

Assainissement du régime de charriage

Planification stratégique - Bassins versants de la Birse et de l'Allaine

Rapport final



Berne et Zurich, 26.11.2014

Titre du projet	Planification stratégique dans la République et Canton du Jura de l'assainissement du régime de charriage pour les bassins versants de la Birse et de l'Allaine.
Mandant	République et Canton du Jura (RCJU) Office de l'environnement Chemin du Bel'Oiseau 12, 2882 Saint-Ursanne
Mandataire	Flussbau AG SAH, Schwarztorstrasse 7, 3007 Bern
Élaboration	U. Schälchli, Dr. sc. techn., dipl. Kulturing. ETH L. Hunzinger, Dr. sc. techn., dipl. Kulturing. ETH S. Geisser, ing. env. dipl. EPF
Traduction	L. Auberson, Schaffhausen
Titre du document	Assainissement du régime de charriage Planification stratégique – bassins versants de la Birse et de l'Allaine Rapport final
Date du document	26.11.2014
Version	v2.2 – version finale

Table des matières

1	Résumé.....	1
2	Introduction.....	5
2.1	Mandat.....	5
2.2	Objectifs.....	5
2.3	Données de base.....	6
2.3.1	Bases générales	6
2.3.2	Bases hydrologiques.....	6
2.3.3	Cartes et géodonnées.....	7
2.3.4	Géométrie du lit, exploitation des ouvrages et extractions de gravier	7
2.3.5	Information par téléphone ou par e-mail	8
2.4	Géodonnées	10
2.5	Définitions	10
2.6	Importance du régime de charriage.....	10
3	Procédure.....	13
4	Potentiel écologique et importance du régime de charriage	21
5	Bassin versant de la Birse.....	23
5.1	Réseau hydrographique	23
5.2	La Scheulte et ses affluents.....	24
5.2.1	Morphologie	24
5.2.2	Installations et évaluation.....	25
5.2.3	Profil longitudinal de la charge en matériaux de charriage	27
5.2.4	Tronçons subissant des atteintes graves.....	28
5.2.5	Potentiel écologique et importance du régime de charriage.....	29
5.2.6	Planification des mesures	30
5.3	La Sorne et ses affluents.....	33
5.3.1	Morphologie	33
5.3.2	Installations et évaluation.....	34
5.3.3	Installation n° 104, les Forges.....	42
5.3.4	Profil longitudinal de la charge en matériaux de charriage	54
5.3.5	Tronçons subissant des atteintes graves.....	55
5.3.6	Potentiel écologique et importance du régime de charriage.....	57

5.3.7	Planification des mesures	57
5.4	La Birse et ses affluents	65
5.4.1	Morphologie	65
5.4.2	Installations et évaluation.....	67
5.4.3	Barrage Bleue Verte.....	72
5.4.4	Barrage Moulin des Roches.....	80
5.4.5	Barrage Dynamo	87
5.4.6	Barrage Bellerive.....	94
5.4.7	Profil longitudinal de la charge en matériaux de charriage	101
5.4.8	Tronçons subissant des atteintes graves.....	102
5.4.9	Charge nécessaire en matériaux de charriage	103
5.4.10	Potentiel écologique et importance du régime de charriage	105
5.4.11	Planification des mesures	106
6	Bassins versants de l'Allaine et de la Vendline	111
6.1	Réseau hydrographique	111
6.2	L'Allaine et ses affluents	111
6.2.1	Morphologie	111
6.2.2	Installations et évaluation.....	112
6.2.3	Profil longitudinal de la charge en matériaux de charriage	116
6.2.4	Tronçons subissant des atteintes graves.....	117
6.2.5	Charge nécessaire en matériaux de charriage	118
6.2.6	Potentiel écologique et importance du régime de charriage	118
6.2.7	Planification des mesures	118
6.3	La Vendline.....	121
6.3.1	Morphologie	121
6.3.2	Installations et évaluation.....	121

Liste des annexes

- Annexe A0 Liste des installations classées par commune et par numéro
- Annexe A1 Installations dans le bassin versant de la Scheulte
- Annexe A2 Installations dans le bassin versant de la Sorne
- Annexe A3 Installations dans le bassin versant de la Birse
- Annexe A4 Installations dans les bassins versants de l'Allaine et de la Vendline
- Annexe A5 Démarche méthodologique de la détermination du potentiel écologique et de l'importance pour le paysage [5]
- Annexe A6 Potentiel écologique et importance paysagère [14]
- Annexe A7 Importance morphologique du régime de charriage

Cartes

- Carte 1 La Birse et ses affluents :
Degré d'atteinte au régime de charriage, atteintes graves et installations évaluées
- Carte 2 L'Allaine et la Vendline :
Degré d'atteinte au régime de charriage, atteintes graves et installations évaluées

1 Résumé

Situation initiale

Le 1^{er} janvier 2011 sont entrées en vigueur diverses modifications de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20) qui ont pour but d'améliorer la qualité des eaux superficielles. La LEaux contient notamment une nouvelle directive en vertu de laquelle le régime de charriage d'un cours d'eau ne doit pas être modifié par des installations (usines hydro-électriques, dépotoirs à alluvions, etc.) au point de porter gravement atteinte à la faune et à la flore indigènes et à leur biotope, au régime des eaux souterraines et à la protection contre les crues. L'art. 83 LEaux oblige les détenteurs des installations concernées à prendre les mesures d'assainissement nécessaires jusqu'à la fin 2030. L'art. 83b LEaux charge les cantons de planifier les mesures en question pour les installations qui se trouvent sur leur territoire et de remettre leur planification à la Confédération jusqu'à la fin 2014. C'est conformément à cette mission légale que la République et Canton du Jura soumet le présent rapport « Assainissement du régime de charriage. Planification stratégique ».

Mandat

L'entreprise Flussbau AG, sur mandat de la République et Canton du Jura, a examiné les installations existantes conformément aux recommandations du document d'aide à l'exécution « Assainissement du régime de charriage – Planification stratégique » de l'Office fédéral de l'énergie, et formulé des recommandations pour la mise en œuvre des mesures.

Rapport final

Le rapport final sur la planification stratégique « Assainissement du régime de charriage » doit être remis pour prise de position à l'OFEV jusqu'au 31 décembre 2014. Il constitue, avec les remarques formulées par les services de la Confédération, la base pour la suite de la procédure (investigations complémentaires, promulgation de mesures d'assainissement).

Cours d'eau cible

Sont cible tous les tronçons de cours d'eau qui à l'état naturel transportent des sédiments et se trouvent en aval d'installations.

Les autres tronçons sont pris en considération dans la mesure où ils ont une importance pour l'étude du régime de charriage des cours d'eau visés.

Installations dans le bassin versant de la Scheulte

Dans le bassin versant de la Scheulte, neuf installations ont été examinées, dont trois portent gravement au régime de charriage. Pour pouvoir assainir le régime de charriage de la Scheulte et augmenter le volume de matériaux charriés dans la Birse, il faut mettre un terme aux extractions de gravier jusqu'à l'installation 204. Il est recommandé d'examiner les incidences sur la protection contre les crues. Les installations 421 et 422 sur le Ruisseau des Sâces à Mervelier ne doivent être assaini qu'en cas de la mise à ciel ouvert du tronçon en aval dans le cadre d'un projet de protection de crues.

Installations dans le bassin versant de la Sorne

Dans le bassin versant de la Sorne, 29 installations ont été examinées, dont douze portent gravement atteinte au régime de charriage. Des mesures d'assainissement sont proposées pour dix de ces installations.

Sur deux installations hydro-électriques le long de la Sorne, il convient de prendre des mesures destinées à permettre chaque année le transport des matériaux vers l'aval. Dans cinq installations, il convient d'améliorer le passage des matériaux de charriage, et dans trois autres, un assainissement s'impose en cas de revitalisation.

Les mesures proposées permettent d'assainir le régime de charriage de tout le cours de la Sorne et d'améliorer le transport des matériaux dans la Birse.

Installations dans le bassin versant de la Birse (sans la Scheulte ni la Sorne)

Dans le bassin versant de la Birse, dix installations ont été examinées, dont six portent gravement atteinte au régime de charriage. Des mesures d'assainissement sont proposées pour cinq de ces installations.

Sur trois installations hydro-électriques le long de la Birse, il convient d'adapter l'exploitation des mécanismes de régulation du débit de crue. C'est un moyen de garantir l'évacuation annuelle vers l'aval des matériaux de charriage accumulés.

Les mesures proposées et l'augmentation des apports de matériaux de la Scheulte et de la Sorne permettent d'assainir le régime de charriage de la Birse.

Pour le ruisseau de Mettembert, il est recommandé de faciliter le passage des matériaux de charriage à un collecteur.

Il convient d'assainir le régime de charriage de la Lucelle en retirant le gravier de l'installation 203 (dépotoir à alluvions) et en le déversant en aval du lac de Lucelle.

Installations dans le bassin versant de l'Allaine

Dans le bassin de l'Allaine, douze installations ont été examinées, dont trois portent gravement atteinte au régime de charriage. Des mesures d'assainissement sont proposées pour toutes les trois.

Sur le ruisseau de Fregécourt, il convient de permettre le transit des matériaux de charriage dans les installations 404 et 405. Sur l'Allaine, il faut mettre un terme aux extractions sur l'installation 202. Il est recommandé d'examiner les incidences sur la protection contre les crues.

Les mesures proposées permettent d'assainir le régime de charriage de l'Allaine jusqu'à la frontière française.

Coordination avec d'autres mesures de protection des biotopes

Les mesures d'assainissement du régime de charriage sont en étroite interaction avec la planification de la revitalisation des cours d'eau :

Des tronçons naturels sont indispensables pour permettre le dépôt et le transport des matériaux et la formation de bancs de gravier meubles. Dans certains cas, la remise à ciel ouvert des cours d'eau sous tuyau est une précondition pour l'assainissement du régime de charriage.

Coordination avec les autres cantons

Le régime de charriage est coordonné avec les cantons de Berne et de Bâle-Campagne. Des profils longitudinaux de la charge annuelle ont été établis pour le tronçon entre Reconvilier et Bâle, à l'état proche de l'état naturel, à l'état actuel et à l'état après assainissement.

2 Introduction

2.1 Mandat

La révision de la loi sur la protection des eaux entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2011 oblige les cantons à examiner l'impact des installations hydrauliques sur le régime de charriage des cours d'eau. En vertu de l'article 43a de la loi, le régime de charriage d'un cours d'eau ne doit pas être modifié par des installations au point de porter gravement atteinte à la faune et à la flore indigènes et à leurs biotopes, au régime des eaux souterraines et à la protection contre les crues. Les détenteurs des centrales hydroélectriques existantes et des autres installations sont tenus de prendre les mesures d'assainissement nécessaires dans les vingt ans suivant l'entrée en vigueur de cette disposition, selon les directives de l'article 43a (art. 83a, LEaux).

Selon l'article 42a de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux), une modification du régime de charriage porte gravement atteinte à la faune et à la flore indigènes et à leurs biotopes lorsque des installations telles que des centrales hydroélectriques, des sites d'extraction de gravier, des dépotoirs à alluvions ou des aménagements modifient durablement les structures morphologiques ou la dynamique morphologique des eaux.

Le présent rapport a pour objet l'assainissement du régime de charriage dans le bassin versant de la Birse, de l'Allaine et de la Vendline.

2.2 Objectifs

Conformément à l'ordonnance sur la protection des eaux, le rapport final doit viser les objectifs suivants :

- a. définition des tronçons de cours d'eau où la modification du régime de charriage porte gravement atteinte à la faune et à la flore indigènes et à leurs biotopes, au régime des eaux souterraines et à la protection contre les crues.
- b. évaluation du potentiel écologique des tronçons de cours d'eau gravement atteints ainsi que du degré d'atteinte.
- c. établissement d'une liste de toutes les centrales hydroélectriques sur les tronçons gravement atteints, ainsi que des autres installations causant des atteintes graves sur les tronçons de cours d'eau définis sous le point a.
- d. établissement d'une liste des installations dont les détenteurs devront probablement prendre des mesures d'assainissement, avec des indications sur la faisabilité de ces mesures et sur leur coordination dans le bassin versant.
- e. indication des délais (planification, mise en œuvre) et dispositions particulières applicables aux installations pour lesquelles la nécessité d'assainissement ne peut pas encore être établie définitivement.

2.3 Données de base

2.3.1 Bases générales

- [1] GEKOBÉ.2014 (2014): Planification stratégique pour l'assainissement du régime de charriage dans le canton de Berne, rapport finale, réseau hydrographique de la Birse, Office des ponts et chaussées du canton de Berne, arrondissements d'ingénieur en chef I, août 2014.
- [2] Schälchli U., Kirchhofer A. (2012): Assainissement du régime de charriage – Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- [3] Graf Ch., Baumgartner M., Helb U. (2012): Géodonnées de base du droit de l'environnement, Modèle de géodonnées minimal, version provisoire 1.0 du 19.09.2012, Berne.
- [4] Stucki P., Zaugg B. (2011): Plan d'action écrevisses Suisse. Programme de conservation de l'écrevisse à pattes rouges, de l'écrevisse à pattes blanches et de l'écrevisse des torrents. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1104: 61 p.
- [5] NATURA (2014) : Planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau du canton du Jura, rapport final, novembre 2014.

2.3.2 Bases hydrologiques

- [6] Office fédéral de l'environnement, division hydrologie (2012): Statistique des crues, paramètres statistiques (diagrammes) des stations
 - LH2122 Birse – Moutier, La Charrue
 - LH2478 Birse – Soyhières, Bois du Treuil.
 - LH2485 Allaine – Boncourt, Frontière
- [7] Office fédéral de l'environnement, division hydrologie (2012): Données annuelles des stations
 - LH2122 Birse – Moutier, La Charrue
 - LH2478 Birse – Soyhières, Bois du Treuil
 - LH2485 Allaine – Boncourt, Frontière
- [8] Office fédéral de l'environnement, division hydrologie: Série complète des débits 1994-2013.
 - LH2122 Birse – Moutier, La Charrue
 - LH2478 Birse – Soyhières, Bois du Treuil
 - LH2479 Sorne – Delémont
 - LH2485 Allaine – Boncourt, Frontière

2.3.3 Cartes et géodonnées

- [9] Carte nationale 1:25'000 du canton du Jura (2011), CP25©2005 Swisstopo (5704000640).
- [10] Cartes Siegfried du canton du Jura (1870, 1900, 1915 et 1930), Swisstopo.
- [11] Réseau hydrographique, RCJU, SCG.
- [12] Limite cantonale du Jura, RCJU, SCG.
- [13] Limites communales du Jura, RCJU, SCG.
- [14] Potentiel écologique et importance paysagère / Priorités dans le temps pour les 20 prochaines années, échelle 1:50'000, Revitalisation des cours d'eau, Planification stratégique, rapport final, Annexe 2 et 4, plan du 14.10.2014, Natura sur mandat de RCJU.

2.3.4 Géométrie du lit, exploitation des ouvrages et extractions de gravier

- [15] Profils en travers Birse de Courrendlin à Les Riedes. Relevé de l'OFEV, 2007.
- [16] Profils en travers Birse à Choindez. Relevé du mur de la route cantonale, 2007, Jobin SA.
- [17] Profils en travers Birse (Moulin des Roches, Bellerive) et Sorne (Les Forges). Relevé août 2014, Jobin SA.
- [18] Commune de Courfaivre et Courtételle – Aménagement du nouveau ruisseau du Chételay et du Noir Bois, Projet d'ouvrage : Rapport technique, février 2014
- [19] Lettre d'information concernant l'excavation de gravières auprès du lac de Lucelle du 20.11.2013, K. Baumann, Secrétaire de la Fondation du Lac de Lucelle.
- [20] Projet de revitalisation du site naturel de la Lucelle en amont du lac, Fondation du Lac de Lucelle, juillet 2012.
- [21] Projet de microcentrale hydroélectrique, La Grande Ecluse sur la Sorne, notice d'impact sur l'environnement, Aquarius, février 2012.
- [22] Autorisation N° 679/2011 du 28.9.2011, Ruisseau de Miéry, affluent de la Sorne, commune de Undervelier, RCJU St-Ursanne.
- [23] Autorisation de la police des eaux du 8.9.2010, commune de Soyhières, ruisseau de la Combe et Mettembert, vidange et remise en état de pièges à gravières, RCJU St-Ursanne.
- [24] Réaménagement barrage sur Birse, Permis de construire, Rapport technique, U.E. Moulin des Roches SA, Mme Der Stepanian et M. Bourquard, 27.05.2008.
- [25] Autorisation de la police des eaux du 26.11.2007, commune d'Alle, Curage du piège à gravier sur l'Allaine, RCJU St-Ursanne.

- [26] Autorisation de la police des eaux du 31.10.2007, Allaine sous Roche de Mars, Extraction de gravier de rivière, commune de Porrentruy, RCJU St-Ursanne.
- [27] Autorisation de la police des eaux du 11.9.2007, commune de Soulce, cours d'eau : Le Folpotat, RCJU St-Ursanne.
- [28] Autorisation de la police des eaux du 10.9.2007, commune de Delémont, La Sorne à la Grande Ecluse, secteur Morépoint et à la confluence avec la Birse, RCJU St-Ursanne.
- [29] Wasserkraftanlage Bellerive an der Birse, Installation einer Fischaufstiegsanlage mit Dotierzentrale am Wehr, Genehmigungsantrag, Hydro-Energie Roth GmbH, mai 2007.
- [30] Autorisation de la police des eaux du 6.3.2007, commune de Soyhières, ruisseau de Mettembert, extraction de gravier du piège à gravier, RCJU St-Ursanne.
- [31] Autorisation de la police des eaux du 25.11.2004, commune de Soyhières, ruisseau de Mettembert, prélèvement et évacuation à la décharge, RCJU St-Ursanne.
- [32] Autorisation de la police des eaux du 7.3.2004, Vidange du piège à gravier de l'Allaine, Pré Bise, commune d'Alle, RCJU St-Ursanne
- [33] Autorisation de la police des eaux du 7.9.1999, Sorne à la Grande Ecluse et la confluence de la Sorne et la Birse, RCJU St-Ursanne.
- [34] Autorisation en matière de protection des eaux pour l'extraction de matériaux dans les cours d'eau du 30.6.1999, RCJU St-Ursanne.
- [35] Autorisation de police des eaux du 30.8.1995, Sorne à la Grande Ecluse, St-Ursanne.
- [36] Devis du 27.5.1993, Soulce, ruisseau Folpotat, Juillerat E Cie SA, Courvaivre.
- [37] Autorisation en matière de protection des eaux pour l'extraction de matériaux dans les cours d'eau, Piège à granulats du Pont des Hières, commune d'Alle, RCJU St. Ursanne.
- [38] « Quelques informations sur la Fondation du Lac de Lucelle », journée « portes ouvertes » du 24.10.1987, Fondation du Lac de Lucelle.

2.3.5 Information par téléphone ou par e-mail

- [39] Informations concernant des extractions dans le ruisseau de la Geline, renseignement téléphonique du 11.07.2014, Claude Schaffner
- [40] Informations concernant des extractions dans le cours d'eau de Miéry, renseignement téléphonique du 10.07.2014, Dominique Allimann
- [41] Informations concernant des excavations dans le ruisseau du Bez et le Tabeillon, renseignement téléphonique du 07.07.2014, Romain Lovis
- [42] Informations concernant des excavations dans le cours d'eau de Biernol, renseignement téléphonique du 16.05.2014, Gervais Gisiger, Bassecourt.
- [43] Informations concernant des excavations dans le cours d'eau de Limace, renseignement téléphonique du 15.05.2014, Bernard Grädel.
- [44] Informations concernant le fonctionnement des barrages Dynamo et Moulin des Roches, renseignement téléphonique du 6.1.2014, Hr. Jäggi.

- [45] Informations concernant le fonctionnement du Barrage Bleue Verte, renseignement téléphonique du 8.11.2013 et du 15.1.2014, E. Affolter.
- [46] Informations concernant l'influence du charriage sur les habitats des écrevisses à pattes blanches, renseignement téléphonique du 8.11.2013, P. Stucki, Aquabug.
- [47] Informations concernant des excavations de gravier dans la commune de Mervelier, renseignement téléphonique du 6.11.2013, A. Marquis, Bourgeoisie / SIS, conseil communal de Mervelier.
- [48] Informations concernant des excavations de gravier dans la commune de Saint-Brais, e-mail du 22.10.2013, S. Girardin, commune de Saint-Brais.
- [49] Informations concernant des excavations de gravier dans la commune de Bourrignon, e-mail du 18.10.2013, V. Chételat, secrétaire communal, commune de Bourrignon.
- [50] Informations concernant des excavations de gravier dans la commune de Baroche, e-mail du 10.09.2013 et renseignement téléphonique du 8.11.2013, Ch. Gerber, secrétaire communal, commune de La Baroche.
- [51] Informations concernant des excavations de gravier dans la commune de Cornol, e-mail du 6.9.2013, G. Villard, secrétaire communal, commune de Cornol.
- [52] Informations concernant des excavations de gravier dans le ruisseau de Movelier, e-mail du 5.9.2013, S. Jolidon, commune de Soyhières.
- [53] Informations concernant des excavations de gravier dans le ruisseau de Mettembert, e-mail du 3.9.2013, S. Jolidon, commune de Soyhières.
- [54] Informations concernant des excavations de gravier à Vicques, renseignement téléphonique en septembre 2013, E. Aebin.
- [55] Informations concernant le fonctionnement et l'exploitation du barrage des Blanchettes-Fontaines, renseignement téléphonique en septembre 2013, M. Bourquard.
- [56] Informations concernant le fonctionnement de l'installation n° 103 à Courtételle, renseignement téléphonique en septembre 2013, G. Schaffter.
- [57] Informations concernant le barrage des Forges, renseignement téléphonique en septembre 2013, F.H. Les Forges SA.
- [58] Informations concernant des excavations de gravier dans la commune de Develier, e-mail du 30.08.2013 et renseignement téléphonique du 2.9.2013, R. Fleury, administration communale de Develier.
- [59] Conflits avec les zones de protection des eaux souterraines, fichier excel, e-mail du 01.10.2014, Jean Fernex, eaux souterraines / zones de protection, ENV RCJU.
- [60] Projets de protection contre les crues (déficits et projets), plan et fichier excel, e-mail du 01.10.2014, Andrea Pedrazzini, responsable des dangers naturels, ENV RCJU.

2.4 Géodonnées

Pour le rapport final, les géodonnées sont préparées et remises selon les exigences du Modèle de données minimal [3]. En outre, les cartes sont transmises en format pdf.

2.5 Définitions

Par matériaux charriés, on entend la part de matières solides que le courant transporte vers l'aval par roulement, par glissement ou par saut sur le fond de la rivière (granulométrie \geq env. 2 mm).

Par sédiments fins, on entend la part de matières solides transportée en suspension dans le cours d'eau (granulométrie $<$ env. 2 mm).

Les bancs de graviers dans les rivières et les ruisseaux se composent en moyenne de 90% de gravier et de pierres (matériaux charriés) et de 10% de sable, de limon et d'argile (sédiments fins).

2.6 Importance du régime de charriage

Importance écomorphologique du régime de charriage	<p>Le régime de charriage d'un cours d'eau remplit diverses fonctions morphologiques et écologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • régénération du substrat, et par là du biotope des larves d'insectes, des algues et des bactéries • régénération du substrat permettant la reproduction des poissons frayant dans les graviers • effet d'autonettoyage du cours d'eau par suite de l'agrandissement de la surface et l'augmentation du flux interstitiel • régénération des bancs de gravier et par là préservation de la morphologie naturelle, et obstacle à la dégradation du cours d'eau par creusement d'un chenal à fond pavé et colmaté. • aspect paysager et détente.
Protection contre les crues et risques	<p>Si le régime de charriage dégradé par la présence d'installations porte gravement atteinte à la protection contre les crues, ceci est indiqué dans les fichiers d'ouvrage (oui/non). Cet effet est étudié non seulement près de l'installations mais aussi sur les tronçons aval ou amont. L'atterrissement ou l'érosion du fond peuvent porter atteinte à la protection contre les crues comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les atterrissements en amont de l'installation entraînent une élévation du niveau des hautes eaux et de ce fait des

	débordements même lors de faibles crues
	<ul style="list-style-type: none">• l'érosion du fond en aval de l'installation entraîne un affouillement des renforcements du lit et des rives, qui sont ainsi endommagés, voire détruits.
Régime des eaux souterraines	Lorsque le régime de charriage dégradé par la présence d'installations porte gravement atteinte au régime des eaux souterraines, il est indiqué dans les fichiers d'ouvrage (oui/non). Une modification du régime de charriage <i>peut</i> porter atteinte à l'équilibre du régime des eaux souterraines s'il y a baisse du plus bas niveau des eaux souterraines ou élévation de leur plus haut niveau. Mais l'impact possible doit être examiné pour chaque cas en particulier.
Impact d'un assainissement sur le régime de charriage	<p>L'assainissement du régime de charriage d'un cours d'eau entraîne la formation de dépôts de graviers et de bancs, ce qui est l'effet recherché. Ces dépôts annulent les effets de la dégradation du cours d'eau par l'action anthropique dans le passé.</p> <p>Chaque alluvionnement provoque une élévation du niveau des hautes eaux (notamment lorsque le rehaussement du fond ne peut pas être compensé par une plus grande largeur). Ce rehaussement, généralement faible et de l'ordre du centimètre ou du décimètre, compense l'abaissement (faible également) du niveau des hautes eaux antérieurement provoqué par la vidange du chenal ou la réduction de la pente, et doit être toléré.</p> <p>La formation d'un banc de gravier ne doit donc pas être assimilée à un atterrissement de fond de cours d'eau, en particulier lorsqu'il s'agit d'un banc morphologique, par ex. sur la rive convexe d'un méandre ou dans un élargissement.</p>
Protection contre les crues	La protection contre les crues doit être assurée. L'assainissement du régime de charriage entraîne généralement, comme cela a déjà été observé, un léger relèvement du niveau des hautes eaux, de l'ordre du centimètre ou du décimètre. Si cette élévation ne peut être tolérée, il convient d'envisager des mesures d'accompagnement pour assurer la protection contre les crues (abaissement des seuils, rehaussement des lignes de rivage, élargissement du chenal, etc.)
Projets de protection contre les crues	Par principe, les projets de protection contre les crues ne doivent pas se fonder sur un fond de cours d'eau abaissé artificiellement, qui cause une atteinte grave au régime du charriage. Le but doit être si possible d'assurer un transport par charriage sans restrictions.

Atterrissement du fond

L'assainissement du régime de charriage peut devenir problématique lorsqu'il se forme des dépôts couvrant le fond et étendus dans le sens du courant. C'est le cas lorsque l'apport de matériaux charriés est supérieur à la charge transportable.

3 Procédure

La procédure est conforme au module d'aide à l'exécution de l'OFEV [2] (Image 3.1 et Image 3.2). En conséquence, elle comprend les étapes suivantes :

Étapes 1 – 4

Appréciation sommaire

L'appréciation sommaire porte sur toutes les installations :

- Recensement des installations, collecte des données significatives et visite des installations.
- Examen de la morphologie et du régime de charriage en amont et en aval des installations
- Estimation sommaire des matériaux charriés par le cours d'eau. Répartition en classes selon la charge de matériaux de charriage (en $[m^3/km^2/a]$) :

très élevée	> 400
élevée	121 - 400
moyenne	31 - 120
faible	6 – 30
très faible	1 – 5
négligeable	< 1

Dans le Jura, le charriage est nettement moins important que dans les cours d'eau des Alpes, et les classes « faible » à « négligeable » y sont les plus représentées.

- Détermination de l'importance de la charge en matériaux charriés pour la morphologie du réseau hydrographique et pour le potentiel écologique (cf. chap. 4).
- Estimation du degré d'atteinte et mise en évidence d'éventuelles graves atteintes au régime de charriage en aval des installations.

L'appréciation de l'impact sur la protection contre les crues et le régime des eaux souterraines se fait de la manière suivante :

Protection contre les crues : atteinte grave en cas de creusement du fond, ou d'affouillement des seuils et des protections des rives.

Régime des eaux souterraines : une atteinte grave au régime des eaux souterraines est constatée lorsqu'il y a un creusement du fond du lit du cours d'eau dans une zone de protection des eaux souterraines si la nappe phréatique est alimentée par infiltration du cours d'eau. L'appréciation est confirmée par les services cantonaux compétents [59].

Le degré d'atteinte se répartit en 5 classes :

- aucune atteinte (pas d'impact sur le transport par charriage)
- atteinte faible
- atteinte moyenne
- atteinte importante
- atteinte très importante (transport par charriage interrompu)

Étapes 5 – 9

Evaluation approfondie

L'évaluation approfondie est effectuée pour la Birse, la Scheulte, la Sorne, l'Allaine et la Vendline, dans la mesure où les bases nécessaires sont disponibles :

- Estimation de la formation des matériaux charriés de tous les affluents significatifs ainsi que des cours d'eau mentionnés ci-dessus.
- Des calculs hydrauliques sont effectués dans toutes les installations de barrage pour lesquelles il existe des mesures. Outre le niveau de la surface de l'eau, on calcule la force tractrice unitaire adimensionnelle θ . Si $\theta \geq 0.047$, les matériaux peuvent être transportés. Les calculs montrent à partir de quel débit et à quelle fréquence les matériaux peuvent être transportés à travers la retenue et le barrage en aval. À ce stade, il n'est pas possible de dire si une certaine charge peut être transportée plus loin.

La force tractrice unitaire adimensionnelle θ se calcule à l'aide de la formule

$$\theta = \frac{h J_e}{1.65 d_m}$$

où h = profondeur d'écoulement, J_e = pente (pente de la ligne de charge), d_m = diamètre moyen des matériaux charriés.

- Etablissement d'un profil longitudinal dans les principaux cours d'eau (Birse, Scheulte, Sorne, Allaine) pour l'état de référence et l'état actuel.
- Estimation de la charge de matériaux nécessaire pour que le régime de charriage ne soit pas altéré.
- Estimation de l'impact des installations sur le régime de charriage.
- Définition des tronçons de cours d'eau présentant des atteintes graves au régime de charriage.

États examinés

On distingue quatre états :

État naturel : état sans modification anthropique.

État de référence: état sans installations du genre usines électriques et dépotoirs à sédiments, mais avec corrections de cours d'eau.

État actuel : état avec toutes les installations existantes et planifiées connues.

État après assainissement : état après la mise en œuvre des mesures préconisées en vue de l'assainissement du régime de charriage.

Étapes 10 – 13**Planification des mesures**

La planification des mesures s'effectue pour toutes les installations portant sérieusement atteinte au régime de charriage :

- Désignation des installations nécessitant des mesures d'assainissement du régime de charriage.
- Mise en évidence du potentiel écologique, de l'importance du régime de charriage pour le réseau hydrographique, et de la gravité des atteintes.
- Mesures d'assainissement possibles et évaluation de leur faisabilité.
- Estimation des coûts pour une période de 40 ans, conformément aux directives de l'OFEV ; trois catégories de coût ont été définies :
 - faibles : < 100'000 Fr. (< 2'500 Fr./a)
 - moyens : 100'000 – 1'000'000 Fr. (2'500 – 25'000 Fr./a)
 - importants : > 1'000'000 Fr. (> 25'000 Fr./a)
- Appréciation de la faisabilité et de la proportionnalité des mesures d'assainissement (qualitativement : bonne / moyenne / non proportionnée). Toutes les mesures proposées dans le rapport sont techniquement réalisables.

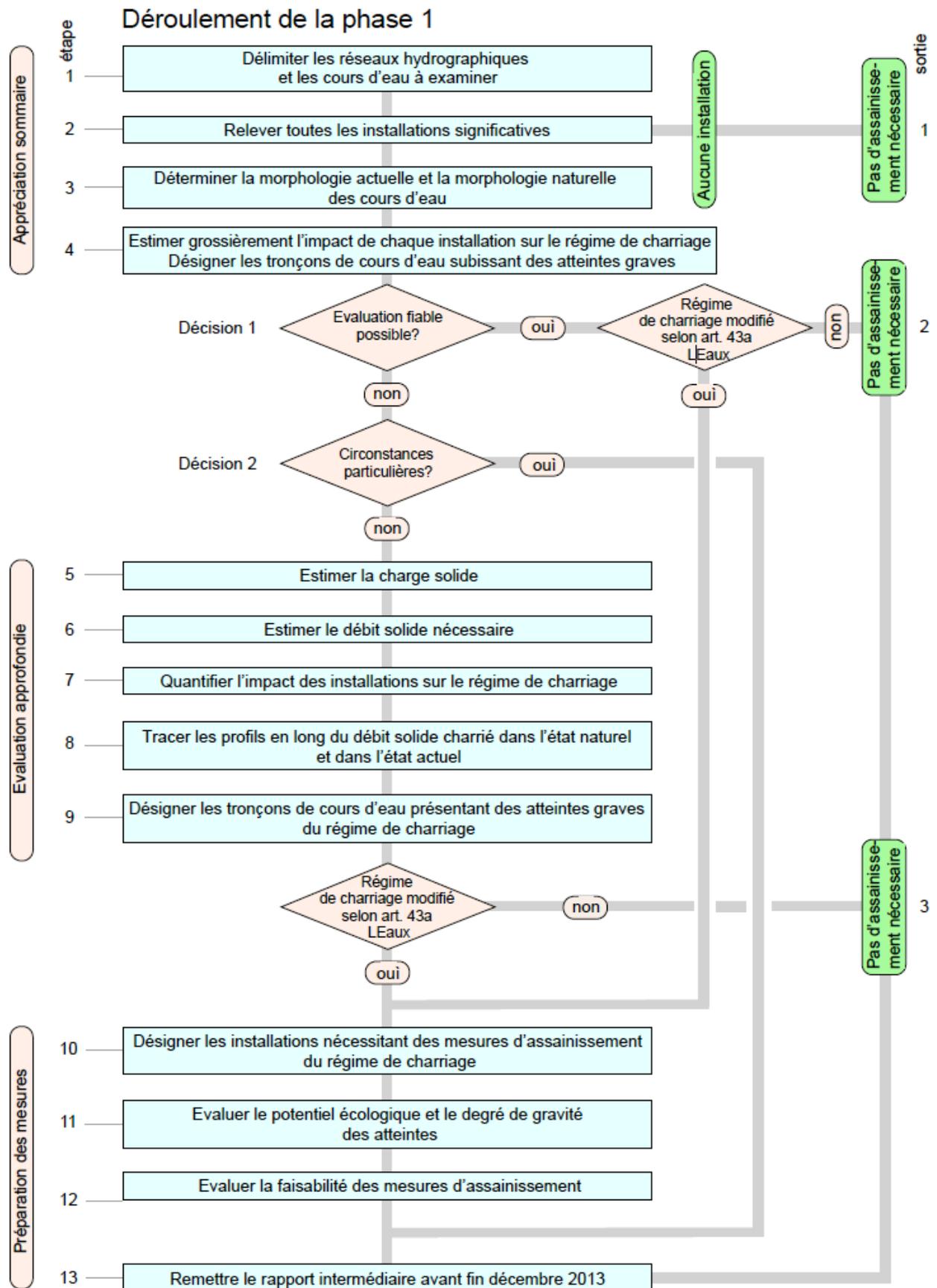


Image 3.1: Schéma du déroulement de la planification stratégique (Phase 1) [2].

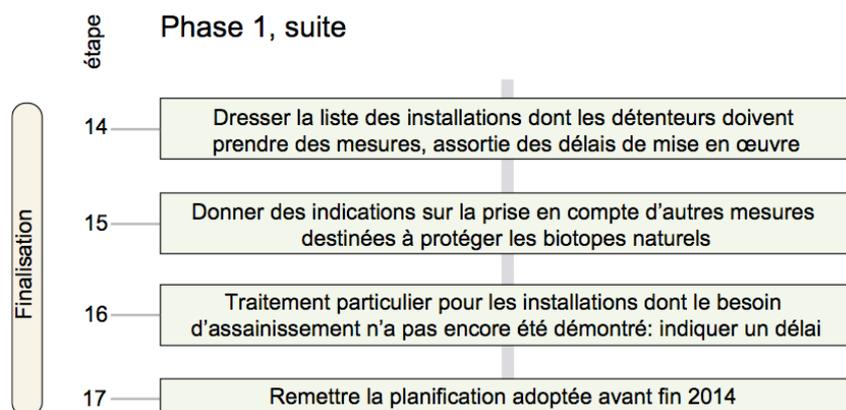


Image 3.2: Schéma du déroulement de la planification de l'assainissement du régime de charriage (partie 2, suite jusqu'à la remise du rapport final) [2].

La priorité d'une mesure est définie en fonction de l'utilité, de la praticabilité, du potentiel écologique et des indications sur la faisabilité. Pour l'utilité, on tient compte aussi de l'importance de la mesure pour le régime de charriage des cours d'eau récepteurs.

Il y a trois degrés de priorité (1 = élevé, 2 = moyen, 3 = faible).

Les mesures de degré 1 sont d'une grande importance pour le réseau hydrographique et doivent être planifiées et mises en œuvre en priorité. Les mesures de degré 2 sont d'une importance moyenne pour le réseau hydrographique. Les délais de planification et de mise en œuvre sont à fixer en fonction de la priorité et du temps nécessaire.

Les mesures de degré 3 sont souvent liées à des revitalisations ou à des mises à ciel ouvert de ruisseaux en aval. Leur mise en œuvre n'est pas assurée et il n'est pas possible de se prononcer sur les délais.

Étapes 14 - 17 **Exécution**

Établissement de la liste des détenteurs des installations qui doivent prendre des mesures d'assainissement du régime de charriage.

Indication des délais de planification et de mise en œuvre des mesures.

Indications sur la prise en compte d'autres mesures de protection des biotopes.

Le cas échéant, réglementation particulière pour les installations où la nécessité d'assainissement ne peut pas encore être définitivement établie (avec indication des délais).

Achèvement du rapport final et planification décidée (y compris la suite de la procédure) jusqu'à la fin 2014.

<i>Installations à examiner</i>	<p>L'ordonnance sur la protection des eaux cite les installations suivantes : centrales hydroélectriques, extractions de gravier, dépotoirs à alluvions et aménagements de cours d'eau.</p> <p>Les bassins de rétention des crues, les grilles de retenue des bois flottants et d'autres ouvrages de retenue (par exemple réservoirs d'eau pour les pompiers ou centrales hydroélectriques désaffectées) peuvent aussi avoir un impact sur le régime de charriage.</p> <p>Pour évaluer l'impact d'une installation sur le régime de charriage, il faut établir la proportion entre l'intervention et l'apport naturel de matériaux (au même endroit) et tenir compte de la sensibilité du cours d'eau à une modification du charriage de matériaux.</p>
<i>Centrales hydroélectriques</i>	<p>Pour les centrales hydroélectriques, on examine la capacité de l'installation à laisser passer les matériaux charriés, y compris les retenues, les ouvrages de captage et le tronçon en aval. L'exploitation de l'ouvrage en situation de crue doit aussi être considérée.</p>
<i>Extractions de gravier</i>	<p>Le gravier est examiné quant à son type et à la quantité extraite.</p>
<i>Dépotoirs à alluvions</i>	<p>L'ouvrage est examiné selon sa capacité à laisser passer les matériaux de charriage, et la quantité extraite est évaluée d'après la capacité de transport de matériaux et la morphologie dans le bief aval.</p>
<i>Grilles de retenue</i>	<p>Les grilles de retenue des bois flottants entraînent souvent une rétention importante et inutile des sédiments. L'évaluation se fait de la même manière que pour les dépotoirs à alluvions.</p>
<i>Bassins de rétention des crues et autres ouvrages de retenue</i>	<p>Les installations doivent être évaluées selon leur capacité à laisser passer ou à retenir les matériaux charriés.</p>

Aménagements de cours d'eau

Les aménagements de cours d'eau font l'objet d'une évaluation s'ils entraînent une réduction de la charge solide. Cela est particulièrement le cas dans les tronçons raides avec une érosion importante du lit et des rives du cours d'eau ou lorsque de hautes terrasses de gravier sont protégées de l'érosion. De telles installations ont été traitées dans la présente planification mais ne sont pas intitulées "Aménagement de cours d'eau", à l'image de l'ouvrage 209 sur le Ruisseau de Châtillon.

Pour les cours d'eau se trouvant dans la plaine sans érosion importante du lit, les aménagements de cours d'eau ne réduisent guère la quantité de matériaux charriés. L'érosion du gravier sur la rive concave est à peu près équivalente à l'alluvionnement sur la rive convexe.

Coordination entre les planifications stratégiques LEaux

La coordination entre les planifications stratégiques LEaux a été réalisée par la transmission des zones prioritaires à revitaliser pour les 20 prochaines années, ainsi que par la liste des ouvrages à assainir pour la migration du poisson. Toutes ces données sont compilées par le bureau Natura, mandataire de la planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau. Il n'y a pas de problématique « éclusées » dans les bassins versants de la Birse et de l'Allaine.

4 Potentiel écologique et importance du régime de charriage

Définition

Le potentiel écologique d'un cours d'eau qui n'est pas à l'état naturel correspond à l'importance écologique que ces eaux revêtiraient dans un état de référence théorique après réparation des atteintes nuisibles causées par des interventions anthropiques, dans la mesure où le permettent des moyens proportionnés [2].

Planification de revitalisation

Le potentiel écologique a été déterminé et fixé selon celui déterminé dans la planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau (cf. Annexe A5, [5] et [14]).

Importance du régime de charriage

(cf. Annexe A7)

Le régime de charriage remplit différentes fonctions dans un cours d'eau et marque la morphologie et le substrat à un degré variable.

Pour des cours d'eau avec beaucoup de sédiments, le régime de charriage façonne la morphologie avec de grands bancs de gravier qui sont renouvelés régulièrement. Pour des cours d'eau avec peu de sédiments, seuls des endroits morphologiquement favorables peuvent engendrer la création de petits dépôts de gravier, qui néanmoins peuvent aussi être d'une grande importance pour les habitats naturels.

En plus du potentiel écologique, l'importance du régime de charriage pour la morphologie est évaluée pour les cours d'eau examinés. Cela en adéquation avec l'Ordonnance sur la protection des eaux, selon laquelle la morphologie et la dynamique morphologiques ne peuvent pas être altérées de façon significative. L'évaluation qualitative est basée sur les critères suivants :

- L'importance de la charge en matériaux charriés d'un cours d'eau pour la morphologie du réseau hydrographique en aval.
- Le potentiel écologique du cours d'eau et l'importance du régime de charriage pour l'écosystème aquatique (cours d'eau récepteur).

Exemple 1 :

La charge solide du Folpotat est déterminante pour la morphologie de la Sorne qui, en aval de Courfaivre, a un potentiel écologique important. Il en résulte une importance élevée du régime de charriage du Folpotat.

Exemple 2 :

Le régime de charriage du Biernol joue un rôle moyen pour sa morphologie et un rôle mineur pour la morphologie de la Sorne. Le potentiel écologique du Biernol est moyen, il en résulte une importance moyenne du régime de charriage du Biernol.

5 Bassin versant de la Birse

5.1 Réseau hydrographique

Le bassin versant de la Birse commence à Tavannes (source de la Birse) et s'étend jusqu'au Rhin à Bâle.

La partie amont du bassin se trouve dans le canton de Berne et couvre une superficie de 195 km². La charge sédimentaire moyenne atteint 560 m³/a à l'état naturel et 440 m³/a à l'état actuel [1]. Les principaux affluents sont la Trame à Reconvillier et la Raus à Moutier.

Dans le canton du Jura, la Scheulte, la Sorne et le ruisseau de Mettembert se jettent dans la Birse. Jusqu'à la station de mesure en aval de Soyhières, la surface du bassin versant augmente de 395 km², pour atteindre 590 km².

Aux environs de Laufon (canton de Bâle-Campagne), la Lucelle se jette dans la Birse ; la partie supérieure de son bassin versant est située dans le canton du Jura.

Le Tableau 5.1 présente les stations de mesure existantes et les régimes d'écoulement.

Débits de crue : Q_{30} , Q_{10} , Q_5
(valeurs momentanées maximales)

Débits de la courbe des débits classés : Q_{1j} , Q_{9j} et Q_{18j}
(valeurs journalières moyennes)

Tableau 5.1: Superficie du bassin versant et débits classés aux stations de mesure de la Birse, de la Scheulte et de la Sorne.

Station de mesure	BV [km ²]	Q_{18j} [m ³ /s]	Q_{9j} [m ³ /s]	Q_{1j} [m ³ /s]	Q_5 [m ³ /s]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_{30} [m ³ /s]
Birse, Moutier (depuis 1912)	183	8.34	10.9	21.1	43.0	50	58
Scheulte, Vicques (depuis 1992)	72.8	4.60	6.50	16.0	60.0	77	102
Sorne, Delémont (depuis 1983)	241	12.7	16.6	28.2	49.0	57	69
Birse, Soyhières (depuis 1983)	590	31.1	40.4	82.2	151	181	227

Le Tableau 5.2 présente les débits aux usines hydro-électriques de la Birse et de la Sorne, là où des calculs hydrauliques ont été effectués.

Tableau 5.2: Débits classés aux usines hydro-électriques de la Birse et de la Sorne, avec calculs hydrauliques.

Cours d'eau Installation (n°)	Source [6], [7]	Q_{18i} [m ³ /s]	Q_{9j} [m ³ /s]	Q_{1i} [m ³ /s]	Q_5 [m ³ /s]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_{30} [m ³ /s]
La Birse, km 49.2 Bleue Verte (106)	LH2122	8	11	21	43	50	58
La Birse, km 47.8 Moulin des Roches (107)	LH2122	8	11	21	43	50	58
La Birse, km 45.7 Dynamo (108)	LH2122	8	11	21	43	50	58
La Birse, km 40.3 Bellerive (109)	LH2478	31	40	82	151	181	227
La Sorne. km 18.1 Les Forges (104)	LH2479	4.5	6	11	22	27	36

Les chapitres 5.2 à 5.4 ci-dessous donnent l'appréciation sommaire et la planification des mesures pour les bassins versants de la Scheulte, de la Sorne ainsi que de la Birse et ses affluents le ruisseau de Mettembert et la Lucelle.

5.2 La Scheulte et ses affluents

5.2.1 Morphologie

La Scheulte montre un réseau hydrographique très ramifié avec pour principaux affluents les ruisseaux de Montsevelier et le Gabiare. Le bassin versant est orienté d'est en ouest et son point culminant est à l'altitude de 1300 m.s.m; la Scheulte se déverse dans la Birse à une altitude d'environ 410 m.s.m.

Les matériaux charriés proviennent essentiellement des sous-bassins versants aux pentes raides en amont, qui, lors de fortes crues, apportent régulièrement des quantités importantes dans le réseau hydrographique.

Le cours de la Scheulte présente des sinuosités et des méandres, avec assez peu de bancs de gravier. Les méandres sont plus marqués vers l'aval, comme le montrent les boucles très prononcées entre Vicques et Courcelon (images 5.1 à 5.3). Le lit est constitué d'une couche superficielle assez grossière plutôt meuble, et par endroit se trouvent des blocs et des affleurements rocheux. Les quelques bancs de gravier sont légèrement plus fins que les matériaux du lit.

En de nombreux endroits, les rives sont consolidées par des blocs, ce qui limite la variabilité de la largeur et la structure des rives. Cela réduit également la formation de dépôts de sédiments et de bancs de gravier.

Image 5.1:

La Scheulte avec un lit peu structuré et à grains grossiers sans bancs d'alluvion. Vue vers l'amont du tronçon s'étirant entre Vicques et Courcelon.

17.6.2013

*Image 5.2:*

Affouillement (à gauche) et banc de gravier le long de la rive convexe. Sens d'écoulement de droite à gauche. Boucle de méandre entre Vicques et Courcelon.

17.6.2013

*Image 5.3:*

Banc de gravier avec rapide en aval d'une courbe marquée vers la gauche. Vue vers l'aval.

17.6.2013



5.2.2 Installations et évaluation

On recense au total neuf installations dans le bassin versant de la Scheulte, dont six centrales hydro-électriques et trois dépotoirs à alluvions et à bois flottants.

Le Tableau 5.3 donne la liste des installations et leur évaluation. Elles sont décrites en détail dans l'Annexe A1.

Installation avec une atteinte grave du régime de charriage

Les installations suivantes portent gravement atteinte au régime de charriage et à la morphologie dans le bassin versant de la Scheulte :

<i>Piège à graviers de crue, n° 204, La Scheulte, Mervelier</i>	<p>Environ 300 m³ de gravier sont extraits tous les deux ans en amont de la rampe en blocs. L'extraction entraîne une interruption temporaire du transit du charriage vers l'aval. Après le comblement de la rampe, les matériaux sont transportés en aval jusqu'à la prochaine vidange.</p> <p>Sur un volume moyen de sédiments estimé à 200 – 250 m³/a, la quantité transportée vers l'aval est de 50 à 100 m³/a.</p> <p>L'extraction de gravier provoque en aval une réduction importante des bancs de gravier et des dépôts de sédiments meubles sur la couche supérieure grossière, ce qui entraîne une atteinte grave au régime de charriage de la Scheulte.</p>
<i>Barrières de sédiments écomorphologiques, n°s 421, 422, Sâces, Mervelier</i>	<p>Suite à une obstruction du lit, les grilles à bois flottant provoquent une forte retenue de matériaux. L'atteinte au régime de charriage est grave.</p> <p>Comme en aval, le ruisseau est enterré et que l'apport en sédiments pour la Scheulte est négligeable, on renonce à prendre des mesures de priorité élevé. En cas de remise à ciel ouvert du ruisseau, il conviendra d'enlever les grilles à bois flottant.</p>
<i>Installations sans atteinte importante du régime de charriage</i>	<p>Les installations suivantes ne portent pas d'atteinte grave au régime de charriage dans le bassin versant de la Scheulte:</p>
<i>Installation hydroélectrique, n° 127, Le Gabiare, Vermes</i>	<p>L'installation est hors service et partiellement démantelée. Les sédiments peuvent être transportés sans obstacle par-dessus le seuil comblé.</p>
<i>Installations hydroélectriques, n°s 110, 118, 119, 120, 121, La Scheulte, Val Terbi</i>	<p>Trois installations (n°s 121, 120, 110) sont hors service et les sédiments sont transportés sans obstacle vers l'aval par-dessus les seuils.</p> <p>Vers l'installation 119, les sédiments sont charriés en aval par intermittence, une à plusieurs fois par année lors de l'ouverture des vannes. Cela n'a que peu d'influence sur le régime de charriage.</p> <p>Vers l'installation 118, les sédiments sont charriés librement vers l'aval par-dessus le déversoir fixe.</p>
<i>Corrections de cours d'eau</i>	<p>Dans le bassin versant supérieur des cours d'eau déterminants pour le régime de charriage (Scheulte, Gabiare), il existe quelques rares aménagements, qui n'ont qu'un faible impact sur le régime de charriage.</p>

Tableau 5.3: Bassin versant de la Scheulte : installations avec évaluation.

M. : morphologie ; PCC : protection contre les crues ; ES : eaux souterraines.

Installation n°	Installation / exploitant / cours d'eau	Degré d'atteinte	Atteinte grave au régime de charriage avec effet sur M / PCC / ES	Mesure oui / non avec justification
110	Installation hydroélectrique, hors service / Pas de concessionnaire / La Scheulte	Aucune	Non / non / non	Non
118	Installation hydroélectrique / Moulin de Vicques Charmillot SA / La Scheulte	Aucune	Non / non / non	Non
119	Installation hydroélectrique / Emile Aebin SA / La Scheulte	Faible	Non / non / non	Non
120	Installation hydroélectrique, hors service / Paul Rais SA, Courcelon / La Scheulte	Aucune	Non / non / non	Non
121	Installation hydroélectrique, hors service / Georges Joliat-Gygax La Scheulte	Aucune	Non / non / non	Non
127	Installation hydroélectrique, hors service / Mauthner Alexandre / Le Gabiare	Aucune	Non / non / non	Non
204	Piège à gravier crue / Commune de Mervelier / La Scheulte	Important	Oui / non / non	Oui , à assainir dans le cadre d'un projet de protection contre les crues
421, 422	Barrières de sédiments / Non connu / Sâces	Important	Oui / non / non	Oui, sous réserve de la mise à ciel ouvert du tronçon en aval.

5.2.3 Profil longitudinal de la charge en matériaux de charriage

État naturel

Le charriage de matériaux se concentre dans la partie supérieure des bassins versants de la Scheulte et de la Gabiare (carte 1).

À l'état naturel, la quantité de matériaux charriés par la Scheulte atteignait 200 m³/an près de Mervelier, et 480 m³/a près de Vicques, avec l'apport des matériaux du ruisseau de Montsevelier et de la Gabiare. Sous l'effet de l'abrasion, la quantité charriée dans la Birse atteignait environ 460 m³/a .

État actuel

L'extraction de gravier à l'installation 204 a réduit la quantité de matériaux charriés à environ 50 m³/a près de Mervelier ; avec l'apport des matériaux du ruisseau de Montsevelier et de la Gabiare, non soumis à influence anthropique, elle atteint 340 m³/an près de Vicques. La quantité de matériaux qui sont transportés dans la Birse est de 330 m³/a.

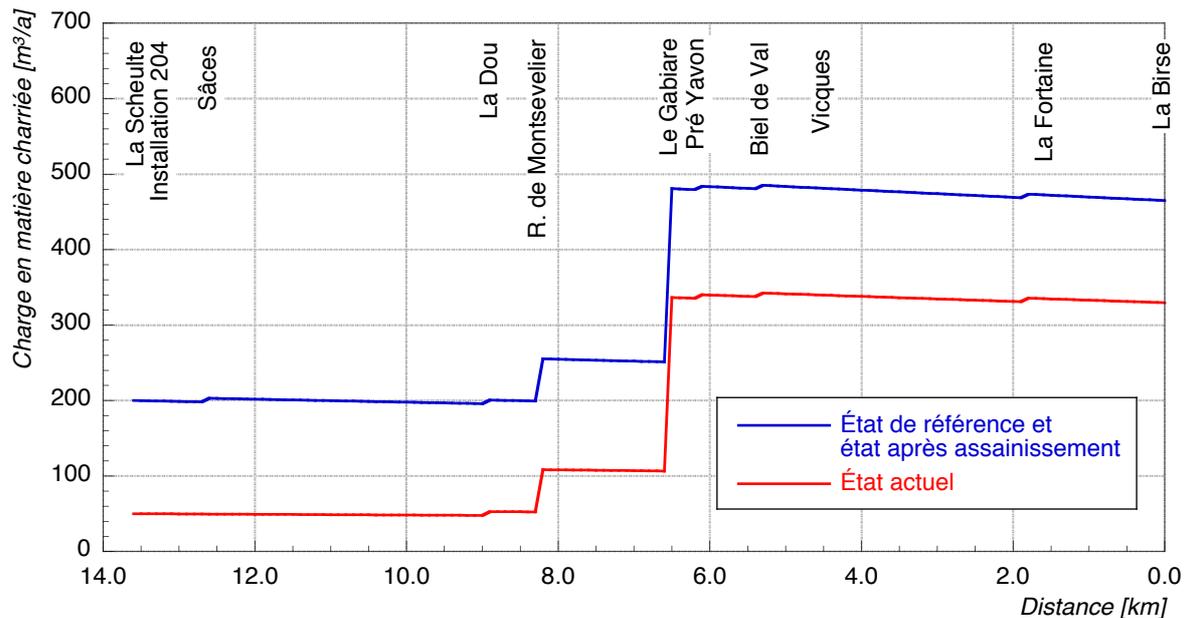


Image 5.4 : La Scheulte. Profil longitudinal de la charge moyenne en matériaux de charriage à l'état de référence (= état après assainissement) et à l'état actuel.

5.2.4 Tronçons subissant des atteintes graves

Sur la carte 1, le degré d'atteinte du cours d'eau est mentionné pour toutes les installations examinées en aval. Des atteintes graves au régime de charriage sont signalées en rouge, orange et jaune (atteinte très grave, grave et moyenne, respectivement).

Le constat, pour les cours d'eau examinés dans le bassin versant de la Scheulte, est le suivant :

Tronçons subissant des atteintes graves

La Scheulte est modérément à fortement atteinte depuis l'installation 204 jusqu'à l'embouchure avec la Gabiare. L'atteinte grave qui en résulte est due à l'extraction de gravier à l'installation 204.

Le Ruisseau des Sâces en aval des installations 421 et 422

est gravement atteint. Ce tronçon de cours d'eau est enterré.

Tronçons ne subissant pas d'atteintes graves Le régime de charriage de la Gabiare n'est pas atteint (transport sédimentaire naturel, couleur bleue).

En aval, le régime sédimentaire de la Scheulte est encore peu touché par l'apport de charriage non troublé en provenance de la Gabiare (couleur verte).

5.2.5 Potentiel écologique et importance du régime de charriage

Potentiel écologique Dans la planification de la revitalisation, le potentiel écologique du réseau hydrographique de la Scheulte est évalué ainsi :

Potentiel écologique important La Scheulte entre Mervelier et Recolaine ainsi que les petits affluents dans le tronçon amont.

Le ruisseau de Montsevelier entre Montsevelier et la Scheulte, avec les affluents.

Biel de Val.

Le cours inférieur des affluents au sud.

Potentiel écologique moyen La Scheulte à partir de Recolaine ainsi que son affluent à Courcelon (court tronçon à potentiel important).

Potentiel écologique faible Le cours supérieur de la Scheulte et le ruisseau de Montsevelier ainsi que l'ensemble du réseau hydrographique de la Gabiare, sauf son cours inférieur.

Importance du régime de charriage L'importance du régime de charriage pour la morphologie du cours d'eau est évaluée ainsi (annexe A5) :

Charriage important La Scheulte à partir de l'embouchure avec le Gabiare. Le charriage augmente sensiblement et les bancs de gravier fin ont une grande importance pour l'habitat aquatique.

Charriage moyenne La Scheulte et la Gabiare sans la partie amont du bassin versant ainsi que les affluents isolés avec un charriage dominant.

Charriage faible La partie amont du bassin versant, le ruisseau de Montsevelier ainsi que les petits affluents.

Conséquences L'assainissement du régime de charriage dans le bassin versant de la Scheulte est primordial pour la Scheulte et la Gabiare, car ce sont les principaux pourvoyeurs de sédiments pour le cours inférieur de la Scheulte et un pourvoyeur essentiel de sédiments pour la Birse.

5.2.6 Planification des mesures

Dans le bassin versant de la Scheulte, il y a au total neuf installations, dont trois qui occasionnent des atteintes importantes à la morphologie en aval. Les mesures suivantes sont proposées pour ces installations afin d'assainir le régime de charriage :

Installation 204, La Scheulte, Mervelier

Mesure : cessation de l'extraction de gravier et transit des matériaux charriés sans obstacles.

Cette mesure permet d'assainir le régime de charriage de la Scheulte jusqu'à Vicques. Elle contribue aussi à l'assainissement du régime de charriage de la Birse. L'apport moyen de matériaux charriés dans la Birse passe ainsi de 330m³/a (valeur actuelle) à 465 m³/a.

Il faut encore prouver que la charge supplémentaire en matériaux de charriage peut être transportée vers l'aval sans incidences sur la protection contre les crues. Vue les enjeux majeurs en terme de protection contre les crues, cette étude doit être menée dans le cadre d'un projet LACE, car cette installation a été envisagée par la commune comme un "bassin de rétention". Il doit être démontré que le démantèlement de cette installation n'a pas d'incidence sur les crues. Cas échéant des mesures de protection complémentaires dimensionnées en conséquence doivent être proposées dans le cadre d'une étude globale de protection contre les crues.

Cette mesure n'occasionne pas de coûts (sous réserve de mesures d'accompagnement). Elle est d'une grande utilité pour la morphologie de la Scheulte et de la Birse. La proportionnalité et la faisabilité dépendent de la preuve de l'adéquation avec la protection contre les crues, et d'éventuelles mesures d'accompagnement.

Cette mesure a un degré de priorité 1. Les questions encore en suspens peuvent être réglées dans un délai de deux ans.

Installations 421, 422, Sâces, Mervelier

Une mesure pour l'assainissement du régime de charriage est proposé sous réserve de la mise à ciel ouvert du tronçon en aval.

En cas de remise à ciel ouvert, les grilles de retenue à bois flottant doivent être éliminées afin de permettre le transport de sédiments sans entrave jusqu'à la Scheulte.

Il est recommandé dans ce cas également d'examiner si le charriage de matériaux dans la Scheulte peut se faire sans dépôts indésirables. Vue les enjeux sécuritaire majeurs en terme de protection contre les crues, il est nécessaire de mener une étude au titre de la LACE pour améliorer la problématique

du charriage et réduire les risques d'inondation. La remise à ciel ouvert du ruisseau est l'une des variantes à étudier en détail.

Les coûts seraient faibles, l'utilité élevée pour le Ruisseau des Sâces et faible pour la Scheulte. Degré de priorité 3 (seulement en cas de remise à ciel ouvert).

Tableau 5.4: Installations dans le bassin versant de **la Scheulte** portant gravement atteinte au régime de charriage, et mesure d'assainissement avec indications sur les coûts, l'utilité, la proportionnalité, la faisabilité, la praticabilité, le degré de priorité, les délais et la suite de la procédure.

Installation n° / installation / exploitant / cours d'eau	Mesure / type de mesure	Coûts / utilité (faible-moyenne-grande) / Proportionnalité (oui - non)	Faisabilité / praticabilité	Priorité (1, 2, 3)	Délais / Suite de la procédure
204 / Dépotoir à alluvions / Commune / La Scheulte	Pas d'extraction, déplacement du gravier / mesure opérationnelle	Réduction / grande / oui	Preuve d'adéquation avec la protection contre les crues (recommandée) / bonne	1	Planification 2015-2016 Mise en œuvre dès 2017 / Preuve d'adéquation avec la protection contre les crues Mise en œuvre de la mesure
421, 422 / Grille de retenue à bois flottant / Commune / Sâces	Enlever la grille (en cas de remise à ciel ouvert en aval) / mesure constructive	Faible / faible / oui	Preuve d'adéquation avec la protection contre les crues (recommandée) / bonne	3	À coordonner avec la remise à ciel ouvert et la protection contre les crues.

5.3 La Sorne et ses affluents

5.3.1 Morphologie

La Sorne prend sa source vers Les Genevez et s'écoule d'abord vers l'est, puis elle franchit les plissements du Jura en amont et en aval d'Undervelier. Elle dessine ensuite un cours sinueux dans la large plaine de Bassecourt à Delémont, où elle se jette dans la Birse à une altitude de 405 m. Le point le plus haut se trouve à 1320 m. Au niveau de la station de mesure de Delémont, le bassin versant atteint une surface de 241 km².

Les principaux affluents de la Sorne sont le ruisseau de Tschaibez, le ruisseau de Soulce, le Miéry, le Tabeillon ; de moindre importance sont la Rouge Eau, le Bie à Châtillon, le ruisseau de Sâcy et la Golate.

Les matériaux charriés proviennent majoritairement de la partie supérieure du bassin versant jusqu'à Berlincourt (Bassecourt), ainsi que des eaux du versant sud entre Bassecourt et Courtételle, et dans une moindre mesure du Tabeillon.

La Sorne suit un cours sinueux, avec des méandres prononcés en aval de Berlincourt. Les ouvrages de protection des rives, la couverture boisée et des seuils isolés évitent l'érosion et la migration des méandres. La variabilité de la largeur est restreinte et il n'y a presque pas de bancs de gravier (images 5.4 et 5.5), ou ils se limitent à quelques endroits morphologiquement favorables en aval de Courfaivre (Image 5.7). Le lit est en majeure partie pavé et colmaté.

Image 5.5:

La Sorne en amont de Bassecourt, avec son cours sinueux, des berges densément boisées, sans bancs de gravier. Vue vers l'amont.

21.8.2013



Image 5.6:
La Sorne en aval de Bassecourt.
Lit pavé et colmaté.
 21.8.2013



Image 5.7:
La Sorne à Courtételle avec un
petit élargissement et des dépôts
d'alluvions. Vue vers l'aval.

17.6.2013



5.3.2 Installations et évaluation

Au total, on recense 29 installations dans le bassin versant de la Sorne, soit sept usines hydroélectriques et 22 dépotoirs à alluvions et à bois flottants.

Le Tableau 5.5 donne la liste des installations, avec leur évaluation. Elles sont décrites dans le détail à l'annexe A2.

Installations avec une atteinte grave du régime de charriage

Installation hydroélectrique,
n° 101, La Sorne,
Undervelier

Le régime de charriage dans le bassin versant de la Sorne est principalement entravé par les installations suivantes :

L'installation se compose d'un barrage de béton équipé d'un système de vidange par le fond. Tous les sédiments se déposent à l'extrémité amont du lac de retenue. Celui-ci est rarement abaissé ; les matériaux solides sont donc rarement mobilisés et évacués vers l'aval.

L'installation provoque une interruption du charriage vers l'aval durant plusieurs années et ainsi une dégradation et un fort pavage du lit. Les rares purges provoquent des poussées

dommageables de sédiments fins et de matériaux de charriage, et des dépôts de sédiments importants et des concentrations extrêmes de matières en suspension.

Cette installation porte une atteinte très grave au régime de charriage de la Sorne.

Une mesure d'assainissement du régime de charriage est nécessaire.

*Installation hydroélectrique,
n° 104, La Sorne,
Undervelier*

Cf. aussi chap. 5.3.3

La retenue est faite d'un seuil et de deux vannes de vidange latérales. Les vannes de régulation de l'installation ne sont pas ouvertes lors de crues. Les sédiments transportés depuis l'amont se déposent intégralement dans la retenue. Il n'y a aucun transport de sédiments vers l'aval.

Cette installation porte gravement atteinte au régime de charriage de la Sorne.

Une mesure d'assainissement du régime de charriage est nécessaire.

*Piège à graviers de crue,
n° 205, R. de Bez, Glovelier*

Tout le matériel charrié se dépose dans le dépotoir à alluvions et aucun sédiment n'est transporté à travers de l'installation.

Cette installation porte gravement atteinte au régime de charriage. Son dimensionnement actuel étant insuffisant pour assurer la protection contre les crues, une étude au titre de la LACE devra être menée pour traiter de manière globale cette problématique, les enjeux étant particulièrement important pour Glovelier (zone de danger élevée en aval sur le territoire bâti).

Le ruisseau est enterré en aval de l'installation et le charriage vers l'aval est sans importance pour les cours d'eau récepteurs (le Tabeillon, la Sorne).

Aucune mesure d'assainissement n'est nécessaire.

*Piège à graviers de crue,
n° 214, Folpotat, Soulce*

Tous les sédiments charriés se déposent dans l'étang et sont éliminés périodiquement. Il n'y a pas de transport de sédiments vers l'aval.

Cette installation porte gravement atteinte au régime de charriage du Folpotat et de la Sorne.

Une mesure d'assainissement du régime de charriage est nécessaire.

*Piège à graviers de crue,
n° 215, R. de Soulce,
Soulce*

Le dépotoir à alluvions est partiellement comblé par des sédiments fins et couvert de végétation. Il n'y a aucun apport en sédiments à cause de l'installation 214 sur le Folpotat en amont de Soulce. Le dépotoir n'est pas franchissable pour les matériaux charriés.

Cette installation porte gravement atteinte au régime de

- charriage.
- Puisque l'assainissement de l'installation 214 augmentera la charge sédimentaire, une mesure d'assainissement est aussi nécessaire pour cette installation.
- Barrière à sédiments,
n° 415, Limaces, Courfaivre* Tout le matériel charrié se dépose dans le dépotoir à alluvions et aucun sédiment n'est transporté à travers l'installation.
- Cette installation porte gravement atteinte au régime de charriage.
- En aval du dépotoir, le ruisseau est enterré sur une longueur d'environ 400 m, puis suit un ravin boisé.
- Une mesure d'assainissement du régime de charriage est nécessaire seulement en cas de remise à ciel ouvert du ruisseau.
- Barrière à sédiments,
n° 416, Biernol, Bassecourt* Bassin avec seuil d'entrée et seuil de sortie. Actuellement vidé et ne laissant pas franchir les sédiments.
- Cette installation porte gravement atteinte au régime de charriage.
- À la rupture de pente entre le cône d'alluvions et la plaine, un passage couvert traverse une route. En cas de charriage de matériaux, des dépôts se forment sur le fond et le tronçon couvert est obstrué par les graviers, ce qui provoque des débordements. Le tronçon vers l'embouchure est très plat et le transport de matériaux sans importance pour la Sorne. Une mesure d'assainissement n'est pas proportionnée.
- Barrière à sédiments,
n° 423, Chételay, Courfaivre* En amont du seuil en bois, le gravier est évacué périodiquement, ce qui conduit temporairement à une forte réduction du charriage en aval. La capacité de transport du tronçon sous tuyau à Courfaivre n'est pas connue.
- Les extractions causent une grave atteinte au régime de charriage du Chételay.
- Le ruisseau fait actuellement l'objet d'une étude de protection contre les crues. Le régime de charriage sera rétabli dans le cadre des mesures prises prochainement.
- Piège à graviers de crue,
n° 424, Chételay, Courfaivre* Pratiquement tout le matériel charrié se dépose dans le dépotoir à alluvions et seule une petite partie des sédiments est transportée plus loin en aval.
- En aval du dépotoir et du passage couvert sous la route, il y a une légère érosion du lit. Le dépotoir porte fortement atteinte au régime de charriage.
- Une mesure d'assainissement du régime de charriage est nécessaire. Le ruisseau fait actuellement l'objet d'une étude de

	<p>protection contre les crues. Le régime de charriage sera rétabli dans le cadre des mesures prises prochainement.</p>
<p><i>Barrière à sédiments, n° 430, R. du Creux de la Geline, Soulce</i></p>	<p>Si des embâcles obstruent la grille, pratiquement tous les sédiments sont retenus avant le passage couvert (traversée de la route). En aval du passage couvert, le lit est considérablement érodé.</p> <p>Il n'y a pratiquement aucun transport de sédiments vers l'aval. L'installation porte gravement atteinte au régime de charriage.</p> <p>Une mesure d'assainissement du régime de charriage est nécessaire.</p>
<p><i>Barrière à sédiments, n° 431, R. du Creux de la Geline, Soulce</i></p>	<p>Si des embâcles obstruent la grille, une grande partie du charriage est retenue avant le passage couvert sous la route. En aval du passage couvert, le lit est érodé.</p> <p>L'installation porte gravement atteinte au régime de charriage.</p> <p>Une mesure d'assainissement du régime de charriage est nécessaire.</p>
<p><i>Piège à graviers de crue, n° 432, R. de la Pran, Develier</i></p>	<p>Tout le matériel charrié se dépose dans le dépotoir à alluvions et aucun sédiment n'est transporté plus loin vers l'aval. Le ruisseau est enterré en aval et le charriage est faible. Le fond du lit est les berges en aval du tronçon mis sous terre sont affouillés.</p> <p>L'installation porte gravement atteinte au régime de charriage.</p> <p>En aval, le cours d'eau est couvert sur une longueur de 200 m. En cas de remise à découvert du ruisseau, il convient de transformer le dépotoir de manière à permettre le transport des matériaux de charriage vers l'aval en cas de faibles crues.</p>
<p><i>Installations ne causant pas de grave atteinte au régime de charriage</i></p>	<p>Les installations suivantes ne causent aucune atteinte grave au régime de charriage dans le bassin versant de la Sorne :</p>
<p><i>Installation hydroélectrique, n° 102, La Sorne, Bassecourt</i></p>	<p>Barrage ouvert, pas de remous. Usine électrique hors service.</p> <p>Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.</p>
<p><i>Installation hydroélectrique, n° 103, La Sorne, Courtételle</i></p>	<p>Les matériaux charriés sont transportés partiellement par-dessus le déversoir fixe. Les graviers déposés dans le bief amont sont périodiquement mobilisés et transportés en aval par la purge de l'installation.</p> <p>On part du principe que lors de la mise en œuvre des mesures pour l'assainissement du régime de charriage, le canal en amont devra être purgé plus souvent (par ex. chaque année).</p>

	L'installation porte légèrement atteinte au régime de charriage.
<i>Installation hydroélectrique, n° 122, La Sorne, Undervelier</i>	Déversoir fixe, comblé. Usine électrique hors service. Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.
<i>Installation hydroélectrique, n° 123, -, Undervelier</i>	Cette petite usine hydroélectrique utilise l'eau d'un ruisseau de source (affluent du Miéry) sans matériaux charriés.
<i>Installation hydroélectrique, n° 129, Folpotat, Soulce</i>	Prise d'eau latérale avec grille fine devant une rampe. La plus grande partie des matériaux de charriage seraient transportés vers l'aval. Mais il n'y a pas d'apport de matériaux à cause de l'installation 214. Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.
<i>Piège à graviers de crue, n° 208, R. de Châtillon, Châtillon</i>	Barrage en béton, comblé par des sédiments et franchissable. Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.
<i>Piège à graviers de crue, n° 209, R. de Châtillon, Châtillon</i>	Plusieurs barrages en bois, comblés par des sédiments et franchissables. Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.
<i>Piège à graviers de crue, n° 211, R. du Creux de la Geline, Soulce</i>	Comme les barres de la grille de retenue sont très espacées, les matériaux de charriage peuvent passer lors de faibles crues. Il y a une faible atteinte au régime de charriage.
<i>Piège à graviers de crue, n° 212, Le Tabeillon, Glovelier</i>	Rampe en blocs avec élargissement en amont. Actuellement comblé et franchissable pour le charriage. Il n'y a plus de prélèvements de gravier depuis au moins dix ans. L'atteinte au régime de charriage est faible. Un éventuel démantèlement (partiel) de la rampe pour améliorer la migration des poissons a pourtant un effet positive sur le régime de charriage
<i>Piège à graviers de crue, n° 213, La Sorne, Delémont</i>	Depuis 2007, l'extraction de gravier a cessé et les matériaux de charriage peuvent passer. Il n'y a pas d'extractions prévues. L'atteinte au régime de charriage est faible.
<i>Piège à graviers de crue, n° 216, Le Miéry, Undervelier</i>	Tous les dix ans, on prélève un peu de gravier des marmites d'érosion des cinq seuils. Une grande partie des matériaux de charriage sont transportés plus loin en aval. L'atteinte au régime de charriage est faible.
<i>Barrière à sédiments, n° 417, Esserts, Bassecourt</i>	L'apport de matériaux charriés est négligeable. Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.
<i>Barrière à sédiments, n° 418, Viviers, Delémont</i>	Tronçon couvert avec deux grilles, passage des matériaux moyen à bon. Très faible apport de charriage.

<i>Barrière à sédiments, n° 419, R. de la Pran, Develier</i>	<p>L'atteinte au régime de charriage est faible.</p> <p>Petit barrage comblé à l'arrière et partiellement détruit. La plus grande partie des matériaux de charriage sont transportés vers l'aval.</p> <p>L'atteinte au régime de charriage est faible.</p>
<i>Barrière à sédiments, n° 429, Ticle, Delémont</i>	<p>Cours d'eau artificiel sans charriage.</p>
<i>Barrière à sédiments, n° 433, Biernol, Bassecourt</i>	<p>Barrage en bois, actuellement comblé et franchissable. Il n'y a pas d'extractions connues.</p> <p>Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.</p>
<i>Barrière à sédiments, n° 434, Biernol, Bassecourt</i>	<p>Petit seuil en blocs et deux seuils en rondins, comblé avec des sédiments et actuellement franchissable. Il n'y a pas d'extractions connues.</p> <p>Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.</p>
Corrections de cours d'eau	<p>Dans la partie supérieure du bassin versant, quelques seuils ont été aménagés dans des tronçons raides, avec pour effet une réduction de la quantité de matériaux charriés, moyenne à l'échelle locale et faible pour l'ensemble de la Sorne.</p> <p>Dans la plaine, les aménagements de cours d'eau provoquent une faible réduction du volume de matériaux charriés, du fait que l'érosion des rives et l'érosion en profondeur est diminuée ou entravée.</p> <p>Dans l'ensemble, la réduction du volume de matériaux charriés par la Sorne est estimé à 50 – 100 m³/a (50 m³/a pour les ruisseaux à pente raide dans la partie supérieure du bassin versant, 20 – 50 m³/a dans la plaine).</p>

Tableau 5.5 : Bassin versant de la Sorne : installations avec indication du degré d'atteinte et d'une éventuelle atteinte grave au régime de charriage, et de la nécessité de prendre des mesures.

M : morphologie ; PCC : protection contre les crues ; ES : eaux souterraines.

Inst. n°	Installation / exploitant / cours d'eau	Degré d'atteinte	Atteinte grave au régime de charriage avec effet sur M / PCC / ES	Mesure oui / non avec justification
101	Installation hydroélectrique / Bourquard Pierre-Alain / La Sorne	Important	Oui / Non / Non	Oui
102	Installation hydroélectrique / Georges Ruedin SA / La Sorne	Aucune	Non / Non / Non	Non
103	Installation hydroélectrique / Gérald Schaffter / La Sorne	Faible	Non / Non / Non	Non
104	Installation hydroélectrique / F.H. Les Forges SA, c/o Pibor SA / La Sorne	Très important	Oui / Non / Non	Oui
122	Installation hydroélectrique / Anciennement scierie Meier / La Sorne	Aucune	Non / Non / Non	Non
123	Installation hydroélectrique / Gétaz Raymond / ruisseau de source, affluent du Miéry	Aucune	Non / Non / Non	Non
129	Installation hydroélectrique / Folpotat	Aucune	Non / Non / Non	Non
205	Piège à gravier crue / Commune / R. de Bez	Très important	Oui / Non / Non	Non, couvert en aval
208	Piège à graviers de crue / - / R. de Châtillon	Aucune	Non / Non / Non	Non
209	Piège à graviers de crue / - / R. de Châtillon	Aucune	Non / Non / Non	Non
211	Piège à graviers de crue / Commune / R. du Creux de la Geline	Faible	Non / Non / Non	Non
212	Piège à graviers de crue / Commune / Le Tabeillon	Faible	Non / Non / Non	Non
213	Piège à graviers de crue / Commune / La Sorne	Faible	Non / Non / Non	Non
214	Piège à graviers de crue / Commune / Folpotat	Très important	Oui / Non / Non	Oui

Inst. n°	Installation / exploitant / cours d'eau	Degré d'atteinte	Atteinte grave au régime de charriage avec effet sur M / PCC / ES	Mesure oui / non avec justification
215	Piège à graviers de crue / Commune / R. de Soulce	Important	Oui / Non / Non	Oui
216	Piège à graviers de crue / Commune / Le Miéry	Faible	Non / Non / Non	Non
415	Barrière à sédiments / Commune / Limaces	Important	Oui / Non / Non	Oui, sous réserve de la mise à ciel ouvert du tronçon en aval
416	Barrière à sédiments / Commune / Biernol	Important	Oui / Non / Non	Non, protection contre les crues
417	Barrière à sédiments / - / Esserts	Aucune	Non / Non / Non	Non
418	Barrière à sédiments / - / Viviers	Faible	Non / Non / Non	Non
419	Barrière à sédiments / - / R. de la Pran	Faible	Non / Non / Non	Non
423	Barrière à sédiments / - / Chételay	Important	Oui / Non / Non	Oui
424	Piège à graviers de crue / Commune / Chételay	Très important	Oui / Oui / Non	Oui
429	Barrière à sédiments / - / Ticle	Aucune	Non / Non / Non	Non
430	Barrière à sédiments / Commune / R. du Creux de la Geline	Important	Oui / Oui / Non	Oui
431	Barrière à sédiments / Commune / R. du Creux de la Geline	Important	Oui / Oui / Non	Oui
432	Piège à graviers de crue / Commune / R. de la Pran	Très important	Oui / Non / Non	Oui, sous réserve de la mise à ciel ouvert du tronçon en aval
433	Barrière à sédiments / Commune / Biernol	Aucune	Non / Non / Non	Non
434	Barrière à sédiment / Commune / Biernol	Aucune	Non / Non / Non	Non

5.3.3 Installation n° 104, les Forges

Description de l'installation

Installation	No. 104, Installation hydroélectrique, Les Forges
Coordonnées	583'375 / 240'125
Exploitant-concessionnaire	F.H. Les Forges SA, c/o Pibor SA, 2855 Glovelier
Cours d'eau	Sorne
Commune	Haute-Sorne (Undervelier)
Description de l'ouvrage (type, conception)	<p>Déversoir avec deux vannes (à gauche) et un seuil de déversoir fixe (à droite), la prise (rive gauche) et l'échelle à poissons (à droite sur l'extérieur). Le canal d'amenée traverse la Sorne dans un conduit en béton, où le surplus d'eau est déversé dans la rivière. Le débit dans le canal se règle ainsi automatiquement. L'eau retourne dans la Sorne vers Chez Theurillat en aval de l'usine [57].</p> <p>Altitude du seuil fixe et niveau supérieur des vannes : 529.18 m s. m.</p> <p>Largeur du seuil : 11.8m.</p> <p>Seuil des vannes (ouvertes) : 527.20 m s.m</p> <p>Largeur des vannes : 3.0m chacune.</p>
Fonctionnement	<p>Selon les informations de l'exploitant, les vannes ne sont en principe pas déplacées. Le remous dans le bief amont ne provoque pas d'inondations, même lors de plus grands débits. Aucune purge n'est connue. La prise est régulièrement entretenue (nettoyage des grilles, etc.) [57].</p>
Accumulations (matériaux charriés, sédiments fins, débris flottants)	<p>Vers la racine de la retenue, les matériaux de charriage se déposent. Le front des matériaux charriés se situe environ 120m devant le barrage.</p> <p>Entre le front des matériaux charriés et le barrage, il ne se dépose que des sédiments fins.</p>
Composition	Principalement sédiments fins, un peu de gravier avec $d_{max} = 8$ cm, de plus en plus fin dans le sens du courant.
Exploitation, volumes d'extraction	Aucune extraction connue (informations de l'exploitant).

Estimation sommaire du régime de charriage, passage de matériaux charriés	<p>Les calculs hydrauliques (cf. chap.suivant) donnent les résultats suivants :</p> <p>Avec les vannes fermées (selon l'exploitation actuelle), lors d'une crue se produisant tous les dix ans, les matériaux de charriage peuvent être transportés jusqu'à environ 120m devant le barrage (front). Dans la partie plus profonde de la retenue, les matières en suspension se déposent.</p> <p>Si en cas de débit de crue, on ouvre les vannes, une partie des sédiments fins s'érodent, et il se forme en amont une ravine qui atteint environ le profil 6 (170m devant le barrage). Cela augmente la force tractive de l'eau dans l'ensemble de la retenue, et les matériaux peuvent être transportés vers l'aval à travers les vannes ouvertes à partir d'une valeur d'environ $Q1j = 11m^3/s$.</p> <p>En d'autres termes, une ouverture périodique des vannes permet, après quelques années déjà, le transport de tous les matériaux de charriage vers l'aval.</p>
Quantité de matériaux charriés, caractérisation des matériaux solides (diamètre max)	<p>Faible, en raison des installations en amont.</p> <p>$d_{max} = 8 \text{ cm}$</p> <p>Granulométrie moyenne des matériaux : 3.3 cm (résultat de l'analyse granulométrique par échantillonnage en ligne, Sorne, Delémont).</p>
Morphologie du bief amont et aval	<p>Bief amont : chenal étroit avec bancs de sédiments colmatés.</p> <p>Bief aval : chenal étroit avec lit rugueux fortement pavé sans bancs.</p>
Degré de l'atteinte	Très important
Atteinte grave oui/non	<p>Morphologie oui</p> <p>Protection contre les crues non</p> <p>Eaux souterraines non</p>
Potentiel écologique	Moyen
Importance du charriage	Important

Mesures	<p>Option 1 : ouverture des vannes et abaissement de la retenue en cas de débit de crue (vannes complètement ouvertes pour $Q = 11\text{m}^3/\text{s}$).</p> <p>Enquête complémentaire :</p> <p>Examiner si les vannes actuelles, qui sont anciennes, conviennent pour des purges régulières (entièrement automatiques autant que possible). Si ce n'est pas le cas, il est recommandé de remplacer le barrage et d'installer un grand volet de rinçage. Les mesures du nouveau volet doivent être optimisées (plus large que la somme des deux vannes existantes).</p> <p>Il convient d'analyser les sédiments fins pour voir s'ils contiennent d'éventuelles matières toxiques. S'ils ne contiennent pas de matières toxiques non tolérées, il convient d'élaborer une méthode de purge appropriée. Pour cela, il faut abaisser très légèrement au début la retenue en cas de crue, de manière à ce que ne soit érodée que la quantité de sédiments fins permettant à la turbidité de ne pas dépasser une valeur limite à définir. Lors de chaque crue subséquente, ouvrir un peu plus les vannes, jusqu'à soit atteint l'état déséquilibre avec le transport des matériaux de charriage. Si les sédiments contiennent des matières toxiques qui ne doivent pas être purgées, il faut prélever les sédiments (par excavation après abaissement de la retenue, ou par aspiration) et les éliminer.</p> <p>Option 2 : une autre option consiste à extraire le gravier près de la racine de la retenue et à le déverser dans la Sorne en aval du barrage. Cette option ne doit être choisie que si la première solution entraîne des coûts trop élevés (par exemple pour l'aspiration et l'élimination des sédiments fins).</p>
Investissement	<p>Le coût du remplacement du barrage reste à établir précisément. L'ordre de grandeur est estimé entre 400'000 et 1 million de francs.</p> <p>Le dépôt du gravier à un autre endroit entraîne des coûts, pour une durée de 40 ans, de l'ordre de 300'000 à 400'000 francs.</p>
Rapport coût-utilité	À préciser
Priorité	1 (grande importance pour la Sorne et la Birse)
Proportionnalité	Option 1: à préciser Option 2 : oui

- Suite de la procédure
- (1) Examiner si l'installation actuelle permet de faire des purges ou s'il faut transformer le barrage. Évaluation des coûts.
 - (2) Analyser les sédiments fins pour déceler la présence éventuelle de matières toxiques et choisir la manière d'extraire les sédiments (y compris l'estimation des coûts).
 - (3) Choisir une des deux solutions (purge et transport des matériaux de charriage ou déplacement du gravier).
 - (4) Planifier et mettre en œuvre la solution choisie.
- Délai
- Choix de la solution jusqu'en 2018
- Réalisation jusqu'en 2025

Image 5.8:
Déversoir avec les deux vannes et le seuil de déversoir fixe (de gauche à droite).

18.6.2013



Image 5.9:
Déversoir avec les deux vannes et soupapes.

18.6.2013





Image 5.10:
Dépôt de matériaux charriés dans la retenue près du profil 5 (120m devant le barrage), le long de la rive convexe. Sens d'écoulement de droite à gauche.
 18.6.2013



Image 5.11:
Canal de passage avec décharge dans la Sorne. Vue vers l'amont.
 18.6.2013

Calculs hydrauliques

Modèle

Le modèle hydraulique se base sur les profils en travers relevés dans le cadre de cette planification en août 2014 [17].

Pour l'état actuel, on a utilisé comme contrainte minimale l'état du barrage tel qu'il se présente maintenant avec les vannes fermées (crête du déversoir à 529.18 m ü.M.).

Pour l'étude des mesures d'assainissement, on a effectué les calculs suivants :

- calcul avec les vannes entièrement ouvertes et la géométrie actuelle des écoulements dans la retenue
- calcul avec les vannes entièrement ouvertes et ravine creusée par l'érosion dans la retenue.

Débits

Les calculs hydrauliques ont été effectués pour les débits caractéristiques suivants :

$$Q_{18j} = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{9j} = 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1j} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 22 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = 27 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{30} = 36 \text{ m}^3/\text{s}$$

Etat actuel (vannes fermées)

Image 5.13

Lorsque les vannes sont fermées, le courant est retenu et l'écoulement vers l'aval retardé.

Du profil 10 au profil 8, la force tractrice unitaire adimensionnelle diminue, puis elle reste plus ou moins constante jusqu'au profil 5. En cas de crue survenant tous les dix ans, les matériaux de charriage sont transportés jusqu'au profil 5 (front).

Dans la partie inférieure de la retenue (profil 5 à profil 1), les matières en suspension (sédiments fins) se déposent. Le fond est à un niveau élevé à cause de la largeur importante du canal d'écoulement.

Vannes ouvertes, calcul de l'écoulement sur le fond actuel

Image 5.14

Lorsque les vannes sont complètement ouvertes, le niveau d'eau près du barrage baisse fortement en cas de faible débit de crue. Si le débit de crue augmente, le niveau de l'eau monte fortement, parce que les vannes sont plutôt étroites.

Si le calcul du niveau d'eau est fait sur un fond solide, la force tractrice adimensionnelle augmente fortement dans la partie inférieure de la retenue, pour atteindre des valeurs comprises entre 0.07 et 0.17, qui entraînent une érosion des sédiments fins.

Les sédiments fins, qui sont invariables dans les calculs, empêchent l'augmentation de la force tractrice adimensionnelle à partir du profil 6 en direction de l'amont.

Vannes ouvertes, sédiments fins érodés

Image 5.15

Si l'on admet que les sédiments fins s'érodent de manière uniforme entre le profil 5 (érosion d'environ 0.2m) et les seuils des vannes (largeur supposée de la ravine : 6 – 12m), l'écoulement s'accélère à partir du profil 8.

Avec un débit de $Q_{1j} = 11\text{m}^3/\text{s}$, la force tractrice atteint ou dépasse sa valeur critique de 0.047 sur presque toute la longueur, et les matériaux de charriage peuvent être transportés vers l'aval à travers la retenue.

Comme la retenue près du barrage dépend du débit, la force tractrice, à partir du profil 3, augmente avec le débit.

Calcul de la charge en matériaux chargés avec les vannes ouvertes et les sédiments fins érodés

Image 5.16

Pour la modélisation de la courbe des débits avec transport de matériaux de charriage, on est parti des suppositions suivantes :

apport moyen de matériaux de charriage : $250\text{m}^3/\text{a}$

apport de matériaux de charriage à partir de $Q_{9j} = 6\text{m}^3/\text{s}$

ouverture des vannes à partir de $Q_{1j} = 11\text{m}^3/\text{s}$.

Le transport des matériaux de charriage vers l'aval se fait de la manière suivante :

La première année, la plus grande partie des matériaux se déposent jusqu'au profil 7. Le fond s'érode légèrement entre le profil 7 et le profil 5, ce qui fait monter la charge en matériaux au-dessus de $300\text{m}^3/\text{a}$.

La seconde année, on ne constate plus que de faibles modifications du fond, et à partir de la troisième année, les matériaux sont intégralement transportés vers l'aval.

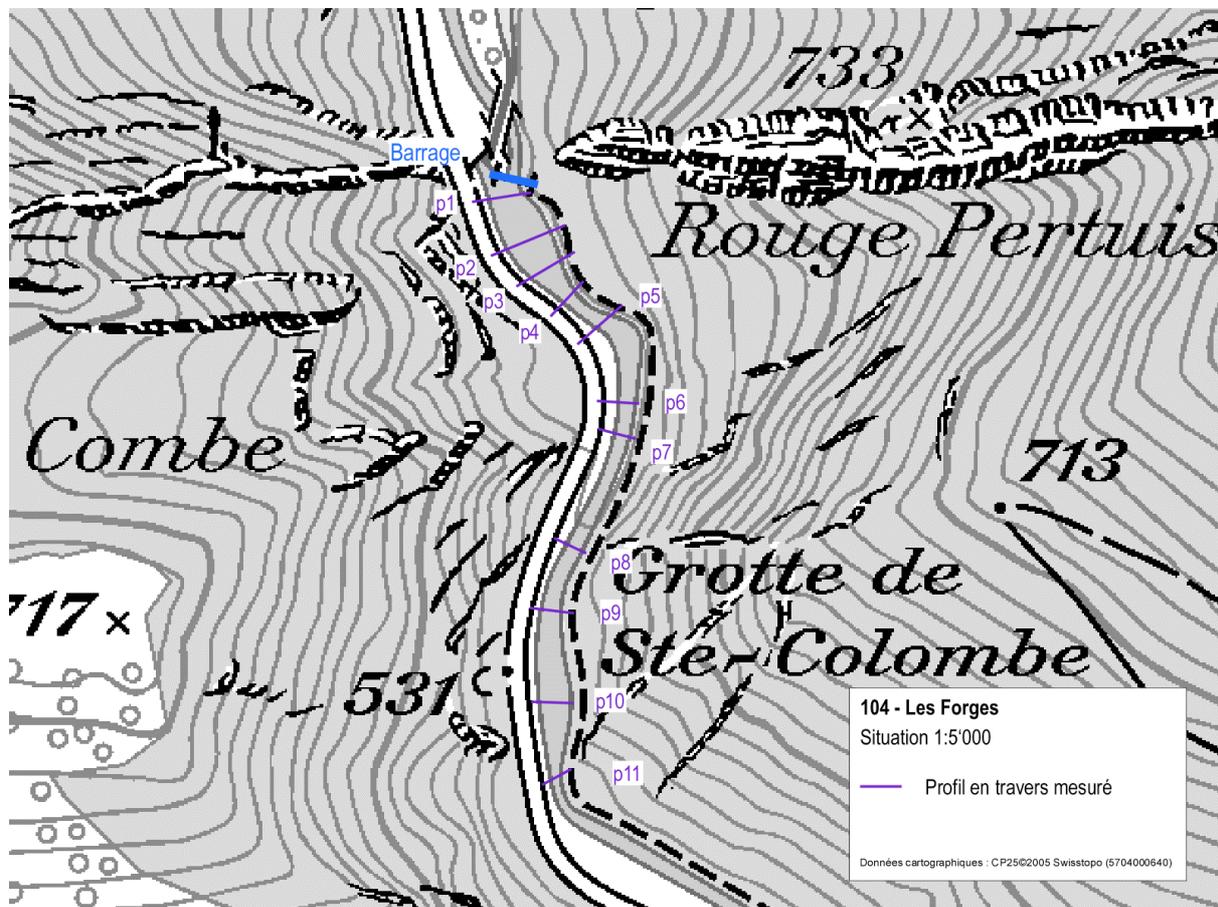


Image 5.12: Position de profil en travers utilisé pour le calcul hydraulique installation 104 Les Forges.

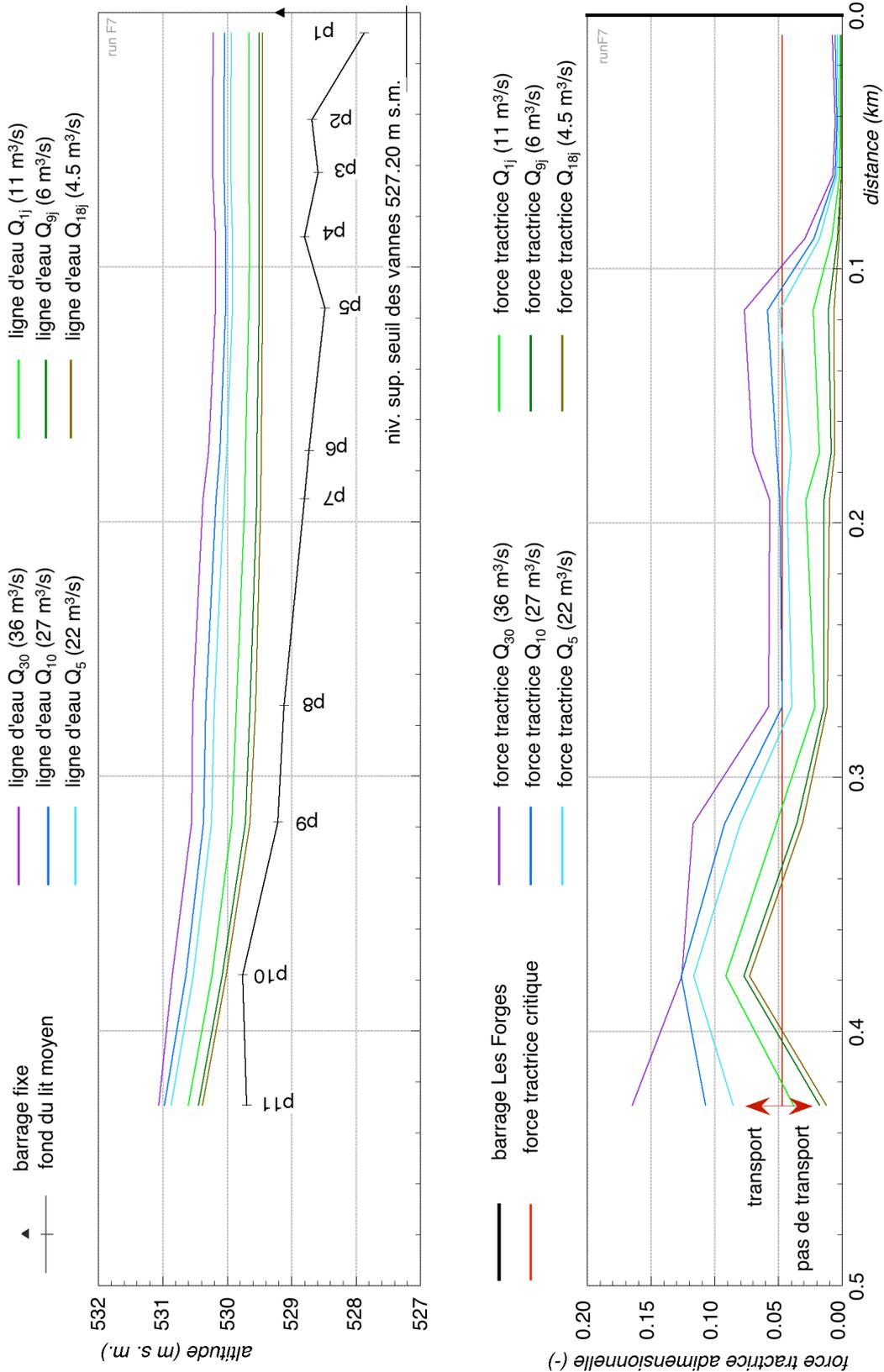


Image 5.13 : Barrage de retenue n° 104 Les Forges, avec les vannes fermées : profil longitudinal montrant le fond et le niveau d'eau (en haut) et la force tractrice adimensionnelle (en bas) pour différents débits.

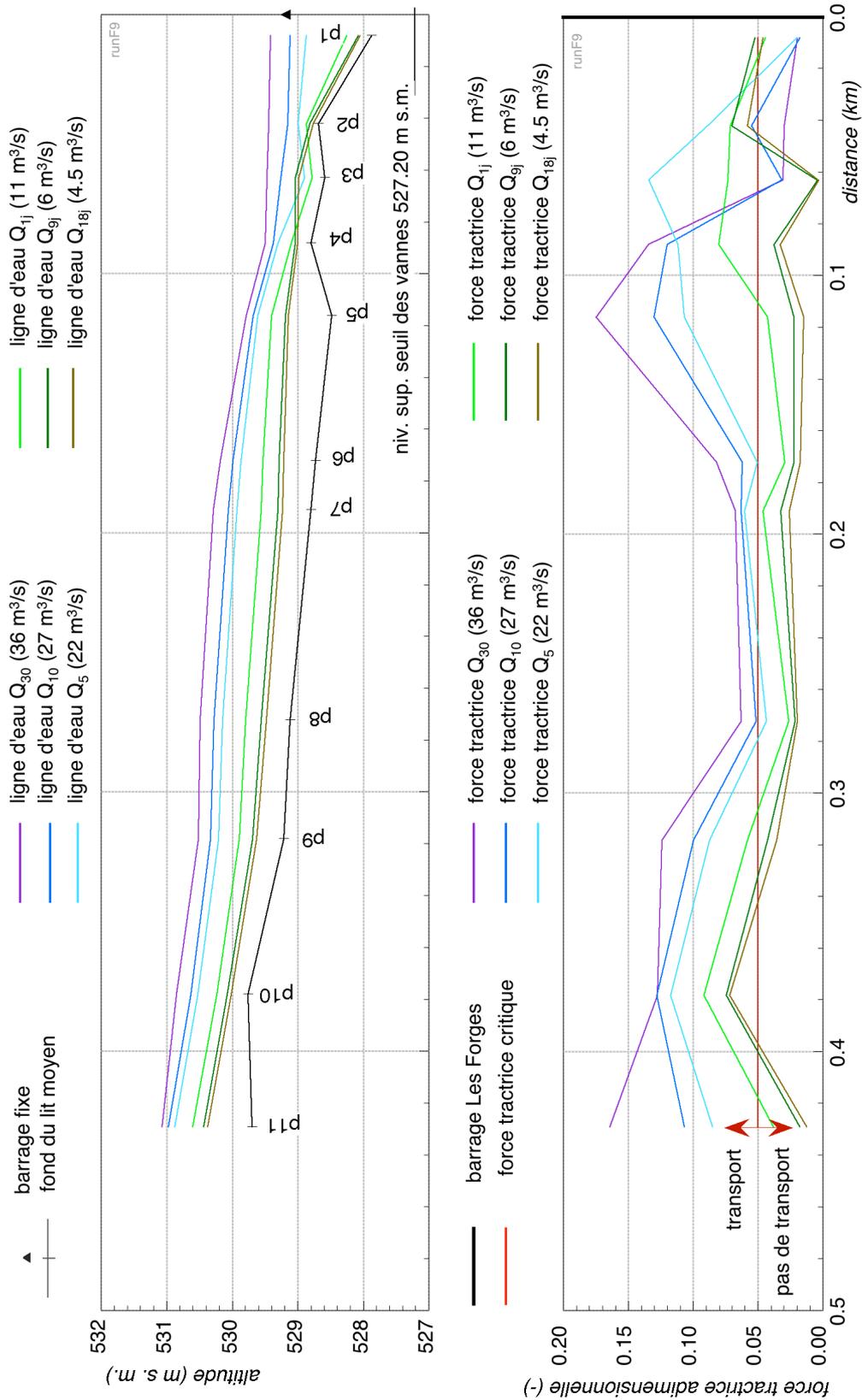


Image 5.14 : Barrage de retenue n° 104 Les Forges, avec les vannes ouvertes, sans érosion des sédiments fins : profil longitudinal montrant le fond et le niveau d'eau (en haut) et la force tractrice adimensionnelle (en bas) pour différents débits.

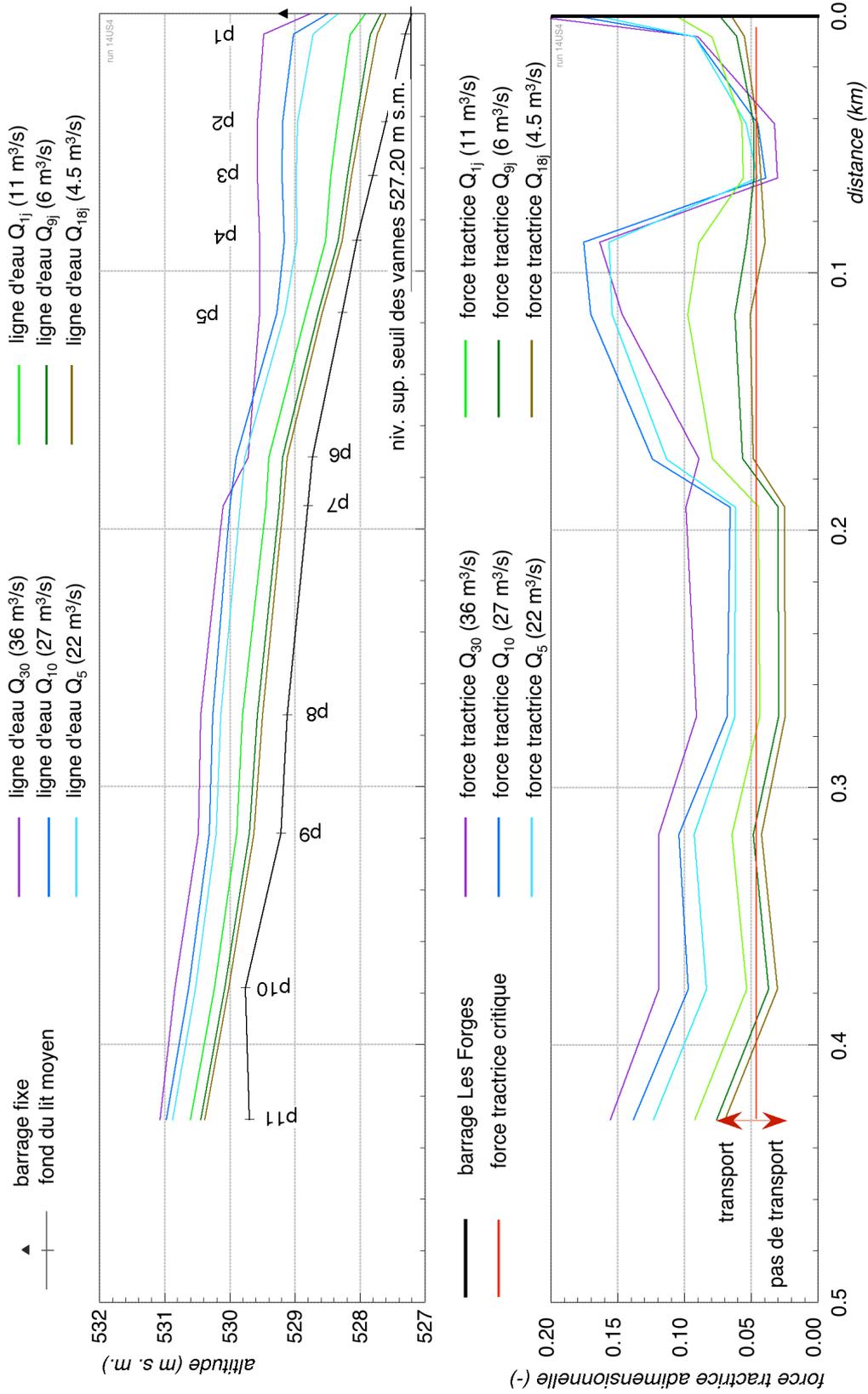


Image 5.15 : Barrage de retenue n° 104 Les Forges, avec les vannes ouvertes et érosion des sédiments fins : profil longitudinal montrant le fond et le niveau d'eau (en haut) et la force tractrice adimensionnelle (en bas) pour différents débits.

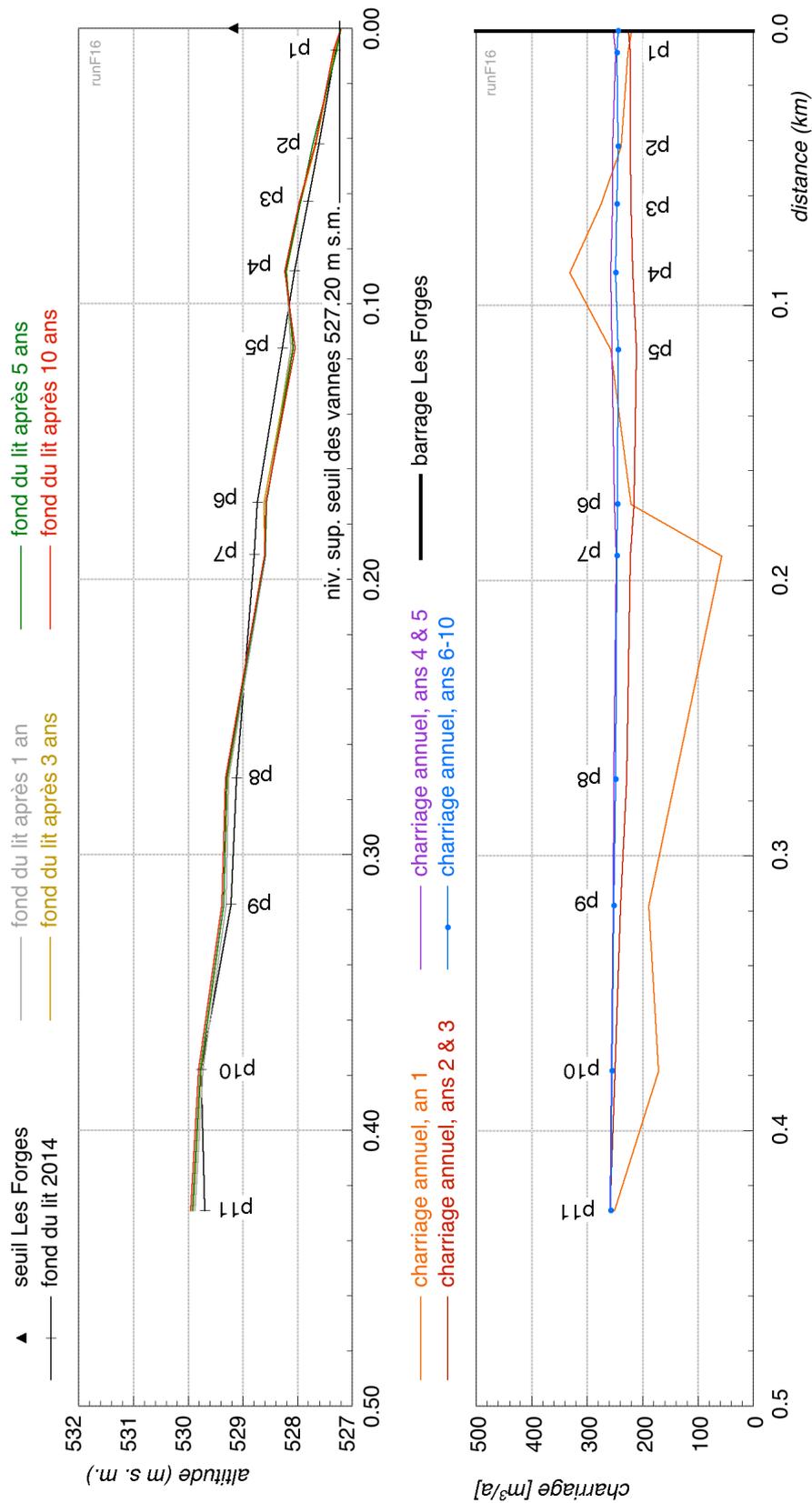


Image 5.16 : Barrage de retenue n° 104 Les Forges, avec les vannes ouvertes et érosion des sédiments fins. Modélisation du transport des matériaux de charriage et de la modification du fond sur dix ans (apport de matériaux 250m³/a). Modifications du fond (en haut) et charge en matériaux de charriage (en bas) à différents moments.

5.3.4 Profil longitudinal de la charge en matériaux de charriage

État de référence ou proche de l'état naturel Le charriage de matériaux concerne principalement la partie supérieure du bassin versant de la Sorne, du Folpotat, du Miéry et du Tabeillon, et les affluents de la rive droite de la Sorne entre Courfaivre et Courtételle (carte 1).

À l'état proche de l'état naturel, la Sorne, transportait $270\text{m}^3/\text{a}$ près d'Undervelier, après l'embouchure du Miéry, $320\text{m}^3/\text{a}$ près de Courfaivre, puis $440\text{m}^3/\text{a}$ au km 5.0 (Courtételle), par suite des apports du ruisseau du Chételay, du ruisseau des Limaces, du ruisseau du Sacy et du ruisseau du Châtillon. Du fait de l'abrasion, la charge n'était plus que de $420\text{m}^3/\text{a}$ à l'embouchure dans la Birse.

État actuel Du fait de la diminution des apports de la Sorne et du Miéry et de l'absence d'apports du Folpotat, la charge en matériaux de charriage de la Sorne près d'Undervelier n'atteint plus que $130\text{m}^3/\text{a}$. Tous les matériaux se déposent à l'installation 104 et il n'y a pas de transport vers l'aval. Ensuite, la charge augmente près de Courtételle par les apports latéraux, atteignant $130\text{m}^3/\text{a}$. C'est cette même charge de $130\text{m}^3/\text{a}$ qui est apportée à l'embouchure dans la Birse.

État après assainissement Les mesures proposées au chapitre 5.3.7 peuvent ramener la charge de matériaux de charriage de la Sorne à une valeur proche de l'état naturel.

Deux facteurs sont décisifs pour l'assainissement du régime de charriage : le transit des matériaux aux installations 101 (Blanche Fontaine) et 104 (Les Forges) et l'extraction et le déversement des graviers du piège à gravier 214 sur le Folpotat. Cela permettrait d'augmenter la charge de la Sorne en matériaux et de la faire passer, près de Bassecourt, de $10\text{m}^3/\text{a}$ (valeur actuelle) à $250\text{m}^3/\text{a}$. L'apport en matériaux dans la Birse atteindrait $370\text{m}^3/\text{a}$, soit presque 90% de l'état de référence.

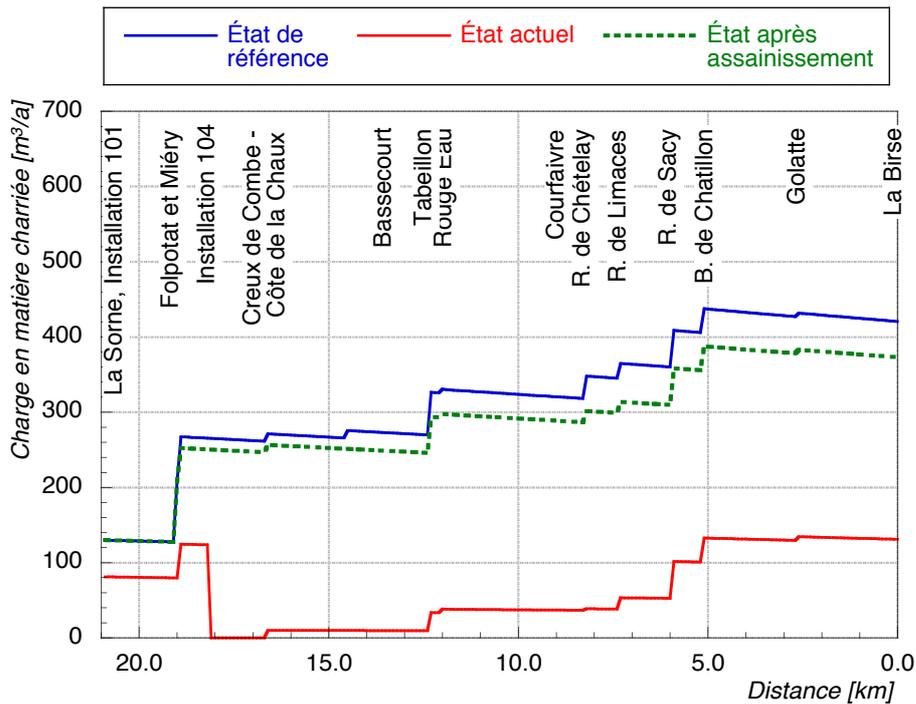


Image 5.17: La Sorne. Profil longitudinal de la charge moyenne en matériaux de charriage à l'état de référence, à l'état actuel et à l'état après assainissement.

5.3.5 Tronçons subissant des atteintes graves

Sur la carte 1, le degré d'atteinte du cours d'eau est mentionné pour toutes les installations examinées en aval. Les atteintes graves au régime de charriage sont signalées en rouge, orange et jaune (resp. atteinte très importante, importante et moyenne).

En conséquence, les cours d'eau examinés dans le bassin versant de la Sorne peuvent être appréciés comme suit :

Tronçons subissant des atteintes graves

La Sorne est à partir de l'installation 101 Blanche Fontaine jusqu'à l'embouchure dans la Birse moyennement à très gravement atteinte.

Entre les installations 101 Blanche Fontaine et 104 Les Forges, l'atteinte au régime de charriage de la Sorne est importante. Dans la retenue de l'installation 104 Les Forges, tous les matériaux se déposent, et il en résulte une très importante atteinte au régime de charriage. Les apports du Tabeillon et de la Rouge Eau permettent de réduire l'atteinte à un degré important, et les apports du ruisseau de Sâcy et de ruisseau de Châtillon à un degré moyen.

L'atteinte sur le **ruisseau du Creux de la Geline** est grave à partir de l'installation 431 et très importante à partir de l'installation 430.

L'atteinte sur le **Folpotat** est moyenne à partir de l'embouchure du ruisseau du Creux de la Geline et très importante à partir de l'installation 214.

Le Biernol subit une atteinte de degré important depuis l'installation 416 jusqu'à La Sorne.

Le **ruisseau du Bez** subit une atteinte très importante depuis l'installation 205 jusqu'à la confluence avec le Tabeillon.

Le Chételay subit une atteinte généralement très importante depuis l'installation 424 jusqu'à la Sorne.

Le ruisseau des Limaces subit une atteinte très importante à moyenne depuis l'installation 415 jusqu'à la Sorne. La diminution de l'atteinte dans le sens du courant est l'effet de l'apport en matériaux dans le tronçon en ravin.

Le ruisseau de la Pran subit une atteinte très importante en aval de l'installation 432. L'affluent rive droite à Develier fait baisser le degré d'atteinte de très important à moyen.

Tronçons ne subissant pas des atteintes graves

Le Miéry subit une faible atteinte à partir de l'installation 216.

Le Biernol ne subit pas d'atteinte jusqu'à l'installation 416.

Le Tabeillon subit une faible atteinte à partir de l'installation 212.

Le ruisseau des Esserts ne subit pas d'atteinte.

Le ruisseau de Châtillon ne subit pas d'atteinte.

Le ruisseau de la Pran subit une faible atteinte depuis l'installation 419 jusqu'à l'installation 432.

Le Viviers subit une faible atteinte et **la Golate** aucune.

5.3.6 Potentiel écologique et importance du régime de charriage

Potentiel écologique	L'évaluation du potentiel écologique du réseau hydrographique de la Sorne, dans la planification de la revitalisation, est la suivante :
<i>Potentiel écologique important</i>	La Sorne à partir de Courfavre avec les petits affluents. Le Tabeillon et ses affluents à partir de Glovelier. La Rouge Eau avec ses affluents ainsi que la partie supérieure des cours d'eau à Develier.
<i>Potentiel écologique moyen</i>	La Sorne jusqu'à Courfavre, les affluents au sud de la Sorne à partir de Bassecourt (à l'exception de quelques cours supérieurs) ainsi que la partie supérieure du cours d'eau à Develier.
<i>Potentiel écologique faible</i>	Le Folpotat, le Miéry, les Limaces, le Chételay ainsi que la partie supérieure des cours d'eau à Courtételle.
Importance du régime de charriage	L'importance du régime de charriage pour la morphologie du cours d'eau est évaluée ainsi :
<i>Charriage important</i>	La Sorne depuis Undervelier. Le charriage augmente sensiblement et les bancs de gravier fin ont une grande importance pour les biotopes aquatiques.
<i>Charriage moyenne</i>	La Sorne depuis le Pichoux, le Folpotat, le Miéry, le Tabeillon à partir de la Combe Tabeillon ainsi que quelques affluents au sud à partir de Bassecourt.
<i>Charriage faible</i>	Cours d'eau dans la partie amont du bassin versant ainsi que les affluents au nord de la Sorne à partir de Boécourt.
Conséquences	L'assainissement du régime de charriage dans le bassin versant de la Sorne est d'une grande importance avant tout sur la Sorne et sur les affluents dont l'apport en matériaux solides est volumineux (le Folpotat, le Miéry, le Tabeillon et les affluents au sud à partir de Bassecourt).

5.3.7 Planification des mesures

Aperçu	Sur un total de 29 installations dans le bassin versant de la Sorne, douze portent une atteinte grave au régime de charriage. Des mesures d'assainissement sont proposées pour dix d'entre elles, et pour les deux autres, les mesures ne sont pas réalisables ou , pas proportionnées. Parmi les dix mesures proposées, trois dépendent d'une remise à ciel ouvert en aval
<i>cf. Tableau 5.6</i>	

qui n'est pour l'heure pas à l'ordre du jour.

Les mesures proposées pour les dix installations sont décrites ci-dessous. En fin de chapitre sont expliquées les raisons qui amènent à renoncer à des mesures pour les trois autres installations.

Les mesures proposées permettent d'amener le transport de matériaux dans la Sorne à presque 90% de l'état de référence (Image 5.17), et d'assainir le régime de charriage. Il est recommandé de s'assurer que les matériaux peuvent être transportés jusque dans la Birse sans atterrissements indésirables sur le fond.

Installation 101
La Sorne, Undervelier

Mesure : purges régulières lors des débits de crue selon une méthode à définir. Ordre de grandeur : purge en moyenne trois jours par année. Lors de la purge, il faut entièrement vider la retenue et permettre le transit des matériaux de charriage.

Il convient d'examiner si les purges peuvent être effectuées avec les vannes actuelles, qui sont anciennes. Si ce n'est pas le cas, il faut prévoir d'installer un nouveau système de régulation à réglage automatique.

La mesure proposée permet le transit, chaque année, des matériaux apportés, et donc un assainissement du régime de charriage.

L'installation d'une nouvelle vanne ne serait pas coûteuse, mais d'une grande utilité. Il est recommandé d'accorder à cette mesure le degré de priorité 1.

La solution de rechange, consistant à extraire des graviers et à les déverser en aval, est moins bonne, à cause des difficultés d'accès et pour des raisons écologiques (trajets de camions).

Il convient de ne pas accorder d'autorisations d'extraction de gravier.

Installation 104
La Sorne, Undervelier

L'ouverture complète des vannes lors de débits de crue permet le transit des matériaux de charriage après quelques années déjà (**solution 1**). L'écoulement sans obstacles doit être assuré en moyenne une journée (24 heures) par an.

Il convient d'examiner si les vannes actuelles, qui sont anciennes, sont adéquates ou s'il faut les remplacer par un grand volet de rinçage. Il faut en outre analyser les sédiments fins pour savoir s'ils contiennent d'éventuelles matières toxiques, et déterminer si les sédiments fins peuvent être rincés ou s'ils doivent être extraits et éliminés. En cas de rinçage, il faut s'assurer qu'il ne se forme pas, en aval, de concentration

non tolérable de matières en suspension.

Il convient d'évaluer les coûts de la solution 1 et de décider si la mesure est proportionnée (la transformation du barrage avec un système de purge des sédiments fins est considérée comme proportionnée).

Si la solution 1 n'est pas proportionnée, il faut extraire le gravier dans la partie supérieure de la retenue et le déverser dans la Sorne à un endroit approprié en aval (**solution 2**). Ce déplacement de gravier devrait s'effectuer au moins une fois par année.

L'assainissement de l'installation 104 doit être poursuivi en première priorité. Il faut encore prouver que la charge supplémentaire en matériaux de charriage peut être transportée vers l'aval sans incidences sur la protection contre les crues.

Les points encore à éclaircir peuvent l'être jusqu'à 2017, et les mesures mises en œuvre jusqu'à 2020 (la solution du déplacement de gravier doit l'être plus tôt).

Installation 214
Folpotat, Soulce

Mesure : compte tenu du mauvais état actuel du barrage, il est proposé de redimensionner l'installation en proposant une solution qui ne bloque pas complètement le passage du charriage. Cette mesure devrait être accompagnée par une étude sur les effets sur la protection contre les crues à Soulce.

Cette mesure permet d'assainir le régime de charriage du Folpotat et d'augmenter les apports de matériaux charriés dans la Sorne.

Les coûts sont moyens pour une mesure proportionnée et de grande utilité.

La mise en œuvre devrait se faire en première priorité.

Installation 215
R. de Soulce, Soulce

Mesure : démantèlement du barrage du piège à gravier.

Cette mesure permet d'assainir le régime de charriage du Folpotat et d'augmenter les apports de matériaux charriés dans la Sorne.

Les coûts sont faibles pour une mesure proportionnée et de grande utilité.

La mise en œuvre devrait se faire en première priorité.

Installation 415
Limaces, Courfaivre

Mesure : en cas de remise à ciel ouvert le tronçon en aval de l'installation, il convient de démanteler ou de transformer le dépotoir pour permettre le transport de matériaux charriés vers l'aval lors de faibles crues. Il faut examiner si les matériaux peuvent être transportés jusqu'à la Sorne.

Cette mesure permet d'assainir le régime de charriage du ruisseau des Limaces et d'augmenter les apports solides dans la Sorne.

Les coûts sont faibles pour une mesure proportionnée, de grande utilité pour le ruisseau des Limaces et de faible utilité pour la Sorne.

La mesure devra faire l'objet d'une évaluation spécifique sur son impact sur les eaux souterraines (zone S2 en vigueur). Une étude hydrogéologique devra accompagner l'avant-projet, voire le projet d'ouvrage.

La mise en œuvre de cette mesure dépend d'une éventuelle revitalisation (degré de priorité 3).

Installation 423
Chételay, Courfaivre

Mesure : dans le cadre du déplacement du ruisseau en aval, il faut si possible mettre un terme aux extractions derrière le barrage en bois.

Cette mesure permet de revaloriser la morphologie en aval et d'augmenter les apports solides dans la Sorne.

Cette mesure n'occasionne pas de coûts et elle est d'une grande utilité pour le Chételay une fois revitalisé.

La mise en œuvre de la mesure est envisagée dans le cadre des travaux prévues pour la protection contre les crues du Chételay (degré de priorité 2).

Installation 424
Chételay, Courfaivre

Mesure : démanteler le barrage de sortie et le remplacer par une grille avec un espacement d'environ 50 cm entre les barreaux. Ainsi, lors de petites crues, les sédiments peuvent passer à travers l'ouvrage et lors de crues plus importantes, la majorité des débris flottants et une partie des alluvions peuvent être retenus.

Cette mesure empêche l'érosion du fond en aval et revalorise la morphologie.

Les coûts d'extraction sont réduits et la mesure est d'une grande utilité. Elle doit être mise en œuvre avec un degré de priorité 2.

Installation 430
Ruisseau du Creux de la Geline, Soulce

Mesure : dans la grille de retenue des bois flottants, enlever deux barreaux voisins au centre, et sur les côtés retirer un barreau sur deux. Ainsi, le risque d'embâcle est limité en cas de forte crue et une bonne partie des matériaux de charriage peuvent passer.

La largeur de l'ouverture centrale, qui serait alors de 65 cm, est encore nettement plus étroite que le diamètre du tronçon couvert qui suit (1.2 m).

Cette mesure permet d'assainir le régime de charriage du ruisseau du Creux de la Geline et du Folpotat.

Les coûts sont faibles pour une mesure de grande utilité. La mise en œuvre est envisagée dans le cadre des travaux prévues pour la protection contre les crues du Chételay avec un degré de priorité 2.

***Installation 431
Ruisseau du Creux de la
Geline, Soulce***

Mesures : dans la grille de retenue des bois flottants, enlever deux barreaux voisins au centre, et sur les côtés retirer un barreau sur deux. Ainsi, le risque d'embâcle est limité en cas de forte crue et une bonne partie des matériaux de charriage peuvent passer.

La largeur de l'ouverture centrale, qui serait alors de 65 cm, est encore nettement plus étroite que le diamètre du tronçon couvert qui suit (1.0 m).

Cette mesure permet d'assainir le régime de charriage jusqu'à l'installation 430.

Les coûts sont faibles pour une mesure de grande utilité. La mise en œuvre doit se faire avec un degré de priorité 2.

***Installation 432
Ruisseau de la Pran,
Develier***

En cas de remise à découvert du ruisseau en aval, il convient de démanteler ou de transformer le dépotoir pour permettre le transport de matériaux charriés vers l'aval lors de faibles crues.

Cette mesure permet d'assainir le régime de charriage du ruisseau de la Pran jusqu'à la Sorne.

Les coûts sont faibles et la mesure est d'une grande utilité pour le ruisseau de la Pran (l'utilité pour la Sorne est négligeable).

La mise en œuvre de la mesure dépend d'une éventuelle remise à découvert du ruisseau dans le cadre d'un projet de revitalisation et de protection contre les crues en cours (degré de priorité 3).

***Installations portant
gravement atteinte au
régime de charriage,
sans mesure
d'assainissement***

Pour les trois installations suivantes, qui portent gravement atteinte au régime de charriage, on renonce à proposer des mesures d'assainissement.

***Installation 205
Ruisseau de Bez,
Glovelier***

Le ruisseau de Bez est couvert en aval jusqu'à l'embouchure dans le Tabeillon. Le Tabeillon est lui aussi couvert. Une mise à découvert n'est guère possible et une mesure d'assainissement ne serait pas proportionnée. Cette problématique sera réglée dans le cadre d'une étude de protection contre les crues à mener par la commune. Les enjeux sécuritaires sont ici prépondérants (zone élevée de dangers crues : route).

Installation 416
Biernol, Bassecourt

Au point de rupture de pente entre le cône de déjection et le tronçon plat vers l'embouchure, il y a un passage couvert sous la route. Si l'on supprime le dépotoir, le passage couvert risque de se remplir de gravier, ce qui provoquerait en amont des débordements en direction des bâtiments voisins.

Le tronçon plat vers l'embouchure a une très faible capacité de transport. Les matériaux de charriage ne pourraient probablement pas être transportés jusque dans la Sorne sans atterrissement du fond.

L'apport en matériaux de charriage pour la Sorne étant négligeable, on renonce à proposer une mesure d'assainissement. Ce cours d'eau fait actuellement l'objet d'une étude de protection contre les crues. La question du charriage sera intégréé dans la réflexion en cours.

Tableau 5.6: Installations dans le bassin versant de la Sorne portant gravement atteinte au régime de charriage et mesure d'assainissement, avec indication des coûts, de l'utilité, de la proportionnalité, de la faisabilité, de la praticabilité, du degré de priorité, des délais et de la suite de la procédure.

Installation n° / installation / exploitant / cours d'eau	Mesure / type de mesure	Coûts / utilité / proportionnalité	Faisabilité / praticabilité	Priorité (1, 2, 3)	Délais / suite de la procédure
101 / Installation hydroélectrique / Bourquard Pierre-Alain / La Sorne	Vidange périodique de la retenue et rinçage des sédiments vers l'aval / Mesure opérationnelle et éventuellement constructive	Faibles / grande / oui	Confirmée (examiner l'adéquation des vannes pour la vidange de fond ; évent. remplacer les vannes) / bonne	1	Planification jusqu'en 2017 Mise en œuvre jusqu'en 2020 / Examen des vannes, planification et mise en œuvre de la mesure
104 / Installation hydroélectrique / F.H. Les Forges SA / La Sorne	Solution 1 : vidange périodique de la retenue et rinçage des sédiments vers l'aval ; solution 2 : extraction du gravier et déversement à un autre endroit / Mesure opérationnelle et éventuellement constructive	À préciser / grande / oui	Confirmée (choix de la solution non arrêté) / bonne	1	Points à éclaircir sur l'ouvrage et les sédiments fins jusqu'en 2017 Mise en œuvre jusqu'en 2020 / Points à éclaircir sur l'ouvrage et les sédiments fins, choix de la solution, preuve d'adéquation avec la protection contre les crues, planification et mise en œuvre de la mesure
214 / Piège à graviers de crue / Commune / Le Folpotat	Démantèlement (partiel) du seuil de déversoir, éventuellement construction d'une barrière pour les bois flottants / Mesure constructive	Faibles / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Planification (y incluant éventuellement mesures de protection contre les crues) jusqu'en 2016 Mise en œuvre dès 2017
215 / Piège à graviers de crue / Commune / Le Folpotat	Démantèlement du seuil	Faibles / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Mise en œuvre dès 2017

Installation n° / installation / exploitant / cours d'eau	Mesure / type de mesure	Coûts / utilité / propor- tionnalité	Faisabilité / praticabilité	Priorité (1, 2, 3)	Délais / suite de la procédure
415 / Barrière à sédiments / Commune / Limaces	En cas de remise à découvert du ruisseau : transformation du dépotoir pour permettre le transport des matériaux vers l'aval en cas de faible crue / Mesure constructive	Faibles / moyenne / oui	Confirmée / bonne	3	Dépend de la revitalisation
423 / Barrière à sédiments / - / Chételay	Après le déplacement prévu du cours d'eau en aval, renoncer si possible aux extractions de gravier / mesure opérationnelle	Faibles / moyenne / oui	À préciser dans le cadre du projet de déplacement du cours d'eau / à préciser	2	Planification et mise en oeuvre jusqu'en 2016
424 / Piège à graviers de crue / Commune / Chételay	Mettre en place une grille avec espace suffisant entre les barreaux / Mesure constructive	Faibles / moyenne / oui	Confirmée / bonne	2	Planification et mise en œuvre jusqu'en 2016
430 / Barrière à sédiments / Commune / R. du Creux de la Géline	Enlever plusieurs barreaux à la grille / mesure constructive	Faibles / moyenne / oui	Confirmée / bonne	2	Planification et mise en œuvre jusqu'en 2016
431 / Barrière à sédiments / Commune / R. du Creux de la Géline	Enlever plusieurs barreaux à la grille / mesure constructive	Faibles / moyenne / oui	Confirmée / bonne	2	Planification et mise en œuvre jusqu'en 2016
432 / Piège à graviers de crue / Commune / R. de la Pran	En cas de mise à découvert du cours d'eau en aval : transformation du dépotoir pour permettre le transport des matériaux vers l'aval en cas de faible crue / mesure constructive	Faibles / faible / oui	Confirmée / moyenne	3	Dépend de la revitalisation, planification et mise en œuvre jusqu'en 2030

5.4 La Birse et ses affluents

5.4.1 Morphologie

La Birse prend sa source à Tavannes et s'écoule vers l'est jusqu'à Court. Elle traverse ensuite plusieurs plissements jusqu'à Courrendlin. La Scheulte se jette dans la Birse à Courroux et la Sorne à Delémont. À Soyhières, le ruisseau de Mettembert se jette dans la Birse et après Les Riedes Dessus, la Birse arrive dans le canton de Bâle-Campagne.

À l'état naturel, l'apport de matériaux charriés résulte essentiellement de la partie amont du bassin versant dans le canton de Berne ainsi que de la Scheulte et de la Sorne.

La morphologie de la Birse dans le canton du Jura était sinueuse à l'état naturel avec quelques îles et des ramifications (forme intermédiaire entre cours à méandre et cours ramifié) avec des bancs de gravier réguliers meubles dans un large chenal.

Aujourd'hui, la Birse est rétrécie sur de longs tronçons, en partie canalisée, et les bancs de gravier sont rares. Le lit est en bonne partie pavé et colmaté. En aval de Courrendlin subsiste un petit tronçon naturel avec un coude plus marqué vers la droite (images 4.8 et 4.9). On trouve à cet endroit une très grande diversité de structure avec des bancs de gravier, des affouillements, des zones à faible profondeur d'eau et des bras morts. Ce tronçon de référence démontre la nécessité d'une largeur de lit plus grande pour la formation de bancs de gravier bien structurés.

Image 5.18:

La Birse vers Courrendlin, avec un chenal oscillant, des épis et des petits bancs le long de la rive convexe. Vue vers l'amont.

12.1.2014



Image 5.19:

La Birse en aval de Courrendlin avec arbres disposés en épi, des emplacements profonds, une petite baie et un banc de gravier. Direction de l'écoulement de gauche à droite.

12.1.2014



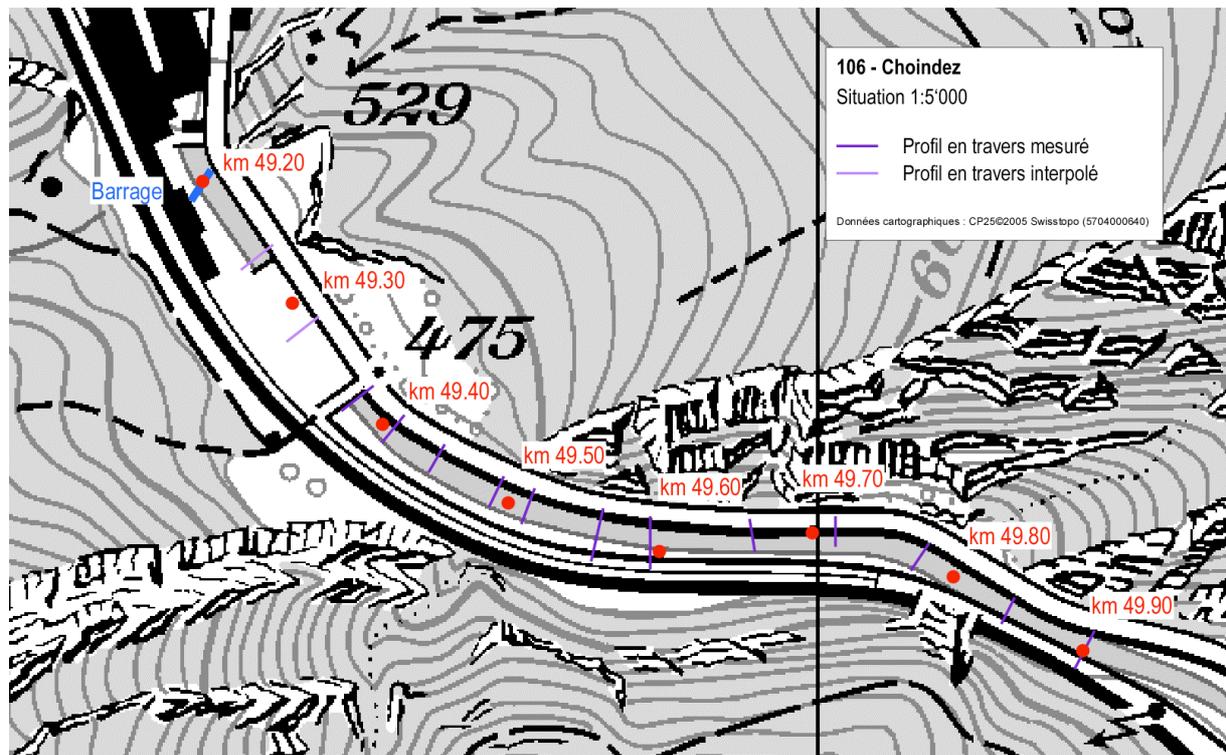
Image 5.20: (à droite)

Même endroit que sur l'image d'en haut. Vue vers l'aval
12.1.2014



Image 5.21: (en bas)

Situation avec kilométrage et profils en travers



5.4.2 Installations et évaluation

Ce chapitre décrit toutes les installations sur la Birse et dans le bassin versant du ruisseau du Mettembert et de la Lucelle.

On recense au total quatre usines hydroélectriques sur la Birse. Dans le bassin versant de Mettembert, il y a deux pièges à graviers de crue et un bassin de rétention, et sur la Lucelle deux barrières à sédiments et un piège à graviers de crue.

Le tableau 4.5 donne la liste des installations, avec leur évaluation.

Installations sur la Birse Les installations sont décrites en détail au chapitre 5.4.3. Les résultats sont résumés ci-dessous.

Barrage Bleue Verte, n° 106, Choindez Le barrage est équipé de trois vannes. Deux à trois fois par année, on ouvre les deux vannes latérales, lorsque le débit est d'au moins $4\text{m}^3/\text{s}$, pendant environ trois heures, pour le rinçage de l'installation.

Ce barrage provoque une rétention partielle et une évacuation par à-coups des matériaux de charriage, en particulier les années où le rinçage est effectué seulement lors de très faibles débits de crue.

L'installation cause une **atteinte grave au régime de charriage**. Une mesure d'assainissement est indispensable.

Barrage Moulin des Roches, n° 107, Courrendlin Le barrage est équipé d'un large volet (à gauche) et d'une vanne (à droite). Tant que le débit est inférieur à $Q_{1j} = 21\text{m}^3/\text{s}$, le niveau normal de retenue est maintenu, puis on abaisse complètement le volet jusqu'à un débit de $30\text{m}^3/\text{s}$. Il n'y a de transport de matériaux possible à travers la retenue que lorsque le volet est abaissé, c'est-à-dire lors de crues qui se répètent à une fréquence d'une fois tous les deux ans.

L'installation cause une **atteinte grave au régime de charriage**. Une mesure d'assainissement est indispensable.

**Barrage Dynamo,
n° 108, Courrendlin**

L'installation est équipée d'un barrage fixe avec une vanne sur le côté gauche. Lors de débit de crue, l'ouverture de la vanne permet de maintenir constant le niveau d'eau. La vanne est complètement ouverte lorsque le débit est de 20 – 30m³/s.

Le transport de matériaux à travers la retenue est possible avec un débit à partir de 30m³/s ou lorsque la vanne est complètement ouverte à partir de 21m³/s. En moyenne, un débit de 30m³/s est enregistré tous les deux ans. C'est donc tous les deux ans que les matériaux peuvent être transportés vers l'aval, ce qui correspond à une atteinte de degré moyen au régime de charriage.

L'installation cause une **atteinte grave au régime de charriage**. Une mesure d'assainissement est indispensable.

**Barrage Bellerive,
n° 109, Soyhières**

Cette installation est équipée d'un barrage fixe et de deux vannes de rinçage (rive droite et rive gauche). Le niveau d'eau est maintenu en permanence à la cote 402.33m.

Par débit de crue, on ouvre les vannes et le niveau de l'eau monte. Le transport de matériaux de charriage vers l'aval à travers la retenue est possible à partir d'un débit de Q1j = 82m³/s. Chaque année, les matériaux sont transportés vers l'aval.

Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage. Aucune mesure n'est nécessaire.

**Installations dans le
bassin versant du
ruisseau de Mettembert**

Sur les trois installations du bassin versant du ruisseau de Mettembert, deux portent gravement atteinte au régime de charriage. Une mesure d'assainissement du régime de charriage est proposée pour l'une de ces installations.

Les installations sont décrites en détail dans l'annexe 3.

**Piège à graviers de crue,
n° 206, R. de Mettembert,
Soyhières**

Le barrage en béton avec des poutres en bois provoque un remous en cas de crue. De ce fait, les matériaux charriés se déposent dans la retenue. Le dépotoir est vidé régulièrement.

En aval, le lit est pavé ou constitué de roche. Il n'y a pas de bancs de gravier. Cette installation porte **gravement atteinte au régime de charriage** jusqu'à l'embouchure dans la Birse.

Une mesure d'assainissement du régime de charriage est recommandée (cf. chap. 5.4.11). L'étude d'assainissement est en cours au titre de la protection contre les crues.

Piège à graviers de crue, n° 207, R. de Movelier, Soyhières

Le barrage en béton avec des poutres en bois provoque un remous en cas de crue. De ce fait, les matériaux charriés se déposent dans un grand bassin de rétention (prairie). Le cours d'eau se tarit temporairement. En aval du barrage, des apports de la rive droite font augmenter la quantité de matériaux de charriage. Sur un court tronçon, il y a une **grave atteinte** au régime de charriage.

En raison de l'assèchement temporaire du cours d'eau, de l'apport plutôt faible en matériaux de charriage et des apports latéraux en aval, une mesure d'assainissement du régime de charriage n'est pas nécessaire.

Bassin de rétention de crue, n° 301, Réselle de Soyhières, Soyhières

La Réselle de Soyhières contourne l'étang de la Réselle, mais en cas de crue une partie de l'eau se déverse dans le lac. De ce fait, la capacité de transport diminue et une partie des sédiments se dépose au fond du lit, ce qui fait augmenter la quantité d'eau déversée. L'atterrissement du lit est réduit par l'extraction mécanique du gravier. Ce dernier est déposé le long du cours d'eau.

L'atteinte au régime de charriage du cours d'eau est faible à moyenne. On peut renoncer à une mesure dans le cadre de la planification de l'assainissement car le transport par charriage de la Réselle de Soyhières est faible.

Cependant, il est recommandé de reverser le gravier extrait en aval dans le ruisseau, à un endroit approprié.

Installations dans le bassin versant de la Lucelle

Sur les trois installations dans le bassin versant de la Lucelle, une cause une atteinte grave au régime de charriage (mesure d'assainissement recommandée).

Les installations sont décrites en détail dans l'annexe 3.

Piège à graviers de crue, n° 203, Lucelle, Pleigne-Lucelle

Ce grand dépotoir se trouve en amont du lac de Lucelle, dont il réduit l'atterrissement. Aucun matériel charrié ne peut traverser le dépotoir et le lac de Lucelle.

En aval du lac, la Lucelle ne charrie pas de matériaux et le lit est fortement pavé et colmaté. **L'atteinte au régime de charriage est grave** quant à la morphologie.

Une mesure d'assainissement du régime de charriage est nécessaire (cf. chap. 5.4.11).

Barrière à sédiments, n° 420. La Lucelle, Bourrignon

Barrage en rondins comblé. Les sédiments peuvent transiter vers l'aval sans obstacle.

L'installation **ne porte pas atteinte au régime de charriage**.

*Barrière à sédiments,
n° 428. Bief, Pleigne*

Petit barrage en bois, partiellement endommagé et comblé. Les sédiments peuvent transiter vers l'aval sans obstacle.

L'installation **ne porte pas atteinte au régime de charriage**.

**Corrections de cours
d'eau**

Les corrections de cours d'eau dans le bassin versant des affluents sont la cause d'une faible réduction de l'apport de matériaux de charriage dans la Birse.

Les aménagements de la Birse diminuent l'apport en matériaux de charriage dans le secteur des cluses de Choindez (Vellerat) et de Bellerive (Delémont – Soyhières).

Dans l'ensemble, on peut supposer que la réduction de la quantité de matériaux charriés imputable aux aménagements des cours d'eau est de l'ordre de 20%.

Tableau 5.7: Bassin versant de la Birse (sans la Scheulte ni la Sorne) : installations avec indication du degré d'atteinte au régime de charriage et de la nécessité de prendre des mesures.

M : morphologie ; PCC : protection contre les crues ; ES : eaux souterraines.

Inst. n°	Installation / exploitant / cours d'eau	Degré d'atteinte	Atteinte grave au régime de charriage avec effet sur M / PCC / ES	Mesure oui / non avec justification
106	Installation hydroélectrique, Bleue-Verte / Bleue-Verte SA / La Birse	moyen	Oui / Non / Non	Oui
107	Installation hydroélectrique, Moulin des Roches / UE Moulin des Roches SA / La Birse	moyen	Oui / Non / Non	Oui
108	Installation hydroélectrique, Dynamo / UE Moulin des Roches SA / La Birse	moyen	Oui / Non / Non	Oui
109	Installation hydroélectrique, Bellerive / Entrepôts de Bellerive SA / La Birse	faible	Non / Non / Non	Non
203	Piège à graviers de crue / Fondation du lac de Lucelle et commune de Pleigne / La Lucelle	très important	Oui / Non / Non	Oui
206	Piège à graviers de crue / Commune de Soyhières et RCJU / ruisseau de Mettembert	important	Oui / Non / Non	Oui

Inst. n°	Installation / exploitant / cours d'eau	Degré d'atteinte	Atteinte grave au régime de charriage avec effet sur M / PCC / ES	Mesure oui / non avec justification
207	Piège à graviers de crue / Commune de Soyhières / Ruisseau de Movelier	très important	Oui / Non / Non	Non, le cours d'eau est périodiquement asséché, apports de matériaux en aval
301	Bassin de rétention de crue / Office de l'environnement/ Réselle de Soyhières	faible	Non / Non / Non	Non
420	Barrière à sédiments / Commune de Bourrignon / La Lucelle	aucune atteinte	Non / Non / Non	Non
428	Barrière à sédiments / - / Bief, Lai Prirre	aucune atteinte	Non / Non / Non	Non

5.4.3 Barrage Bleue Verte

Description de l'installation

Installation	N° 106, Installation hydroélectrique, Barrage Bleue Verte km 49.2
Coordonnées	595'596 / 240'858
Exploitant-concessionnaire	Bleue-Verte SA
Cours d'eau	La Birse
Commune	Choindéz
Description de l'ouvrage (type, conception)	Barrage avec trois vannes levantes (2 x 6,4 m et 4 m de large). Cote du seuil 471.10 m. En outre, de l'eau de refroidissement est détournée pour la production de Von Roll.
Fonctionnement	Régulation automatique des deux vannes extérieures. Env. 2 à 3 fois par an, les vannes sont levées pendant env. 3 h pour la purge. Cela se passe lors d'un arrêt de la production chez Von Roll et par un débit supérieur à 4 m ³ /s. Ainsi, les dépôts peuvent pour la plupart être remobilisés. Dernière purge 7.11.13 pour un débit de 8 m ³ /s [45].
Accumulations (matériaux charriés, matière fine, débris flottants)	Dépôts de quelques cm à dm dans la retenue.
Composition	Afin de déterminer le diamètre moyen des matériaux charriés, six analyses granulométriques ont été effectuées (Image 5.22). Le diamètre moyen d_m est de 3.6 cm pour le Barrage Bleue Verte. Gravier et matériel fin
Exploitation, d'extraction	volumes Auparavant, des dépôts dans la retenue étaient enlevés mécaniquement de manière irrégulière. Ces dix dernières années, il n'y a plus eu d'extraction mécanique.
Régime de charriage, passage de matériaux charriés	Des calculs hydrauliques ont été effectués dans la retenue pour différents débits (voir chapitre 5.1). À l'état actuel, les matériaux peuvent être transportés à travers le barrage par un débit > 30 m ³ /s. Si le débit est compris entre 8 et 30 m ³ /s, c'est seulement le cas lorsque les vannes sont ouvertes pour le rinçage. Un débit de 30 m ³ /s correspond environ à une crue se produisant tous les deux ans.
Quantité de matériaux charriés, caractérisation des matériaux solides (diamètre max)	A la frontière cantonale BE/JU, la charge sédimentaire se monte à (données de la planification d'assainissement du régime sédimentaire du canton de Berne) : état actuel : 440 m ³ /a

	état naturel : 520 m ³ /a	
	La réduction de la charge à l'état actuel est considérée comme peu importante.	
Morphologie du bief amont et aval	En amont : canalisé directement en amont de l'ouvrage, tronçons de gorge et lit de gravier ou rocheux plus en amont. En aval : mise sous tuyau env. 40 m en aval de l'ouvrage.	
Degré de l'atteinte	Moyen.	
Atteinte grave oui/non	Morphologie	oui
	Protection contre les crues	non
	Eaux souterraines	non
Potentiel écologique	Faible - moyen	
Importance du charriage	Important	
Mesures	Adaptation du régime de rinçage de manière à permettre le passage des matériaux de charriage même lorsque le débit est inférieur à 30 m ³ /s. Pour cela, il faut que les vannes de barrage soient ouvertes pendant au moins 24h dans l'année pour un débit ≥ 11 m ³ /s (= Q _{9j}).	
Investissement	Faible	
Rapport coût-utilité	Bon	
Priorité	1	
Délai	Réalisation jusqu'en 2016	

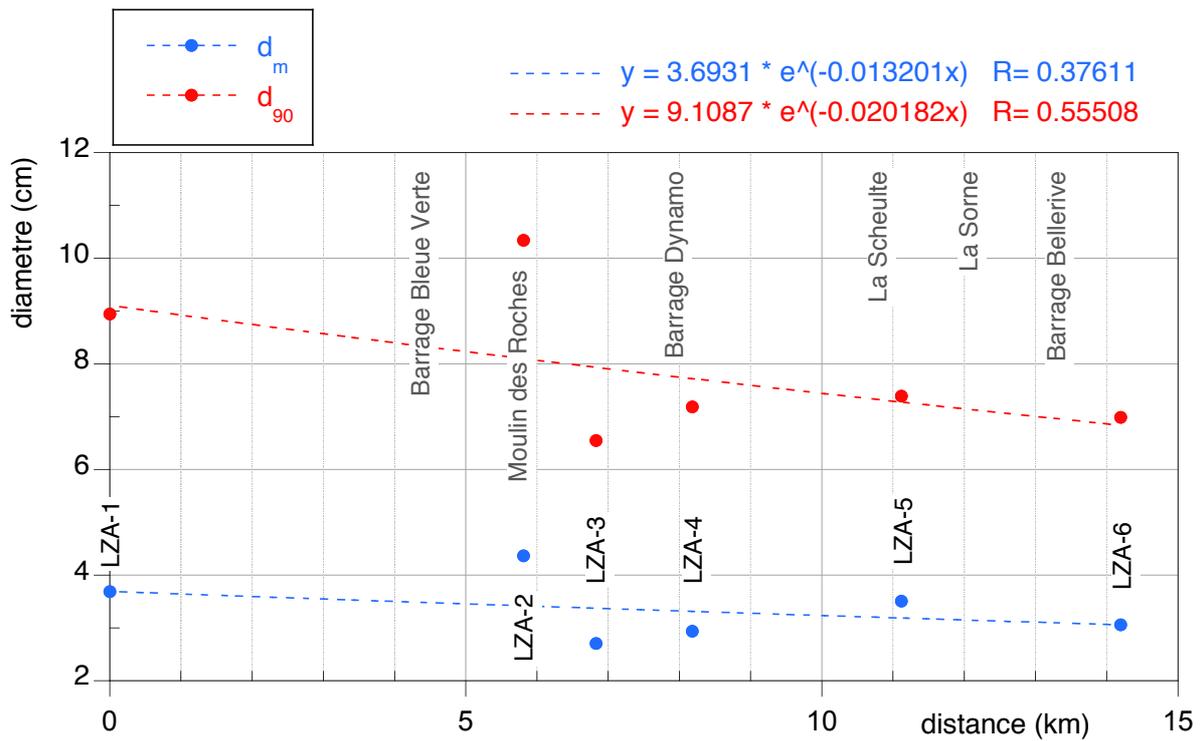


Image 5.22 Profil en long de la Birse avec les diamètres de grains d_m et d_{90} des échantillons granulométriques choisis (convertis en analyses de poids des volumes).
 d_m = diamètre moyen des grains; d_{90} : diamètre de grain d'un mélange dont 90% des grains sont plus fins.

Image 5.23
 Lit canalisé en amont de l'installation.

26.9.2013



Image 5.24
Ouvrage avec les trois
vannes levantes.
Vue dans le sens du cou-
rant.

26.9.2013



Image 5.25
Vue de la buse
d'écoulement en amont de
l'ouvrage.

26.9.2013



Calculs hydrauliques

Modèle

Le modèle hydraulique se base sur les profils transversaux établis lors d'un projet de rétablissement de la route cantonale [16]. La géométrie du barrage est tirée de [24] (Image 5.26).

La contrainte minimale admise est un niveau normal de retenue à 472.80 m. Une simulation a été faite pour une situation par débit de $8 \text{ m}^3/\text{s}$, les deux vannes extérieures ouvertes.

Débits

Les calculs hydrauliques ont été effectués pour les débits caractéristiques suivants :

$$Q_{18j} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{9j} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1j} = 21 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 43 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour le calcul du charriage, on a utilisé une courbe de valeurs classées représentant les débits mesurés entre 1994 et 2013. Les débits mesurés aux stations de Moutier et de Soyhières ont été interpolés en tenant compte de l'extension du bassin versant intermédiaire. Le débit maximal de la courbe de valeurs classées est de $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

Transport des matériaux

Le transport de matériaux a été simulé sur une durée de dix ans. La courbe des valeurs classées a été répétée dix fois. À l'extrémité supérieure du modèle, les matériaux ont été ajoutés en fonction du débit de manière à ce qu'il en résulte un apport de $500 \text{ m}^3/\text{a}$. Cette valeur correspond à l'apport de matériaux de charriage de la Birse à l'endroit de l'installation après les mesures d'assainissement dans le canton de Berne.

Les résultats des calculs du transport des matériaux de charriage sont représentés dans l'Image 5.28 sous la forme d'un diagramme de transport et d'un profil longitudinal du fond médian pour différentes années. Le diagramme de transport illustre la charge moyenne annuelle le long de la Birse. Une courbe descendante indique un dépôt de matériaux, une courbe ascendante une érosion des matériaux du fond.

État actuel

Image 5.27 et Image 5.28

À l'état actuel, le niveau normal de retenue peut être maintenu à tous les débits examinés. Pour des débits $\leq 21 \text{ m}^3/\text{s}$, la force d'entraînement déterminante pour le transport de matériaux tombe en-dessous du seuil critique de 0.047 à cause de la retenue derrière le barrage. C'est seulement avec les vannes ouvertes qu'un transport est possible à travers la retenue, même par un débit de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ (ligne interrompue sur l'Image 5.27).

La première année de la simulation du transport, les matériaux se déposent dans la partie supérieure de la retenue et les sédiments devant le barrage sont érodés. Durant cette phase, le fond de la Birse s'adapte aux conditions hydrauliques en cas de crue. Les années suivantes, les matériaux sont transportés presque sans laisser de dépôt à travers le barrage et la cote du fond ne change pratiquement plus. En moyenne, tous les matériaux apportés par charriage peuvent passer à travers le barrage (valeur moyenne calculée à long terme). Mais le transport n'est possible que par un débit $> 21 \text{ m}^3/\text{s}$ et/ou avec les vannes ouvertes. C'est le cas seulement quelques heures par année, et pas du tout les années sèches.

Il en résulte une atteinte grave au régime de charriage de la Birse.

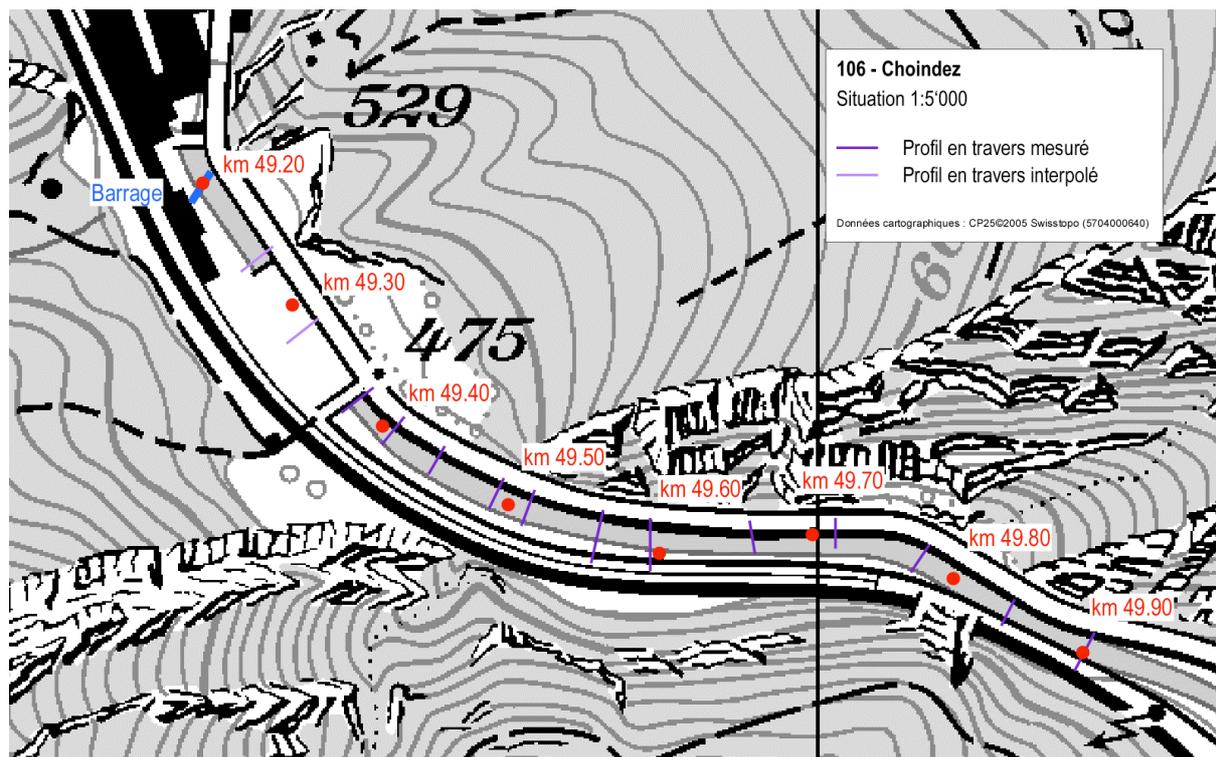


Image 5.26: Localisation des profils en travers utilisés pour le calcul hydraulique près de l'installation 106 barrage Bleue Verte.

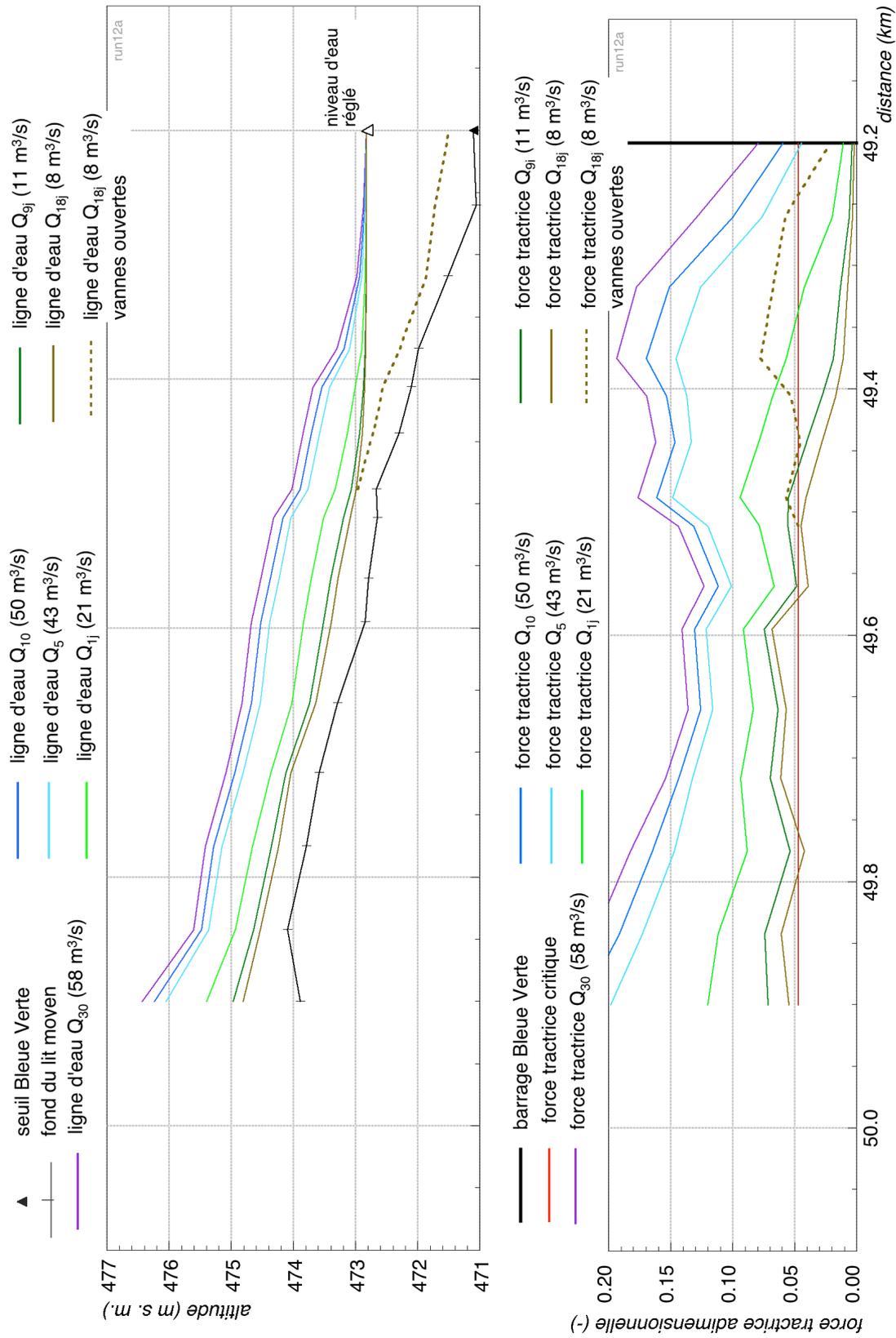


Image 5.27: Profil longitudinal de la Birse à l'installation hydroélectrique Bleu Verte (106) à l'état actuel. En haut : lit moyen et tracé du niveau d'eau. En bas : force tractrice unitaire adimensionnelle. Pour une valeur > 0,047 (ligne rouge), les matériaux peuvent être transportés dans le thalweg.

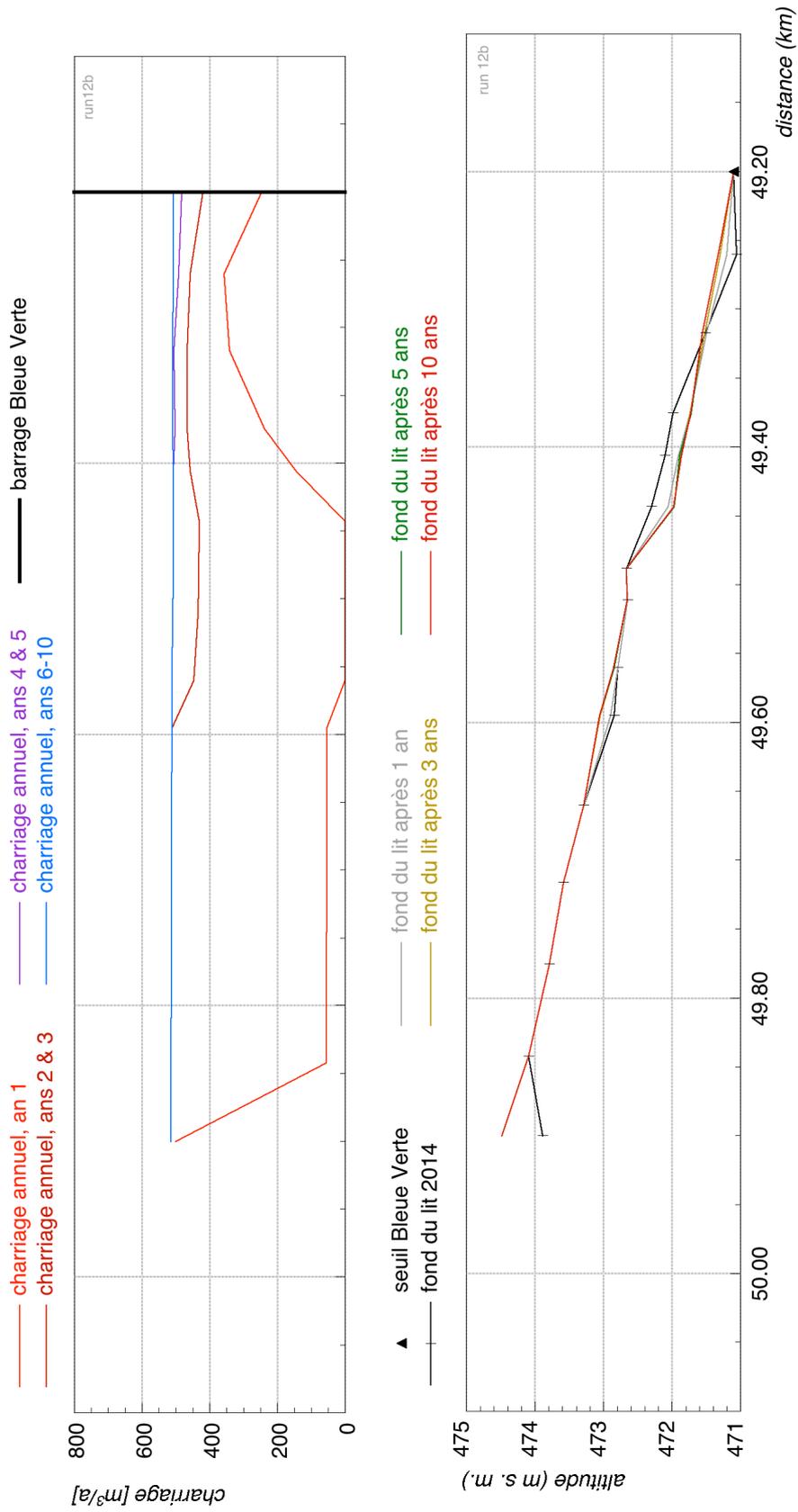


Image 5.28: Profil longitudinal de la Birse à l'installation hydroélectrique Bleue Verte (106) à l'état actuel. En haut : charge en matériaux de charriage avec un apport de 500 m³/a. En bas : modification du fond pendant 10 ans.

5.4.4 Barrage Moulin des Roches

Description de l'installation

Installation	N° 107, Installation hydroélectrique, Moulin des Roches km 47.78
Coordonnées	595'440 / 242'115
Exploitant-concessionnaire	UE Moulin des Roches SA
Cours d'eau	La Birse
Commune	Courrendlin
Description de l'ouvrage (type, conception)	<p>Barrage avec clapet de seuil de 14 m et une hauteur de 1.27 m y compris 7 cm de franc-bord. Cote du seuil lorsque le clapet est totalement abaissé : 445.35 m.</p> <p>Vanne batardeau d'une largeur de 4.5 m et d'une hauteur de 2.07 m, Cote inférieure : 444.71 m. La vanne peut être levée de 2.6 m.</p> <p>Le niveau d'eau d'exploitation octroyé par le canton est de 446.57 m et le niveau maximum d'exploitation de 446.64 m. Le clapet est abaissé pour un débit de 30 m³/s.</p> <p>Manœuvres de vannes manuellement selon tableau de commande.</p> <p>Débit de restitution : 0.4 m³/s.</p> <p>Barrage réaménagé en 2009.</p> <p>Source d'informations [24].</p>
Fonctionnement	La purge s'effectue en levant la vanne batardeau et/ou en abaissant le clapet de seuil. [24]
Accumulations (matériaux charriés, matière fine, débris flottants)	Un banc de gravier se trouve dans le bief aval du barrage (Image 5.31).
Composition	Composition des matériaux charriés (Image 5.22) : $d_m = 3.44$ cm
Exploitation, volumes d'extraction	Pas d'extractions de gravier.
Régime de charriage, passage de matériaux charriés	<p>Des calculs hydrauliques ont été effectués dans la retenue pour différents débits (voir chapitre suivant).</p> <p>Selon les calculs hydrauliques, l'ouvrage est franchissable à partir d'un débit de 30 m³/s lorsque le clapet est complètement abaissé. Cela correspond environ à une crue se produisant tous les deux ans. Par conséquent, avec le clapet abaissé, le transport des charges vers l'aval s'effectue par intermittence.</p>

Quantité de matériaux charriés, caractérisation des matériaux solides (diamètre max)	<p>A la frontière cantonale BE/JU, la charge sédimentaire se monte à (données de la planification d'assainissement du régime sédimentaire du canton de Berne) :</p> <p>état actuel : 440 m³/a</p> <p>état naturel : 520 m³/a</p> <p>La réduction de la charge à l'état actuel est considérée comme peu importante.</p>						
Morphologie du bief amont et aval	<p>Bief amont : mise sous tunnel environ 800 m en amont du barrage. La Birse s'écoule parallèlement à la route, rives et lit aménagés, par endroits fixés avec des seuils. Blocs résiduels sur le lit. Remous d'exhaussement en amont du barrage.</p> <p>Bief aval : tronçons enterrés, rives aménagées pratiquement tout le long. Chenal par endroits consolidé avec des seuils.</p>						
Degré de l'atteinte	Moyenne. Un transport des charges par intermittence tous les deux ans est considéré comme insuffisant.						
Atteinte grave oui/non	<table border="0"> <tr> <td>Morphologie</td> <td>oui</td> </tr> <tr> <td>Protection contre les crues</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Eaux souterraines</td> <td>non</td> </tr> </table>	Morphologie	oui	Protection contre les crues	non	Eaux souterraines	non
Morphologie	oui						
Protection contre les crues	non						
Eaux souterraines	non						
Potentiel écologique	<p>Faible dans le bief amont.</p> <p>Important dans le bief aval.</p>						
Importance du charriage	Important						
Mesures	Adaptation du régime de rinçage : il doit permettre le passage des matériaux charriés à partir des débits Q_{1j} . Cela signifie que le clapet doit être abaissé ou la vanne complètement ouverte lors de débits ≥ 21 m ³ /s.						
Investissement	Faible						
Rapport coût-utilité	Bon						
Priorité	1						
Délai	Réalisation jusqu'en 2016						

Image 5.29

En amont de l'installation, la Birse s'écoule le long de la route.

26.9.2013



Image 5.30

Barage avec clapet de seuil et une vanne batardeau pour la purge de fond de la retenue.

26.9.2013



Image 5.31

Dépôts de gravier en aval de l'installation.

26.9.2013



Calculs hydrauliques

Modèle	<p>Le modèle hydraulique se base sur les profils transversaux établis dans le cadre de cette planification en août 2014 [17]. La géométrie du barrage est tirée de [24].</p> <p>La contrainte minimale admise pour un débit $\leq 21 \text{ m}^3/\text{s}$ est un niveau normal de retenue à 446.57 m. Pour un débit de $30 \text{ m}^3/\text{s}$, on suppose le clapet entièrement ouvert et simule un débit critique par-dessus les barrages.</p>
Débîts	<p>Les calculs hydrauliques ont été effectués pour les débits caractéristiques suivants :</p> <p>$Q_{18j} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$Q_{9j} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$Q_{1j} = 21 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$Q_5 = 43 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$Q_{10} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>Pour les calculs du charriage, on a utilisé une courbe de valeurs classées représentant les débits mesurés entre 1994 et 2013. Les débits mesurés aux stations de Moutier et de Soyhières ont été interpolés en tenant compte de l'extension du bassin versant intermédiaire. Le débit maximal de la courbe de valeurs classées est de $80 \text{ m}^3/\text{s}$.</p>
Transport des matériaux	<p>Le transport de matériaux a été simulé sur une durée de dix ans. La courbe des valeurs classées a été répétée dix fois. À l'extrémité supérieure du modèle, les matériaux ont été ajoutés en fonction du débit de manière à ce qu'il en résulte un apport de $500 \text{ m}^3/\text{a}$. Cette valeur correspond à l'apport de matériaux de charriage de la Birse à l'endroit de l'installation après les mesures d'assainissement dans le canton de Berne.</p> <p>Les résultats des calculs du transport des matériaux de charriage sont représentés dans l'Image 5.34 sous la forme d'un diagramme de transport et d'un profil longitudinal du fond médian pour différentes années. Le diagramme de transport illustre la charge moyenne annuelle le long de la Birse. Une courbe descendante indique un dépôt de matériaux, une courbe ascendante une érosion des matériaux du fond.</p>
État actuel	<p>Pour des débits $\leq 21 \text{ m}^3/\text{s}$, la force d'entraînement déterminante pour le transport de matériaux tombe en-dessous du seuil critique de 0.047 à cause de l'effet de retentien derrière le barrage. Pour que le transport des matériaux soit possible avec un débit de $21 \text{ m}^3/\text{s}$, la vanne doit être ouverte (ligne interrompue sur l'Image</p>

Image 5.33 et Image 5.34

5.33).

La première année de la simulation du transport, une petite quantité de matériaux se dépose dans la retenue. Durant cette phase, le fond de la Birse s'adapte aux conditions hydrauliques en cas de crue. Les années suivantes, les matériaux sont transportés sans laisser de dépôt à travers le barrage et la cote du fond ne change plus. Dans une moyenne à long terme, tous les matériaux apportés par charriage peuvent passer à travers le barrage. Mais le transport n'est possible que par un débit $> 30 \text{ m}^3/\text{s}$, avec le volet ouvert. C'est le cas seulement quelques heures par année, et pas du tout les années sèches.

Il en résulte une atteinte grave au régime de charriage de la Birse.

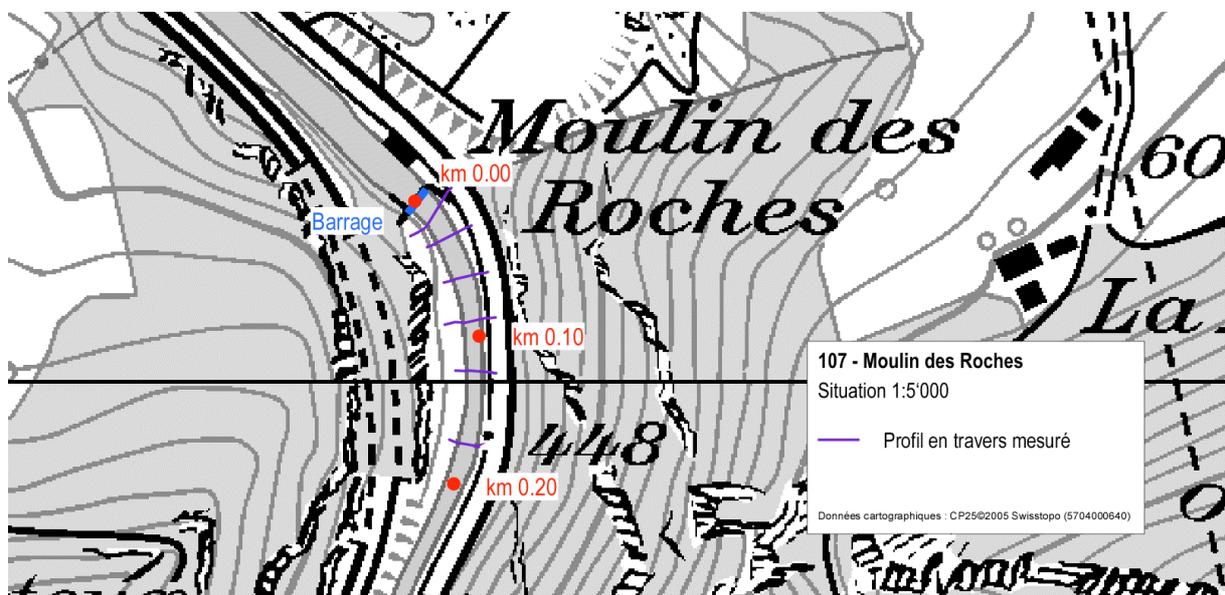


Image 5.32 Localisation des profils en travers utilisés pour le calcul hydraulique près de l'installation 107 Moulin des Roches.

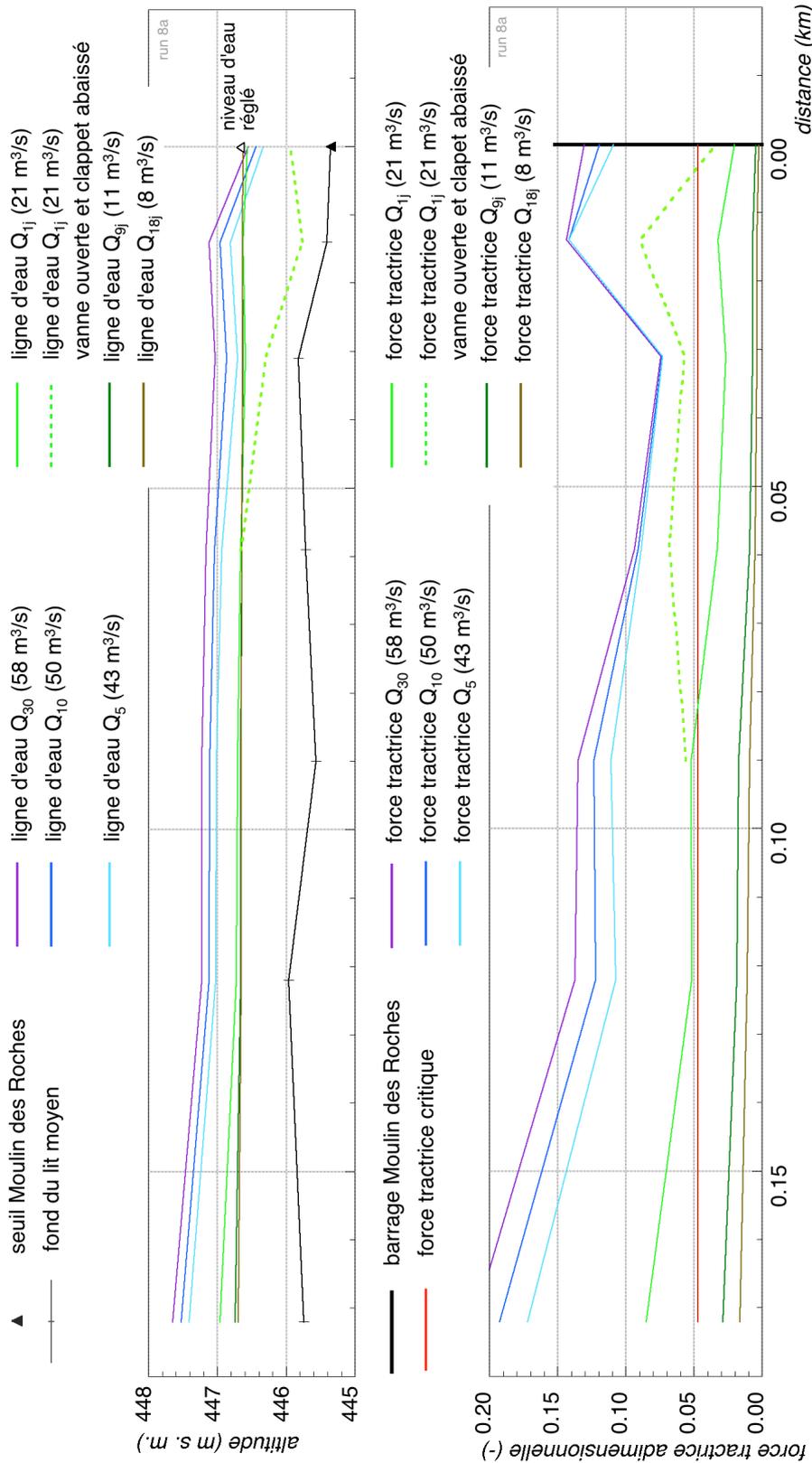


Image 5.33: Profil longitudinal de la Birse à l'installation hydroélectrique Moulin des Roches (107) à l'état actuel. En haut : lit moyen et tracé du niveau d'eau. En bas : force traçtrice unitaire adimensionnelle. Pour une valeur > 0,047 (ligne rouge), les matériaux peuvent être transportés dans le thalweg.

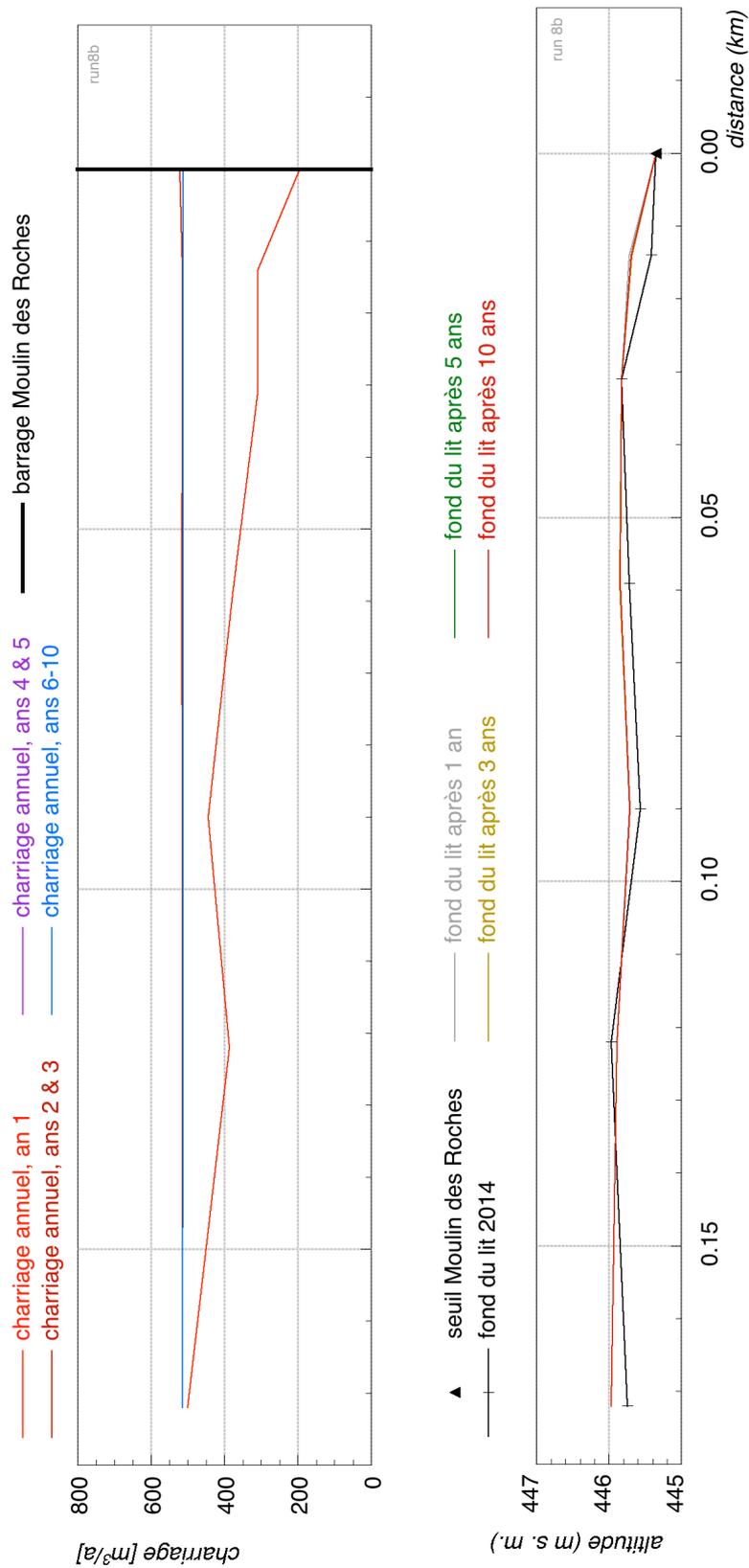


Image 5.34: Profil longitudinal de la Birse à l'installation hydroélectrique Moulin des Roches (107) à l'état actuel. En haut : charge en matériaux de charriage avec un apport de 500 m³/a. En bas : modification du fond pendant 10 ans.

5.4.5 Barrage Dynamo

Description de l'installation

Installation	N° 108, Installation hydroélectrique, Dynamo km 45.7
Coordonnées	594'920 / 243'665
Exploitant-concessionnaire	UE Moulin des Roches SA
Cours d'eau	La Birse
Commune	Courrendlin
Description de l'ouvrage (type, conception)	Déversoir fixe en béton, disposé obliquement (longueur 36 m, crête du déversoir 427.5 m). Vanne batardeau asservie pour crue, largeur 2.9 m, sur la rive gauche. Prise à gauche avec grille.
Fonctionnement	Déversoir fixe, régulation automatique du niveau d'eau par les turbines et la vanne (niveau normal 427.7 m). La vanne est entièrement ouverte à partir d'un débit de 20-30 m ³ /s [44].
Accumulations (matériaux charriés, matière fine, débris flottants)	Peu de dépôts de gravier en aval de l'ouvrage.
Composition	Composition des matériaux charriés (Image 5.22) : dm = 3.3 cm
Exploitation, volumes d'extraction	Pas d'extractions de gravier.
Régime de charriage, passage de matériaux charriés	Des calculs hydrauliques ont été réalisés dans la retenue pour différents débits (voir chapitre suivant). Selon les calculs hydrauliques, l'ouvrage est franchissable à partir d'un débit de 30 m ³ /s lorsque la vanne est ouverte. Cela correspond environ à une crue se produisant tous les deux ans. Par conséquent, le transport des charges vers l'aval se fait par intermittence avec la vanne ouverte.
Quantité de matériaux charriés, caractérisation des matériaux solides (diamètre max)	A la frontière cantonale BE/JU, la charge sédimentaire se monte à (données de la planification d'assainissement du régime sédimentaire du canton de Berne) : état actuel : 440 m ³ /a état naturel : 520 m ³ /a La réduction de la charge à l'état actuel est considérée comme peu importante.

Morphologie du bief amont et aval	Bief amont : tronçon rectiligne, aménagé en zone urbaine, dans la zone de retenue de l'installation, la largeur du lit augmente. Bief aval : sinueux et proche de l'état naturel, structure du lit diversifiée, bancs de gravier.	
Degré de l'atteinte	Moyenne	
Atteinte grave oui/non	Morphologie	oui
	Protection contre les crues	non
	Eaux souterraines	non
Potentiel écologique	Important	
Importance du charriage	Important	
Mesures	Adaptation du régime de rinçage de manière à permettre le passage des matériaux charriés à partir des débits Q_{1j} . Cela signifie que la vanne doit être ouverte complètement lors des débits $\geq 21 \text{ m}^3/\text{s}$	
Investissement	Faible	
Rapport coût-utilité	Bon	
Priorité	1	
Délai	Réalisation jusqu'en 2016	

Image 5.35
Travaux d'assainissement
sur l'ouvrage avec sommet
en béton fixe.

26.9.2013



Image 5.36
Vanne batardeau pour la
purge de fond de la rete-
nue.

26.9.2013



Calculs hydrauliques

Modèle	<p>Le modèle hydraulique se base sur les profils transversaux établis par l'OFEV en 2007 [15].</p> <p>La contrainte admise est un niveau normal de retenue à 427.70 m. Pour des débits supérieurs à 30 m³/s, on a supposé un débit critique par-dessus le barrage ou dans l'ouverture de la vanne de rinçage (vanne entièrement tirée). Il a été admis que les sédiments fins s'érodent et qu'une ravine se creuse dans la partie supérieure de la retenue.</p>
Débits	<p>Les calculs hydrauliques ont été effectués pour les débits caractéristiques suivants :</p> <p>$Q_{18j} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$Q_{9j} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$Q_{1j} = 21 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$Q_5 = 43 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$Q_{10} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>Pour les calculs du charriage, on a utilisé une courbe de valeurs classées représentant les débits mesurés entre 1994 et 2013. Les débits mesurés aux stations de Moutier et de Soyhières ont été interpolés en tenant compte de l'extension du bassin versant intermédiaire. Le débit maximal de la courbe de valeurs classées est de 80 m³/s.</p>
Transport de matériaux	<p>Le transport de matériaux a été simulé sur une durée de dix ans. La courbe des valeurs classées a été répétée dix fois. À l'extrémité supérieure du modèle, les matériaux ont été ajoutés en fonction du débit de manière à ce qu'il en résulte un apport de 500 m³/a. Cette valeur correspond à l'apport de matériaux de charriage de la Birse à l'endroit de l'installation après les mesures d'assainissement dans le canton de Berne.</p> <p>Les résultats des calculs du transport des matériaux de charriage sont représentés dans l'Image 5.39 sous la forme d'un diagramme de transport et d'un profil longitudinal du fond médian pour différentes années. Le diagramme de transport illustre la charge moyenne annuelle le long de la Birse. Une courbe descendante indique un dépôt de matériaux, une courbe ascendante une érosion des matériaux du fond.</p>
Etat actuel	<p>Pour des débits $\leq 21 \text{ m}^3/\text{s}$, la force d'entraînement déterminante pour le transport de matériaux tombe en-dessous du seuil critique de 0.047 à cause de l'effet de remous d'exhaussement provoqué par le barrage. Le transport des matériaux à travers la retenue n'est possible que durant un débit supérieur à 21 m³/s ou lorsque la</p>

Image 5.38 et Image 5.39

vanne est complètement ouverte durant un débit de $21 \text{ m}^3/\text{s}$ (ligne traitillée sur l'Image 5.38).

Les trois premières années de la simulation du transport, les sédiments de graviers fins dans la retenue sont érodés. Durant cette phase, le fond de la Birse s'adapte aux conditions hydrauliques en cas de crue. Les années suivantes, les matériaux sont transportés sans laisser de dépôt à travers la retenue et la cote du fond ne change presque plus. En moyenne, tous les matériaux apportés par charriage peuvent passer à travers le barrage (valeur moyenne calculée à long terme). Mais le transport n'est possible que par un débit $> 30 \text{ m}^3/\text{s}$ et/ou avec la vanne ouverte. C'est le cas seulement quelques heures par année, et pas du tout les années sèches.

Il en résulte une atteinte moyenne au régime de charriage de la Birse.

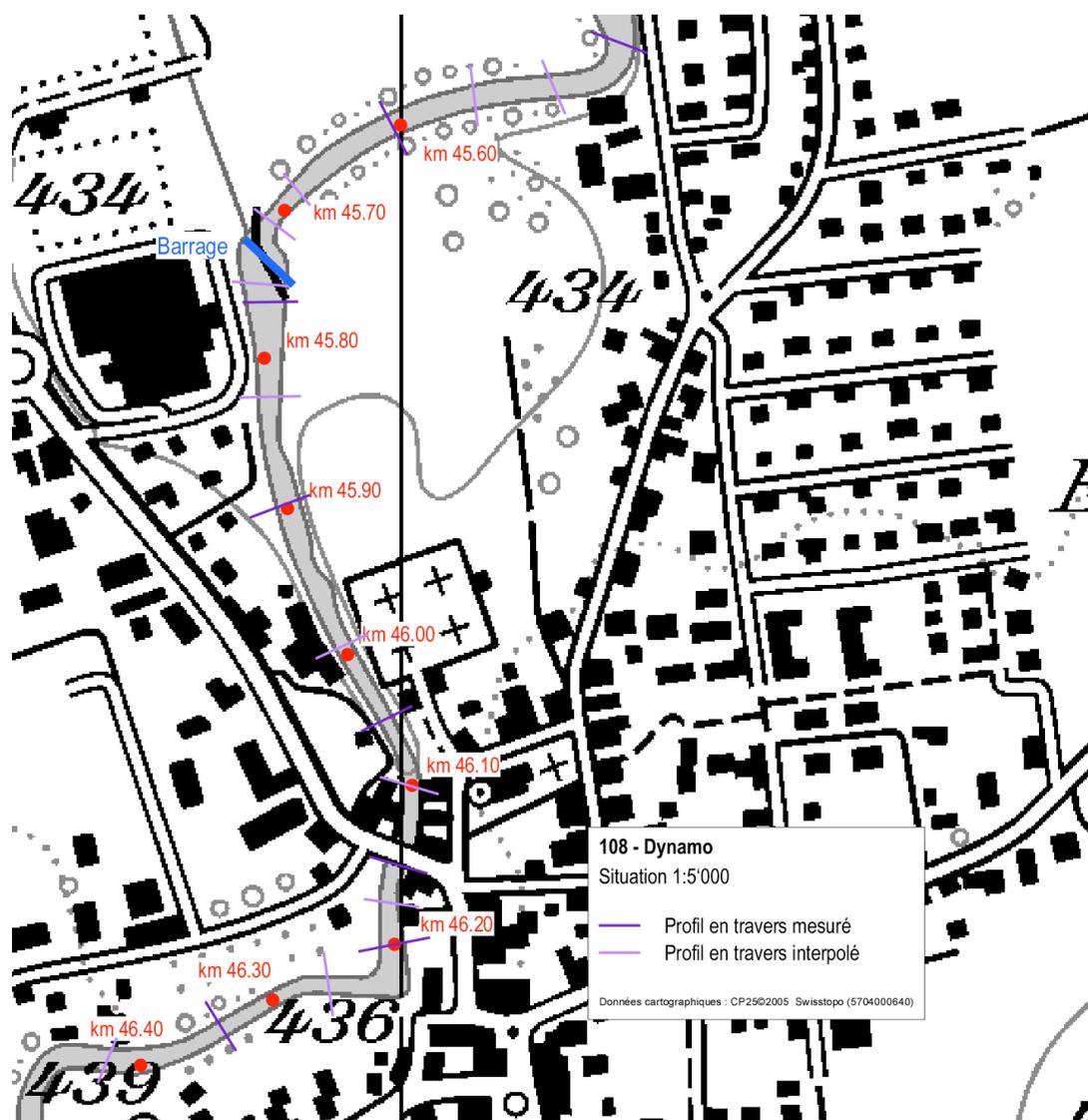


Image 5.37 Kilométrage le long de la Birse et localisation des profils en travers utilisés pour le calcul hydraulique près de l'installation 108 barrage Dynamo.

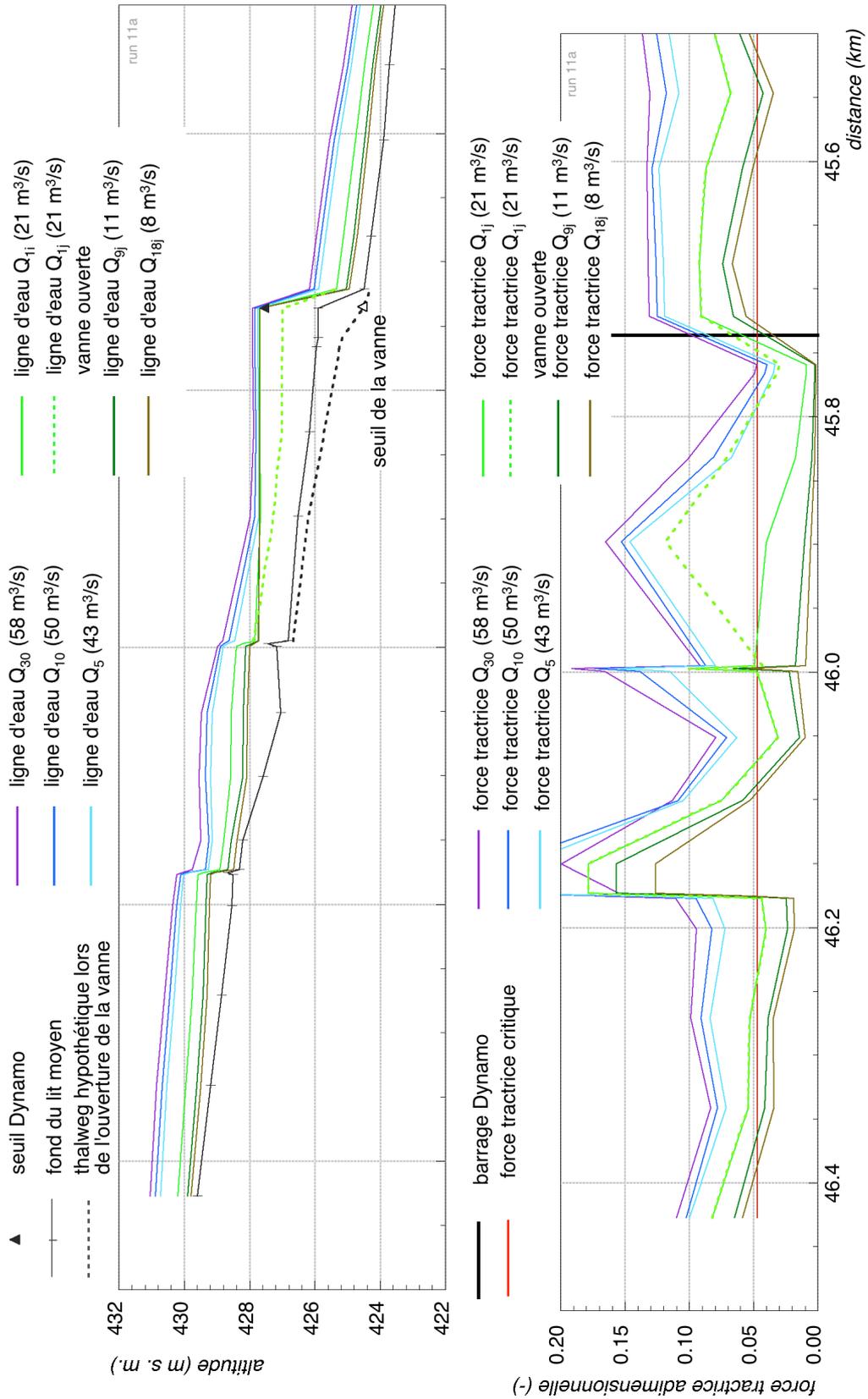


Image 5.38: Profil longitudinal de la Birse à l'installation hydroélectrique Dynamo (108) à l'état actuel. En haut : lit moyen et tracé du niveau d'eau. En bas : force tractrice unitaire adimensionnelle. Pour une valeur > 0,047 (ligne rouge), les matériaux peuvent être transportés dans le thalweg.

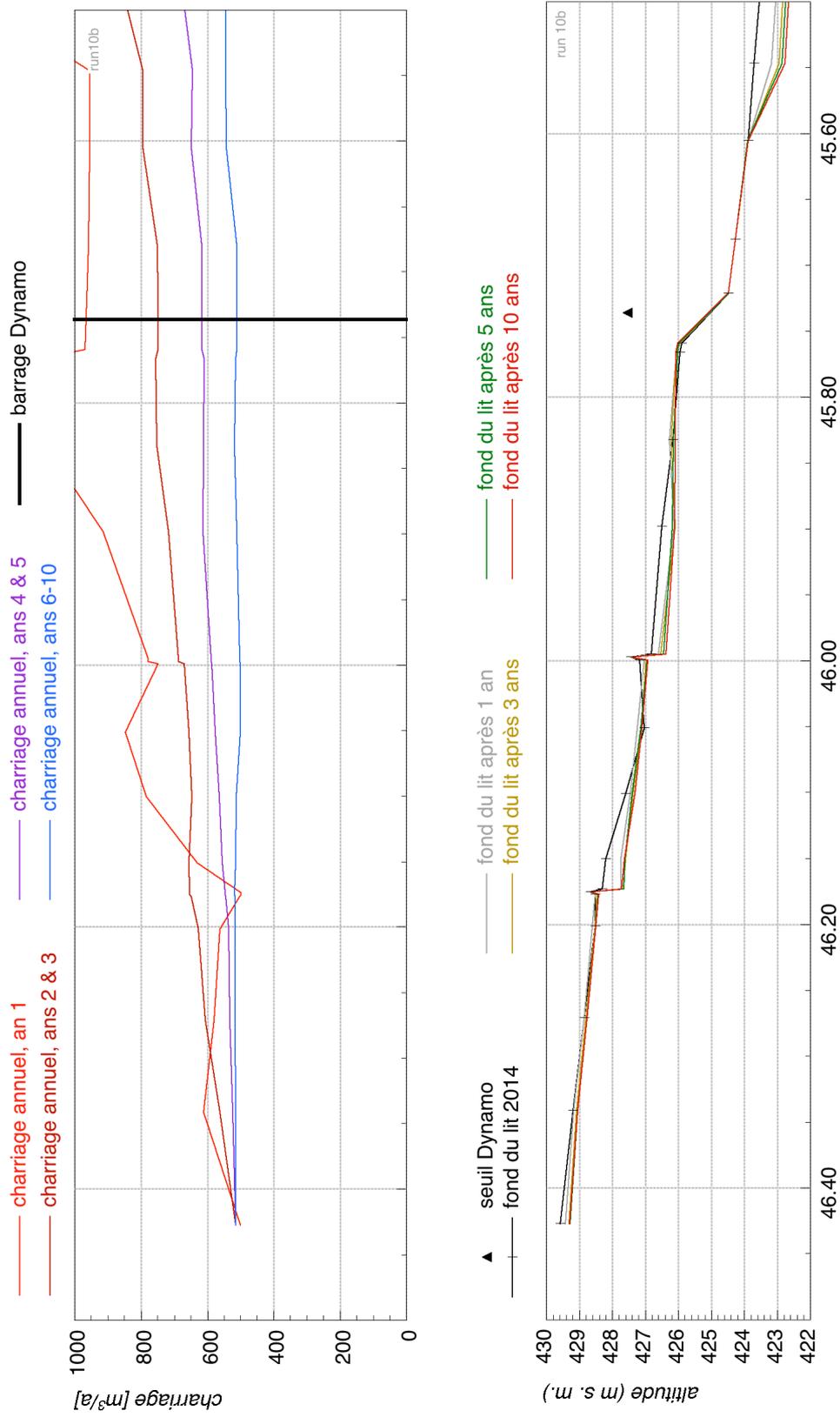


Image 5.39. Profil longitudinal de la Birse à l'installation hydroélectrique Dynamo (108) à l'état actuel. En haut : charge en matériaux de charriage avec un apport de $500 m^3/a$. En bas : modification du fond pendant 10 ans.

5.4.6 Barrage Bellerive

Description de l'installation

Installation	N° 109, Installation hydroélectrique, Bellerive km 40.3
Coordonnées	594'125/ 247'808
Exploitant-concessionnaire	Entrepôts de Bellerive SA
Cours d'eau	La Birse
Commune	Soyhières
Description de l'ouvrage (type, conception)	<p>Déversoir fixe (largeur env. 17 m, cote 402,33 m), légèrement courbe avec prise et centrale sur le côté droit. Deux vannes à sédiments.</p> <p>Débit de dotation : 0.82 m³/s</p> <p>Débit d'eau de production : 4.2 m³/s</p> <p>Niveau de retenue : 402.33 m.</p> <p>Hauteur de chute de l'ouvrage : 4.5 m, hauteur de chute nette pour la production d'énergie : 4.3 m</p>
Fonctionnement	<p>Réglementation de l'ouvrage entièrement automatique, mesure du niveau d'eau en amont.</p> <p>À partir d'un débit de 23 m³/s dans la Birse, la vanne droite s'ouvre automatiquement. Ainsi, le niveau d'eau peut être maintenu constamment à 402.60 (27 cm au-dessus du niveau de retenue). Après ouverture complète de la vanne droite, la vanne gauche est également ouverte. Au total, 29 m³/s sont évacués par les vannes.</p> <p>L'alimentation de l'usine est fermée et les turbines arrêtées dès que le débit de la Birse atteint 45 m³/s dans la Birse.</p> <p>Au bout de la trémie d'alimentation, avant l'ouvrage de prise, se trouve un dépotoir à alluvions. Grâce à la vanne (2.50 m x 1.6 m) dans la paroi gauche, le dépotoir et le bassin de rétention peuvent être purgés et les matériaux charriés passent directement dans le bief aval. La turbine est arrêtée en moyenne environ six jours par an (valeur moyenne calculée à long terme).</p> <p>Source d'informations [29].</p>
Accumulations (matériaux charriés, matière fine, débris flottants)	Des bancs de gravier se trouvent en aval du déversoir.
Composition	Composition des matériaux charriés (Image 5.22) : dm = 3.2 cm
Exploitation, volumes d'extraction	Pas d'extractions de gravier.

Régime de charriage, passage de matériaux charriés	Des calculs hydrauliques ont été réalisés dans la retenue pour différents débits (voir chapitre suivant).	
	Avec le fonctionnement actuel le transport des matériaux de charriage à travers l'ouvrage est possible à partir d'un débit de 82 m ³ /s, ce qui correspond à un débit Q _{1j}	
Quantité de matériaux charriés, caractérisation des matériaux solides (diamètre max)	État actuel : 850 m ³ / a État naturel : 1'380 m ³ / a État après mesures : 1'270 m ³ /a	
Morphologie du bief amont et aval	Bief amont : tronçon aménagé avec structures de lit insignifiantes et fond en gravier. Remous d'exhaussement en amont de l'installation. Bief aval : la Birse est aménagée et s'écoule parallèlement à la route. Fond du lit en gravier.	
Degré de l'atteinte	Faible	
Atteinte grave oui/non	Morphologie	non
	Protection contre les crues	non
	Eaux souterraines	non
Potentiel écologique	Moyen	
Importance du charriage	Important	
Mesures	Aucune	
Investissement	-	
Priorité	-	
Délai	-	

*Image 5.40
Barrage avec installation de prise d'eau et vannes à sédiments automatisées à gauche et l'installation de dotation à droite.
Vue vers l'aval.*

26.9.2013



Image 5.41
Installation de dotation avec
vannes à sédiments, ainsi
que seuil recourbé avec
crête de barrage fixe à
droite de l'image.

26.9.2013



Calculs hydrauliques

Modèle

Le modèle hydraulique se base sur des profils transversaux établis par l'OFEV en 2007 [15] en aval de l'installation et sur des profils transversaux établis dans le cadre de cette planification en août 2014 [17] en amont du barrage.

Pour le barrage, on a utilisé le rapport niveau d'eau-débit [29].

Débits

Les calculs hydrauliques ont été effectués pour les débits caractéristiques suivants :

$$Q_{18j} = 31 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{9j} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1j} = 82 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 151 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = 181 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour les calculs du charriage, on a utilisé une courbe de valeurs classées représentant les débits mesurés entre 1994 et 2013. Les débits mesurés aux stations de Moutier et de Soyhières ont été interpolés en tenant compte de l'extension du bassin versant intermédiaire. Le débit maximal de la courbe de valeurs classées est de $300 \text{ m}^3/\text{s}$.

Transports de matériaux

Le transport de matériaux a été simulé sur une durée de dix ans. La courbe des valeurs classées a été répétée dix fois. À l'extrémité supérieure du modèle, les matériaux ont été ajoutés en fonction du débit de manière à ce qu'il en résulte un apport de $1270 \text{ m}^3/\text{a}$. Cette valeur correspond à l'apport de matériaux de charriage de la Birse à l'entroit de l'installation après les mesures d'assainissement dans l'entier du bassin versant de la Birse (incluant les mesures sur territoire bernois).

État actuel
Image 5.38 et Image
5.39

Des matériaux de charriage peuvent être transportés à travers le barrage à tous les débits étudiés. Cependant, les matériaux n'arrivent pas jusqu'au barrage à tous les débits. Si le débit est inférieur à $82 \text{ m}^3/\text{s}$, la force d'entraînement déterminante pour le transport des matériaux dans le chenal d'alimentation de l'usine tombe en-dessous du seuil critique de 0.047. Avec un débit $\geq 82 \text{ m}^3/\text{s}$, les matériaux sont transportés à travers tout le bassin de retenue.

Les trois premières années de la simulation du transport, une petite quantité de matériaux de charriage se dépose dans la retenue, et devant le barrage, les sédiments de graviers fins sont érodés. Durant cette phase, le fond de la Birse s'adapte aux conditions hydrauliques en cas de crue. Les années suivantes, les matériaux sont transportés sans laisser de dépôt à travers la retenue, et la cote du fond ne change plus. En moyenne, tous les matériaux apportés par charriage peuvent passer à travers le barrage (valeur moyenne calculée à long terme). Dans le régime actuel, les matériaux sont transportés lorsque le débit $\geq 82 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui correspond à Q_{1j} .

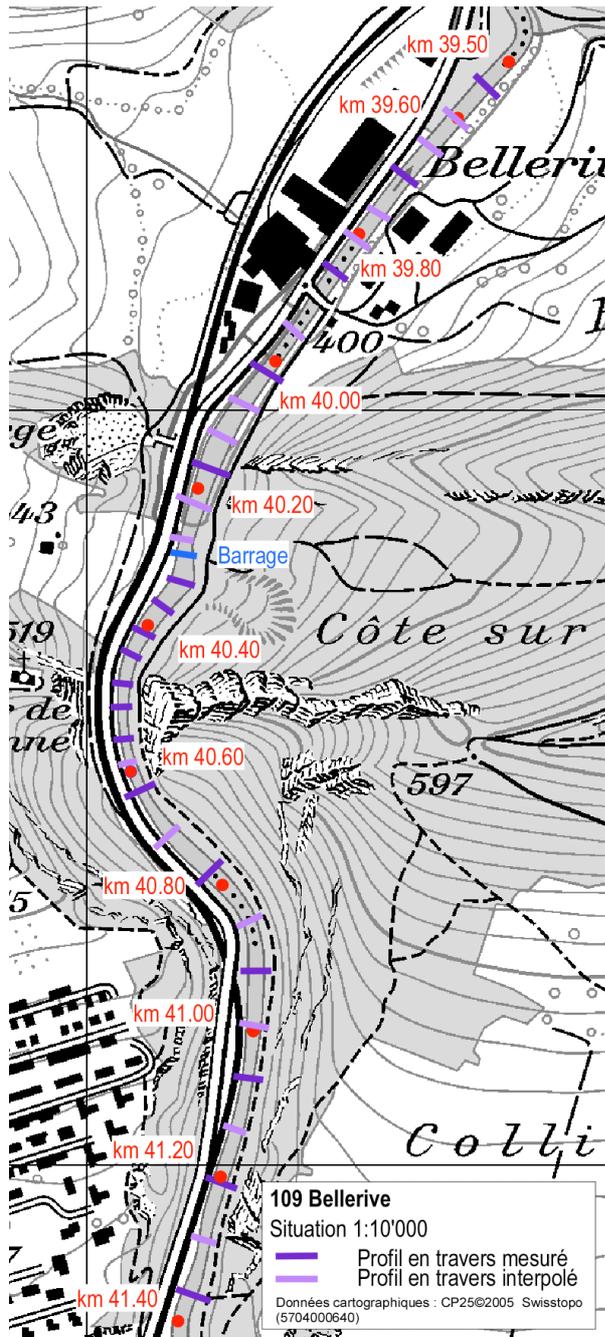


Image 5.42 : Kilométrage le long de la Birse et localisation des profils en travers utilisés pour le calcul hydraulique près de l'installation 109 Bellerive.

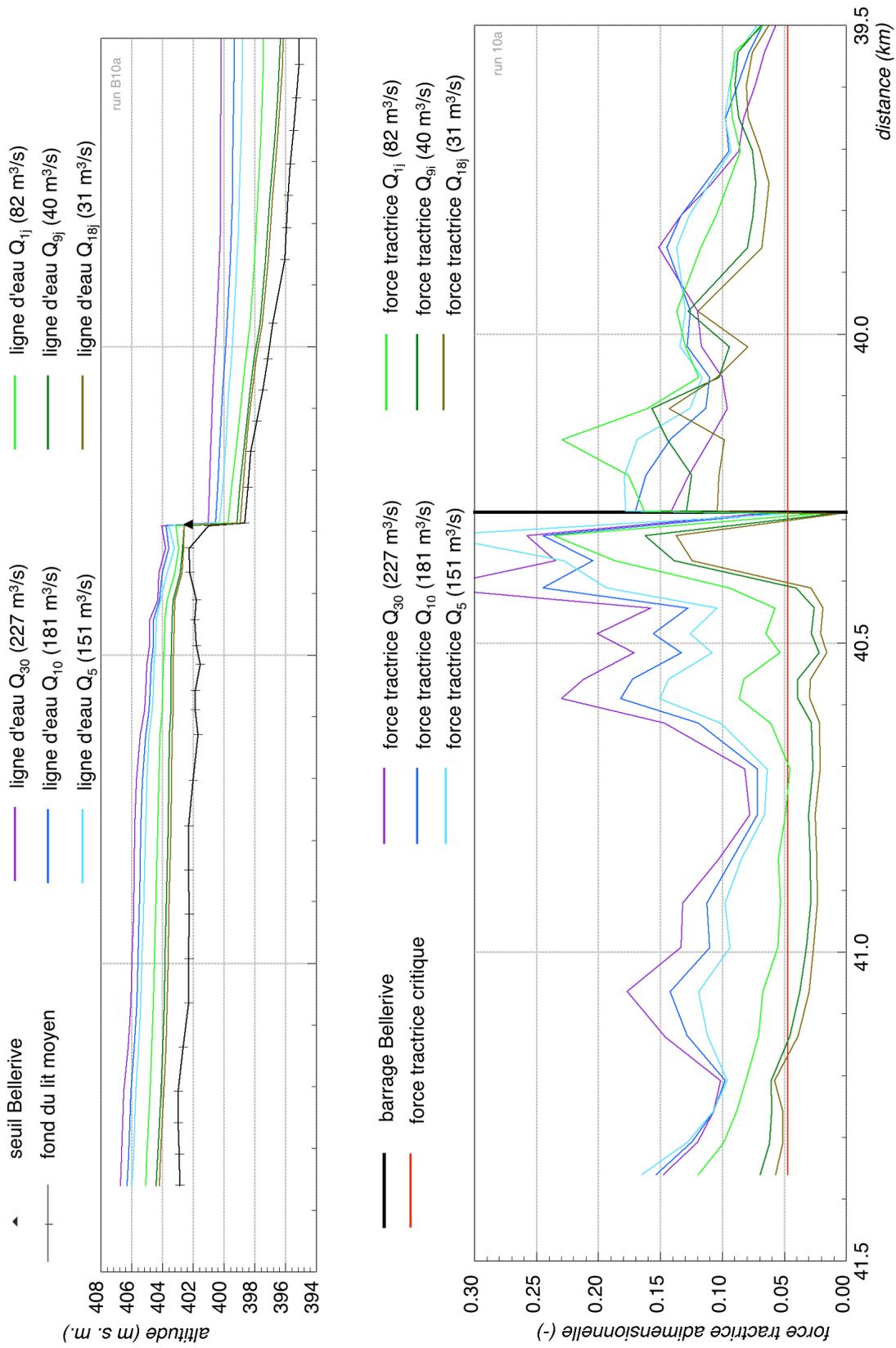


Image 5.43. Profil longitudinal de la Birse à l'installation hydroélectrique Bellerive (109) à l'état actuel. En haut : lit moyen et tracé du niveau d'eau. En bas : force tractrice unitaire adimensionnelle. Pour une valeur > 0,047 (ligne rouge), les matériaux peuvent être transportés dans le thalweg.

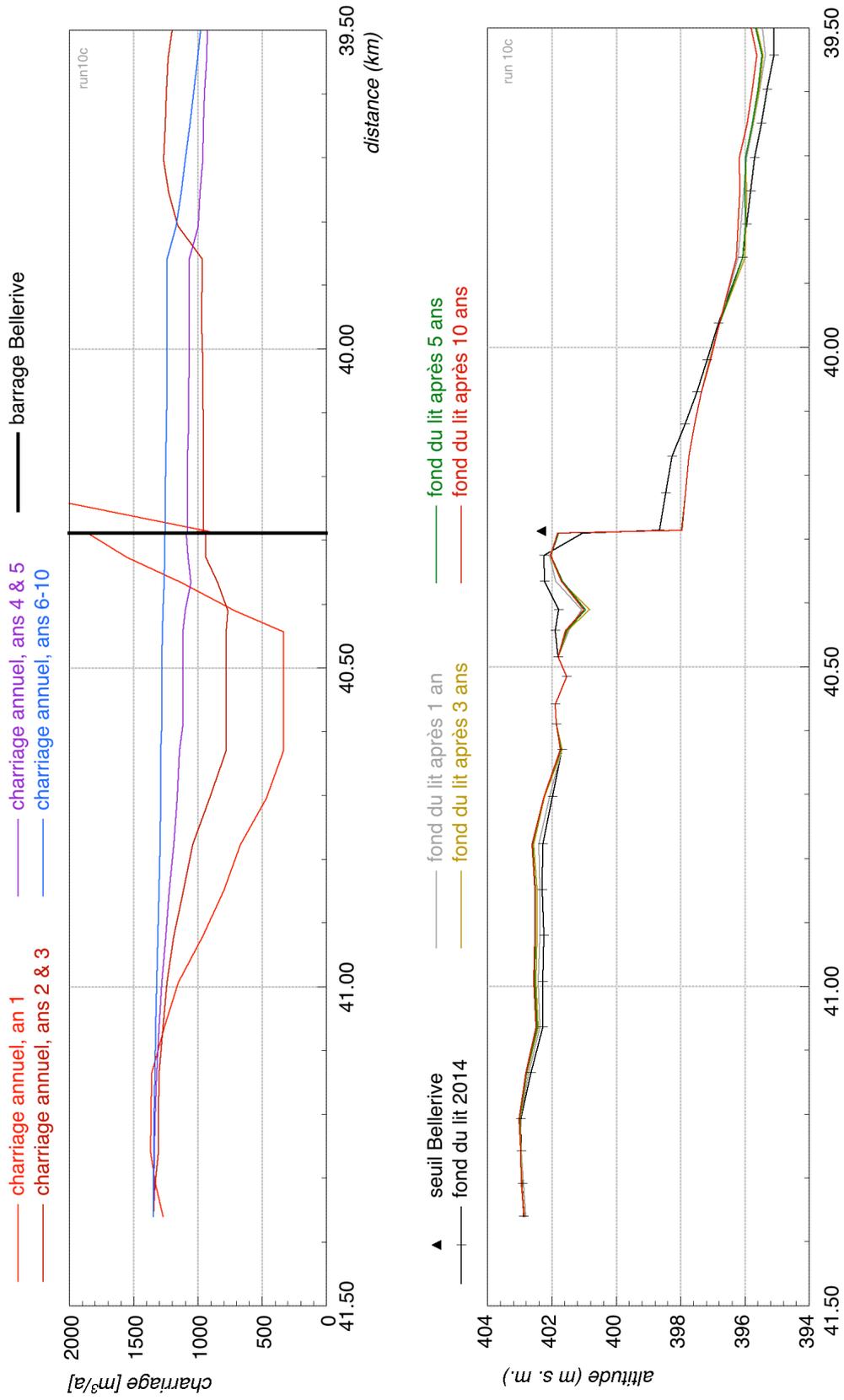


Image 5.44: Profil longitudinal de la Birse à l'installation hydroélectrique Belleverre (109) à l'état actuel. En haut : charge en matériaux de charriage avec un apport de 500 m³/a. En bas : modification du fond pendant 10 ans.

5.4.7 Profil longitudinal de la charge en matériaux de charriage

État de référence ou proche de l'état naturel Les matériaux charriés proviennent essentiellement de la partie supérieure du bassin versant dans le canton de Berne, et des apports de la Scheulte, de la Sorne et du ruisseau de Mettembert (carte 1).

Image 5.45

À l'état naturel, la Birse, vers la frontière cantonale BE/JU, transportait $560 \text{ m}^3/\text{a}$. L'apport de la Scheulte faisait monter la charge en matériaux à $1'000 \text{ m}^3/\text{a}$, et la Sorne à $1'400 \text{ m}^3/\text{a}$. À la frontière JU/BL, la charge moyenne atteignait $1'440 \text{ m}^3/\text{a}$.

État actuel

Image 5.45

À la frontière cantonale BE/JU, la charge actuellement transportée est de $440 \text{ m}^3/\text{a}$. L'apport de la Scheulte, réduit, fait monter la charge à $750 \text{ m}^3/\text{a}$, et la Sorne à $870 \text{ m}^3/\text{a}$, soit environ 60% de la charge à l'état de référence. À la frontière JU/BL, la charge transportée atteint $850 \text{ m}^3/\text{a}$.

État après assainissement

Image 5.45

Les mesures proposées dans les chapitres 5.2.6 et 5.3.7 permettent de ramener la quantité de matériaux de charriage dans la Birse à sa valeur proche de l'état naturel.

Les mesures d'assainissement dans le canton de Berne, près de la frontière cantonale, permettent de faire passer la quantité de matériaux à $530 \text{ m}^3/\text{a}$. L'augmentation des apports de la Scheulte et de la Sorne font passer la charge près de Delémont à $1'300 \text{ m}^3/\text{a}$, soit plus de 90% de la valeur à l'état de référence. Jusqu'à la frontière JU/BL, la charge redescend à $1'250 \text{ m}^3/\text{a}$.

Les mesures d'assainissement sur les installations 106 Bleue Verte à 108 Dynamo permettent un transport annuel et donc plus régulier des matériaux de charriage.

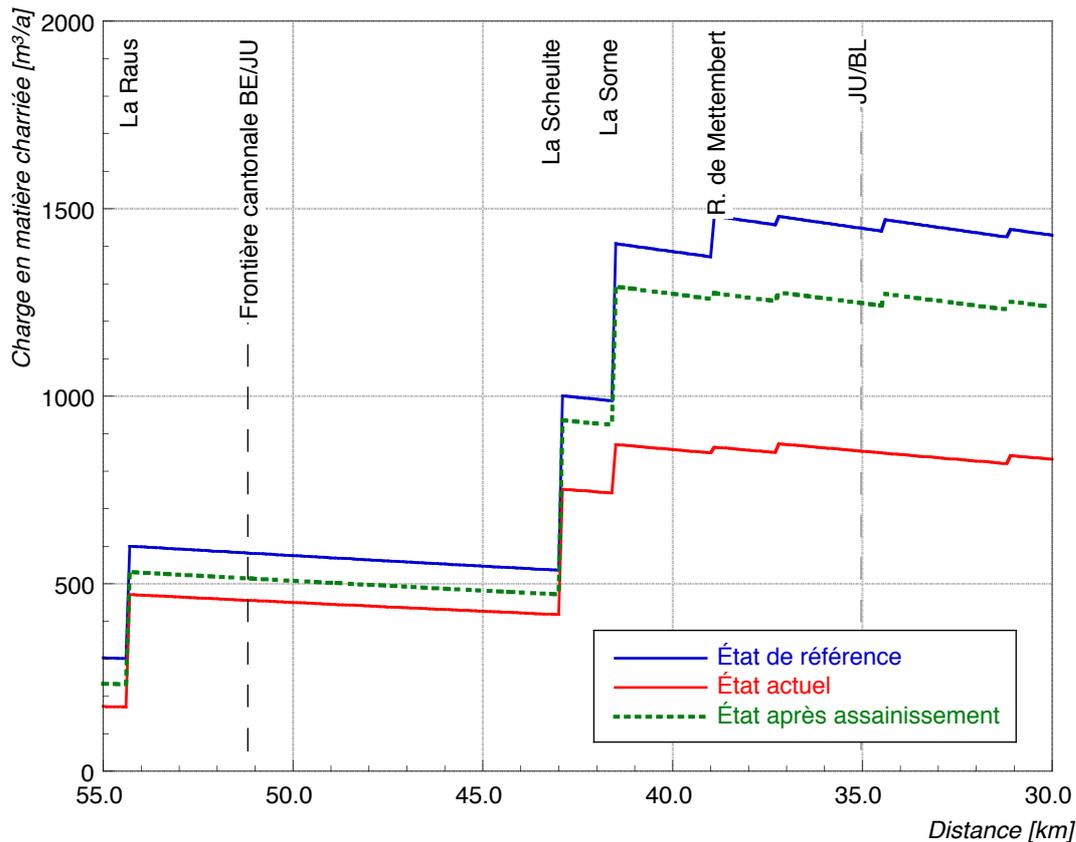


Image 5.45: Birse. Profil longitudinal de la quantité moyenne de matériaux de charriage à l'état de référence, à l'état actuel et à l'état après assainissement.

5.4.8 Tronçons subissant des atteintes graves

Le degré d'atteinte du cours d'eau est indiqué sur les cartes 1 et 2, pour toutes les installations examinées. Les atteintes graves au régime de charriage sont signalées en rouge, orange et jaune (resp. atteinte très grave, grave et moyenne).

L'étude des cours d'eau donne les résultats suivants :

Tronçons subissant des atteintes graves

Le régime de charriage de **la Birse** subit une atteinte moyenne à partir de la frontière cantonale BE/JU jusqu'à l'embouchure de la Scheulte, qui apporte une quantité importante de matériaux charriés. L'atteinte est due aux installations situées dans le canton de Berne. Après assainissement des installations dans le canton de Berne, la Birse ne subirait plus d'atteinte grave dès la frontière cantonale.

La Birse subit une atteinte moyenne à partir de l'embouchure de la Sorne jusqu'à la frontière cantonale. La principale atteinte est imputable à l'apport de charriage fortement réduit de la

Sorne. L'assainissement du régime de charriage de la Sorne, permettrait de réduire l'atteinte au régime de la Birse.

Le **ruisseau de Movelier** subit une grave atteinte depuis l'installation 207 jusqu'à la confluence avec le ruisseau de Mettembert.

Le **ruisseau de Mettembert** subit une grave atteinte depuis l'installation 206 jusqu'à l'embouchure dans la Birse.

La Lucelle subit une atteinte moyenne à très grave entre le lac de Lucelle et la frontière cantonale.

Tronçons ne subissant pas d'atteintes graves

Les atteintes sont faibles dans les tronçons suivants :

- la Birse depuis la confluence avec la Scheulte jusqu'à la confluence avec la Sorne,
- le ruisseau de Mettembert depuis l'embouchure du ruisseau de Movelier jusqu'à l'installation 206,
- la Réselle de Soyhières entre l'installation 301 et la confluence avec le ruisseau de Mettembert.

Les tronçons suivants ne sont pas atteints :

- la Lucelle entre l'installation 420 et l'installation 203,
- le Bief de Lai Pirre à partir de l'installation 428 jusqu'à la Lucelle.

5.4.9 Charge nécessaire en matériaux de charriage

Charge nécessaire

Pour un cours d'eau dont le régime de charriage est altéré, l'apport des matériaux charriés doit être adapté de façon à ce qu'une morphologie similaire et une dynamique morphologique comparable au régime de charriage non altéré puisse être mise en place dans les tronçons peu ou pas altérés dans leur tracé et dans la géométrie de leur chenal. Cela signifie que des bancs de gravier comparables par leur étendue et leur renouvellement doivent pouvoir se former dans ces secteurs.

Dans les cours d'eau à faible rapport entre charge en matériaux de charriage et débit, la part de matériaux qui peut être retirée du réseau hydrographique sans atteinte grave au régime de charriage est petite. Inversement, dans les cours d'eau à rapport élevé entre charge en matériaux de charriage et débit, la part de matériaux qui peut être retirée sans atteinte grave au biotope est plus grande.

Le Tableau 5.8 présente divers cours d'eau avec le débit Q_{9j} , la charge moyenne en matériaux charriés et le rapport entre les deux. Il en ressort que la Birse, comparée à des cours d'eau préalpin, présente un faible rapport. De ce fait, l'impact des installations sur la charge en matériaux charriés doit rester plutôt faible afin de ne pas porter gravement atteinte au régime de charriage.

Tableau 5.8: Sélection de cours d'eau avec Q_{9j} et la charge de fond moyenne à l'état non altéré (avec ouvrages). Q_{9j} : débit atteint ou dépassé 9 jours par an.

Cours d'eau / Lieu	Q_{9j} [m^3/s]	Charriage à l'état non altéré [m^3/a]	Rapport charriage/ Q_{9j}
Doubs, Ocourt	136	1'200	9
Limmat, Zurich	234	2'600	11
Reuss, Mellingen	331	env. 10'000	30
Birse, Soyhières	40	1'450	36
Thur, Andelfingen	173	env. 10'000	58
Rhin, Diepoldsau	612	env. 80'000	130
Thur, Jonschwil	86	13'500	157
Wigger, Zofingen	18	2'900	161
Sitter, St. Gallen	45	8'300	184
Kleine Emme, Littau	62	env. 15'000	242

Étude cartographique des bancs de gravier (d'après [2]).

À l'état naturel, la Birse montrait un cours sinueux à ramifié, avec des bancs de gravier le long des rives convexes et des îlots de gravier. À cause des déplacements réguliers et de la relativement faible turbidité, les bancs de gravier étaient le plus souvent faits de couches meubles.

Sur la carte Siegfried n'apparaissent que trois îlots sur un court tronçon. La carte ne montre pas de bancs de gravier.

Si l'on reporte sur la carte Siegfried les bancs de gravier *potentiels* le long des rives convexes entre Courrendlin et Courroux, il en résulte une superficie moyenne des bancs de gravier de 1'100m² et un volume de gravier à renouveler annuellement d'environ 490 - 570m³/a.

Les facteurs de correction à prendre en compte selon [2] (morphologie, turbidité et pente) pour la Birse se montent à :

morphologie	1.5 – 1.75
turbidité	1.0
pente	1.0

La charge en matériaux de charriage ainsi obtenue est de l'ordre de grandeur de l'état de référence (550m³/a). La

	cartographie des bancs de gravier potentiels a plutôt tendance à surestimer la charge en matériaux nécessaire.
<i>Charge transportable</i>	Les modélisations effectuées dans les retenues des quatre usines hydro-électriques sur la Birse montrent que la charge en matériaux de charriage à l'état de référence peut être transportée vers l'aval sans atterrissement notable du fond (avec une ouverture du barrage un à trois jours par an). On peut donc admettre que dans les tronçons sans usine hydro-électrique, la quantité de matériaux transportable est nettement plus élevée.
<i>Conséquences</i>	D'après l'estimation de la charge nécessaire par l'approche morphologique [2], la comparaison avec d'autres cours d'eau de Suisse et la quantité de matériaux transportable, la charge à l'état après assainissement devrait être d'au moins 80% de celle à l'état de référence. Cette valeur correspond aux exigences dans le canton de Bâle-Campagne.

5.4.10 Potentiel écologique et importance du régime de charriage

<i>Potentiel écologique</i>	Dans la planification de la revitalisation, le potentiel écologique de la Birse et de ses affluents, le ruisseau de Mettembert, la Réselle de Soyhières et la Lucelle, est ainsi évalué :
<i>Potentiel écologique important</i>	La Birse entre Courrendlin et Delémont. La Lucelle à partir du lac de Lucelle.
<i>Potentiel écologique moyen</i>	La Birse dans la zone de Von Roll (Choindez) et à partir du Colliard (en aval de Delémont). Ruisseau de Mettembert en aval du piège à gravier à Soyhières et la Réselle de Soyhières. La Lucelle et les affluents en amont du lac de Lucelle.
<i>Potentiel écologique faible</i>	La Birse vers Choindez (sauf le tronçon mis sous tuyau Von Roll), parties du Ruisseau de Mettembert et de la Réselle de Soyhières.
<i>Importance du régime de charriage</i>	L'importance du régime de charriage pour la morphologie du cours d'eau est évaluée ainsi :
<i>Charriage important</i>	Tout le cours de la Birse.
<i>Charriage moyenne</i>	Ruisseau de Mettembert à partir de l'embouchure du ruisseau de Movelier jusqu'à la Birse. La Lucelle à partir du lac de Lucelle.

<i>Charriage faible</i>	<p>Ruisseau de Movelier.</p> <p>Réselle de Soyhières.</p> <p>La Lucelle et ses affluents en amont du lac de Lucelle (Ziegelkopf).</p>
Conséquences	<p>L'assainissement du régime de charriage est prioritaire avant tout dans la Birse et dans une moindre mesure dans le ruisseau de Mettembert et la Lucelle à partir du lac de Lucelle.</p>

5.4.11 Planification des mesures

Au total, il y a sur la Birse et les affluents examinés (à l'exception de la Sorne et la Scheulte) dix installations, dont six causent des atteintes graves à la morphologie en aval. Pour cinq de ces installations, des mesures suivantes proposées pour assainir le régime de charriage. Pour la sixième (n° 207, Ruisseau de la Combe), aucune mesure n'est recommandée car le ruisseau est périodiquement à sec et qu'il y a un apport latéral de matériaux de charriage en aval.

Les mesures pour les installations hydroélectriques sur la Birse sont similaires. Ils peuvent être mis en œuvre d'une façon coordonnée.

Installation 106
Barrage Bleue-Verte,
Choindez

Mesure : à partir d'un débit $\geq Q_{1j} = 11\text{m}^3/\text{s}$, ouvrir le barrage 24h par an. Ouvrir complètement au moins deux vannes et assurer un écoulement libre.

La mesure proposée permet le transport vers l'aval, une fois par année, de l'ensemble des matériaux apportés de l'amont, et donc un assainissement du régime de charriage.

Pour ce qui concerne l'exploitation, cela signifie que les eaux de la Birse ne peuvent pas être utilisées pendant quelques heures par année (réduction temporelle de 1 – 2‰). Cette restriction peut être considérée comme supportable.

La mesure a le degré de priorité 1 et peut être mise en œuvre rapidement (délai 2016).

Installation 107
Barrage Moulin des
Roches, Courrendlin

Mesure : à partir d'un débit $\geq Q_{1j} = 11\text{m}^3/\text{s}$, abaisser complètement la vanne du déversoir pendant 24h par an et assurer un écoulement libre.

La mesure proposée permet le transport vers l'aval, une fois par année, de l'ensemble des matériaux apportés de l'amont, et donc un assainissement du régime de charriage.

Pour ce qui concerne l'exploitation, cela signifie que les eaux de la Birse ne peuvent pas être utilisées pendant quelques heures par année (réduction temporelle d'environ 1‰). Cette restriction peut être considérée comme supportable.

La mesure a le degré de priorité 1 et peut être mise en œuvre rapidement (délai 2016).

Installation 108
Barrage Dynamo,
Courrendlin

Mesure : à partir d'un débit $\geq Q_{1j} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$, abaisser complètement les vannes pendant 24h par an et assurer un écoulement libre.

La mesure proposée permet le transport vers l'aval, une fois par année, de l'ensemble des matériaux apportés de l'amont, et donc un assainissement du régime de charriage.

Pour ce qui concerne l'exploitation, cela signifie que les eaux de la Birse ne peuvent pas être utilisées pendant quelques heures par année (réduction temporelle d'environ 1‰). Cette restriction peut être considérée comme supportable.

La mesure a le degré de priorité 1 et peut être mise en œuvre rapidement (délai 2016).

Installation 203
La Lucelle, Pleigne-
Lucelle

Mesure : extraction du gravier du dépotoir et déversement en aval du lac de Lucelle, à un endroit approprié, qu'il convient d'aménager. La quantité moyenne à déverser devrait être de l'ordre de $60 - 70 \text{ m}^3/\text{a}$. La composition des matériaux extraits du dépotoir reste à définir ; il est préférable de les trier par tamisage (après avoir défini le diamètre maximal et minimal).

Selon les informations de P. Stucki (Aquabug) [46], une augmentation des matériaux charriés n'est en principe pas un problème pour les populations d'écrevisses à pattes blanches que l'on trouve dans la Lucelle [4]. Il faut veiller à ce que la structure des rives ne soit pas trop fortement modifiée. Toutes les mesures doivent être discutées auparavant avec des spécialistes.

Cette mesure permet l'assainissement du régime de charriage de la Lucelle.

Les coûts sont faibles (< Fr. 100'000.- au total pour une période de 40 ans) pour une mesure réalisable et proportionnée.

La mesure a le degré de priorité 1 et peut être mise en œuvre rapidement.

Installation 206
Ruisseau de Mettembert,
Soyhières

Mesure : agrandir la distance entre les poutres de 30 – 40 cm afin de laisser passer le charriage en aval. Lors de faibles crues, une partie des matériaux peut être transportée vers l'aval. Lors de forts débits de crue, les ouvertures sont embâclées et la plus grande partie des matériaux charriés

restent dans le dépotoir. L'ouvrage sera redimensionné dans le cadre d'un projet de protection contre les crues du Ruisseau de Mettembert.

Dans le dernier tronçon avant l'embouchure avec la Birse, les mesures de protection contre les crues sont insuffisantes et les sédiments se déposent temporairement entre les seuils de fond. Tant que les seuils sont toujours visibles au fond du lit, la situation ne semble pas encore problématique. On ne peut exclure une aggravation de la situation après la réalisation de la mesure. Les conditions de transport dans le tronçon avant la confluence avec la Birse pourraient s'améliorer avec la suppression du dernier seuil.

Si l'on observe un atterrissement dans le tronçon près de l'embouchure et une atteinte à la protection contre les crues, il est possible de réduire à nouveau l'espace entre les poutres pour retenir tous les matériaux charriés.

Les coûts sont très faibles pour une mesure de grande utilité pour le ruisseau du Mettembert (et d'une faible utilité pour la Birse), et facile à mettre en œuvre.

La mesure devra faire l'objet d'une évaluation spécifique sur son impact sur les eaux souterraines (zone S3 en préparation). Une étude hydrogéologique devra accompagner l'avant-projet, voire le projet d'ouvrage.

En raison de cette situation plutôt défavorable (protection contre les crues), la mise en œuvre de la mesure est recommandée en deuxième priorité.

Tableau 5.9: Installations dans le bassin versant de la Birse portant gravement atteinte au régime de charriage et mesure d'assainissement, avec indication des coûts, de l'utilité, de la proportionnalité, de la faisabilité, de la praticabilité, du degré de priorité, des délais et de la suite de la procédure.

Installation n° / installation / exploitant / cours d'eau	Mesure / type de mesure	Coûts / utilité / proportionnalité	Faisabilité / praticabilité	Degré de priorité (1, 2, 3)	Délais / suite de la procédure
106 / Installation hydroélectrique, Bleue-Verte / Bleue-Verte SA / La Birse	Ouverture complète d'au moins deux vannes pendant 24h par an pour un débit $\geq 21\text{m}^3/\text{s}$ / mesure opérationnelle	Faibles / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Planification et mise en œuvre 2016
107 / Installation hydroélectrique, Moulin des Roches / UE Moulin des Roches SA / La Birse	Abaissement complet de la vanne du déversoir pendant 24h par an pour un débit $\geq 21\text{m}^3/\text{s}$ / mesure opérationnelle	Faibles / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Planification et mise en œuvre 2016
108 / Installation hydroélectrique, Dynamo / UE Moulin des Roches SA / La Birse	Ouverture complète d'au moins deux vannes pendant 24h par an pour un débit $\geq 21\text{m}^3/\text{s}$ / mesure opérationnelle	Faibles / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Planification et mise en œuvre 2016
203 / Dépotoir à alluvions / Fondation du lac de Lucelle La Lucelle	Extraction de gravier, éventuellement criblage, et déversement en aval du lac de Lucelle / mesure opérationnelle	Faibles / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Mise en œuvre dès 2018
206 / Dépotoir à alluvions / Commune de Soyhières	Modification de l'ouvrage (élargissement de l'espace entre les poutres ou mesure similaire) / mesure constructive	Faibles / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Planification en cours, mise en œuvre jusqu'en 2016

6 Bassins versants de l'Allaine et de la Vendline

6.1 Réseau hydrographique

Le bassin versant de l'**Allaine** comprend le réseau ramifié des cours d'eau entre Charmoille et Porrentruy, ainsi que la partie en aval jusqu'à Boncourt. Les principaux affluents de l'Allaine sont le ruisseau de Fregiécourt, le ruisseau de Cornol, le ruisseau du Jonc, le Pichou ainsi que le cours d'eau temporaire débouchant à l'ouest de Porrentruy (Creugenat, déversoir occasionnel). Il n'y a aucun affluent important entre Porrentruy et Boncourt.

Près de Boncourt, il existe une station de mesure du débit de l'Allaine, avec les débits classés [6][7].

Tableau 6.1: Superficie du bassin versant (BV) et débits classés à la station de mesure sur l'Allaine près de Boncourt.

Station de mesure	BV [km ²]	Q18j [m ³ /s]	Q9j [m ³ /s]	Q1j [m ³ /s]	Q5 [m ³ /s]	Q10 [m ³ /s]	Q30 [m ³ /s]
Allaine, Boncourt (à partir de 1984)	215	10.5	14.8	32.5	53	60	71

La Vendline draine le bassin versant nord-est entre Vendlincourt et Beurnevésin.

6.2 L'Allaine et ses affluents

6.2.1 Morphologie

L'Allaine prend sa source à Charmoille, s'écoule d'abord vers l'ouest et recueille jusqu'à Porrentruy tous les affluents importants qui débouchent depuis le sud. L'Allaine s'écoule ensuite dans une vallée plutôt étroite en direction du nord/nord-ouest vers Boncourt. Le point le plus haut culmine à 1'000 m.s.m. et le bassin versant atteint son altitude minimale de 360 m.s.m. à la frontière nationale à Boncourt.

Les matériaux charriés proviennent surtout de la partie amont du bassin versant entre le Mont Perrou et le col de la Croix. À l'état naturel, quelques sédiments s'introduisent dans le réseau hydrographique entre Porrentruy et Boncourt par l'érosion des rives et des versants.

La morphologie de l'Allaine est essentiellement sinueuse. Les méandres sont particulièrement marqués entre Porrentruy et Courchavon, où les rives sont à peine aménagées, les rives convexes et concaves bien visibles et la largeur du lit très variable (Image 6.1, Image 6.2).

En amont de Porrentruy, dans les parties sinueuses, quelques îlots se sont formés (Image 6.3).

Image 6.1:

L'Allaine vers Sous le Fahy (en aval de Porrentruy) avec un méandre prononcé, une rive convexe et des rapides. Direction de l'écoulement de droite à gauche.

21.8.2013



Image 6.2:

L'Allaine vers Sous le Fahy (en aval de Porrentruy) avec des rives bien érodées vers la gauche et un grand bassin. Vue dans le sens de l'écoulement.

21.8.2013



Image 6.3:

L'Allaine à Alle avec îlot de gravier (installation n° 202). Vue vers l'amont.

18.6.2013



6.2.2 Installations et évaluation

Au total, on recense douze installations dans le bassin versant de l'Allaine. Parmi ces installations, on compte quatre usines hydroélectriques et huit dépotoirs à alluvions ou à bois flottants.

Le Tableau 6.2 donne la liste des installations et leur évaluation. Elles sont décrites en détail à l'Annexe A3.

Installations portant gravement atteinte au régime de charriage

Piège à graviers de crue, n° 202, L'Allaine, Alle

Dans le bassin versant de l'Allaine, les installations suivantes portent gravement atteinte au régime de charriage :

Les extractions périodiques de gravier (env. tous les cinq ans) provoquent une rétention temporaire des sédiments et un déficit de charriage en aval. On ne dispose pas de chiffres sur les quantités extraites. Si l'on admet que le fond est creusé d'un mètre dans la partie élargie, on obtient un volume d'extraction de 100m^3 , soit une réduction de la charge en matériaux charriés de $\varnothing 20\text{m}^3/\text{a}$. L'installation porte gravement atteinte au régime de charriage.

Le régime de charriage est à assainir dans le cadre des travaux pour la protection contre les crues de Alle (cf. chap. 6.2.5).

Barrière à sédiments, n° 404, Ruisseau de Fregiécourt, La Baroche

Cette installation comprend un barrage de béton avec une ouverture rectangulaire, la section du déversoir et le volume de rétention en amont. Les matériaux charriés restent dans le dépotoir et ne sont pas transportés vers l'aval (atteinte grave au régime de charriage).

Comme tous les matériaux de charriage sont déjà retenus dans l'installation 405, il n'y a presque pas d'apport de matériaux vers l'installation 404. Le dépotoir n'est donc pas entretenu.

En cas de passage des matériaux de charriage à travers l'installation 405, il faut également assainir l'installation 404.

Barrière à sédiments, n° 405, Ruisseau de Fregiécourt, La Baroche

En cas de crue, le barrage en béton à ouverture rectangulaire provoque un remous d'exhaussement et la sédimentation complète des matériaux charriés. L'ouvrage sert avant tout à retenir les bois flottants.

Les chiffres disponibles sur les quantités extraites et une expertise sur place (volume de gravier déposé d'environ 100m^3), permettent de supposer une quantité prélevée de $20\text{m}^3/\text{a}$ en moyenne. Il n'y a pas ou peu de matériaux qui sont transportés plus loin.

L'extraction du gravier provoque des érosions locales, le pavage du lit et l'absence de bancs de gravier en aval.

Cette installation porte gravement atteinte au régime de charriage. Une mesure d'assainissement est nécessaire.

Installations sans atteinte grave du régime de charriage	Dans le bassin versant de l'Allaine, les installations suivantes ne causent aucune atteinte grave au régime de charriage :
<i>Installation hydroélectrique, n° 124. Le Jonc, Courgenay</i>	L'installation est hors service et aucun élément de l'installation dans le cours d'eau n'empêche le passage du charriage. Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.
<i>Installation hydroélectrique, n° 125. L'Allaine, Buix</i>	Le charriage est transporté par intermittence par-dessus le déversoir fixe lors de forts débits de crue. La centrale hydroélectrique est hors service. Il y a une faible atteinte au régime de charriage.
<i>Installation hydroélectrique, n° 130. L'Allaine, Courchavon</i>	Le charriage est transporté par intermittence par-dessus le déversoir fixe lors de forts débits de crue. La centrale hydroélectrique est hors service. Il y a une faible atteinte au régime de charriage.
<i>Installation hydroélectrique, n° 131. L'Allaine, Boncourt</i>	Les matériaux de charriage sont transportés vers l'aval à travers le canal de droite, par le canal en amont ou par-dessus le déversoir fixe (présence de bancs de gravier) lors de débits de crue. La centrale hydroélectrique est hors service. Il y a une faible atteinte au régime de charriage.
<i>Piège à graviers de crue, n° 201. L'Allaine, Porrentruy</i>	En aval de la station de mesure, le cours d'eau s'élargit sur une longueur importante ; l'élargissement est suivi d'une rampe. Dans le haut de la partie élargie, des bancs de gravier se sont formés, et dans le bas, le chenal est plus étroit et vidé. Selon les renseignements fournis par la commune, une extraction de gravier a été effectuée en 2007. L'installation laisse déjà passer les matériaux, ou elle les laissera passer dans quelques années. L'impact sur le régime de charriage sera faible à nul. Aucune mesure d'assainissement n'est nécessaire.
<i>Barrière à sédiments, n° 401. Ruisseau de Cornol, Cornol</i>	Lors de forts débits de crue, les matériaux sont transportés par intermittence à travers les petits bassins. Il n'y a aucune extraction connue. Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.
<i>Barrière à sédiments, n° 402, Ruisseau de Cornol, Cornol</i>	La mise en canal couvert provoque une retenue des eaux d'écoulement en amont. Le charriage est très faible, il n'y a aucun dépôt important visible. Il n'y a aucune extraction connue. Il y a une faible atteinte au régime de charriage.
<i>Barrière à sédiments, n° 425, Golatte, La Baroche</i>	En aval de la chute se trouve un petit mur avec une ouverture. Lors de forts débits de crue, les eaux d'écoulement sont retenues et une partie des matériaux peut se déposer dans le bassin

d'amortissement. Par la suite, lors de faibles débits de crue, les matériaux sont transportés vers l'aval à travers l'ouverture. Il n'y a qu'une faible atteinte au régime de charriage.

*Barrière à sédiments,
n° 427, Affluent Voyeboeuf,
Courgenay*

Les matériaux de charriage peuvent passer par-dessus le seuil comblé.

Il n'y a pas d'atteinte au régime de charriage.

Tableau 6.2 : Bassin versant de l'Allaine : installations avec indication du degré d'atteinte au régime de charriage et de la nécessité de prendre des mesures.

M : morphologie ; PCC : protection contre les crues ; ES : eaux souterraines.

Inst. n°	Installation / exploitant / cours d'eau	Degré d'atteinte	Atteinte grave au régime de charriage avec effet sur M / PCC / ES	Mesure oui / non avec justification
124	Installation hydroélectrique / Henri Schneider / Le Jonc	Aucune	Non / Non / Non	Non
125	Installation hydroélectrique / Nicolas Laurent / L'Allaine	Faible	Non / Non / Non	Non
130	Installation hydroélectrique / Pas de concessionnaire / L'Allaine	Faible	Non / Non / Non	Non
131	Installation hydroélectrique / Pas de concessionnaire / L'Allaine	Faible	Non / Non / Non	Non
201	Piège à graviers de crue / Commune de Porrentruy / L'Allaine	Faible	Non / Non / Non	Non
202	Piège à graviers de crue / Commune d'Alle / L'Allaine	Moyenne	Oui / Non / Non	Oui
401	Barrière à sédiments / Commune / Ruisseau de Cornol	Aucune	Non / Non / Non	Non
402	Barrière à sédiments / - / Ruisseau de Cornol	Faible	Non / Non / Non	Non
404	Barrière à sédiments / Commune / Ruisseau de Fregiécourt	Très important	Oui / Non / Non	Oui
405	Barrière à sédiments / Commune / Ruisseau de Fregiécourt	Très important	Oui / Non / Non	Oui

Inst. n°	Installation / exploitant / cours d'eau	Degré d'atteinte	Atteinte grave au régime de charriage avec effet sur M / PCC / ES	Mesure oui / non avec justification
425	Barrière à sédiments / - / Golatte	Faible	Non / Non / Non	Non
427	Barrière à sédiments / - / Affluent Voyeboeuf	Aucune	Non / Non / Non	Non

6.2.3 Profil longitudinal de la charge en matériaux de charriage

État de référence ou proche de l'état naturel Le charriage de matériaux concerne essentiellement le ruisseau de Fregiécourt et, dans une moindre mesure, le cours supérieur de l'Allaine, la Cornoline, le ruisseau du Jonc et le ruisseau de Courgenay (carte 2).

Image 6.4

À l'état naturel, l'Allaine, à l'embouchure du ruisseau de Fregiécourt, charriait environ 80m³/a. Avec les apports des affluents jusqu'à Porrentruy, la charge passait à 110m³/a, pour redescendre à environ 100m³/a à la frontière, à cause de l'abrasion.

État actuel

Image 6.4

En raison des extractions de gravier dans la partie supérieure du ruisseau de Fregiécourt (installation 405) et dans l'installation 202 (Allaine), la charge de matériaux à Alle n'est plus que de 35m³/a, puis elle augmente jusqu'à Porrentruy, passant à 65m³/a. Les faibles apports subséquents permettent de maintenir la charge à peu près à cette valeur jusqu'à Boncourt.

État après assainissement

Image 6.4

Les mesures proposées dans le chapitre 6.2.7 permettent de ramener la charge de l'Allaine en matériaux de charriage à son niveau proche de l'état naturel.

Ces mesures concernent le passage des matériaux aux installations 404 et 405 sur le ruisseau de Fregiécourt et la cessation des extractions de gravier à l'installation 202.

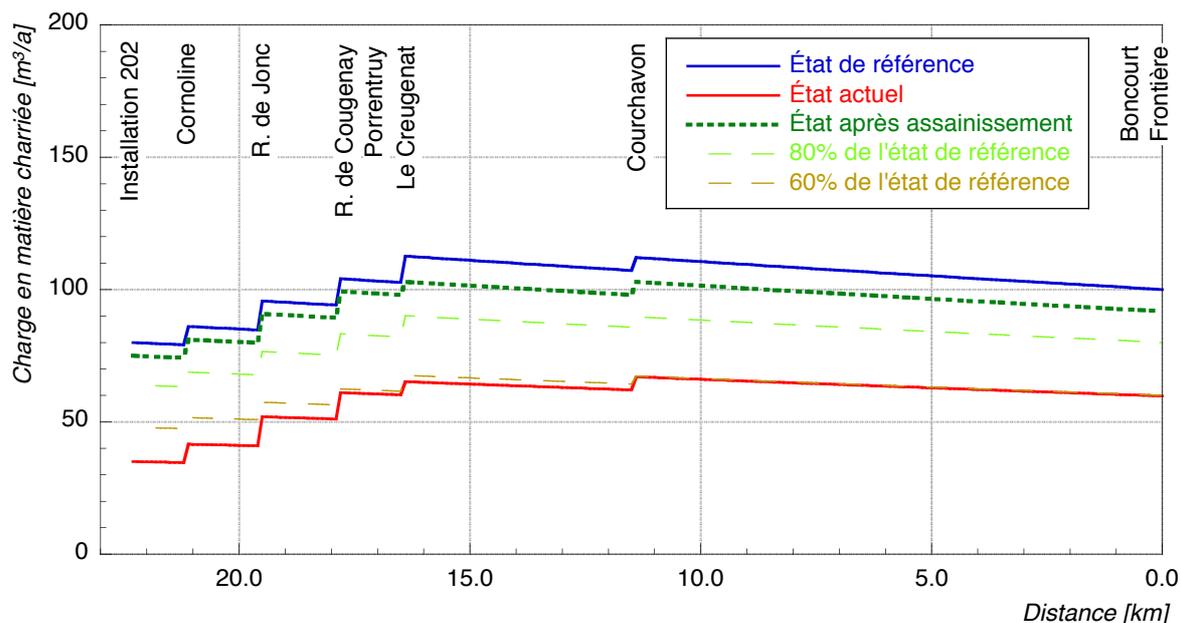


Image 6.4 : L'Allaine. Profil longitudinal de la charge moyenne en matériaux de charriage à l'état de référence, à l'état actuel et à l'état après assainissement.

6.2.4 Tronçons subissant des atteintes graves

Sur la carte 2, le degré d'atteinte du cours d'eau en aval de toutes les installations étudiées est indiqué. Les atteintes graves au régime de charriage sont signalées en rouge, orange et jaune (resp. atteinte très grave, grave et moyenne).

L'étude des cours d'eau dans le bassin versant de l'Allaine donne les résultats suivants :

Tronçons subissant des atteintes graves

Le **ruisseau de Fregécourt** subit des atteintes importantes à très importantes depuis l'installation 405 jusqu'à la confluence avec l'Allaine. Les principales atteintes sont dues aux installations 405 et 404.

L'Allaine subit des atteintes importantes entre l'installation 202 et Porrentruy, puis des atteintes moyennes jusqu'à la frontière (charge $\geq 60\%$ de l'état de référence).

Tronçons ne subissant pas d'atteintes graves

Le régime de charriage de la **Cornoline**, du **Jonc** et du **Voyeboeuf** n'est pas atteint (charriage naturel, couleur bleue).

6.2.5 Charge nécessaire en matériaux de charriage

Charge nécessaire L'Allaine est un cours d'eau à faible charge en matériaux de charriage ; par conséquent, les bancs de gravier y sont peu nombreux et plutôt petits. La charge ne doit pas être trop réduite si l'on veut maintenir une quantité suffisante de sédiments graveleux meubles.

Pour satisfaire à cette exigence, la réduction de la charge par rapport à l'état de référence ne doit pas excéder 20% (voir aussi les explications concernant la Birse, la Sorne et la Scheulte). En d'autres termes, la charge nécessaire doit atteindre au moins 80% de celle à l'état de référence.

6.2.6 Potentiel écologique et importance du régime de charriage

Potentiel écologique Dans la planification de la revitalisation, le potentiel écologique du réseau hydrographique de l'Allaine est évalué ainsi :

Potentiel écologique important L'Allaine avec ses affluents jusqu'à La Pran d'Alle.
Le ruisseau de Fregiécourt jusqu'à Le Fâtre Dessous.

Potentiel écologique moyen Tous les autres tronçons de cours d'eau.

Potentiel écologique faible Dans aucun tronçon de cours d'eau.

Importance du régime de charriage L'importance du régime de charriage pour la morphologie du cours d'eau est évaluée ainsi :

Charriage important Dans aucun tronçon de cours d'eau.

Charriage moyenne Le ruisseau de Fregiécourt.
L'Allaine dès la confluence avec le ruisseau de Fregiécourt.

Charriage faible Tous les autres tronçons de cours d'eau.

Conséquences L'assainissement du régime de charriage dans le bassin versant de l'Allaine est important avant tout sur l'Allaine à partir d'Alle et pour les cours d'eau ayant un charriage important (ruisseau de Fregiécourt).

6.2.7 Planification des mesures

Au total, on recense douze installations dans le bassin versant de l'Allaine, dont trois causent une atteinte grave à la morphologie en aval. Les mesures suivantes sont proposées pour assainir le régime de charriage.

**Installation 202
L'Allaine, Alle**

Mesure : mettre un terme aux extractions de matériaux dans l'installation 202.

L'assainissement des installations 404 et 405 permet le transport d'une plus grande quantité de matériaux de charriage vers l'installation 202. La charge en aval passerait de 35m³/a (valeur actuelle) à 75m³/a.

Il est recommandé d'examiner si l'augmentation de la charge en matériaux de charriage à Alle (et éventuellement aussi à Porrentruy) ne risque pas de provoquer un atterrissement du fond et de porter atteinte à la protection contre les crues. On peut pour cela calculer la capacité de transport ou mesurer les modifications du fond. Là où le fond est plus élevé, il convient d'examiner si l'on peut assurer la protection contre les crues par des mesures locales (relèvement des lignes de rivage, abaissement des seuils), ou s'il faut à nouveau extraire du gravier.

Installation est à assainir dans le cadre des travaux pour la protection contre les crues de Alle.

Cette mesure permet d'assainir le régime de charriage de l'Allaine jusqu'à la frontière.

Elle n'occasionne pas de coûts et est d'une grande utilité.

Sa mise en œuvre a le degré de priorité 1.

**Installations 405 et 404
Ruisseau de Fregiécourt,
La Baroche**

Le but des mesures est d'assurer le transit du charriage et de retenir les bois flottants en cas de forte crue. Pour ce faire, plusieurs mesures sont envisageables :

1. Transformer les deux barrages en béton en barrage à ouverture verticale et mettre fin aux extractions de gravier (retirer seulement les bois flottants).
2. Démonter un des barrages en béton, transformer l'autre en barrage à ouverture verticale et mettre fin aux extractions de gravier (retirer seulement les bois flottants).
3. Extraire le gravier de l'installation 405 (dépotier amont) et le déverser en aval de l'installation 404 à un endroit approprié.

La mesure 3 peut être rapidement mise en œuvre et elle occasionne des coûts très faibles (installation de la place de déversement du gravier).

Quant aux mesures 1 et 2, leur faisabilité doit encore être examinée. Les coûts sont faibles à moyens.

Ces mesures permettent l'assainissement du régime de charriage du ruisseau de Fregiécourt et une augmentation de

l'apport en matériaux de charriage dans l'Allaine.

Les coûts sont faibles à moyens, pour une mesure de grande utilité (ruisseau de Fregiécourt et Allaine jusqu'à la frontière).

La mesure devra faire l'objet d'une évaluation spécifique sur son impact sur les eaux souterraines (zone S2 en vigueur). Une étude hydrogéologique devra accompagner l'avant-projet, voire le projet d'ouvrage.

La mise en œuvre de la mesure a le degré de priorité 1.

Tableau 6.3 : Installations dans le bassin versant de l'Allaine portant gravement atteinte au régime de charriage et mesure d'assainissement, avec indication des coûts, de l'utilité, de la proportionnalité, de la faisabilité, de la praticabilité, du degré de priorité, des délais et de la suite de la procédure

Installation n° / installation / exploitant / cours d'eau	Mesure / type de mesure	Coûts / utilité / proportionnalité	Faisabilité / praticabilité	Degré de priorité (1, 2, 3)	Délais / suite de la procédure
202 / Piège à graviers de crue / Commune / L'Allaine	Cessation des extractions de gravier / mesure opérationnelle	Nuls / grande / oui	Confirmée / bonne	1	A assainir dans le cadre du projet de protection contre les crues d'Alle/ étudier le transport des matériaux (calcul ou observation du fond)
404 / Barrière à sédiments / Commune / Ruisseau de Fregiécourt	Plusieurs mesures possibles, à coordonner avec l'installation 405 : transformation ou démantèlement du barrage ; déplacement de gravier / mesure constructive ou opérationnelle	Faibles à moyens / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Points encore à éclaircir et choix de la mesure à prendre jusqu'en 2018, mise en œuvre jusqu'en 2020
405 / Barrière à sédiments / Commune / Ruisseau de Fregiécourt	Plusieurs mesures possibles, à coordonner avec l'installation 404 : transformation ou démantèlement du barrage ; déplacement de gravier / mesure constructive ou opérationnelle	Faibles à moyens / grande / oui	Confirmée / bonne	1	Points encore à éclaircir et choix de la mesure à prendre jusqu'en 2018, mise en œuvre jusqu'en 2020

6.3 La Vendline

6.3.1 Morphologie

La Vendline prend source à Vendlincourt, s'écoule en direction du nord et recueille plusieurs petits affluents venant de l'est. Le point culminant se trouve à 540 m.s.m. d'altitude et à Beurnevésin, à la frontière, la rivière atteint son point le plus bas à 415 m.s.m. d'altitude.

La morphologie de la Vendline est sinueuse, ce qui de nos jours se voit encore sur quelques courts tronçons. Le lit est en grande partie constitué de sable et couvert de plantes aquatiques. La quantité de matériaux charriés est négligeable.

Image 6.5 :
La Vendline à Beurnevésin.
Vue vers l'amont

21.8.2013



6.3.2 Installations et évaluation

L'installation suivante se trouve dans le bassin versant de la Vendline (cf. annexe 4) :

Installation hydroélectrique,
n° 126, La Vendline,
Beurnevésin

Les deux vannes de l'installation sont ouvertes pour permettre l'écoulement à travers le barrage en cas de faible retenue. L'usine n'est plus en service.

La Vendline ne transporte pas de matériaux de charriage (lit de sable).

L'installation ne provoque aucune atteinte au régime de charriage.

Aucune mesure d'assainissement n'est nécessaire.