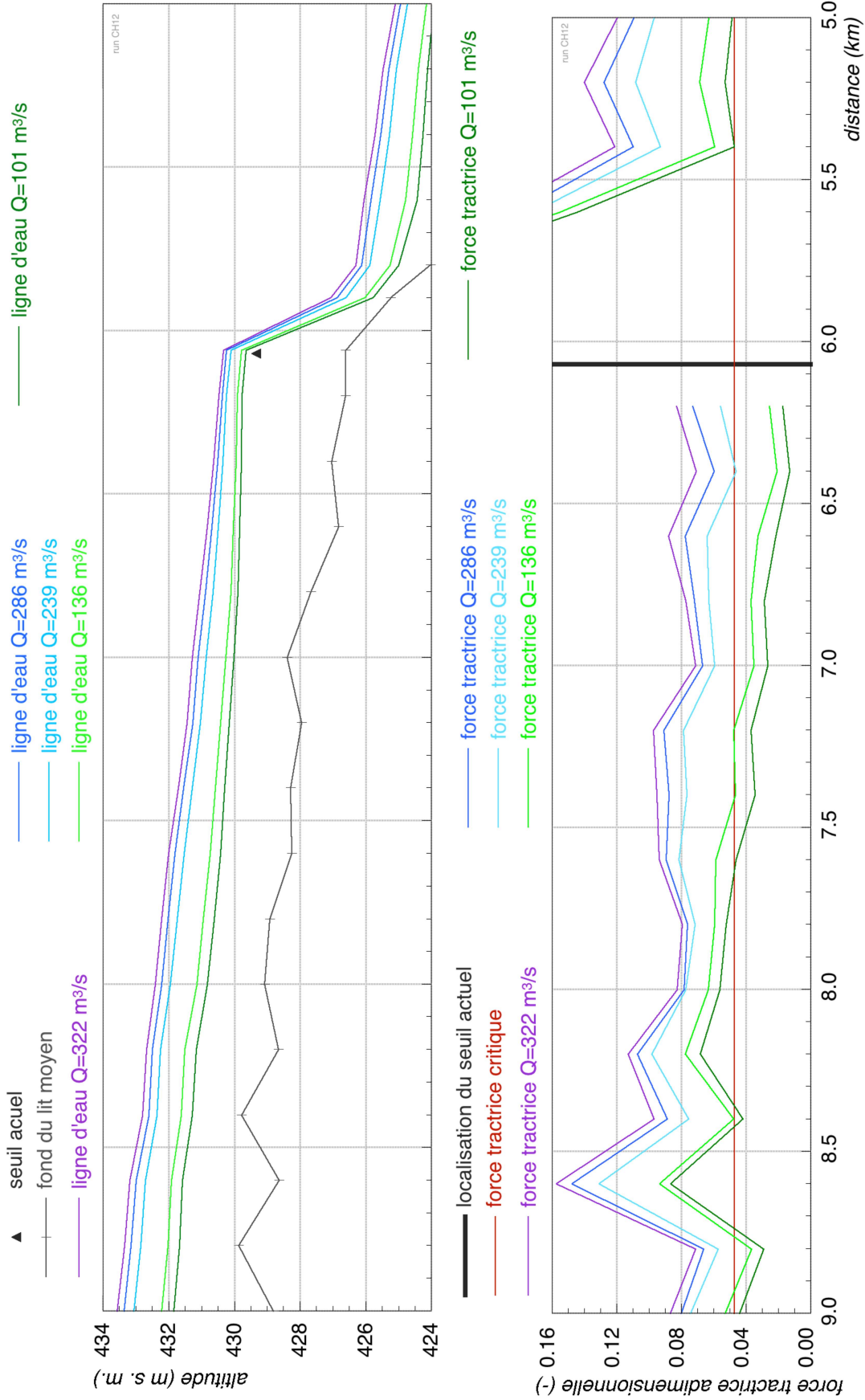


Image 7.47 Profil longitudinal de Bellefontaine dans l'état actuel. En haut : lit moyen et tracé du niveau d'eau. En bas : force tractrice unitaire adimensionnelle. Pour une valeur > 0,047 (ligne rouge), les matériaux peuvent être transportés dans le thalweg.

Annexe G Recommandation n°169 du Comité permanent



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)

Le Comité permanent de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, agissant en vertu de l'article 14 de la Convention;

Eu égard aux objectifs de la Convention, qui sont de protéger la flore et la faune sauvages ainsi que leur habitat naturel;

Soulignant que l'article 1, paragraphe 2, de la Convention exige des Parties qu'elles accordent une attention particulière aux espèces menacées d'extinction et vulnérables;

Rappelant qu'en vertu de l'article 3 de la Convention, chaque Partie contractante prend des mesures pour que soient mises en œuvre des politiques nationales de conservation de la faune sauvages et des habitats naturels, en accordant une attention particulière aux espèces menacées d'extinction et vulnérables, surtout aux espèces endémiques, ainsi qu'aux habitats menacés;

Soulignant que conformément à l'article 3, paragraphe 2, de la Convention, « *Chaque Partie contractante s'engage, dans sa politique d'aménagement et de développement et dans ses mesures de lutte contre la pollution, à prendre en considération la conservation de la flore et de la faune sauvages* »;

Rappelant que l'article 4 de la Convention stipule que « *Chaque Partie contractante prend les mesures législatives et réglementaires appropriées et nécessaires pour protéger les habitats des espèces sauvages de la flore et de la faune, en particulier de celles énumérées dans les Annexes I et II, et pour sauvegarder les habitats naturels menacés de disparition* »;

Se référant aux autres dispositions de la Convention portant sur la protection des habitats et la conservation des espèces;

Vu la Résolution n° 6 (1998) du Comité permanent contenant la liste des espèces nécessitant des mesures spécifiques de conservation de l'habitat;

Vu la Résolution n° 8 (2012) concernant la désignation nationale des sites Emeraude adoptés et la mise en œuvre de mesures de gestion, de rapport et de suivi;

Vu la Directive 92/43/CEE du Conseil de l'Union européenne sur la conservation des habitats naturels et de la faune et de la flore sauvages (Directive Habitats) et en particulier son article 3 sur la création d'un réseau écologique européen cohérent de zones spéciales de conservation (Réseau Natura 2000);

Rappelant que le Doubs, et notamment son cours moyen qui marque la frontière entre la France et la Suisse, constitue une zone spéciale de conservation pour l'Apron du Rhône (*Zingel asper*), une espèce strictement protégée figurant à l'Annexe II de la Convention de Berne et à l'Annexe II de la Directive Habitats;

Approuvant et considérant le rapport établi par l'expert après sa visite sur les lieux [document T-PVS/Files (2013) 45];

Conscient que le milieu naturel de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) dans le Doubs se ne cesse de se détériorer et qu'un nombre croissant d'autres espèces protégées sont gravement menacées;

Conscient des menaces que représentent les centrales hydroélectriques sur le cours dans le secteur transfrontalier du Doubs et dans le "Clos du Doubs" (Châtelot, Refrain et La Goule); également conscient des menaces liées aux usines de traitement des eaux usées, notamment dans le canton de Neuchâtel (Suisse) et dans le Haut-Doubs (France), qui constituent une source importante de polluants et appellent d'urgence des mesures de modernisation;

Conscient des menaces liées aux barrières existantes sur le cours d'eau, et notamment en aval de Saint Ursanne (canton du Jura), qui obstruent le passage de l'apron du Rhône (*Zingel asper*) et d'autres espèces de poissons;

Conscient des menaces causées par la pollution agricole, qui dépasse la capacité d'assimilation des sols et nuit à la qualité des eaux du Doubs;

Prenant note de la publication "Concept de protection de l'apron" en Suisse en 1999;

Notant par ailleurs les conclusions du programme LIFE *Apron* mis en œuvre en France en 1998-2001 (LIFE *Apron I*) et en 2004-2010 (LIFE *Apron II*);

Saluant la publication du Plan national d'action en faveur de l'Apron du Rhône en France et la création, en 2011, d'une structure binationale de gouvernance pour la gestion commune du cours transfrontalier du Doubs (y compris le groupe transfrontalier sur la gestion du débit);

Rappelant l'entrée en vigueur de la législation fédérale révisée sur la protection des eaux en Suisse en 2011;

Saluant le lancement, en 2012, du "Projet intégré" sur le Doubs franco-suisse mené par l'Etablissement public territorial du bassin Saône et Doubs (EPTB);

Notant la publication de la Planification stratégique pour le rétablissement de la migration du poisson en Suisse en 2012;

Soulignant la nécessité de prendre des mesures supplémentaires justifiées par les besoins de conservation de l'espèce et d'adopter une approche à la fois détaillée et globale de ce problème transfrontalier,

Recommande à la France et à la Suisse:

1. d'améliorer et d'assurer la mise en œuvre des mesures nécessaires pour maintenir ou restaurer, dans un état de conservation favorable, le milieu naturel et la population de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) à l'horizon 2016, dans le secteur transfrontalier du Doubs en Suisse et en France, ainsi que dans la Loue en France;
2. d'améliorer la qualité¹ écologique du site Emeraude CH02 - *Clos du Doubs/Saint-Ursanne* et des sites Natura 2000 FR4301298 - « *Vallée du Dessoubre, de la Réverotte et du Doubs* et FR4301291 - *Vallée de la Loue* 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 et de la Loue qui revêtent une importance majeure pour l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et pour d'autres espèces protégées;
3. d'accélérer les mesures d'élimination progressive, à l'horizon 2016, des effets néfastes des centrales hydro-électriques (*Châtelot, Refrain et La Goule*) sur l'habitat des poissons, conformément aux objectifs définis dans les obligations légales en vigueur (loi suisse sur la protection des eaux et Directive cadre sur l'eau de l'UE) sur le débit minimum, la connectivité, la charge du lit de la rivière

¹ Connectivité, qualité de l'eau, débit minimum, charge du lit du cours d'eau, caractéristiques physico-chimiques et morpho-dynamiques.

et les variations du débit, et dans le respect des engagements pris par le groupe binational sur la gestion des débits;

4. d'œuvrer en faveur d'une modification de la gestion des centrales (*Châtelot, Refrain et La Goule*) afin de les placer sous le contrôle d'un seul opérateur (au lieu de trois actuellement);
5. d'accélérer l'application des dispositions légales et des plans existants, relatifs à la qualité des eaux du Doubs, en particulier du point de vue du programme de renouvellement des usines plus anciennes de traitement des eaux usées – notamment dans le canton de Neuchâtel (Suisse) et dans le Haut-Doubs (France) – et des mesures de lutte contre l'eutrophisation du cours d'eau, afin d'atteindre un bon état chimique;
6. de renforcer la lutte contre les émissions et les rejets de polluants en tous genres - y compris ceux qui résultent des activités agricoles - dans les eaux du Doubs et de la Loue; de faire réaliser des expertises complémentaires sur la question, en couvrant toutes les sources pertinentes pollution et en suggérant comment les réduire ou les éliminer; d'intensifier en priorité les contrôles spécifiques pour certains polluants à haut risque, en veillant à leur réduction et à leur élimination progressives et/ou de faire cesser les émissions qui constituent une menace particulière pour l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et pour les autres espèces de poissons;
7. de collecter et de synthétiser les connaissances existantes sur l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) dans le Doubs et dans la Loue; d'améliorer les échanges d'informations aux fins d'une bonne coordination des recherches menées en France et en Suisse, en exploitant notamment les connaissances et le savoir-faire acquis dans le cadre du programme LIFE *Apron*; de renforcer les recherches coopératives transfrontalières et les travaux de terrain afin de réunir des informations génétiques sur la population et de définir une stratégie transfrontalière efficace pour la protection de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et d'autres espèces protégées;
8. d'instaurer un système de surveillance systématique et méthodologiquement cohérent de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et de tous les paramètres environnementaux susceptibles d'affecter sa population;
9. de renforcer la coopération transfrontalière en coordonnant les activités de sauvegarde de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et d'amélioration de son habitat;
10. de faire rapport sur les progrès dans la mise en œuvre de ces recommandations lors de chaque réunion du Comité permanent jusqu'à ce que l'apron du Rhône bénéficie d'un statut de sauvegarde satisfaisant.

Recommande en outre la Suisse:

1. de rétablir, en priorité, la connectivité entre les habitats vitaux pour l'Apron du Rhône (*Zingel asper*), en particulier dans le secteur de Saint-Ursanne, notamment en éliminant rapidement les obstacles ou, si ce n'est pas légalement techniquement réalisable, en réalisant rapidement des moyens efficaces d'atténuer l'impact du blocage des couloirs de migration de l'amont vers l'aval et inversement; de rechercher des solutions pour restaurer la dynamique naturelle du cours d'eau, surtout dans les secteurs concernés par des micro-producteurs d'électricité privés;
2. de rédiger et de mettre en œuvre un plan national d'action exhaustif ou d'autres mesures pertinentes, couvrant tous les problèmes et prévoyant toutes les activités recommandées et susceptibles d'empêcher l'extinction de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et d'assurer son rétablissement; un tel plan devrait définir de claires priorités d'action, un calendrier de mise en œuvre et une structure de coordination; il devrait tenir compte des conclusions de l'évaluation du site Emeraude CH02 - Clos du Doubs/Saint-Ursanne, comme le prévoit le Calendrier pour la mise en œuvre du Réseau Emeraude de zones d'intérêt spécial pour la conservation (2011-2020) [document T-PVS/PA (2010) 8] et de le présenter, si possible, à temps pour le prochain Comité permanent;
3. de consulter les représentants des communautés et associations locales à l'heure de concevoir et de mettre en œuvre le plan ou d'autres mesures pertinentes;

4. de promouvoir les initiatives d'éducation et d'information générale sur la nécessité de protéger l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et les autres espèces protégées et de sauvegarder leur milieu.

Annexe H Mesure n°304 du plan d'action national en faveur du Doubs

Ecomorphologie et connectivité des habitats aquatiques

304: Rétablir la migration du poisson au seuil de Bellefontaine

→ Objectif de la mesure

La migration du poisson (montaison et dévalaison), en particulier celle de l'apron, est garantie au niveau du seuil de Bellefontaine.

→ Description de la mesure

Dans l'idéal, le rétablissement de la migration du poisson au seuil de Bellefontaine pourrait être réalisé par la suppression du seuil dont la faisabilité technique ainsi que les impacts sur l'environnement (stabilité du lit et des berges, relargage des sédiments fins, impacts paysagers, etc.) restent encore à établir.

Dans le cas d'une volonté de développement de la force hydraulique par le canton, des solutions alternatives permettant le franchissement de l'apron sont envisageables sous la forme d'une rampe partielle ou d'une passe à macrorugosité. Le rétablissement de la libre migration du poisson au seuil de Bellefontaine est considéré comme prioritaire dans la planification stratégique du canton du Jura en matière de migration piscicole.



Seuil de Bellefontaine. Barrage d'une hauteur de 7 m et d'une largeur de 85 m totalement infranchissable pour l'apron.

→ Recommandations de la Convention de Berne

La mesure répond aux recommandations F + CH no 1 et CH no 1.

→ Responsable suisse de la mesure

Canton du Jura ou exploitant futur.

→ Acteurs impliqués

Canton du Jura, commune de Clos du Doubs, exploitant, OFEV.

→ **Financement de la mesure**

Conformément à la LEaux via le fond d'indemnisation OFEV comme prévu aux articles 34 LEne (RS 730.0) et 28 à 34 OEne (RS 730.01).

→ **Étapes et échéances**

- Signature d'un accord administratif visant à étudier les variantes d'assainissement (rééquipement ou arasement du seuil) (2021).
- Cahier des charges en préparation (2021).
- Lancement des études de variantes (2022).

→ **Indicateurs et suivi d'efficacité de la mesure**

Contrôle de mise en œuvre: réalisation des étapes selon échéancier.

Contrôle d'efficacité: nasse ou chambre de capture installée en amont de l'ouvrage de franchissement.

Etat de la mesure au 1 janvier 2022:

- La mesure est en cours.

Annexe I Liste des espèces aquatiques prioritaires du plan d'action national en faveur du Doubs

	Menace	Responsabilité	Priorité	Nécessité de mesures	Espèce Emeraude	Année d'observation
Crustacés, écrevisses						
<i>Austropotamobius pallipes</i> Lereboullet, 1858	EN (2)	3	1	2	Oui	2001
Libellules (odonates)						
<i>Epiptera bimaculata</i> (Charpentier, 1825)	CR	2	1	2	Non	2002
<i>Gomphus pulchellus</i> Sélys, 1840	VU	1	4	1	Non	1991
<i>Orthetrum albistylum</i> (Sélys, 1848)	EN	1	3	2	Non	2007
Ephémères						
<i>Baetis liebenauae</i> Keffermüller, 1974	VU	2	3	1	Non	2013
<i>Baetis nubecularis</i> Eaton, 1898	VU	3	2	1	Non	2006
<i>Caenis rivulorum</i> Eaton, 1884	EN	1	3	1	Non	2011
<i>Ecdyonurus dispar</i> (Curtis, 1834)	VU	1	4	1	Non	2011
<i>Ecdyonurus insignis</i> (Eaton, 1870)	CR	2	1	1	Non	1996
<i>Habroleptoides auberti</i> (Biancheri, 1954)	LC	3	4	0	Non	2013
<i>Procladius bifidus</i> (Bengtsson, 1912)	EN	1	3	1	Non	2011
<i>Procladius pennulatus</i> (Eaton, 1870)	VU	1	4	1	Non	2011
<i>Torleya major</i> (Klapalek, 1905)	VU	1	4	1	Non	2014
Plécoptères						
<i>Besdolus imhoffi</i> Pictet, 1841	EN	1	3	1	Non	2014
<i>Dinocras megacephala</i> (Klapalek, 1907)	VU	1	4	1	Non	2002
<i>Leuctra hexacantha</i> Despax, 1940	VU	1	4	1	Non	2007
<i>Leuctra subalpina</i> Vinçon, Ravizza, Aubert, 1995	NT	2	4	0	Non	2006
<i>Nemoura avicularis</i> Morton, 1894	EN	1	3	1	Non	1947
<i>Perlodes jurassicus</i> Aubert, 1946	NT	3	3	1	Non	2007
<i>Protonemura meyeri</i> (Pictet, 1841)	VU	1	4	1	Non	1993
Trichoptères						
<i>Athripsodes bilineatus</i> (Linnaeus, 1758)	VU	1	4	1	Non	2002
<i>Drusus mixtus</i> (Pictet, 1834)	LC	3	4	0	Non	2007
<i>Halesus tessellatus</i> (Rambur, 1842)	VU	1	4	1	Non	2002
<i>Hydropsyche saxonica</i> McLachlan, 1884	VU	1	4	1	Non	2001
<i>Lepidostoma basale</i> (Kolenati, 1848)	VU	1	4	1	Non	2006
<i>Micrasema setiferum</i> (Pictet, 1834)	EN	1	3	1	Non	2002
Mollusques						
<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	VU	1	4	1	Non	2006
<i>Pisidium tenuilineatum</i> Steffox, 1918	VU	1	4	-9	Non	2002
<i>Unio mancus</i> Lamarck, 1819	EN	1	3	1	Non	1950
Poissons						
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1728)	VU	1	4	1	Non	2001
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	VU	1	4	0	Non	2000
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	NT	2	4	1	Non	2001
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)**	CR	2	1	2	Non	2011
<i>Coregonus</i> sp. aggr.	NT	3	3	1	Non	1985
<i>Cottus gobio</i> (Linnaeus, 1758)	NT	2	4	1	Oui	2007
<i>Lampetra planeri</i> (Bloch, 1784)	EN	2	2	2	Oui	2002
<i>Parachondrostoma toxostoma</i> (Vallot, 1837)	CR	3	1	2	Oui	2001
<i>Salmo trutta fario</i> (Linnaeus, 1758)	NT	2	4	1	Non	2002
<i>Telestes souffia</i> (Risso, 1826)	VU	1	4	1	Oui	2002
<i>Thymallus thymallus</i> (Linnaeus, 1758)	VU	3	2	2	Non	2002
<i>Zingel asper</i> (Linnaeus, 1758)	CR	4	1	2	Oui	2014